



**ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA CENTRAL DE OXIGENO CON
RED DE DISTRIBUCION PARA LAS SALAS DE
OPERACIONES Y SALA DE RECUPERACION DEL
HOSPITAL NACIONAL "DR. JOSE ANTONIO SALDAÑA"**

**TRABAJO DE GRADUACION
PREPARADO PARA LA FACULTAD DE**

ESTUDIOS TECNOLOGICOS

PARA OPTAR AL GRADO DE:

TECNICO EN INGENIERIA BIOMEDICA

POR

**JAIRO EDGARDO LEMUS NUÑEZ
JULIO CESAR TORRES VANEGAS
NOE LEONARDO VALENCIA GARCIA**

MARZO - 2002

SOYAPANGO – EL SALVADOR - CENTROAMERICA

UNIVERSIDAD DON BOSCO

**RECTOR
ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET RIVERA**

**SECRETARIO GENERAL
PBRO. PEDRO JOSE GARCIA CASTRO. S.D.B**

**DECANATO DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS TECNOLOGICOS
ING. VICTOR CORNEJO**



**ASESOR DEL TRABAJO DE GRADUACION
ING. RICARDO OCHOA DIAZ**

**JURADO EXAMINADOR
ING. ERNESTO GODOFREDO GIRON
ING. YURI LUNA**

UNIVERSIDAD DON BOSCO

FACULTAD DE ESTUDIOS TECNOLOGICOS

**JURADO EVALUADOR DEL TRABAJO DE GRADUACION
ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA CENTRAL DE OXIGENO CON
RED DE DISTRIBUCION PARA LA SALAS DE
OPERACIONES Y SALA DE RECUPERACION DEL
HOSPITAL NACIONAL "DR. JOSE ANTONIO SALDAÑA"**

**ING. ERNESTO GODOFREDO GIRON
JURADO**

**ING. YURI LUNA
JURADO**

**ING. RICARDO OCHOA DIAZ
ASESOR**

PRESENTACION

UNIVERSIDAD DON BOSCO,
NOMBRE DEL PROYECTO.

1. PROYECTO

DESCRIPCION DEL PROYECTO,
OBJETIVOS, LIMITES, ALCANCES Y
METODOLOGÍA.

2. GASES

CONCEPTO DE GASES, ¿QUE SON
LOS GASES?, APLICACIONES Y
CARACTERÍSTICAS.

3. SISTEMAS DE SUMINISTRO

EQUIPOS PARA MANEJO DEL
OXIGENO Y DIFERENTES
SISTEMAS DE SUMINISTRO.

4. ESTUDIO HOSPITALARIO (FASE I)

ESTUDIO DE LA
SITUACION ACTUAL,
CENTRAL ANTIGUA Y
RED DE DISTRIBUCIÓN.

5. ESTUDIO HOSPITALARIO (FASE II)

SITUACION
PROPUESTA EN BASE
A NECESIDADES Y
COSTOS.

**6. PROCESOS DE ELABORACION Y SUPERVISION
(CENTRAL)**

PUESTAS DE PRUEBA
EN MARCHA Y
FUNCIONAMIENTO
PARA CENTRALES DE
OXÍGENO.

7. CRITERIOS DE DISEÑO

LOS DIFERENTES CRITERIOS DE DISEÑO UTILIZADOS EN BASE A NORMAS.

8. SEGURIDAD

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD PARA CENTRALES Y CILINDROS.

9. ACCESORIOS Y VALVULAS

TIPOS DE VÁLVULAS, ACCESORIOS, CARACTERÍSTICAS, Y FUNCIONAMIENTO.

10. TUBERIAS

ESPECIFICACIONES DE TUBERÍAS PARA GASES MEDICINALES

11. ANEXOS

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES, INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

12. ANEXOS 2

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

INDICE

	PAG.
INTRODUCCION-----	1
CAPITULO 1 PROYECTO	2
1.0 INTRODUCCION-----	3
1.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO -----	3
1.1.1 SITUACION ACTUAL -----	3
1.2 SITUACION PROPUESTA-----	5
1.2.1 RECOPIACION DE INFORMACIÓN SOBRE SEGURIDAD-----	5
1.2.2 DIFERENTES SISTEMAS DE SUMINISTRO-----	5
1.2.3 DESCRIPCION DE ACCESORIOS PARA CENTRALES -----	6
1.2.4 DISEÑO DE CENTRAL SELECCIONADA-----	6
1.2.5 PLANOS ARQUITECTONICOS -----	6
1.2.6 DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS -----	6
1.2.7 COSTOS-----	6
1.3 OBJETIVOS-----	6
1.3.1 OBJETIVO GENERAL -----	6
1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS -----	7
1.3.2.1 DE COSTOS -----	7
1.3.2.2 DE PLANEACION-----	7
1.3.2.3 DE INVESTIGACIÓN-----	7
1.3.2.4 DE ELABORACION-----	7
1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES -----	8
1.4.1 ALCANCES -----	8
1.4.2 LIMITACIONES-----	8
1.5 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION -----	9
CAPITULO 2 GASES	10
2.0 INTRODUCCION-----	11
2.1 CONCEPTO DE GASES -----	11

2.1.1 GASES COMPRIMIDOS, LICUADOS, CRIOGENICOS Y DISUELTOS-----	11
2.1.1.1 GASES COMPRIMIDOS-----	12
2.1.1.2 GASES COMPRIMIDOS-LICUADOS -----	12
2.1.1.3 GASES CRIOGENICOS -----	12
2.1.1.4 GASES DISUELTOS -----	12
2.2 NATURALEZA DE LOS GASES -----	12
2.3 APLICACIONES DE LOS GASES-----	13
2.4 CONCEPTO DE OXIGENO -----	13
2.5 CONSTANTES FISICAS DEL OXIGENO-----	15
2.6 APLICACIONES DEL OXIGENO -----	16
2.6.1 USO MEDICO-----	16
2.6.2 USO INDUSTRIAL-----	16

CAPITULO 3 SISTEMAS DE SUMINISTRO DE OXIGENO 17

3.0 INTRODUCCION-----	18
3.1 SISTEMA DE SUMINISTRO CENTRAL PARA GASES -----	18
3.1.1 NORMAS PARA GASES MEDICOS NO INFLAMABLES -----	18
3.2 PARTES DEL SISTEMA DE SUMINISTRO -----	18
3.3 COMPATIBILIDAD DEL OXIGENO CON MATERIALES -----	19
3.4 FORMAS DE SUMINISTRO -----	19
3.4.1 SISTEMAS DE SUMINISTRO CENTRAL -----	19
3.4.2 SISTEMAS DE CILINDROS SIN RESERVA DE SUMINISTRO -----	19
3.4.3 SISTEMAS DE CILINDROS CON RESERVA DE SUMINISTRO -----	21
3.4.4 SISTEMAS DE GASES MEDICOS DE GRAN TAMAÑO-----	22
3.5 ESQUEMA GENERAL DE TANQUE CON BANCOS DE CILINDROS-----	24
3.6 EQUIPOS DE SUMINISTRO -----	24
3.6.1 TERMOS PORTATILES -----	24
3.6.1.1 DESCRIPCION-----	24
3.6.1.2 FABRICACION-----	25
3.6.1.3 CAPACIDAD -----	25
3.6.1.4 IDENTIFICACION-----	26
3.6.1.5 PARTES Y COMPONENTES -----	27
3.6.1.6 VENTAJAS-----	27

3.7 TANQUES DE OXIGENO LIQUIDO -----	28
3.8.71 DESCRIPCION -----	28
3.7.2 FABRICACION-----	28
3.7.3 CAPACIDADES -----	29
3.7.4 VENTAJAS-----	29
3.8 CILINDROS DE ALTA PRESION -----	30
3.8.1 TIPOS DE CILINDROS -----	31
3.8.1.1 ESPECIFICACIONES DE CILINDROS DE ALTA PRESION EN ACERO ---	32
3.8.1.2 ESPECIFICACIONES DE CILINDROS DE ALTA PRESION EN ALUMINIO	32
3.8.2 PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE UN CILINDRO-----	32
3.8.3 MARCA DE LOS CILINDROS-----	33
3.8.4 ESPECIFICACIONES DE COLORES PARA CILINDROS-----	34
3.8.5 CONTENIDO DE CILINDROS DE ALTA PRESION -----	35
3.8.6 VARIACION DE PRESIONES -----	36
3.8.7 INSPECCION Y PRUEBA DE CILINDROS-----	36
3.9 REQUERIMIENTOS GENERALES PARA SISTEMAS DE CENTRALES DE GAS -----	37
3.9.1 LOS CILINDROS -----	37
3.9.2 LOS MANIFOLD -----	37
3.9.3 REGULADORES DE PRESION-----	37
3.9.4 VALVULA DE CIERRE -----	37
3.9.5 VALVULA DE ALIVIO -----	37
3.9.6 VALVULA UNIDIRECCIONAL -----	38
3.9.7 REGULADORES FINALES DE LINEA -----	38
3.9.8 CONEXIÓN DEL BANCO DE EMERGENCIA -----	38

CAPITULO 4 ESTUDIO HOSPITALARIO FASE I 40

4.0 INTRODUCCION-----	41
4.1 UBICACION DE LA PLANTA EN EL HOSPITAL-----	41
4.1.1 DESCRIPCION Y FUNCION DE LA PLANTA EN EL HOSPITAL -----	42
4.2 ESTUDIO REFERENTE A LA ANTIGUA CENTRAL DE OXIGENO -----	42
4.2.1 DESCRIPCION DE LA ANTIGUA CENTRAL DE OXIGENO -----	42
4.2.2 INFORMACION TECNICA DE LA ANTIGUA CENTRAL -----	43
4.3 FIGURA Y ESQUEMA DE LA ANTIGUA CENTRAL -----	44

4.3.1 IMAGEN GRAFICA	44
4.3.2 PARTE ESQUEMATICA DE LA ANTIGUA CENTRAL	44
4.3.2.1 PROBLEMA GENERAL CON LA ANTIGUA CENTRAL DE OXIGENO---	44
4.3.2.2 OBSERVACIONES GENERALES DE LA CENTRAL	45
4.4 ESQUEMA DE ALARMAS USADAS EN LA CENTRAL	45
4.4.1 FUNCIONAMIENTO GENERAL DE ALARMA	46
4.5 ESTADO ACTUAL DE LA RED DE DISTRIBUCION	46
4.5.1 ESTADO ACTUAL DE LA TUBERIA.	46
4.5.1.1 DESCRIPCION REFERENTE A LA TUBERIA.	46
4.5.2 ESTADO ACTUAL DE LA RED DE DISTRIBUCION EN EL PLANO	47
4.6 DESCRIPCION DE LAS DIFERENTES AREAS QUE CONFORMAN LA PLANTA DE OPERACIONES	48
4.6.1 SALA DE OPERACIONES I	48
4.6.1.1 SUMINISTRO DE OXIGENO ACTUAL EN LA SALA DE OPERACIONES I	80
4.6.2 SALA DE OPERACIONES II	49
4.6.2.1 SUMINISTRO DE OXIGENO ACTUAL EN LA SALA DE OPERACIONES II	49
4.6.3 RECUPERACION	49
4.6.3.1 SUMINISTRO DE OXIGENO ACTUAL EN RECUPERACION-----	49
4.6.4 CIRUGIA MENOR	50
4.6.4.1 SUMINISTRO DE OXIGENO ACTUAL EN CIRUGIA MENOR	50
4.6.5 ESTANCIA DE NEONATOS	50
4.6.5.1 SUMINISTRO DE OXIGENO ACTUAL EN ESTANCIA DE NEONATOS-	51
4.7 NUMERO DE TOMAS DE OXIGENO EXISTENTES	51
4.8 CONSUMO ACTUAL DE CILINDROS	51
4.9 TIPOS DE OPERACIONES REALIZADAS EN LA SALA DE OPERACIONES	52
4.10 ESTADO DEL ANTIGUO CUARTO DE SUMINISTRO	53
4.10.1 DESCRIPCION REFERENTE AL CUARTO DE SUMINISTRO	54

CAPITULO 5 ESTUDIO HOSPITALARIO FASE II 55

5.0 INTRODUCCION.....	56
5.1 ESTUDIO DE LA NUEVA CENTRAL DE OXIGENO	56
5.1.1. ESTUDIO ESTADISTICO DEL AÑO 2000	56
5.1.2. ESTUDIO ESTADÍSTICO DEL AÑO 2001	58

5.2 TOMAS DE OXIGENO PROPUESTOS EN LAS AREAS -----	59
5.3 VALVULAS DE ZONA PROPUESTAS EN AREAS Y 1 ALARMA -----	59
5.4 PERSPECTIVAS PROPUESTAS PARA LAS DIFERENTES AREAS -----	60
5.4.1 CUARTO DE SUMINISTRO -----	60
5.4.1.1 FORMA DE BARRA DE MANIFOLD EMPLEADO -----	61
5.4.2 SALA DE OPRACIONES I -----	61
5.4.3 SALA DE OPERACIONES II -----	62
5.4.4 SALA DE RECUPERACIÓN -----	63
5.4.5 CIRUGIA MENOR -----	64
5.4.6 SALA DE NEONATOS -----	65
5.4.7 PASILLO GENERAL -----	66
5.4.8 PASILLO BLANCO -----	67
5.5 LOCALIZACION DE LA NUEVA RED DE DISTRIBUCION -----	68
5.6 SOPORTERIA DE LA RED DE DISTRIBUCION -----	70
5.6.1 OBSERVACIONES GENERALES DE LA SOPORTERÍA -----	71
5.6.1.1 LONGITUDES DE SOPORTERIA -----	71
5.7 ANALISIS DE TECNOLOGIAS DISPONIBLES -----	73
5.7.1 MANIFOLD DIGITAL -----	73
5.7.1.1 MANUAL (ANALÓGICO) -----	73
5.7.1.2 SEMIAUTOMATICO (ANALÓGICO) -----	74
5.7.1.3 MANIFOLD AUTOMATICO -----	75
5.7.1.3.1 ANALOGICO -----	75
5.7.1.3.2 DIGITAL -----	76
5.7.2 CARACTERISTICAS DEL EQUIPO -----	77
5.7.3 ANALISIS DE TECNOLOGÍAS DE MANIFOLD AUTOMATICO -----	78
5.7.3.1 MANIFOLD DIGITAL BASADO EN MICROPROCESADOR -----	78
5.7.3.1.1 CARACTERISTICAS DEL EQUIPO -----	79
5.7.3.1.2 DESCRIPCION DE PARTES -----	79
5.7.3.1.2.1 VALVULA ENSAMBLADA DE CAMBIO -----	79
5.7.3.1.2.1.1 TIPO DIAFRAGMA -----	79
5.7.3.1.2.1.2 TIPO PISTON -----	80
5.7.3.1.2.2 REGULADORES DE PRESION -----	81
5.7.3.1.2.2.1 REGULADORES DE FUENTE -----	81

5.7.3.1.2.2 REGULADORES DE LINEA -----	81
5.7.3.1.2.3 VALVULAS DE PRESION DE ALIVIO -----	82
5.7.3.1.2.4 TRANSDUCTOR DE PRESION -----	82
5.7.3.1.3 CONTROL DE COMPONENTES-----	83
5.7.3.1.4 SISTEMAS DE COMPONENTES INDICADORES -----	83
5.7.3.1.5 INDICADORES VISUALES DE CAMBO DE BANCO-----	83
5.7.3.1.6 FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ALARMA-----	84
5.7.3.1.7 FIGURAS DE SEGURIDAD -----	85
5.7.3.1.7.1 IDENTIFICACION DE SERVICIO DE GAS -----	85
5.7.3.1.7.2 IDENTIFICACION DE FUNCIONES -----	85
5.7.3.1.7.3 CONEXION DE CILINDROS -----	85
5.7.3.2 MANIFOLD AUTOMATICO TIPO ANALOGICO-----	85
5.7.3.2.1 CARACTERISTICAS DEL MANIFOLD ANALOGICO-----	86
5.7.3.2.2 ESPECIFICACIONES DEL MANIFOLD -----	86
5.8 CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DE ALARMA-----	87
5.8.1 PERSPECTIVA DE LA ALARMA -----	87
5.9 ESTUDIO COSTO BENEFICIO -----	87
5.9.1. PRINCIPALES BENEFICIOS DEL SUMINISTRO DE OXIGENO -----	88
5.9.2 ANALISIS DE COSTOS PARA SUMINISTRO DE OXIGENO -----	88
5.9.2.1 COSTOS DE EQUIPO-----	88
5.9.2.2 COSTOS DE LA RED DE DISTRIBUCION -----	88
5.9.2.3 COSTOS DE MANO DE OBRA -----	89
5.10 PRESUPUESTO TECNICO -----	89

CAPITULO 6 PROCESO DE ELABORACION Y SUPERVISION 91

6.0 INTRODUCCION-----	92
6.1 INSTRUCCIONES DE ENSAMBLAJE -----	92
6.1.1 INSTRUCCIONES PARA MONTAJE EN LA PARED-----	92
6.1.2 INSTRUCCIONES DE ENSAMBLAJE PARA LA RED-----	93
6.2 LISTA DE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS EMPLEADOS -----	96
6.3 PROCEDIMIENTO DE PRUEBA -----	97
6.3.1 PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DEL MANIFOLD -----	97
6.3.2 REAJUSTE DE REGULADORES -----	98

6.4 PROCEDIMIENTO NORMAL DE OPERACION EN EL MANIFOLD -----	98
6.4.1 PROCEDIMIENTOS AL CAMBIAR CILINDROS VACIOS -----	99
6.5 MANTENIMIENTO -----	99
6.5.1 GENERAL -----	99
6.5.2 GABINETE DE CONTROL -----	99
6.5.3 BARRA DE EXTENCION EN LOS CILINDROS-----	100
6.5.4 PRUEBAS PERIODICAS DE PRESION ESTABLECIDAS-----	100
6.6 MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA VALVULA DE CAMBIO -----	101
6.6.1 PROCEDIMIENTO PARA QUITAR LA VALVULA DE CAMBIO-----	101
6.6.1.1 INSTALANDO LA VALVULA DE CAMBIO-----	101
6.7 FORMATO DE MANTENIMIENTO-----	102

CAPITULO 7 CRITERIOS DE DISEÑO	108
---------------------------------------	------------

7.0 INTRODUCCION-----	109
7.1 PROCESOS DEL PLANOS ARQUITECTONICO-----	109
7.2 PROCESOS DE LA RED DE OXIGENO ACTUAL -----	109
7.3 LOCALIZACION DE LA NUEVA CENTRAL DE OXIGENO -----	110
7.4 PASOS PARA DIMENSIONAMIENTO DEL MANIFOLD -----	110
7.4.1 DETERMINANDO EL TIPO DE MANIFOLD-----	111
7.4.2 CONSUMO ACTUAL EN PIES CUBICOS PARA CADA AREA-----	111
7.4.3 CONSUMO PROPUESTO EN PIES CUBICOS PARA CADA AREA-----	112
7.4.4 PRESIONES DEL MANIFOLD-----	113
7.4.5 CALCULOS PARA LA RED DE DISTRIBUCION-----	114
7.4.5.1 CRITERIOS DE DISEÑO PARA LA RED DE DISTRIBUCION-----	114
7.4.5.1.1 DISEÑO MINIMO DE FLUJO POR RAMAL -----	115
7.4.5.1.2 DIAGRAMA DE DIMENSIONAMIENTO -----	116
7.4.5.1.3 TABLA DE CALCULO -----	117
7.4.5.1.4 DESCRIPCION DE LA TABLA DE CALCULO-----	118
7.4.5.1.5 MEMORIA DE CALCULO-----	120
7.4.5.2 METODO DE DISEÑO SUGERIDO POR CHEMETRON -----	127
7.4.5.2.1 TABLA DE CALCULO -----	128
7.4.5.2.2 MEMORIA DE CALCULO-----	129
7.5 CRECIMIENTO DEL AREA QUIRÚRGICA-----	133

7.5.1 VIDA DE LA CENTRAL DE OXÍGENO Y LA RED DE DISTRIBUCIÓN-----	134
7.5.2 CONSUMO PROMEDIO ACTUAL DE CILINDROS A FUTURO-----	135

CAPITULO 8 SEGURIDAD 138

8.0 INTRODUCCION-----	139
8.1 NORMAS DE SEGURIDAD PARA MANEJOS DE CILINDROS -----	139
8.1.1 NORMAS DE LIMPIEZA-----	139
8.1.2 NORMAS DE TRANSPORTE-----	139
8.1.3 NORMAS EN EL USO -----	140
8.1.4 NORMAS DE ALMACENAMIENTO -----	140
8.2 SEGURIDAD PARA EL MANEJO DE GASES -----	140
8.2.1 FACTORES DE RIESGO EN EL MANEJO DE GASES-----	141
8.2.2 TOXICIDAD-----	142
8.3 CARACTERISTICAS DE LOS GASES -----	142
8.4 DETECCION DE FUGAS -----	142
8.5 PRECAUCIONES DE CILINDROS DE ALTA PRESION-----	143
8.6 INFLAMABILIDAD -----	144
8.7 NORMAS DE SEGURIDAD ELECTRICA -----	144
8.7.1 MEDIDAS DE SEGURIDAD ELECTRICA -----	144
8.8 NORMAS DE SEGURIDAD PARA CENTRALES DE GASES -----	145
8.9 SEÑALIZACION -----	146
8.9.1 DISTANCIAS DE SEGURIDAD -----	147
8.10 RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD PARA CENTRALES -----	147
8.10.1 DEFICIENCIA DE OXIGENO EN LA ATMÓSFERA-----	147
8.11.2 MANEJO DE CILINDROS EN CASO DE INCENDIOS -----	149
8.11.3 SITUACIONES A EVITAR EN CENTRALES -----	149

CAPITULO 9 ACCESORIOS Y VALVULAS 151

9.0 INTRODUCCION-----	152
9.1 RESEÑA SOBRE VALVULAS Y REGULADORES-----	152
9.2 VALVULAS-----	152
9.2.1 USO CORRECTO DE VALVULAS-----	153
9.3 REGULADORES -----	153

9.3.1 ESTRUCTURA DE UN REGULADOR -----	153
9.3.2 TIPOS DE REGULADORES-----	154
9.3.3 MANEJO DE REGULADORES DE PRESION -----	156
9.3.3.1 PROCEDIMIENTO DE OPERACION -----	156
9.3.4 DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD -----	157
9.3.4.1 PRECAUCIONES EN EL USO DE REGULADORES -----	157
9.4 MANOMETROS-----	157
9.5 VALVULA UNIDIRECCIONAL-----	158
9.6 VALVULA DE ALIVIO -----	159
9.7 VALVULA DE CABECERA PARA MANIFOLD-----	160
9.8 VALVULAS DE CABECERA PARA MANIFOLD CON DOBLE SALIDA -----	161
9.9 VALVULA MEDICA DE OXIGENO VERTICAL-----	162
9.10 VALVULA DE CILINDRO -----	162
9.11 TOMA DE OXIGENO -----	163
9.11.1 VISTA LATERAL DEL TOMA-----	163
9.11.2 VISTA SUPERFICIAL DEL TOMA-----	164
9.12 VALVULA DE CAMBIO-----	164
9.13 VALVULA DE ZONA-----	165
9.14 VALVULA DE BOLA -----	167

CAPITULO 10 TUBERIAS 168

10.0 INTRODUCCION -----	169
10.1 TUBERIAS PARA GASES MEDICINALES -----	169
10.2 CARACTERISTICAS Y VENTAJAS DE LA TUBERÍAS DE COBRE-----	169
10.2.1 COMPOSICION DE COBRE UTILIZADO EN TUBERIA-----	171
10.2.2 CARACTERISTICAS FÍSICAS DEL COBRE -----	171
10.2.3 PRESIONES DE TRABAJO INTERNA -----	172
10.2.4 DIMENSIONES Y PESOS PARA TUBERIA-----	174
10.3 APLICACIONES DE LA TUBERIA TIPO K-----	175
10.3.1 ACCESORIOS UTILIZADOS EN TUBERÍAS TIPO K -----	175

RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES 176

RECOMENDACIONES GENERALES -----	177
---------------------------------	-----

CONCLUSIONES	178
BIBLIOGRAFÍA	179
GLOSARIO	180

ANEXOS	189
---------------	------------

11.1 CRONOGRAMAS DE ACTIVIDADES	190
11.2 DIFERENTES PARTES DEL MANIFOLD	192
11.2.1 ESTRUCTURA INTERNA DEL MANIFOLD	192
11.2.2 DIAGRAMA ESQUEMATICO DEL MANIFOLD DIGITAL	193
11.2.3 TARJETA ELECTRÓNICA DEL MANIFOLD DIGITAL	194
11.3 INFORMACION COMPLEMENTARIA	195
11.3.1 POSICIÓN DE LA CGA REFERENTE COLORES EN CILINDROS	195
11.3.2 POSICION DE LA CGA SOBRE COMO ASEGURAR CILINDROS	196
11.3.2.1 CILINDROS AGRUPADOS CORRECTAMENTE	197
11.3.3 PRUEBA DE PROPIEDAD DE CILINDROS DE GAS COMPRIMIDO	198
11.3.4 DISCOS DE RUPTURA Y FUSIBLES PARA DISPOSITIVOS DE ALIVIO	200
11.3.4.1 DISCOS DE RUPTURA	202
11.3.4.2 COMBINACION DE TIPOS DE DISPOSITIVOS	202
11.3.4.3 CONECTORES PARA FUSIBLES EN DISPOSITIVOS DE ALVIO	202
11.3.5 CODIGO RECOMENDADO PARA VÁLVULAS ROSCADAS	204
11.3.5.1 ROSCAS EN DISMINUCIÓN	205
11.3.5.2 ROSCAS RECTAS	205
11.3.5.5 CONSIDERACIONES DEL CODIGO AMERICANO	205

ANEXOS 2	206
-----------------	------------

12.1 EL PLASMA	207
----------------------	-----

INTRODUCCION.

El presente proyecto consiste en el estudio y diseño de una Central de Oxígeno con su respectiva red de distribución, los cuales estarán localizados en la sala de operaciones y recuperación del Hospital Nacional de Neumología y Medicina General “Dr. José Antonio Saldaña”.

En este documento se presentan antecedentes, en los cuales se observa el problema del hospital al no poseer una central de oxígeno, la cual suministre gas médico a las áreas involucradas dentro de la instalación quirúrgica.

A través de esta propuesta, se realiza un estudio general; referentes a la antigua central, red de distribución y cuarto de suministro actual , así como diferentes temas que están relacionados directamente con el área de gases médicos.

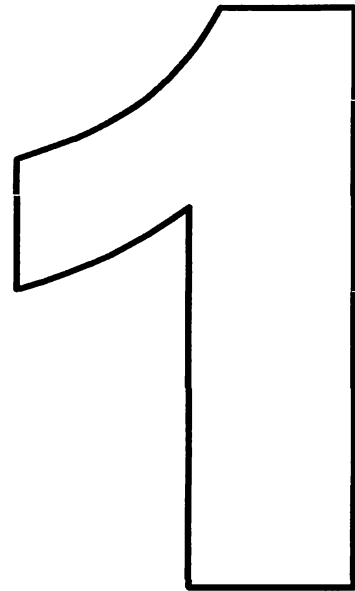
Además se presentan recomendaciones generales sobre el transporte, almacenamiento y manejo de cilindros en áreas aledañas al hospital.

Por otro lado se muestran detalles referentes a la evaluación económica de los diferentes costos en que se tendrían que incurrir a la hora de ejecutar el proyecto, para poder escoger la mejor opción que beneficie al área hospitalaria.

La información obtenida en este documento servirá al personal técnico del Hospital u otras personas que trabajan en el área de gases, especialmente el oxígeno, como una referencia bibliográfica y guía, por medio de la cual se le facilite identificar mediante planos la disposición arquitectónica de planta y del sistema de tuberías transportando oxígeno.

También se recomienda un plan adecuado de mantenimiento preventivo para que la central de oxígeno seleccionada logre un rendimiento óptimo y una larga vida de duración.

PROYECTO



INTRODUCCION

DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO.
OBJETIVOS.
ALCANCES Y LIMITACIONES.
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.

1.0 INTRODUCCION.

Este capítulo describe el marco conceptual en la realización del proyecto, así también narra el medio en que se van a desarrollar las diferentes partes ya sea para estudio, diseño o selección de información.

1.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO.

1.1.1 SITUACION ACTUAL.

Actualmente el Hospital Nacional de Neumología y Medicina General “Dr. José Antonio Saldaña”, se encuentra laborando en condiciones no apropiadas para suministrar el oxígeno a los pacientes, en las salas de operaciones y recuperación¹; debido a que la central² que tenían en esta área se encuentra obsoleta y por ello el personal tiene que:

- I) Transportar los cilindros de oxígeno hacia las salas de operaciones.

Fig. 1.1.1a

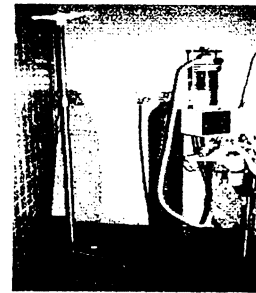


Fig. 1.1.1a Cilindros dentro de la sala de operaciones.

- II) Revisar que los nuevos cilindros que ingresen a la sala de operaciones no entren contaminados. Fig. 1.1.1b



Fig. 1.1.1b Prevención de cilindros contaminados

¹ Se refiere a todo en conjunto sala de operaciones, recuperación, neonatos y cirugía menor.

² Comprende el Manifold, accesorios y todo el sistema en conjunto.

- III) Mejorar el cuarto de suministros de la central para que se posean mejores condiciones al interior. Por ejemplo: normas de seguridad, limpieza, iluminación y soportes para la central, etc. *Fig. 1.1.1c*



Fig. 1.1.1c Cuarto empleado para la central de oxígeno.

- IV) Determinar si su central de oxígeno antigua que era utilizada para el área es factible repararla o considerar la adquisición de una nueva central de oxígeno. *Fig. 1.1.1d*



Fig. 1.1.1d Antigua Central de oxígeno.

- IV) Establecer con exactitud en que estado se encuentra la red de distribución y determinar si esta es la adecuada para el suministro de oxígeno. *Fig. 1.1.1e*



Fig. 1.1.1e Estado actual de la red de distribución

1.2 SITUACION PROPUESTA.

El proyecto consiste en el estudio y diseño de una central de oxígeno con su respectiva red de distribución, la cual se ubicara en la sala de operaciones y recuperación del Hospital Neumológico “Dr. José Antonio Saldaña”. Así mismo para poder realizar este proyecto con mayor criterio se toman en cuenta normativas internacionales de las siguientes organizaciones:

- ▶ CGA (Asociación de Gas Comprimido).
- ▶ DOT (Departamento de Transporte de los Estados Unidos).
- ▶ NFPA (Asociación Nacional de Protección Contra Incendios).
- ▶ NEC (Código Eléctrico Nacional).

Las diversas partes del proyecto para su estudio y diseño son:

1.2.1 RECOPIACION DE INFORMACION SOBRE SEGURIDAD.

Recomendaciones para el manejo, Transporte, almacenamiento y uso adecuado de los cilindros de oxígeno que ingresan al cuarto de suministro (Central de Oxígeno) y lugares aledaños en el hospital.

Esta etapa consistió en recolectar información básica de seguridad para las áreas de transporte, almacenamiento y uso.

1.2.2 DIFERENTES SISTEMAS DE SUMINISTRO.

En esta etapa se hará un estudio sobre los tipos de suministro y formas de suministros. Para determinar el tipo de sistema que se requiere en la sala de operaciones y recuperación en base a tecnologías existentes en el medio.

Las formas de suministro que se van a describir son:

- Cilindros.
- Termos portátiles.
- Tanques estacionarios de oxígeno líquido.

1.2.3 DESCRIPCION DE ACCESORIOS PARA CENTRALES.

En esta parte se describirá el funcionamiento, gráficos, uso correcto y las características de los diferentes accesorios utilizados para centrales de oxígeno en general.

Entre los accesorios están:

- Válvulas (de zona, de cilindro, unidireccional, de cambio automático, etc.)
- Reguladores (Intermedios, de una etapa y de dos etapas)
- Manómetros.

1.2.4 DISEÑO DE CENTRAL SELECCIONADA.

Se determinara la central de oxígeno más adecuada tomando como base el consumo promedio de oxígeno en la sala de operaciones y recuperación de dicho hospital.

1.2.5 PLANOS ARQUITECTONICOS.

Elaboración de planos arquitectónicos de la planta hospitalaria así como el sistema de distribución de tuberías con su respectivo isométrico.

1.2.6 DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIAS.

Diseño de la red de distribución para la sala de operaciones y recuperación utilizando los métodos de cálculo más apropiados.

1.2.7 COSTOS.

Se detallarán los precios de los diferentes materiales utilizados, así como también la central de oxígeno y su red de distribución.

1.3 OBJETIVOS.

1.3.1 OBJETIVO GENERAL.

Realizar el diseño de una central de oxígeno con su respectiva red de distribución para la sala de operaciones y sala de recuperaciones del Hospital Nacional "Dr. José Antonio Saldaña".

Por medio de la elaboración de este trabajo se pretenden alcanzar los siguientes objetivos:

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.

1.3.2.1 DE COSTOS:

- ☛ Elaboración de un presupuesto técnico para la dirección administrativa del hospital.
- ☛ Se determinara el tipo de suministro a emplear (sea oxígeno líquido o gaseoso) a través de un estudio costo beneficio.

1.3.2.2 DE PLANEACION:

- ☛ Enlistar los materiales a utilizar en la implementación de una central de oxígeno y red de distribución.
- ☛ Mencionar los procedimientos y criterios a ser utilizados en el diseño de la red de distribución con oxígeno (aplicando al menos dos métodos de cálculo para la red de distribución).
- ☛ Mencionar las normas de seguridad eléctrica a seguir en instalaciones que manejen gases hospitalarios.
- ☛ Definir los procedimientos de prueba en el proceso de instalación y puesta en funcionamiento de la central de oxígeno seleccionada.
- ☛ Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo.

1.3.2.3 DE INVESTIGACION:

- ☛ Se Llevaran a cabo los criterios a seguir para el diseño del cuarto de suministro propuesto (Central de Oxígeno).
- ☛ Analizar las tecnologías disponibles en el mercado, para determinar la más conveniente en el hospital. (económica y tecnológica).

1.3.2.4 DE ELABORACION:

- ☛ Hacer la distribución arquitectónica de la sala de operaciones y sala de recuperación con el dimensionamiento de tuberías y accesorios, en la escala más apropiada.

1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES.

1.4.1 ALCANCES.

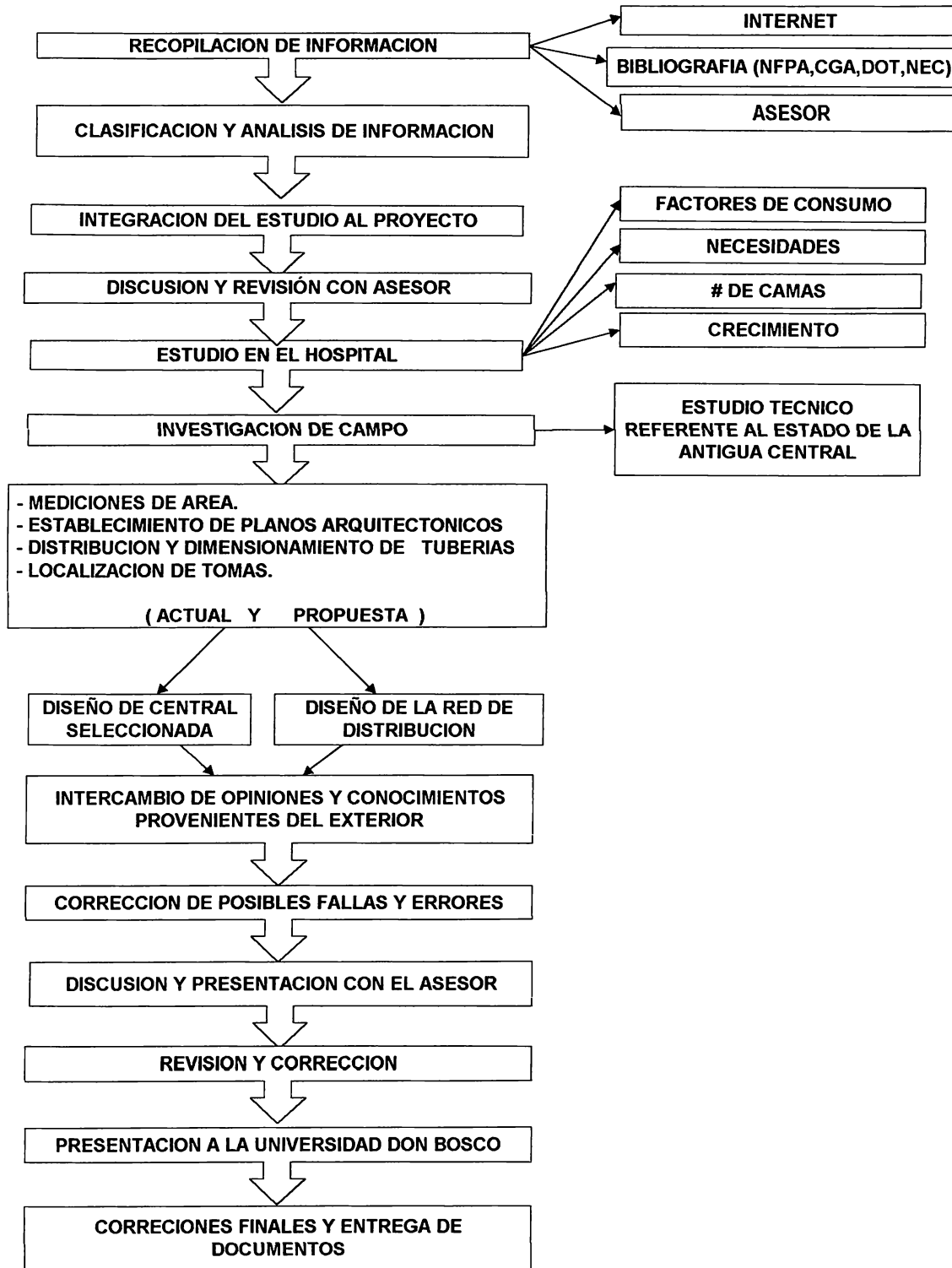
Por medio de la elaboración de este trabajo se recopilara información de la siguiente categoría:

- ☛ Propiedades y características del oxígeno. [CGA]
- ☛ Sistemas y formas de suministro de oxígeno (cilindros, termos criogénicos, tanque de oxígeno líquido). [NFPA]
- ☛ Especificaciones generales de los cilindros de alta presión (marcas, etiquetas y código de colores). [CGA]
- ☛ Obtención de información técnica acerca del funcionamiento de los diferentes dispositivos utilizados en centrales (Reguladores, Manómetros, válvulas de zona, Válvulas de presión de alivio, válvula de cambio).
- ☛ Recomendaciones en: Uso, Almacenamiento, Limpieza y Transporte de cilindros de oxígeno).
- ☛ Regulaciones aplicables a cilindros de gas comprimido. [DOT]
- ☛ Planos arquitectónicos de la planta y el sistema de tuberías.

1.4.2 LIMITACIONES.

- ☛ El acceso a quirófanos es un área estéril y por lo tanto el acceso es restringido.
- ☛ Debido a la necesidad inmediata que tiene el hospital de adquirir una nueva central de oxígeno, se seleccionara el diseño de central mas apropiado que este disponible en el medio.
- ☛ La cantidad de materiales, equipos e implementos dificulto la realización de las mediciones alrededor de la planta.
- ☛ Los cilindros de oxido nitroso al interior de la sala de operaciones no serán removidos ya que esto implicaría instalar una red de oxido nitroso, lo cual no seria viable debido a su consumo mínimo en el hospital.

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION



GASES



INTRODUCCION

¿QUE SON LOS GASES?
¿QUE ES EL OXIGENO?
PROPIEDADES Y CARACTERISTICAS
¿CUALES SON SUS APLICACIONES?

2.0 INTRODUCCION.

En este capítulo se describen conceptos generales referentes a los gases, aplicaciones así como también ¿Qué es el oxígeno?, ¿Cuál es su importancia y utilización?, además de las diversas constantes físicas del oxígeno.

2.1 CONCEPTO DE GASES.

Con relación a las condiciones de temperatura y presión relativamente estables existentes en la superficie de nuestro planeta, se designa como "GAS", a todo elemento compuesto que exista habitualmente en este estado (gaseoso) diferentes a los estados sólido, líquido y plasma¹ en las cercanías de las condiciones normales de temperatura y presión (15° C, 1 atm.). Se usa el concepto de "vapor" para la fase gaseosa de cualquier elemento o compuesto que en las mismas condiciones es normalmente líquido o sólido.

Once elementos tienen esta condición de gases, así como un número aparentemente limitado de compuestos y mezclas, como el aire. Estos elementos son: Oxígeno, Nitrógeno, Hidrógeno, Cloro, Fluor, Helio, Argón, Kriptón, Xenón y Radón.

2.1.1 GASES COMPRIMIDOS, LICUADOS, CRIOGENICOS Y DISUELTOS.

En general, todas las sustancias pueden estar en cualquiera de los cuatro estados de la materia (sólido, líquido, gas o plasma) dependiendo de las condiciones de temperatura y presión a las que estén sometidas. El caso más familiar es el del agua, que a presión atmosférica esta en estado sólido bajo 0° C, líquido entre 0 y 100° C y gaseoso (vapor) sobre los 100°C.

Los gases son aquellos elementos y compuestos que a presión y temperatura ambiente permanecen en estado gaseoso. La baja densidad característica de los gases hace que una pequeña cantidad de gas ocupe un gran volumen (1 Kg. de O₂ ocupa un volumen de 0.739 m³ o sea 739 litros, medidos a 15° C y 1 atm.) por lo cual se hace indispensable someterlos a altas presiones y/o bajas temperaturas, para reducir su volumen para efectos de transporte y almacenamiento.

Para conseguir altas presiones se utilizan cilindros de acero que trabajan hasta con 3200 psi de presión.

Dentro de los gases que se almacenan en cilindros de media y alta presión se tiene la siguiente división:

- *Gases comprimidos , Gases criogénicos, Gases disueltos, y Gases licuados.*

¹ Para mayor detalle de Plasma ver Anexos 2.

2.1.1.1 GASES COMPRIMIDOS.

Son aquellos que tienen puntos de ebullición muy bajos, menor que $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$, por lo que pertenecen en estado gaseoso sin licuarse, a pesar de la alta presión, a menos que se sometan a muy bajas temperaturas.

A este grupo pertenecen entre otros: el oxígeno (O_2), Argón (Ar), Helio (He), Hidrógeno (H_2), Nitrógeno.

2.1.1.2 GASES COMPRIMIDOS-LICUADOS.

Son aquellos que tienen puntos de ebullición relativamente cerca de la temperatura ambiente y al someterlos a presión en un recipiente cerrado se licuan.

Este es el caso del Dióxido de Carbono (CO_2), Oxido Nitroso (N_2O), Cloro (Cl_2), Propano (C_3H_8) y otros.

2.1.1.3 GASES CRIOGENICOS.

La alternativa de alta presión para reducir el volumen que ocupa un gas es la licuación. Aquellos gases que no se licuan aplicando altas presiones, pueden ser licuados utilizando temperaturas criogénicas.

Los casos más comunes en que se utiliza esta alternativa son: el Oxígeno Líquido, el Nitrógeno Líquido y el Argón Líquido.

2.1.1.4 GASES DISUELTOS.

El acetileno (C_2H_2) es el gas compuesto por carbono e hidrógeno 12/1 aproximadamente en peso y es utilizado para aplicaciones de uso industrial y uso químico.

2.2 LOS GASES POR SU NATURALEZA SE CLASIFICAN EN:

- *No inflamables, no corrosivos y de baja toxicidad.* Entre ellos se encuentran: Aire, Argón, Helio, Nitrógeno y Oxígeno.
- *Inflamables, no corrosivos, baja toxicidad.* Entre ellos se encuentran: Acetileno, Hidrógeno, Propano, Butano.
- *Tóxicos y/o corrosivos, no inflamables.* Entre ellos se encuentra el Dióxido de azufre, Cloro y Amoniaco.
- *Inflamabilidad espontánea.* El Silano.
- *Muy venenoso.* Entre ellos se encuentra: la Arsina, Fosfina y Oxido Nítrico.

2.3 ALGUNAS DE LAS APLICACIONES MAS COMUNES DE LOS GASES SON.

GAS	CLASIFICACION	TIPOS	APLICACIONES
Oxígeno	Oxidante	Gaseoso Líquido	Hospitalario, Soldadura, Procesos de Combustión.
Aire	No inflamable	Industrial	Hospitalario, Buceo,
Nitrógeno	No inflamable	Alta pureza Líquido	Congelamiento, Criocirugía Equipo neumática.
Acetileno	Inflamable	Industrial Abs. Atómica	Soldadura, laboratorios.
Hidrogeno Carbono.	inflamables	Industrial	Laboratorios. Soldadura, congelación Tratamientos Térmicos.
Argón	No inflamable	Industrial	Soldadura, laboratorios Tratamientos Térmicos.
Helio	No inflamable	Industrial	Laboratorio, Hospitalario
Oxi. Nitroso	No inflamable	Industrial	Anestesia, Criocirugía, Congelación.

2.4 CONCEPTO DE OXIGENO.

El oxígeno, gas que hace posible la vida y es indispensable para la combustión, constituye más de un quinto de la atmósfera (21% en volumen, 23% en peso). Este gas es inodoro, incoloro y no tiene sabor. A presión atmosférica y temperaturas inferiores a -183°C , es un líquido ligeramente azulado, un poco mas pesado que el agua. Todos los elementos (salvo

gases inertes) se combinan directamente con él, usualmente para formar óxidos, reacción que varía en intensidad con la temperatura.

La propiedad más sobresaliente del oxígeno es su habilidad para sostener la vida y facilitar el proceso de combustión. Aunque el oxígeno no es inflamable, algunos materiales los cuales normalmente no se queman en el aire pudieran incendiarse en una atmósfera enriquecida de oxígeno. Los materiales que se queman en el aire podrán quemarse más vigorosamente y con una temperatura mas alta en una atmósfera enriquecida con oxígeno.

Algunos combustibles, tales como aceite, se queman con el oxígeno con una cercana violencia a los explosivos si es encendido por llama, impacto, o alguna otra fuente de energía.

Es por esto necesario tomar medidas de precaución necesarias cuando se entre a una área de espacio confinado o una atmósfera enriquecida con oxígeno.

Como la densidad del oxígeno es 1.43 kg/m^3 a presión atmosférica (0°C) puede ser enfriado y comprimido tornándose de un color azul, se evapora a -183.0°C ¹. Así como un líquido (en el punto de ebullición normal) el oxígeno es 1.14 veces tan pesado como el agua.

Cuando es calentado sobre su temperatura crítica de -118.55°C .El oxígeno puede existir solamente como gas.

El oxígeno es denotado de acuerdo al tipo, grado o verificación del nivel de calidad (QVL)². El oxígeno gaseoso es denotado como tipo I y el oxígeno líquido como tipo II. Los QVLs especifican el monto de varias impurezas (también denominado características de llenado).

¹ Punto de ebullición normal del oxígeno.

² QVL significa " Quality verification level" o nivel de verificación de calidad.

2.5 CONSTANTES FISICAS DEL OXIGENO¹

	U.S. UNIDADES	S.I. UNIDADES
Símbolo internacional.....	O ₂	O ₂
Peso molecular.....	31.9988	31.9988
En 70°F (21.1°C) y 1 atm		
Densidad del gas.....	0.083lb/ft ³	1.329kg/m ³
Gravedad específica del gas.....	1.10	1.10
Volumen específico del gas.....	12.05ft ³ /lb.	0.752 m ³ /Kg
En 59°F (15° C) y 1 atm		
Densidad del gas.....	0.085lb/ft ³	1.362Kg/m ³
Gravedad específica del gas.....	1.10	1.10
Volumen específico del gas.....	11.76ft ³ /lb	0.734 m ³ /Kg
Punto de ebullición en 1 atm.....	-297.3°F	-183.0 °C
Punto de congelación en 1 atm.....	-361.1°F	-218.4 °C
Temperatura crítica.....	-181.4 °F	-118.6 °C
Presión crítica	731.4 psig	5043Kpa (abs)
Densidad crítica.....	27.23 lb/ft ³	436.1Kg/m ³
Punto triple.	-361.8°F at	-218.8°C
	0.0216 psig	0.1489kPa (abs)
Calor latente de vaporización en el		
Punto de ebullición (1 atm)	91.7 Btu/lb	213 kJ/kg
Calor latente de fusión en el punto triple	5.98 Btu/lb	13.9 kJ/kg
Calor específico del gas en 70°F (21.1°C) y 1 atm		
C _p	0.220 Btu/lb(°F)	0.917kJ/kG(°C)
C _v	0.157 Btu/lb(°F)	0.653kJ/kG(°C)
Proporción de calor específico.....	1.40	1.40
Solubilidad en agua, vol/vol.		
en 32 °F (0°C) y 1 atm.....	0.0489	0.0489
Peso del líquido en el punto de ebullición.....	9.52 lb/gal	1141 kg/m ³

¹ Para mayor detalle de las diferentes unidades, referirse a anexos.

2.6 APLICACIONES DEL OXIGENO.

2.6.1 USO MEDICO.

- El oxígeno es utilizado ampliamente en medicina, en diversos casos de deficiencia respiratoria, resucitación, en anestesia, terapia hiperbárica, recuperación, tratamiento de quemaduras respiratorias, etc.

2.6.2 USO INDUSTRIAL.

- El oxígeno gaseoso, por sus propiedades comburentes, es convenientemente usado en procesos de combustión para obtener mayores temperaturas.
- Por sus propiedades oxidantes, es utilizado en diversas aplicaciones en siderurgia, industria papelera, electrónica y química.[1]

SISTEMAS DE SUMINISTRO DE OXIGENO



INTRODUCCION

NORMATIVAS (NFPA).
PARTES DE LOS SISTEMAS DE SUMINISTRO.
FORMAS DE SUMINISTRO.
EQUIPOS DE SUMINISTRO:
TERMOS, TANQUES, CILINDROS.
REQUERIMIENTOS GENERALES PARA SISTEMAS
DE SUMINISTRO CENTRAL.

3.0 INTRODUCCION.

Este capítulo describe los diferentes sistemas de suministro central utilizados para gases médicos, así como las diversas partes que componen a los sistemas, todo conforme a la norma NFPA 99. Así también se describen los diferentes formas para suministrar oxígeno por medio de tanques y termos criogénicos.

3.1 SISTEMAS DE SUMINISTRO CENTRAL PARA GASES MEDICOS.

3.1.1 NORMATIVAS PARA SISTEMAS DE GASES MEDICOS NO INFLAMABLES.

Estas normas se aplican con mayor facilidad a la instalación y prueba de tuberías con gases médicos no inflamables¹.

- ⊗ Los sistemas de gases médicos no inflamables incluyen pero no se limitan solamente a: Oxígeno, Oxido nitroso, Aire comprimido, Dióxido de carbono, Helio, Nitrógeno y mezclas de algunos gases cuando son usados para propósitos médicos, aunque el oxígeno y el oxido nitroso se consideran que son gases no inflamables, ellos aceleran el proceso de combustión.
- ⊗ Donde sea que se encuentre el termino "gas médico" en estas normativas, se aplicara a todos los sistemas en donde se encuentre el nombre de un gas específico, de otra forma las instrucciones se aplicaran solamente a ese gas.
- ⊗ Estas normas no se aplican a la administración de anestésicos por inhalación, terapia respiratoria o sistemas de tuberías en los laboratorios o instituciones relacionadas a la salud médica.
- ⊗ Estas normas no se aplican a sistemas de succión médica.

3.2 PARTES DEL SISTEMA DE SUMINISTRO.

Suministro Primario. Esta es una parte del equipo que abastece normalmente al sistema.

¹ Estos sistemas pueden aplicarse a la mayoría de gases.

Suministro Secundario: (Cuando existe un primario). Es la parte del equipo que automáticamente abastece al sistema cuando el suministro primario se termina o esta por agotarse. Esta es una operación normal de procedimiento del equipo.

Suministro de reserva: Esta es la parte del equipo que suministra automáticamente al sistema en una probable falla del suministro principal de operaciones.

La reserva abastece solo en una emergencia y no es un procedimiento normal de operación.

3.3 COMPATIBILIDAD DEL OXIGENO CON MATERIALES.

Los componentes que conforman los sistemas de oxígeno: tanques, válvulas, sellos de válvulas, reguladores, tuberías de gas e interconexiones de equipos, incluyendo mangueras, los cuales deberán tener adecuada compatibilidad con el oxígeno sobre las condiciones de temperatura y presión en la cual pueden ser sometidas con el suministro y uso de oxígeno.

Las normas anteriores pueden aplicarse al oxido nitroso, oxígeno, mezclas de oxido nitroso u otro gas médico que este mezclado con el oxígeno en más del 23.5%.

3.4 FORMAS DE SUMINISTRO.

3.4.1 SISTEMA DE SUMINISTRO CENTRAL.

El sistema de suministro central consiste de un sistema de cilindros y un equipo de suministro armado tipo banco (que consta de dos o más unidades). La fuente para aire médico comprimido, en adición a los precedentes, está permitido que sean dos o más compresores los cuales entregan aire médico.

3.4.2 SISTEMA DE CILINDROS SIN RESERVA DE SUMINISTRO.

Un sistema *Manifold*¹ de cilindros consiste de dos bancos o (unidades) de cilindros los cuales alternadamente abastecen el sistema de tuberías *Fig. 3.4..2*; cada banco posee un regulador de presión y los cilindros conectados a un punto común; cada banco debe contener un

¹ " Manifold " se designa a una conexión múltiple de cilindros.

mínimo de dos cilindros o la cantidad necesaria para un día promedio de suministro a no ser que en el horario de entrega normal se requiere de un suministro mayor.

Cuando el contenido del banco primario es incapaz de suministrar al sistema, el banco secundario automáticamente se convertirá en el suministro primario del sistema. Un interruptor puede ser conectado a la señal principal (flujo de gas) para indicar cuando o justo antes se efectúe el cambio al banco secundario.

Una válvula check¹ (unidireccional) deberá ser instalada entre cada guía de cilindros y la cabeza del Manifold central,² para prevenir la pérdida de gas de los cilindros conectados al Manifold en el dispositivo de alivio de seguridad, en el caso que las conexiones en una guía del cilindro fallen (tuberías flexibles)³. La válvula unidireccional deberá ser de un material conveniente para el tipo de gases y presiones manejadas.

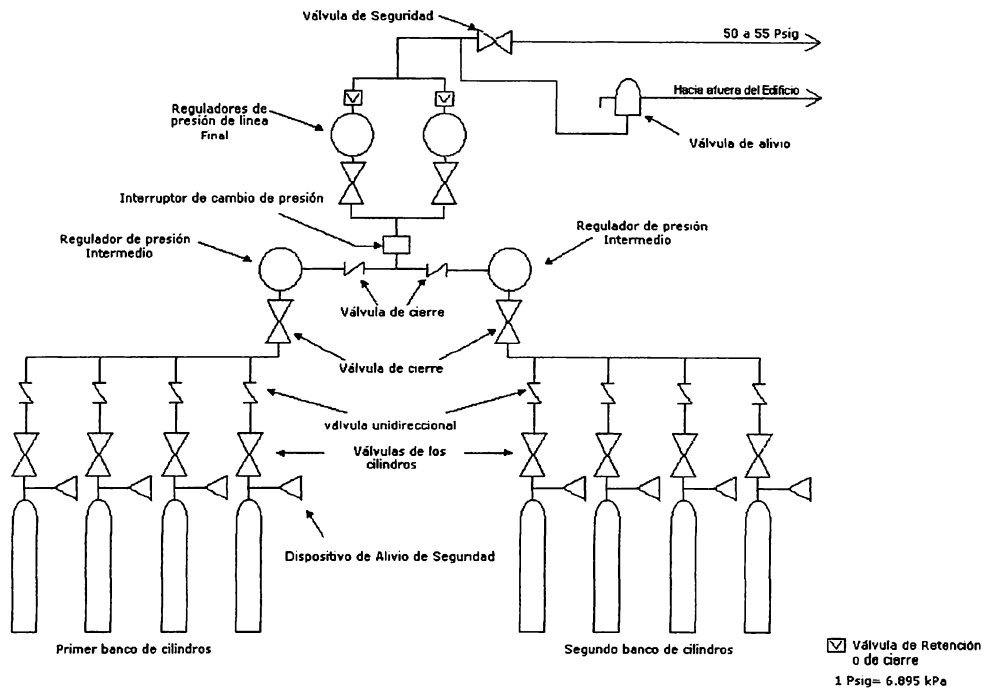


Fig. 3.4.2 sistema de cilindros sin reserva de suministro

¹ En este trabajo se nombra la válvula check como unidireccional cuya función es restringir el flujo de gas a una dirección específica.

² Header "punto donde se conectan los cilindros con tuberías flexibles".

³ Las tuberías flexibles son de una estructura mas flexible y resistentes a las conocidas anteriormente como Pigtail.

3.4.3 SISTEMA DE CILINDROS CON RESERVA DE SUMINISTRO.

Un sistema de suministro con cilindros y con su reserva consiste en:

- ✘ *Un suministro primario:* El cual abastece el sistema de tuberías. Fig. 3.4.3

- ✘ *Un suministro secundario:* El cual opera automáticamente cuando el suministro primario esta inhabilitado a abastecer el sistema. Un interruptor es colocado a la señal principal de la tubería de gas e indica cuando ó justo antes, ocurre el cambio al banco secundario.

- ✘ *Un suministro de reserva:* El cual opera automáticamente en ambos (primario o secundario) cuando estén inhabilitados a suministrar el sistema. Un interruptor conectado a la señal principal, indica cuando o justo antes, la reserva empieza a abastecer el sistema de tuberías.

- ✘ El suministro de reserva deberá consistir de tres o más cilindros conectados al Manifold y cada cilindro deberá estar equipado con válvulas unidireccional.

- ✘ Debe estar equipado con un interruptor de cambio que opere las señales principales cuando el sistema de reserva se agoten en un día normal de suministro.

En el suministro secundario, los termos deberán estar diseñados para prevenir la perdida de gas producida por la evaporación del líquido criogénico¹, de tal forma el gas producido pueda pasar, a través de la línea reguladora de presión antes que entre al sistema de distribución de tuberías por gases.

¹ Ya que no existe actualmente un sistema de aislamiento perfecto, lo que significa que en envases de liquido criogénico siempre existirá entrada de calor del medio ambiente. Provocando un calentamiento que promueve la vaporización del liquido criogénico. Como referencia, la temperatura del oxígeno es -186°C y la temperatura del medio ambiente promedio en este país es 34°C .

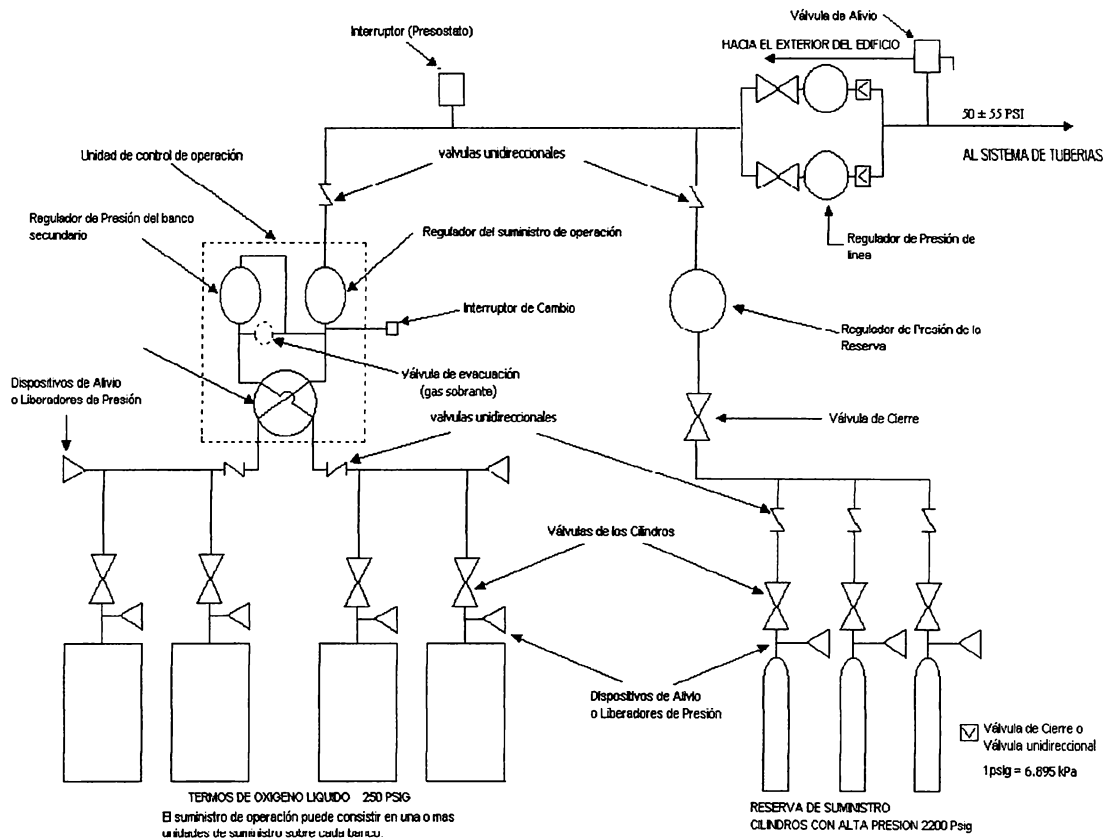


Fig. 3.4.3 sistema de cilindros con reserva de suministro

3.4.4 SISTEMA DE GASES MEDICOS DE GRAN TAMAÑO. (TANQUES DE OXIGENO).

Los grandes sistemas Fig. 3.4.4 consisten de dos fuentes de alimentación: una debe ser un suministro de reserva para solo usarse en emergencia. Un interruptor debe ser conectado a la señal principal (flujo de gas) para indicar cuando o justo antes, la reserva comience a abastecer al sistema. Hay dos tipos de sistemas de suministro médicos de gran tamaño.

a) El tipo alterno: con dos o más unidades alternadas, para abastecer el sistema de tuberías. Cuando el suministro primario es incapaz de suministrar al sistema, el suministro secundario automáticamente se convierte en el suministro primario y un nuevo suministro secundario, (no

la reserva de suministro) se conecta cuando, esté cambio finalice en el lugar. Un interruptor debe ser conectado a la señal principal para indicar cuando o justo antes, ocurra el cambio.

b) El tipo continuo: con una o más unidades abasteciendo continuamente al sistema de tuberías, mientras que otras unidades como el suministro de reserva operan solo en un caso de emergencia.

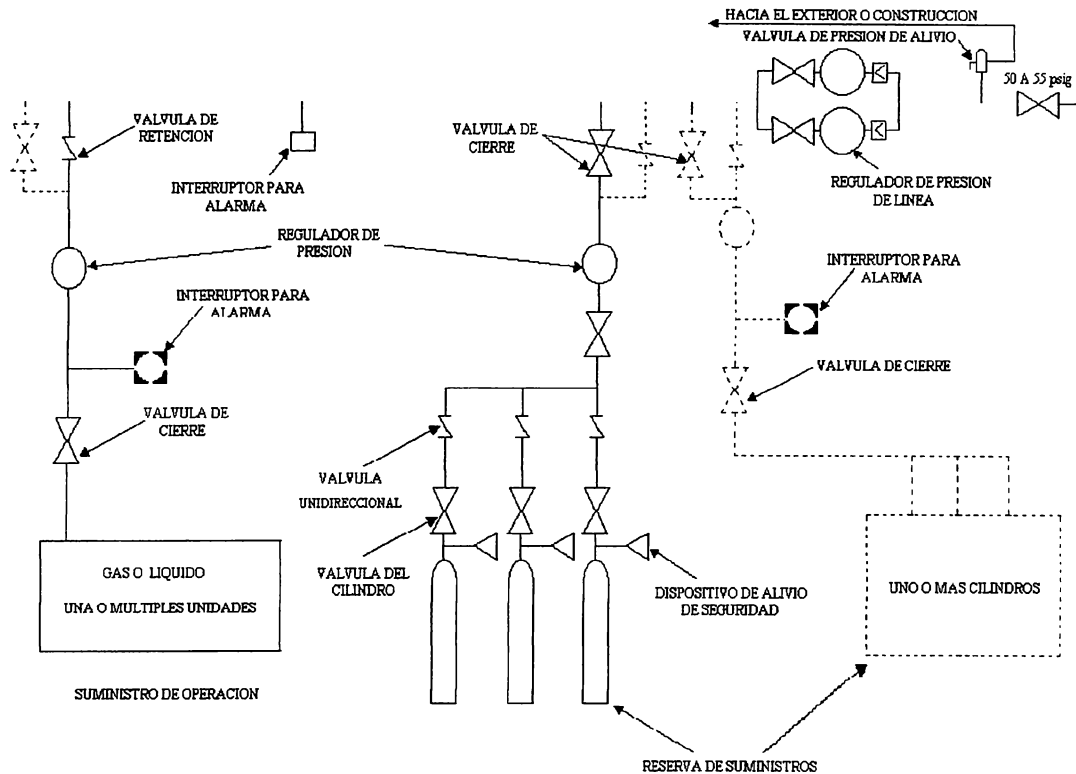


Fig. 3.4.4 Sistema de gases médicos de gran tamaño

El suministro secundario y el suministro de reserva, deberán contener cada uno al menos un día promedio de suministro y deberá consistir en:

- ✘ Tres o mas cilindros de alta presión conectados al Manifold.
- ✘ Los cilindros de alta presión sin válvulas unidireccional deberán estar equipados con un interruptor de cambio, el cual pueda operar las señales principales de alarmas cuando el suministro de reserva se agote en un día promedio de suministro.

3.5 ESQUEMA GENERAL DE TANQUE CON BANCOS DE CILINDROS.

Para suministrar oxígeno al interior de un hospital que requiere grandes cantidades de oxígeno Fig. 3.5 este se utiliza en estado líquido debido a que resulta ser mas económico en el proceso de suministro a hospitales y los bancos de cilindros conteniendo oxígeno gaseoso se utilizan como reserva en el caso de que se agotara el contenido del oxígeno líquido.

ESTACION DE SUMINISTRO DE OXIGENO

CUANDO SE OPERA CON DEPOSITO DE OXIGENO LIQUIDO:
 MANTENER VALVULAS A, B Y C ABIERTAS, D Y E CERRADAS. EL BANCO IZQUIERDO DE CILINDROS SIRVE COMO DEPOSITO DE EMERGENCIA

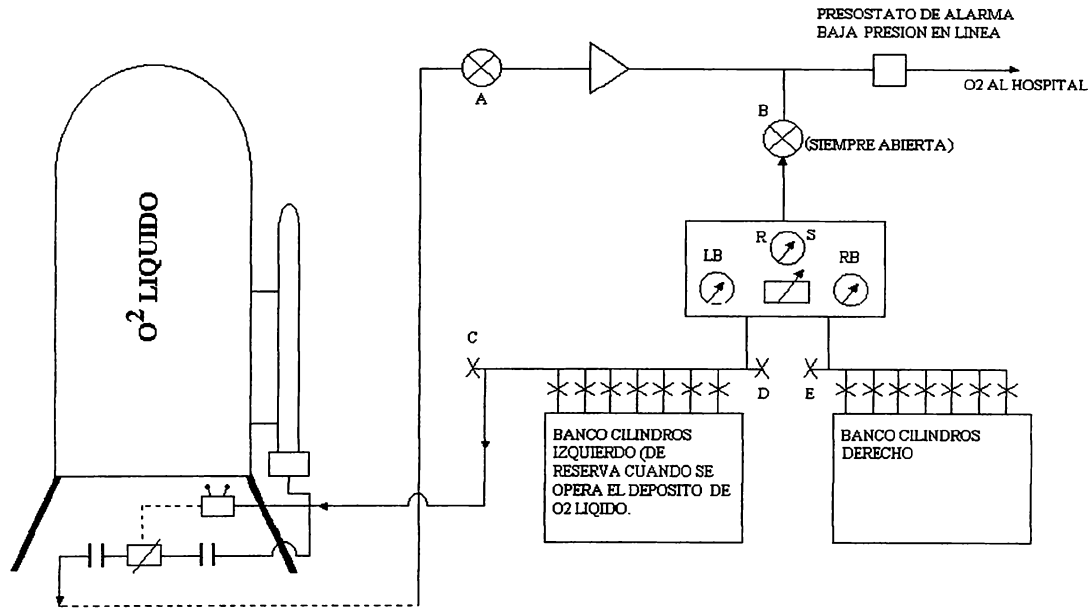


Fig. 3.5 Estación de suministro de oxígeno para hospital

3.6 EQUIPOS DE SUMINISTRO.

3.6.1 TERMOS PORTATILES.

3.6.1.1 DESCRIPCION.

Son envases portátiles para líquidos criogénicos, fabricados de doble pared con aislamiento de alto vacío, y se utilizan para distribución de oxígeno, nitrógeno y argón en estado líquido.

3.6.1.2 FABRICACION.

Los termos portátiles Fig. 3.6.1a son dos recipientes, un tanque interior de acero inoxidable, y un exterior que puede ser construido de acero al carbón. El alto vacío evita la transferencia de calor, lo que permite mantener la baja temperatura requerida. Posee dispositivos que mantienen la presión dentro de límites prefijados, vaporizando el líquido cuando la presión baja y sacando gas de la fase gaseosa cuando la presión sube.

Las normas utilizadas para fabricar este tipo de recipientes es la DOT.

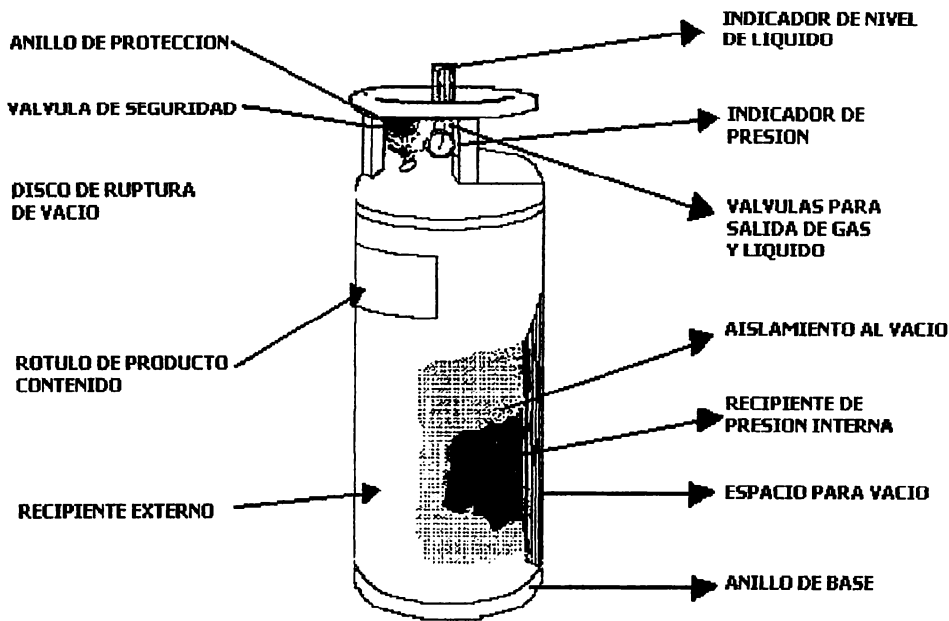


Fig. 3.6.1a Estructura de un termo.

Las presiones de operación que generalmente se manejan son de 15.5 Kg/cm² para el oxígeno y 27.5 kg/cm² para los dispositivos de seguridad, los termos cuentan con válvulas de presión de alivio y discos de ruptura que permiten el escape del gas a la atmósfera que pudiera generarse por la vaporización de los gases en estado líquido.

3.6.1.3 CAPACIDAD.

La principal característica de estos contenedores es el volumen que pueden almacenar de líquido Fig. 3.6.1b , el cual se detalla a continuación:

Capacidad uso líquido	Capacidad uso gas	Peso
Oxígeno	125 m ³	169,3 Kg

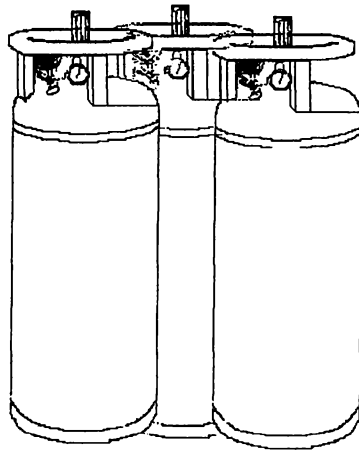


Fig. 3.6.1b Termos portátiles.

3.6.1.4 IDENTIFICACION.

Si los termos portátiles están fabricados en acero inoxidable se les coloca una calcomanía perimetral con el nombre de Oxígeno. Si el cuerpo del termo es en acero de carbón, el hombro del termo será pintado en color verde. Además de la calcomanía perimetral. Fig. 3.6.1c..

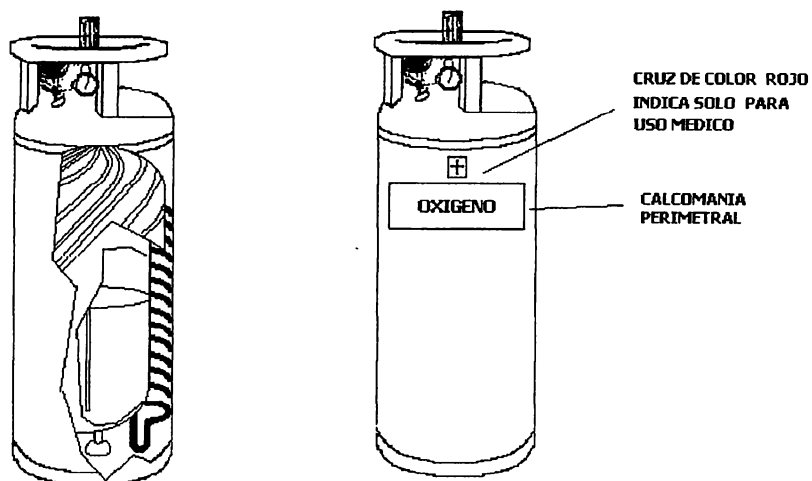


Fig. 3.6.1c. Estructura interna del termo portátil de oxígeno e identificación.

3.6.1.5 PARTES Y COMPONENTES.

Se debe identificar claramente cuales son los instrumentos o accesorios que se estarán monitoreando para asegurar que el abasto de gases medicinales se mantenga.

Estas partes son:

- *Manómetro*: Indica la presión de operación del termo, dicha presión deberá mantenerse siempre para garantizar el abasto en el punto mas alejado de la red.
- *Válvula de presión de alivio*: Cuando esta válvula ha operado frecuentemente esta puede llegar a descalibrarse, por lo que es posible que operen por debajo de la presión de calibración (230 Psig)¹. Si el consumo es interrumpido, parte del líquido almacenado se vaporiza y presiona el termo. De tal suerte si la válvula esta descalibrada se puede estar aliviando presión (perdida de producto).
- *Indicadores de nivel*: Como su nombre lo indica permite saber cual es el contenido de líquido. Y es la variable que se utiliza para tomar la decisión de cambio de bancada.
- *Válvula de globo*: Solo se usara esta válvula para conectar el termo portátil al Manifold. Por medio de mangueras flexibles de acero inoxidable.

El consumo en los termos portátiles siempre es gas, debido a que se tiene un serpentín soldado internamente a las paredes del recipiente externo. De tal forma que el líquido fluye a través del serpentín que al estar soldado a las paredes de este tendrá temperaturas muy similares a la temperatura ambiente, mientras que el líquido posee temperaturas muy bajas. Esta diferencia de temperatura hace que el líquido pase a la fase gaseosa.

3.6.1.6 VENTAJAS DE TERMOS PORTATILES.

AHORRO DE TIEMPO: Se evita el cambio repetido de cilindros.

AHORRO DE ESPACIO: Ya que un termo de oxígeno ocupa menos espacio que 12 cilindros, que contienen el mismo volumen de gas.

¹ Unidades físicas en las que se mide la presión, que significa libras/ pulgada cuadrada manométrica.

3.7 TERMOS ESTACIONARIOS (TANQUES DE OXIGENO LIQUIDO).

3.7.1 DESCRIPCION.

Cuando las necesidades de consumo son mayores, como el caso de un hospital o industria puede instalarse un tanque Fig. 3.7.1, el cual puede almacenar grandes cantidades de gas en forma líquida, ya sea oxígeno, nitrógeno o argón.

3.7.2 FABRICACION.

Son recipientes utilizados para almacenar líquidos criogénicos, oxígeno; el tanque consiste en un recipiente interior hecho de acero inoxidable y un recipiente exterior de acero al carbono. El espacio entre los dos recipientes se llena con material aislante (mas vacío) generalmente perlita¹.

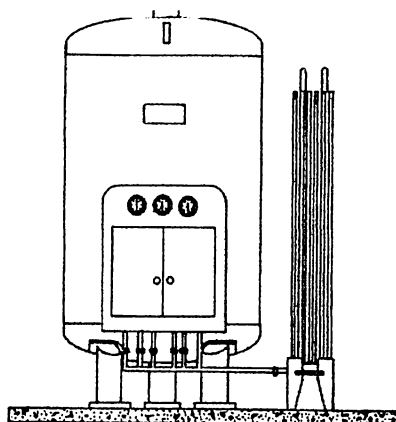


Fig. 3.7.1 Tanque de Oxígeno Líquido

El recipiente interior, esta preparado para resistir presión, esta fabricado de acero inoxidable ó acero con 9% níquel. Su función es almacenar el líquido criogénico, mientras que el recipiente exterior se fabrica en acero al carbón y su función es sostener el aislamiento y al recipiente interior.

El tanque mantiene el oxígeno en estado líquido, con el aislamiento que se forma con la perlita y el vacío creado en el espacio anular² entre los dos tanques.

¹ Perlita: Material aislante similar al poliestireno, con tamaños de partículas de 0.2 mm.

² Espacio anular: Espacio entre dos capas adyacentes.

3.7.3 CAPACIDADES.

Existen diferentes tipos de tanques criogénicos, así como también diferentes capacidades. Los tanques pueden ser fabricados de diferentes formas: verticales u horizontales.

Galones	Litros	Oxígeno m ³ (15°C, 1 atm.)
500	1.900	1.600
900	3.400	2.870
1500	5.700	4.790
2000	7.600	6.380
3000	11.400	9.570
6000	22.700	19.140
11000	41.600	35.100

3.7.4 VENTAJAS DEL TANQUE DE OXIGENO.

RETORNO: No se retorna el tanque a la planta de llenado como sucede con los cilindros.

CARGA: Los tanques se cargan utilizando un trailer criogénico, que lleva el gas en estado líquido desde la planta productora hasta el sitio donde se encuentra el tanque. Fig. 3.7.4a

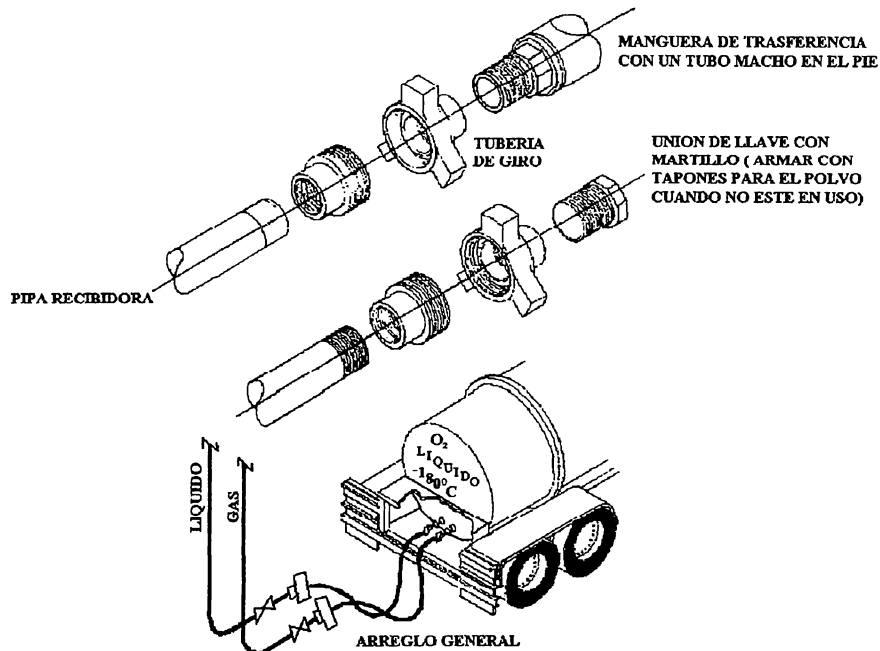


Fig. 3.7.4a Conexión para la carga de O₂ de un trailer a un tanque.

MEJOR DISTRIBUCION INTERNA: El tanque permite instalar una red centralizada de gases para un hospital que requiere de un consumo grande. Fig. 3.7.4b

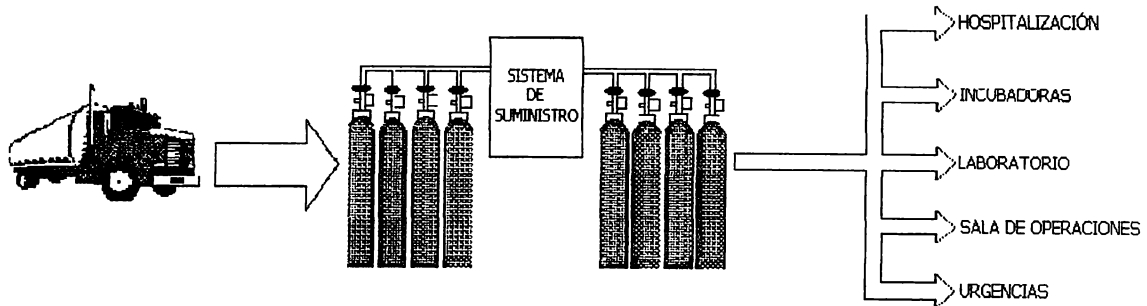


Fig. 3.7.4b Distribución de oxígeno líquido para diferentes áreas hospitalarias.

3.8 CILINDROS DE ALTA PRESION.



Fig. 3.8 Construcción interna de un cilindro.

Son fabricados en acero al medio manganeso / cromo molibdeno y en aluminio, sin costuras para dar el servicio a alta presión, su diseño es preciso, siendo el proceso de fabricación muy escrupuloso para ofrecer una alta seguridad en su manejo. Deben de cumplir con las normas establecidas por instituciones nacionales e internacionales, como: El Departamento de Transportación de los Estados Unidos (DOT) y la Asociación de Gas Comprimido (CGA).

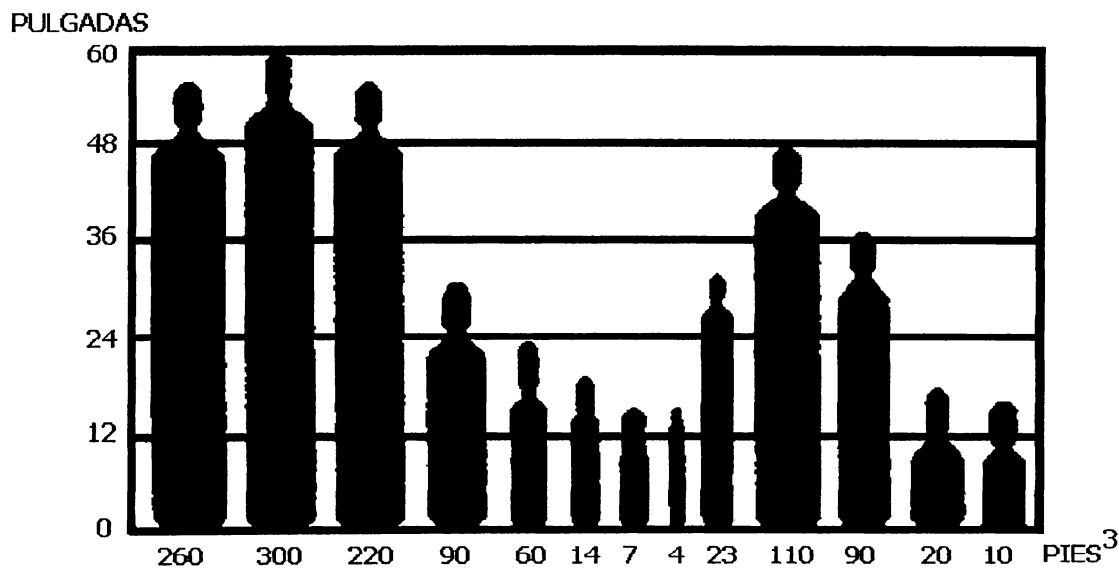
Los cilindros de alta presión Fig. 10.1 pueden operar presiones hasta de 316 kg/cm^2 ($6,000 \text{ lbs/pulg}^2$), cada cilindro cuenta con un dispositivo de seguridad en la válvula. La capacidad de los cilindros van desde 0.5 m^3 hasta 10 m^3 .

3.8.1 TIPOS DE CILINDROS.

Según la calidad del acero, los cilindros pueden ser tipo 3A de acero al manganeso, de pared gruesa, o 3AA, generalmente de acero cromo-molibdeno, de pared delgada.

Los cilindros pueden ser de distintos tamaños, y por lo tanto de diferentes capacidades el espesor de la pared varía entre 5 y 8 mm, excepto en la base y el hombro del cilindro, donde el espesor aumenta para hacer seguro el manejo y permitir el estampado con letras de golpe, de los datos y los valores indicados por las normas (DOT, CGA).

DIFERENTES TAMAÑOS DE CILINDROS



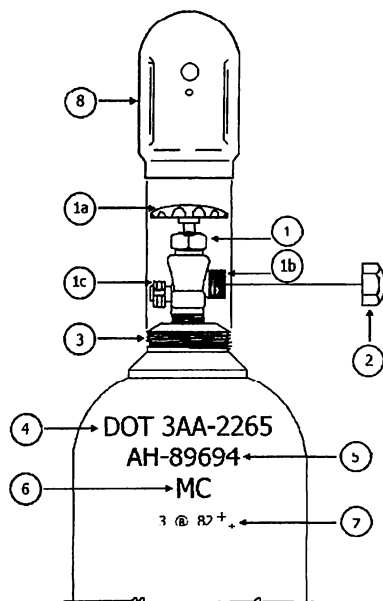
3.8.1.1 ESPECIFICACIONES DE CILINDROS ALTA PRESION EN ACERO

TIPO	ESPECIFICACIONES DOT	DIAMETRO EXTERNO (CM)	ALTURA TOTAL (CM)	PESO MEDIO DE TARA (KG)	CAPACIDAD VOLUMETRICA (l)
T	3AA2400	23	140	65	50
K	3A2015	23	132	60	44
Q	3A2215	18	79	29	15
E	3AA2015	11	65	6	5

3.8.1.2 ESPECIFICACIONES DE CILINDROS ALTA PRESION EN ALUMINIO

TIPO	Presión (lb/in²)	VOLUMEN (LITROS)	DIAMETRO EXTERNO (CM)	ALTURA TOTAL (CM)	PESO MEDIO DE TARA (KG)
ALS	2015	29.4	20.0	132.0	22.0
ALQ	2015	15.5	18.0	94.0	14.0
ALH	2015	6.0	18.0	50.0	7.0
ME	2015	4.6	11.1	65.0	3.6
MD	2015	2.8	11.1	41.9	2.5

3.8.2 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE UN CILINDRO



Número	Descripción
1	Válvula de cilindro
1 a	Perilla
1 b	Salida de Gas
1 c	Válvula de seguridad
2	Tapón de seguridad
3	Rosca para capuchón
4	Norma, Material de construcción y Presión de llenado
5	Número de Serie
6	Marca del cilindro
7	Fecha de la prueba Hidrostática
8	tapadera

3.8.3 MARCA DE LOS CILINDROS

Cada cilindro debe estar marcado *Fig. 3.8.3* en forma visible y estable, evitando un estampado en el cuerpo del cilindro. Las marcas deben ser fijadas en el hombro del cilindro y debe llevar impresas características como: *tipo de gas y la identificación del fabricante de gas, y clasificación del gas (oxidante, inflamable, no inflamable, toxico, no toxico, etc.)*

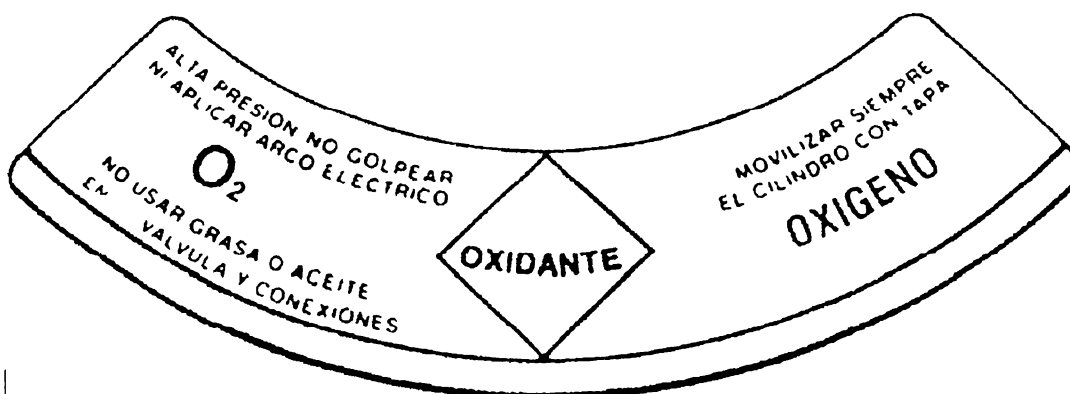


Fig. 3.8.3 etiqueta de los cilindros

3.8.4 ESPECIFICACIONES DE COLORES PARA CILINDROS. Fig. 3.8.4

No existe una norma que especifique el color del cilindro según el gas, pero es conveniente que para identificar con mayor seguridad el tipo de gas que contienen los cilindros se utilice un código de colores en la estructura del cilindro, el cual pudiere tener las siguientes características:

- ▶ Cuando se utilice un gas puro, cada cilindro debe llevar el color correspondiente al gas contenido en el, se recomienda que el cilindro este totalmente pintado.
- ▶ Para mezclas de gas, el cilindro debe llevar un color que corresponda al color predominante en la mezcla, en tanto que el segundo gas es identificado mediante la superposición de una banda circular del color correspondiente al mismo, con un ancho igual a 1/10 de la altura del cilindro.
- ▶ La tapa de protección debe pintarse del color correspondiente al gas principal.

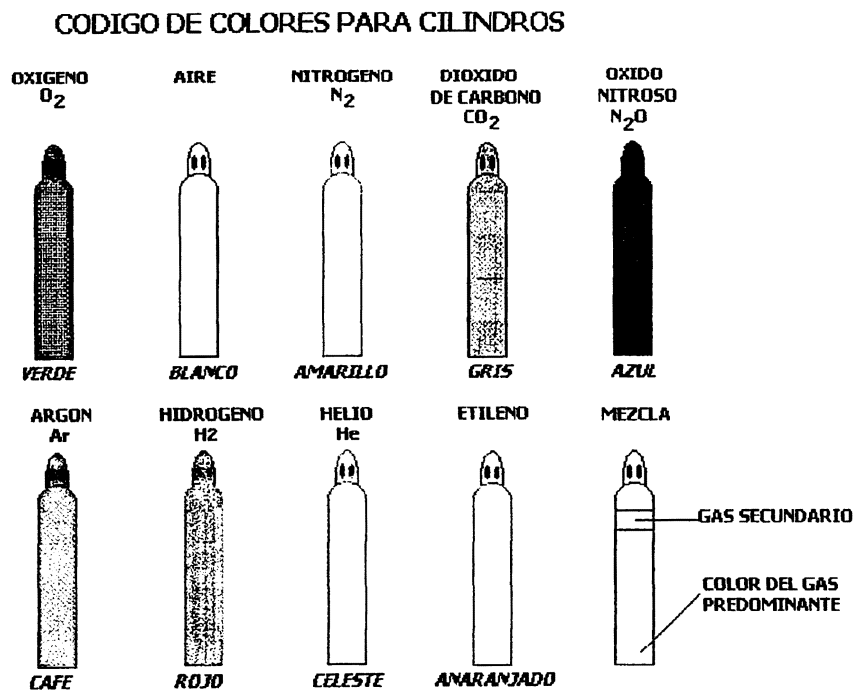


Fig. 3.8.4 código de colores para cilindros

3.8.5 CONTENIDO DE CILINDROS DE ALTA PRESION.

Un cilindro de alta presión Fig. 3.8.5 con un volumen interior de 50 Lts, contiene 9,3 m³ de oxígeno a una presión de 176.6 bar (2561 psig) a una temperatura ambiente de 15°C. Al evacuar gas del cilindro, la presión baja y su disminución es proporcional a la cantidad del gas consumido. De manera que conociendo la carga y presión inicial, podemos calcular la cantidad de gas que queda en el cilindro en función de la presión existente en un momento determinado.

Para conocer el contenido de restante de un cilindro de alta presión se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{contenido}[m^3] = \frac{\text{contenido inicial} \times \text{presión leída}}{\text{presión inicial}}$$

Donde por ejemplo si sabemos que un cilindro fue llenado con 9.3 m³ a una presión de 176.6 bar. Cuando el manómetro de alta presión en el cilindro indique 120 bar de presión, el contenido del cilindro será:

$$\text{contenido}[m^3] = \frac{9.3 \times 120}{176.6} = 6,3m^3 \text{ de gas}$$

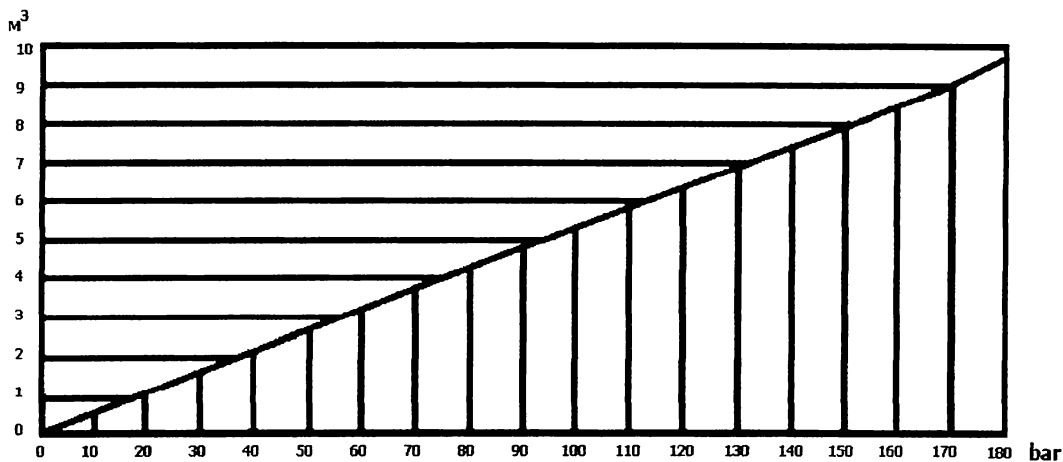


Fig. 3.8.5 contenido de los cilindros de alta presión.

3.8.6 VARIACIONES DE PRESION DEBIDAS A LA TEMPERATURA DEL CILINDRO.

Como todos los gases se contraen o expanden al enfriarse o calentarse, la presión del gas encerrado en un cilindro varia con la temperatura, aunque el contenido medido se mantiene sin variación. El efecto de la temperatura correspondiente a un cilindro de 9,3 m³ se observa en el siguiente cuadro:

TEMPERATURA	PRESION	
	°C	bar
10	172,0	2494
20	181,1	2626
30	189,9	2754
40	198,7	2882
50	208,1	3018

3.8.7 INSPECCION Y PRUEBA DE CILINDROS

Periódicamente y bajo estricto control se someten los cilindros a una evaluación detallada de mantenimiento.

Inspección visual.

Detección de golpes, fisuras y contaminantes (grasas y aceites) o quemaduras por arco eléctrico que debilitan la estructura del cilindro.

Revisión de válvula

Asegurando que el dispositivo de seguridad se encuentre en perfectas condiciones, de lo contrario, la válvula es sustituida.

Prueba Hidrostática.

La vida útil de un cilindro es de muchos años dependiendo del trato que haya recibido, por ello es necesario controlar periódicamente la resistencia del material del cilindro. Cada envase debe someterse a una prueba hidrostática normalmente cada 5 años, lo que consiste en probar el cilindro a una presión hidráulica equivalente a 5/3 de su presión de servicio. Las pruebas de presión hidrostática se realizan mediante las normas CGA.

3.9 REQUERIMIENTOS GENERALES PARA SISTEMAS CENTRALES DE GAS.

3.9.1 LOS CILINDROS :

Deben ser diseñados, contruidos, probados y asegurados en acuerdo con el departamento de Transporte de los Estados Unidos. (especificaciones y regulaciones).

3.9.2 LOS MANIFOLD:

Deben ser contruidos sustancialmente de un diseño y material adecuado para los gases y presiones manejadas. Debe asegurarse la conexión de los cilindros conteniendo el gas propio del Manifold. Las válvulas de los cilindros, tomas o reguladores deben cumplir con las normas CGA. Cuando hay gases médicos no inflamables o mezclas de gases que sean distribuidos, hay que ser cuidadoso de asegurarse no intercambiar los cilindros o equipos.

3.9.3 REGULADOR DE PRESION:

El regulador de presión deberá ser instalado en el caudal (flujo de gas) del suministro principal en la línea final de presión sobre la válvula de alivio. Donde hay múltiples sistemas de tuberías para el mismo gas en diferentes presiones de operación, se requiere separar la presión regulando el equipo, válvulas de alivio y las válvulas de cierre suministradas para cada presión.

3.9.4 VALVULA DE CIERRE:

Una válvula de cierre operada manualmente debe ser instalada en el flujo de cada regulador de presión y una válvula de cierre o unidireccional deberá ser instalada en el flujo del gas.

3.9.5 VALVULAS DE ALIVIO:

Cada sistema de suministro central debe tener una válvula de alivio colocada en un 50% sobre la presión normal de línea, instalada en el bajo caudal(presión media) del regulador de presión y en el caudal superior de salida(presión en línea) de cualquier válvula de cierre. Esta presión de la válvula de alivio se permite que este configurada a un 50% sobre la presión normal de línea. E instalada en la línea principal de suministro. Todas las válvulas de alivio deberán cerrarse automáticamente cuando haya un exceso de presión.

Las válvulas de alivio configuradas a un 50% sobre la presión normal de línea deberán ser ventiladas hacia el exterior si la capacidad del sistema de suministro excede los 3000 pies³.

3.9.6 VALVULA UNIDIRECCIONAL:

Para sistemas de suministros deberá de tenerse una válvula unidireccional en el sistema de suministro principal. Y en el flujo de alta presión sobre el punto de intersección del primario con el secundario o la reserva del suministro principal.

3.9.7 REGULADORES FINALES DE LINEA:

Ese tipo de reguladores deben ser dobles para permitir un adecuado servicio a las tuberías o válvulas sin interrumpir el suministro de gas en las tuberías.

3.9.8 CONEXION DEL BANCO DE EMERGENCIA PARA SUMINISTRO DE OXIGENO:

Donde el oxígeno sea suministrado, ya sea criogénico, o gaseoso y este se encuentre afuera del edificio. En este punto (de intersección) deberá ser incorporado al sistema de tuberías una entrada para conectar una fuente temporal y auxiliar de suministro para situaciones de emergencia o mantenimiento. La entrada deberá estar localizada sobre el exterior del edificio y deberá estar físicamente protegida para prevenir la desconexión o acceso no autorizado.

Esta deberá ser etiquetada así:

“Entrada de emergencia de oxígeno gaseoso a baja presión”.

Esta conexión deberá ser instalada en el flujo de presión de línea de la válvula de cierre sobre la línea de suministro principal y deberá ser controlado adecuadamente con las válvulas necesarias para permitir que el suministro sea aislado de las tuberías a la fuente normal de suministro. Este deberá tener una válvula de cierre en la línea principal que se encuentra entre la válvula de cierre de la línea principal (válvula de seguridad) y la conexión T. Además tendrá una válvula unidireccional entre la conexión T¹ y entre la válvula de cierre del suministro de emergencia.

¹ Codo para derivación de tuberías. (en los manifold actuales esta entrada de emergencia ya viene incorporada al equipo).

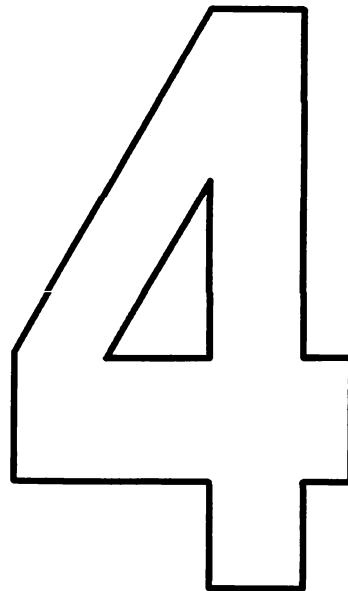
- ✘ La conexión del suministro de emergencia se debe equipar con una válvula de alivio de tamaño adecuado para proteger al sistema de tuberías y equipo en alguna presión anormal existente que exceda mas del 50% de la presión normal en las tuberías.

- ✘ La conexión de la entrada debe ser conector hembra (NTP)¹, dimensionada para el 100% de la demanda del sistema sobre la presión de gas utilizada en el sistema de emergencia.

- ✘ La conexión de la planta de emergencia para el oxígeno debe estar instalada en el edificio principal en un lugar accesible todo el tiempo y durante cualquier época.[2]

¹ (NTP) National threaded piped "Rosca Nacional para Tubería".

ESTUDIO HOSPITALARIO (FASE I)



INTRODUCCION

FUNCION Y LOCALIZACION DE LA PLANTA DE OPERACIONES EN EL HOSPITAL.

ESTUDIO TECNICO DE LA ANTIGUA CENTRAL.

ESTADO ACTUAL DE LA RED DE DISTRIBUCION.

DESCRIPCION DE LAS DIFERENTES AREAS EN LA PLANTA DE OPERACIONES.

CONSUMO PROMEDIO ACTUAL Y NUMERO DE CILINDROS INGRESADOS.

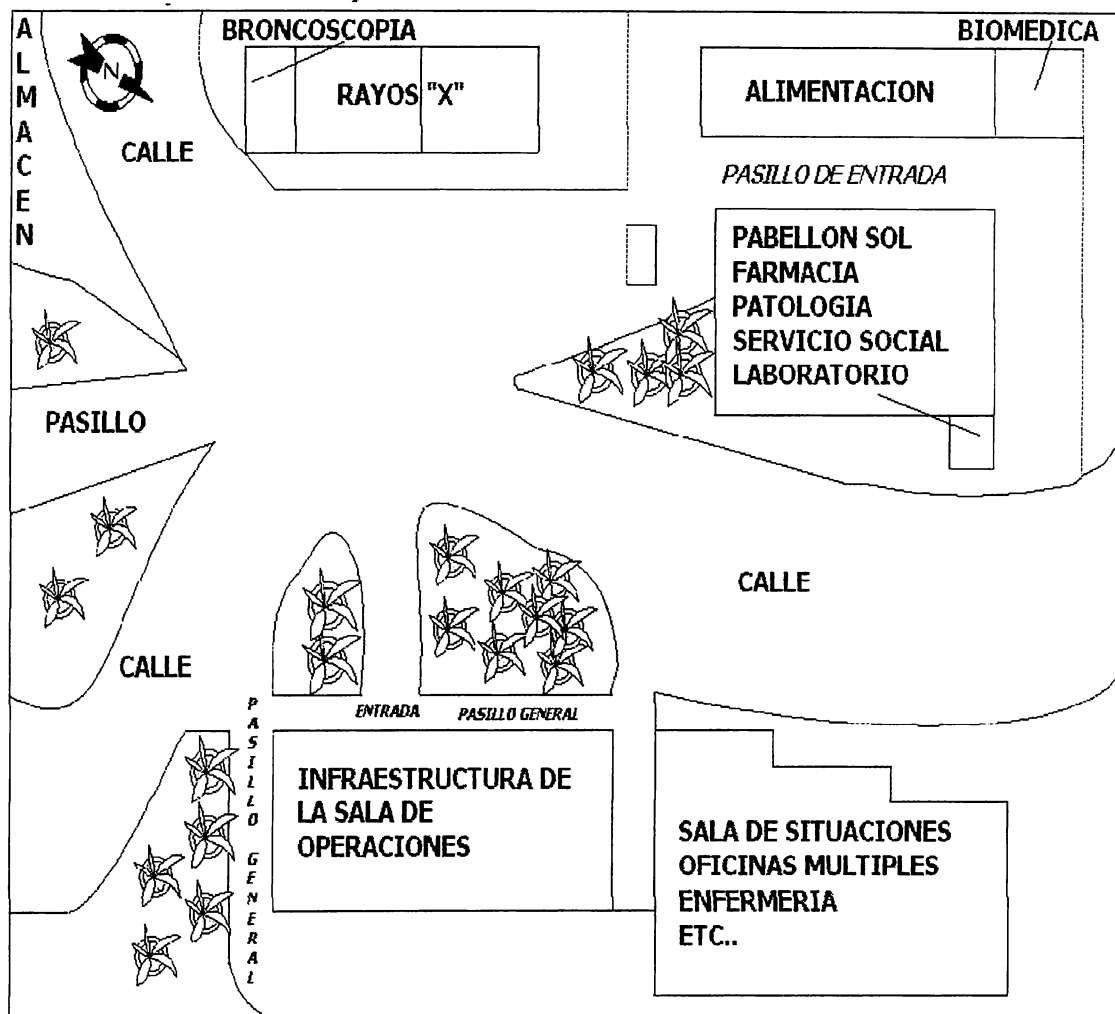
ESTADO DEL ANTIGUO CUARTO DE SUMINISTRO.
(CENTRAL DE OXIGENO)

4.0 INTRODUCCION.

En este capítulo se describen las condiciones actuales en que se encuentra el medio, la localización e importancia específica de la planta de operaciones dentro del hospital, así como un estudio técnico que analiza la antigua central de oxígeno (incluyendo cuarto de suministro) con su respectiva red de distribución.

4.1 UBICACION DE LA PLANTA EN EL HOSPITAL..

CROQUIS DE LOCALIZACION DE LA PLANTA(AREA DE OPERACIONES) EN EL HOSPITAL



4.1.1 DESCRIPCION Y FUNCION GENERAL DE LA PLANTA EN EL HOSPITAL.

El Hospital Nacional de Neumología y Medicina general Dr. “José Antonio Saldaña” atiende a un gran número de personas en las diferentes especialidades medicas y siendo los procesos operatorios de vital importancia, es por eso que se cuenta con una infraestructura especial dedicada a apoyar las diferentes áreas que forman parte del hospital ya sea para procesos de intervención quirúrgica a pacientes, emergencias o un posterior estado de recuperación.

La planta de operaciones se encuentra ubicada contiguo a algunos servicios básicos como lo son: servicios de rayos “X”, broncoscopia, pabellón sol, utilizando la calle principal se posee un rápido acceso a la entrada de la infraestructura.

4.2 ESTUDIO REFERENTE A LA ANTIGUA CENTRAL DE OXIGENO.

4.2.1 DESCRIPCION GENERAL DE LA ANTIGUA CENTRAL DE OXIGENO.

Anteriormente en el hospital se disponía de una central de oxígeno la cual funciono durante un gran período de tiempo, en este contexto la central fue de gran utilidad al interior de la sala de operaciones y recuperación en el tiempo que se encontró operando.

Debido al período excesivo de tiempo y utilización las diversas partes que conforman la central, han sufrido desgaste y envejecimiento físico producido por el uso excesivo y el tiempo.

A su vez diferentes partes que eran parte del funcionamiento normal de la central han sido desechadas; (por mal funcionamiento) tal es el caso de un regulador de presión del banco izquierdo de cilindros el cual es sumamente difícil de encontrar debido a las características de la válvula reguladora, así como también por su antigüedad. Por esto las autoridades respectivas del hospital han despertado interés en la obtención de una nueva central de oxígeno la cual pudiera suministrar de una manera efectiva y precisa el oxígeno al interior de la planta hospitalaria.

4.2.2 INFORMACION TECNICA DE LA ANTIGUA CENTRAL.

Equipo	Unimatic
Tipo 321-7405	Gas O₂
Máxima presión de los bancos	3000 psi
Presión entregada	50 psi
modelo	OCWG Serial #1468
Año de instalación	1975
Tiempo de servicio	24 años
Rutina de mantenimiento preventivo	Ninguna
Rutina de mantenimiento correctivo	Desconocida
Cambio de partes o accesorios	Algunos
Manual de funcionamiento	No se posee
Estado de partes:	
- Válvulas	Oxidadas
- Accesorios	Desgastados
- Tubería	Contaminada
- Manómetros	Descalibrados
- Manifold	Inservible
- Indicadores visuales	Incompletos
- Pig tail (cola de cerdo)	Fracturada
Garantía de funcionamiento	Ninguna

Tabla 4.2.2

* Estudio técnico realizado con la supervisión de un departamento técnico especializado.

Por medio de la tabla 4.2.2 se ha podido observar que las diferentes partes que componen la central sufren de deterioro físico parcial o total y por su estado de gran antigüedad se recomienda poder adquirir una nueva central de oxígeno la cual satisfaga las demandas que tiene actualmente el área hospitalaria a la vez que se actualiza información referente al funcionamiento del sistema.

4.3 FIGURA Y ESQUEMA DE LA ANTIGUA CENTRAL (MANIFOLD).

4.3.1 IMAGEN GRAFICA

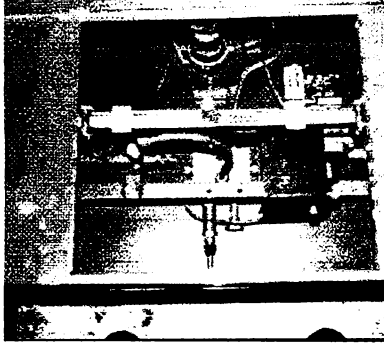


Fig. 4.3.1 Distribución interna de la antigua central

En la Fig. 4.3.1 se observa el estado de las diferentes partes que posee la estación. Además el estilo de distribución y construcción del equipo antiguo.

4.3.2 PARTE ESQUEMATICA DE LA CENTRAL (MANIFOLD)

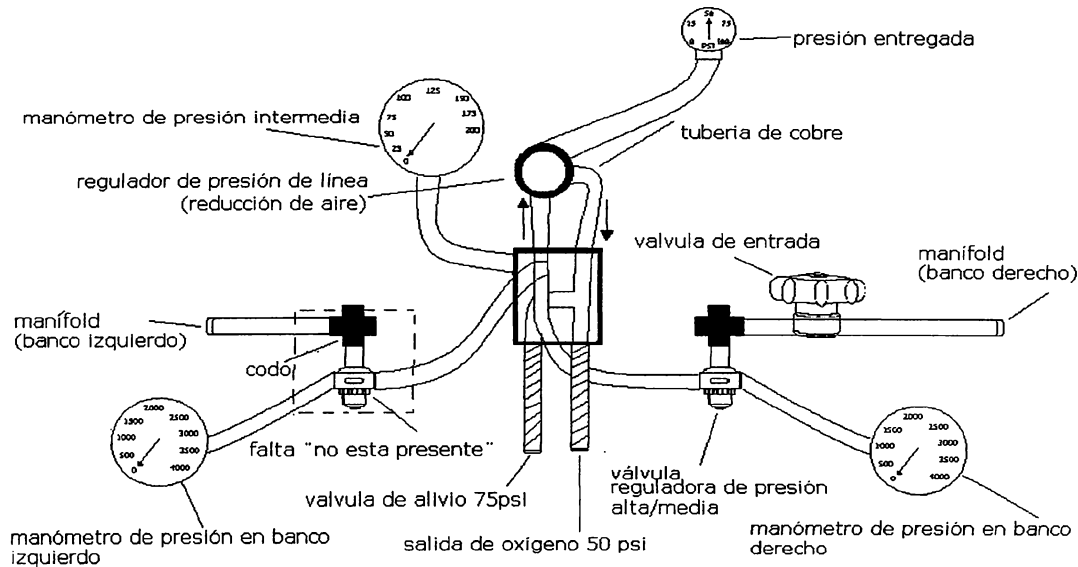


Fig. 4.3.2 Esquema de la antigua central

4.3.2.1 PROBLEMA GENERAL DE LA ANTIGUA CENTRAL DE OXIGENO.

El funcionamiento normal de esta central se limita debido a que la válvula reguladora del lado izquierdo no esta presente debido a un desperfecto mecánico ocasionado en dicho dispositivo. Es importante observar que el regulador es una pieza demasiada antigua y de

primera generación fabricada a mediados de los años 70's y debido a esto es difícil lograr encontrar un regulador de este fabricante que cumpla con las características que exige la central.

4.3.2.2 OBSERVACIONES GENERALES DE LA CENTRAL..

La central de oxígeno es un sistema muy antiguo de suministro que no puede tener un amplio soporte técnico debido al estado de sus componentes y abandono al que ha sido sometido en el largo tiempo en que esta ha estado inoperando. Según recomendaciones de evaluación técnica efectuadas, es muy probable que otras piezas pudieran sufrir desperfectos mecánicos y por tal razón la central *no posea garantía* absoluta en el caso de hacer algún tipo operación que trate hacer operar la central.

Debido a esto se recomienda adquirir una nueva central la cual pueda cumplir con todas las exigencias requeridas por la planta hospitalaria y que proporcione un buen funcionamiento a largo plazo.

4.4 ESQUEMA DE ALARMA USADA EN LA CENTRAL..

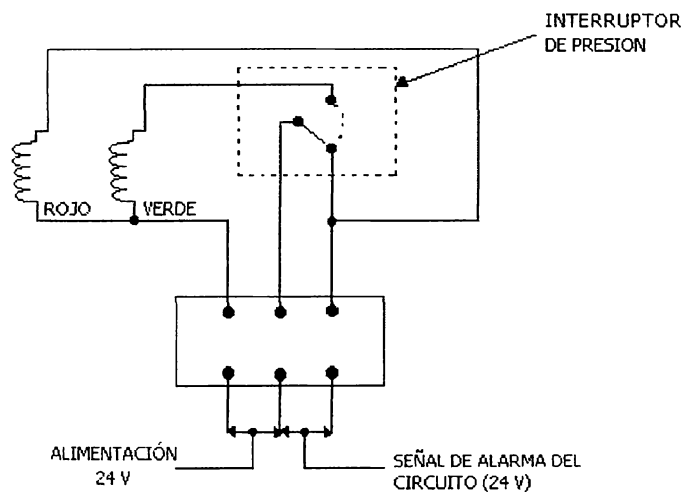


Fig.4.4.a Diagrama eléctrico de la alarma

4.4.1 FUNCIONAMIENTO GENERAL DE ALARMA.

Estos dispositivos operan con una señal de alarma proveniente de un presostato los cuales se activan cuando se origina una disminución de presión en la entrada de los respectivos bancos.(el piloto verde se ilumina cuando hay una disminución de oxígeno en el banco derecho, y el piloto rojo se ilumina cuando se agota el contenido de oxígeno en el banco izquierdo).

La alimentación se realiza por medio de un transformador reductor de voltaje el cual reduce la tensión de entrada de ~ 120 Vac a 24Vac Para el funcionamiento de los pilotos.

4.5 ESTADO ACTUAL DE LA RED DE DISTRIBUCION.

4.5.1 ESTADO ACTUAL DE LA TUBERIA.

4.5.1.1 DESCRIPCION REFERENTE A LA TUBERIA.

En la Fig. 4.5.1.1a se observa el estado actual de la tubería la cual actualmente se encuentra instalada y no cumple con recomendaciones estipuladas (NFPA) para el suministro de oxígeno al interior de la instalación quirúrgica.

Algunos de los puntos que se han tomado en cuenta para reemplazar la red de distribución actual son:

- ✗ No se cuentan con válvulas de zona que controlen el flujo de oxígeno a las diferentes áreas.
- ✗ No se posee alarma visual que indiquen bajo nivel de oxígeno.
- ✗ La tubería no posee un sistema de soportería adecuado.
- ✗ No se etiqueta a la tubería para poder identificar el contenido y el flujo del oxígeno.
- ✗ La tubería no es la recomendada para uso hospitalario.

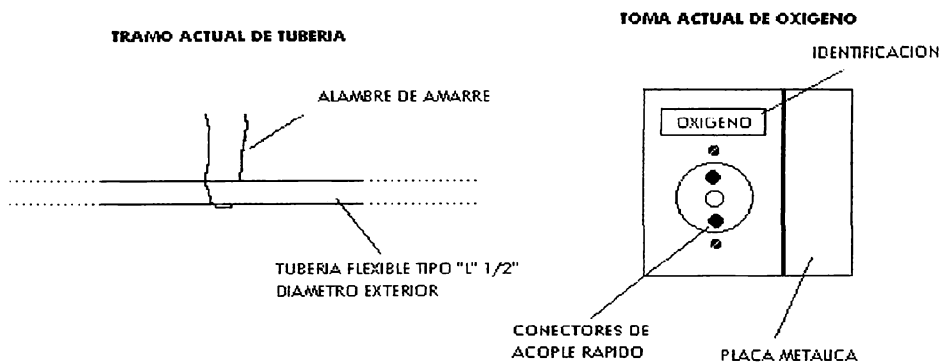


Fig. 4.5.1.1a Estado actual de la tubería.

De igual forma los tomas de oxígeno utilizados han estado inoperantes y estos han acumulado gran cantidad de polvo u otros posibles contaminantes, y debido a esto se recomienda la adquisición de nuevos tomas de oxígeno que sean instalados en conjunto con la nueva red de distribución.

4.5.2 ESTADO ACTUAL DE LA RED DE DISTRIBUCION EN EL PLANO ARQUITECTONICO.

En la Fig. 4.5.2 se muestra un breve bosquejo del recorrido de la red de tuberías actual así como las diferentes áreas suministradas anteriormente con oxígeno gaseoso.

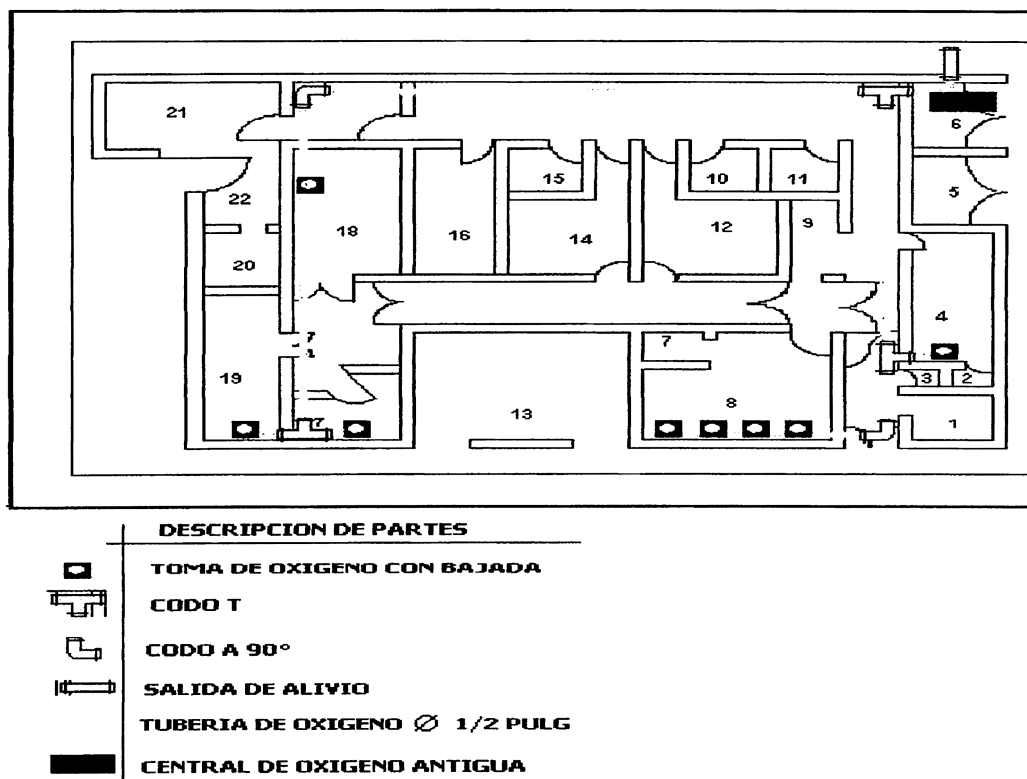


Fig. 4.5.2 Distribución de tuberías actuales en la planta

Las diferentes áreas que forman la planta arquitectónica son:

- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1- Bodega de medicinas. | 6- Cuarto de la central de oxígeno. |
| 2- Implementos de cirugía. | 7- Implementos de Recuperaciones. |
| 3- Baño. | 8- Recuperación. |
| 4- Cirugía Menor. | 9- Oficina General. |
| 5- Cuarto de compresores de aire para equipo médico. | 10- Baño de Mujeres. |
| | 11- Cuarto de limpieza. |

- 12- Desvestideros de Mujeres.
- 13- Jardín exterior.
- 14- Desvestideros de Hombres.
- 15-baño de hombres
- 16- Desvestideros de Anestelistas.
- 17- Estancia de neonatos.
- 18- Sala de operaciones I.
- 19- Sala de operaciones II.
- 20- Área Estéril.
- 21- Autoclave.
- 22- Arsenal

4.6 DESCRIPCION DE LAS DIFERENTES AREAS QUE CONFORMAN LA PLANTA DE OPERACIONES.

4.6.1.1 SALA DE OPERACIONES I.

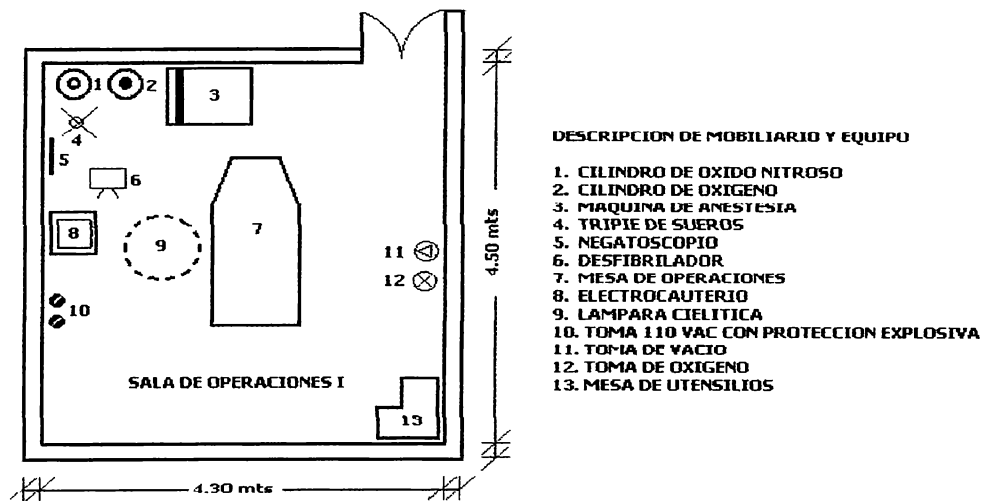


FIG.4.6.1 Disposición interna en la sala de operaciones I

4.6.1.1 SUMINISTRO DE OXIGENO ACTUAL EN LA SALA DE OPERACIONES I.

En la Fig. 4.6.1 se muestra la vista en planta general del área y se toman en cuenta dos consideraciones principales: la introducción de cilindros conteniendo oxígeno y óxido nitroso (lo cual no es una práctica recomendada), además de que no se dispone de un medio físico para sujetar los cilindros a la pared (cadena) y evitar que se caigan en cualquier movimiento sísmico o involuntario.

4.6.2 SALA DE OPERACIONES II.

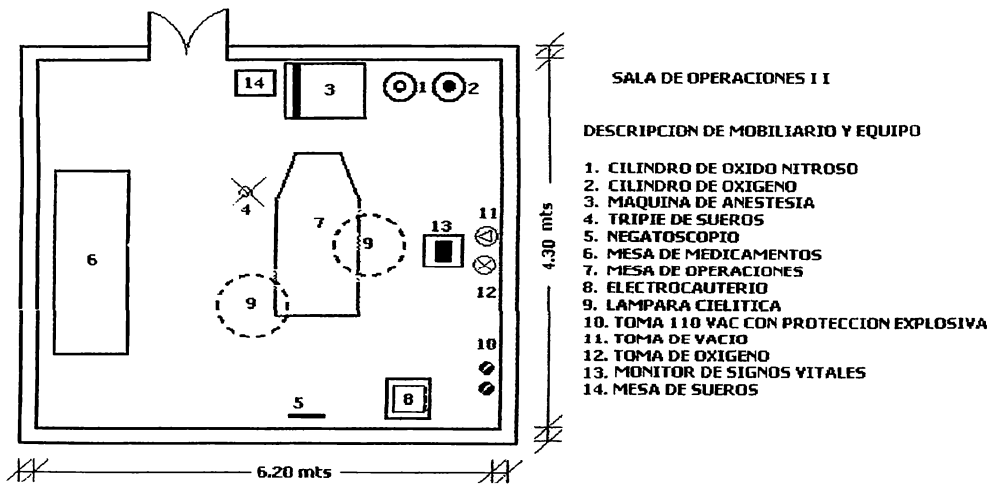


FIG.4.6.2 Disposición interna en la sala de operaciones II.

4.6.2.1 SUMINISTRO DE OXIGENO ACTUAL EN LA SALA DE OPERACIONES II.

De igual forma en la Fig. 4.6.2 se ingresan cilindros dentro de la sala de operaciones lo cual no es recomendado, a su vez que no se posee un medio para sujetar los cilindros a la pared.

4.6.3 RECUPERACION.

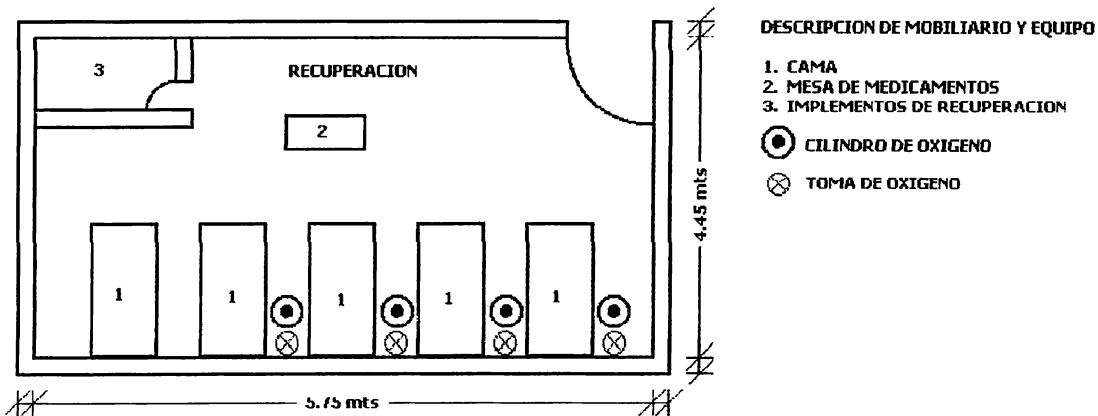


FIG.4.6.3 Disposición interna en la sala de recuperación

4.6.3.1 SUMINISTRO DE OXIGENO ACTUAL EN LA SALA DE RECUPERACION.

En la sala de recuperaciones como se observa en la Fig. 4.6.3 se disponen de 5 camas, las que poseen tomas de oxígeno por separado, pero debido a que la central esta inhabilitada no se

utiliza. Por otra parte la cercanía de los cilindros con el paciente podría ocasionarle graves lesiones (por accidente o un sismo fuerte), si los cilindros no son sujetados debidamente a la pared.

4.6.4 CIRUGIA MENOR.

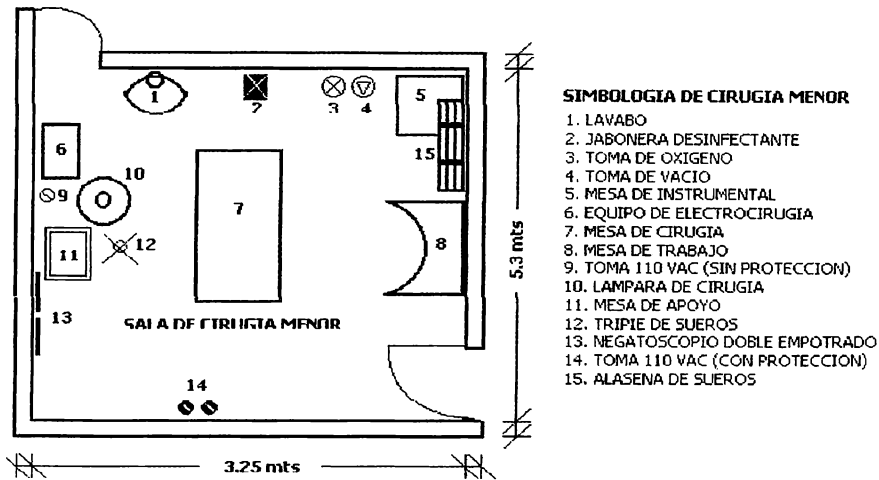


FIG.4.6.4 Disposición interna en la sala de cirugía menor

4.6.4.1 SUMINISTRO DE OXIGENO ACTUAL EN LA SALA DE CIRUGIA MENOR.

En el área de cirugía menor actualmente no se observan cilindros ingresados. Pero son necesarios para muchas aplicaciones (terapia respiratoria, etc).

4.6.5 ESTANCIA DE NEONATOS.

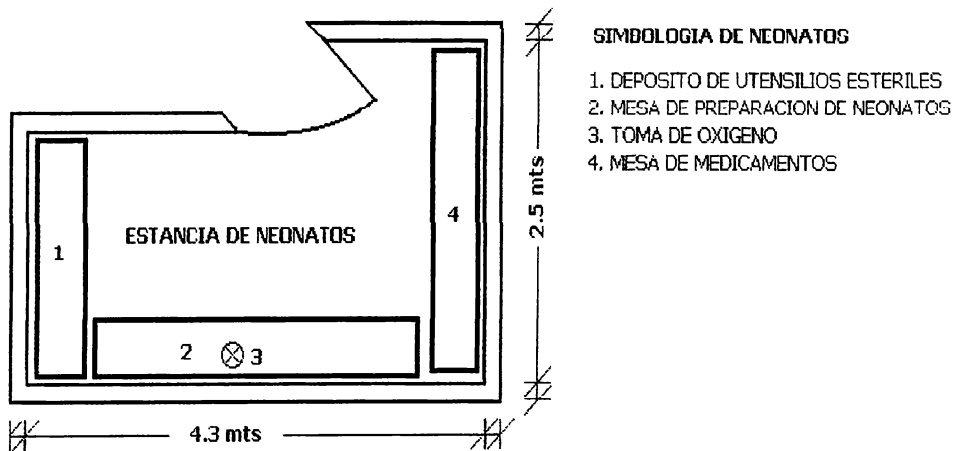


FIG.4.6.5a Disposición interna en la sala de neonatos.

4.6.5.1 SUMINISTRO DE OXIGENO ACTUAL EN LA SALA DE NEONATOS.

En esta área se auxilian a los recién nacidos post-parto, se dispone de un toma de oxígeno y no se observan cilindros ingresados; como las vistas anteriormente y su mayor utilidad la proporciona a recién nacidos que sufren de problemas respiratorios en un caso de emergencia específico.

4.7 NUMERO DE TOMAS DE OXIGENO EXISTENTES EN LA PLANTA HOSPITALARIA.

LUGAR	# DE TOMAS	CAMAS
SALA I	1	1
SALA I	1	1
RECUPERACIONES	4	5
CIRUGIA MENOR	1	1
PREPARACION ESTANCIA	1	1

4.8 CONSUMO ACTUAL DE CILINDROS.

El consumo promedio cilindros al interior de la planta de operaciones se ha basado en información obtenida del personal de servicios generales del Hospital General “José Antonio Saldaña”, en el cual se observa el siguiente número de ingresos al área de dicho hospital.

INGRESOS PROMEDIOS DE CILINDROS DE OXIGENO	CARGAS
INGRESO DIARIO	2
INGRESO SEMANAL	6
INGRESO MENSUAL	25

En el cuadro anterior se ha observado que el ingresos promedios de cilindros de oxígeno a la sala de operaciones es algo que se realiza a diario y el número de cilindros a ingresar varia uniformemente con la cantidad de operaciones que se realizan en un día promedio o para establecer un dato estadístico semanal o mensualmente.

El oxígeno gaseoso es de vital importancia en la mayoría de todos los procedimientos que se realizan en propósitos de intervención quirúrgica y recuperación. Este es suministrado a los pacientes en estado de recuperación con una conexión directa al cilindro y también para propósitos de intervención quirúrgica mezclado con oxido nitroso y posteriormente suministrado mediante equipos denominados "maquinas de anestesia" .

A continuación se presenta en detalle un listado (de un mes X) de las operaciones quirúrgicas, las cuales requieren uso de oxígeno en el proceso de su desarrollo.

4.9 TIPOS DE OPERACIONES DESARROLLADAS EN LAS SALAS DE OPERACIONES.

FECHA	EDAD	SEXO	CIRUGIA	TIEMPO
03-May-01	51 años	M	Colesistectomía	0.54 min.
03-May-01	27 años	M	Osteosíntesis de cubito y radio.	0.45 min.
03-May-01	34 años	F	Cura de hernia	0.35 min.
04-May-01	52 años	F	Ligadura de paquetes (venas)	1h. 55 min.
04-May-01	64 años	M	Hernioplastía	1h. 10 min.
04-May-01	2 años	F	Quebradura	0.30 min.
07-May-01	15 años	M	Ginecomastia izquierda	0.30 min.
07-May-01	18 años	M	Osteosíntesis	3h 10 min.
07-May-01	28 años	F	Legrado instrumental	0.45 min.
08-May-01	60 años	F	Osteosíntesis de cubito y radio.	0.50 min.
09-May-01	30 años	F	Histerectomía abdominal.	2h 20 min.
09-May-01	20 años	F	Legrado .	0.30 min.
11-May-01	70 años	M	Pleuroscopía derecha	0.40 min.
11-May-01	47 años	M	Cura de hernia umbilical	0.30 min.
11-May-01	32 años	F	Colesistectomía	1h 57 min.
14-May-01	45 años	F	Legrado Uterino	0.30 min.
14-May-01	43 años	F	Unioplastía	1h 30 min.
15-May-01	63 años	F	Hernioplastía	1h 33 min.
15-May-01	62 años	M	Pleuroscopía	0.18 min.
15-May-01	48 años	F	Hernioplastía	0.18 min.
16-May-01	43 años	F	Extirpación de fibroadenoma	1h 15 min.
16-May-01	24 años	M	Extirpación de masa	0.30 min.
17-May-01	30 años	M	Pleuroscopía	0.30 min.
17-May-01	22 años	F	Extirpación de quiste	0.40 min.
17-May-01	19 años	F	Exostosis	0.25 min.
17-May-01	81 años	F	Cesárea	0.30 min.
18-May-01	21 años	M	Safenectomía	2h 15 min.
18-May-01	49 años	F	Miembro inf. Derecho	0.35 min.

FECHA	EDAD	SEXO	CIRUGIA	TIEMPO
18-May-01	38 años	F	Colesistectomía	1h 40 min.
21-May-01	72 años	F	Reducción cerrada	0.15 min.
21-May-01	41 años	F	Hernioplastía	0.57 min.
21-May-01	35 años	M	Cesárea	0.53 min.
21-May-01	46 años	F	Hernioplastía	2h 40 min.
23-May-01	21 años	F	Cesárea	1h 15 min.
23-May-01	32 años	F	Cesárea por anterior	1h 2 min.
24-May-01	3 años	F	Drenaje de absceso	0.20 min.
24-May-01	30 años	F	Esterilización	0.25 min.
24-May-01	36 años	F	Legrado	0.15 min.
24-May-01	46 años	M	Drenaje de absceso	0.25 min.
25-May-01	41 años	F	Legrado instrumental	0.10 min.
25-May-01	64 años	F	Hernioplastía	1h
25-May-01	24 años	M	Extirpación de quiste	0.50 min.
28-May-01	23 años	F	Esterilización	0.45 min.
28-May-01	36 años	F	Colesistectomía	2h
28-May-01	65 años	F	Extirpación de granuloma	0.55 min.
29-May-01	34 años	F	Legrado Instrumental	0.25 min.
29-May-01	33 años	M	Pleuroscopía	0.30 min.
29-May-01	19 años	F	Legrado Incompleto	0.20 min.
29-May-01	33 años	F	Esterilización	0.25 min.
30-May-01	20 años	F	Resutura	0.25 min.
30-May-01	21 años	F	Apendicectomía	0.25 min.
30-May-01	59 años	F	Reparo anterior y posterior de vejiga	0.35 min.

* Las diversas definiciones de cirugía están disponibles en anexos.

4.10 ESTADO DEL ANTIGUO CUARTO DE SUMINISTRO

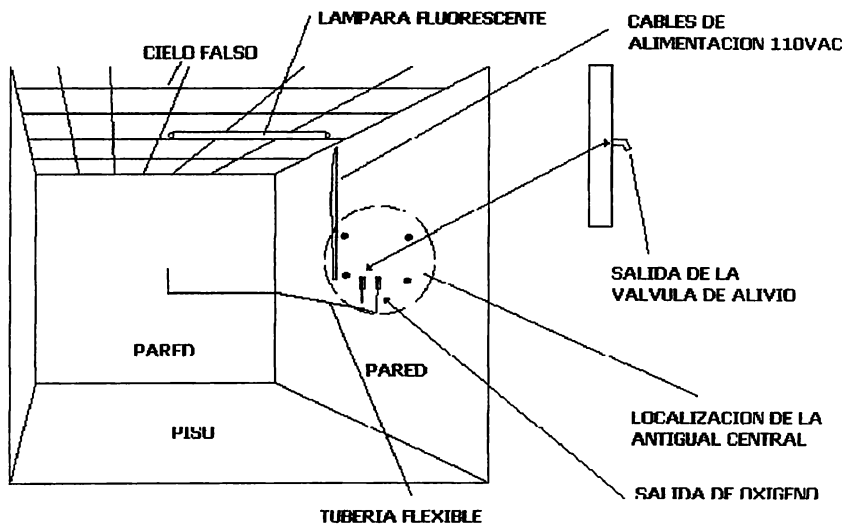


Fig. 4.10 perspectiva del antiguo cuarto de suministro.

4.10.1 DESCRIPCION REFERENTE AL CUARTO DE SUMINISTRO.

La planta de operaciones posee un cuarto específico, en el cual anteriormente proporcionó un espacio físico a la central de oxígeno antiguo (Manifold, cilindros, y equipo en general). Así mismo para poder instalar una nueva central de oxígeno en el mismo cuarto se hacen ciertas consideraciones:

- ✓ No hay avisos de seguridad en el interior del cuarto que alerten a las personas encargadas de cambiar los cilindros referente a las precauciones y riesgos que deben de tomarse.
- ✓ No se observa una cadena para sujetar los cilindros de una forma segura.
- ✓ Actualmente no se dispone de vigas para poder sostener firmemente las barras de extensión en los cilindros.
- ✓ Se debe activar el sistema de iluminación así como también supervisar los diferentes derivaciones del sistema de corriente alterna.
- ✓ No se localizan válvulas de seguridad al interior del cuarto.
- ✓ Se debe mejorar la ventilación, no posee una ventilación adecuada.
- ✓ La puerta de ingreso no es adecuada para el cuarto.

ESTUDIO HOSPITALARIO (FASE II)



INTRODUCCION

ESTUDIO DE LA NUEVA CENTRAL.
PROPUESTA DE LA NUEVA LOCALIZACION DE LA RED
DE DISTRIBUCION.
PERSPECTIVAS PROPUESTAS PARA LAS AREAS.
ANALISIS DE TECNOLOGIAS DISPONIBLES.
ANALISIS DE COSTOS.
(ESTUDIO COSTO BENEFICIO).
PRESUPUESTO TECNICO.

5.0 INTRODUCCION.

En este capítulo se dan a conocer los modelos propuestos de: la red de distribución, localización de tomas, y el cuarto de suministro propuesto para la nueva central de oxígeno.

También se especifica en detalle la cantidad de costos en que se tendría que incurrir a la hora de poner en marcha el proyecto.

5.1 ESTUDIO DE LA NUEVA CENTRAL DE OXIGENO¹.

5.1.1 ESTUDIO ESTADISTICO AÑO 2000.

La sala de operaciones y recuperaciones del hospital realiza un número de operaciones diarias en el cual se utiliza oxígeno para poder ser aplicado en el proceso mediante mezclas de Oxido Nitroso y Oxígeno gaseoso para procesos de recuperaciones y cirugía.

Mediante datos tomados en base a registros internos de las salas de operaciones se realizo un estudio estadístico para determinar en que meses del año hay un mayor incremento o demanda en el uso de oxígeno, el cual se puede observar gráfico 5.1.



Graf. 5.1 Consumo de oxígeno en el año 2000.

¹ El estudio estadístico proporciona una herramienta para definir factores de consumo generales.

MES (2000)	# DE OPERACIONES
	DIARIAS
ENERO	(1 → 4)
FEBRERO	(1 → 3)
MARZO	(1 → 3)
ABRIL	(1 → 4)
MAYO	(1 → 4)
JUNIO	(1 → 5)
JULIO	(1 → 4)
AGOSTO	(1 → 4)
SEPTIEMBRE	(1 → 4)
OCTUBRE	(1 → 4)
NOVIEMBRE	(1 → 6)
DICIEMBRE	(1 → 3)

En el gráfico 5.1 se muestra la relación existente entre el número de operaciones realizadas en un mes promedio de actividades, en el cual se observa que el número de operaciones mensuales aumenta considerablemente en los meses de **Junio y Noviembre** y por lo tanto aumenta los niveles de consumo de oxígeno gaseoso.

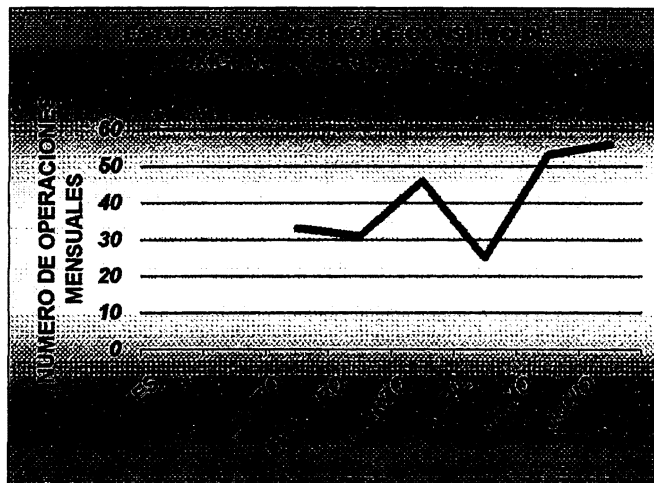
El número de operaciones en un día promedio de trabajo varia según el tipo de operación que se realiza y el tiempo promedio que dura dicha operación.

En el siguiente cuadro se observa que el número de operaciones por día realizadas en un mes es un dato variable.

Donde:(1 → #) indica el número de operaciones mínimo y máximo que se realizan en un día "X " en un mes de trabajo normal.

5.1.2 ESTUDIO ESTADISTICO AÑO 2001.

Por medio de un estudio estadístico similar y mediante registros internos del hospital se ha podido observar en que meses aumenta el número de operaciones en el hospital. Lo cual se resume en el grafico 5.1.1.



Graf 5.1.1. La consumo de oxígeno en el año 2001

En el estudio estadístico del año 2001, el hospital a tenido un incremento en el número de operaciones sobre los meses de **Marzo y Junio** y por lo tanto aumenta los niveles de consumo de oxígeno gaseoso.

En el siguiente cuadro se observa que el número de operaciones por día realizadas en cada mes es un dato variable.

MES (2001)	# DE OPERACIONES DIARIAS
ENERO	(1 → 4)
FEBRERO	(1 → 3)
MARZO	(1 → 5)
ABRIL	(1 → 3)
MAYO	(1 → 4)
JUNIO	(1 → 6)

5.2 TOMAS DE OXIGENO PROPUESTOS EN LAS AREAS.

En el hospital, según las normas, ubicación y el número de tomas requeridos por el personal residente en estas áreas, se tiene lo siguiente:

AREA	# DE TOMAS PROPUESTOS
Cirugía Menor	2
Sala de recuperaciones	5
Sala de operaciones I	2
Sala de operaciones II	2
Neonatos	1
Pasillo principal	1
TOTAL	13

En relación al consumo de oxígeno, se hace difícil establecer coeficientes para el cálculo teórico del consumo de oxígeno en estas áreas, ya que esto depende mucho de los diversos tipos de operaciones a realizar, tiempo que dura la operación y factores de demanda en meses de mayor consumo. Referirse a estudio estadístico 5.1.1 Y 5.1.2.

5.3 VALVULAS DE ZONA PROPUESTAS Y ALARMA.

AREA	VÁLVULAS DE ZONA PROPUESTAS
Válvula de seguridad (cuarto de suministro)	1
Sala de recuperación	1
Sala de operaciones I	1
Sala de operaciones II y neonatos	1
Pasillo principal y cirugía menor	1
Alarma de presión de línea (Pasillo blanco)	1
TOTAL	4 VALVULAS DE ZONA
	1 VALVULA DE SEGURIDAD
	1 ALARMA

5.4 PERSPECTIVAS PROPUESTAS PARA LAS DIFERENTES AREAS.

5.4.1 CUARTO DE SUMINISTRO.

En la Fig. 5.4.1 se observa todo el sistema propuesto del Manifold¹ en el interior del cuarto de suministro. El cuarto donde se localiza el Manifold dispone de cadenas para sujetar de una forma segura los cilindros. Además se disponen avisos de seguridad para alertar al personal sobre las precauciones y cuidados con el manejo de cilindros al interior del cuarto de suministro.

La válvula de alivio se localiza al exterior del cuarto de suministro y el control del Manifold se polariza utilizando una barra metálica, asimismo se dispone de un toma corriente de ~110 Vac el cual estará localizado a una altura de 1.80 Mts (según recomendaciones de la NEC) para poder energizar la estación de control principal. El cual debe estar conectado a la planta de emergencia.

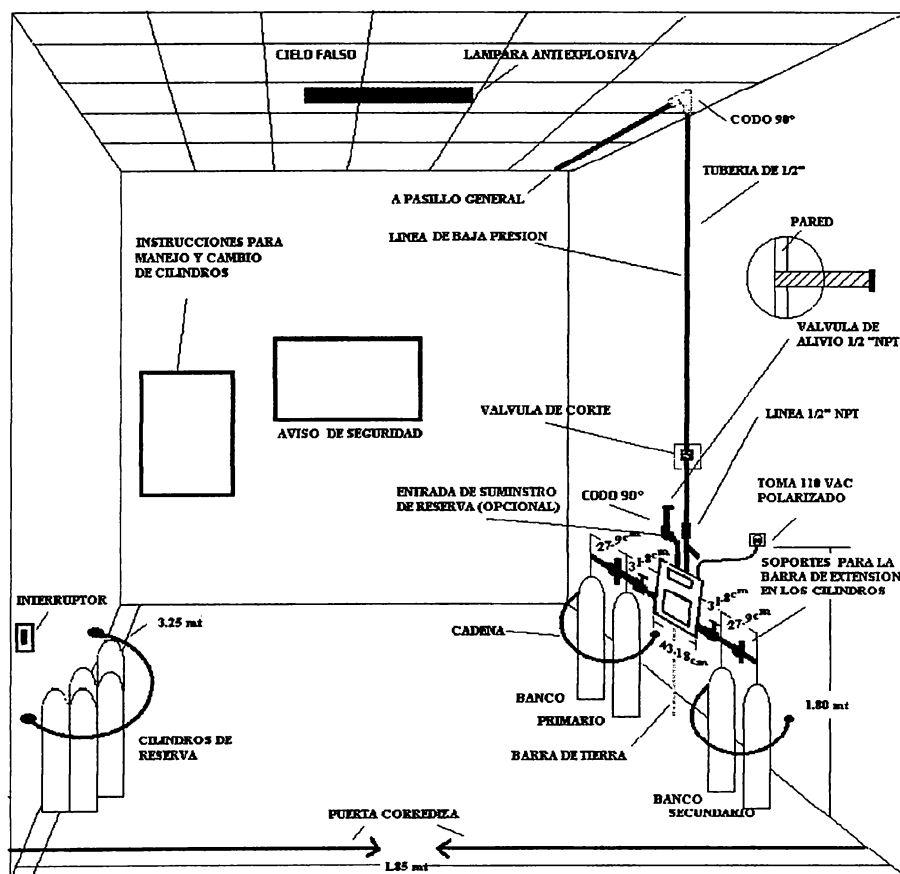


Fig. 5.4.1 Perspectiva del cuarto de suministro

¹ El cuarto de suministro incluye una entrada auxiliar de emergencia.

* para mas información sobre el almacenamiento de cilindros de reserva consultar anexos.

5.4.1.1 FORMA DE BARRA DEL MANIFOLD EMPLEADO.

La barra del manifold propuesta posee dos válvulas de cabecera para cada banco izquierdo y derecho, además de una base de soporte para la cabecera. La barra consta de entradas individuales para poder conectar las mangueras flexibles provenientes del cilindro hacia la barra de extensión de los cilindros. Fig. 5.4.1.1



Fig. 5.4.1.1 barra de extensión para los cilindros.

5.4.2 SALA DE OPERACIONES I.

En La fig5.4.2 se observa la disposición propuesta para la sala de operaciones I teniendo como principal característica la colocación de un toma adicional de oxígeno (para conectarse a la maquina de anestesia) adentro del área. La tubería de oxígeno propuesta es tipo k¹ y sus diámetros han sido diseñados de acuerdo al flujo de oxígeno requerido en el área (ver capítulo de diseño).

- Se designa como **E** la elevación de la tubería respecto del cielo falso.(≈0.3 mts).
- Los tomas de oxígeno serán de acople rápido tipo Diamond y estarán empotrados en la pared.
- La válvula de zona se localiza al exterior del cuarto.

¹ Tubería medica de cobre resistente a la corrosión

* En estas perspectivas no se muestran detalles de soportería y accesorios de la tubería(reductores).

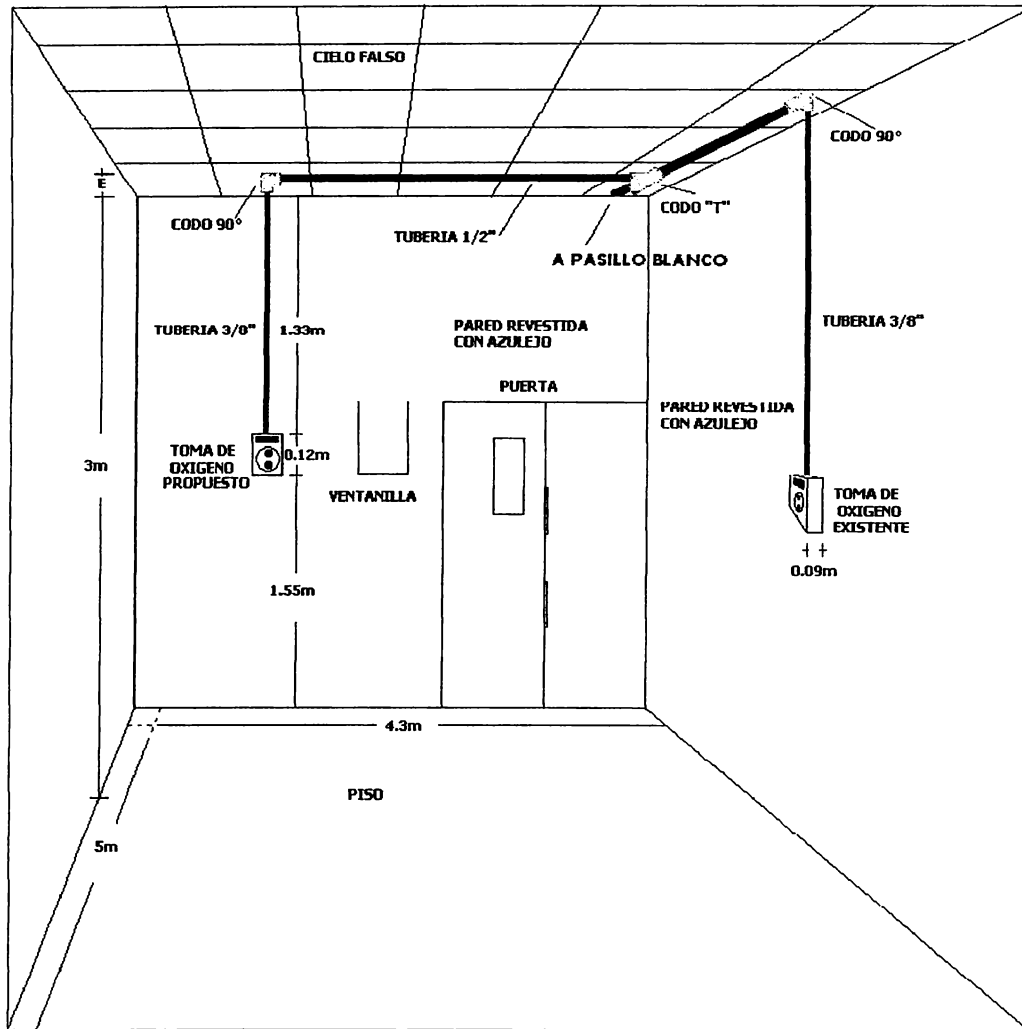


Fig. 5.4.2 Perspectiva de la sala de operaciones *

5.4.3 SALA DE OPERACIONES II.

En la Fig.5.4.3 se observa las disposiciones de los tomas de oxígeno para la sala de operaciones II la cual dispone de una línea de tubería que abastece al toma de oxígeno existente y se encuentra compartida con el área de neonatos. El toma de oxígeno propuesto se localiza a una distancia específica de la conexión "T" que conecta sala de operaciones II con estancia de neonatos.

- los tomas de oxígeno son de acople rápido (tipo Diamond) y están empotrados en la pared.
- La válvula de zona se localiza al exterior del cuarto.

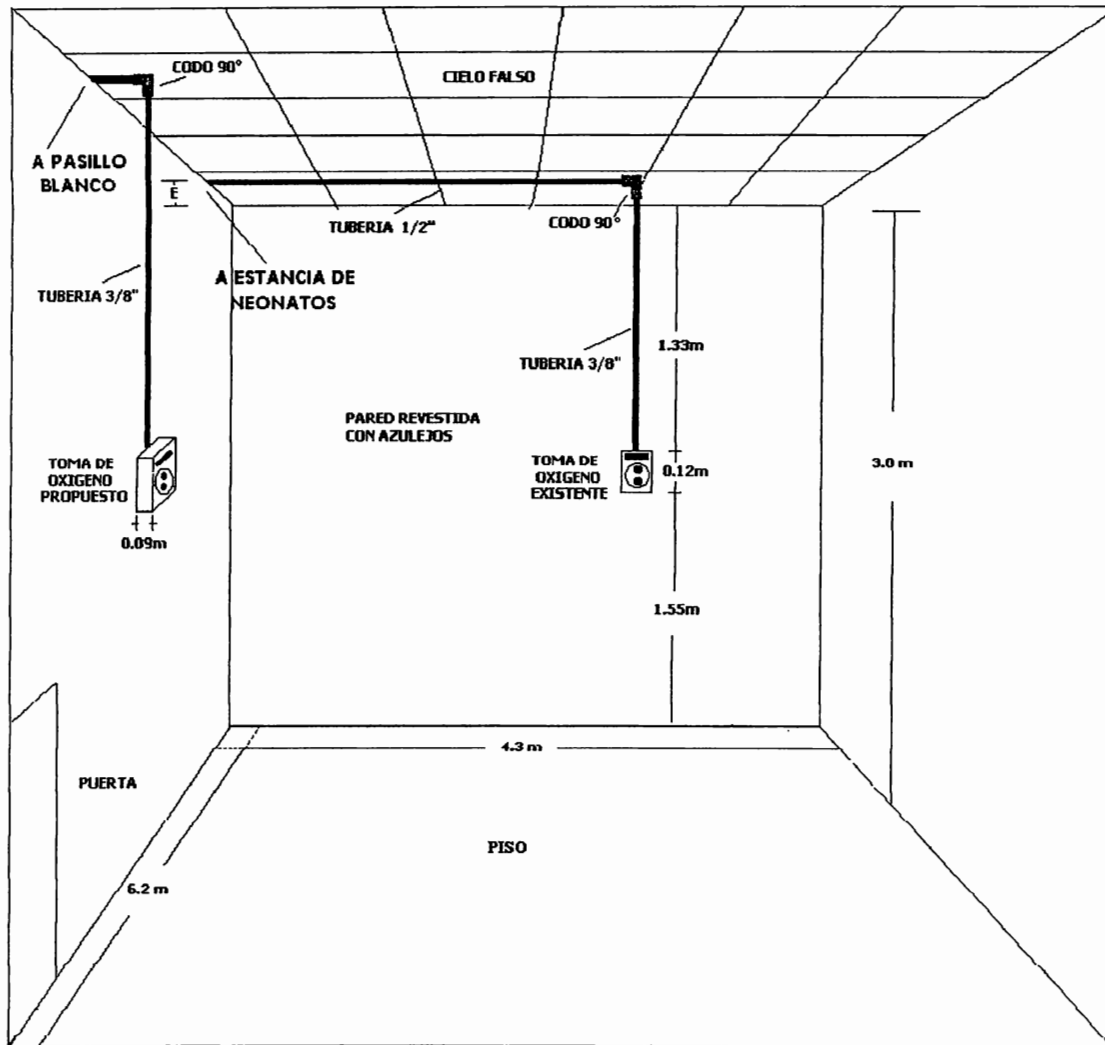


Fig. 5.4.3 Perspectiva de la sala de operaciones II

5.4.4 SALA DE RECUPERACION.

En la sala de recuperación Fig. 5.4.4 se pueden apreciar la localización de los diferentes tomas de oxígeno tipo Diamond de acople rápido empotrados en la pared. Así como los diferentes codos empleados en la conexión de la tubería. Se asigna un toma por cada cama y además se utiliza la localización actual de los tomas de oxígeno.

- La válvula de zona se localiza al exterior del cuarto. (pasillo blanco).

- La localización de los tomas de oxígeno a instalar es la misma, siendo diferente solamente en uno que es el propuesto.

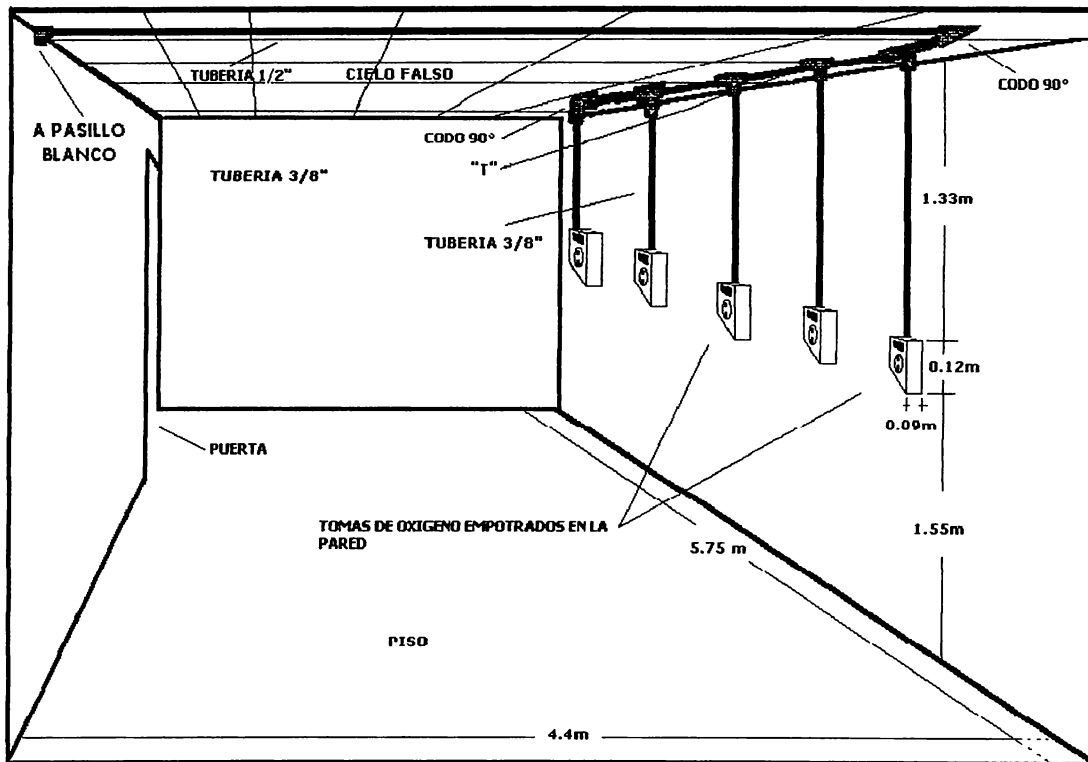


Fig. 5.4.4 Perspectiva de la sala de recuperación

5.4.5 CIRUGIA MENOR.

En la Fig. 5.4.5 se aprecia la área de cirugía menor la cual es de vital importancia para los procesos de pequeñas cirugías y se utiliza conjuntamente para procesos anestésicos. En el área propuesta se recomienda la instalación de un nuevo toma de oxígeno para poder ser usado con una máquina de anestesia y de la misma forma poder usar el toma de oxígeno existente actualmente en el área el cual pueda ser usado independientemente de la máquina de anestesia.

- La válvula de zona se localiza al exterior del cuarto. (pasillo general).

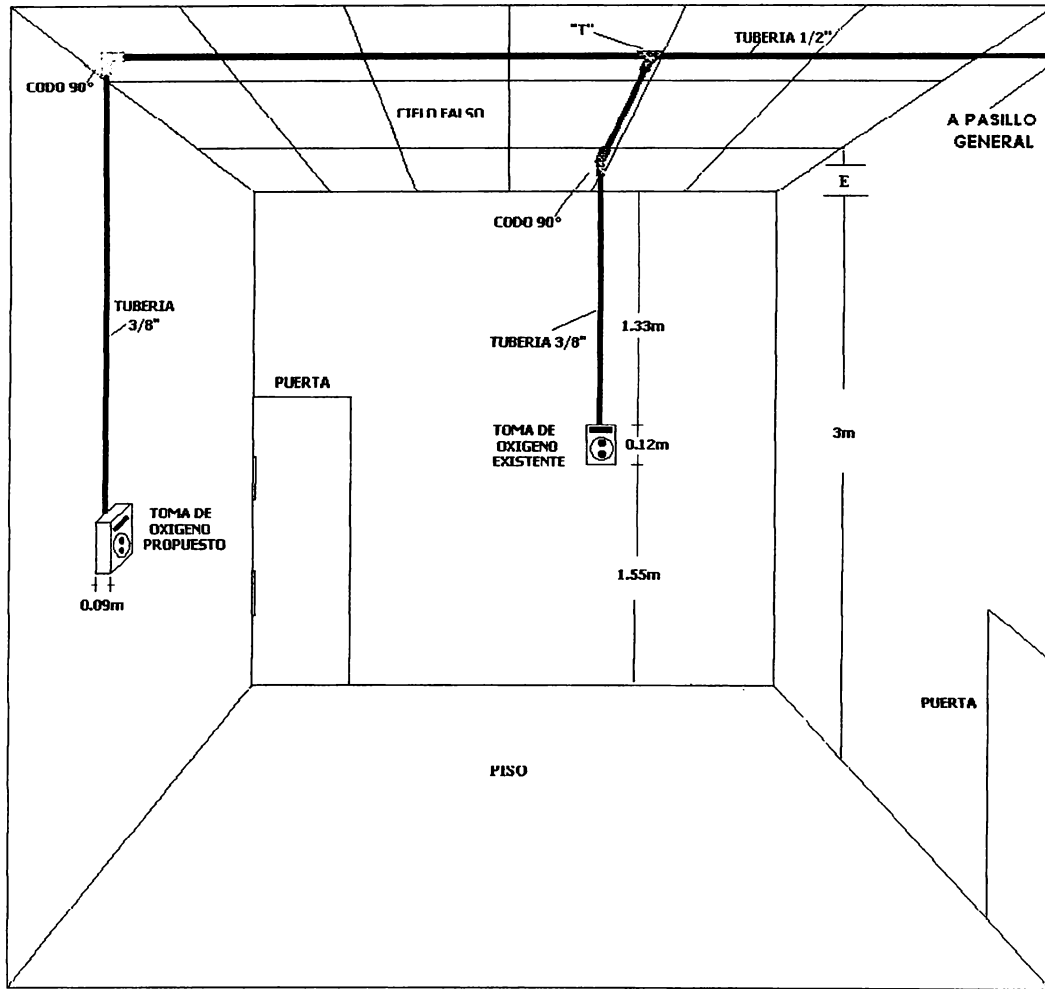


Fig. 5.4.5 Perspectiva del área de cirugía menor.

5.4.6 SALA DE NEONATOS.

El área de neonatos Fig. 5.4.6 es utilizada para atención de recién nacidos post-parto o después de una cesárea en cualquiera de las salas de operaciones. Los recién nacidos son asistidos por medio de un toma de oxígeno cuando estos sufren de problemas respiratorios. El sistema de tuberías es compartido (se bifurca) con la sala de operaciones I y solamente se requiere de un toma de oxígeno localizado en su posición actual esto según recomendaciones del personal residente del área.

- la válvula de zona se localiza al exterior del cuarto. (final del pasillo blanco) y controla también la sala de operaciones I.
- El toma de oxígeno es de acople rápido tipo Diamond y es empotrado en la pared.

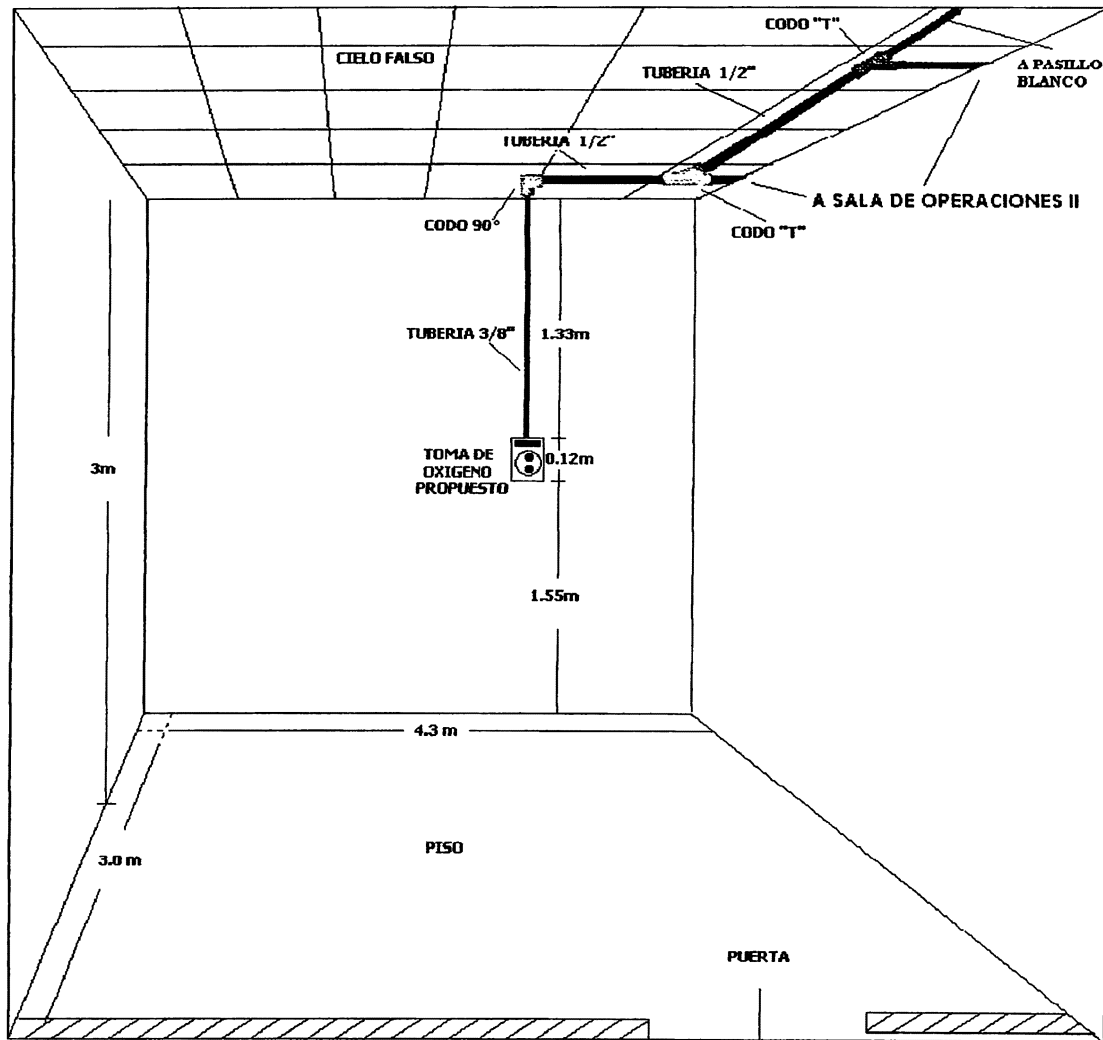


Fig. 5.4.6 Perspectiva de la sala de neonatos

5.4.7 PASILLO GENERAL.

El pasillo general Fig. 5.4.7 es el sitio donde se movilizan la mayoría de pacientes que van a ser intervenidos quirúrgicamente y la razón principal de disponer de un toma de oxígeno en esta área es facilitar el suministro de oxígeno a los pacientes cuando estos ingresan de emergencia a la planta hospitalaria y no se encuentran disponibles ninguna de las salas de operaciones.

La tubería del pasillo principal comienza su recorrido partiendo del cuarto de la central de oxígeno y bifurcándose posteriormente a la sala de cirugía menor.

- La válvula de zona en el pasillo general controla el flujo de oxígeno al área de cirugía menor y el toma de oxígeno localizado en el pasillo.
- Los tomas de oxígeno son del tipo Diamond de acople rápido empotrados en la pared.

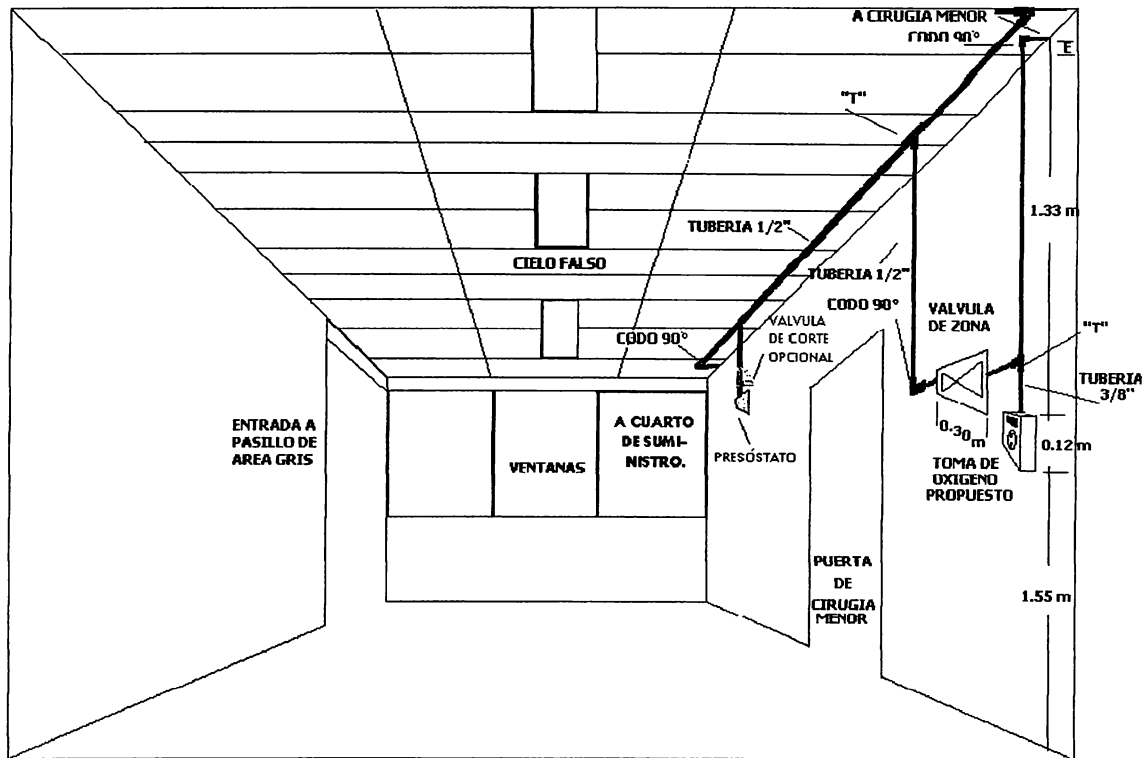


Fig. 5.4.7 Perspectiva del pasillo general

5.4.8 PASILLO BLANCO.

En la Fig. 5.4.8 se observa el área de zona estéril o pasillo blanco el cual se utiliza para transportar los pacientes que serán intervenidos quirúrgicamente, este es uno de los principales puntos de comunicación con las diferentes áreas de la planta hospitalaria.

- ▶ *Vestidor de hombres:* Aquí se preparan los anestesistas y doctores con ropa estéril.
- ▶ *Vestidor de mujeres:* Aquí se preparan as enfermeras asistentes y doctoras con ropa estéril.
- ▶ *Estación de enfermeras:* Sitio de control de las diferentes operaciones realizadas a diario en la planta hospitalaria.

Además este pasillo comunica con las áreas de estación de neonatos, sala de operaciones I, sala de operaciones II.

- En el pasillo blanco las válvulas de zona se instalan al final del corredor y se disponen de dos:

Válvula de zona III: Controla el flujo de oxígeno al interior de la sala de operaciones I y neonatos.

Válvula de zona IV: controla el flujo de oxígeno al interior de la sala de operaciones II.

- Se dispone de una alarma en esta área crítica para alertar a las personas cuando el nivel de oxígeno se encuentre bajo.

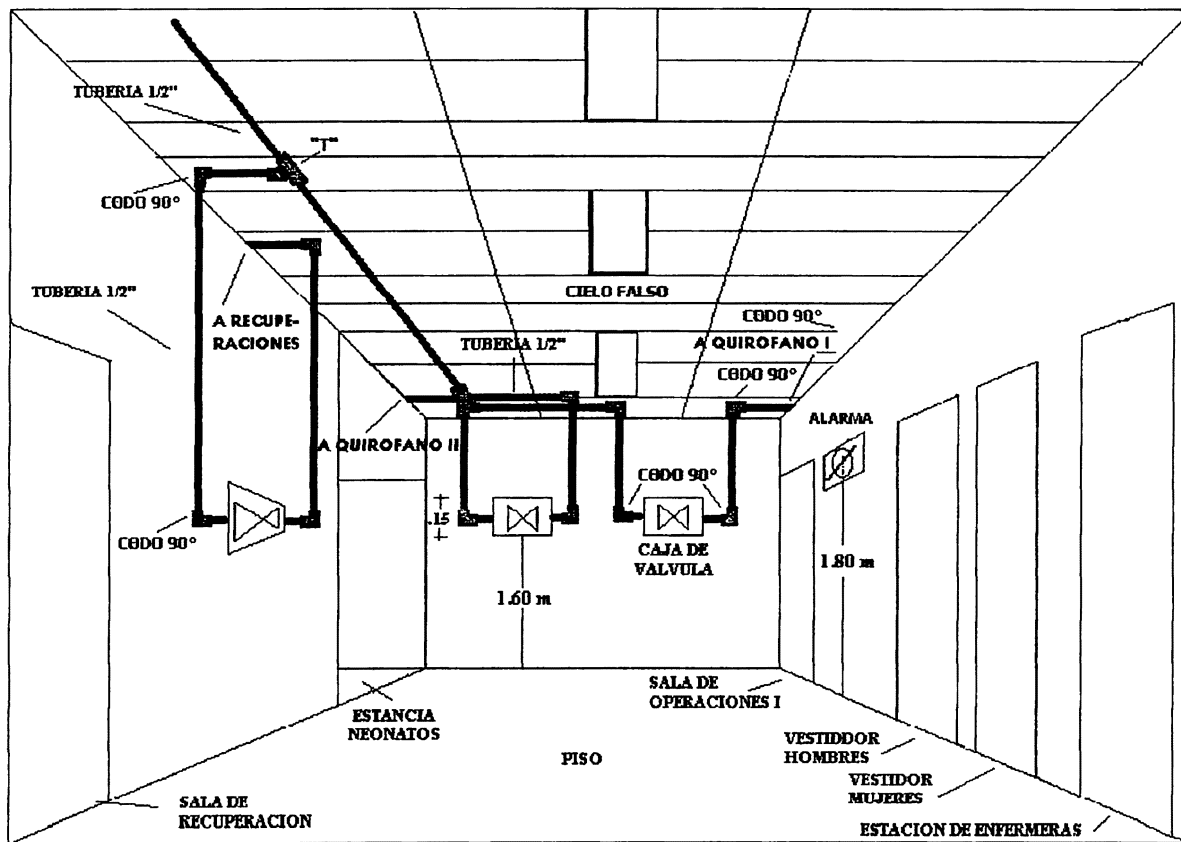


Fig. 5.4.8 perspectiva del pasillo blanco.

5.5 LOCALIZACION DE LA NUEVA RED DE DISTRIBUCION¹.

La red de tubería propuesta, es de tipo K. Fig. 5.5.1 y se elaboro en base a las necesidades existentes del edificio de operaciones, en la cual se incorporan nuevos tomas de oxígeno en las

¹ Para un mayor detalle referirse al plano N° 3

diferentes áreas, válvulas de zona, una alarma ubicada estratégicamente en una zona crítica, así como también la soportería adecuada a la red de distribución con su respectiva señalización.

Para poseer un mayor soporte en el diseño propuesto se ha dejado una salida pendiente en caso de una posterior construcción en el área numero 13 (actualmente jardín) la cual sería denominada *sala preoperatoria*.

Las diferentes áreas en las que se incluyen tomas de oxígeno en la planta hospitalaria son:

- Pasillo general (1 toma de oxígeno)
- Cirugía menor (2 tomas de oxígeno)
- Recuperación (5 tomas de oxígeno)
- Estancia de neonatos (1 toma de oxígeno)
- Sala de operaciones I (2 tomas de oxígeno)
- Sala de operaciones II (2 tomas de oxígeno)

Las válvulas de zona controlan el flujo de oxígeno a las siguientes áreas:

- **Válvula de zona I:** El flujo de oxígeno a cirugía menor y el toma de oxígeno localizado en el pasillo general.
- **Válvula de zona II:** Controla el flujo de oxígeno hacia el interior de la sala de recuperación.
- **Válvula de zona III:** Controla el flujo de oxígeno hacia el interior de la sala de operaciones I y estancia de neonatos.
- **Válvula de zona IV:** Controla el flujo de oxígeno hacia el interior de la sala de operaciones II.

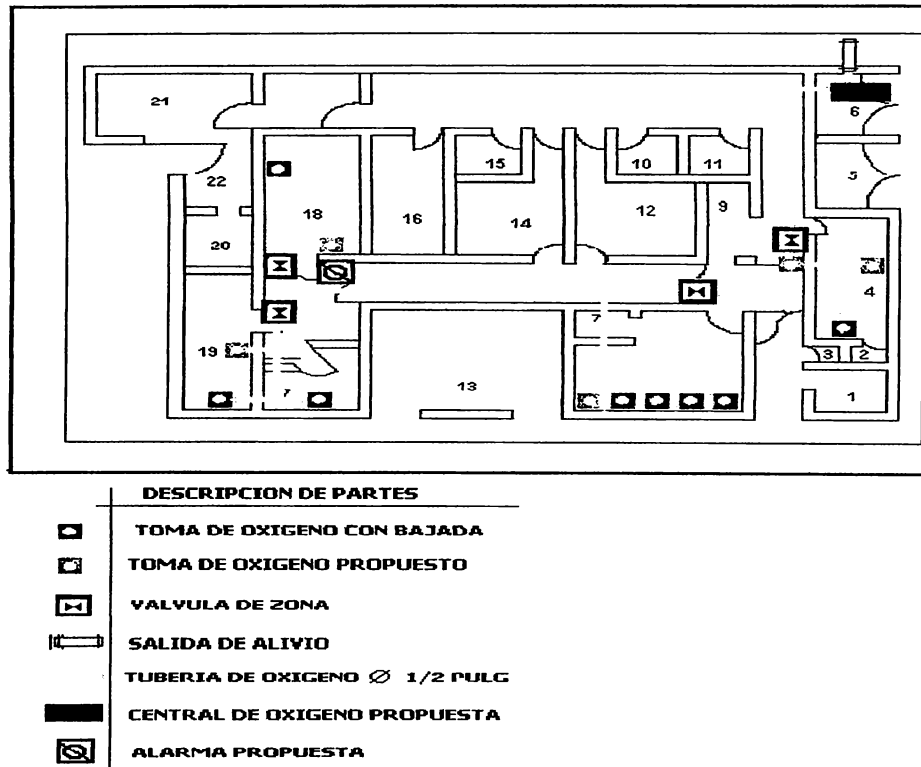


Fig. 5.5.1 Vista en planta red de distribución propuesta

5.6 SOPORTERIA DE LA RED DE DISTRIBUCION.

En la Fig. 5.6 se observa la forma de soportería para la tubería de oxígeno, dejando un espaciamiento de 1.8 Mts¹(entre soportes). El diseño esta elaborado estratégicamente para que los soportes sean enganchados a la estructura del edificio y para que la tubería posea firmeza a las condiciones de presión que es sometida cuando fluye el oxígeno.

Los diferentes accesorios usados para el tipo de soportería se proporcionan a continuación:

NUMERO	DESCRIPCION
1	TUBERIA DE COBRE TIPO K
2	TEFLON
3	PLATINO
4	PERNO CON ROSCA
5	PARED (BASE)
6	PERNO PARA SUJETAR

Tabla 5.6

¹ Este espacio entre soportes es una recomendación de la Norma NFPA 99. (Anexos 2, Copia 99-46)

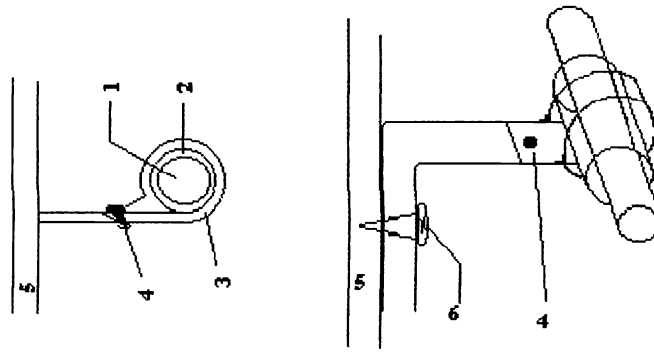


Fig.5.6 ilustración de soportería utilizada en la red de distribución

5.6.1 OBSERVACIONES GENERALES DE LA SOPORTERIA.

Una de las principales precauciones que deben de tenerse cuando se apoya la tubería con los soportes es no utilizar partes metálicas ya que la tubería es de cobre y esta tiende a oxidarse cuando esta en contacto con superficies metálicas debido al efecto par *galvanico*¹ por tal razón se recomienda utilizar alguna sustancia aislante que evite que los dos estén en contacto (Ej.: hule, teflón, etc.).

5.6.1.1 LONGITUDES DE SOPORTERIA.

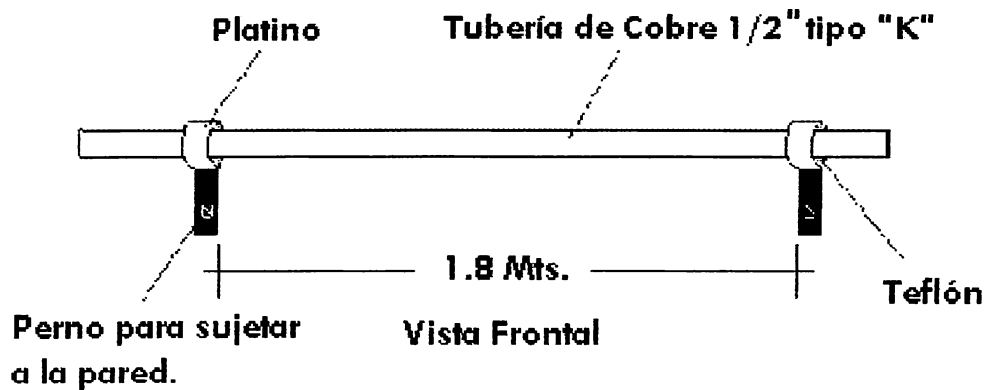


Fig. 5.6.1.1 a Vista frontal de la tubería.

¹ Efecto de rechazo que sufren los metales de diferente estructura.

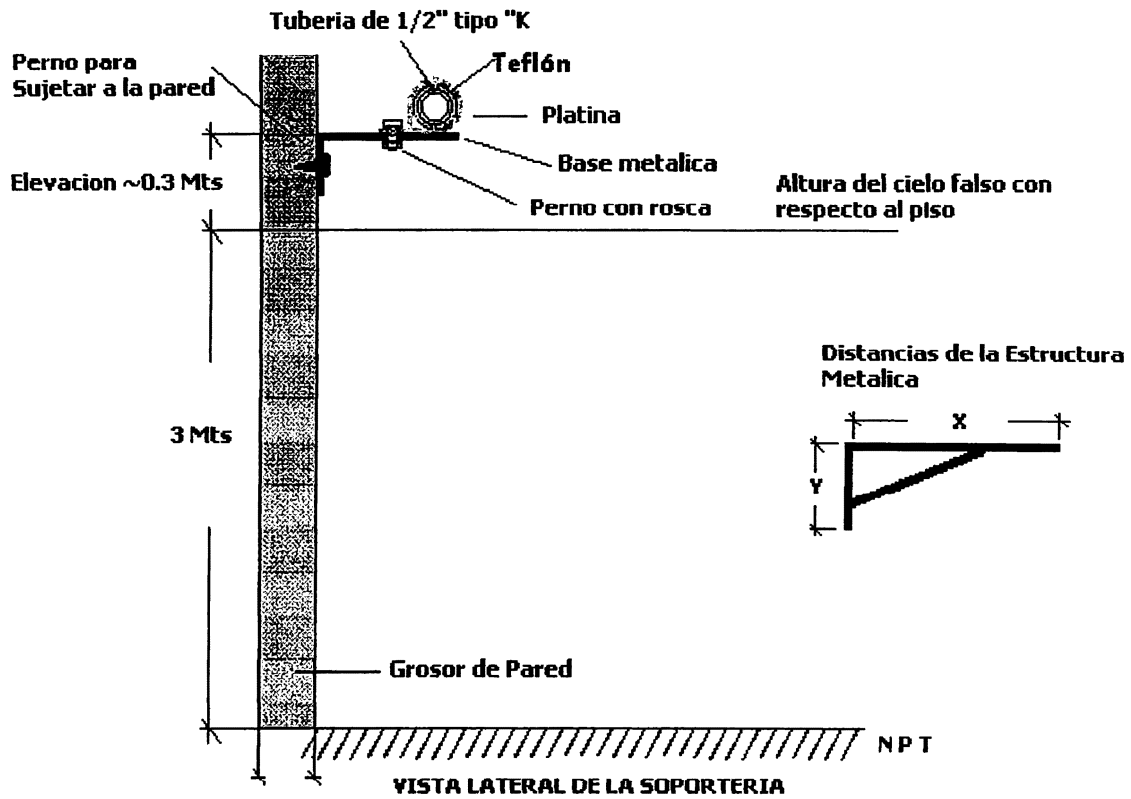


Fig.5.6.1.1b vista lateral de la soportería

Las diferentes distancias¹ (X), (Y) para las estructuras metálicas(juegos de escuadras) que soportan la tubería de oxígeno en sus respectivas áreas son:

ZONA	X	Y	Nº de soportes
Cuarto suministro	0.25m	0.20m	1
Pasillo General	0.60m	0.20m	6
Cirugía menor	1m; 2.5m H ²	0.20m	2
Área blanca	0.60m	0.20m	10
Recuperación	0.60m	0.20m	2
Sala de operaciones I	0.25m; 0.40m	0.20m	2
Sala de operaciones II	0.25m	0.20m	1
Estancia de neonatos	0.25m	0.20m	3

¹ Estas pueden variar para acomodarse en la instalación.

² Tipo de soportería diferente, por distancias. Por esa razón se tomara la Viga del techo.

5.7 ANALISIS DE TECNOLOGIAS DISPONIBLES PARA MANIFOLD.

5.7.1 TIPOS DE MANIFOLD:

- 5.7.1.1 *Manual (Análogo).*
- 5.7.1.2 *Semiautomático (Análogo).*
- 5.7.1.3 *Automático (Análogo o Digital).*

5.7.1.1 Manual (Análogo). Fig. 5.7.1.1

Los manifold análogos son comúnmente utilizados para pequeñas aplicaciones en: soldadura, industria, etc. Donde el cambio de banco a banco es realizado completamente manual; es un sistema económico; el cual requiere de recurso humano para poder realizar el cambio de banco y no tiene aplicaciones para uso hospitalario, que requeren flujo constante e ininterrumpido de gas en las distintas áreas.

Estos son construidos y elaborados en base a norma CGA.

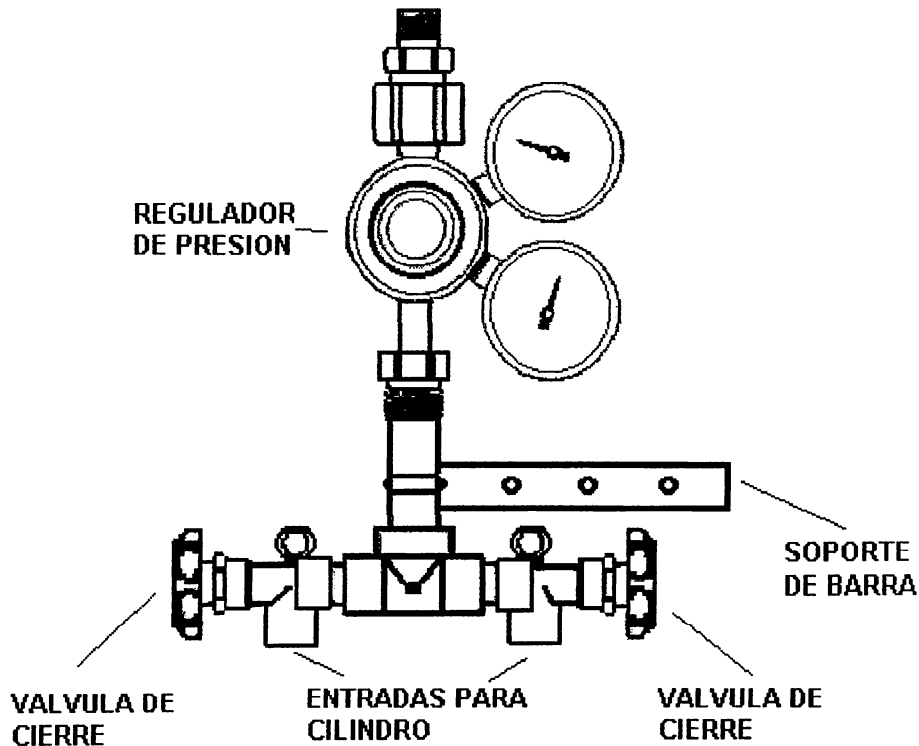


Fig. 5.7.1.1. Manifold Manual (Análogo)

5.7.1.2 Semiautomático (Análogo). Fig. 5.7.1.2

Este tipo de manifold el cual es convenientemente usado para análisis en laboratorios clínicos, consultorios, etc. En el cual el suministro al interior del área no es de extrema importancia. El costo de este tipo de suministro es intermedio y el consumo promedio no exceda las 24 horas.

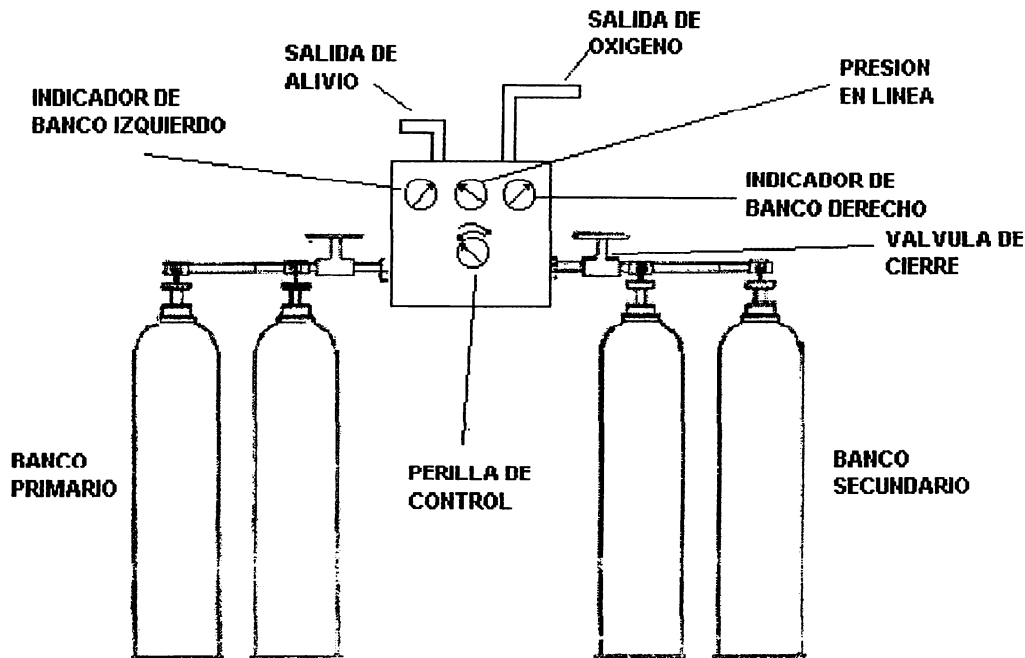


Fig. 5.7.1.2. Manifold Semiautomático (Análogo)

En donde la perilla de control (P) se desplaza automáticamente al banco secundario, cuando el contenido del banco primario está por agotarse, haciéndolo en forma horaria (es decir en dirección de las manecillas del reloj).

Para que nuevamente trabaje nuevamente el banco primario se hace necesario mover la perilla manualmente en dirección anti horaria (es decir en dirección contraía a las manecillas del reloj).

Estos vienen contruidos de acuerdo a las especificaciones CGA.

5.7.1.3 Manifold Automático.

5.7.1.3.1 Analógico. Fig. 5.7.1.3.1

Este tipo de sistema esta diseñado específicamente para la demanda de flujo de gas de entrega , de una forma constante, es decir que el cambio de banco a banco se realiza de una forma automática a través de un dispositivo llamado Changeover, sin interrumpir del servicio y existiendo una variación mínima en la línea depresión.

Este tipo de manifold es utilizado para aplicaciones médicos, en áreas críticas hospitalarias Ej. Sala de recuperación, cirugía, cuidados intermedios , etc. Todo el sistema de lectura y control es analógico.

Para la interpretación en bancos (contenido) poseen una salida para conectar una alarma visual / audible externa.

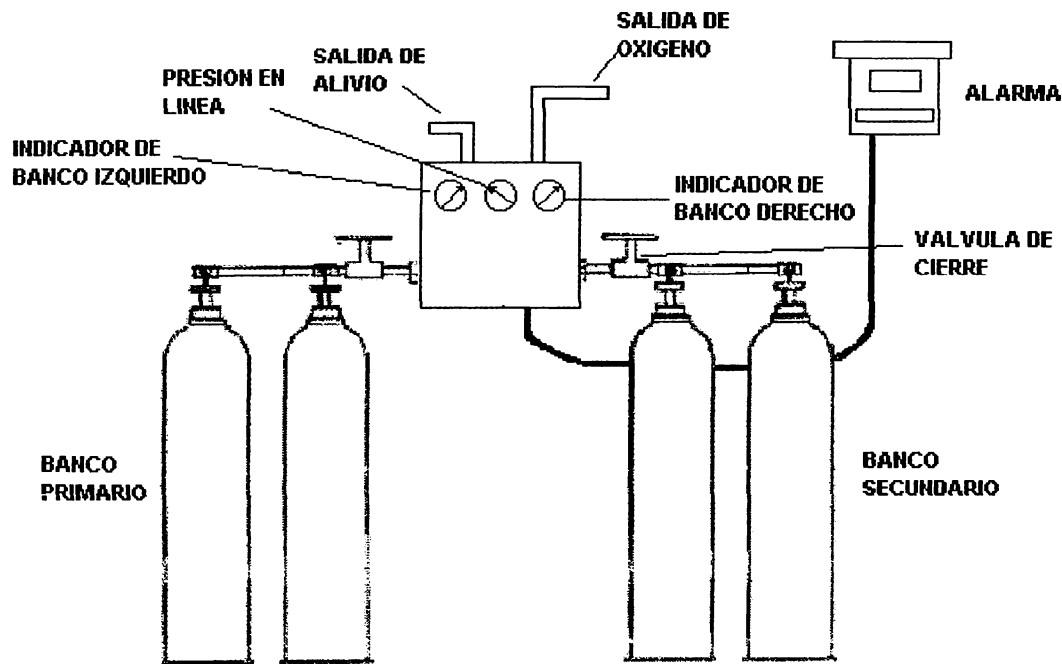


Fig. 5.7.1.3.1. Manifold Automático Analógico.

Estos son contruidos y probados de acuerdo a las normas CGA.

5.7.1.3.2 Digital. Fig. 5.7.1.3.2

Este tipo de sistemas son los que actualmente se están desarrollando al crecimiento de los sistemas electrónicos y por ser tecnología de punta y mas económicos en elaboración.

El tipo de manifold viene equipado con un circuito de control integrado el cual el control principal es un microprocesador, este dispositivo proporciona información acerca del funcionamiento normal de la central en operación, así como mensajes de error en un dado caso se produzcan en el funcionamiento de operación del manifold. La tarjeta electrónica viene diseñada con los elementos necesarios para auxiliar a realizar las diversas ejecuciones.

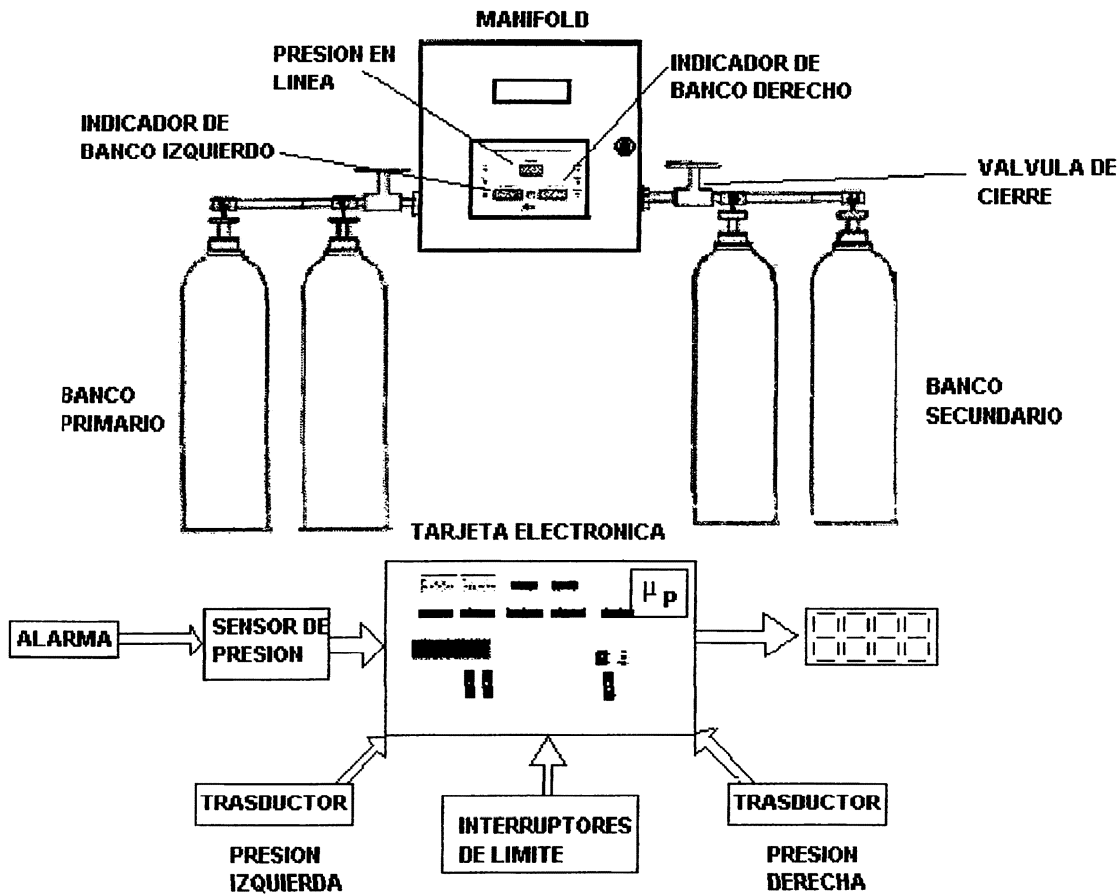


Fig. 5.7.1.3.2. Manifold Automático Digital

5.7.2 CARACTERISTICAS DE LAS TECNOLOGIAS USADAS EN MANIFOLD.

- Según sea la necesidad y el ambiente en que se trabaja; así se selecciona el tipo de tecnología para el manifold.

MANIFOLD	APLICACION
MANUAL	SOLADURA
SEMIAUTOMATICO	LABORATORIO
AUTOMATICO	AREAS CRITICAS HOSPITALARIAS

Tabla 5.7.2.1

- La demanda de cada manifold puede variar y adecuarse según sea la necesidad la cantidad de pies³ requeridos en una jornada de tiempo específico.
- Los sistemas manuales son los mas económicos por su sencillo diseño de elaboración.
- Los sistemas automáticos son los más adecuados para uso hospitalario ya que estos proporcionan un flujo ininterrumpido de gas al interior de las áreas.

COMPARACION DE TECNOLOGIAS.

TIPO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
MANUAL	ES MAS ECONOMICO.	REQUIERE OPERACIÓN MANUAL PARA SU USO.
SEMIAUTOMATICO	REALIZA ELCAMBIO AUTOMATICO DE BANCO PRIMARIO A BANCO SECUNDARIO.	EL RETORNO DE SECUNDARIO A PRIMARIO REQUIERE OPERACIÓN MANUAL.
AUTOMATICO ANALOGICO	CORRIENTE DE CONSUMO MINIMA.	TIENE UNA PEQUEÑA VARIACION EN LINEA CUANDO HACE EL CAMBIO.
AUTOMATICO DIGITAL	PRESENTA MENSAJES DE ERROR.	SU FUNCIONAMIENTO PRINCIPAL SE LIMITA A SU TARJETA ELECTRONICA.

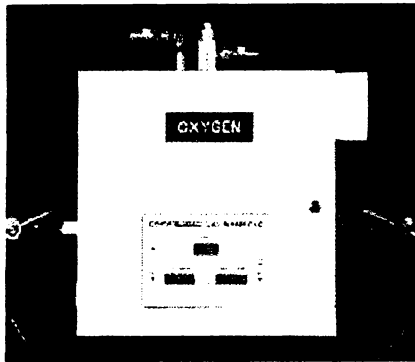
Tabla 5.7.2.2

Nota: Para uso hospitalario se recomienda el manifold automático.

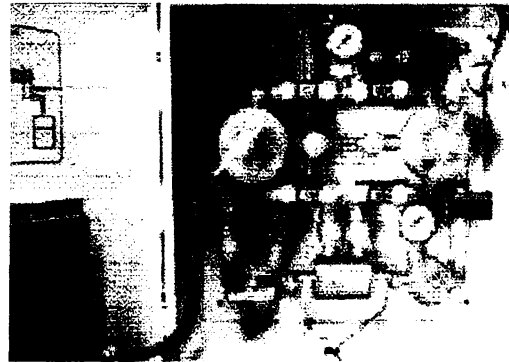
A continuación se hace un análisis de tecnología de manifolds automáticos.

5.7.3 ANALISIS DE TECNOLOGÍAS DE MANIFOLDS AUTOMÁTICOS.

5.7.3.1 MANIFOLD DIGITAL BASADO EN MICROPROCESADOR.



*VISTA FRONTAL DEL
MANIFOLD*



*VISTA INTERNA DEL
MANIFOLD*

El Manifold de gas médico serie digital incorpora la última tecnología para la distribución y monitoreo de gases médicos. El Manifold ha sido diseñado para proporcionar facilidad al usuario y confiabilidad.

La cantidad de gas médico contenido en el banco izquierdo o derecho, se muestra en el frente del gabinete del Manifold. Un display digital, con un gran número de LED'S rojos (emisores de luz) para una clara visibilidad es colocado para mostrar la presión del banco de cilindros en uso y la presión del banco de cilindros.

En condiciones normales de operación, el LED verde va a ser iluminado sobre el sitio de primario en uso. El banco de reserva tendrá un LED ámbar iluminado sobre el lugar del banco listo. Si la presión de gas en los cilindros baja en el lugar del primario, un interruptor automático de cambio hará que el banco listo de reserva en uso sea iluminado y activado.

Una condición de alarma se va a suscitar cuando el interruptor de cambio se active, enviando una señal a la alarma principal, y causando que el LED rojo de banco vacío sea iluminado. Esto va a informar al personal del hospital que los cilindros de reserva están en uso y que los cilindros vacíos necesitan reemplazo.

5.7.3.1.1 CARACTERISTICAS DEL EQUIPO.

- ☑ Completamente automático, la cual no requiere alimentación para las interrupciones.
- ☑ Entrada de alimentación de 90Vac, a 260 Vac, rango de frecuencia (50 a 60 Hz).
- ☑ El panel de control basado en microprocesador incorpora seis LED'S con display digital. interpretable por medio de LED aun en condiciones de pobre iluminación.
- ☑ Muestra mensajes de error en el display para un fácil mantenimiento.
- ☑ Posee un transductor de presión para monitoreo de los cilindros de presión.
- ☑ Interruptor seleccionable de unidades físicas(PSI / Kpa /BAR)
- ☑ Dos interruptores limítrofes para indicación positiva del banco en uso.
- ☑ Posee un Regulador de presión en línea para cada banco.
- ☑ El Manifold cumple con la norma NFPA-99.

5.7.3.1.2 DESCRIPCION DE PARTES.

5.7.3.1.2.1 VALVULA ENSAMBLADA DE CAMBIO AUTOMATICO.

La válvula de CAMBIO automático ha sido diseñada para facilitar el cambio automático de banco a banco. La válvula de cambio automático es el corazón del Manifold y forma el centro de control del aparato para asegurar un flujo ininterrumpido de gas sin que cambie la presión entregada.

Cuando la presión en el banco de operación baja a un nivel determinado, la diferencia de presiones que actúa sobre cada lado de la válvula de cambio hace provoca un cambio al banco de cilindros en reserva.

Hay dos tipos diferentes de válvulas de cambio:

5.7.3.1.2.1.1 TIPO DIAFRAGMA (BAJA PRESION) .

Esta válvula consiste en un cuerpo de bronce moldeado en dos partes. Hay dos conexiones internas enroscadas y dos conexiones externas (rosca y empaque CGA-540).Fig. 5.7.3.2

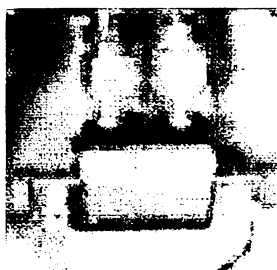


Fig. 5.7.3.1.2.1.1.

El eje ensamblado consiste en una base de acero inoxidable y un diafragma de neopreno reforzado con nylon, el cual es intercalado entre los asientos de los platos. Los asientos de neopreno son sostenidos en contra de estos platos por arandelas aseguradas con roscas sobre su base. Los encajes ensamblados sobre la cámara forman las mitades del cuerpo, en el cual ambos se enroscan y se aprietan juntos al diafragma, sellándose uno del otro.

El eje se mueve libremente de lado a lado con el diafragma flexionando de un lado hacia a otro. Cuando la presión es introducida en un lado, el eje ensamblado toma su posición inicial hacia arriba, con el lado abierto presurizado. Y funciona de la misma forma para el lado cerrado, el eje permanece en la misma posición hasta que la presión que actúa sobre el área reducida del diafragma, no genere suficiente fuerza para provocar al interruptor de cambio.

Cuando el lado de presión operante baja a una presión específica, la fuerza sobre el lado cerrado vence la fuerza sobre el lado abierto y el cambio ocurre, cambiando el suministro del banco primario al banco secundario. El cambio en las posiciones del eje es detectado por interruptores de límite, en las cuales estas señales informan al microprocesador que el cambio ha ocurrido.

5.7.3.1.2.1.2 TIPO PISTON (ALTA PRESION).

La válvula de cambio para altas presiones es usada en servicios de nitrógeno y tiene básicamente el mismo funcionamiento que el tipo diafragma a baja presión, excepto por el reemplazo de un eje de diafragma con un pistón de diafragma ensamblado.

En lugar de compresionar al diafragma entre los dos medios cuerpos que forman las dos cámaras de presión, los lados son separados por un sello en forma de aro alrededor de la circunferencia de un pistón. El eje del pistón ensamblado se desliza a un lado y hacia otro en el agujero del cilindro, tal como el cambio ocurre.

En ambos tipos de válvulas de cambio, el gas es entregado a los dos reguladores de presión. De una vez pasando a través de la válvula de cambio, el gas va a uno de los reguladores de presión en línea el cual es capaz de mantener una presión constante entregada a pesar de la presión interna causada en un banco cuando se vacía y el próximo intercambio ocurra.

5.7.3.1.2.2 REGULADORES DE PRESION.

Hay dos tipos de reguladores de presión en el Manifold: el regulador de presión de fuente, y el regulador de presión en línea. Ambos tipos conforme a la NFPA.

5.7.3.1.2.2.1 REGULADORES DE PRESION DE FUENTE.



Hay dos tipos de reguladores sobre cada Manifold, uno para el banco izquierdo y otro para el banco derecho. Los reguladores deberán estar configurados en el tiempo de instalación. Para oxígeno, óxido nítrico, aire médico comprimido y servicio de dióxido de carbono, los dos reguladores operantes deberán estar configurados a 150 psig

5.7.3.1.2.2.2 REGULADORES DE LINEA.



Hay también dos reguladores de línea sobre cada Manifold. El regulador de línea es capaz de mantener una presión constante y dinámica entregada a la máxima proporción de flujo en el sistema. Para oxígeno, óxido nítrico, aire comprimido médico y servicio de dióxido de carbono, los dos reguladores de línea deberán estar configurados a 55 psig

5.7.3.1.2.3 VALVULAS DE PRESION DE ALIVIO.

Las válvulas de presión de alivio son instaladas en el flujo de todos los reguladores de presión y son colocados a no mas del 50% sobre la configuración de los reguladores de presión localizados inmediatamente en el caudal de gas medio. Todas las válvulas de presión de alivio son capaces completamente de aliviar la presión en el punto establecido y son instaladas en la presión de línea arriba de cualquier válvula de cierre.

Todas las válvulas de presión de alivio en el Manifold tienen conexiones de tuberías para facilitar la ventilación hacia el exterior.

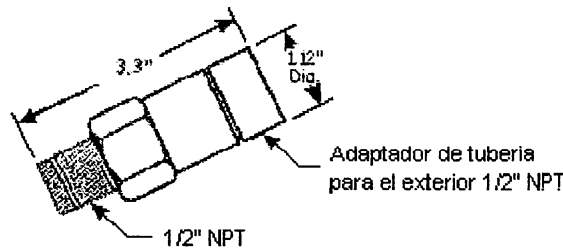


Fig. 5.7.3.1.2.3. Válvula de presión de alivio

Las configuraciones de presión de alivio pueden variar y para el oxígeno se tiene .

	Oxígeno
Presión de línea	75 psi
Presión intermedia	200 psi

5.7.3.1.2.4 TRANSDUCTOR DE PRESION.

Los transductores de presión observan que el suministro de presión de un gas. Estos vienen a través del gabinete del Manifold. La presión del gas se convierte a una señal eléctrica se transfiere hacia el display digital frontal. Hay dos transductores en el gabinete del Manifold, uno para el banco izquierdo y otro para el derecho.

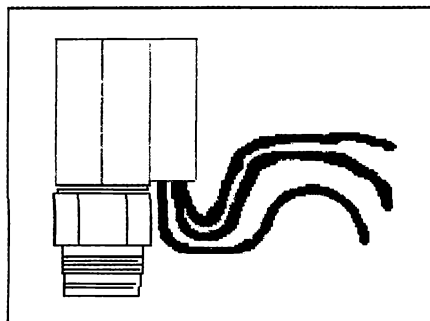


Fig. 5.7.3.1.2.4 Transductor de presión.

5.7.3.1.3 CONTROL DE COMPONENTES.

El Manifold califica como un “ sistema de cilindros sin suministro de reserva” según la norma NFPA 99, ya que este es una categoría de sus clasificaciones ampliadas “ sistemas de suministro central” el cual abarca muchos tipos de fuentes de suministro para sistemas de tuberías medicas manejando gases no inflamables.

El Manifold esta conformado en dos bancos de cilindros los cuales alternadamente suministran la red de tuberías, teniendo varios controles de componentes. Cuando el banco primario se agota, el secundario toma automáticamente el control lo cual es un procedimiento de operación normal del equipo.

5.7.3.1.4 SISTEMA DE COMPONENTES INDICADORES.

Como parte integral de un sistema el gabinete del Manifold tiene un número de componentes cuyas funciones son dar una continua información visual acerca del estado de operación del sistema.

5.7.3.1.5 INDICADORES VISUALES DE CAMBIO DE BANCO.

Los LED'S sobre la cara del Manifold son controladas por microprocesador. El microprocesador interpreta las múltiples señales de entrada (presión en cilindros de gas e cambio de banco), convirtiendo la información por medio del display digital.

La presión que viene a través del Manifold es medida por el transductor de presión. El transductor envía una señal digital al microprocesador el cual luego convierte la señal a un display digital ya sea en el banco izquierdo o derecho.

Así como la válvula de cambio conmuta su posición (presión controlada, no controlada por microprocesador) del banco izquierdo al banco derecho, el interruptor límite es activado. Esto causa que una señal sea enviada del interruptor límite al microprocesador. La señal controla el estado de los LED'S en el banco izquierdo o derecho (en uso, listo o vacío) y lo releva para un monitoreo remoto.

5.7.3.1.6 FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ALARMA.

Los sistemas de alarma están diseñados de acuerdo a la NFPA 99. el Manifold posee una gran variedad de unidades de alarma las cuales son usadas en conjunto con el Manifold, para proporcionar las señales visuales y audibles requeridas, en un lugar conveniente, cuando se agote el banco primario y el banco secundario suministre al sistema.

El control de gabinete del Manifold contiene la circuitería requerida para enviar una señal a la unidad de alarma cuando un banco se agote y realice el cambio. La circuitería interna normalmente cercana se diseña como alarma cuando haya un circuito abierto. El agotamiento de un banco dispara un relay, el cual notifica que el circuito de alarma esta abierto e inicializa la señal de alarma.

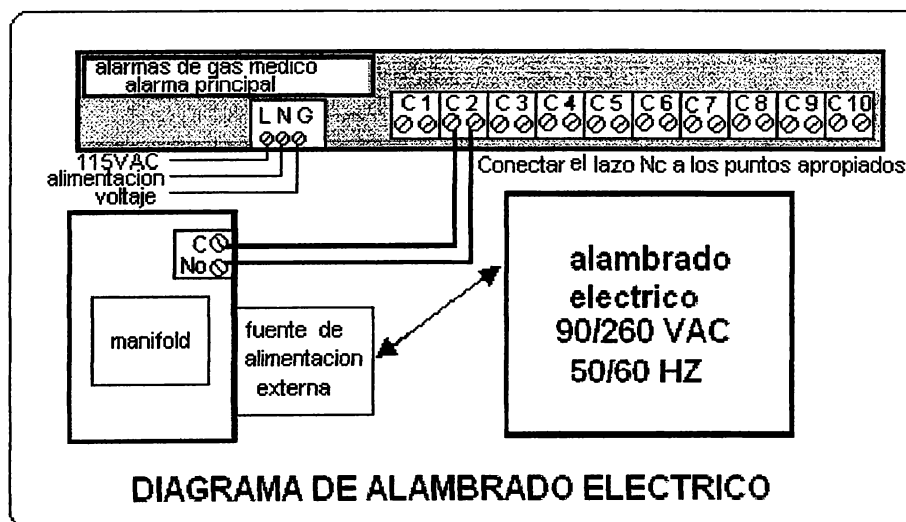


Fig. 5.7.3.1.6 Conexión eléctrica de la alarma.

5.7.3.1.7 FIGURAS DE SEGURIDAD.

5.7.3.1.7.1 IDENTIFICACION DE SERVICIO DEL GAS.

El Manifold esta claramente etiquetado para el gas que esta designado usar. El nombre esta indicado en la puerta del gabinete. Las dos tuberías que se extienden desde la cima del gabinete, una para la presión de línea principal y otra para la presión de operación de alivio están etiquetadas.

5.7.3.1.7.2 IDENTIFICACION DE FUNCIONES.

La función de los indicadores LED'S esta claramente marcado y explicado sobre la puerta del gabinete.

5.7.3.1.7.3 CONEXIONES DE CILINDROS.

El Manifold medico esta diseñado para asegurar que solo los cilindros que contienen el gas apropiado, pueden ser conectados a este. Y todas las extensiones como mangueras de cerdo (tubería flexible) cumplan con la norma CGA.

5.7.3.2 MANIFOLD AUTOMATICO ANALOGICO PARA APLICACIONES DE CUIDADOS MEDICOS.

Este es un sistema manifold el cual provee servicio interrumpido de gas por medio del banco de cilindros, a través de un dispositivo llamado *changeover*¹. El cuidado del paciente para cualquier área hospitalaria se beneficia con el cambio automático "del servicio a la reserva de gas". En este cambio la variación en la línea de presión es mínima ($\pm 2\%$). El suministro de gas se realiza através de un sistema de distribución centralizado.

Este manifold requiere un espacio pequeño para la instalación y el sistema de operación es fácil de operar. Posee un control de reserva manual, el cual se utiliza después de que se reemplaza los cilindros. Todos los componentes del sistema están fabricados de un fuerte chasis.

¹ Changeover: Dispositivo en el cual se configura la presión de disparo mínima en el banco.

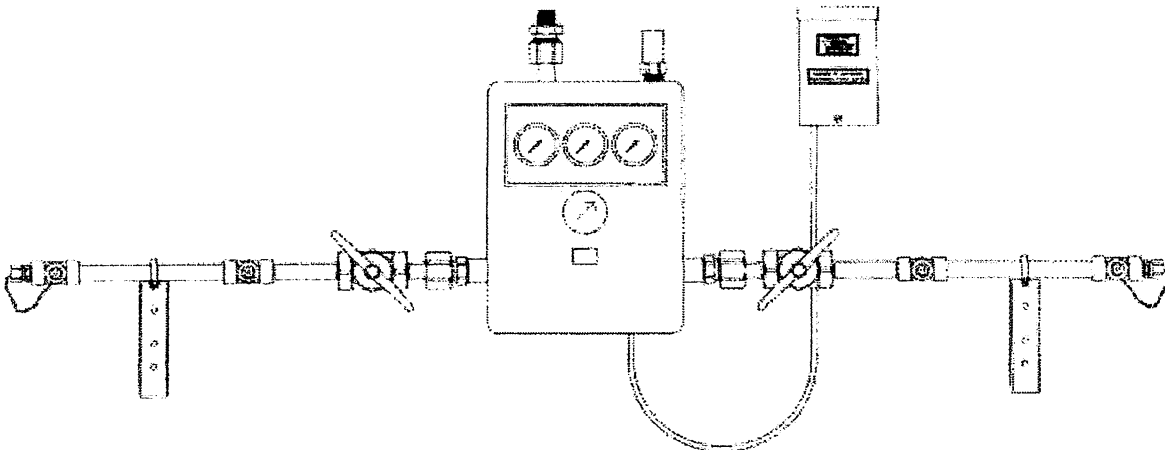
5.7.3.2.1 CARACTERISTICAS DEL MANIFOLD ANALOGICO.

- ☛ Posee una alarma en el gabinete de control.
- ☛ Posee indicadores visuales para mostrar el funcionamiento de los diferentes bancos del servicio.
- ☛ El voltaje de alimentación consume arriba de tres amperios, por 30Vdc.

5.7.3.2.2 ESPECIFICACIONES DEL MANIFOLD.

- ☛ Los sistemas de alarma operan con un voltaje de 115 Vac de entrada por 24 dc de salida.
- ☛ Posee paneles de alarma audiovisuales para posiciones remotas.
- ☛ Posee dos reguladores ajustables de línea.
- ☛ Las válvulas principales poseen válvulas check (unidireccionales) en su salida.
- ☛ La salida del manifold posee una conexión de 1/2" (NPT) macho y para la salida de alivio posee una conexión de 1/2" (NPT) hembra.
- ☛ Tiene una corriente de consumo de 0.75 Amperios.
- ☛ Las válvulas de entrada tienen una presión máxima de 3000PSIG.

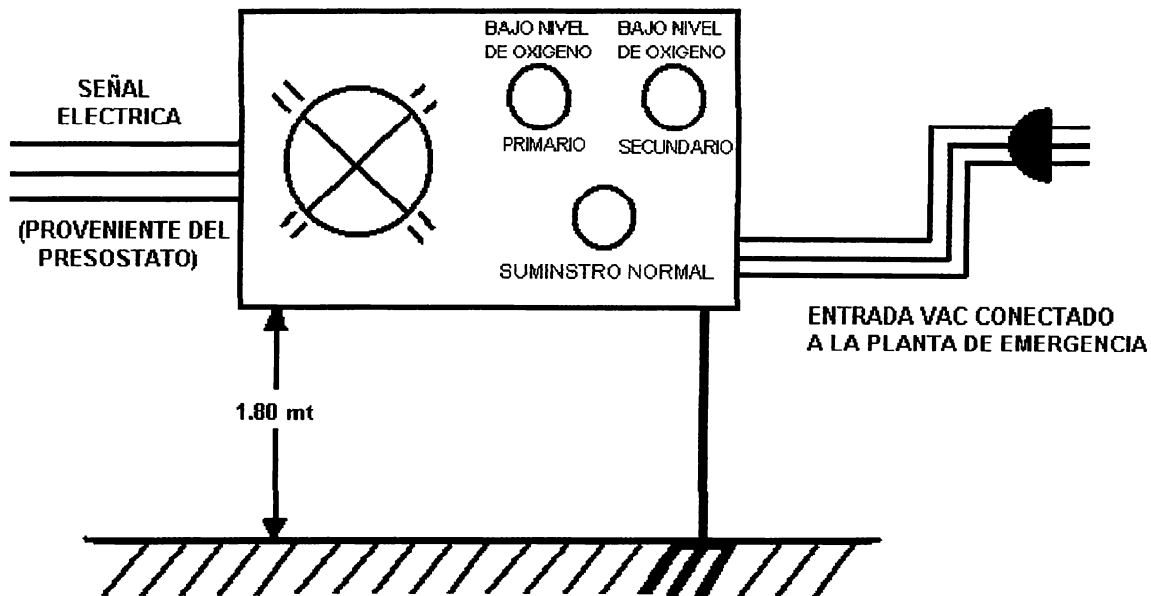
MANIFOLD ANALOGICO AUTOMATICO



Se recomienda el Manifold Automático Digital, debido a las ventajas que ofrece sobre el Manifold Automático Análogo, detalladas en la tabla 5.7.2.2

5.8 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE ALARMA.

5.8.1 PERSPECTIVA DE LA ALARMA



La alarma para verificar el nivel de oxígeno se encuentra ubicada en la zona estratégica siendo estas la sala de enfermeras; dentro de la instalación quirúrgica para que convenientemente informen al personal encargado para que puedan cambiar los cilindros en el cuarto de suministro.

El tipo de alarma recomendada es para un gas(ver anexo 2)

Esta será instalada conforme a la norma NFPA 99 (Pág. 99-45) ver anexo 99-45 (copia), en el área de enfermeras contigua al pasillo general y otra monitoreando el nivel de oxígeno en las áreas más críticas de la instalación. (Sala de operaciones I y II).

5.9 ESTUDIO COSTO BENEFICIO.

Este estudio asume la implementación de un sistema central de oxígeno con su red de distribución respectiva, la cual tendrá la capacidad de abastecer una red con 13 tomas. Aquí se observan las ventajas que se tendrán con todo el sistema en conjunto ya instalado, así como también se narran los análisis de costos para todo el proyecto.

Debido a que el promedio ingresado, son 2 cilindros de oxígeno; en un día intensivo de intervenciones, su consumo es mínimo. Y por lo tanto se recomienda utilizar oxígeno gaseoso, ya que la instalación de suministro con oxígeno líquido es mayor en costos y menos conveniente para áreas con un consumo menor. (no así para grandes áreas hospitalarias que requieren mayor consumo de oxígeno.)

5.9.1 PRINCIPALES BENEFICIOS DEL SUMINISTRO DE OXIGENO GASEOSO A TRAVES DE UNA RED CENTRALIZADA.

- Suministro constante de gas de alta pureza.
- *Alta seguridad:* porque se trabaja con un sistema a baja presión y una alarma automática.
- *Ahorro:* se evita el costo de transportación de los cilindros adentro de las instalaciones, así como el tiempo perdido en cambio frecuente de cilindros.
- *Economía de espacio:* se aprovecha espacios internos antes destinados a espacios de cilindros.
- *Higiene:* se evita la entrada de cilindros a la sala de operaciones ya que la esterilización es algo muy importante.

5.9.2 ANALISIS DE COSTOS PARA SUMINISTRO DE OXIGENO GASEOSO A TRAVES DE UNA RED CENTRALIZADA.

5.9.2.1 COSTOS DE EQUIPOS.

Uno de los costos mas grandes de implementación para el proyecto es el costo del manifold para que la instalación quirúrgica posea un control centralizado del suministro de oxígeno al interior del área. El costo del manifold varia según el: *tipo de tecnología, Capacidades de flujo, tipo de cabecera empleada (numero de cilindros, forma)*, así como también el costo de la *alarma* utilizada para monitorear el nivel de oxígeno (1 gas) en las áreas críticas.

5.9.2.2 COSTOS DE LA RED DE DISTRIBUCION.

El proceso de implementar un manifold de oxígeno requiere tomar en cuenta la instalación de la red de distribución. Adicionalmente todos los accesorios que formaran parte de la red: (tomas de oxígeno, reductores de presión, codos, válvulas de zona, tipo de tubería "K") y

todos los costos en que se incurren a la hora de instalación y supervisión de la obra. Para disminuir la cantidad de costos se busca el modelo mas conveniente en costo disponible en el medio y que cumpla con las características técnicas requeridas por el área.

5.9.2.3 COSTOS DE MANO DE OBRA.

Este es uno de los costos a tomar en cuenta para poder ejecutar el proyecto, en el cual se requiere que el personal posea los conocimientos apropiados para llevar a cabo toda la instalación sin necesidad de incurrir en gastos posteriores. ya que el proyecto ha sido elaborado con anterioridad para su precisa elaboración, no obstante si las necesidades de la planta hospitalaria son grandes e inmediatas, y se requiere disminuir el tiempo que tomara la instalación será necesario contratar mano de obra calificada.

5.10 RESUPUESTO TECNICO¹.

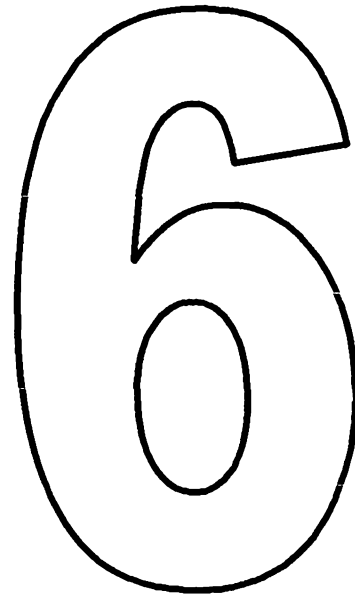
El siguiente presupuesto ha sido elaborado tomando en cuenta la cantidad de materiales, accesorios y equipos necesarios para llevar e cabo la instalación completa del sistema.

¹ La elaboración de este presupuesto puede variar debido al continuo cambio de precios en el mercado.

PRESUPUESTO TECNICO

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Equipos				
1	Manifold Digital Marca tri-tech medical T2500	1	\$4,000.00	\$4,000.00
2	Alarma de Zona Para un Gas.	1	\$1,750.00	\$1,750.00
Accesorios				
3	Codo T	13	\$2.72	\$35.36
4	Codo 90°	29	\$1.55	\$45.00
5	Válvula de Zona (oxígeno) (caja)	4	\$265.50	\$1,062.00
6	Tomas de oxígeno empotrados, tipo Diamond III	13	\$70.00	\$910.00
7	Reductores de presión de 1/2" a 3/8"	13	\$1.63	\$21.19
8	Reductores de presión de 3/8" a 1/4"	13	\$1.15	\$14.95
9	Válvula de bola 1/1 (seguridad)	1	\$89.75	\$89.75
10	Switch de presión de línea	1	\$343	\$343
Tubería				
11	270 pies de tubería de cobre Tipo "k" de 1/2"	270	\$1.23 por pie	\$332.10
12	72 pies de tubería de cobre Tipo "k" de 3/8"	72	\$0.98 por pie	\$70.56
Accesorios de Soportería				
13	Escuadras	27	variable	\$65.15
14	Teflón	27	\$0.57	\$15.39
15	Pernos (pared)	27	\$0.25	\$6.75
16	Pernos con rosca (platina)	27	\$0.42	\$11.34
17	Platinas	27	\$0.37	\$10.00
Varios				
18	Cadenas de acero inoxidable	3	\$3.77	\$11.31
19	Barra metálica para polarizar	1	\$3.08	\$3.08
20	Toma trifilar	1	\$5.14	\$5.14
21	Interruptor simple	1	\$4.11	\$4.11
22	Puerta corrediza con malla ciclón	1	\$25.71	\$25.71
23	Anclas	27	\$0.085	\$2.30
24	Nitrógeno seco (purgante)	1	\$20.00	\$20.00
25	Plata estaño para soldadura	10	\$4.30	\$43.00
Mano de Obra				
26	Instalación de Tubería			\$1,708.57
27	Instalación del Manifold			\$920.00
Total				\$11,525.76

PROCESOS DE ELABORACION Y SUPERVISION (CENTRAL)



INTRODUCCION

INSTRUCCIONES DE ENSAMBLAJE:

- PARA EL MANIFOLD.

-PARA LA RED DE DISTRIBUCION.

LISTA DE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS.

PROCEDIMIENTOS DE PRUEBA

(FUNCIONAMIENTO DEL MANIFOLD Y LA RED DE DISTRIBUCION).

MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

6.0 INTRODUCCION.

En este capítulo se describen procedimientos básicos para el montaje, prueba e instalación del manifold con su red de distribución, se listan las principales herramientas a utilizar así como también se definen métodos de supervisión básicos para el sistema en conjunto empleando rutinas de mantenimiento preventivo

6.1 INSTRUCCIONES DE ENSAMBLAJE PARA EL MANIFOLD.

6.1.1 INSTRUCCIONES PARA MONTAJE EN LA PARED.

- ✘ Posicionar el gabinete con el control del Manifold sobre el muro con el gabinete de la puerta abierta. La base del gabinete deberá estar a ~54" o ~1.40 mts. por encima del piso. Localizar cuatro agujeros en las esquinas atrás del gabinete.

- ✘ Marcar la dirección de los cuatro agujeros sobre el muro, taladrar y colocar anclas adecuadas según sea el diámetro del agujero.

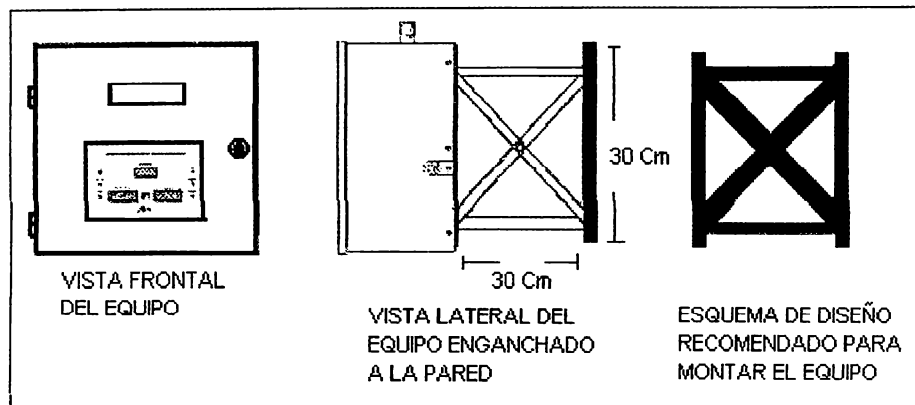
- ✘ Enganchar el gabinete con el control del Manifold a la pared usando adecuados tornillos para las anclas.

- ✘ Usar una adecuada barra de cobre para polarizar en chasis del manifold; además verificar que el toma de alimentación (110 Vac¹) se encuentre correctamente polarizado.

- ✘ Disponer la salida de la válvula de alivio al exterior del cuarto de suministro apara evitar altas concentraciones de oxígeno.

- ✘ Marcar dos agujeros y Posicionar la cabecera del manifold con soportes a una distancia adecuada.

¹ Voltaje de alimentación de la red eléctrica.



Precaución: existe peligro de choque eléctrico. Por lo tanto asegurarse que la fuente de alimentación principal este apagada durante la conexión de la fuente externa de suministro.

6.1.2 INSTRUCCIONES DE ENSAMBLAJE PARA LA RED DE SUMINISTRO.

La tubería de cobre para uso médico debe estar previamente limpiada para uso con oxígeno y esta viene preparada para que a la hora de instalación no se contamine su interior por lo tanto sus extremos son sellados para evitar cualquier posible tipo de contaminación.

Para instalar la tubería de una forma adecuada en la instalación se recomienda lo siguiente:

- Cortar el tipo de tubería empleada ya sea de 1/2" o 3/8" por tramos es decir las distancias requeridas por las diferentes áreas, observando que al cortar la tubería los residuos al interior sean removidos con algún trapo seco y posteriormente se deben sellar los bordes para evitar posibles contaminaciones.
- Instalar la soportería utilizando como nivel de referencia el piso terminado y marcar desde este una distancia aproximada de 3.3 Mts, (3 Mts desde el suelo hasta el cielo falso, elevación ~0.3 Mts) posteriormente delimitar las distancias entre soportes la cual para tubería de 1/2" es permitido que sea de 1.8 Mts.¹

¹ Dato según la NFPA 99.

- Utilizando un taladro perforar las referencias previamente establecidas y depositar anclas en ellas para poder sujetar los pernos que mantienen a las estructuras metálicas (soporte para la tubería).
- Marcar el lugar específico donde van a estar localizados los tomas de oxígeno en las diferentes áreas de la instalación quirúrgica.(~1.55m).
- Preparar la pared picando todos los sitios donde se colocaran los tomas de oxígeno y el recorrido de tubería respectivo.
- Unir las tuberías previamente cortadas utilizando codos a 90° o T, luego unirlas usando teflón y posteriormente usar un soldador de oxiacetileno para fijar las uniones para esto se utiliza plata estaño.(varillas de plata para soldar) y luego etiquetarlas con su respectiva identificación.
- Empalmar los reductores de presión a las bajadas de tubería. Primero incorporar un Reductor de 1/2" a 3/8" y soldarlo utilizando plata estaño. Posterior a este proceso colocar un tapón o sello para evitar que se contamine el interior de la tubería. Fig. 6.1.2.
- Marcar el lugar y la altura donde se localizaran las válvulas de zona en la instalación. (1.60 Mts). Y si esta se va empotrar en la pared preparar la zona de la caja y tubería (picar la pared).
- Conectar las diferentes válvulas de zona con la tubería utilizando sus respectivos codos y posteriormente soldarlos.
- En este punto proceder a limpiar la tubería utilizando nitrógeno líquido para evacuar cualquier sustancia o residuo extraño en el interior de la tubería. Posterior a esta prueba sellar todos los extremos abiertos de tubería por medio de tapones u otro medio seguro.

- Revisar que todo el trayecto de la tubería principal (ramal) tenga su soportería adecuada y que este se encuentre enganchado por medio de estructuras metálicas (platinas y pvc). Para que las platinas no estén en contacto directo con la tubería de cobre, se utiliza TEFLON u otro material aislante para evitar el efecto par galvanico.¹
- Ya teniendo toda la red de distribución instalada (tubería de cobre, reductores, y codos) con la soportería firme en el trayecto de la tubería, proceder a purgar el sistema.
- Antes de cerrar las paredes y con sus respectivos accesorios de soporte Se purga la tubería utilizando un cilindro conteniendo nitrógeno. Este debe constar de un regulador y debe de mantener una presión constante (150 psi) como mínimo durante un lapso aproximadamente de 24horas. En este tiempo de prueba se debe de mantener la presión hasta la salida que se encuentre mas lejana y si la presión baja en el sistema revisar las posibles fugas en las uniones utilizando un líquido tensioactivo (agua jabonosa) que no reacciona con el oxígeno.
- Con un medidor de presión verificar de salida que se encuentre en rango de 50 a 55 psi.
- Marcar el lugar donde se encontrara la alarma que controla el bajo nivel de oxígeno gaseoso (~1.80m). Para poder alertar a las personas con mayor rapidez esta se ubica al final del pasillo blanco entre las dos zonas críticas principales (sala de operaciones I y II).
- Si se dispone de un analizador de oxígeno proceder a verificar la cantidad de concentración de oxígeno la cual debe ser mayor del 99%.
- Si todos los resultados se han efectuado satisfactoriamente cerrar las paredes y proceder a conectar la red de distribución al manifold.

¹ Propiedades de rechazo que tienen los materiales de diferentes estructuras.

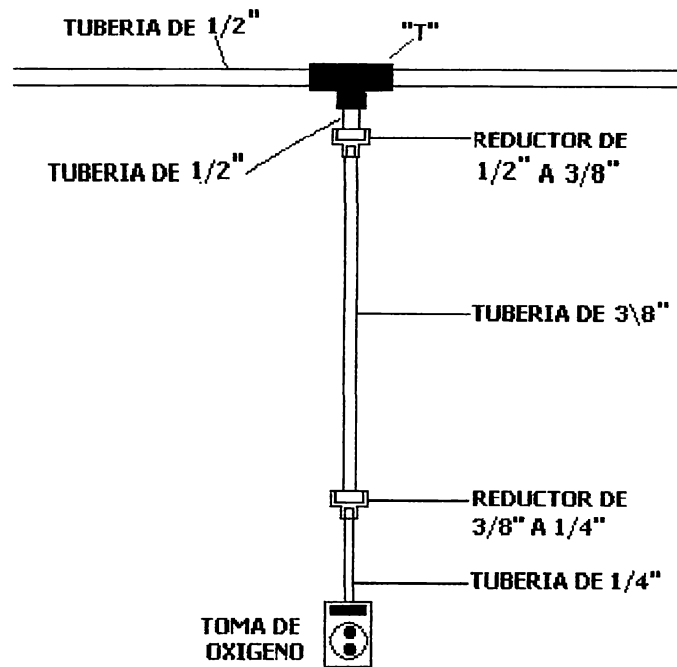


Fig.6.1.2 Vista de reductores en la tubería

6.2 LISTA DE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS EMPLEADAS PARA EL PROCESO DE INSTALACION.

A continuación se presenta un listado de herramientas que se utilizan en el proceso de instalación de centrales de oxígeno:

- ✘ Equipo de soldar (Oxiacetileno).
- ✘ Martillo.
- ✘ Cincel.
- ✘ Sierra para cortar la tubería.
- ✘ Analizador de oxígeno.
- ✘ Cilindro con gas nitrógeno.
- ✘ Llave de tuercas.
- ✘ Desarmadores.
- ✘ Tenaza.
- ✘ Cuchara de mezcla para cemento.

- ✘ Corta tubos (troqueladora).
- ✘ Paño limpio.
- ✘ Aspersor con agua jabonosa.
- ✘ Cinta métrica.
- ✘ Taladro con broca.

6.3 PROCEDIMIENTOS DE PRUEBA.

6.3.1 PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DEL MANIFOLD.

Conectar la alimentación de 110 Vac al control del Manifold médico después, abrir las válvulas internas de alta presión en el exterior del gabinete. luego *abrir lentamente* las válvulas de los cilindros que estén más cercanos al gabinete de control. Después de un minuto, abrir *Lentamente todas* las válvulas de los otros cilindros. Una línea de tubería para evacuar el flujo de salida del manifold deberá ser abierta y ventilada seguramente, para producir una condición de flujo dinámico en los indicadores de función que se tengan que revisar.

El primer banco abierto de cilindros se convierte en el suministro primario de operación. Cuando ambos bancos están abiertos, se debe revisar la presión para asegurarse que esta correctamente indicada. Los bancos de presión izquierdo y derecho ambos deberán leer la presión completa de los cilindros mientras que la presión en línea deberá ser de 55psig.

Cerrar la válvula del cilindro sobre el banco primario y mirar los indicadores para asegurarse que funcionan bien. La presión en el banco primario deberá bajar mientras que el secundario y la presión en línea se deberán mantener constantes. Cuando la presión en el primario baja a aproximadamente 90 psig, en este momento se deberá distinguir un sonido de la válvula de cambio¹ (válvula shuttle) intercambiándose al suministro secundario.

Con el manifold conectado al sistema de alarmas, el cambio del suministro primario al secundario deberá provocar una alarma audible.

¹ Realiza El Cambio Automático De Banco A Banco

6.3.2 REAJUSTE DE REGULADORES.

Presionar la válvula bleed (de evacuación¹) hasta que el gas se vacíe del regulador.

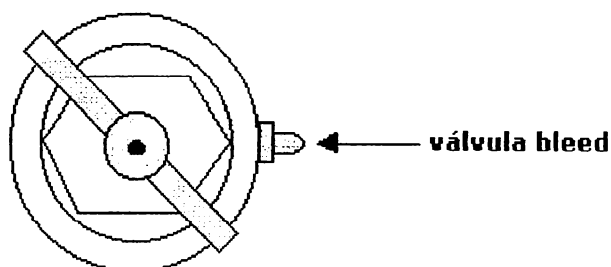


Fig. 6.3.2 Válvula bleed.

6.4 PROCEDIMIENTO NORMAL DE OPERACION EN EL MANIFOLD.

El procedimiento normal de operación para el manifold abarca la conexión apropiada del gas médico a todas las extensiones de los cilindros, salidas de la barra, utilizando apropiadas conexiones de cobre para los cilindros y tubería flexible a ensamblar.

Con las válvulas internas de alta presión abiertas, abrir LENTAMENTE las válvulas de los cilindros que estén más cercanas a las válvulas internas en ambos bancos. Después de haber esperado al menos un minuto completo, dejar un poco de tiempo para disipar el calor generado.

LENTAMENTE abrir todo el resto de las válvulas en los cilindros, una a la vez.

El banco que ha sido presurizado primero va a convertirse automáticamente en el banco primario. Las válvulas internas de alta presión deberán ser abiertas sobre condiciones normales de operación. En una emergencia estas válvulas pueden ser cerradas rápidamente.

Una vez que las cabeceras en la barra hayan sido presurizadas, la central de oxígeno comenzara a operar en el momento que todos los reguladores y control del equipo hayan sido revisados con sus respectivos indicadores de funciones. Cuando el banco de suministro primario se agota y se realiza el cambio al banco secundario, la unidad de alarma operante notifica a la persona responsable, que los cilindros en el banco primario necesitan reemplazo.

¹ Utilizadas Para Evacuar Gas Sobrante De Los Reguladores

6.4.1 PROCEDIMIENTO AL CAMBIAR CILINDROS VACIOS.

Para reemplazar todos los cilindros vacíos por unos llenos; mantener la alta presión en las válvulas internas en todas las partes a través de este procedimiento:

- Cerrar todas las válvulas en los cilindros vacíos y removerlos.
- Acoplar los cilindros llenos en su lugar, y después abrir LENTAMENTE la válvula del cilindro mas cercana a la válvula de entrada y esperar al menos un minuto completo antes de abrir las válvulas en los otros cilindros, una a la vez.

La introducción de cilindros llenos presuriza a la barra principal y energiza al control de cambio de presión el cual hace que el led del banco vacío se apague.

PRECAUCION: Hay un peligro de incendio o explosión. No permitir fumar, o cualquier otra forma de ignición en el área donde el manifold esta localizado, o cerca de la salida ventilada usada por la válvula de alivio. Asegurarse que todas las conexiones estén libres de grasa, suciedad o aceite. Ya que estas sustancias se queman con gran intensidad en aire, enriquecido con oxígeno, oxido nitroso y algunas mezclas de gas.

6.5 MANTENIMIENTO.

6.5.1 GENERAL.

Las pruebas e inspecciones especificadas aquí se aplican a manifolds de oxígeno y no para el sistema de tuberías con gas médico como todo en conjunto. Estas intentan ayudar a asegurar la operación apropiada del manifold y no deben ser interpretadas como instrucciones de reparación.

6.5.2 GABINETE DE CONTROL.

El control del equipo deberá ser inspeccionado y probado de acuerdo al siguiente lineamiento:

1. *Regulador de presión.*
 - A. Observar y registrar la presión en línea al menos una vez al día.
 - B. Probar y revisar de fugas externas al menos semí anualmente (dos veces al año).
 - C. Los interruptores en línea con los reguladores mensualmente.

2. *Válvulas de presión de alivio.*

- A. Determinar la presión en cualquier válvula de alivio al menos una vez al año y compararlas con los requerimientos aceptados por la NFPA 99.

3. *Válvulas internas de alta presión (válvulas maestras).*

- A. Inspeccionar semi anualmente y probar posibles fugas externas y tensión de cierre.

4. *Transductores de presión.*

- A. Inspeccionar anualmente y probar por cualquier fuga externa.

5. *Visualizadores.*

Asegurarse que todos los interruptores eléctricos y LED'S sean mantenidos en su condición apropiada de trabajo.

6.5.3 BARRAS DE EXTENSION EN LOS CILINDROS.

Los siguientes componentes deberán ser inspeccionados semi manualmente como se indica:

1. Probar las válvulas unidireccionales (check) de las tuberías mangueras flexibles ensambladas para un cerrado apropiado.
2. Inspeccionar las mangueras flexibles ensambladas por cualquier aparente lesión y daño en la rosca a las conexiones del cilindro, reemplazando todas las tuberías flexibles inmediatamente.

NOTA: Reemplazar todas las mangueras flexibles (después de 5 años de servicio).

6.5.4 PRUEBAS PERIODICAS DE PRESION ESTABLECIDAS.

En intervalos de no mas de 5 años, en una hora a presión permanente se deberán realizar pruebas sobre cada sistema de gas médico para revisar de cualquier fuga.

6.6 MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA VALVULA DE CAMBIO.

La válvula de cambio deberá ser removida del gabinete de control al menos una vez cada dos años para inspección de asientos elastomericos¹ y sellos.

6.6.1 PROCEDIMIENTO PARA QUITAR LA VALVULA DE CAMBIO.

Desconectar la parte izquierda en la línea de suministro de la válvula de cambio (shuttle) aflojar los tornillos en la cabeza del aro conservando los interruptores límites en su lugar y quitar los interruptores de los adaptadores de la válvula de cambio. Desconectar la salida de la válvula en las conexiones de la barra principal para remover la válvula del gabinete.

6.6.1.1 INSTALANDO LA VALVULA DE CAMBIO.

Instalar el reemplazo (o reacondicionamiento) de la válvula apretando las conexiones de salida al centro de la barra. Instalando lo interruptores límites y apretando los tornillos del aro asegurándose que los interruptores estén en su lugar.

Conectar el suministro izquierdo de la línea entre el regulador de presión operante en la salida del lado izquierdo y la válvula de cambio. Abrir LENTAMENTE las válvulas de alta presión internas sobre la guía del banco izquierdo. Cerrar las válvulas de alta presión internas sobre la guía del banco derecho.

NOTA: El manifold deberá ahora estar operando sobre el banco de cilindros derechos con la válvula de cambio. Y la presión en línea deberá quedarse en su configuración normal.

LENTAMENTE: abrir las válvulas de alta presión internas sobre el lado derecho de la guía. E inspeccionar todas las conexiones previamente desarmadas de posibles fugas usando un detector de fugas disponible y que sea compatible con el oxígeno.

Precaución: sobre cualquier circunstancia no usar lubricantes basados en hidrocarburos sobre la válvula de cambio o partes. Usar solo los lubricantes suministrados, o usar un equivalente adecuado, específicamente aprobado para uso médico y para servicio con oxígeno.

¹ Los Asientos Elastomericos Son Empaques De Hule.

Precaución: Hay riesgo de incendio, por lo tanto no permitir fumar, o cualquier otra fuente de ignición en el área donde el manifold esta localizado, o cercana a la válvula de alivio donde esta ventilado. Hacer todas las conexiones asegurándose que estén libres de grasa, suciedad o aceite. Ya que estas sustancias pueden quemarse con gran intensidad en aire, enriquecido con oxígeno, oxido nitroso y algunas mezclas de gas.

6.7 PROTOCOLOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CENTRAL DE OXIGENO.

A continuación se presenta un formato de mantenimiento para que las personas encargadas puedan realizar una revisión visual del equipo sin tener que parar operaciones, las pruebas deberán ser realizadas utilizando un aspersor con agua jabonosa para predecir si el equipo sufre de posibles fugas.

La inspección visual se recomienda realizarla por lo menos dos veces en el transcurso del año.

PROCEDIMIENTOS DE CAMBIO DE CILINDROS PARA CENTRALES DE OXIGENO.

CONSIDERACIONES GENERALES:

- Suena la alarma a 150 psi.
- verificar que se realiza el cambio de banco.
- Cerrar la válvula principal del banco que se agoto
- Cerrar válvulas de los cilindros.
- Desconectar los cilindros de las mangueras flexibles.
- Colocar los tapones a los cilindros vacíos.
- Quitar la cadena y apartar los cilindros vacíos
- Colocar los cilindros llenos.
- Colocar la cadena a los cilindros.
- Quitar los tapones y guardarlos.
- Conectar los cilindros a las mangueras flexibles.
- Chequear si se encuentran fugas, utilizando agua jabonosa.
- Abrir las válvulas de los cilindros en su totalidad.
- Hacer el venteo durante 30 segundos aproximadamente.
- Se abre la válvula maestra.
- Resetear la alarma.

Fecha:	Hora:
Presión del banco primario:	Presión del banco secundario:

Nombre del encargado.

Firma.

CHEQUEO DE MANIFOLD.IDENTIFICACION DEL EQUIPO

N° de Parte:	Equipo:
Localización:	Modelo:
Marca:	N° de Serie:
N° de Inventario:	Empresa Servicio Técnico:
Tipo:	Fecha Última Inspección:
Frecuencia de Inspección(meses):	Fecha Próxima Inspección:
Fecha Inspección Actual:	

ESTADO DE VALORACION

Inspección superada, el equipo es apto para el uso.	
El equipo ha necesitado reparación.	
El equipo ha tenido que ser descartado.	
El equipo no está reparado. No se puede usar.	

- Se debe verificar las presiones de los dos bancos en los medidores.
- Cerrar la válvula principal en uso.
- Debe de sonar la alarma.
- Se debe de verificar si se a realizado el cambio.
- Se debe de setear la alarma.
- Esperar un minuto para revisar si se han realizado bien los cambios.
- Anotar las presiones (banco primario y banco secundario)
- Abrir la válvula principal
- Anotar nuevamente las presiones (banco primario y banco secundario)
- Cerrar la válvula principal en uso.
- Debe de sonar la alarma.
- Se debe de verificar si se a realizado el cambio.
- Se debe de setear la alarma.
- Esperar un minuto para revisar si se han realizado bien los cambios.
- Anotar las presiones (banco primario y banco secundario)
- Abrir la válvula principal
- Anotar nuevamente las presiones (banco primario y banco secundario)
- Anotar todo en la bitácora día, fecha, presiones de banco primario, banco secundario, nombre de quien lo realizo.

* El programa se realizara cada tres meses y este procedimiento se debe de realizar en horas de poco consumo.

TEST CUALITATIVO Y CUANTITATIVO

TEST CUALITATIVO	PASO	FALLO	COMENTARIOS
CHASIS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
MONTAJE EN LA PARED	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
TOMA DE AC	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
ALIMENTACION DE AC	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
REVISION DE FUSIBLES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
CABECERAS DEL MANIFOLD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
MANGUERAS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
VALVULAS MAESTRAS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
ALARMA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SEÑALES AUDIBLES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
INDICADORES VISUALES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
TRASDUCTORES DE PRESION	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
VALVULAS CHECK	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
REGULADORES DE FUENTE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
MANOMETROS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
VALVULAS DE CAMBIO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
VALVULAS DE BOLA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
REGULADORES DE LINEA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SENSORES DE SALIDA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

TEST CUANTITATIVO	PASO	FALLO	OBSERVACIONES
CORRIENTES DE FUGAS DE CHASIS ($\leq 300\mu A$)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
RESISTENCIA A TIERRA ($\leq 0.5\Omega$)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
PRESION DE REGULADOR DE FUENTE (150 PSI)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
PRESION DE REGULADOR DE LINEA (55 PSI)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
PRESION DE ALIVIO EN LINEA (75 PSI)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
PRESION DE ALIVIO INTERMEDIA (200 PSI)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
TIEMPO DE CAMBIO DE BANCO A BANCO (SEGUNDOS)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
PRESION DE ACTIVACION DE ALARMA (65 PSI)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
PRESION DE CAMBIO DE BANCO (90 PSI)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Nombre del encargado.

Firma.

PROTOCOLOS PARA REVISION DE RED.

Esta revisión debe ser efectuada cada cinco años.

- Presurizar el sistema de distribución.
- Verificar la presión de línea.
- Revisar el ramal principal con agua jabonosa
- Verificar las presiones en las válvulas de zona.
- Comprobar que estas no tengan fugas.
- Anotarlas sen un registro.

Fecha: _____			
Zona que controla:		(50→55) Presión de trabajo	
	Válvula I	_____	PSI
	Válvula II	_____	PSI
	Válvula III	_____	PSI
	Válvula IV	_____	PSI
Encargado: _____			
Firma: _____			

- Posteriormente comprobar que las áreas se encuentren en uso.
- Cortar el flujo de gas de las diferentes áreas.
- Anotar las presiones en un registro.

7.0 INTRODUCCION.

En este capítulo se detalla el proceso y cálculos para el dimensionamiento del manifold y la red de distribución.

7.1 PROCESO PARA LA ELABORACION DEL PLANO ARQUITECTONICO.

Para elaborar el plano, se tomo en cuenta la siguiente metodología:

- a) Se ubica y mide el área del terreno.
- b) Se ubican las diferentes zonas de la construcción (edificio de operaciones), en este caso son: sala de operaciones 1, sala de operaciones 2, estancia de neonatos, recuperación, cirugía menor, pasillos, desvestideros, arsenal, baños, etc.
- c) Se miden las diferentes zonas de la construcción.
- d) Se mide el grosor de la pared de la construcción.
- e) Se ubican y miden las puertas de la construcción.
- f) Se ubican y miden las ventanas de la construcción.
- g) Se ubica el mobiliario y equipo en las zonas donde se colocaran los tomas de oxígeno.
- h) Se identifican con números o símbolos las diferentes zonas, mobiliarios y equipo de la construcción.
- i) Luego se trazan ejes coordenados, horizontales y verticales: los cuales se identifican con letras.
- j) Se colocan los nombres de cada área, mobiliario y equipo del edificio.
- k) Se traza la ruta de la red, que mas convenga; tomando en cuenta la ubicación de los tomas de oxígeno.

7.2 PROCESO PARA LA DISTRIBUCION DE LA RED DE OXIGENO ACTUAL.

Teniendo el plano arquitectónico elaborado, se procede a determinar

- a) Para el caso del diseño actual se determina la ubicación de los tomas existentes. Y para el diseño propuesto se determino con ayuda de los personales del edificio (médicos y anestesiastas) la ubicación de los tomas propuestos.
- b) En el caso de la red de distribución actual se determina el recorrido de la tubería en planta. Y para la red de distribución propuesta se determina el mejor recorrido en base a distancias y posición de las soportería.
- c) Los isométricos se hacen tomando en cuenta los ejes coordenados X-Y, los cuales nos indican las paredes principales del la planta de operaciones.

7.3 LOCALIZACION DE LA NUEVA CENTRAL DE OXIGENO.

La central de oxígeno propuesta estará en el mismo cuarto de suministro, con las siguientes recomendaciones:

- 1- Para la iluminación se utilizara una lámpara anti-explosiva, para evitar que cuando la lámpara caliente, explote y genere una chispa, la cual en un lugar con concentración de gas oxígeno, facilita el proceso de combustión.
- 2- Para una mayor ventilación, se recomienda mejorar el sistema, usando celosilla; la cual esta en la parte superior de la pared donde se encuentra el manifold.
- 3- Para aprovechar el espacio y mejorar la ventilación se recomienda el uso de una puerta corrediza de malla ciclón, ya que de esta forma se obtiene el espacio que se utiliza cuando se abre la puerta.

7.4 PASOS PARA DIMENSIONAMIENTO DEL MANIFOLD.

1. La presión en el sistema se debe encontrar en 50 → 55 psig.
2. Verificar el tamaño del manifold con el cliente. Si se conoce el consumo que se ha tenido en el pasado, sumar este a la demanda actual de las áreas que serán servidas con oxígeno.
3. Siempre se debe considerar un intervalo en el cual se van a reemplazar los cilindros.
4. Si no se tiene una demanda especifica para cualquier área, dimensionar siempre el manifold para un día promedio de suministro en cada banco.
5. Si el consumo excede los 20 cilindros por mes, el costo del gas en comparación con el costo de oxígeno líquido, puede justificar adquirir un sistema de oxígeno líquido.
6. Siempre se debe instalar el manifold en su propio cuarto (alejado de materiales inflamables). El cuarto debe ser ventilado hacia el exterior, ya sea utilizando ventilación mecánica o natural. Si se utiliza ventilación natural, las ventanas deben de tener un mínimo de 72 pulgadas² (464.5 cm²) en el área libre total.
7. La salida de alivio se debe colocar afuera del cuarto de suministro.

7.4.1 DETERMINANDO EL TIPO DE MANIFOLD.

Para determinar el tipo de manifold en el área hospitalaria se toma en cuenta el consumo actual existente en la planta hospitalaria, así como también se deja un margen específico de consumo para una posible ampliación(a futuro) en la red de suministro.

Ya que se conoce el consumo promedio actual de cilindros al interior del área, se puede determinar en base a tablas, el consumo actual en pies cúbicos de oxígeno gaseoso para cada área.

7.4.2 CONSUMO ACTUAL EN PIES CUBICOS PARA CADA AREA

AREA	# DE TOMAS	CONSUMO SCFM ¹ (LPM)	FACTOR DEMANDA	CONSUMO TOTAL
CIRUGIA	1	0.5 (14)	75%	5.25
RECUPERACION	4	2 (60)	50%	240
QUIROFANO 1	1	0.5 (14)	100%	70
QUIROFANO 2	1	0.5 (14)	100%	70
NEONATOS	1	1.5 (42)	75%	47.25
TOTAL	8			432.5

Donde **432.5** es el dato correspondiente al consumo en un día promedio de trabajo, tomando en cuenta que todas las áreas se encuentran operando a su máxima capacidad.

Conociendo la capacidad total del área se puede conocer el consumo de cilindros por día, y se puede establecer un margen para duración de cilindros por banco.(Ej.: 1 día, 2 días, 4 días, etc.)

Ejemplo:

$$\frac{\text{consumo total (pies}^3\text{)}}{\text{capacidad del cilindro (pies}^3\text{)}} = \#de\ cilindros\ por\ día$$

$$\frac{432.5\ \text{pies}^3}{220\ \text{pies}^3} = 1.965 \cong 2\ \text{cilindros.}$$

¹ LOS DATOS DE CONSUMO Y EL FACTOR DE DEMANDA SON OBTENIDOS EN BASE A TABLAS RECOMENDADAS POR MEDAES. MEDAES "MEDICAL DISTRIBUTION AND ARCHITECTURAL ENGINEERED SYSTEM"; ANEXOS 2, COPIA 4-9

Si se conoce que el consumo es de dos cilindros por banco se puede establecer el tipo de manifold a emplear (A X A)¹, y el tiempo de duración² de los cilindros por banco.

Manifold	DURACION
(A X A) cilindros	
2 X 2-----	2 DIAS (consumo actual)

7.4.3 CONSUMO PROPUESTO EN PIES CUBICOS PARA CADA AREA.

AREA	# DE TOMAS	CONSUMO SCFM(LPM)	FACTOR DEMANDA	CONSUMO TOTAL
CIRUGIA	2	0.5 (14)	75%	10.5
RECUPERACION	5	2 (60)	50%	300
QUIROFANO 1	2	0.5 (14)	100%	140
QUIROFANO 2	2	0.5 (14)	100%	140
PRE OPERATORIA (FUTURO)	2	1.5 (42)	10%	12.6
NEONATOS	1	1.5 (42)	75%	12.6
PASILLO GENERAL (EMERGENCIA)	1	2 (60)	25%	30
TOTAL	15			645.7

En la tabla de consumo propuesto se agrega un área preoperatorio ya que esta será construida a futuro y tendrá abastecimiento de oxígeno.

Para conocer el número de cilindros gastados por día en la instalación propuesta, se aplica la ecuación:

$$\frac{\text{consumo total (pies}^3\text{)}}{\text{capacidad del cilindro (pies}^3\text{)}} = \# \text{ de cilindros por día}$$

$$\frac{645.7 \text{ pies}^3}{220 \text{ pies}^3} = 2.935 \cong 3 \text{ cilindros.}$$

¹ Donde A x A indica el número de cilindros contenido por cada banco.

² La duración del contenido por banco puede variar según sea la demanda pico.

Debido a que el consumo propuesto con la red de distribución propuesta es de 3 cilindros por día, nosotros recomendamos la instalación de un **manifold 3 x 3** ya que es más conveniente en costos y maneja un tiempo de operación apropiado por cada banco.

Manifold	DURACION
(A X A) cilindros	
3 X 3-----	2 DIAS (consumo propuesto)

7.4.4 PRESIONES DEL MANIFOLD

A continuación se muestran las presiones de diseño en el manifold de los diferentes dispositivos que conforman parte de todo el sistema.

PRESIONES DE CONFIGURACION DEL MANIFOLD	
DISPOSITIVO	PRESION (PSIG)
VALVULA DE CAMBIO	90
REGULADOR DE FUENTE	150
REGULADOR DE LINEA	55
CONFIGURACIONES DE ALIVIO	75
PRESION DE LINEA	55
PRESION INTERMEDIA	200
ALARMAS	65

LAS CONFIGURACIONES DE PRESION PUEDEN VARIAR PARA ACOMODARSE EN LA INSTALACION.

Estas presiones están configuradas con asesoría de personal capacitado en el diseño de centrales de oxígeno.

7.4.5 CALCULOS PARA LA RED DE DISTRIBUCION

7.4.5.1 CRITERIOS DE DISEÑO PARA LA RED DE DISTRIBUCION.

CALCULO 1

PASOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIAS.

1. Se determina el flujo de oxígeno requerido para cada área, basado en el número de salidas.

para oxígeno se considera que son 10 Lpm por salida (0.35 SCFM).

2. Se Determina la longitud más larga de tubería de la fuente (Manifold) a la salida mas lejana.
3. A lo largo de esta sección de tuberías, se miden las distancias de la fuente (requerida) a la primera línea que deriva del ramal.
4. se calcula la longitud de tubería equivalente en esta sección.

Nota: En un sistema típico, una aproximación puede se obtiene agregando un 50% de la longitud medida tomando en cuenta (Codos, T, Acoples, etc).

5. se determina la presión del sistema en el comienzo de la sección y la caída de presión disponible.

	Presión inicial	Caída de presión permitida
Oxígeno	55 psi	5 psi

6. se determina el rango de flujo a través de esta sección de tuberías. (todas las áreas que van a ser suministradas por esta sección de tubería).
7. aplicar cualquier factor de uso para obtener el rango de flujo ajustado para esta sección de tubería.
8. comparar este rango de flujo ajustado a los rangos de diseño mínimos. Utilizando los valores mayores.

7.4.5.1.1 Diseño mínimo de flujo por ramal

Numero de salidas	% promedio de flujo Por salida	LPM(SCFM)
1-10	100	100(3.5)
11-25	75	100(3.5)
26-100	50	190(6.7)
101 o Mas	25	500(17.7)

9. El diámetro de tubería se estima. Utilizando el rango mínimo de flujo por ramal. Así mismo obteniendo la caída de presión para este tipo de tubería.

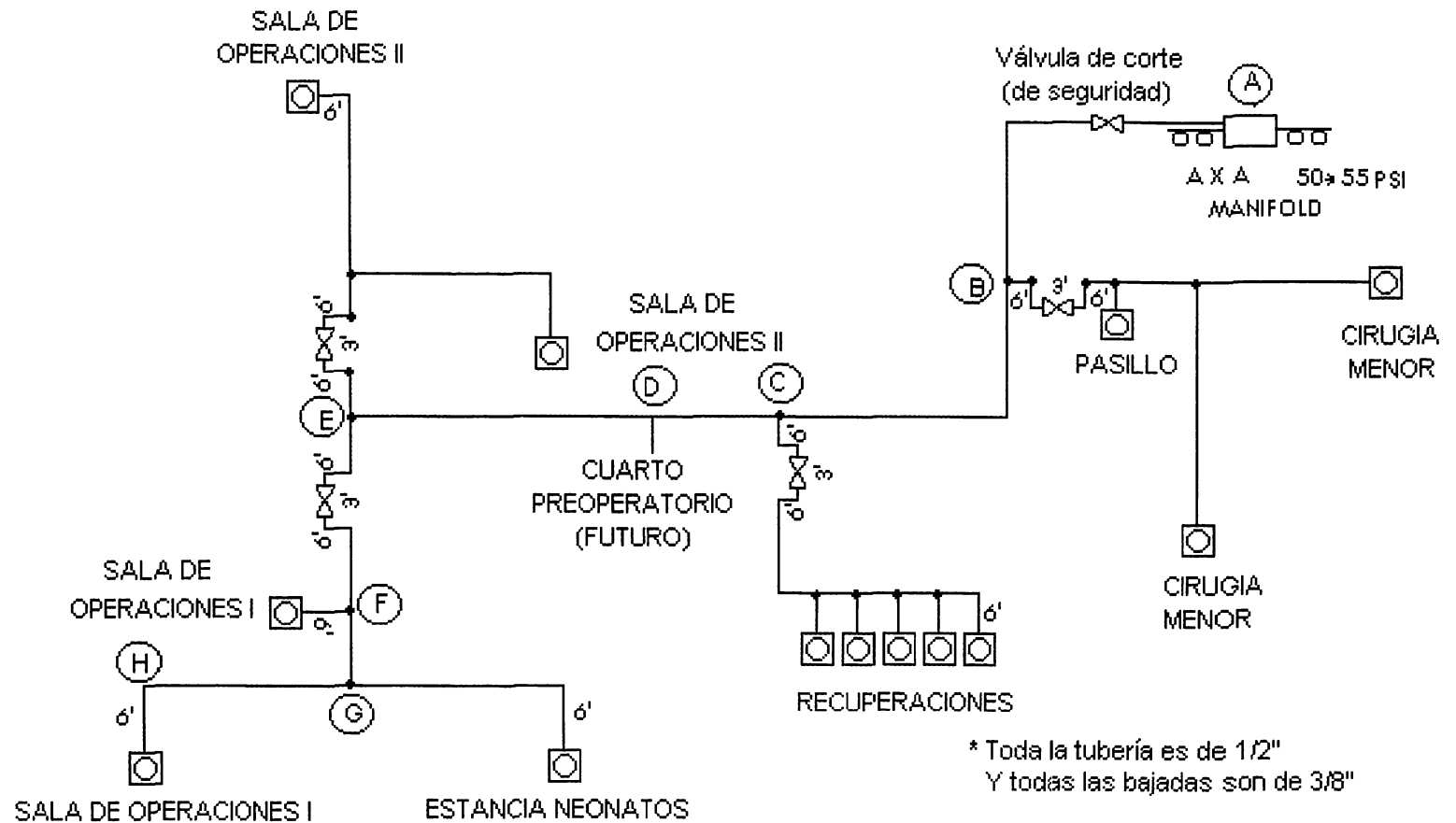
Nota: 1/2" es el diámetro de tubería mínimo para sistemas de gas presurizado y 3/4" es el diámetro mínimo para sistemas de vacío.

10. Determinar la caída de presión por sección multiplicando la caída de presión por 100 pies.

11. Restar este valor de la presión del sistema en el inicio de esta sección de tubería para obtener la presión del sistema en el fin de sección.

12. En total todas las caídas de presión. No deben exceder la máxima caída de presión permitida, en caso contrario se debe volver a redimensionar al sistema.

7.4.5.1.2 DIAGRAMA DE DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.



- Todas las longitudes están expresadas en pies.
- Los ramales principales son de tubería de 1/2".
- Las bajadas de tuberías son de 3/8".

**7.4.5.1.3 LONGITUDES MEDIDAS EN EL PLANO
TABLA PARA CALCULAR DIÁMETRO DE TUBERIA Y PÉRDIDA DE PRESION**

A SECCION DE TUBERIA	B LONGITUD MEDIDA		C LONGITUD EFECTIVA (B X 1.5 Mt)		D PRESION DEL SISTEMA EN INICIO DE SECCION (PSI)	E CAIDA DE PRESION DISPONIBLE (PSI) (E' - N)	F NUMERO DE SALIDA POR SECCION	G DISEÑO DE FLUJO POR SECCION (F X 10LPM)	H % DE FACTOR DE USO
	(FT)	(MTS)	(FT)	(MTS)					
	A - B	29.526	8.99	44.289					
B - C	27.888	8.49	41.832	12.74	54.726	4.87865	12	120	75%
C - D	6.562	2	9.843	3	54.527	4.79541	7	70	100%
D - E	31.497	9.59	47.245	14.39	54.328	4.77583	5	50	100%
E - F	15.843	4.82	23.7645	7.24	54.129	4.68182	3	30	100%
F - G	7.546	2.29	11.319	3.44	53.93	4.63453	2	20	100%
G - H	8.406	2.56	12.609	3.84	53.731	4.61201	1	10	100%

I FLUJO AJUSTADO (G X H / 100)	J FLUJO MINIMO POR RAMA (LPM) SCFM	K FLUJO (LPM) MAXIMO (USANDO SECCION I O J)	L DIAMETRO DE TUBERIA	M CAIDA DE PRESION/100 (PSI/FT)	N CAIDA DE PRESION POR SECCION (C X M) / 100	O PRESION DEL SISTEMA EN CADA FIN DE SECCION.(D - M)
112.5	100 (3.5)	112.5	1/2"	0.274	0.12135	54.726
90	100 (3.5)	100	1/2"	0.199	0.08324	54.527
70	100 (3.5)	100	1/2"	0.199	0.01958	54.328
50	100 (3.5)	100	1/2"	0.199	0.09401	54.129
30	100 (3.5)	100	1/2"	0.199	0.04729	53.93
20	100 (3.5)	100	1/2"	0.199	0.02252	53.731
10	100 (3.5)	100	1/2"	0.199	0.02509	53.532

LA CAIDA DE PRESION ES DE 1.468 PSI

7.4.5.1.4 DESCRIPCION DE LA TABLA UTILIZADA PARA CÁLCULO.

SECCION DE TUBERIA (A): Localiza los principales puntos de flujo en el sistema de distribución por tuberías.

LONGITUD MEDIDA (B): muestra el valor de la distancia medida(ramal principal) ya sea en pies o metros, para cada sección de tubería. En el caso de este diseño son siete específicos:(A – B),(B - C), (C – D), (D - E), (E - F), (F - G), (G - H).

LONGITUD EFECTIVA (B x 1.5 Ft)(C): aquí se asume una distancia efectiva la cual se origina por una distancia existente entre el ramal principal y las diferentes bajadas de tubería hacia los tomas de oxígeno.

PRESION DEL SISTEMA EN INICIO DE SECCION (D): coloca la presión disponible por cada sección, asumiendo 55 psi de entrada proveniente del manifold.

CAIDA DE PRESION DISPONIBLE (E): muestra la máxima caída de presión permisible en el sistema, así como las diferentes caídas de presión existentes por sección.

NUMERO DE SALIDAS POR SECCION (F): aquí se colocan los tomas de oxígeno existentes por cada sección de tubería del diseño existente.

DISEÑO DE FLUJO POR SECCION (G): En este diseño se asumen 10Lpm por cada salida de oxígeno. Por lo tanto el valor encontrado será el resultado de multiplicar el número de salidas por 10 Lpm.

FACTOR DE USO % (H): Este es un valor que se asigna según sea el número de tomas encontrado por cada área específica.

FLUJO AJUSTADO $(G \times H/100)$ LPM (I): es utilizado para redondear la cantidad de Lpm por cada tramo de tubería.

FLUJO MINIMO POR RAMA LPM (J): Este el valor mínimo permisible para poder ajustar el diseño.

FLUJO LPM MÁXIMO (K): consiste en seleccionar el mayor valor de los diferentes flujos ya sea I o J. Ya que este es el valor que fluye a través de esta sección.

DIÁMETRO DE TUBERIA (PULGADAS) (L): Se determina el diámetro de tubería para cada sección según sea la cantidad de flujo requerida.

CAIDA DE PRESION/100(M): Este valor de caída de presión es proporcionado por tablas de cálculo. Según sea el diámetro de tubería por cada 100 pies de longitud.

CAIDA DE PRESION POR SECCION $(C \times M/100)$ (N): En este punto se determina la caída de presión efectiva por cada sección incluyendo bajadas de tubería.

PRESION DEL SISTEMA EN FIN DE SECCION $(D - M)$ (O): se resta la presión de entrada disponible de la caída de presión



encontrada en cada sección.

7.4.5.1.5 MEMORIA DE CALCULO PARA LAS RECOMENDACIONES DEL DISEÑO DE MEDAES.

- 1- Teniendo la vista en planta del edificio, se hace un diagrama, con las distancias equivalentes, de cada tramo de sección.
- 2- Cuando ya se tiene el diagrama, se colocan los nodos; (estos están en las bifurcaciones del ramado principal de tubería, hasta el toma ó salida mas lejano).
- 3- Luego, se calculan las pérdidas de presión para cada sección de tubería. Las cuales se pueden ver en la tabla 7.6.1.2.

Para detallar el cálculo se tiene la sección de **A-B**.

- a) En la columna A se coloca la sección de tubería donde se va realizar el cálculo. **Sección A-B**.
- b) En la columna B se coloca la distancia de estos dos nodos. **29.526 ft.**
- c) En la columna C se multiplica la distancia medida por 1.5, ya que se toma un 50% de más por los accesorios (codos de 90° y T) y las bajadas de tubería. **$29.526 * 1.5 = 44.289 \text{ ft.}$**
- d) En la columna D se coloca la presión del sistema en inicio de la sección, la cual en el inicio es de **55 PSI**.
- e) En la columna E tenemos la caída de presión disponible en el sistema, el cual es de **5 PSI**.
- f) En la columna F se coloca el número de salidas, las cuales abastece esta sección; **15**.
- g) En la columna G se multiplica el número de salidas (dato de la columna F) por 10 LPM, y este va a ser el flujo por esta sección. **$15 * 10 \text{ LPM} = 150 \text{ LPM}$**
- h) En la columna H se tiene el porcentaje de factor de uso, para este número de salidas; (este dato se tiene en la tabla de medaes, tabla 7.6.1.1 ó ANEXOS 2, copia 4-21, Fig. 4-14) donde para 15 salidas es un **75%**
- i) En la columna I se multiplica el flujo por sección (150 LPM) por el porcentaje de factor de uso (75%) y esto se divide entre 100. Siendo este el flujo ajustado. **$(150 \text{ LPM} * 75)/100 = 112.5 \text{ LPM}$** .
- j) En la columna J se coloca el flujo mínimo por ramal, (este dato se saca de la tabla 7.6.1.1, de medaes), el cual para 15 salidas es: **100 LPM**.
- k) En la columna K se selecciona el flujo máximo, el cual es el dato mayor del flujo ajustado y el flujo mínimo por ramal. Como el flujo ajustado es mayor en esta sección se coloca el flujo ajustado. **112.5 LPM**.
- l) En la columna L se coloca el diámetro de tubería, en el cual $\frac{1}{2}$ " es el diámetro de tubería mínimo para ramados principales en un sistema de gas sometido a presión.(ANEXOS 2, NFPA 99, copia 99-46 y MEDAES, copia 4-21) $\frac{1}{2}$ ".
- m) En la columna M se coloca la caída de presión de esta sección, este dato se saca de la tabla de medaes (ANEXOS 2, copia 4-25, Fig. 4-19) , donde se busca el flujo máximo de la columna, en este caso 112.5 LPM, como en la tabla no se encuentra este flujo se busca el superior el cual es 120 LPM, luego en la fila de 120 LPM se busca la intersección con la tubería de $\frac{1}{2}$ ", y este dato es de: **0.274 PSI/FT**.
- n) En la columna N se multiplica la longitud efectiva (columna C) por la caída

de presión (columna M) y este resultado se divide entre 100. Esta va a ser nuestra caída de presión por esta sección.

$$(44.289 \text{ ft} * 0.274 \text{ PSI/ft}) / 100 = 0.12135 \text{ PSI}$$

- o) En la columna O se resta la presión del sistema en el inicio de la sección (columna D) menos la caída de presión (columna M), siendo esta la presión del sistema en el fin de la sección.

$$55 - 0.274 = 54.726 \text{ PSI}$$

Para la sección de **B-C** tenemos:

- p) En la columna A se coloca la sección de tubería donde se va realizar el cálculo. **Sección B-C.**
- q) En la columna B se coloca la distancia de estos dos nodos. **27.888 ft.**
- r) En la columna C se multiplica la distancia medida por 1.5, ya que se toma un 50% de más por los accesorios (codos de 90° y T) y las bajadas de tubería. **27.888 * 1.5 = 41.832 ft.**
- s) En la columna D se coloca la presión del sistema en inicio de la sección, la cual en el inicio de esta sección es la presión del sistema en el fin de la sección anterior: **54.726 PSI.**
- t) En la columna E tenemos la caída de presión disponible en el sistema, la cual se va sacar restando la caída de presión disponible en la sección anterior menos la caída de presión (columna N) de la sección anterior: **5 PSI - 0.12135 PSI = 4.87865 PSI**
- u) En la columna F se coloca el número de salidas, las cuales abastece esta sección; **12.**
- v) En la columna G se multiplica el número de salidas (dato de la columna F) por 10 LPM, y este va a ser el flujo por esta sección. **12 * 10 LPM = 120LPM**
- w) En la columna H se tiene el porcentaje de factor de uso, para este número de salidas; (este dato se tiene en la tabla de medaes, tabla 7.6.1.1 ó ANEXOS 2, copia 4-21, Fig. 4-14) donde para 12 salidas es un **75%**
- x) En la columna I se multiplica el flujo por sección (120 LPM) por el porcentaje de factor de uso (75%) y esto se divide entre 100. Siendo este el flujo ajustado. **(120 LPM * 75)/100 = 90 LPM.**
- y) En la columna J se coloca el flujo mínimo por ramal, (este dato se saca de la tabla 7.6.1.1, de medaes), el cual para 12 salidas es: **100 LPM.**
- z) En la columna K se selecciona el flujo máximo, el cual es el dato mayor del flujo ajustado y el flujo mínimo por ramal. Como el flujo mínimo por ramal es mayor en esta sección se coloca el flujo mínimo. **100 LPM.**
- aa) En la columna L se coloca el diámetro de tubería, en el cual 1/2" es el diámetro de tubería mínimo para ramados principales en un sistema de gas sometido a presión.(ANEXOS 2, NFPA 99, copia 99-46 y MEDAES, copia 4-21): **1/2".**
- bb) En la columna M se coloca la caída de presión de esta sección, este dato se saca de la tabla de medaes (ANEXOS 2, copia 4-25, Fig. 4-19) , donde se busca el flujo máximo de la columna, en este caso es 100 LPM, luego en la fila de 100 LPM se busca la intersección con la tubería de 1/2", y este dato es de: **0.199 PSI/FT.**
- cc) En la columna N se multiplica la longitud efectiva (columna C) por la caída de presión (columna M) y este resultado se divide entre 100. Esta va a ser

nuestra caída de presión por esta sección.

$$(41.832 \text{ ft} * 0.199 \text{ PSI/ft}) / 100 = 0.08324 \text{ PSI}$$

dd) En la columna O se resta la presión del sistema en el inicio de la sección (columna D) menos la caída de presión (columna M). siendo esta la presión del sistema en el fin de la sección.

$$54.726 - 0.199 = 54.527 \text{ PSI}$$

Para la sección de **C-D** tenemos:

ee) En la columna A se coloca la sección de tubería donde se va realizar el cálculo. **Sección C-D.**

ff) En la columna B se coloca la distancia de estos dos nodos. **6.562 ft.**

gg) En la columna C se multiplica la distancia medida por 1.5, ya que se toma un 50% de más por los accesorios (codos de 90° y T) y las bajadas de tubería. **6.562 * 1.5 = 9.843 ft.**

hh) En la columna D se coloca la presión del sistema en inicio de la sección, la cual en el inicio de esta sección es la presión del sistema en el fin de la sección anterior: **54.527 PSI.**

ii) En la columna E tenemos la caída de presión disponible en el sistema, la cual se va sacar restando la caída de presión disponible en la sección anterior menos la caída de presión (columna N) de la sección anterior: **4.87865 PSI - 0.08324 PSI = 4.79541 PSI**

jj) En la columna F se coloca el número de salidas, las cuales abastece esta sección; **7.**

kk) En la columna G se multiplica el número de salidas (dato de la columna F) por 10 LPM, y este va a ser el flujo por esta sección. **7 * 10 LPM = 70 LPM**

ll) En la columna H se tiene el porcentaje de factor de uso, para este número de salidas; (este dato se tiene en la tabla de medaes, tabla 7.6.1.1 ó ANEXOS 2, copia 4-21, Fig. 4-14) donde para 7 salidas es un **100%**

mm) En la columna I se multiplica el flujo por sección (70 LPM) por el porcentaje de factor de uso (100%) y esto se divide entre 100. Siendo este el flujo ajustado. **(70 LPM * 100)/100 = 70 LPM.**

nn) En la columna J se coloca el flujo mínimo por ramal, (este dato se saca de la tabla 7.6.1.1, de medaes), el cual para 7 salidas es: **100 LPM.**

oo) En la columna K se selecciona el flujo máximo, el cual es el dato mayor del flujo ajustado y el flujo mínimo por ramal. Como el flujo mínimo por ramal es mayor en esta sección se coloca el flujo mínimo: **100 LPM.**

pp) En la columna L se coloca el diámetro de tubería, en el cual 1/2" es el diámetro de tubería mínimo para ramados principales en un sistema de gas sometido a presión.(ANEXOS 2, NFPA 99, copia 99-46 y MEDAES, copia 4-21): **1/2".**

qq) En la columna M se coloca la caída de presión de esta sección, este dato se saca de la tabla de medaes (ANEXOS 2, copia 4-25, Fig. 4-19) , donde se busca el flujo máximo de la columna, en este caso es 100 LPM, luego en la fila de 100 LPM se busca la intersección con la tubería de 1/2", y este dato es de: **0.199 PSI/FT.**

rr) En la columna N se multiplica la longitud efectiva (columna C) por la caída de presión (columna M) y este resultado se divide entre 100. Esta va a ser

nuestra caída de presión por esta sección.

$$(9.843 \text{ ft} * 0.199 \text{ PSI/ft}) / 100 = 0.01958 \text{ PSI}$$

- ss) En la columna O se resta la presión del sistema en el inicio de la sección (columna D) menos la caída de presión (columna M). siendo esta la presión del sistema en el fin de la sección.

$$54.527 - 0.199 = 54.328 \text{ PSI}$$

Para la sección de **D-E** tenemos:

- tt) En la columna A se coloca la sección de tubería donde se va realizar el cálculo. **Sección D-E.**
- uu) En la columna B se coloca la distancia de estos dos nodos. **31.497 ft.**
- vv) En la columna C se multiplica la distancia medida por 1.5, ya que se toma un 50% de más por los accesorios (codos de 90° y T) y las bajadas de tubería. **31.497 * 1.5 = 47.245 ft.**
- ww) En la columna D se coloca la presión del sistema en inicio de la sección, la cual en el inicio de esta sección es la presión del sistema en el fin de la sección anterior: **54.328 PSI.**
- xx) En la columna E tenemos la caída de presión disponible en el sistema, la cual se va sacar restando la caída de presión disponible en la sección anterior menos la caída de presión (columna N) de la sección anterior: **4.79541 PSI - 0.01958 PSI = 4.77583 PSI**
- yy) En la columna F se coloca el número de salidas, las cuales abastece esta sección; **5.**
- zz) En la columna G se multiplica el número de salidas (dato de la columna F) por 10 LPM, y este va a ser el flujo por esta sección. **5 * 10 LPM = 50LPM**
- aaa) En la columna H se tiene el porcentaje de factor de uso, para este número de salidas; (este dato se tiene en la tabla de medaes, tabla 7.6.1.1 ó ANEXOS 2, copia 4-21, Fig. 4-14) donde para 5 salidas es un **100%**
- bbb) En la columna I se multiplica el flujo por sección (50 LPM) por el porcentaje de factor de uso (100%) y esto se divide entre 100. Siendo este el flujo ajustado. **(50 LPM * 100)/100 = 50 LPM.**
- ccc) En la columna J se coloca el flujo mínimo por ramal, (este dato se saca de la tabla 7.6.1.1, de medaes), el cual para 5 salidas es: **100 LPM.**
- ddd) En la columna K se selecciona el flujo máximo, el cual es el dato mayor del flujo ajustado y el flujo mínimo por ramal. Como el flujo mínimo por ramal es mayor en esta sección se coloca el flujo mínimo: **100 LPM.**
- eee) En la columna L se coloca el diámetro de tubería, en el cual ½" es el diámetro de tubería mínimo para ramados principales en un sistema de gas sometido a presión.(ANEXOS 2, NFPA 99, copia 99-46 y MEDAES, copia 4-21); ½".
- fff) En la columna M se coloca la caída de presión de esta sección, este dato se saca de la tabla de medaes (ANEXOS 2, copia 4-25, Fig. 4-19) , donde se busca el flujo máximo de la columna, en este caso es 100 LPM, luego en la fila de 100 LPM se busca la intersección con la tubería de ½", y este dato es de: **0.199 PSI/FT.**
- ggg) En la columna N se multiplica la longitud efectiva (columna C) por la caída de presión (columna M) y este resultado se divide entre 100. Esta va a ser nuestra caída de presión por esta sección.

$$(47.245 \text{ ft} * 0.199 \text{ PSI/ft}) / 100 = 0.09401 \text{ PSI}$$

hhh) En la columna O se resta la presión del sistema en el inicio de la sección (columna D) menos la caída de presión (columna M). siendo esta la presión del sistema en el fin de la sección.

$$54.328 - 0.199 = 54.129 \text{ PSI}$$

Para la sección de **E-F** tenemos:

iii) En la columna A se coloca la sección de tubería donde se va realizar el cálculo. **Sección E-F.**

iji) En la columna B se coloca la distancia de estos dos nodos. **15.843 ft.**

kkk) En la columna C se multiplica la distancia medida por 1.5, ya que se toma un 50% de más por los accesorios (codos de 90° y T) y las bajadas de tubería. **15.843 * 1.5 = 23.7645 ft.**

lll) En la columna D se coloca la presión del sistema en inicio de la sección, la cual en el inicio de esta sección es la presión del sistema en el fin de la sección anterior: **54.129 PSI.**

mmm) En la columna E tenemos la caída de presión disponible en el sistema, la cual se va sacar restando la caída de presión disponible en la sección anterior menos la caída de presión (columna N) de la sección anterior: **4.77583 PSI - 0.09401 PSI = 4.68182 PSI**

nnn) En la columna F se coloca el número de salidas, las cuales abastece esta sección; **3.**

ooo) En la columna G se multiplica el número de salidas (dato de la columna F) por 10 LPM, y este va a ser el flujo por esta sección. **3 * 10 LPM = 30 LPM**

ppp) En la columna H se tiene el porcentaje de factor de uso, para este número de salidas; (este dato se tiene en la tabla de medaes, tabla 7.6.1.1 ó ANEXOS 2, copia 4-21, Fig. 4-14) donde para 3 salidas es un **100%**

qqq) En la columna I se multiplica el flujo por sección (30 LPM) por el porcentaje de factor de uso (100%) y esto se divide entre 100. Siendo este el flujo ajustado. **(30 LPM * 100)/100 = 30 LPM.**

rrr) En la columna J se coloca el flujo mínimo por ramal, (este dato se saca de la tabla 7.6.1.1, de medaes), el cual para 3 salidas es: **100 LPM.**

sss) En la columna K se selecciona el flujo máximo, el cual es el dato mayor del flujo ajustado y el flujo mínimo por ramal. Como el flujo mínimo por ramal es mayor en esta sección se coloca el flujo mínimo: **100 LPM.**

ttt) En la columna L se coloca el diámetro de tubería, en el cual 1/2" es el diámetro de tubería mínimo para ramados principales en un sistema de gas sometido a presión.(ANEXOS 2, NFPA 99, copia 99-46 y MEDAES, copia 4-21); **1/2".**

uuu) En la columna M se coloca la caída de presión de esta sección, este dato se saca de la tabla de medaes (ANEXOS 2, copia 4-25, Fig. 4-19) , donde se busca el flujo máximo de la columna, en este caso es 100 LPM, luego en la fila de 100 LPM se busca la intersección con la tubería de 1/2", y este dato es de: **0.199 PSI/FT.**

vvv) En la columna N se multiplica la longitud efectiva (columna C) por la caída de presión (columna M) y este resultado se divide entre 100. Esta va a ser nuestra caída de presión por esta sección.

$$(23.7645 \text{ ft} * 0.199 \text{ PSI/ft}) / 100 = 0.04729 \text{ PSI}$$

www) En la columna O se resta la presión del sistema en el inicio de la sección (columna D) menos la caída de presión (columna M). siendo esta la presión del sistema en el fin de la sección.

$$54.129 - 0.199 = 53.93 \text{ PSI}$$

Para la sección de **F-G** tenemos:

xxx) En la columna A se coloca la sección de tubería donde se va realizar el cálculo. **Sección F-G.**

yyy) En la columna B se coloca la distancia de estos dos nodos. **7.546 ft.**

zzz) En la columna C se multiplica la distancia medida por 1.5, ya que se toma un 50% de más por los accesorios (codos de 90° y T) y las bajadas de tubería. **7.546 * 1.5 = 11.319 ft.**

aaaa) En la columna D se coloca la presión del sistema en inicio de la sección, la cual en el inicio de esta sección es la presión del sistema en el fin de la sección anterior: **53.93 PSI.**

bbbb) En la columna E tenemos la caída de presión disponible en el sistema, la cual se va sacar restando la caída de presión disponible en la sección anterior menos la caída de presión(columna N) de la sección anterior: **4.68182 PSI - 0.04729 PSI = 4.63453 PSI**

cccc) En la columna F se coloca el número de salidas, las cuales abastece esta sección; **2.**

dddd) En la columna G se multiplica el número de salidas (dato de la columna F) por 10 LPM, y este va a ser el flujo por esta sección. **2 * 10 LPM = 20LPM**

eeee) En la columna H se tiene el porcentaje de factor de uso, para este número de salidas; (este dato se tiene en la tabla de medaes, tabla 7.6.1.1 ó ANEXOS 2, copia 4-21, Fig. 4-14) donde para 2 salidas es un **100%**

ffff) En la columna I se multiplica el flujo por sección (20 LPM) por el porcentaje de factor de uso (100%) y esto se divide entre 100. Siendo este el flujo ajustado. **(20 LPM * 100)/100 = 20 LPM.**

gggg) En la columna J se coloca el flujo mínimo por ramal, (este dato se saca de la tabla 7.6.1.1, de medaes), el cual para 2 salidas es: **100 LPM.**

hhhh) En la columna K se selecciona el flujo máximo, el cual es el dato mayor del flujo ajustado y el flujo mínimo por ramal. Como el flujo mínimo por ramal es mayor en esta sección se coloca el flujo mínimo: **100 LPM.**

iiii) En la columna L se coloca el diámetro de tubería, en el cual 1/2" es el diámetro de tubería mínimo para ramados principales en un sistema de gas sometido a presión.(ANEXOS 2, NFPA 99, copia 99-46 y MEDAES, copia 4-21): **1/2".**

iiiii) En la columna M se coloca la caída de presión de esta sección, este dato se saca de la tabla de medaes (ANEXOS 2, copia 4-25, Fig. 4-19) , donde se busca el flujo máximo de la columna, en este caso es 100 LPM, luego en la fila de 100 LPM se busca la intersección con la tubería de 1/2", y este dato es de: **0.199 PSI/FT.**

kkkk) En la columna N se multiplica la longitud efectiva (columna C) por la caída de presión (columna M) y este resultado se divide entre 100. Esta va a ser nuestra caída de presión por esta sección.

$$(11.319 \text{ ft} * 0.199 \text{ PSI/ft}) / 100 = 0.02252 \text{ PSI}$$

llll) En la columna O se resta la presión del sistema en el inicio de la sección (columna D) menos la caída de presión (columna M). siendo esta la presión del sistema en el fin de la sección.

$$53.93 - 0.199 = 53.731 \text{ PSI}$$

Para la sección de **G - H** tenemos:

mmmm) En la columna A se coloca la sección de tubería donde se va realizar el cálculo. **Sección G - H.**

nnnn) En la columna B se coloca la distancia de estos dos nodos. **8.406 ft.**

oooo) En la columna C se multiplica la distancia medida por 1.5, ya que se toma un 50% de más por los accesorios (codos de 90° y T) y las bajadas de tubería. **8.406 ft * 1.5 = 12.609 ft.**

pppp) En la columna D se coloca la presión del sistema en inicio de la sección, la cual en el inicio de esta sección es la presión del sistema en el fin de la sección anterior: **53.731 PSI.**

qqqq) En la columna E tenemos la caída de presión disponible en el sistema, la cual se va sacar restando la caída de presión disponible en la sección anterior menos la caída de presión(columna N) de la sección anterior: **4.63453 PSI - 0.02252 PSI = 4.61201 PSI**

rrrr) En la columna F se coloca el número de salidas, las cuales abastece esta sección; **1.**

ssss) En la columna G se multiplica el número de salidas (dato de la columna F) por 10 LPM, y este va a ser el flujo por esta sección. **1 * 10 LPM = 10LPM**

tttt) En la columna H se tiene el porcentaje de factor de uso, para este número de salidas; (este dato se tiene en la tabla de medaes, tabla 7.6.1.1 ó ANEXOS 2, copia 4-21, Fig. 4-14) donde para 1 salidas es un **100%**

uuuu) En la columna I se multiplica el flujo por sección (10 LPM) por el porcentaje de factor de uso (100%) y esto se divide entre 100. Siendo este el flujo ajustado. **(10 LPM * 100)/100 = 10 LPM.**

vvvv) En la columna J se coloca el flujo mínimo por ramal, (este dato se saca de la tabla 7.6.1.1, de medaes), el cual para 1 salidas es: **100 LPM.**

wwww) En la columna K se selecciona el flujo máximo, el cual es el dato mayor del flujo ajustado y el flujo mínimo por ramal. Como el flujo mínimo por ramal es mayor en esta sección se coloca el flujo mínimo: **100 LPM.**

xxxx) En la columna L se coloca el diámetro de tubería, en el cual 1/2" es el diámetro de tubería mínimo para ramados principales en un sistema de gas sometido a presión.(ANEXOS 2, NFPA 99, copia 99-46 y MEDAES, copia 4-21): **1/2".**

yyyy) En la columna M se coloca la caída de presión de esta sección, este dato se saca de la tabla de medaes (ANEXOS 2, copia 4-25, Fig. 4-19) , donde se busca el flujo máximo de la columna, en este caso es 100 LPM, luego en la fila de 100 LPM se busca la intersección con la tubería de 1/2", y este dato es de: **0.199 PSI/FT.**

zzzz) En la columna N se multiplica la longitud efectiva (columna C) por la caída de presión (columna M) y este resultado se divide entre 100. Esta va a ser nuestra caída de presión por esta sección.

$$(12.609 \text{ ft} * 0.199 \text{ PSI/ft}) / 100 = 0.02509 \text{ PSI}$$


aaaaa) En la columna O se resta la presión del sistema en el inicio de la sección (columna D) menos la caída de presión (columna M). siendo esta la presión del sistema en el fin de la sección.

$$53.731 - 0.199 = 53.532 \text{ PSI}$$

CALCULO 2

7.4.5.2 METODO DE CALCULO SUGERIDO POR CHEMETRON DIVISIÓN MEDICA.

PASOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS.

1. Se marcan sobre el dibujo arquitectónico todos los rangos de flujo através del sistema.
2. Este flujo se asume que es un rango de 20 Lpm por salida de oxígeno.(sugiriendo un factor de uso del 50%).
3. Con los LPM conocidos , comenzar el suministro de oxígeno con 55 psig.
4. Usando diámetro de tubería de 3/4" como mínimo, colocar sobre el dibujo la "longitud de tubería en pies", el numero de pies que hay entre la fuente de suministro y la primera intersección lateral(elevación o bajada).
5. Leer la caída de presión debajo de los Lpm requeridos para el área. Esta es la nueva presión en esta intersección.
6. Continuando a lo largo de la primera conexión lateral de alimentación e iniciando con tubería de 1/2" como mínimo, colocar este diámetro de tubería sobre "la longitud de tubería en pies". *Tabla chemetron*.(usando información de la longitud de tubería tomada del plano arquitectónico).
7. En este punto leer la caída de presión sobre los Lpm para esa sección en particular.
8. Otra vez, restar esta caída de presión de la intersección lateral. El resultado es la presión que hay en la conexión lateral con la primera alimentación.
9. Así se van restando sucesivamente los rangos de flujo para cada sección pasada.
10. Si la caída de presión en todo el sistema es mas alta en comparación con el máximo permitido (5 Psig).se deberá volver a redimensionar parte del sistema de tuberías usando diámetros mayores.
11. Después que todo el sistema de tuberías ha sido dimensionado, asegurarse que la caída de presión combinada para el sistema completo no excede los 5 Psig. 

7.4.5.2.1 TABLA PARA CALCULAR DIÁMETRO DE TUBERIA Y PERDIDA DE PRESION.

7.6.1.5. LONGITUDES MEDIDAS EN PLANO

TABLA PARA EL CALCULO DE PRESION Y DIAMETRO DE TUBERIA (REGLA CHEMETRON)

A	B	C	D	E	F	G	H	I
Sección	Distancia (PIES)	Diametro de Tubería (Pulgada)	Presión en Inicio (PSI)	Presión disponible (PSI)	Número de salidas	Flujo por Sección (F*20lpm)	Caida de presión (PSI)	Presión en cada fin de Sección (PSI)
A → B	29.526	1/2"	55	5	15	300	0.43	54.57
B → C	27.888	1/2"	54.57	4.57	12	240	0.26	54.31
C → D	6.562	1/2"	54.31	4.31	7	140	0.031	54.279
D → E	31.497	1/2"	54.279	4.279	5	100	0.05	54.229
E → F	15.843	1/2"	54.229	4.229	3	60	0.03	54.199
F → G	7.546	1/2"	54.199	4.199	2	40	0.03	54.169
G → H	8.406	1/2"	54.169	4.169	1	20	0.03	54.139

LA CAIDA DE PRESION ES DE 0.861 PSI

LA CAIDA DE PRESION EN ACCESORIOS Y BAJADAS ES DE 0.6027 PSI

LA CAIDA DE PRESION TOTAL EN LA RED ES DE 1.4637 PSI

7.4.5.2.2 MEMORIA DE CALCULO UTILIZANDO LAS RECOMENDACIONES DE DISEÑO DE LA REGLA CHEMETRON.

1- Teniendo la vista en planta del edificio, se hace un diagrama, con las distancias equivalentes, de cada tramo de sección.

2- Cuando ya se tiene el diagrama, se colocan los nodos; (estos están en las bifurcaciones del ramado principal de tubería, hasta el toma ó salida mas lejano).

3- Luego, se calculan las pérdidas de presión para cada sección de tubería. Las cuales se pueden ver en la tabla 7.6.1.6.

Para detallar el cálculo se tiene la sección de **A-B**.

bbbb) En la columna A se coloca la sección de tubería donde se va realizar el cálculo. **Sección A-B**.

cccc) En la columna B se coloca la distancia de estos dos nodos. **29.526 ft.**

dddd) En la columna C se coloca el diámetro de tubería, en el cual $\frac{1}{2}$ " es el diámetro de tubería mínimo para ramados principales en un sistema de gas sometido a presión.(ANEXOS 2, NFPA 99, copia 99-46 y MEDAES, copia 4-21) $\frac{1}{2}$ ".

eeee) En la columna D se coloca la presión del sistema en el inicio de la sección, la cual es de **55 PSI**.

ffff) En la columna E tenemos la caída de presión disponible en el sistema, el cual es de **5 PSI**.

gggg) En la columna F se coloca el número de salidas, las cuales abastece esta sección; **15**.

hhhh) En la columna G se multiplica el número de salidas (dato de la columna F) por 20 LPM, y este va a ser el flujo por esta sección. **15 * 20 LPM = 300LPM**

iiii) En la columna H se coloca la caída de presión de esta sección, este dato se saca de la regla de CHEMETRON (ANEXOS 2, regla de CHEMETRON), donde se coloca el diámetro de $\frac{1}{2}$ " en la longitud de la sección, si no hay ese dato exacto se pone en el superior. Luego se busca la cantidad de flujo (dato de la columna G) y con ese dato se ve la caída de presión la cual es de: **0.43 PSI**.

iiiii) En la columna I se resta la presión del sistema en el inicio de la sección (columna D) menos la caída de presión (columna H). Siendo esta la presión del sistema en el fin de la sección.

$$55 - 0.43 = 54.57 \text{ PSI}$$

Para la sección de **B-C** tenemos:

kkkk) En la columna A se coloca la sección de tubería donde se va realizar el cálculo. **Sección B-C**.

llll) En la columna B se coloca la distancia de estos dos nodos. **27.888 ft.**

mmmm) En la columna C se coloca el diámetro de tubería, en el cual $\frac{1}{2}$ " es el diámetro de tubería mínimo para ramados principales en un sistema de gas sometido a presión.(ANEXOS 2, NFPA 99, copia 99-46 y MEDAES, copia 4-

- 21) $\frac{1}{2}$ ".
- nnnnn) En la columna D se coloca la presión del sistema en el inicio de la sección, la cual es la presión en el fin de la sección anterior: **54.57 PSI.**
- ooooo) En la columna E tenemos la caída de presión disponible en el sistema, la cual es la resta de la presión disponible en la sección anterior menos la caída de presión de la sección anterior (columna H): **5 PSI – 0.43 PSI = 4.57 PSI**
- ppppp) En la columna F se coloca el número de salidas, las cuales abastece esta sección; **12.**
- qqqqq) En la columna G se multiplica el número de salidas (dato de la columna F) por 20 LPM, y este va a ser el flujo por esta sección. **12 * 20 LPM = 240LPM**
- rrrrr) En la columna H se coloca la caída de presión de esta sección, este dato se saca de la regla de CHEMETRON (ANEXOS 2, regla de CHEMETRON), donde se coloca el diámetro de $\frac{1}{2}$ " en la longitud de la sección, si no hay ese dato exacto se pone en el superior. Luego se busca la cantidad de flujo (dato de la columna G) y con ese dato se ve la caída de presión la cual es de: **0.26 PSI.**
- sssss) En la columna I se resta la presión del sistema en el inicio de la sección (columna D) menos la caída de presión (columna H). Siendo esta la presión del sistema en el fin de la sección.
54.57 - 0.26 = 54.31 PSI

Para la sección de **C-D** tenemos:

- ttttt) En la columna A se coloca la sección de tubería donde se va realizar el cálculo. **Sección C-D.**
- uuuuu) En la columna B se coloca la distancia de estos dos nodos. **6.562 ft.**
- vvvvv) En la columna C se coloca el diámetro de tubería, en el cual $\frac{1}{2}$ " es el diámetro de tubería mínimo para ramados principales en un sistema de gas sometido a presión.(ANEXOS 2, NFPA 99, copia 99-46 y MEDAES, copia 4-21) $\frac{1}{2}$ ".
- wwwww) En la columna D se coloca la presión del sistema en el inicio de la sección, la cual es la presión en el fin de la sección anterior: **54.31 PSI.**
- xxxxx) En la columna E tenemos la caída de presión disponible en el sistema, la cual es la resta de la presión disponible en la sección anterior menos la caída de presión de la sección anterior (columna H): **4.57 PSI – 0.26 PSI = 4.31 PSI**
- yyyyy) En la columna F se coloca el número de salidas, las cuales abastece esta sección; **7.**
- zzzzz) En la columna G se multiplica el número de salidas (dato de la columna F) por 20 LPM, y este va a ser el flujo por esta sección. **7 * 20 LPM = 140LPM**
- aaaaa) En la columna H se coloca la caída de presión de esta sección, este dato se saca de la regla de CHEMETRON (ANEXOS 2, regla de CHEMETRON), donde se coloca el diámetro de $\frac{1}{2}$ " en la longitud de la sección, si no hay ese dato exacto se pone en el superior. Luego se busca la cantidad de flujo (dato de la columna G) y con ese dato se ve la caída de presión la cual es de: **0.031 PSI.**

bbbbbb) En la columna I se resta la presión del sistema en el inicio de la sección (columna D) menos la caída de presión (columna H). Siendo esta la presión del sistema en el fin de la sección.

$$54.31 - 0.031 = 54.279 \text{ PSI}$$

Para la sección de **D-E** tenemos:

cccccc) En la columna A se coloca la sección de tubería donde se va realizar el cálculo. **Sección D-E.**

dddddd) En la columna B se coloca la distancia de estos dos nodos. **31.497 ft.**

eeeeee) En la columna C se coloca el diámetro de tubería, en el cual $\frac{1}{2}$ " es el diámetro de tubería mínimo para ramados principales en un sistema de gas sometido a presión.(ANEXOS 2, NFPA 99, copia 99-46 y MEDAES, copia 4-21) $\frac{1}{2}$ ".

ffffff) En la columna D se coloca la presión del sistema en el inicio de la sección, la cual es la presión en el fin de la sección anterior: **54.279 PSI.**

gggggg) En la columna E tenemos la caída de presión disponible en el sistema, la cual es la resta de la presión disponible en la sección anterior menos la caída de presión de la sección anterior (columna H): **4.31 PSI – 0.031 PSI = 4.279 PSI**

hhhhh) En la columna F se coloca el número de salidas, las cuales abastece esta sección; **5.**

iiiiii) En la columna G se multiplica el número de salidas (dato de la columna F) por 20 LPM, y este va a ser el flujo por esta sección. **5 * 20 LPM = 100LPM**

iiiiii) En la columna H se coloca la caída de presión de esta sección, este dato se saca de la regla de CHEMETRON (ANEXOS 2, regla de CHEMETRON), donde se coloca el diámetro de $\frac{1}{2}$ " en la longitud de la sección, si no hay ese dato exacto se pone en el superior. Luego se busca la cantidad de flujo (dato de la columna G) y con ese dato se ve la caída de presión la cual es de: **0.05 PSI.**

kkkkkk) En la columna I se resta la presión del sistema en el inicio de la sección (columna D) menos la caída de presión (columna H). Siendo esta la presión del sistema en el fin de la sección.

$$54.279 - 0.05 = 54.229 \text{ PSI}$$

Para la sección de **E-F** tenemos:

llllll) En la columna A se coloca la sección de tubería donde se va realizar el cálculo. **Sección E-F.**

mmmmm) En la columna B se coloca la distancia de estos dos nodos. **15.843 ft.**

nnnnn) En la columna C se coloca el diámetro de tubería, en el cual $\frac{1}{2}$ " es el diámetro de tubería mínimo para ramados principales en un sistema de gas sometido a presión.(ANEXOS 2, NFPA 99, copia 99-46 y MEDAES, copia 4-21) $\frac{1}{2}$ ".

ooooo) En la columna D se coloca la presión del sistema en el inicio de la sección, la cual es la presión en el fin de la sección anterior: **54.229 PSI.**

pppppp) En la columna E tenemos la caída de presión disponible en el sistema, la cual es la resta de la presión disponible en la sección anterior menos la caída de presión de la sección anterior (columna H): **4.279 PSI – 0.05 PSI =**

4.229 PSI

qqqqqq) En la columna F se coloca el número de salidas, las cuales abastece esta sección; **3**.

rrrrrr) En la columna G se multiplica el número de salidas (dato de la columna F) por 20 LPM, y este va a ser el flujo por esta sección. **$3 * 20 \text{ LPM} = 60 \text{ LPM}$**

ssssss) En la columna H se coloca la caída de presión de esta sección, este dato se saca de la regla de CHEMETRON (ANEXOS 2, regla de CHEMETRON), donde se coloca el diámetro de 1/2" en la longitud de la sección, si no hay ese dato exacto se pone en el superior. Luego se busca la cantidad de flujo (dato de la columna G) y con ese dato se ve la caída de presión la cual es de: **0.03 PSI**.

tttttt) En la columna I se resta la presión del sistema en el inicio de la sección (columna D) menos la caída de presión (columna H). Siendo esta la presión del sistema en el fin de la sección.

$$54.229 - 0.03 = 54.199 \text{ PSI}$$

Para la sección de **F-G** tenemos:

uuuuuu) En la columna A se coloca la sección de tubería donde se va realizar el cálculo. **Sección F-G**.

vvvvvv) En la columna B se coloca la distancia de estos dos nodos. **7.546 ft**.

wwwwww) En la columna C se coloca el diámetro de tubería, en el cual 1/2" es el diámetro de tubería mínimo para ramados principales en un sistema de gas sometido a presión.(ANEXOS 2, NFPA 99, copia 99-46 y MEDAES, copia 4-21) 1/2".

xxxxxx) En la columna D se coloca la presión del sistema en el inicio de la sección, la cual es la presión en el fin de la sección anterior: **54.199 PSI**.

yyyyyy) En la columna E tenemos la caída de presión disponible en el sistema, la cual es la resta de la presión disponible en la sección anterior menos la caída de presión de la sección anterior (columna H): **$4.229 \text{ PSI} - 0.03 \text{ PSI} = 4.199 \text{ PSI}$**

zzzzzz) En la columna F se coloca el número de salidas, las cuales abastece esta sección; **2**.

aaaaaaa) En la columna G se multiplica el número de salidas (dato de la columna F) por 20 LPM, y este va a ser el flujo por esta sección. **$2 * 20 \text{ LPM} = 40 \text{ LPM}$**

bbbbbbb) En la columna H se coloca la caída de presión de esta sección, este dato se saca de la regla de CHEMETRON (ANEXOS 2, regla de CHEMETRON), donde se coloca el diámetro de 1/2" en la longitud de la sección, si no hay ese dato exacto se pone en el superior. Luego se busca la cantidad de flujo (dato de la columna G) y con ese dato se ve la caída de presión la cual es de: **0.03 PSI**.

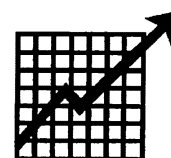
cccccc) En la columna I se resta la presión del sistema en el inicio de la sección (columna D) menos la caída de presión (columna H). Siendo esta la presión del sistema en el fin de la sección.

$$54.199 - 0.03 = 54.169 \text{ PSI}$$

Para la sección de **G-H** tenemos:

- ddddddd) En la columna A se coloca la sección de tubería donde se va realizar el cálculo. **Sección G-H.**
- eeeeeee) En la columna B se coloca la distancia de estos dos nodos. **8.406 ft.**
- ffffff) En la columna C se coloca el diámetro de tubería, en el cual $\frac{1}{2}$ " es el diámetro de tubería mínimo para ramados principales en un sistema de gas sometido a presión.(ANEXOS 2, NFPA 99, copia 99-46 y MEDAES, copia 4-21) $\frac{1}{2}$ ".
- ggggggg) En la columna D se coloca la presión del sistema en el inicio de la sección, la cual es la presión en el fin de la sección anterior: **54.169 PSI.**
- hhhhhhh) En la columna E tenemos la caída de presión disponible en el sistema, la cual es la resta de la presión disponible en la sección anterior menos la caída de presión de la sección anterior (columna H):
 $4.199\text{PSI} - 0.03\text{ PSI} = 4.169\text{ PSI}$
- iiiiiii) En la columna F se coloca el número de salidas, las cuales abastece esta sección; **1.**
- iiiiiii) En la columna G se multiplica el número de salidas (dato de la columna F) por 20 LPM, y este va a ser el flujo por esta sección. **$1 * 20\text{ LPM} = 20\text{LPM}$**
- kkkkkkk) En la columna H se coloca la caída de presión de esta sección, este dato se saca de la regla de CHEMETRON (ANEXOS 2, regla de CHEMETRON), donde se coloca el diámetro de $\frac{1}{2}$ " en la longitud de la sección, si no hay ese dato exacto se pone en el superior. Luego se busca la cantidad de flujo (dato de la columna G) y con ese dato se ve la caída de presión la cual es de: **0.03 PSI.**
- lllllll) En la columna I se resta la presión del sistema en el inicio de la sección (columna D) menos la caída de presión (columna H). Siendo esta la presión del sistema en el fin de la sección.
 $54.169 - 0.03 = 54.139\text{ PSI}$

7.5 CRECIMIENTO DEL AREA QUIRURGICA DEL HOSPITAL



En base al estudio estadístico elaborado en los enunciados 5.1, 5.1.1, se puede observar que el numero de operaciones que se realizan a diario; varia según sea la demanda y el tipo de operación que se ejecute.

Actualmente el número de operaciones que se realizan por día es de tres a cinco, en meses de mayor consumo; si este dato se prolongara a futuro utilizando la red propuesta el consumo de oxígeno aumentaría proporcionalmente a la demanda que se tenga en las diferentes áreas de la planta. Pero debido a que es difícil establecer coeficientes de

consumo de oxígeno fijos para áreas de un sistema a futuro que son indeterminadas³ se tomara como base el incremento en consumo de cilindros por año ingresados en toda el área.

7.5.1 VIDA DE LA CENTRAL DE OXÍGENO Y LA RED DE DISTRIBUCIÓN.

La vida de la central y la red de distribución de Oxígeno, depende del mantenimiento y del apropiado uso que se le de al sistema.

El diseño de la central y la red de distribución es para 15 tomas de oxígeno, y el tiempo que dura cada banco¹ es de un día promedio de trabajo. lo cual Según el tipo de operación que se realice y la programación interna que se tenga. se determina el tiempo de pausa entre cada operación, para no tener inconvenientes con otras intervenciones quirúrgicas.

A continuación detallamos el consumo de cilindros de oxígeno en años anteriores.

CONSUMO DE OXIGENO ANUAL EN EDIFICIO DE OPERACIONES	
AÑO	CONSUMO DE CILINDROS DE OXIGENO
1997	250
1998	260
1999	270
2000	285
2001	300

La planta tiene un aumento promedio del 5% anual en la demanda de oxígeno.²

³ LA DEMANDA DE LA RED PROPUESTA A FUTURO DEPENDE DEL CONSUMO INTERNO DE CADA AREA Y EL TIEMPO DE TRABAJO.

¹ El manifold es de 3 x 3.

² Dato estadístico del personal de servicios generales del hospital.

INCREMENTO POR AÑO	
AÑO	% DE INCREMENTO EN RELACION AL AÑO ANTERIOR
1997	—
1998	4%
1999	4%
2000	5%
2001	5%

7.5.2 CONSUMO PROMEDIO ACTUAL DE CILINDROS POR AÑO A FUTURO.

Con el dato de cilindros del año 2001, podemos establecer que consumen un total de: 1.25 cilindros diarios.

$$300 \text{ cilindros} / (12 \text{ meses})(20 \text{ días por mes}) = 1.25 \text{ cilindros por día}$$

A FUTURO

Para el año 2002.

$$300 \text{ cilindros} + (300 \text{ cilindros} * 5\%) = 315 \text{ cilindros anuales.}$$

$$315 \text{ cilindros} / (12 \text{ meses})(20 \text{ días por mes}) = 1.32 \text{ cilindros por día}$$

Para el año 2003.

$$315 \text{ cilindros} + (315 \text{ cilindros} * 5\%) = 331 \text{ cilindros anuales.}$$

$$331 \text{ cilindros} / (12 \text{ meses})(20 \text{ días por mes}) = 1.38 \text{ cilindros por día}$$

Para el año 2004.

$$331 \text{ cilindros} + (331 \text{ cilindros} * 5\%) = 348 \text{ cilindros anuales.}$$

$$348 \text{ cilindros} / (12 \text{ meses})(20 \text{ días por mes}) = 1.45 \text{ cilindros por día}$$

Para el año 2005.

$$348 \text{ cilindros} + (348 \text{ cilindros} * 5\%) = 366 \text{ cilindros anuales.}$$

$$366 \text{ cilindros} / (12 \text{ meses})(20 \text{ días por mes}) = 1.53 \text{ cilindros por día}$$

Para el año 2006.

$$353 \text{ cilindros} + (353 \text{ cilindros} * 5\%) = 371 \text{ cilindros anuales.}$$

$$371 \text{ cilindros} / (12 \text{ meses})(20 \text{ días por mes}) = 1.55 \text{ cilindros por día}$$

Para el año 2007.

$$371 \text{ cilindros} + (371 \text{ cilindros} * 5\%) = 390 \text{ cilindros anuales.}$$

$$390 \text{ cilindros} / (12 \text{ meses})(20 \text{ días por mes}) = 1.63 \text{ cilindros por día}$$

Para el año 2008.

$$390 \text{ cilindros} + (390 \text{ cilindros} * 5\%) = 410 \text{ cilindros anuales.}$$

$$410 \text{ cilindros} / (12 \text{ meses})(20 \text{ días por mes}) = 1.71 \text{ cilindros por día}$$

Para el año 2009.

$$410 \text{ cilindros} + (410 \text{ cilindros} * 5\%) = 431 \text{ cilindros anuales.}$$

$$431 \text{ cilindros} / (12 \text{ meses})(20 \text{ días por mes}) = 1.80 \text{ cilindros por día}$$

Para el año 2010.

$$431 \text{ cilindros} + (431 \text{ cilindros} * 5\%) = 453 \text{ cilindros anuales.}$$

$$453 \text{ cilindros} / (12 \text{ meses})(20 \text{ días por mes}) = 1.89 \text{ cilindros por día}$$

Para el año 2011.

$$453 \text{ cilindros} + (453 \text{ cilindros} * 5\%) = 476 \text{ cilindros anuales.}$$

$$476 \text{ cilindros} / (12 \text{ meses})(20 \text{ días por mes}) = 1.99 \text{ cilindros por día}$$

Para el año 2012.

$$476 \text{ cilindros} + (476 \text{ cilindros} * 5\%) = 500 \text{ cilindros anuales.}$$

$$500 \text{ cilindros} / (12 \text{ meses})(20 \text{ días por mes}) = 2.08 \text{ cilindros por día}$$

Para el año 2013.

$$500 \text{ cilindros} + (500 \text{ cilindros} * 5\%) = 525 \text{ cilindros anuales.}$$

$$525 \text{ cilindros} / (12 \text{ meses})(20 \text{ días por mes}) = 2.19 \text{ cilindros por día}$$

Para el año 2014.

$$525 \text{ cilindros} + (525 \text{ cilindros} * 5\%) = 552 \text{ cilindros anuales.}$$

$$552 \text{ cilindros} / (12 \text{ meses})(20 \text{ días por mes}) = 2.3 \text{ cilindros por día}$$

Para el año 2015.

$$552 \text{ cilindros} + (552 \text{ cilindros} * 5\%) = 580 \text{ cilindros anuales.}$$

$$580 \text{ cilindros} / (12 \text{ meses})(20 \text{ días por mes}) = 2.42 \text{ cilindros por día}$$

Para el año 2016.

$$580 \text{ cilindros} + (580 \text{ cilindros} * 5\%) = 609 \text{ cilindros anuales.}$$

$$609 \text{ cilindros} / (12 \text{ meses})(20 \text{ días por mes}) = 2.53 \text{ cilindros por día}$$

Para el año 2017.

$$609 \text{ cilindros} + (609 \text{ cilindros} * 5\%) = 640 \text{ cilindros anuales.}$$

$$640 \text{ cilindros} / (12 \text{ meses})(20 \text{ días por mes}) = 2.67 \text{ cilindros por día}$$

Para el año 2018.

$$640 \text{ cilindros} + (640 \text{ cilindros} * 5\%) = 672 \text{ cilindros anuales.}$$

$$672 \text{ cilindros} / (12 \text{ meses})(20 \text{ días por mes}) = 2.8 \text{ cilindros por día}$$

Para el año 2019.

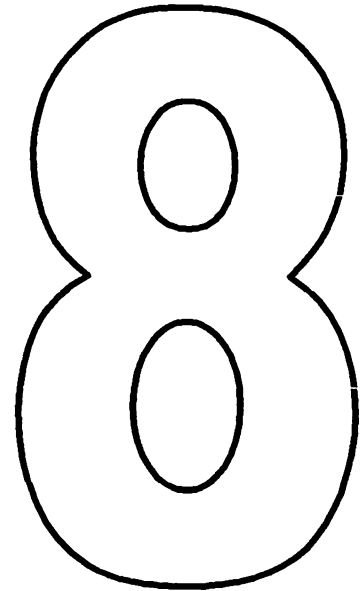
$$672 \text{ cilindros} + (672 \text{ cilindros} * 5\%) = 706 \text{ cilindros anuales.}$$

$$706 \text{ cilindros} / (12 \text{ meses})(20 \text{ días por mes}) = 2.95 \text{ cilindros por día}$$

En el año 2019 se consumen 3 cilindros por día, para los años futuros al 2019 el tiempo de cada banco se reducirá. Todos los datos anteriormente mostrados son basados en un mes promedio de trabajo, pero estos pueden variar según sea el factor demanda. El cual puede variar según sea la cantidad demanda de oxígeno por los tomas de oxígeno propuestos.¹

¹ En esta sección se toma en cuenta el consumo de oxígeno por toma existente ya que el consumo de tomas propuestos es un valor determinado por el factor de uso que este tenga a futuro.

SEGURIDAD



INTRODUCCION

SEGURIDAD EN EL MANEJO DE CILINDROS.
SEGURIDAD EN EL MANEJO DE GASES.
NORMAS DE SEGURIDAD ELECTRICAS.
AVISOS DE SEGURIDAD EN EL CUARTO DE
SUMINISTRO.

8.0 INTRODUCCION.

En este capítulo se describen los requisitos de seguridad a tomar en cuenta para el manejo de cilindros en general. Así como también se describen las señalizaciones de seguridad recomendadas en el cuarto de suministro y las normas de seguridad eléctrica en ambientes hospitalarios.

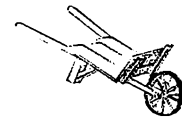
8.1 NORMAS DE SEGURIDAD PARA MANEJO DE CILINDROS CON GASES COMPRIMIDOS.

8.1.1 NORMAS DE LIMPIEZA:



- ☛ No permitir el contacto de los cilindros con aceite, grasas u otras sustancias combustibles, para evitar mezclas que puedan producir peligrosas explosiones.
- ☛ No lubricar las válvulas de los cilindros reguladores y manómetros con aceite u otras sustancias similares.
- ☛ No repintar el cilindro, ni pintar marcas sobre ellos.
- ☛ No utilizar abrasivos o pule metales en las válvulas del cilindro.

8.1.2 NORMAS DE TRANSPORTE:



- ☛ Los cilindros deben ser transportados con su respectiva tapadera protectora.
- ☛ Utilizar carretilla para transportar los cilindros.
- ☛ No transportar cilindros dentro de la cabina del vehículo, si por emergencia se tuviera que se deberá hacer con las ventanas abiertas y no fumar.
- ☛ Mover los cilindros con cuidado, no golpear los cilindros cuando sean cargados o descargados.
- ☛ No suspender los cilindros colgándolos de su tapa protectora.
- ☛ Los cilindros de acetileno deben ser transportados en posición vertical.

8.1.3 NORMAS EN EL USO:



- ☛ Para conectar el regulador u otro accesorio, utilizar llaves fijas de la medida exacta, no utilizar llaves regulables que puedan resbalar y provocar chispas.
- ☛ Retornar los cilindros con vacíos con **25 PSIG** de presión para evitar contaminaciones.
- ☛ No apretar con excesiva fuerza las conexiones de los cilindros, ya que el bronce es blando y se deforma con mucha facilidad.
- ☛ No fumar ni provocar chispas donde se utilice el oxígeno o cualquier otro gas inflamable.

8.1.4 NORMAS DE ALMACENAMIENTO:



- ☛ Nunca dejar los cilindros bajo el sol o a la intemperie, estos deben ser almacenados en lugar fresco, seco y bien ventilado.
- ☛ Asegurar los cilindros a una estructura por medio de una cadena para evitar que se caigan.
- ☛ No almacenar los cilindros de oxígeno junto a otros cilindros que contengan gases combustibles como (por Ej.: gas propano).

8.2 SEGURIDAD PARA EL MANEJO DE GASES.

Cuando los gases son manejados por personas entrenadas e informadas de sus riesgos potenciales, son tan seguros como cualquier producto químico, sólido o líquido, en cualquiera de sus procesos de la fabricación, envasado, transporte y utilización.

Muchos años de experiencia mundial en el manejo de gases, han originado prácticas de seguridad y equipos especiales, que si son bien empleados otorgan completa seguridad.

En la industria de gases, el nivel de accidentes es bajo, y cuando ocurren por lo general, se deben a un descuido en el uso de los equipos. Por ello, quien envasa, transporta o utiliza gases, debe informarse bien sobre estas prácticas y prevenir siempre las posibles situaciones de riesgo.

Los posibles riesgos de los gases y las precauciones que deben observar las personas que manipulen los gases son:

- ❖ Conocer las características y posibles riesgos de los gases que se manejan.
- ❖ Conocer las características y forma correcta de manejar y almacenar los cilindros y equipos para gases comprimidos o criogénicos.

8.2.1 FACTORES DE RIESGO EN EL MANEJO DE GASES.

Identificación de los gases.

Los distintos gases tienen diferentes propiedades, las que motivan que los envases, equipos, normas de transporte y uso sean también diferentes. El primer factor de seguridad es conocer con que gas se trabaja, evitando errores de identificación.

- ① Nunca usar cilindros no identificados adecuadamente (color, marcas, etiquetas), ni equipos que no sean diseñados específicamente para el gas correspondiente (válvulas, cilindros, reguladores, etc).
- ① En caso de mezclar dos gases, debe conocerse su compatibilidad, o si la mezcla es accidental, recordar que la mezcla de dos gases puede ser peligrosa, controlando de inmediato el escape u otra causa de mezcla.
- ① Nunca intentar realizar mezclas de gases sin el equipo adecuado o sin saber las propiedades de la mezcla, que pueden ser muy diferentes a la de los gases componentes.
- ① Para cada gas, conocer y aplicar precauciones específicas en cuanto a la forma de uso, presión de trabajo, temperatura ambiental almacenamiento y transporte.
- ① Nunca debe confundirse cilindros vacíos con otros llenos, conectar un cilindro vacío a un sistema presurizado puede causar graves daños.

8.2.2 TOXICIDAD.

La cantidad de toxicidad depende del gas que se maneje y en todo caso debe revisarse para cada gas sus efectos fisiológicos, sobre todo en caso de existir personas que trabajen en ambientes en que la concentración de un gas sea habitualmente alta o en ambientes cerrados y mal ventilados.

8.3. CARACTERISTICAS DE LOS GASES:

- ✓ Todos los gases especialmente si son mas pesados que el aire, pueden causar asfixia al desplazar el aire atmosférico, o reducir el porcentaje de oxígeno a un nivel muy bajo. Esto especialmente en ambientes cerrados o poco ventilados.
- ✓ Por ser los gases incoloros, y muchas veces inodoros, los escapes no son apreciables a simple vista y los síntomas de asfixia pueden ser detectados demasiado tarde. Por ello deben de tomarse todas las precauciones posibles, manejando gases en áreas abiertas o interiores bien ventilados, eliminando todas las posibles causas de escape y controlando regularmente el estado de las válvulas, conexiones, tuberías, etc.
- ✓ Al abrir la válvula, nunca ponerse frente al flujo de gas, ni interponer las manos, especialmente cuando se conocen las características de gas en uso.
- ✓ En el caso de gases de uso medico, es indispensable que quien los administre conozca bien los efectos de cada gas y los porcentajes correctos de mezclas de aire y otros gases.

8.4 DETECCION DE FUGAS.

Todos los sistemas diseñados para uso de gas presurizados deben ser verificados, en cuanto a su estanqueidad¹, antes de ser usado. Este control puede ser hecho con nitrógeno para purgar al sistema de la humedad del aire.

Esta verificación permite prevenir la posibilidad de escapes de gases que pueden ser tóxicos o inflamables.

¹ Cantidad de oxígeno remanente.

NUNCA debe buscarse fugas con una llama, acercada a las uniones o salidas. El método más sencillo es de aplicar agua jabonosa¹: la formación de burbujas indicara fuga de gases.

8.5 PRECAUCIONES CON LOS CILINDROS DE ALTA PRESION.

La mayoría de los gases de uso industrial o médico están comprimidos a alta presión en cilindros de acero.

Un aumento excesivo de presión o la rotura de la válvula es peligrosa, ya que el cilindro puede convertirse en un proyectil al dejar escapar el gas a alta velocidad. También puede existir peligro de asfixia por desplazamiento del aire. Por esto se debe:

- ❖ Tratar siempre los cilindros y su válvula con mucho cuidado, evitando caídas, golpes o choques. Un cilindro que tenga señales de golpe o su válvula trabada, debe ser devuelto al distribuidor señalándose el defecto. Cada cilindro, lleno o vacío, debe siempre tener siempre su tapa protectora, cubriendo la válvula especialmente durante su manipulación o traslado.
- ❖ Evitar que el cilindro se caliente (el aumento de temperatura aumenta proporcionalmente la presión). Un cilindro no se debe exponer a temperaturas superiores a 50 °C.
- ❖ Al utilizar el gas, usar siempre el regulador apropiado para reducir la presión.
- ❖ No abrir la válvula con demasiada rapidez, el gas comprimido saldrá a gran velocidad, volviéndose a comprimir a enorme presión en el regulador, lo que aumenta su temperatura.
- ❖ Si las conexiones no están bien ajustadas, no son las adecuadas o tienen hilos dañados, puede producirse escape de gas en sus uniones.

¹ Para que forme burbujas si se encuentran fugas.

- ❖ Los cilindros tienen dispositivos de seguridad para casos en que se produzca un exceso de presión, los cuales deben estar correctamente instalados.
- ❖ En el caso de detectarse escape de gas de un cilindro por falla en la válvula, aislarlo al aire libre y lejos de fuentes de ignición.
- ❖ Si se desea regular el flujo de gas, debe usarse un flujometro. Usar un regulador de presión, es impreciso y riesgoso. Nunca deberá usarse la válvula del cilindro para este fin.
- ❖ A medida que se ocupa el gas de un cilindro, la presión descende. El cilindro debe considerarse vacío cuando la presión de servicio sea de 2 bar (25 psig), ya que bajo de ese valor puede presentarse succión hacia el interior penetrando aire, humedad u otra forma de contaminación, formándose mezclas que pueden ser explosivas si el gas es inflamable.

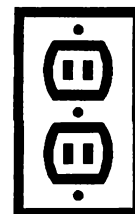
8.6 INFLAMABILIDAD.

Ciertos gases pueden reaccionar de manera violenta, liberando gran cantidad de calor y produciendo una llama, al contacto con oxígeno (ya sea puro o con parte de aire). Ellos son los gases combustibles o inflamables.

El oxígeno es un gas comburente, tal como el oxido nitroso, aunque este en grado menor.

La inflamabilidad de un gas depende de su concentración y de la del comburente que participa en la mezcla. Secundariamente, de su temperatura de auto-inflamación.

8.7 NORMAS DE SEGURIDAD ELECTRICAS EN DONDE SE UTILIZAN GASES HOSPITALARIOS.



8.7.1 MEDIDAS DE SEGURIDAD ELECTRICA.

Algunos gases utilizados para procesos de anestesia y terapia respiratoria, pueden provocar explosiones que, cuando ocurren, pueden ser perjudiciales para el paciente y el personal; no obstante que actualmente se procura sustituir estos anestésicos explosivos por otros que no lo son, como el oxido nitroso. Conviene tener presente las especificaciones de seguridad en una sala de operaciones: Instalar los toma corriente arriba de 1.55m (los

gases son más densos que el aire); emplear interruptores a prueba de explosión para evitar la acumulación de cargas electrostáticas producidas por la conductibilidad eléctrica entre personas y equipos en contacto con el piso, se dispondrá de un piso conductivo cuya resistencia máxima será menor de 500,000 ohm y la mínima de 25,000 ohms medida entre dos electrodos colocados sobre el piso a una distancia de 60 cm entre sí.

El piso puede ser de linóleo, vinílico-conductivo o de terrazo aglomerado con carbón, que es conductivo. También se puede proyectar una rejilla de alambre de latón o bronce de 10 x 10 cm a ejes y conectada a una tierra efectiva; entre la retícula se coloca terrazo normal, siempre y cuando este tenga una resistencia máxima de 500,000 ohms.

Las especificaciones de la NEC¹ extienden la precaución indicando piso conductivo incluso en las áreas inmediatas a las puertas de entrada de las salas de operaciones.

8.8 NORMAS DE SEGURIDAD PARA LAS CENTRALES DE GASES.

Es claro que por las características de los gases que se manejan, las centrales de gases con oxígeno deben de ser ubicadas en lugares abiertos. De tal forma que si se presentan una fuga de producto puede mezclarse rápidamente con el aire ambiente, y esto no genere ningún riesgo.

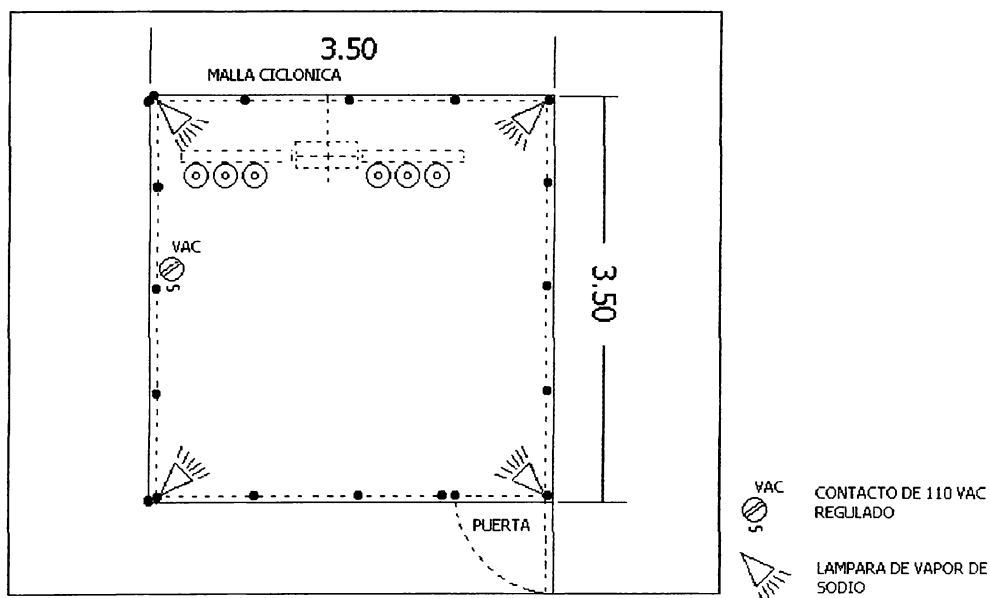


FIG 8.8 ARREGLO DE EQUIPO PARA UNA CENTRAL DE GASES CON MANIFOLD 3X3 PARA OXÍGENO.²

¹ (NEC) Siglas en Ingles de Código Eléctrico Nacional.

² Recomendación según el IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social).

8.9 SEÑALIZACIÓN.

A la central de gases solo deben entrar el proveedor de gas y el personal autorizado del establecimiento de atención médica, debidamente capacitado en el manejo; supervisión de las conexiones de los contenedores que correspondan al banco correspondiente, anotar las fechas y horas en que empieza a funcionar los bancos, la presión de cabezales, presión de las líneas de distribución, funcionamiento de la válvula de recepción, distribución y prueba de los sistemas de alarma.

Como apoyo a las actividades y responsabilidad de personal de la central de gases esta contara con la señalización adecuada tanto en alfabeto, como también iconos indicando que no deben entrar otras personas, prohibido fumar, flamas de cualquier tipo y por ultimo siempre utilizar el equipo de seguridad.

No debe desconectarse y sacarse cilindros para ser utilizados en otro servicio o uso y después reintegrarse a la central de gases.

Los anuncios de seguridad en la central de gases que deberán usarse son:



Fig. 8.9 SEÑALIZACIONES COMUNMENTE USADAS EN CENTRALES DE GASES

8.9.1 DISTANCIAS DE SEGURIDAD.

Es de extrema importancia, que durante la sección de la ubicación de la central de gases, en establecimientos de atención médica, se consideren los criterios mínimos de seguridad, que permiten salvaguardar la integridad física de las personas y de los bienes, empezando por garantizar las facilidades de carga y descarga de cilindros, tanques estacionarios o termos criogénicos. Esto implica que las rampas por las que pasen los vehículos que transportan contenedores de gases no tengan materiales inflamables, que es de alto riesgo subir cilindros de oxígeno por las escaleras, o aun por elevadores, rodar los cilindros, etc.

8.10 RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD PARA CENTRALES DE OXIGENO.

8.10.1 DEFICIENCIA DE OXIGENO EN LA ATMOSFERA

(Menos de 19.5%)

El contenido del oxígeno normal en el aire es 20.9%. El agotamiento del contenido de oxígeno en aire, ya sea por combustión o reemplazo con gas inerte, es un riesgo potencial al personal trabajador. Una indicación general de lo del que puede ocurrir potencialmente al porcentaje oxígeno disponible se da a continuación.

Nota: Estas indicaciones son para una persona de salud media. Factores como salud individual (Ej., fumador), grado de ejercicio físico, y las altitudes altas pueden afectar estos síntomas y los niveles de los oxígenos a los que estos ocurren.

Los Efectos del contenido de oxígeno y síntomas de exposición continua (a presión atmosférica)son:

(% a través de Volumen)

- ✦ 15-19%. Disminuye la habilidad de realizar tareas. Puede dañar coordinación y pueda inducir síntomas tempranos en personas con dolor de cabeza, pulmón, o problemas circulatorios.
- ✦ 12-15%. Incremento de la respiración, sobre todo en ejercicio, el pulso se eleva. Perjudica la coordinación, la percepción y el juicio.

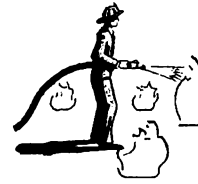
- ✦ 10-12%. Más incremento respiratorio en proporción y profundidad, coordinación pobre, juicio, labios ligeramente azul.
- ✦ 8-10%. Falla mental, debilidad, inconsciencia, la cara pálida, labios ligeramente azules, mareos (dolor de estómago) y vomito.
- ✦ 6-8% En minutos, puede ser fatal, de un 50 a un 100% de casos; en 6 minutos, puede ser fatal y de un 25 a un 50% de los casos; de 4-5 minutos, se le proporciona tratamiento de recuperación.
- ✦ 4-6%. Coma en 40 segundos, seguidos por convulsiones, falla respiratoria y muerte.

Precaución: La exposición a atmósferas que contienen de un 8-10% o un aviso que indique menos de oxígeno provoca desmayo sin advertir y tan rápidamente que los individuos no pueden protegerse. La falta de oxígeno suficiente puede causar una lesión seria o muerte.

Cuando el personal se introduce, alrededor de atmósferas con deficiencias de oxígeno, hay ciertas consideraciones que se deben de tener en cuenta:

- Nunca entre en una atmósfera con deficiencias de oxígeno sospechosa sin la protección apropiada de el aparato respiratorio y del apoyo de un ayudante.
- Analice la atmósfera para determinar si hay una deficiencia de oxígeno. Continúe supervisando durante el proceso de trabajo. Si el nivel de oxígeno está menos de 19.5%, ventile para establecer la calidad del aire.
- Vaciar (positivamente aislada) cualquier línea entrante a una área confinada y ventile el área.
- Cuando es necesario trabajar en cualquier atmósfera con deficiencias de oxígeno, proveer por completo al aparato respiratorio una máscara de aerolínea respiratoria para todos los obreros.

8.10.2 MANEJO DE CILINDROS EN CASO DE INCENDIO.



Si la salida de un cilindro enciende, se debe conservar la calma. Tomar todas las precauciones necesarias, evacuar el área, y llamar a la estación de bomberos más cercana.

Tomar todas las precauciones necesarias para prevenir incendios que podrían involucrar cilindros del alta presión.

8.10.3 LAS SITUACIONES A EVITAR EN CENTRALES CON ESPACIOS LIMITADOS DURANTE MANTENIMIENTO, CONSTRUCCIÓN Y ACTIVIDADES SIMILARES.



Muchos lugares contienen espacios que son considerados "limitados" porque ellos son pequeños y tienen un área que hace difícil que los trabajadores, entren y trabajen en estos espacios. En muchos casos los empleados y/o contratistas que también trabajan en espacios limitados tienen un mayor riesgo de exposición a serias lesiones que se dan en atmósferas peligrosas.

Los ejemplos de espacios limitados son: tanques, centrales, calderas, tuberías de gran diámetro y otras áreas similares. Ya que el 90% de todos los accidentes de espacios confinados pueden ser atribuidos a las condiciones atmosféricas, es por esto importante entender y conocer las consecuencias.

Entre los peligros atmosféricos se tienen:

- Concentraciones de oxígenos debajo de 19.5% o arriba del 23.5%.
- Concentraciones altas de asfixiantes (gases inertes).
- Niveles inflamables en exceso del 10% del límite de explosión más bajo (LEL)¹ o límite de inflamabilidad más bajo (LFL)².

¹ LEL: Lower Explosion Limit (Limite de explosión mas bajo)

² LFL: Lower Flammability limit (Limite de inflamabilidad mas bajo)

- Niveles tóxicos arriba de los límites de exposición permitida (PEL)¹.
- Polvo de combustible en el aire, en concentraciones que exceden el LFL; y cualquier otra condición atmosférica que sea peligrosa a la vida y a la salud (IDLH)².

Otros peligros que se pudieran presentar y que además deberán estar apropiadamente controlados son:

- Las actividades de trabajo en lugares calientes.
- Uso de solventes.
- Trabajar en elevaciones.
- Entrampamiento de equipo o materiales por la configuración del espacio.

Para proteger el personal mientras se esta trabajando en espacios confinados se deberá:

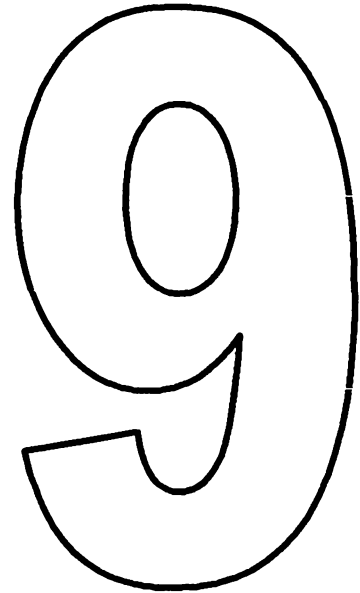
- Dar un entrenamiento apropiado para técnicos, trabajadores y el personal encargado de manejar los cilindros.
- Identificar todas las posibles áreas de peligro.
- Tomar las medidas de seguridad para controlar o eliminar los posibles riesgos.
- Aislar el espacio.
- Ventilar el espacio como sea necesario.
- Vigilar continuamente la atmósfera para evitar posibles riesgos.
- Dar al personal un quipo de protección apropiado (PPE) u otro equipo de seguridad.

El contenido del oxígeno arriba del 23.5% es considerado un riesgo debido a la combustión acelerada en estas atmósferas. No entrar en áreas que estén sin observación de todas las precauciones enriquecidas de oxígeno.

¹ PEL: Permissible exposure Limit (Limite de exposición permitida)

² IDLH: Immediately Dangerous to life and health (Peligro inmediato a la salud y la vida)

ACCESORIOS Y VALVULAS



INTRODUCCION

RESEÑA SOBRE VALVULAS Y
REGULADORES.

CONCEPTO DE VALVULAS.

USO CORRECTO DE VALVULAS.

CONCEPTO, ESTRUCTURA, TIPOS Y
MANEJO DE REGULADORES.

TIPOS DE VALVULAS.

GRAFICOS, DESCRIPCION,
ACCESORIOS PARA CENTRALES.

9.0 INTRODUCCION.

En este capítulo se describen los principales componentes y accesorios de los sistemas centrales de oxígeno y red de distribución, así como una breve reseña de su funcionamiento.

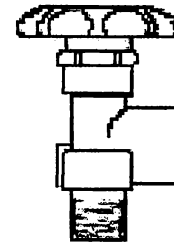
9.1 RESEÑA SOBRE VALVULAS Y REGULADORES.

Cada cilindro tiene una válvula especial que permite llenarlo, transportarlo sin pérdidas y vaciar su contenido en forma segura. A la válvula debe adaptarse un regulador, el que permite bajar la elevada presión interna del cilindro a la presión de trabajo recomendada.

Tanto válvulas, como reguladores son de diversos tipos, según el gas al que están diseñados y las características de este también varían las conexiones, con lo que se evita el intercambio accidental entre equipos para gases no compatibles entre sí.

9.2 VALVULAS.

Las válvulas utilizadas en los cilindros Fig. 9.2 están diseñadas para trabajo pesado y alta presión. Son fabricadas en bronce con asientos generalmente de teflón.



El hilo de conexión (rosca) se hace diferente para cada gas, para evitar errores. Cada válvula posee un disco de ruptura, que se rompe a una presión o temperatura excesiva, dejando escapar gas, y evitando así la explosión del cilindro.

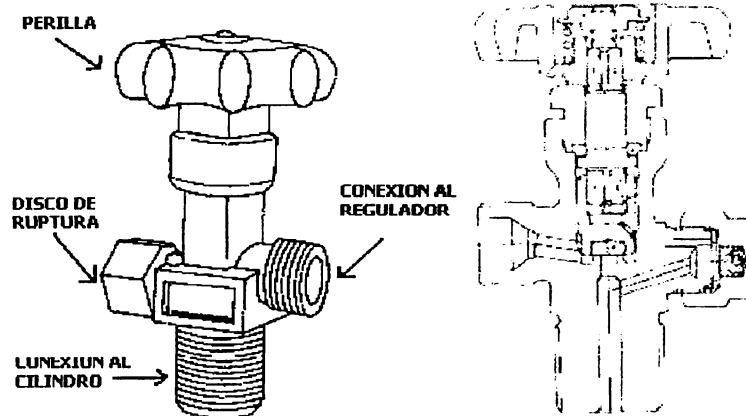


Fig. 9.2 FORMAS GRAFICAS DE UNA VALVULA

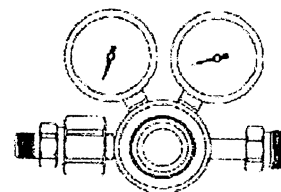
9.2.1 USO CORRECTO DE LAS VALVULAS.

Las perillas o manillas de las válvulas están diseñadas para su operación manual. Nunca se debe usar llaves de tuercas, martillar, palanquear o acuar una válvula trabada o congelada. Si la válvula no se abre con la mano, devolver el cilindro al proveedor.

- ✓ Nunca abrir la válvula si no está correctamente conectada al regulador.
- ✓ No usar la válvula como punto de apoyo para mover el cilindro para evitar cualquier golpe o presión externa sobre ella.
- ✓ Nunca lubricar las válvulas, especialmente en caso de oxígeno, lo cual es especialmente peligroso.
- ✓ Si un cilindro tiene fuga de gas, marcarlo y alejarlo inmediatamente de toda fuente de ignición y llamar a su proveedor para cambiarlo.
- ✓ Al abrir la válvula, nadie debe estar frente a la salida de gas.
- ✓ Usar siempre las conexiones adecuadas entre válvulas y regulador, según las normas especificadas. No tratar de adaptar conexiones

9.3 REGULADORES.

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



9.3.1 ESTRUCTURA DE UN REGULADOR.

Básicamente, el regulador *Fig. 9.3.1* consta de un diafragma que recibe la presión del gas por un lado y la acción de un resorte ajustable por el otro.

El movimiento del diafragma controla la apertura o cierre del orificio que entrega el gas.

La llave de control del diafragma, se usa para mantener una presión de entrada escogida constante, a un valor que este dentro del rango de diseño del regulador.

Una vez regulada la presión, el diafragma actúa automáticamente, abriendo o cerrando el orificio de salida para mantener la presión de salida constante.

Opcionalmente se puede agregar al regulador un dispositivo de control de flujo (flujometro), que permite calibrar y leer el flujo de gas requerido.

Cada regulador esta diseñado para un rango de presión determinado y para un tipo de gas específico. Es importante hacer la selección del equipo adecuada para cada aplicación.

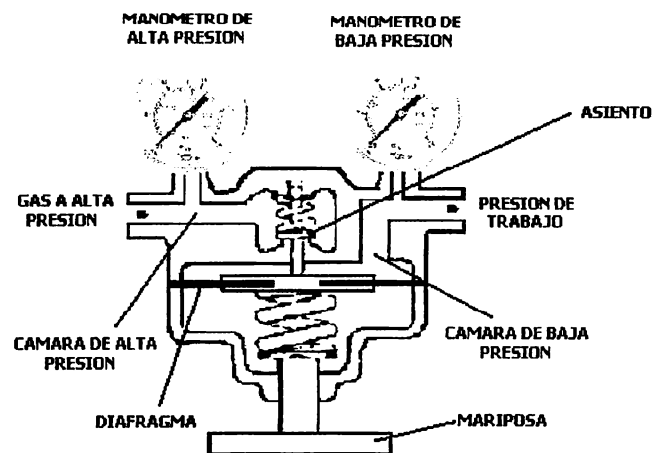


Fig. 9.3.1 Estructura interna de un regulador.

9.3.2 TIPOS DE REGULADORES.

Existen dos tipos fundamentalmente.

1) *Regulador de una etapa.*

Este tipo de regulador Fig. 9.3.2a reduce la presión del cilindro a la presión de trabajo en un solo paso. Cuando la presión de la fuente varía presenta una pequeña variación en la presión de salida.

Funcionamiento:

- ✓ Cuando la mariposa o perilla este suelta, la válvula de paso de la cámara de alta presión está cerrada por la acción del resorte que actúa sobre la válvula.

- ✓ Al apretar la mariposa, el diafragma levanta la válvula, permitiendo el paso del gas. Cuando la presión ejercida, por el resorte no es suficiente para empujar el diafragma, se cierra la válvula y el flujo de gas se detiene.
- ✓ Al salir gas de la cámara de baja presión, el resorte es capaz nuevamente de desplazar el diafragma abriendo la válvula de paso, hasta una presión que es igual a la que ejerce el resorte y que se regula con el giro de la mariposa.

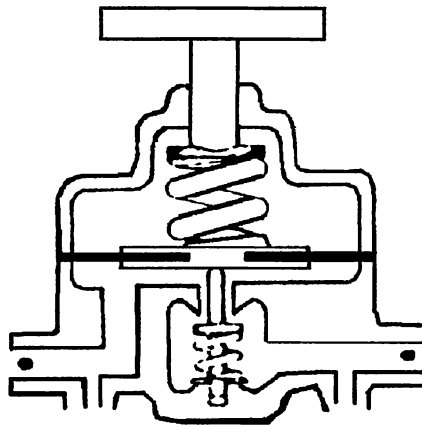


Fig. 9.3.2a Estructura de un regulador de una etapa.

2) **Regulador de dos etapas.** Fig. 9.3.2b

Este diseñado para obtener una regulación de la presión de salida constante. La regulación se realiza en dos pasos:

- ✓ En el primero se baja desde la presión alta de la fuente (cilindro) hasta una presión intermedia.
- ✓ En el segundo se baja desde la presión intermedia hasta la presión de trabajo. Así, la segunda etapa recibe siempre la presión intermedia constante aunque la presión de la fuente este variando en forma continua. Con esto se obtiene una presión de trabajo precisa y constante a la salida del regulador.

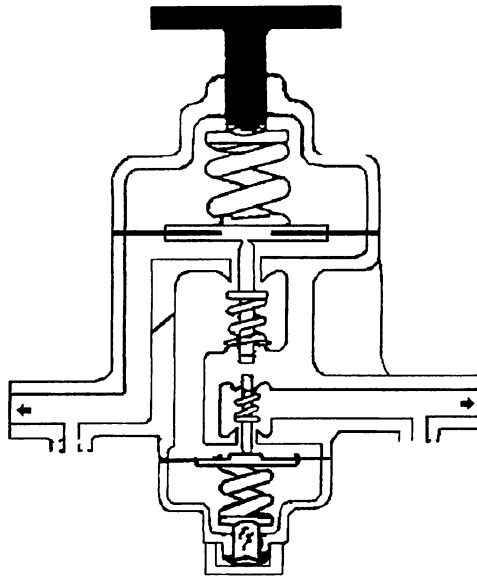


Fig. 9.3.2b Regulador de dos etapas

9.3.3 MANEJO DE REGULADORES DE PRESION.

Cuando se conecta el regulador a la válvula del cilindro, los hilos deben de acoplarse fácilmente. Si el regulador no se conecta bien, de ninguna manera debe ser forzado. La unión dificultosa puede indicar que el hilo y por lo tanto el regulador no es el correcto. Siempre debe comprobarse que el regulador sea el indicado, por el tipo de gas y su capacidad de presión y flujo.

9.3.3.1 PROCEDIMIENTO DE OPERACION.

- Conectar el regulador a la válvula del cilindro.
- Girar la mariposa del regulador en el sentido contrario de los punteros del reloj hasta que no ejerza presión y gire libremente.
- Abrir la válvula del cilindro lentamente, hasta que el manómetro de alta registre la presión de entrada.
- Girar la mariposa del regulador en el sentido de los punteros del reloj, hasta alcanzar la presión de trabajo deseada, que será indicada en el segundo manómetro.

9.3.4 DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD.

Los reguladores contemplan dispositivos de seguridad para casos de presión excesiva.

Los manómetros además, tienen un frente sólido y una caja de seguridad trasera (de metal liviano) el cual liberara la presión de gas excesiva y reduciéndola.

9.3.4.1 PRECAUCIONES EN EL USO DE REGULADORES.

- ➡ Siempre utilizar el regulador apropiado para que las conexiones ajusten debidamente.
- ➡ Utilizar la presión de servicio específica para cada gas. En el caso de acetileno, la presión de entrega nunca debe ser mayor a 1 bar (14,5 psig).
- ➡ El regulador debe estar firmemente ajustado antes de abrir la válvula, lo cual se habrá lentamente. Al retirar un regulador se debe:
- ➡ Cerrar bien la válvula.
- ➡ Liberar el gas que queda en el regulador.
- ➡ Desconectar el regulador.
- ➡ Hacer reparar los equipos defectuosos sólo por un servicio técnico calificado.
- ➡ Nunca se deben lubricar las conexiones de un regulador.

9.4 MANOMETROS.

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

Los manómetros *Fig. 9.4* tienen diferentes escalas, de acuerdo al rango de presión que requieren medir. Normalmente las escalas vienen graduadas en bar, que es la unidad adoptada por los países de la Comunidad Económica Europea, y el PSI que lo utilizan todavía en los países de habla inglesa, aun cuando su propósito es también cambiar al Sistema Internacional de Unidades SI.

Cabe recordar que los manómetros miden presión manométrica, es decir indican cero cuando la presión absoluta es igual a la presión atmosférica. Esto se expresa como bar

(relativos) o como psig (gage) para distinguir del bar o el psi (absolutos). Cuando no se expresa esta ultima letra aclaratoria se entiende que se esta refiriendo a presiones manométricas.

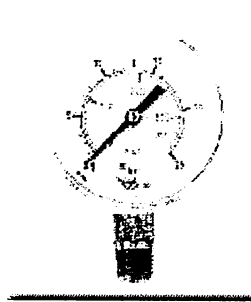
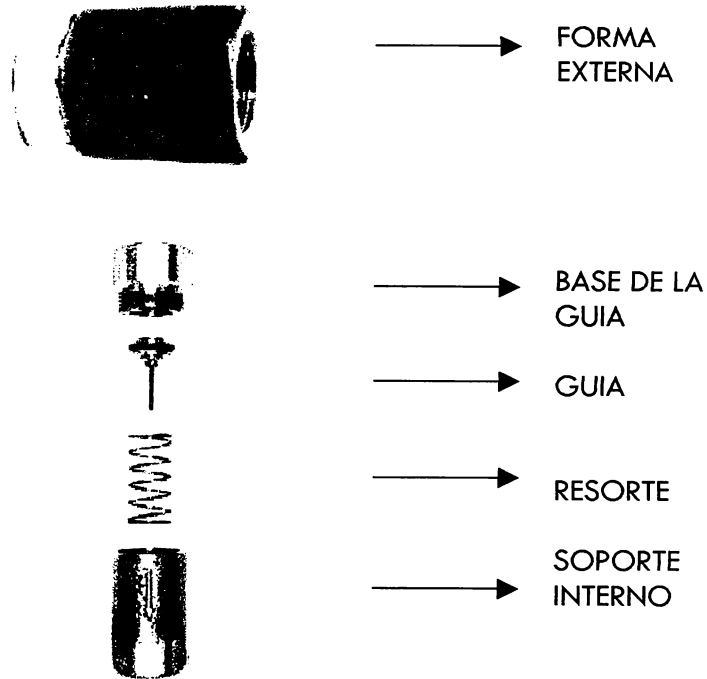


Fig. 9.4 forma física de un manómetro

9.5 VALVULA UNIDIRECCIONAL (CHECK).



FUNCIONAMIENTO.

Las válvulas check (unidireccional) son usadas para restringir el flujo de gas a una dirección específica.

CARACTERISTICAS.

- soportan hasta 400 PSI.
- Pueden ser instalados en cualquier posición.
- Por medio de su firme estructura se minimizan los cambios en el flujo de velocidad.
- Por medio de un resorte se asegura que a válvula se cierre rápidamente, antes que se de un flujo en reversa.

CONSTRUCCION.

- ▶ El cuerpo esta hecho de bronce.
- ▶ La base puede estar hecha de dos materiales : bronce o latón.
- ▶ La guía es construida con latón.
- ▶ El resorte es construido con acero inoxidable.

9.6 VALVULAS DE PRESION DE ALIVIO.

ENTRADA DE 1/2"
NPT A UNA
SALIDA DE 1/2"
NPT (HEMBRA)
75 PSIG



VALVULA DE
ALIVIO PARA
1/2"NPT (HEMBRA)
75 PSI



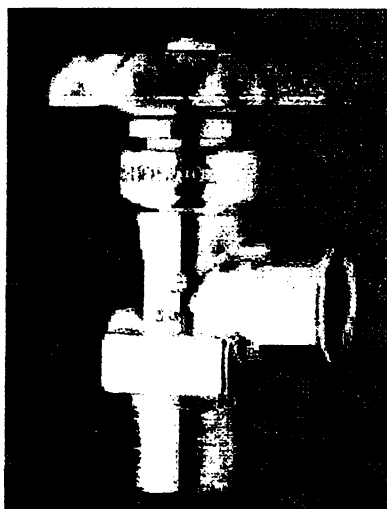
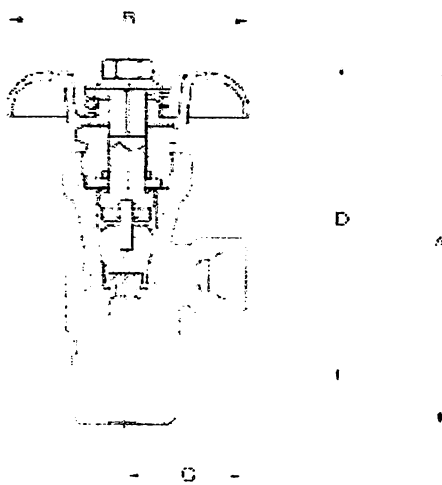
VALVULA DE
ALIVIO PARA
3/4"NPT DE
ENTRADA X 3/4" DE
SALIDA (HEMBRA)
75 PSI

FUNCIONAMIENTO.

Las válvulas de alivio¹ están diseñadas para proteger el equipo de presiones excesivas. Estas válvulas están diseñadas para abrirse ligeramente y liberar presiones excesivas.

CARACTERISTICAS.

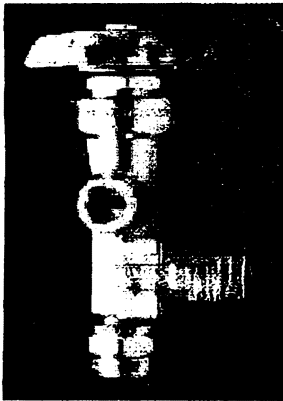
- Es limpiada para uso con oxígeno.
- Auto reajustadle.
- Grandes áreas de orificio para altos rangos de flujo para ayudar a proteger al equipo.

9.7 VALVULA DE CABECERA PARA MANIFOLD.**FORMA GRAFICA****ESTRUCTURA INTERNA****Descripción.**

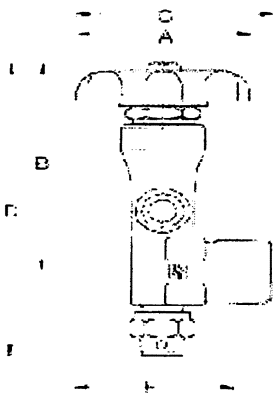
Está es una válvula para Manifold, la cual se utiliza en aplicaciones ya sean médicas o industriales.

¹ Para mayor información referirse a anexos.

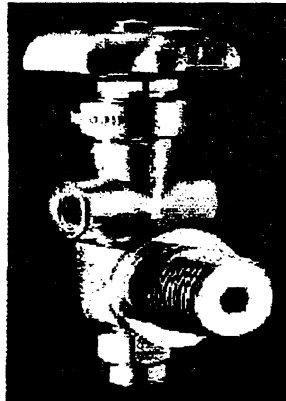
9.8 VALVULAS DE CABECERA CON DOBLE SALIDA PARA MANIFOLD.



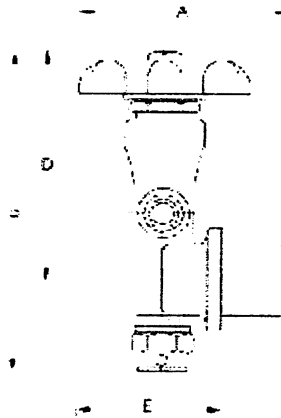
FORMA GRAFICA



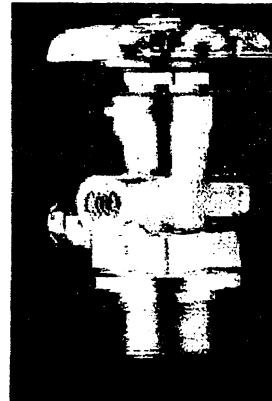
**VALVULA HORIZONTAL
CON ROSCA RECTA**



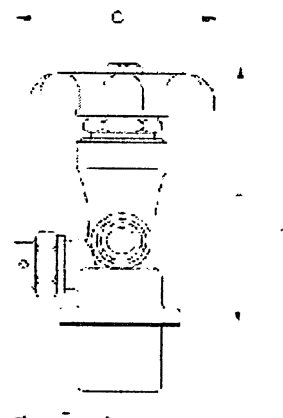
FORMA GRAFICA



**VALVULA HORIZONTAL
CON ROSCA NGT**



FORMA GRAFICA

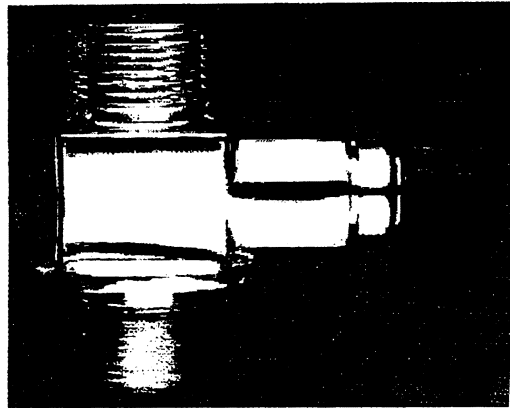


**VALVULA VERTICAL CON
ROSCA RECTA**

Descripción.

Estas son válvulas de diferentes formas, roscas y estructuras que se adaptan a las necesidades de postura para poder ser utilizadas en aplicaciones de Manifold y a la vez posee doble salida.

9.9 VALVULA MEDICA DE OXIGENO CON S

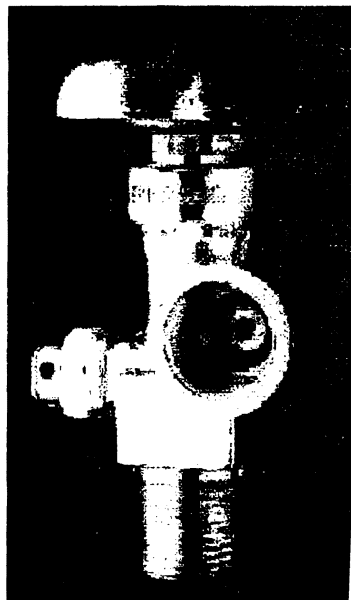


FORMA GRAFICA

Descripción.

Esta es una válvula que se utiliza en pequeños cilindros de oxígeno.

9.10 VALVULA (CHECK) DE PRESION RES

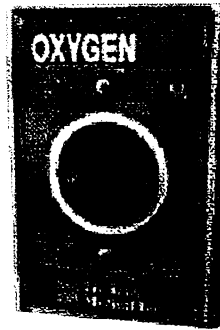


FORMA GRAFICA

Descripción

Esta es una válvula que se utiliza para medir la presión en los cilindros, cuenta con una válvula check (ur

9.11 TOMA DE OXIGENO EMPOTRADO. TIPO DIAMOND DE ACOPLE RAPIDO



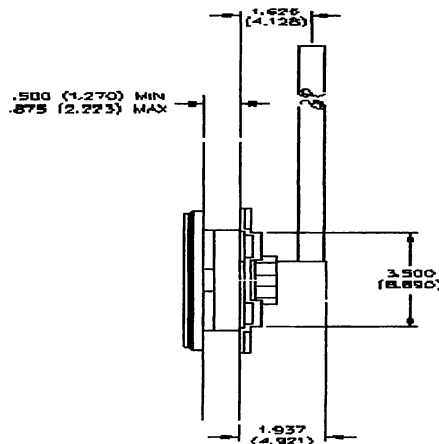
Especificaciones:

Este es un toma de Oxígeno tipo Diamond de acople rápido y empotrado a la pared.

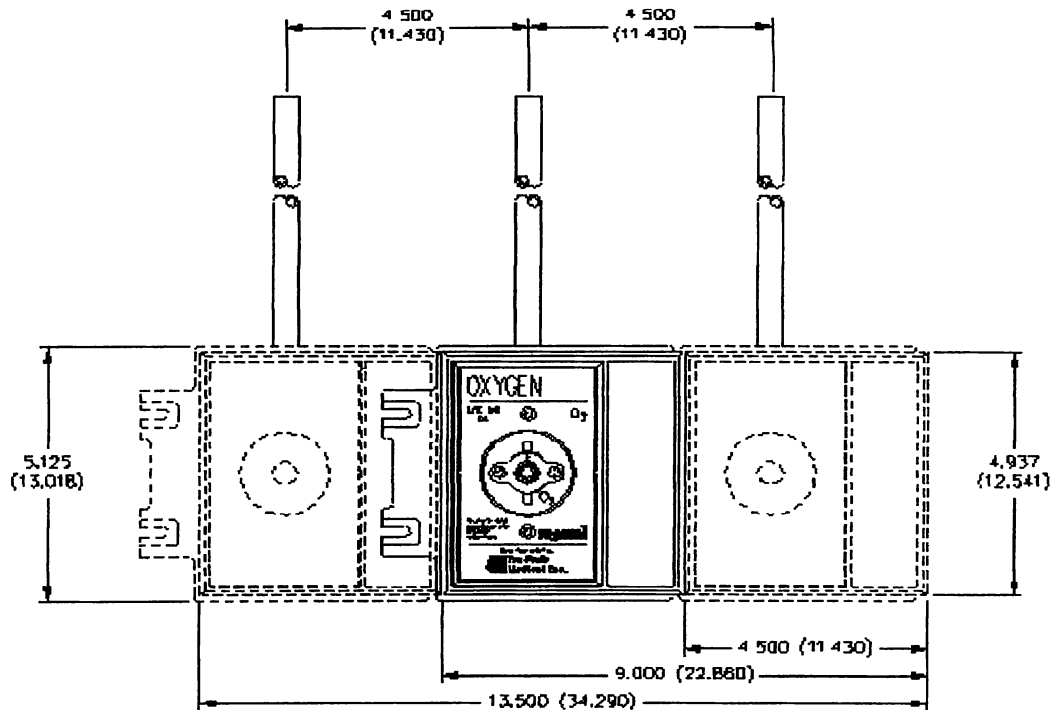
El toma es de diseño individual (solo una salida) e incorpora un código de colores en la superficie frontal, esta diseñado de una forma tal que no permite la aspiración. Los servicios de gas deberán estar secuencialmente arreglados y localizados en los planos con un mínimo de espaciamiento de la línea del centro de 4.5 pulgadas (11.5 cm entre salida).

La salida de gas medico esta diseñada de una forma que cuando se instala, la rutina de servicio en la válvula primaria unidireccional puede ser hecha sin remover la placa metálica o porciones específicas del gas. Por lo tanto la válvula primaria unidireccional puede ser removida para servicio sin cerrar el suministro de gas a la salida, la válvula unidireccional secundaria (check) opera automáticamente para detener el flujo de gas en caso de exceso de presión.

9.11.1 VISTA LATERAL DEL TOMA.



9.11.2 VISTA SUPERFICIAL DE VARIOS TOMAS (GASES)



9.12 VALVULA DE CAMBIO. Fig. 9.1.3

El suministro de un fluido a un subsistema, deberá ser mas de una fuente para cumplir con los requerimientos del sistema. En algunos sistemas de emergencia se posee una fuente de presión auxiliar, en el caso de que falle el sistema normal. El sistema de emergencia podrá actualmente activar componentes esenciales. El propósito principal de la válvula de cambio es aislar el sistema normal del sistema alterno o de emergencia.

La construcción interna posee tres puertos; sistema normal de entrada, sistema de entrada de emergencia y salida. Una válvula de cambio es usada para operar mas de una unidad funcionando y puede contener puertos de salida adicionales. Al interior de la válvula existe una parte deslizante llamada el cambio. Su propósito es mantener separado uno de los otros puertos de entrada.

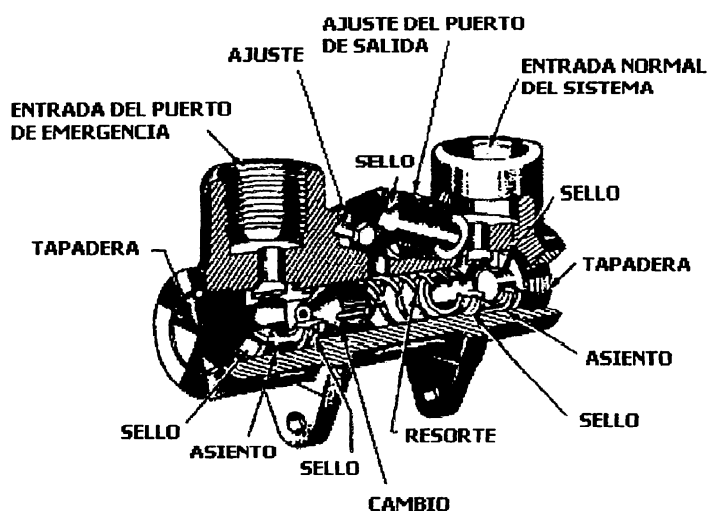


Fig. 9.1.3 estructura interna de la válvula de cambio

Cuando una válvula de cambio esta en la posición de operación normal, el fluido circula libremente del puerto normal de entrada en el sistema, a través de la válvula, y afuera a través del puerto de salida en la unidad funcionando. El cambio es asentado en contra del puerto de entrada (sistema alterno) y aquí se mantiene por una presión normal del sistema y por un resorte situado en la válvula de cambio. Y se mantiene en esta posición hasta que el sistema alterno se activa. Esta acción guía la fluido sobre la presión del sistema alterno a la válvula de cambio y fuerza la conmutación del sistema alterno al sistema normal. El fluido del sistema alterno tiene un flujo libre del puerto de salida, pero se previene que no entre al sistema normal por el cambio, el cual lo aísla del sistema normal.

9.13 VALVULA DE ZONA.

Las válvulas de zona son probadas e instaladas de acuerdo a la norma NFPA 99.

Las válvulas incorporan un empaque ajustable y una estructura resistente al cierre, solo las válvulas con puerto completo tienen rangos de flujo comparados al tamaño equivalente de la tubería usada. La tubería en la válvula se instala de izquierda a derecha.

Todas las válvulas son hechas con extensiones de tubería de cobre tipo k para facilitar la instalación. Y poseen un sistema de tres piezas reparables. Cada válvula es limpiada con oxígeno de acuerdo a la norma CGA.

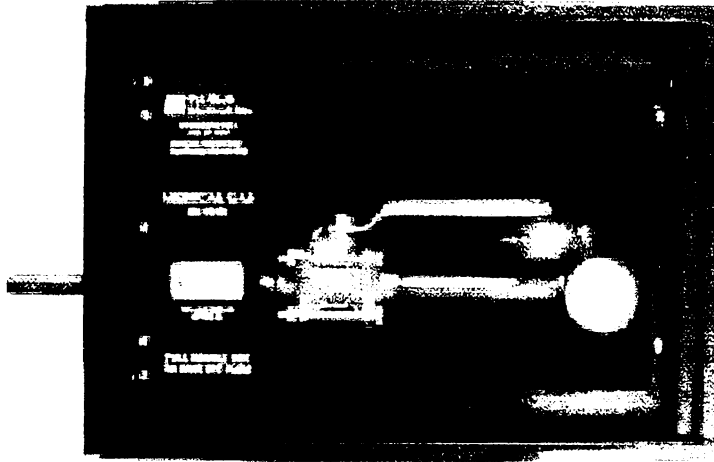


Fig. 9.14Válvula de zona

Los extremos de la tubería en la válvula son tapados y colocados en una caja de protección para evitar la contaminación antes de la instalación.

Los medidores tienen un diámetro de 1 ½". Para monitorear al presión y deben tener una reseña que diga "**NO USAR ACEITE**". Esta deberá poseer una etiqueta de color apropiado en la caja de válvula para cada aplicación a la hora de ser instalada.

CAJA. La caja de la válvula esta construida con laminas de acero, cubierta con pintura anticorrosivo.

VENTANA. La caja de la válvula ensamblada posee una armadura de acero pintada con un color negro, la cual rodea a una ventana flexible fácilmente removible, la ventana esta hecha de fibra de vidrio.

- ➡ La ventana no puede ser reemplazada cuando una válvula de zona esta abierta.
- ➡ La ventana tienen que tener impresa la siguiente indicación:

-- PRECAUCION--

VALVULA DE CIERRE DE OXIGENO
¡NO CERRAR! SOLO EN CASO DE
EMERGENCIA

9.14 VALVULA DE BOLA.

Los tipos de válvulas de bola son hechas de bronce, con asientos y sellos de teflón. Las válvulas trabajan con un rango de presión de 600 psi y tienen un control de mano para ser operadas, el cual solamente requieren rotar $\frac{1}{4}$ de su posición completamente abierta para cerrarse.

Estas válvulas están equipadas con extensiones de tubos de cobre tipo K, las cuales tienen el diámetro de $\frac{1}{8}$ (NPT tipo hembra).

Las válvulas tienen un sistema de tres piezas que son reparables. Una estructura de cierre resistente. Solo las válvulas de puerto completo tienen rangos de flujo comparables al tamaño equivalente de la tubería que se está usando.

Deberán colocarse etiquetas de precaución en el lugar donde se instalará la válvula.

Las etiquetas tienen la siguiente información:

-- PRECAUCION--

VALVULA DE OXIGENO
¡NO CERRAR! SOLO EN CASO DE
EMERGENCIA

Las etiquetas deberán tener un código de colores para el servicio de gas apropiado, e incluir una sección para mostrar el área en que está controlando la válvula.

Cada válvula es limpiada con oxígeno y es tapada y sellada en una caja protegida para prevenir la contaminación, antes de ser instalada.

TUBERIAS

10

INTRODUCCION

TUBERÍAS PARA GASES MEDICINALES
CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS DE COBRE
APLICACIONES DE LA TUBERIA TIPO K
COLORES PARA TUBERIAS

10.0 INTRODUCCION.

En este capítulo se describen tuberías de cobre usadas para conducción de fluidos a alta presión en uso hospitalario. Así como también características, especificaciones y accesorios utilizados en las tuberías.

10.1 TUBERIAS PARA GASES MEDICINALES.

La distribución de gases medicinales se hace por medio de tuberías, siendo las tuberías de varios calibres y tramos.

Para el suministro de gases medicinales es recomendable el cobre (Cu) debido a sus características ideales (no corrosivo a los gases que se suministran y bajos coeficientes de fricción).

El tubo de cobre, es obtenido de los tipos B-K-L-M. La tubería de cobre tipo L y M, no tienen aplicación en las instalaciones de gases debido a que sus paredes son muy delgadas, y no soportan las presiones suministradas (50 a 100 PSI).

El tipo B, es una tubería demasiado gruesa (diámetro) y su peso descarta esta clase de tubería. El tipo K es la tubería adecuada, su medida excede en $1/6''$ el diámetro externo de su valor nominal. Así, decimos que la tubería de $3/8''$ tiene un diámetro externo de $1/2''$.

10.2 CARACTERISTICAS Y VENTAJAS DE LA TUBERIA DE COBRE.

- **Fabricada sin soldadura.**
- **Continuidad de flujo por su pared lisa:** El proceso de fabricación por extrusión permite obtener tuberías con paredes lisas y tersas, permiten conducir los fluidos con un mínimo de pérdidas de presión, conservando el mismo flujo durante la vida útil de la instalación.

- **Resistencia a las presiones internas de trabajo** : Las tuberías de cobre se fabrican sin soldadura, lo que permite tener espesores de pared mínimos calculados para resistir perfectamente las presiones de trabajo que se presentan en cualquier instalación, además de ofrecer un factor de seguridad de 5 veces la presión de trabajo constante.
- **Resistencia a la corrosión** : El cobre debido a sus características, es sin duda el metal apropiado para la fabricación de tuberías. El cobre tiene la particularidad de cubrirse de una capa de óxido que penetra en el metal solo unas cuantas micras, esta capa sirve de protección indefinida, de ahí que las tuberías de cobre tengan un excelente comportamiento frente a la totalidad de los materiales de construcción y de los fluidos a conducir, asegurando así una larga vida útil.
- **Fabricado en temple rígido y flexible** : Las tuberías de cobre se fabrican en dos temples :
 - **Rígidas** : en tramos rectos de 6.10 m (20 pies)
 - **Flexibles** : en rollos de 15.24 m (50 pies) y de 18.30 m (60 pies) de largo pudiéndose fabricar en otras longitudes de acuerdo a las necesidades del mercado.
- **Ligero.**
- **Fácil de unir** : Debido a los sistemas de unión que se emplean en las tuberías de cobre ; soldadura plata estaño y de compresión en tuberías rígidas; así como la ligereza del material y el uso de herramientas mínimas y ligeras, las uniones se efectúan con gran facilidad y rapidez.

10.2.1 Composición del cobre utilizado en las tuberías .

Aleación : C12200

Nombre comercial : Cobre Fosforado

Porcentaje de cobre : 99.90 % (Cu + Ag con elementos especificados)

Porcentaje de fósforo : 0.015 a 0.040 % .

10.2.2 Características físicas del cobre.

Temperatura de fusión : 1,083 °C

Densidad (20 °C) : 8.94 gr/cm³

Conductividad térmica (68 °F) : 196 BTU/ft²/ft/hr/°F

Calor específico (20 °C) : 0.092 Cal/gr/°C

10.2.3 Presiones de trabajo interno (kg/cm²)

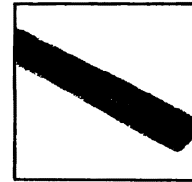
Tubo de Cobre Rígido

DIÁMETRO NOMINAL		DIÁMETRO EXTERIOR		TEMPERATURA DE SERVICIO								
				10 C (50 F)			37.8 C (100 F)			65.2 C (150 F)		
				S = 682.14 kg/cm ²			S = 421.94 kg/cm ²			S = 358.65 kg/cm ²		
				TIPODETUBERÍA								
pulg.	mm	pulg.	mm	M	L	K	M	L	K	M	L	K
1/4	6.35	3/8	9.525	87.961	104.264	122.839	54.409	64.493	75.983	46.248	54.819	64.585
3/8	9.5	1/2	12.700	65.131	88.952	129.198	40.287	55.022	79.916	34.244	46.769	67.929
1/2	12.7	5/8	15.875	56.375	82.340	101.816	34.871	50.932	62.979	29.640	43.292	53.532
3/4	19	7/8	22.225	46.473	66.389	97.264	28.746	41.065	60.163	24.434	34.906	51.139
1	25	1 1/8	28.575	38.421	56.375	74.703	23.765	34.871	46.208	20.201	29.640	39.277
1 1/4	32	1 3/8	34.925	38.548	50.061	60.638	23.844	30.966	37.508	20.267	26.321	31.882
1 1/2	38	1 5/8	41.275	37.772	46.588	56.375	23.364	28.817	34.871	19.860	24.495	29.640
2	51	2 1/8	53.975	34.056	41.424	49.550	21.066	25.623	30.649	17.906	21.780	26.052
2 1/2	64	2 5/8	66.675	31.234	38.264	45.351	19.320	23.668	28.052	16.422	20.118	23.845
3	76	3 1/8	79.375	28.857	36.104	43.881	17.850	22.332	27.143	15.172	18.982	23.071
4	102	4 1/8	104.775	28.584	33.389	40.975	17.681	20.653	25.345	15.028	17.555	21.544

DIÁMETRO NOMINAL		DIÁMETRO EXTERIOR		TEMPERATURA DE SERVICIO								
				93.3 C (200 F)			148.9 C (300 F)			204.4 C (400 F)		
				S = 337.55 Kg/cm ²			S = 330.52 Kg/cm ²			S = 210.97 kg/cm ²		
				TIPODETUBERÍA								
pulg.	mm	pulg.	mm	M	L	K	M	L	K	M	L	K
1/4	6.35	3/8	9.525	43.527	51.594	60.786	42.620	50.520	59.520	27.205	32.247	37.991
3/8	9.5	1/2	12.700	32.230	44.017	63.933	31.558	43.100	62.601	20.144	27.511	39.958
1/2	12.7	5/8	15.875	27.897	40.746	50.383	27.316	39.897	49.333	17.436	25.466	31.489
3/4	19	7/8	22.225	22.997	32.852	48.131	22.518	32.168	47.128	14.373	20.533	30.082
1	25	1 1/8	28.575	19.012	27.897	36.966	18.616	27.316	36.196	11.883	17.436	23.104
1 1/4	32	1 3/8	34.925	19.075	24.773	30.006	18.678	24.256	29.381	11.922	15.483	18.754
1 1/2	38	1 5/8	41.275	18.691	23.054	27.897	18.302	22.574	27.316	11.682	14.409	17.436
2	51	2 1/8	53.975	16.853	20.499	24.520	16.502	20.071	24.009	10.533	12.812	15.325
2 1/2	64	2 5/8	66.675	15.456	18.935	22.442	15.134	18.540	21.974	9.660	11.834	14.026
3	76	3 1/8	79.375	14.280	17.866	21.714	13.982	17.494	21.262	8.925	11.166	13.571
4	102	4 1/8	104.775	14.144	16.522	20.276	13.850	16.178	19.854	8.840	10.326	12.673

10.2.4 DIMENSIONES Y PESOS DE TUBERÍAS PARA GASES MEDICINALES.

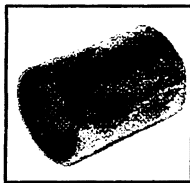
DIAMETROS NOMINALES				TIPO K			TIPO L			TIPO M		
Sistema Ingles	Sistema Métrico	Diámetro Exterior	Superficie Exterior	Espesor	Diámetro Interior	Peso	Espesor	Diámetro Interior	Peso	Espesor	Diámetro Interior	Peso
Pulgadas	mm.	mm.	mm ²	mm	mm	Kg/m	mm	mm	Kg/m	mm	mm	Kg/m
1/8"	3	6.350	0.0199	0.813	4.724	0.126	0.635	5.080	0.102	0.635	5.008	0.012
1/4"	6	9.525	0.0299	0.813	7.899	0.199	0.762	8.001	0.188	0.635	8.255	0.159
3/8"	10	12.700	0.0399	1.245	10.210	0.400	0.889	10.922	0.925	0.635	11.430	0.215
1/2"	13	15.875	0.0499	1.245	13.385	0.511	1.016	13.843	0.424	0.711	14.453	0.303
5/8"	16	19.050	0.0598	1.245	16.560	0.622	1.067	16.916	0.539	0.762	17.526	0.391
3/4"	19	22.225	0.0698	1.651	18.923	0.954	1.143	19.939	0.677	0.813	20.599	0.489
1"	25	28.575	0.0898	1.651	25.273	1.248	1.270	26.035	0.974	0.903	26.797	0.691
1 1/4"	32	34.925	0.1097	1.651	31.623	1.543	1.397	32.131	1.316	0.994	32.791	1.014
1 1/2"	38	41.275	0.1297	1.829	37.617	2.026	1.524	38.227	1.701	1.084	38.785	1.399
2"	51	53.975	0.1696	2.108	49.759	3.071	1.778	50.419	2.607	1.265	51.029	2.172
2 1/2"	64	66.675	0.2095	2.413	61.849	4.355	2.032	62.611	3.689	1.651	63.373	3.015
3"	75	79.375	0.2494	2.769	73.837	5.957	2.286	74.803	4.949	1.829	75.717	3.983
3 1/2"	90	92.075	0.2893	3.048	85.979	7.621	2.540	86.995	6.387	2.108	87.859	5.327
4"	100	104.775	0.3292	3.404	97.967	9.690	2.794	99.187	8.003	2.413	99.949	6.937
5"	125	130.175	0.4090	4.064	122.047	14.394	3.175	123.825	11.325	2.769	124.637	9.907
6"	150	155.575	0.4888	4.877	145.821	20.641	3.556	148.463	15.183	3.099	149.377	13.207
8"	200	206.375	0.6483	6.883	192.609	38.567	5.080	196.215	28.720	4.318	197.739	24.504
10"	250	257.175	0.8079	8.585	240.005	59.941	6.350	244.475	44.733	5.385	246.405	38.080
12"	300	307.975	0.9675	10.287	287.401	86.008	7.112	293.751	60.096	6.452	295.071	54.636



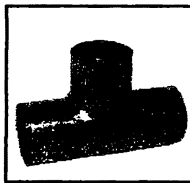
10.3 Aplicaciones de la tubería tipo K¹

- Instalaciones de tipo industrial, conduciendo líquidos y gases en condiciones más severas de presión y temperatura.
- Oxígeno, vapor, vacío y óxido nitroso entre otros

10.3.1 Accesorios utilizados en tuberías de cobre



Uniones de tuberías



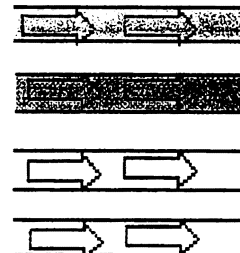
Codo T



Reductor de tubería

Se recomienda según el código de gases NFPA99, que las tuberías se etiqueten de la siguiente forma:

GAS	CODIGO DE COLOR
Oxígeno	Verde brillante
Oxido nitroso	Azul claro
Vacío	Blanco
Aire comprimido	Amarillo



¹ Este tipo de tubería se construye en base a las normas ASTM "American Standard Testing Material", y para tipo K es tipo B819.

**RECOMENDACIONES
Y
CONCLUSIONES**

RECOMENDACIONES

Las principales consideraciones que tomamos al analizar los diferentes rubros que involucran la ejecución de estudio y diseño del proyecto son las siguientes:

- Seleccionar una central de oxígeno tipo digital ya que esta es la tecnología de punta y presenta diversas ventajas sobre las centrales analógicas. (Economía, Tecnología, etc.).
- Para la instalación a futuro: se podría considerar dejar una válvula de zona; con salida pendiente; pero esto no sería conveniente desde el punto de vista de costos.
- La instalación de la red se hace con soportaría tomada desde el techo es más costosa debido a la cantidad de estructura metálica a utilizar.
- La tubería a instalar es de tipo "K", ASTM B18 debido a que esta posee bajos coeficientes de fricción y esta es la única que actualmente es recomendada para transportar fluidos en uso hospitalario y posee un margen de ruptura mayor que las de tipo L.
- Por otro parte, la gran cantidad de oxígeno demandado por todo el hospital en sus diferentes pabellones hace necesario implantar un sistema de distribución con oxígeno, el cual posteriormente puede ser incorporado al proyecto, utilizando la entrada de emergencia del manifold seleccionado. †

CONCLUSIONES GENERALES

En la culminación de este trabajo de investigación se observa que parte de la información contenida en este trabajo, muestra el diseño propuesto de la red central de oxígeno con ende en el sistema en conjunto ya ensamblado.

Para toda la ejecución del proyecto en marcha, se muestra la cantidad de costos totales, así como también se define un programa de mantenimiento preventivo, para que sistema sea supervisado convenientemente por el departamento correspondiente al hospital.

La central de oxígeno resulta ser de gran utilidad para el hospital, ya que minimiza los accidentes al interior del área quirúrgica. Los planos de vista en planta proporcionan un a herramienta para conocer las condiciones actuales de distribución que tiene el área

Conociendo los consumos actuales y propuestos de oxígeno, propuestos se proyecta un análisis en base al crecimiento a futuro que tendrá el hospital se aprecia que el diseño de red en conjunto no se sobredimensiona aun y cuando aumenten el número de operaciones en un día normal de trabajo.

Los administradores del hospital pueden intervenir en este proyecto con la certeza que el diseño de red en conjunto no se sobredimensiona aun y cuando aumenten el número de operaciones en un día normal de trabajo.

Los administradores del hospital pueden intervenir en este proyecto con la certeza que el diseño general sugiera confiabilidad, para el interior de las áreas de la planta; así como para el bienestar de los pacientes que hacen uso del mismo.

BIBLIOGRAFIA

[1] COMPRESSED GAS ASSOCIATION INC. CGA “ESPECIFICACIONES DEL OXIGENO”

[2]NFPA 99 NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION “STANDARD FOR HEALTHCARE FACILITIES “EDITION 1996

[3]INTERNET

[4]ASOCIACION DE GAS COMPRIMIDO CGA “NORMAS DE SEGURIDAD CON GASES “

[5]CODIGO ELECTRICO NACIONAL. NEC “NORMAS DE SEGURIDAD ELECTRICAS DONDE SE USAN GASES HOSPITALARIOS “

[6] SECRETARIA DE FOMENTO Y REGULACION SANITARIA MEXICO.

[7] ASOCIACION DE GAS COMPRIMIDO INC. CGA “DEFICIENCIAS DE OXIGENO EN LA ATMOSFERA “.

[8], [9] INDURA, SHERWOOD COMPRESS Y TRITECH MEDICAL INC.

[10] INDURA.

GLOSARIO

A

Abrasivo: limpia metales que esta hecho con grasas.

Absceso: Cantidad que contiene pus y esta rodeado de tejido inflamado formado como consecuencia de la supuración en una infección localizada.

Absorción atómica: Acción de absorber la energía electromagnética cuando atraviesa un medio material.

Acetileno: Símbolo químico C₂H₂. Es un gas compuesto por Carbono e Hidrogeno. En condiciones normales es un gas un poco mas liviano que el aire, es incoloro. Es muy inflamable, arde en el aire con llama luminosa, humeante y de alta temperatura.

Aluminio: metal blanco ligero maleable.

Amoniaco: (NH₃) Gas de olor muy penetrante formado por hidrogeno y nitrógeno combinado.

Analizador de Oxígeno: Equipo para determinar la pureza del oxígeno.

Apendicectomía: Extirpación quirúrgica de la apéndice cecal o vermiforme a través de una incisión quirúrgica.

Argón: Símbolo Químico Ar, Esta clasificado en el grupo # 18 de los gases nobles. Es un gas muy inerte. No forma verdaderos compuestos químicos como el Kriptón, Radón y Xenón, es la tercera sustancia más abundante en la atmósfera.

Arsina: (AsH₃) Cuerpo derivado de la arsenamina, al sustituir el hidrogeno por radicales carbonados.

B

Bar: Unidad utilizada para medir la presión atmosférica.

Butano: Hidrocarburo gaseoso ($C_4 H_{10}$), empleado como combustible, licuado a baja presión, de mayor intensidad que el propano.

C

Calor específico: Cantidad de Calor requerida para elevar la Temperatura de 1 g de una sustancia en 1 °C .

Calor latente: Cantidad de calor que se necesita para transformar 1 g de una sustancia ya se en estado sólida a líquido o viceversa.

Cesárea: Intervención quirúrgica que consiste en realizar una incisión en el abdomen y el útero y extraer el feto vía trans-abdominal.

Colesistectomía: Resección quirúrgica de la vesícula biliar.

CGA: Asociación de gas comprimido.

Cloro: Símbolo químico Cl. Esta clasificado en el grupo # 17 de los elementos halógenos. Es un gas amarillo-verdoso de olor asfixiante, muy tóxico. Es muy activo y reacciona directamente con la mayoría de los elementos (excepto nitrógeno, oxígeno y carbono).

Comburente: Solución que facilita el proceso de la combustión.

Combustión: Acción y efecto de arder y quemar.

Cp: Calor a presión constante.

Criocirugía: Proceso de cirugía utilizando bajas temperaturas o congelación de tejidos.

Cromo molibdeno: Aleación de Cromo.

Cv: Calor a Volumen constante.

D

Densidad: Es el cociente entre la masa de un cuerpo y el volumen que ocupa

Densidad crítica: es el punto máximo en el cual la densidad va a cambiar.

Diafragma: disco que provee separación entre dos cuerpos adyacentes.

Dióxido de azufre: Oxido que contienen dos átomos de oxígeno más azufre.

DOT: Departamento de transporte.

E

Espacio Anular: Espacio existente entre un medio externo e interno, en el cual no existe ninguna fuerza.

Estanqueidad: Cantidad de oxígeno remanente.

Esterilización: Proceso o acto que incapacita a una persona para no tener hijos.

Exostosis: Formación benigna anormal que asienta sobre la superficie de un hueso.

F

Fibroadenoma: Tumor benigno de la mama compuesto por tejido fibroblástico y epitelial.

Flúor: Símbolo químico F. Esta clasificado en el grupo # 17 de los elementos Halógenos. El flúor es un gas corrosivo amarillo claro (inoloro en finas capas), venenoso y de olor penetrante. Es inflamable y el fuego no hay forma de apagarse.

Flúorocarbono: combinación de fluor con carbono.

Fosfina: Nombre genérico de los compuestos orgánicos combinados del fosfuro de hidrógeno.

G

Gases criogénicos: son aquellos que se comprimen utilizando temperaturas extremadamente frías.

Gases inertes: Gas que separa los gases inflamables de los no inflamables.

Ginecomastia: Aumento de tamaño anormal de una o de las dos mamas en el hombre. Este puede ser hormonal o benigno.

Gravedad específica: Es el peso del gas referido al peso del aire, tomando una unidad de volumen de gas respecto a la misma unidad de volumen de aire y asignado al aire el valor de 1.

Granuloma: Sufijo que significa masa de tejido granular producido como consecuencia de un estado inflamatorio, una lesión o infección crónica.

H

Helio: Símbolo químico He. Esta clasificado en el grupo # 18 de los gases nobles. Es el segundo elemento más abundante del Universo. Es la sustancia con menor punto de fusión y, por su bajo punto de ebullición (próximo al cero absoluto), se emplea como refrigerante y en el estudio de la superconductividad.

Hernia: Protusión de un órgano a través de una abertura normal en la pared muscular de la pared que lo rodea.

Hernia Umbilical: Protusión del intestino y del peritoneo a través de una zona debilitada de la pared abdominal del ombligo.

Hidrogeno: Símbolo químico H. Esta clasificado en el grupo 1 de los no metales. Es un gas incoloro, inodoro e insípido. Poco soluble en agua (2,5 volúmenes/%).

Hidrocarburos: carburo del hidrógeno.

Histerectomía: Extirpación quirúrgica del útero.

K

Kriptón: Símbolo químico Kr. Esta clasificado en el grupo # 18 de los gases nobles. El criptón sólido presenta la estructura cúbica centrada en las caras común a los demás gases nobles, excepto helio.

L

Legrado raspado: Lo raspado de la cavidad u otra superficie realizada para eliminar tumores u otros tejidos anormales.

Ligadura: Procedimiento de sutura o grapa para detener o prevenir hemorragias en caso de varices o venas.

Linóleo: tela impermeable hecha de yute, cubierta con una capa de corcho en polvo amasado con aceite de linaza.

M

Manganeso: elemento metálico de color gris, duro, quebradizo, oxidable.

N

NEC: National Electrical Code (Código Eléctrico Nacional)

Neumática: Parte de la física que trata las propiedades de los gases y el aire, desde el punto de vista del movimiento.

NFPA: Asociación Nacional de protección contra incendios.

Nitrógeno: Símbolo químico N. Esta clasificado en el grupo 15 de los elementos nitrogenados. El nitrógeno líquido se usa como refrigerante.

O

Osteosíntesis: Fijación quirúrgica de un hueso mediante medios mecánicos internos.

Oxiacetileno: combinación de oxígeno con acetileno, utilizado para soldadura.

Oxido nitroso: Símbolo químico N₂O. En condiciones normales de presión y temperatura es un gas incoloro prácticamente inodoro y sin sabor. No es toxico, ni inflamable y es aproximadamente 1.5 veces mas pesado que el aire.

Oxígeno: Símbolo químico O₂. Gas que hace posible la vida y es indispensable para la combustión, constituye mas de un quinto de la atmósfera (21% en volumen, 23% en peso).Este gas es incoloro, inodoro y sin sabor.

P

Par Galvanico: Propiedades de rechazo que tienen los materiales de diferentes estructuras.

Plata estaño: compuesto metálico que debido a sus propiedades es utilizado para realizar soldadura.

Pleuresía: Inflamación de la pleura parietal de los pulmones.

Presostato: Dispositivo que conectado a un generador de un fluido comprimido, determina si la presión se mantiene constante.

Presión: fuerza entre unidad de área.

Presión crítica: Presión requerida para licuar un gas a la Temperatura Crítica.

Propano: Hidrocarburo saturado gaseoso (C_3H_8), empleado como combustible.

Psi: Pounds Square Inch (Libras por pulgadas cuadradas).

Psig: pounds squareInch gage (libras por pulgada cuadrada manométrica)

Punto triple: Estado en el que coexisten en equilibrio las fases sólida, líquida y gaseosa de una sustancia. Al punto triple le corresponde una temperatura y presión dadas, características de la sustancia considerada.

Punto de ebullición: Temperatura a la cual la presión de vapor que escapa del líquido es igual a la presión externa.

Punto de congelamiento: temperatura a la cual los líquidos pasan a estado solido.

Q

Quieste: Saco cerrado situado en el interior o debajo de la piel, revestido de epitelio y que contiene líquido ó materia sólida (sebo).

R

Radón: Símbolo químico He. Está clasificado en el grupo # 18 de los gases nobles. Es el más pesado de los gases conocidos. Se ha estimado que hay 1 parte en 10^{21} partes de aire, procedente del radio contenido en el suelo. Está presente en algunas aguas minerales.

Reducción: También llamado Hidrogenación. Adición de hidrógeno a una sustancia.

Reguladores de línea: usados para regular la presión media a la de trabajo.

Regulador de fuente: dispositivo el cual se encarga de reducir un flujo de entrada a un valor medio.

Relay: dispositivo que genera retardos de tiempo.

S

Silano: Nombre compuesto de los compuestos hidrogenados del silicio, análogos hidrocarburos.

Siderurgia: Metalurgia del hierro.

Serpentín: Tubo en línea espiral, helicoidal o acodado cierto número de veces que cabe en un recipiente de dimensiones limitadas.

Sistema presurizado: trabaja con diferentes presiones en el entorno.

T

Temperatura crítica: Temperatura por encima de la cual es imposible licuar un Gas independientemente de la Presión Aplicada.

Terapia Hiperbática: Terapia en la cual un paciente es sometido a presiones mayores a la presión atmosférica.

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

Transductores: interpretan una variable desconocida para convertirla a una variable físicamente leída.

Troqueladora: herramienta utilizada para cortar la tubería.

V

Volumen específico: es la cantidad de volumen real contenido en una medición.

Válvula Check: permite el flujo de gas en una sola dirección.

Válvula Shuttle: realiza el cambio de banco a banco.

X

Xenón: Símbolo químico Xe. Está clasificado en el grupo # 18 de los gases nobles. El elemento se encuentra en los gases desprendidos en ciertos manantiales y se obtiene comercialmente del aire líquido. El elemento no es tóxico, pero sí sus compuestos porque son enormemente oxidantes.

ANEXOS

ANEXOS

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES
INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES FINAL

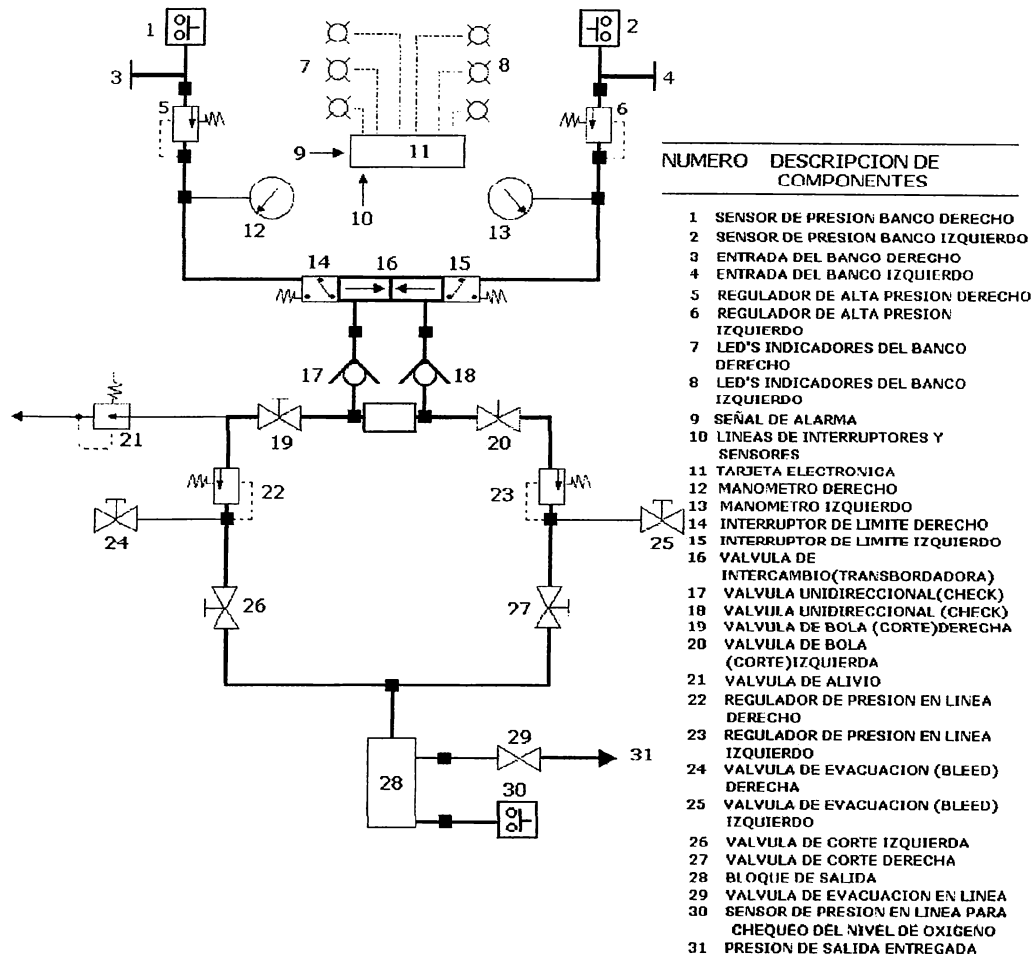
ACTIVIDAD	MES																																																				
	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7				Mes 8				Mes 9				Mes 10				Mes 11												
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4					
Inscripción de Proyecto.	■																																																				
Recopilación y Clasificación de información.		■	■	■																																																	
Procesamiento de la información.					■	■	■	■																																													
Estudio sobre la factibilidad de la reparación de la antigua central y de una nueva.						■	■	■	■																																												
Necesidades hospitalarias.									■	■	■	■																																									
Estudio de Reparación y compra.										■	■	■	■																																								
Planos de edificio.											■	■	■	■																																							
Diseño de Red												■	■	■	■																																						
Presentación a asesores.														■	■	■	■																																				
Corrección de Planos e información.															■	■	■	■																																			
Presentación de proyecto a asesor.																																																					
Corrección de Proyecto.																																																					
Analisis de 2 tecnologías existentes en mercado.																																																					
Presentación a asesores.																																																					
Corrección Final.																																																					
Presentación de Proyecto a U.D.B.																																																					
Defensa de Proyecto.																																																					
Trabajos de impresión y reproducción.																																																					
Entrega de Documento.																																																					

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ANTIGUO

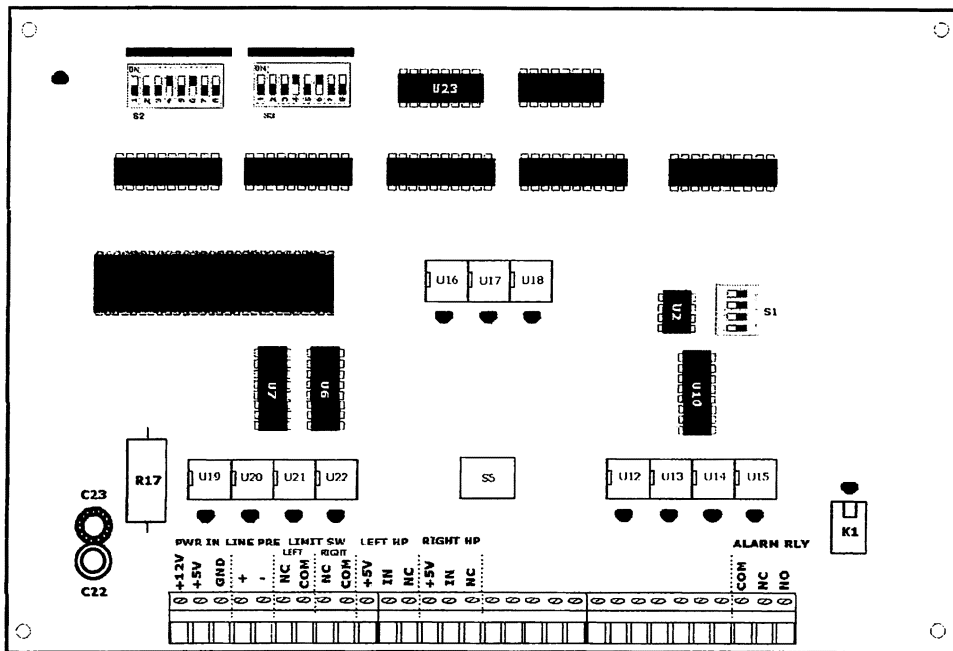
ACTIVIDAD	MES	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Inscripción de Proyecto.		■																											
Recopilación y Clasificación de información.			■	■	■																								
Procesamiento de la información.					■																								
Estudio sobre la factibilidad de la reparación de la antigua central y de una nueva.						■	■	■	■																				
Necesidades hospitalarias.										■																			
Estudio de Reparación y compra.											■																		
Planos de edificio.												■																	
Diseño de Red													■																
Presentación a asesores.														■															
Corrección de Planos e información.															■														
Presentación de proyecto a asesor.																■													
Corrección de Proyecto.																	■												
Análisis de 2 tecnologías existentes en mercado.																		■											
Presentación a asesores.																			■										
Corrección Final.																				■									
Presentación de Proyecto a U.D.B.																					■								
Defensa de Proyecto.																						■							
Trabajos de impresión y reproducción.																										■			
Entrega de Documento.																												■	

11.2.2 DIAGRAMA ESQUEMATICO DEL MANIFOLD DIGITAL

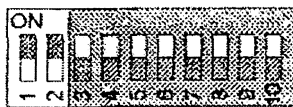
DIAGRAMA ESQUEMATICO DEL MANIFOLD INTERNO



11.2.3 TARJETA ELECTRONICA DEL MANIFOLD DIGITAL

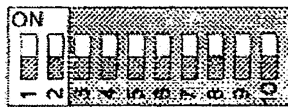


PSI



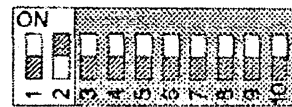
S3

BAR



S3

KPA



S3

11.3 INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA**11.3.1 REPORTE DE POSICIÓN DE LA CGA SOBRE ESTABLECER NORMAS EN LAS INDUSTRIAS REFERENTES AL CÓDIGO DE COLORES PARA CILINDROS DE GAS COMPRIMIDO.****Pregunta.**

¿Puede una industria uniforme ampliar normas de colores y ser establecida para identificar por el medio del color del cilindro el gas contenido?

Respuesta.

La asociación de gas comprimido (CGA) no recomienda un código de color uniforme para identificar el contenido del cilindro.

Razones.

- 1- Hay más de 100 gases diferentes siendo transportados comercialmente en la actualidad. Hay 7 colores primarios además del negro y blanco, estipulando nueve colores y mas de 100 formas para identificación. El único sentido para usar colores puede ser algún programa de franjas ó pintando partes de paquetes usando colores diferentes y sombras diferentes del mismo color, si este es realizado, el código de colores viene en otra forma de comunicación ó lenguaje solo entendible para alguien entrenado en código de colores.
- 2- Hay un considerable número de empleados trabajando hoy en establecimientos industriales, de tal forma que se están elaborado parcial o completamente colores deslumbrantes.
- 3- Los Establecimientos industriales hoy tienen muchas variaciones de su composición y esto a menudo puede tener un efecto sobre el color de la pintura o una parte del equipo.

- 4- La apariencia de un color único a menudo puede cambiar sustancialmente si esta es movido de la luz del día a varios tipos de iluminación nocturna.
- 5- Los cilindros usados en aplicaciones industriales están a sujetos a considerables abusos y la pintura sobre su superficie puede frecuentemente ser en gran parte desgastado haciendo difícil la identificación del color original.
- 6- Los muchos años de transición, donde los cilindros de gas comprimidos mas viejos que tienen variaciones en combinación de color son vaciados y regresados a una fuente de pintura y aplicación de un nuevo código de color, esto podría dar lugar a confusiones.
- 7- Etiquetas, letreros y otras marcas ya estipulan identificación de cada gas por: medio del color, símbolos o texto.
- 8- El código de color no se improvisa y debe tenerlas medidas de identificación del contenido de los paquetes de gas comprimido.

Resumen:

Por un largo tiempo las normas de la CGA continúan siendo los mejores medios para identificar el color de cualquier cilindro de gas. Esto es porque la CGA ha recomendado por años el uso de etiquetas, ó identificaciones pegadas a los hombros de los cilindros de gas comprimido en el tiempo de llenado para identificar el contenido.

11.3.2 ESTADO DE POSICIÓN DE LA CGA SOBRE LA FORMA ASEGURAR LOS CILINDROS CON GAS COMPRIMIDO.

Pregunta.

¿Cuál es la forma apropiada para asegurar los cilindros de gas comprimido?

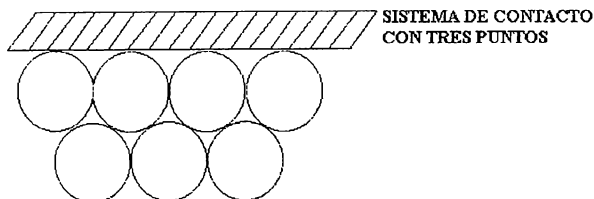
Respuesta.

- ✓ *Los fabricantes de gas e instalaciones para distribuidores:* deben de tener métodos seguros aceptados para asegurar los cilindros de gas comprimido y tapados en almacenamiento. Los conjuntos de cilindros por posicionamiento de masa estrecha, se recomienda un sistema cercano de contacto con tres puntos, con otros cilindros o usando un sólido soporte de estructura tal como un muro o baranda. En áreas sísmicamente activas se deben incorporar protecciones que pueden estar garantizadas.
- ✓ *En sitios de usuarios:* Todos los sistemas de gas comprimidos en servicio ó almacenamiento deben estar asegurados para prevenir que caigan. Un método apropiado para asegurar los cilindros es el proporcionar una cadena amarrada o una banda que este puesta en frente de ó alrededor de los cilindros y asegurarlos a una sólida estructura ó un soporte rígido.

Razón para diferentes métodos. Los métodos apropiados para asegurar los cilindros de gas comprimido es diferente debido a: tipos de personal, facilidades, equipos y procedimientos asociados con distribuidores de gas.

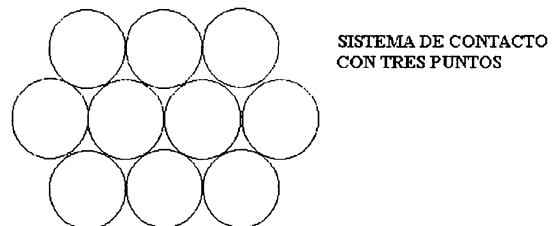
11.3.2.1 GRUPO DE CILINDROS CILINDROS AGRUPADOS CORRECTAMENTE.

APOYADOS EN LA PARED



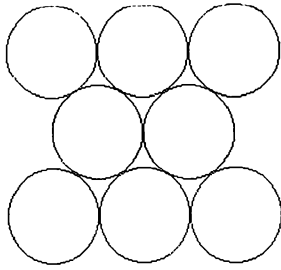
TODOS LOS CILINDROS ESTAN EN CONTACTO SOBRE TRES PUNTOS UNO U OTRO CON OTROS CILINDROS EN UN MURO

AGRUPADOS PERO NO APOYADOS



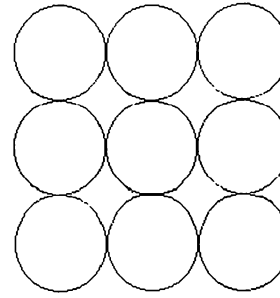
TODOS LOS CILINDROS ESTAN EN CONTACTO CON OTROS CILINDROS SOBRE TRES PUNTOS

CILINDROS INCORRECTAMENTE AGRUPADOS



LOS CILINDROS PARADOS ESTAN EN CONTACTO CON OTROS CILINDROS SOLAMENTE EN DOS PUNTOS

CILINDROS INCORRECTAMENTE AGRUPADOS



LOS CILINDROS PARADOS ESTAN EN CONTACTO CON OTROS CILINDROS SOBRE TRES PUNTOS

En las fábricas de gas y distribuidores hay formas de agrupar los cilindros que es considerado una manera segura de almacenamiento. El agrupamiento depende sobre un sistema de contacto de tres puntos tal que todos los cilindros pueden estar en contacto en tres puntos ya sea en cualquiera de las dos formas: sobre una pared segura u otro cilindro.

11.3.3 PRUEBA DE PROPIEDAD DE CILINDROS DE GAS COMPRIMIDO.

Las regulaciones de materiales peligrosos de el departamento de transportación del estado, sobre un envase cargado con gas comprimido es que no debe ser trasportado al menos que haya sido cargado con el consentimiento del propietario del envase.

La verificación de cargar los cilindros para envío es un requerimiento y un consentimiento del dueño, por la necesidad, de garantizarle al dueño que están calificados con las normas de cargar los cilindros.

Esto en ninguna forma minimiza la responsabilidad de llenado para observar las condiciones de los cilindros en el momento que son recargados.

Las normas de la asociación de gas comprimido estipula que estos cilindros (envases) no deben ser cargados excepto por el dueño o con el consentimiento de los dueños y además únicamente en acuerdo con las regulaciones del departamento de

transportación. Algunos de los siguientes métodos pueden ser usados para indicar la propiedad y autorización al cargar los cilindros:

- 1- Los cilindros son propiedad de la compañía que cargan los cilindros y se verifica por medio de marcas o símbolos registrados.
- 2- Un listado de la propiedad de los cilindros marcados o. símbolos registrados disponibles en la planta de carga del cilindro. lo cual identifica como aceptable para cargarlo basándose sobre una previa autorización de los cilindros.
- 3- Una declaración del propietario o un representante del dueño, declarando que ellos son dueños de los cilindros y se ofrecen para cargarlos.
- 4- Una declaración de un representante de la compañía ofreciendo los cilindros para cargarlos declarando que el consentimiento para cargarlo ha sido obteniendo de los propietarios de todos estos tipos de cilindros.
- 5- Una factura de venta del propietario asegurando que los cilindros presentados para un cliente serán cargados.

El código de regulaciones internacionales dice lo siguiente:

- a) Ordenar deliberadamente el encarcelamiento sobre un acto de violación de toda orden o regulación, aplicable a cualquier persona cuando transporte o cause al transportar, materiales peligrosos, estos deberán estar sujetos a una penalidad civil de no mas de \$25,000 dólares y no menos de \$250.00 dólares por cada violación, si una persona es encontrada culpable de ofensa criminal. Esta persona deberá ser multada ó encarcelada por no más de 5 años o ambos casos.

11.3.4 DISCO DE RUPTURA Y TIPO DE CONECTOR DE FUSIBLES PARA DISPOSITIVOS DE ALIVIO: CORRECTO ENSAMBLAJE E INSTALACIÓN.

PRECAUCION

La instalación de un equivocado tipo de disco de ruptura, conector de fusibles o usar múltiples discos puede causar un daño severo a la propiedad, lesiones personales y pérdida de la vida.

Esta norma, ilustra y describe el correcto ensamblaje e instalación de discos de ruptura, conector de fusible y tipo de combinaciones de dispositivos de aplicación o asignamientos para los varios tipos de dispositivos.

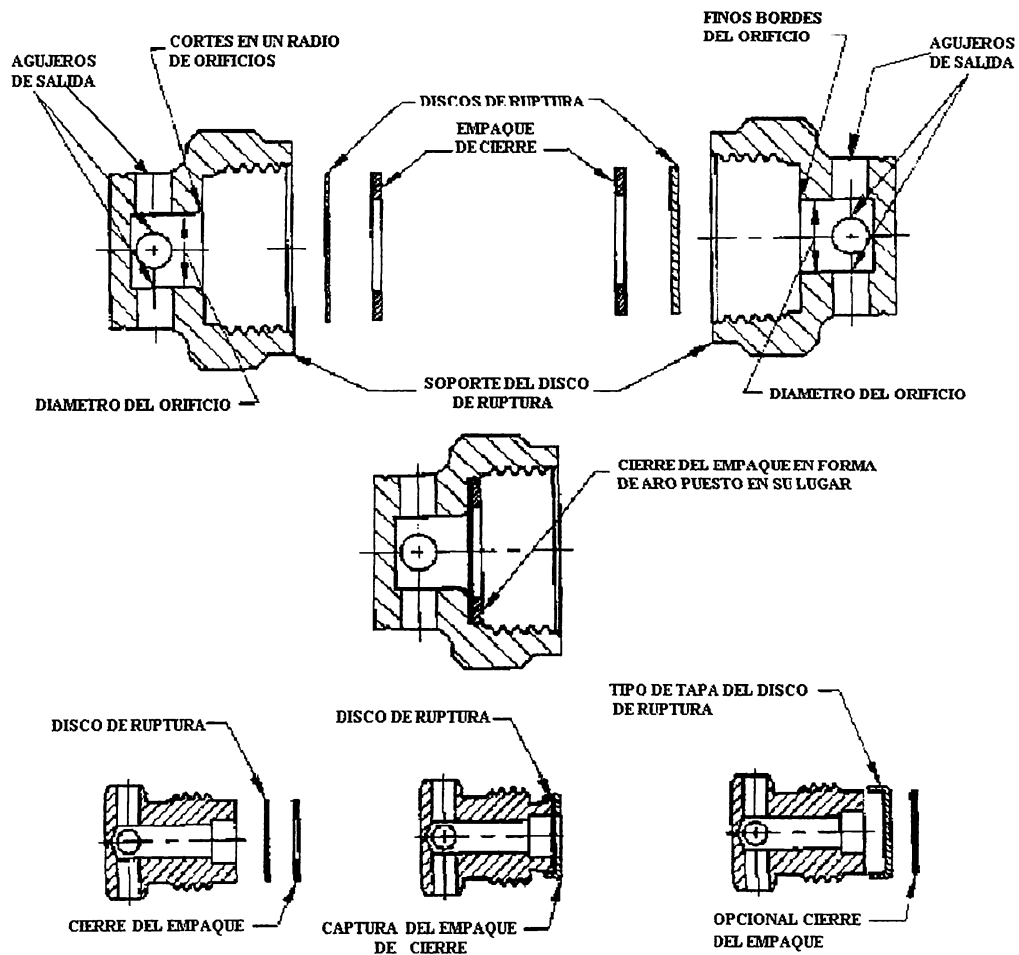
11.3.4.1 DISCOS DE RUPTURA (TIPOS DE DISPOSITIVOS)

Nota: Usar solo partes originales de los fabricantes, ya sea ensamblajes, reparación o reemplazo de dispositivos para disco de ruptura.

- La siguiente figura ilustra un típico disco de ruptura en los dispositivos de presión de alivio el cual funciona sobre presión y es descrito a continuación.
- Las figuras 1 y 2, ilustran una típica conexión de los dispositivos de un disco de ruptura, en los cuales el soporte del disco de ruptura tiene la forma de un tapón internamente roscado y las roscas sobre esta válvula se enganchan al cilindro. La vista exploratoria ilustra la apropiada secuencia del disco de ruptura y el cierre del empaque en relación al soporte del disco de ruptura.
- La Fig. 3 representa un tipo de tapón ensamblado en el cual el empaque de cierre es colocado, donde los componentes se guardan correctamente ensamblados, hasta que se engancha a una válvula de cilindro.
- Las Fig. 4,5 y 6 ilustran un tipo de conector de los dispositivos de disco de ruptura en los cuales el soporte de ruptura es de una forma tipo conector,

externamente roscada donde las roscas en el cilindro ó válvulas se enganchan al cilindro. El corte del orificio en estas puede ser agudo o en un radio.

- La figura 5 ilustra un tipo de dispositivo (enchufe) ensamblado en el cual el cierre del empaque es colocado por encima del soporte del disco de ruptura enganchado correctamente, y colocados hasta se ensamble a una válvula del cilindro.
- La figura 6 ilustra un diseño en el cual la copa en forma de disco de ruptura es enganchada al soporte del disco de ruptura por fricción, en algunos casos una empaquetadura de cierre o puede ser requerida por el fabricante.



DISPOSITIVOS DE ALIVIO QUE PUEDEN SER MAS FINOS O TENER ORIFICIOS CORTADOS EN FORMA DE RADIO

DISCOS DE RUPTURA CON DIFERENTES DISPOSITIVOS DE ALIVIO

Fig. 1, 2, 3, 4, 5,6 Formas internas de los dispositivos de alivio.

11.3.4.2 COMBINACION DE TIPOS DE DISPOSITIVOS.

La Fig. 7 ilustra un tipo de combinación de los dispositivos de presión de alivio el cual contiene un disco de ruptura en el fusible metálico de reserva y generalmente requiere ambos excesiva temperatura y presión para funcionar. Es similar a las de las Fig. 1, 2,3 excepto por agregar un fusible metálico de fabrica. Una combinación de dispositivos en una rosca externa de soporte del disco.

Para dispositivos de presión de alivio los cuales contienen un disco de ruptura es muy importante notar los siguientes:

- La forma cortada del orificio:
- La Fig.1 ilustra un orificio cortado en forma de radio, diseñado para que el disco se rompa en tensión.
- La Fig.2 ilustra un orificio fino cortado diseñado para que el disco se rompa en los cortes.
- Si los componentes son intercambiados inadvertidamente. Un disco de ruptura diseñado a romperse en tensión, puede provocar un serio accidente.
- Los dispositivos de alivio, son diseñados en base a normas y los cortes diseñados para romperse en tensión, y no pueden ser distinguidos fácilmente en el medio.

- La combinación de tipos de dispositivos requiere suficiente temperatura para funcionar apropiadamente, y ellos no ofrecen protección contra la sobre presión en practicas no adecuadas de recarga de cilindros.
 - Nunca se debe usar más de un disco de ruptura.
 - Se deben Instalar dispositivos de fabricantes originales.
 - Se deben Instalar los dispositivos usando un toque recomendado de fábrica.

11.3.4.3 TIPOS DE CONECTOR PARA FUSIBLES EN DISPOSITIVOS DE ALIVIO.

Las figuras 8, 9, 10,11 y 12 muestran un tipo de conector de fusibles para los dispositivos de alivio. El fusible metálico es agregado por el fabricante, al centro de la cavidad en cada diseño, la medida de la cavidad no solo sirve para anclar el fusible

metálico al cuerpo del conector del fusible metálico cuando es expuesto a la presión del cilindro. Estos diseños funcionan primeramente en temperaturas de: -165°F, 212°F, y 217°F.

Fig. 8 Calibre liso en disminución.

Fig. 9 Calibre roscado en disminución.

Fig. 10 Combinación roscada y calibre en disminución.

Fig. 11 Combinación de surcos.

Fig. 12 Camino helicoidal torcido.

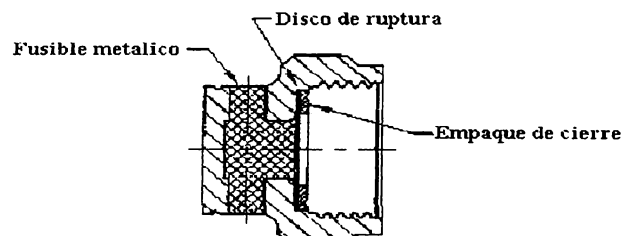


Fig. 7

COMBINACION DE ENCHUFLES DEL FUSIBLE Y DISCO DE RUPTURA

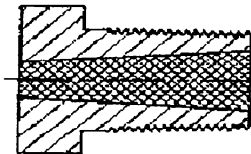


fig.8 calibre liso en disminucion

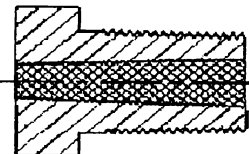


fig 9. calibre roscado en disminucion

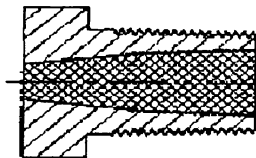


fig 10. combinacion roscada y calibre en disminucion

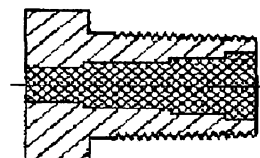


fig 11. combinacion de surcos

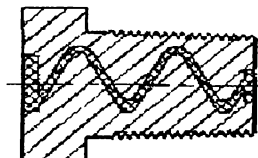


fig 12 camino helicoidal torcido

TIPO CONECTOR DEL FUSIBLE EN DISPOSITIVOS DE ALIVIO

Para tipos de conectores de fusibles en los dispositivos de presión de alivio es importante notar:

- El tipo del conector del fusible para los dispositivos de presión de alivio son generalmente limitados a cilindros o presión del producto arriba de 500 PSI y expandir los tipos como se muestra en la Fig. 12. Los cuales pueden ser

usados arriba de 6000 PSI y estar marcados con el máximo servicio de presión con los cuales ellos están usados.

- Se requiere suficiente calor para que esos dispositivos funcionen apropiadamente y por lo tanto no ofrecen protección contra sobre presión de practicas impropias de cargado.

11.3.5 SISTEMA DE CODIGO RECOMENDADO PARA SALIDA DE CILINDROS ROSCADAS Y ENTRADA DE VÁLVULAS ROSCADAS.

INTRODUCCIÓN:

Millones de cilindros y válvulas de cilindros son transportados y usados sin ningún incidente todos los años.

Aquí se tiene severos incidentes sobre el pasado ya que en pocos años varias válvulas han sido expulsadas de un cilindro porque las roscas sobre la válvula no hicieron juego con las roscas sobre el cilindro. Las expulsiones de válvulas pueden causar pérdida del producto, daños a la propiedad, lesiones personales, o la muerte.

Investigaciones de estos incidentes han indicado que las causas que la válvula del cilindro salga expulsada son usualmente:

- ✓ Usar roscas rectas sobre una válvula del cilindro instalada en un cilindro disminuye las roscas.
- ✓ Instalando válvulas roscadas sobre cilindros desgastados, esto puede debilitar la rosca.

Reseña: Es virtualmente imposible decir si las roscas están mal encajadas después que una válvula haya sido instalada en el cilindro. La identificación de sistemas son usados al exterior de los USA. y esto permite que el cilindro cargado y el usuario mire si la válvula del cilindro tienen las mismas roscas. Basado sobre los incidentes que han sido reportados, la asociación de gas comprimido (CGA) recomienda de esta manera un código de marcado similar ha usarlas en cualquier lugar.

RECOMENDACIÓN:

La CGA recomienda que todas las nuevas válvulas de cilindros hechas después del 31 de diciembre de 1998 obedezcan con un código de rosca para sistemas de marcado. Las válvulas del cilindro deben estar permanentemente identificadas, también los códigos de rosca son visibles después que las válvulas son instaladas en los cilindros. Los cilindros deberán ser permanentemente marcados con los códigos de roscas cerrados al marcado de las fechas de el fabricante original de los cilindros.

Debido al diseño del cilindro y como la válvula de los cilindros son enganchadas, las siguientes excepciones se aplican:

- ✓ Cilindros con un servicio de presión marcados menos de 501 PSIG (35 bar).
- ✓ Las válvulas de cilindros con una conexión de salida con un rango en menos de 501 PSIG (35 bar).
- ✓ DOT – 39 y TC – 39M (cilindros).
- ✓ Las válvulas de cilindros usados solo para cloro.
- ✓ Pequeños cilindros con una máxima capacidad de un litro.

Cuando se reemplaza o se cambia un anillo del cuello con un código de rosca alterada o se cambia una rosca puede también colocar el código correcto de la válvula sobre el cilindro, además solo el código correcto esta sobre el aro del cuello o cilindro.

11.3.5.1 CODIGO DE IDENTIFICACION DE LAS VÁLVULAS DE CILINDRO.¹

11.3.5.2 ROSCAS EN DISMINUCIÓN.

CODIGO	DESIGNACION DE ROSCA
06N	3/8"-18 NGT
08N	1/2"-14 NGT
12N	3/4"-14 NGT
12S	3/4"-14 SGT
16N	1"-11 1/2 NGT

NOTA: Sobre dimensionar las roscas NGT, deberá incluir un sufijo 4, 7, etc. Para roscas sobre dimensionadas.

11.3.5.3 ROSCAS RECTAS.

CODIGO	DESIGNACION DE ROSCA
U8	1/2"-20 UNF
U10	5/8"-18 UNF
SP12	3/4"-14 NPSM
U12	3/4"-16 UNF
U14	7/8"-14 UNF
U18	1 1/8"-12 UNF

11.3.5.4 CONSIDERACIONES DEL CODIGO NORTEAMERICANO.

1. Los números son mostrados en incrementos de 1/16 pulg.
2. Las letras se refieren a las normas de rosca.
 - ✓ Descripción de rosca en disminución es mostrada después de su numeración.

¹ N Corte de roscas nacionales (NGT) para gas. S Corte de roscas especiales (SGT) para gas. U Rectas unificadas. P Tuberías rectas. (NPSM).

ANEXOS 2

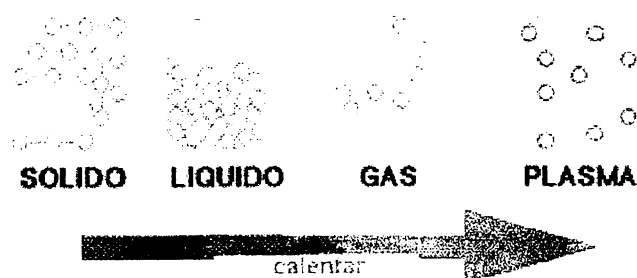
EL PLASMA

Al Plasma se le llama a veces "el cuarto estado de la materia", además de los tres conocidos, sólido, líquido y gas. Es un gas en el que los átomos se han roto, que está formado por electrones negativos y por iones positivos, átomos que han perdido electrones y han quedado con una carga eléctrica positiva y que están moviéndose libremente.

Donde vivimos nosotros, en la baja atmósfera, cualquier átomo que pierde un electrón (p.e., cuando es alcanzado por una partícula cósmica rápida) lo recupera pronto o atrapa otro. Pero la situación a altas temperaturas, como las que existen en el Sol, es muy diferente. Cuanto más caliente está el gas, más rápido se mueven sus moléculas y átomos, y a muy altas temperaturas las colisiones entre estos átomos moviéndose muy rápidamente son lo suficientemente violentas como para liberar los electrones. En la atmósfera solar, una gran parte de los átomos están permanentemente "ionizados" por estas colisiones y el gas se comporta como un plasma.

A diferencia de los gases fríos (p.e. el aire a la temperatura ambiente), los plasmas conducen la electricidad y son fuertemente influenciados por los campos magnéticos. La **lámpara fluorescente**, muy usada en el hogar y en el trabajo, contiene plasma (su componente principal es el vapor de mercurio) que calienta y agita la electricidad, mediante la línea de fuerza a la que está conectada la lámpara. La línea hace positivo eléctricamente a un extremo y el otro negativo (vea el **dibujo inferior**) causa que los iones (+) se aceleren hacia el extremo (-), y que los electrones (-) vayan hacia el extremo (+). Las partículas aceleradas ganan energía, colisionan con los átomos, expulsan electrones adicionales y así mantienen el plasma, incluso aunque se recombinen partículas. Las colisiones también hacen que los átomos emitan luz y, de hecho, esta forma de luz es más eficiente que las lámparas tradicionales. Los letreros de neón y las luces urbanas funcionan por un principio similar y también se usan (o usaron) en electrónica.

ESTADOS de la MATERIA



1. INTRODUCTION

1.1 This publication is one of a series of publications compiled by the Compressed Gas Association, Inc. to satisfy the demand for information concerning the transportation, handling and storage of compressed gases.

1.2 In this publication an attempt has been made to present general information regarding the characteristics of oxygen and the means by which it can be handled safely. If a publication of this size is to serve the intended purpose of supplying answers to as broad a cross section of inquiries as possible, it must of necessity cover material of a general nature only. Requests for specialized technical information should be directed to any one of the manufacturers of this gas.

1.3 This publication is intended primarily for users of oxygen, and some of the requirements stated herein do not apply to manufacturers or distributors of this gas.

2. WHAT IS OXYGEN?

2.1 Physical and Chemical Properties

2.1.1 Oxygen is an element which, at atmospheric temperatures and pressures, exists as a colorless, odorless, tasteless gas. About one-fifth of the atmosphere is oxygen (20.99 percent by volume).

2.1.2 The outstanding property of oxygen is its ability to sustain life and to support combustion. Although oxygen is nonflammable, materials which normally will not burn in air may burn in an oxygen-enriched atmosphere. Materials which do burn in air will burn more vigorously and at a higher temperature in an oxygen-enriched atmosphere. Some combustibles, such as oil, burn in oxygen with near explosive violence if ignited by flame, impact, or some other energy source. As a result of these properties, caution should be exercised and special precautions taken when entering areas or confined spaces where an oxygen-enriched atmosphere may exist. Refer to CGA P-14, *Accident Prevention in Oxygen-Rich and Oxygen-Deficient Atmospheres*, and NFPA 53M, *Fire Hazards in Oxygen Enriched Atmospheres*, for more information regarding the hazards of oxygen-enriched atmospheres. [1]¹ and [2]²

2.1.3 As a gas, oxygen is 1.1 times as heavy as air. It may be cooled and compressed to a pale blue

liquid which, under atmospheric pressure, boils at -297.3°F (-183.0°C). As a liquid (at normal boiling point) oxygen is 1.14 times as heavy as water. When heated above its critical temperature of -181.4°F (-118.6°C) oxygen can exist only as a gas, regardless of the pressure which may be exerted upon it.

2.1.4 Oxygen is denoted according to Type and Grade or Quality Verification Level (QVL). Gaseous oxygen is denoted as Type I and liquefied oxygen as Type II. The QVLs specify the maximum amount of various impurities (also termed limiting characteristics) which may be present. Further details are given in CGA G-4.3, *Commodity Specification for Oxygen*. [3]

2.1.5 Some of the physical constants of oxygen are listed in Table 1.

2.2 Manufacture

2.2.1 By far the most important method of manufacturing oxygen is by means of fractional distillation after the liquefaction of air. Liquid air is essentially a mixture of approximately one-fifth oxygen and four-fifths nitrogen. Nitrogen, having a lower boiling point, is allowed to volatilize, leaving oxygen in liquid form, which may then be further purified. Improved efficiency in utilization has led to a generally recognized industry standard of purity which exceeds the 99% required by the *United States Pharmacopeia*. [4] Oxygen of lower purity may be used in some chemical and metallurgical processes.

2.3 Commercial Uses

2.3.1 The principal uses of oxygen stem from the life-sustaining and combustion-supporting properties of the gas.

2.3.2 Oxygen is extensively used for respiratory therapy purposes, for resuscitation in asphyxia, and in conjunction with other gases in anesthesia. For further information on the medical applications of oxygen and other gases, see CGA P-2, *Characteristics and Safe Handling of Medical Gases*. [5] Oxygen is also used to sustain life in high altitude aviation, deep-sea diving, and similar applications.

2.3.3 The industrial uses of oxygen include its utilization in conjunction with acetylene or other fuel gases in such processes as metal cutting, welding, hardening, scarfing, cleaning and dehydrating. Oxygen is also used in the manufacture of steel and in various chemical processes, such as the synthesis of hydrocarbons for liquid fuel, and as an oxidizer for fuels in rockets and missiles.

¹NOTE: References in this document are indicated by bracketed numbers and are listed in the order of appearance. See Section 11, References.



TABLE 1
PHYSICAL CONSTANTS OF OXYGEN

	U.S. Units	SI Units
International symbol (Note 1)	O ₂	O ₂
Molecular weight (Note 1)	31.9988	31.9988
At 70°F (21.1°C) and 1 atm (Note 2):		
Density of gas	0.083 lb/ft ³	1.329 kg/m ³
Specific gravity of the gas	1.10	1.10
Specific volume of the gas	12.05 ft ³ /lb	0.752 m ³ /kg
At 59°F (15°C) and 1 atm (101.325 kPa (abs) (Note 2):		
Density of gas	0.085 lb/ft ³	1.362 kg/m ³
Specific gravity of gas	1.10	1.10
Specific volume of gas	11.76 ft ³ /lb	0.734 m ³ /kg
Boiling point at 1 atm (Note 2)	-297.3°F	-183.0°C
Freezing point at 1 atm (Note 1)	-361.1°F	-218.4°C
Critical temperature (Note 2)	-181.4°F	-118.6°C
Critical pressure (Note 2)	731.4 psia	5043 kPa (abs)
Critical density (Note 2)	27.23 lb/ft ³	436.1 kg/m ³
Triple point (Note 3)	-361.8°F at 0.0216 psia	-218.8°C at 0.1489 kPa (abs)
Latent heat of vaporization at boiling point and 1 atm (Note 4)	91.7 Btu/lb	213 kJ/kg
Latent heat of fusion at the Triple point (Note 4)	5.98 Btu/lb	13.9 kJ/kg
Specific heat of gas at 70°F (21.1°C) and 1 atm (Note 2):		
C _p	0.220 Btu/lb · (°F)	0.917 kJ/kg · (°C)
C _v	0.157 Btu/lb · (°F)	0.653 kJ/kg · (°C)
Ratio of specific heat	1.40	1.40
Solubility in water, vol/vol. at 32°F (0°C) (Note 1)	0.0489	0.0489
Weight of liquid at boiling point (Note 2)	9.52 lb/gal	1141 kg/m ³

NOTE 1: Weast, R. C., Editor, *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 66th Edition, p. B-121.

NOTE 2: Younglove, B. A., "Interactive Fortran Program to Calculate Thermophysical Properties of Six Fluids." National Bureau of Standards (U.S.), Tech. Note 1048 (July 1982).

NOTE 3: McCarty, R. D., "Interactive Fortran IV Computer Programs for the Thermodynamic and Transport Properties of Selected Cryogenics (Fluid Pack)." National Bureau of Standards (U.S.), Tech. Note 1025 (October 1980).

NOTE 4: Snell, F. D. and Ettre, L. S., *Encyclopedia of Industrial Chemical Analysis*. Vol. 16, Table 3, page 517 (1972).

3. OXYGEN CONTAINERS

3.1 Federal Regulations Applying to Containers

3.1.1 Oxygen at a pressure in excess of 40 psia (276 kPa(abs)) at 70°F (21.1°C) is classified by the U.S. Department of Transportation (DOT) as a nonflammable compressed gas, and as such it must be shipped in metal containers manufactured to

DOT specifications (or if manufactured before 1970, Interstate Commerce Commission (ICC) specifications). DOT regulations authorize the continued use of cylinders marked with the prefix ICC preceding the specification number provided they otherwise meet qualification for continued service. See 49 CFR 171.14. [6] In Canada, containers in which oxygen is shipped will be marked with CTC

Chapter 4 Gas and Vacuum Systems

NOTE 1: The application of requirements contained in this chapter for specific types of health care facilities can be found in Chapters 12 through 18.

NOTE 2: Gases covered include, but are not limited to, oxygen, nitrogen, nitrous oxide, air, carbon dioxide, natural gas, ethylene oxide, hydrogen, helium, and acetylene.

NOTE 3: Section 4-3 covers Level 1 piped gas and vacuum systems; Section 4-4 covers Level 2 piped gas and vacuum systems; Section 4-5 covers Level 3 piped gas and vacuum systems; and Section 4-6 covers Level 4 piped gas and vacuum systems.

4-1 Scope.

4-1.1* This chapter covers the performance, maintenance, installation, and testing of (1) nonflammable medical gas systems with operating pressures below 300 psig (2068 kPa), (2) flammable and nonflammable laboratory gas systems, (3) vacuum systems used within health care facilities, and (4) manufactured assemblies that are intended for connection to the medical gas or vacuum systems.

4-1.2 Wherever the term medical gas occurs in this chapter, the provisions shall apply to all patient gas systems. Wherever the name of a specific gas occurs, the provision applies only to that gas.

4-1.3 This chapter does not apply to portable compressed gas systems.

4-1.4 An existing system that is not in strict compliance with the provisions of this standard shall be permitted to be continued in use as long as the authority having jurisdiction has determined that such use does not constitute a distinct hazard to life.

4-2 Nature of Hazards.

4-2.1* Gas Systems.

4-2.2* **Vacuum Systems.** There are potential fire and explosion hazards associated with medical gas central piping systems and medical-surgical vacuum systems. The various components are usually not independent isolated components, but are parts of a larger system dedicated to total patient care and safety.

Many of these components are covered by existing standards to minimize the fire, explosive, and patient safety hazard. With the increased use of vacuum systems, the potential for mistaken interconnection with oxidizing gases, for ingestion of flammable anesthetic gases, and for undercapacity requiring extended overheated operation all present potential hazards or compound other hazardous conditions that should be properly addressed. While the potential for these problems exists, the Subcommittee on Vacuum Systems and Equipment is unaware of the actual occurrence of any significant fire-related hazards with vacuum systems.

There are also potential hazards to patients in the unplanned shutdown or failure of the systems secondary to a fire and/or the inability of the system to provide adequate levels of performance under normal or emergency situations. There is also the potential for mistaken interconnection with pressurized nonflammable medical gas systems described in Sections 4-3 through 4-6.

4-2.3 **Manufactured Assemblies.** Specific hazards associated with manufactured assemblies are the same as those listed in 4-2.2 as well as additional hazards resulting from improper assembly, separation and leakage resulting from hidden semi-permanent connections, improper connection resulting in cross-connection, and blockage and flow problems resulting from damage to hoses, etc.

4-3 Level 1 Piped Systems.

4-3.1 Piped Gas Systems (Source and Distribution) — Level 1.

4-3.1.1 Source — Level 1.

NOTE: For bulk oxygen systems, see NFPA 50, *Standard for Bulk Oxygen Systems at Consumer Sites*.

4-3.1.1.1 Cylinder and Container Management.

(a)* Cylinders or supply containers shall be constructed, tested, and maintained in accordance with the U.S. Department of Transportation specifications and regulations.

(b) Cylinder contents shall be identified by attached labels or stencils naming the components and giving their proportions. Labels and stencils shall be lettered in accordance with CGA Pamphlet C-4, *Standard Method of Marking Portable Compressed Gas Containers to Identify the Material Contained*.

(c) Contents of cylinders and containers shall be identified by reading the labels prior to use. Labels shall not be defaced, altered, or removed.

4-3.1.1.2 Storage Requirements (Location, Construction, Arrangement).

(a)* *Nonflammable Gases (Any Quantity; In-Storage, Connected, or Both).*

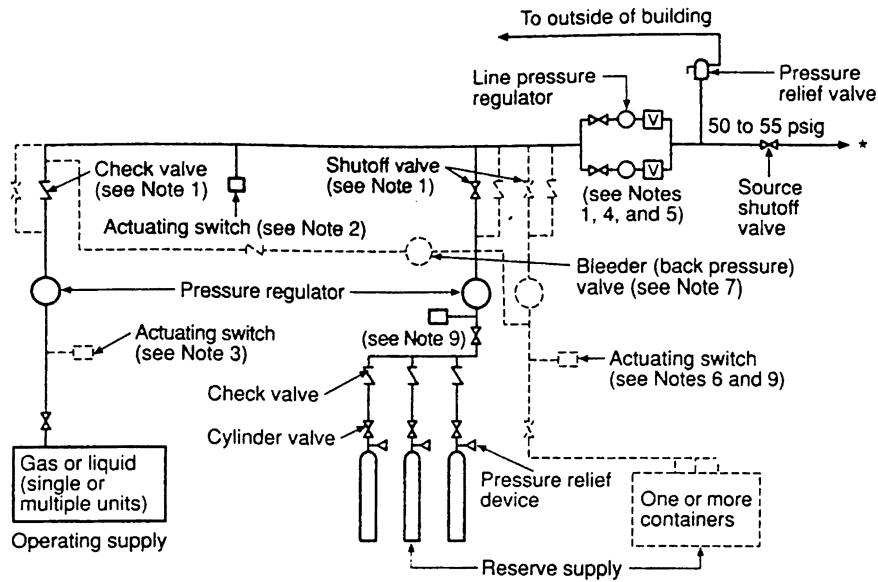
1. Sources of heat in storage locations shall be protected or located so that cylinders or compressed gases shall not be heated to the activation point of integral safety devices. In no case shall the temperature of the cylinders exceed 130°F (54°C). Care shall be exercised when handling cylinders that have been exposed to freezing temperatures or containers that contain cryogenic liquids to prevent injury to the skin.

2.* Enclosures shall be provided for supply systems cylinder storage or manifold locations for oxidizing agents such as oxygen and nitrous oxide. Such enclosures shall be constructed of an assembly of building materials with a fire-resistive rating of at least 1 hour and shall not communicate directly with anesthetizing locations. Other nonflammable (inert) medical gases may be stored in the enclosure. Flammable gases shall not be stored with oxidizing agents. Storage of full or empty cylinders is permitted. Such enclosures shall serve no other purpose.

3. Provisions shall be made for racks or fastenings to protect cylinders from accidental damage or dislocation.

4. The electric installation in storage locations or manifold enclosures for nonflammable medical gases shall comply with the standards of NFPA 70, *National Electrical Code*, for ordinary locations. Electric wall fixtures, switches, and receptacles shall be installed in fixed locations not less than 152 cm (5 ft) above the floor as a precaution against their physical damage.

5. Storage locations for oxygen and nitrous oxide shall be kept free of flammable materials [see also 4-3.1.1.2(a)7].



For SI Units: 1 psig = 6.895 kPa gauge.

* Piping system continued on Figure 4-3.1.2.

☒ Shutoff valve or check valve

Note 1: See 4-3.1.1.8(d).

Note 2: See 4-3.1.2.1(b)3.

Note 3: See 4-3.1.2.1(b)2.

Note 4: See 4-3.1.1.8(c).

Note 5: See 4-3.1.1.8(g).

Note 6: See 4-3.1.2.1(b)4.

Note 7: See 4-3.1.1.7(b)3.

Note 8: Dotted lines are

alternates.

Note 9: See 4-3.1.2.1(b)5.

Figure 4-3.1.1.7 Typical bulk supply system (schematic). Bulk supply systems with different arrangements of valves, regulators, and gas supply units are permissible if they provide equivalent safeguards. The reserve supply shown in dotted lines indicates the arrangements outlined in 4-3.1.1.7(b)2 or 3. (Level 1 Gas Systems)

line-pressure relief valve [see 4-3.1.1.8(e)]. Where multiple piping systems for the same gas at different operating pressures are required, separate pressure-regulating equipment, relief valves, and source shutoff valves shall be provided for each pressure.

(d) *Shutoff Valves.* A manually operated shutoff valve shall be installed upstream of each pressure regulator, and a shutoff valve or a check valve shall be installed downstream.

(e) *Pressure Relief Valves.* Each central supply system shall have a pressure relief valve set at 50 percent above normal line pressure, installed downstream of the pressure regulator and upstream of any shutoff valve. This pressure relief valve shall be permitted to be set at a higher pressure, provided another pressure relief valve set at 50 percent above normal line pressure is installed in the main supply line. All pressure relief valves shall close automatically when excess pressure has been released. Pressure relief valves set at 50 percent above normal line pressure shall be vented to the outside if the total capacity of the supply system is in excess of 3000 cu ft (85 m³) of gas. Pressure relief valves shall be of brass or bronze and specially designed for the gas service involved.

1. The pressure relief valve downstream of the line pressure regulator in nitrogen systems used to provide power for gas-driven medical tools or instruments, and for other systems that vary from the normal 50- to 55-psig (340- to 380-kPa gauge) line pressure (for example, systems supplying medical gases to hyperbaric chambers), shall be set at 50 percent above line pressure.

(f) *Check Valves.* Supply systems complying with 4-3.1.1.6 or 4-3.1.1.7 [see Figures 4-3.1.1.6 and 4-3.1.1.7] shall have a check valve in the primary supply main, upstream of the point of intersection with the secondary or reserve supply main.

(g) *Final Line Regulators.* Final line regulators shall be duplexed with suitable valving to permit service to the regulators without completely shutting down the gas piping system.

(h) *Emergency Oxygen Supply Connection.* Where the oxygen supply, cryogenic or other, is located outside of the building served, there shall be incorporated in the piping system an inlet for connecting a temporary auxiliary source of supply for emergency or maintenance situations. The inlet shall be located on the exterior of the building served and shall be physically protected to prevent tampering and unauthorized access. It shall be labeled "EMERGENCY LOW PRESSURE GASEOUS OXYGEN INLET." This connection shall be installed downstream of the shutoff valve on the main supply line [see 4-3.1.2.2(b)3] and be suitably controlled with the necessary valves to allow emergency supply of oxygen and isolation of the piping to the normal source of supply. It shall have one check valve in the main line between the main line shutoff valve and the tee'd connection and one check valve between the tee'd connection and the emergency supply shutoff valve. (See Figure 4-3.1.2.)

1. The emergency oxygen supply connection piping assembly shall be provided with a pressure relief valve of adequate size to protect the downstream piping system and related equipment from exposure to pressures in excess of 50 percent higher than normal pipeline pressure.

2. The inlet shall be female NTP, sized for 100 percent of the system demand at the emergency source gas pressure.

4-3.1.1.9 Medical Air Compressor Supply Systems. (See Figure 4-3.1.1.9.)

(a)* *General.* The medical air compressor shall take its source from the outside atmosphere and shall not add contaminants in the form of particulate matter, odor, or other gases. It shall be connected only to the medical air piping distribution system and shall not be used for any other purpose.

liquid hydrocarbons shall be monitored by pigment indicators or other type of instrument permanently installed downstream of each compressor (type b), and shall be inspected and documented daily.

Dewpoint shall be alarmed in the machine room and at each of the two master alarm panels indicated in 4-3.1.2.1(b)2.

Carbon monoxide shall be alarmed on the local alarm panel located in the machine room.

A 1/4 in. NTP valved sample port shall be provided immediately downstream of the final line pressure regulator and upstream of the source shutoff valve to allow for sampling of the medical air.

A local alarm panel shall be mounted in the machine room in an area of responsible observation. This panel shall alarm, as a minimum, the following functions:

- a. Backup compressor operating.
- b. High water level in receiver.
- c. High water level in separator (if so equipped).
- d. High discharge air temperature (if so equipped).
- e. High carbon monoxide level.
- f. Backup vacuum pump operating.

At least ONE signal from the local alarm shall be connected to the two master alarm panels [4-3.1.2.1(b)2] to indicate that a problem is present with the source equipment.

If the above signals are incorporated into the main control panel of the machinery, it shall still be required to transmit one signal from the machine room to each of the master alarm panels indicating that a problem is present.

If there is more than one compressor or vacuum system for the facility, or if compressor or vacuum systems are in different locations in the facility, it shall be required to either have a local alarm panel that combines all the signals from all the machinery or have a local alarm panel at each machinery site.

i) *Antivibration Considerations.* If required by equipment dynamics or location, antivibration mountings, in accordance with the manufacturer's recommendations, shall be installed under components, and flexible couplings shall interconnect the air compressor units, the receiver, the take lines, and the supply line from the storage receiver.

j) *Different Pressures.* Where medical air piping systems at different operating pressures are required, the piping shall separate after the filters but shall be provided with separate line regulators, dew point monitors, relief valves, and source shutoff valves.

k) *Component Material.* Components such as compressors, aftercoolers, and dryers shall be permitted to be made of materials suitable for the service.

4.1.2 Distribution — Level 1 (Manifold, Piping, Piping/Controls, Outlets/Terminals, Alarms).

4.1.2.1 Gas Warning Systems.

a) *General.* (See Appendix C-4.2.)

1. All local, master, and area alarm panels used for medical gas systems shall provide:

- a. separate visual indicators for each condition monitored.
- b. cancelable audible indication of an alarm condition. The audible indicator shall produce a minimum of 80 dBA measured at 3 ft (1 m). A second indicated condition occurring while the alarm is silenced shall reinitiate the audible signal.
- c. the panel shall have a means to visually indicate mp or LED failure.

2. Local, master, and area alarms shall indicate visually and audibly if:

- a. the monitored condition occurs.
- b. the wiring to the sensor or switch is disconnected.

3. Each local, master, and area alarm panel shall be labeled for its area of surveillance, i.e., O₂, vacuum, medical air, etc., and rooms served. Each indicator shall be separately labeled indicating the condition monitored.

4. Where multiple panels are intended to indicate the same condition(s):

- a. at least one panel shall be connected directly to the sensor(s) or switch(es).
- b. both master alarms required by 4-3.1.2.1(b)2 shall be connected by dedicated wiring directly to the sensor(s) or switch(es).
- c. other panels shall be permitted to be connected through indirect means such as data transmission lines provided that such indirect means are fully supervised and failure of such indirect transmissions is indicated at all panels so connected.

5. Local, master, and area alarms shall be powered from the life safety branch of the emergency system as described in Chapter 3, Electrical Systems.

6. All pressure switches and pressure-sensing devices shall be provided with a demand check fitting to facilitate service, testing, or replacement.

7. The responsible authority of the facility shall assure that all labeling of alarms, where room numbers or designations are used, is accurate and up-to-date.

8. All wiring from switch or sensors shall be protected from physical damage by raceways or conduit in accordance with NFPA 70, *National Electrical Code*.

9. A centralized computer (e.g. a building management system) shall not substitute for any required medical gas alarm panel, but shall be permitted to be used to supplement the medical gas alarm system.

(b) Master Alarms.

1. A master alarm system shall be provided to monitor the operation and condition of the source of supply, the reserve (if any), and the pressure of the main lines of all medical gas piping systems.

2. The master alarm system shall consist of two or more alarm panels located in two separate locations. One panel shall be located in the principal working area of the individual responsible for the maintenance of the medical gas piping systems and one or more panels shall be located to assure continuous surveillance during the working hours of the facility (e.g., the telephone switchboard, security office, or other continuously staffed location).

3. Each master alarm panel shall include visual indicators for each of the following conditions:

- a. a separate indicator shall be provided for all systems supplied by a manifold or an alternating-type bulk system that has as part of its normal operation a change-over from one portion of the operating supply to another portion. It shall indicate when, or just before, this change-over occurs. (See Appendix C-4.1 and C-4.2.)
- b. where a manifold or bulk supply consists of one or more units that continuously supply the piping system while another unit remains as the reserve supply and operates only in case of an emergency, it shall be indicated separately for each system when, or just before, this change-over occurs. (See Appendix C-4.1 and C-4.2.)
- c.* where check valves are not provided for each cylinder lead of the reserve supply for a manifold or bulk

supply system, it shall be indicated separately for each system when the reserve supply is reduced to one average day's supply. If check valves are provided in each cylinder lead, this signal is not required. (See Appendix C-4.1 and C-4.2.)

d. when a cryogenic liquid storage unit is used as a reserve for a bulk supply system, it shall be indicated separately for each system when the contents of the reserve is reduced to one average day's supply and when the gas pressure available in the reserve unit is reduced below the pressure required to function properly.

e. it shall be indicated separately for each medical gas piping system when the pressure in the main line increases 20 percent or decreases 20 percent from the normal operating pressure. The actuating switch for these signals shall be installed in the main line immediately downstream (on the piping distribution side) of the main line shutoff valve. (See Appendix C-4.1.)

f. each of the individual alarms required in 4-3.1.2.1(d)1 shall be indicated. This shall be either by a separate indicator for each condition monitored or with a single indicator labeled "Medical Air System Fault" or similar wording and that indicates when any of the conditions monitored occurs.

g. a separate indicator shall be provided for dew point and carbon monoxide per 4-3.1.2.1(d)2 and 3.

(c) Area Alarms.

1. Area alarms shall be provided for each medical gas piping system supplying anesthetizing locations and other

vital life support and critical care areas such as postanesthesia recovery, intensive care units, coronary care units, etc.

2. Area alarm panels shall be located at the nurses' station or other location that will provide for responsible surveillance.

3. Area alarms shall indicate if the pressure in the local line increases 20 percent or decreases 20 percent from normal line pressure. (See Appendix C-4.1.)

4.* Activating switches or sensors for critical care areas shall be placed in the individual line supplying each such specific area. No valve, other than service valves located in areas accessible only to authorized personnel, shall intervene between the sensor or switch and the outlets intended to be monitored by the alarm.

5.* Activating switches or sensors for anesthetizing areas shall be placed in the individual line supplying each such specific area with the individual room shutoff valve being the only one between the actuating switch and the outlets.

(d) Local Alarms.

1. An indicator shall be provided for each of the individual alarms required in 4-3.1.1.9 at the air compressor site. These indicators shall comply with 4-3.1.2.1(a)1, 2, and 3 and shall be grouped together in a single location (e.g., in an alarm panel or with the system controls).

2. Dew point for medical air shall be monitored and alarmed per 4-3.1.1.9(h) to indicate a line pressure dew point above 39°F (-3.9°C).

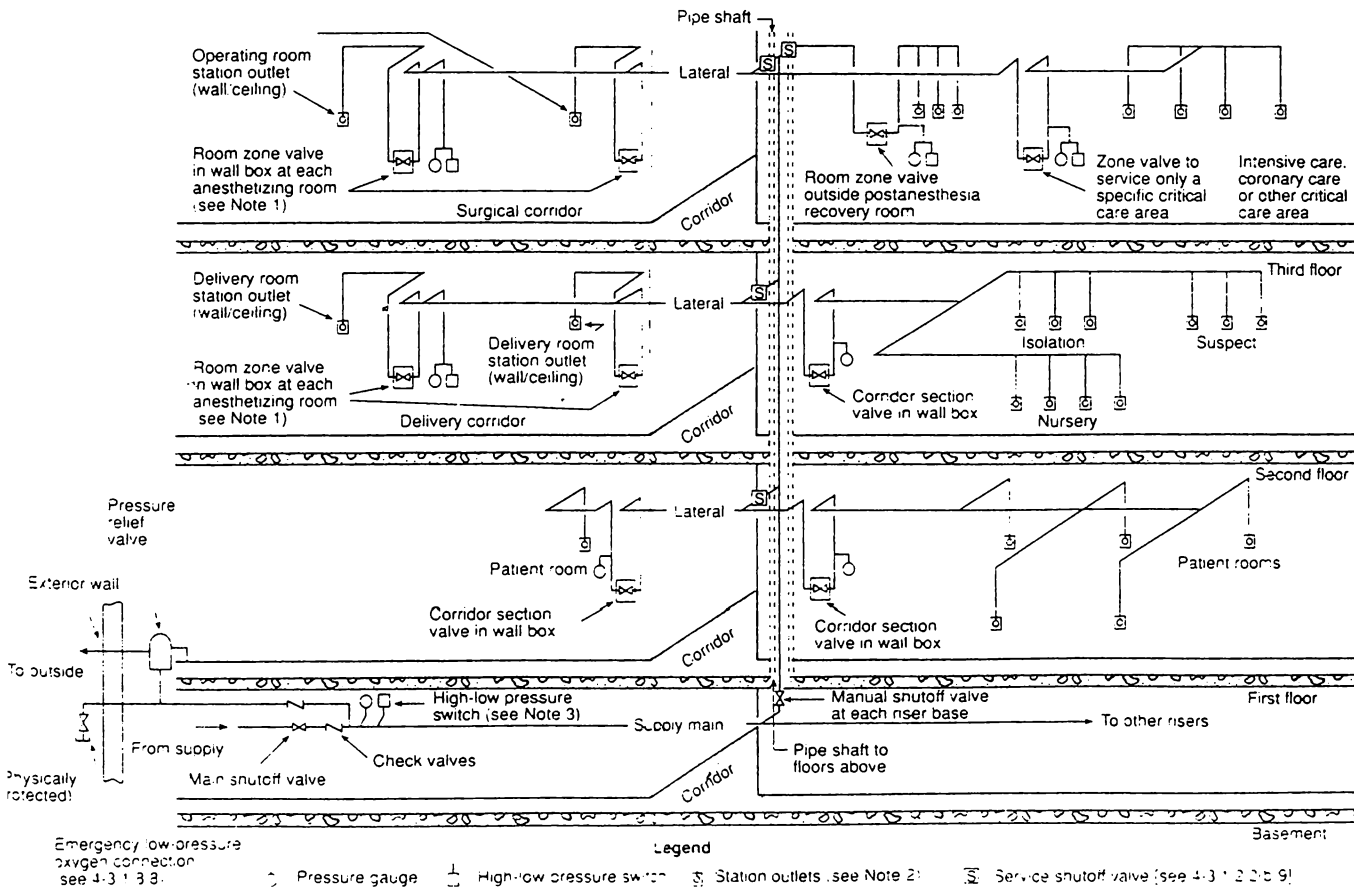


Figure 4-3.1.2 Location of valves, pressure switches, and piping for medical gas systems (schematic). (Level 1 Gas Systems)

3. Carbon monoxide for medical air shall be monitored and alarmed per 4-3.1.1.9(h) to indicate a level above 10 ppm.

(c) *Pressure Gauges for Gases.* The scale range of positive pressure analog gauges shall be such that the normal reading falls within the middle 50 percent of the scale. The scale range of digital gauges shall be not more than two times the working pressure. The rated accuracy of pressure gauges used for testing shall be one percent (full scale) or better at the point of reading. Pressure gauges shall be in compliance with ANSI ASME B-40.1, *Gauges, Pressure Indicating Dial-Type, Elastic Elements*.

1. A pressure gauge shall be installed in the main line adjacent to the actuating switch required in 4-3.1.2.1(b)3e. It shall be appropriately labeled and shall be readily visible from a standing position. (See Appendix C-4.2.)

2. An appropriately identified pressure gauge, connected to the line being monitored, shall be installed at each area alarm panel location. It shall be appropriately labeled and shall be readily visible from a standing position. (See Appendix C-4.2.)

-3.1.2.2 Gas Piping Systems (General).

(a)* *Gas Piping.* The provisions of this section apply to field-installed piping for the distribution of nonflammable medical piped gases.

1. Tubes, valves, fittings, station outlets, and other piping components in medical gas systems shall have been cleaned for oxygen service prior to installation.

2. Piping for nonflammable medical gas systems shall be suitable for oxygen service in accordance with 4-3.1.2.3(a). Each length of tube shall be permanently labeled and delivered plugged or capped. Fittings, valves, and other devices shall be sealed and marked. The installer shall furnish documentation certifying that all installed piping materials comply with the requirements of this paragraph.

3. Piping shall be hard-drawn seamless medical gas tube, Type K or L (ASTM B819), and bear one of the following markings: OXY, MED, OXY/MED, ACR/OXY, or CR/MED. Mains and branches in piping systems shall be not less than 1/2 in. nominal size. Runouts to area alarm panels shall be permitted to be 1/4 in. nominal size.

Exception: For systems operated at pressures between 200 and 300 psig (1380 and 2070 kPa, respectively), ASTM B819, Type K copper shall be used.

4.* Except as provided under 4-3.1.2.2(a)8 and 9, joints in copper tubes shall be brazed using capillary fittings complying with ANSI B16.22, *Wrought Copper and Copper Alloy Solder-Joint Pressure Fittings*, or brazing fittings complying with MSS SP-73, *Brazing Joints for Wrought and Cast Copper Alloy Solder Joint Pressure Fittings*. Cast fittings shall not be used for brazed joints.

5. Valves, fittings, and other piping components shall be cleaned for oxygen service by the manufacturer in accordance with CGA Pamphlet G-4.1, *Cleaning Equipment for Oxygen Service*, except that fittings shall be permitted to be cleaned by a supplier or agency other than the manufacturer.

6. Piping systems shall be designed and sized to deliver the required flow rates at the utilization pressures.

7. Piping shall be supported from the building structure in accordance with MSS Standard Practice SP-69, *Piping Hangers and Supports — Selection and Application*. Hangers and supports shall comply with MSS Standard Practice SP-58, *Pipe Hangers and Supports — Materials, Design and Manufacture*.

Hangers for copper tube shall have a copper finish. In potentially damp locations, copper tube hangers or supports shall be plastic-coated or otherwise insulated from the tube. Maximum support spacing shall be as follows:

1 in. (2.54 cm) nominal	5 ft (1.52 m)
1 1/8 in. (2.95 cm) nominal	6 ft (1.83 m)
1 1/4 in. (3.18 cm) nominal	6 ft (1.83 m)
1 3/8 in. (3.49 cm) nominal	7 ft (2.13 m)
1 1/2 in. (3.81 cm) nominal	8 ft (2.44 m)
1 3/4 in. (4.45 cm) nominal	9 ft (2.74 m)
2 in. (5.08 cm) nominal and larger vertical risers	10 ft (3.05 m) every floor, but not to exceed 15 ft (4.57 m)

8. Joints in medical gas tube shall be brazed except that memory-metal couplings having temperature and pressure ratings not less than that of a brazed joint shall be permitted. Flared and compression-type connections shall be prohibited throughout the piping system, including connections to station outlets, alarm devices, and other components. Unions shall not be permitted in the distribution pipeline system.

Exception: Threaded connections for air compressor sets and services such as manifolds, pressure regulators, relief valves, pressure switches, and pressure gauges.

9. Listed or approved metallic gas tube fittings that, when made up, provide a permanent joint having the mechanical, thermal, and sealing integrity of a brazed joint shall be permitted to be used in lieu of brazed joints.

10. Turns, offsets, and other changes in direction in piping shall be made with fittings complying with 4-3.1.2.2(a)4.

11. Piping shall be protected against freezing, corrosion, and physical damage. Buried piping outside of buildings shall be installed below the local level of frost penetration. Buried piping that will be subject to surface loads shall be buried at a sufficient depth to protect the piping from excessive stresses. The minimum backfilled cover above the top of buried piping outside of buildings shall be 36 in. (91.4 cm), except that the minimum cover shall be permitted to be reduced to 18 in. (45.7 cm) where physical damage to the piping is not likely to occur. Trenches shall be excavated so that the pipe has a firm, substantially continuous bearing on the bottom of the trench. Underground piping shall be installed in a continuous split enclosure to protect the pipe from damage while backfilling. Backfill shall be clean and compacted so as to protect and uniformly support the piping. A continuous tape or marker placed immediately above the enclosure shall clearly identify the pipeline by specific name. In addition, a continuous warning means shall be provided above the pipeline at approximately one-half the depth of bury. Where underground piping is installed through a wall sleeve, the ends of the sleeve shall be sealed to prevent the entrance of ground water.

12. Medical gas risers shall be permitted to be installed in pipe shafts if protected from physical damage, effects of excessive heat, corrosion, or contact with oil.

13. Piping shall not be installed in kitchens or electrical switchgear rooms.

14. Medical gas piping shall be permitted to be located in the same service trench or tunnel with fuel gas lines, fuel oil lines, electrical lines, steam lines, and similar utilities provided that the space is ventilated (naturally or mechanically) and the ambient temperature around the

medical gas piping is limited to 130°F (54°C) maximum. Medical gas piping shall not be located where subject to contact with oil, including flooding in the case of a major oil leak.

15. Piping exposed in corridors and other areas where subject to physical damage from the movement of carts, stretchers, portable equipment, or vehicles shall be suitably protected.

16. Hoses and flexible connectors, both metallic and nonmetallic, shall be no longer than necessary and shall not penetrate or be concealed in walls, floors, ceilings, or partitions. Flexible connectors, metallic or nonmetallic, shall have a minimum burst pressure of 1000 psig (6900 kPa gauge). [See 4-3.1.2.2(a)9.]

17. Where a system originally used or constructed for use at one pressure and for a gas is converted for operation at another pressure or for another gas, all provisions of 4-3.1.2.2(d), 4-3.1.2.3, 4-3.4.1, and the Exception to 4-3.1.2.2(a)3 shall apply as if the system were new. **Vacuum systems shall never be converted for use as gas systems.**

(b)* *Gas Shutoff Valves.* (See Appendix C-4.2.)

1. Shutoff valves accessible to other than authorized personnel shall be installed in valve boxes with frangible or removable windows large enough to permit manual operation of valves.

Exception: Shutoff valves for use in certain areas, such as psychiatric or pediatric, shall be permitted to be secured to prevent inappropriate access.

2. A shutoff valve shall be placed at the immediate outlet of the source of supply to permit the entire source of supply, including all accessory devices (such as air dryers, final line regulators, etc.), to be isolated from the piping system. The source valve shall be upstream of the main line shutoff valve and shall be located in the immediate vicinity of the source equipment. It shall be labeled "SOURCE VALVE FOR THE (SOURCE NAME)."

3. The main supply line shall be provided with a shutoff valve. The valve shall be located to permit access by authorized personnel only (e.g., by locating in a ceiling or behind a locked access door). The main supply line valve shall be located downstream of the source valve and outside of the source room, enclosure, or where the main line first enters the building. This valve shall be identified. A main line valve shall not be required where the source shutoff valve is accessible from within the building.

4. Each riser supplied from the main line shall be provided with a shutoff valve adjacent to the riser connection. Riser valves shall remain accessible and shall not be obstructed.

5. Station outlets shall not be supplied directly from a riser unless a manual shutoff valve located in the same story is installed between the riser and the outlet with a wall intervening between the valve and the outlets (see Figure 4-3.1.2). This valve shall be readily operable from a standing position in the corridor on the same floor it serves. Each lateral branch line serving patient rooms shall be provided with a shutoff valve that controls the flow of medical gas to the patient rooms. Branch line shutoff valves shall be so arranged that shutting off the supply of medical gas to one branch will not affect the supply of medical gas to the rest of the system. A pressure gauge shall be provided downstream of each lateral branch line shutoff valve.

6. In-line shutoff valves intended for use to isolate existing systems for piping maintenance or to extend to new piping systems shall be permitted. These valves shall be located in a secure area or locked open and labeled in accordance with 4-3.5.4.2.

7. New or replacement pipeline shutoff valves shall be of a quarter-turn ball type manufactured with extensions for brazing, and with an indicating handle and shall be of metallic construction. Valves shall be the three-piece type with full-size ports.

8. Manual shutoff valves in boxes shall be installed where they are visible and accessible at all times. The boxes shall not be installed behind normally open or normally closed doors, or otherwise hidden from plain view.

9. Service shutoff valves shall be placed where the lateral branches off of the riser prior to any zone valve box assembly on that branch. Only one valve shall be required for each branch off of a riser regardless of how many zone valve boxes are installed on that lateral. These valves shall be installed to allow a facility to make changes in piping in individual areas without shutting down an entire riser or facility.

These valves shall be in a locked chase or shall have their handles secured and tagged to prevent accidental closing.

10. Medical gases shall not be installed in the same zone valve box assembly with flammable gases.

(c) *Surface-Mounted Medical Gas Rail Systems.*

1. Listed or approved surface-mounted medical gas rail systems shall be permitted to be installed where multiple use of medical gases and vacuum at a single patient location are required or anticipated. The surface-mounted medical gas rail system shall be made of material as identified in 4-3.1.2.2(a)1 or a material exhibiting the mechanical, thermal, and sealing integrity of a brazed joint complying with 4-3.1.2.3(b). Individual gas channel sizes shall be in conformity with good engineering practice for proper delivery of maximum volumes specified. The ends of the surface-mounted medical gas rails shall not be used for station outlets.

2. Medical gas rails shall be permitted only where entirely visible in the room. Medical gas rails shall not pass into or through walls, partitions, etc.

3. Station outlet locations for future expansion that are capped shall not be readily removable via screwdriver, pliers, wrench, etc., but shall require a special tool to remove them when expansion is undertaken.

4. Openings in surface-mounted medical gas rail systems for station outlet assemblies or station outlet plug caps shall be gas-specific.

5. All fittings used for internal and external connection of surface-mounted medical gas rail systems shall be made especially for brazed connection, or shall be assembled with screw-thread-type brass fittings with bronze- or copper-brazing-type fittings.

6.* Connections of surface-mounted medical gas rail systems to piping systems of dissimilar metals shall require plating of the connecting components to prevent interaction between dissimilar metals.

7. The installation of the surface-mounted medical gas rail system shall be tested per 4-3.1.2.3.

(d)* *Gas Station Outlets.* (See Appendix C-4.2.)

1.* Each station outlet for medical gases, whether threaded or noninterchangeable quick-coupler, shall be

gas-specific and shall consist of a primary and a secondary valve (or assembly). The secondary valve (or unit) shall close automatically to stop the flow of medical gas when the primary valve (or unit) is removed. Each outlet shall be visibly identified with the name or chemical symbol of the gas contained. Where chemical symbols are used, they shall be in accordance with CGA Pamphlet P-2, *Characteristics and Safe Handling of Medical Gases*. Where supplementary color identification is used, it shall be in accordance with CGA Pamphlet C-9, *Standard Color-Marking of Compressed Gas Cylinders Intended for Medical Use*.

2. Threaded outlets shall be noninterchangeable connections complying with CGA Pamphlet V-5, *Diameter-Index Safety System — Non-Interchangeable Low-Pressure Connections for Medical Gas Applications*.

3. Each station outlet, including those mounted in columns, hose reels, ceiling tracks, or other special installations, shall be designed so that parts or components that are required to be gas-specific for compliance with 4-3.1.2.2(d)1 cannot be interchanged between station outlets for different gases.

a. The use of common parts such as springs, O-rings, fasteners, seals, and shutoff poppets shall be permitted.

4. Station outlets in patient rooms shall be located at an appropriate height above the floor to prevent physical damage to equipment attached to the outlet. They shall be permitted to be recessed or otherwise protected from damage.

Anesthetizing locations and other vital life-support and critical areas, such as postanesthesia recovery, intensive care units, and coronary care units, shall be supplied directly from the riser without intervening valves except as provided in 4-3.1.2.2(b)6, 4-3.1.2.2(d)5, or 4-3.1.2.2(d)6.

5. A shutoff valve shall be located immediately outside each vital life-support or critical care area in each medical gas line, and located so as to be readily accessible in an emergency. Valves shall be protected and marked in accordance with 4-3.5.4.2.

All gas-delivery columns, hose reels, ceiling tracks, control panels, pendants, booms, alarm panels, or other special installations shall be located downstream of this valve.

6. A shutoff valve shall be located outside each anesthetizing location in each medical gas line, so located as to be readily accessible at all times for use in an emergency. These valves shall be so arranged that shutting off the supply of gas to any one operating room or anesthetizing location will not affect the others. Valves shall be of an approved type, mounted on a pedestal or otherwise properly safeguarded against physical damage, and marked in accordance with 4-3.5.4.2.

7. When multiple wall outlets are installed, including those for vacuum, there must be sufficient spacing between outlets to permit the simultaneous use of adjacent outlets with any of the various types of therapy equipment.

8. Pressure gauges and manometers for medical gas piping systems shall be cleaned and degreased.

9. Outlets (inlets) intended for the connection of manufactured assemblies shall be D.I.S.S. connectors.

(e) *Manufactured Assemblies.*

1. Manufactured assemblies employing flexible hoses and tubing shall:

a. be attached to the medical gas pipelines using non-permanent connections to station outlets (inlets).

Where the station outlets (inlets) are not fully and immediately accessible (i.e., can be manipulated without necessitating removal of panels, doors, etc.), the station outlets (inlets) shall additionally comply with 4-3.1.2.2(d)9 and shall be permitted to consist of only a primary check, omitting the secondary check required in 4-3.1.2.2(d)1. The station outlet (inlet) shall be permanently attached to the pipeline.

b. use hoses and flexible connectors complying with 4-3.1.2.2(a)16 and having a flame spread rating of 200 in accordance with NFPA 255, *Standard Method of Test of Surface Burning Characteristics of Building Materials*, except that these shall be permitted to be concealed inside the manufactured assembly provided the hoses and connectors can be accessed for replacement or repair.

c. be provided with a terminal complying with 4-3.1.2.2(d)1, 3, 4, and 7 at the point where the user makes connections and disconnections.

d. be internally cleaned and delivered to the installation site in compliance with 4-3.1.2.3(a).

e. shall require testing of flexible hoses and tubing in accordance with 4-3.4.1.3(a) and (e) upon removal, replacement, or addition.

2. Manufactured assemblies employing copper tubing and intended for direct brazed connection to the pipeline shall:

a. comply with 4-3.1.2.2(a)1, 2, 3, 4, 5, 8, and 10.

b. be provided with a station outlet (inlet) at the point where the user makes connections and disconnections.

c. be assembled and delivered to the installation site in compliance with 4-3.1.2.3.

4-3.1.2.3* Installation Requirements. Medical gas systems shall be installed using methods and procedures that maintain the interior cleanliness of the piping system, as required by this standard. Brazing shall be performed by individuals who are qualified under the provisions of 4-3.1.2.3(b)1 or 2.

(a) *General.* Components in nonflammable medical gas systems shall be of materials that are suitable for oxygen service. (See 4-3.1.1.3, *Material — Oxygen Compatibility*.) Pipe (tube), fittings, valves, and other components shall have been thoroughly cleaned internally to remove oil, grease, and other readily oxidizable materials, as if for oxygen service. Such material shall be plugged, capped, or otherwise sealed until installed. Particular care shall be taken in the storage and handling of such material to maintain its clean condition. Immediately before final assembly, such material shall be visually examined internally for contamination. Material that has become contaminated and is no longer suitable for oxygen service shall not be installed.

1. Pipe (tube), fittings, valves, and other components shall be specially cleaned for oxygen service in a facility equipped to clean, rinse, and purge the material in accordance with the requirements of 4-3.1.2.2(a)5 or shall be prepared in accordance with 4-3.1.2.3(a)2.

2. *On-site Cleaning.*

a. On-site cleaning of the interior surfaces of tubes, valves, fittings, and other components shall be limited to recleaning surfaces in the immediate vicinity of the joints that have become contaminated prior to brazing.

b. Where on-site cleaning is permitted, surfaces shall be cleaned by washing in a clean, hot water/alkaline solution, such as sodium carbonate or trisodium phosphate

1 lb to 3 gal of potable water). Interior surfaces shall be thoroughly scrubbed and rinsed with clean, hot, potable water.

(b) *Qualification of Brazing Procedures and Brazer Performance.*

1. Except as provided under 4-3.1.2.3(b)2, brazing procedures and brazer performance shall be qualified in accordance with either Section IX, *Welding and Brazing Qualifications*, of the ASME *Boiler and Pressure Vessel Code*, or AWS B2.2, *Standard for Brazing Procedure and Performance Qualifications*, both as modified below.

a. Brazers shall be qualified by visual examination of the test coupon followed by sectioning (ASME Section IX) or macroetching (per AWS B2.2), except that a tension test shall be permitted to be substituted for sectioning or macroetching. Where tension tests are used for brazer qualification, they shall be performed in accordance with ASME IX or AWS B2.2.

b. The Brazing Procedure Specification shall address cleaning, joint clearance, overlap, internal purge gas, purge gas flow rate, and filler metal.

c. The Brazing Procedure Qualification Record and the Record of Brazer Performance Qualification shall document filler metal used, cleaning, joint clearance, overlap, internal purge gas and flow rate used during brazing of the test coupon, and no internal oxidation exhibited on the completed test coupon.

d. Brazing procedures qualified by a technically competent group or agency are permitted under the following conditions:

i. The Brazing Procedure Specification and the Procedure Qualification Record shall meet the requirements of this standard and either ASME Section IX or AWS B2.2.

ii. The employer shall obtain a copy of both the Brazing Procedure Specification and the supporting qualification records from the group or agency and shall sign and date these records, thereby accepting responsibility for the qualifications that were performed by the group or agency.

iii. The employer shall qualify at least one brazer following each Brazing Procedure Specification used.

e. An employer shall be permitted to accept Brazer Qualification Records of a previous employer under the following conditions:

i. The brazer shall have been qualified following the same or an equivalent procedure as that which he/she will use for the new employer.

ii. The new employer shall obtain a copy of the record of Brazer Performance Qualification tests from the previous employer and shall sign and date these records, thereby accepting responsibility for the qualifications performed by the previous employer.

f. Performance qualification of brazers shall remain in effect indefinitely unless the brazer does not braze with the qualified procedure for a period exceeding 12 months, or there is a specific reason to question the ability of the brazer.

2. Except as prohibited under 4-3.1.2.4, Systems Having Nonstandard Operating Pressures, on-site testing of brazers shall be permitted subject to the approval of the authority having jurisdiction. The brazing procedure used shall meet the requirements of 4-3.1.2.3(c). The criteria for acceptance shall be in accordance with 4-3.1.2.3(c)10, including pressure testing to 150 psi (1034 kPa). Records

shall be maintained of the brazing procedure specification used and individual brazer testing.

(c)* *Brazed Joints.*

1. Brazed tube joints shall be the socket type. Filler metals shall bond with and be metallurgically compatible with the base metals being joined. Flux shall not be used except where permitted under 4-3.1.2.3(c)1b. Brazing filler metals shall comply with ANSI/AWS A5.8, *Specification for Brazing Filler Metal*, except that filler metals having compositions not conforming to the exact ANSI/AWS A5.8 classifications shall be permitted when used according to the manufacturer's instructions.

a. Copper-to-copper joints shall be brazed using a copper-phosphorus or copper-phosphorous-silver brazing filler metal (BCuP series) without flux.

b. Dissimilar metals, such as copper and bronze or brass, shall be brazed using an appropriate flux with either a copper-phosphorus, copper-phosphorous-silver (BCuP series), or a silver (BAg series) brazing filler metal.

2. Joints to be brazed in place shall be accessible for proper preparation, assembly, heating, filler application, cooling, cleaning, and inspection.

3. Tube ends shall be cut square using a sharp tubing cutter to avoid deforming the tube. The cutting wheel shall be free from grease, oil, or other lubricant not suitable for oxygen service.

4. The surfaces to be brazed shall be mechanically cleaned using a clean stainless steel wire brush or equivalent. The use of steel wool shall be prohibited due to the possible presence of oil. Mechanical cleaning shall not result in grooving of the surfaces to be joined. After mechanical cleaning, the surfaces shall be wiped using a clean, lint-free white cloth. During this cleaning, care shall be taken to avoid contamination of the "cleaned for oxygen" internal surfaces of the tube and components. Joints shall be re-cleaned if contaminated prior to brazing. Joints shall be brazed within 1 hour of being cleaned.

5. Where dissimilar metals, such as copper and bronze or brass, are being brazed, flux shall be applied sparingly to minimize contamination of the inside of the tube with flux. The flux shall be applied and worked over the surfaces to be brazed using a stiff stainless steel bristle brush to ensure adequate coverage and wetting of the surfaces with flux. Where possible, short sections of copper tube shall be brazed to the noncopper component and the interior of the subassembly shall be cleaned of flux prior to installation in the piping system. Flux-coated brazing rods shall be permitted to be used in lieu of the application of flux to the surfaces to be joined on tube $\frac{3}{4}$ in. nominal size and smaller.

6. Tube ends shall be inserted fully into the socket of the fitting. Where flux is permitted, the joint shall be heated slowly until the flux has liquefied. Once this has occurred, or where flux is not used, the joint shall be heated quickly to the brazing temperature, taking care not to overheat the joint. Techniques for heating the joint, applying the brazing filler metal, and making horizontal, vertical, and large-diameter joints shall be as stated in sections on "Applying Heat and Brazing" and "Horizontal and Vertical Joints" in the chapter on "Joining and Bending" in the CDA *Copper Tube Handbook*.

7.* **While being brazed, joints shall be continuously purged with oil-free dry nitrogen to prevent the formation of copper oxide on the inside surface of the joint.**

4/PIPE & SOURCE EQUIPMENT SIZING FOR PRESSURIZED GAS AND VACUUM SYSTEMS

Estimated Peak Demand for Medical Air

	Unit	Free Air Design Flow in SCFM (LPM) Per		Outlet	Simultaneous Usage Factor %
		Bed	Room		
Anesthetizing Locations					
Special Procedure (Open Heart, Transplant, Orthopedic)	--	---	0.5 (14)	---	100
Major/Outpatient O.R.	---	---	0.5 (14)	---	100
Minor O.R.	---	---	0.5 (14)	---	75
Cytoscopy/Endoscopy	---	---	1.0 (30)	---	10
Emergency Operating Room	---	---	0.5 (14)	---	50
Cardiac Catheterization	---	---	0.5 (14)	---	50
Delivery/C-Section Room	---	---	0.5 (14)	---	100
Acute Care Locations					
Recovery Room (PACU)	--	---	2.0 (60)	---	50
ICU/CCU/PICU Ventilators ¹	2.0-3.5 (56-100)	---	---	---	100
Neonatal ICU (Level II & III)	--	---	1.5 (42)	---	75
Emergency Room (Trauma, Cardiac)	--	---	2.0 (60)	---	25
Subacute Care Locations					
Respiratory Therapy	--	1.0 (30)	---	---	50
Patient Room	--	0.5 (14)	---	---	10
Pre-Op Holding	--	---	---	1.5 (42)	10
ER (Cast Room, O.B./Gyn)	--	---	---	1.0 (30)	10
Exam, Treatment, Blood Bank, Donor Room	--	---	1.0 (30)	---	10
Radiology, Dialysis	--	---	---	0.5 (14)	10
Well Baby Nursery (Level I)	--	---	---	0.5 (14)	25
Pulmonary Function Lab	--	---	---	1.0 (30)	50
Birthing/LDRP	--	---	1.0 (30)	---	50
Stress Test (EEG & EKG)	--	---	---	1.0 (30)	50
Other Areas					
Anesthesia/Nursery Workroom	--	---	1.5 (42)	---	10
Autopsy/Morgue	--	---	1.5 (42)	---	10
Respiratory Workroom	--	---	1.5 (42)	---	10
Equipment Repair	--	---	---	1.5 (42)	10
Medical Laboratory ² /Pharmacy	--	---	---	1.5 (42)	25

Notes:

¹ Based on typical ventilator requirements. For specific ventilator requirements, check with ventilator manufacturer.

² Air outlets in laboratories used for analysis, research or teaching should be supplied by a separate compressed air system, not the medical air system.

Figure 4-7
Estimated Peak Demand for Medical Air

PIPE & SOURCE EQUIPMENT SIZING FOR PRESSURIZED GAS AND VACUUM SYSTEMS

4.2 Medical Gas and Vacuum Distribution Pipe Sizing

4.2.1 How to Use This Section

This section is organized so that one gets step-by-step instructions for sizing pipe for pressurized medical gas systems. Examples are given whenever possible.

4.2.2 Steps for Pipe Sizing

The following is a step by step description of the method to be used when sizing pipe after it has been laid out on a scaled drawing. An oxygen system sizing diagram and worksheet example are provided on Figures 4-17 and 4-18.

Pressure loss tables are provided for each type of gas. Sample worksheets for each type of gas are provided at the end of this section.

1. Determine the flow required for each area. Oxygen, nitrous oxide, carbon dioxide, and nitrogen are based on the total number of outlets, while medical air and medical vacuum have flows based on the type of area served. (Refer to Figure 4-14.)

Flow per Outlet

Type of Medical Gas	Flow per Outlet
Oxygen	10 LPM (0.35 SCFM)
Medical Air	Refer to Figure 4-7
Nitrous Oxide	10 LPM (0.35 SCFM)
Carbon Dioxide	10 LPM (0.35 SCFM)
Nitrogen (<200 psi)	226 LPM (8 SCFM)
Medical Vacuum	Refer to Figure 4-11

Figure 4-14
Flow per Outlet (after CSA Z305.1)

2. Determine the longest length of pipe from the source to the furthest outlet in the system. (See section A-L in the Oxygen Example Figure 4-18.)
3. Along this section of pipe, measure the distance starting from the source equipment to the first branch line. (Section A-B in Oxygen Example Figure 4-18.)
4. Calculate the equivalent length of pipe for this section.

Note: In a typical system an approximation can be obtained by adding 50% of the measured length to account for elbows, tees, couplers, etc. in the system.

5. Determine the system pressure at the beginning of the section and the available pressure drop remaining. (Refer to Figure 4-15.)
6. Determine the flow rate through this section of pipe, i.e., total all areas to be supplied from this section of pipe. (Refer to Step 1.)
7. Apply any applicable percent factors to obtain the adjusted flow rate for this section of pipe. (Refer to Figure 4-16.)
8. Compare this adjusted flow rate to the minimum design flow rates. (See Figure 4-16.) Use the larger of these two numbers.
9. Estimate the pipe size for this section. Using the calculated flow rate from step 8, obtain the associated piping pressure drop from the appropriate Pipe Sizing Charts. (See Figures 4-19 through 4-23.)

Note: 1/2" is the minimum pipe size for pressurized gas systems and 3/4" is the minimum pipe size for vacuum systems. Drops to single vacuum inlets may be a minimum of 1/2" ID.

4/PIPE & SOURCE EQUIPMENT SIZING FOR PRESSURIZED GAS AND VACUUM SYSTEMS

10. Now determine the pressure drop for this section by multiplying the pressure drop per 100 feet from the Pipe Sizing Charts (Figures 4-19 through 4-23) by the equivalent length from step 4 and divide by 100.
11. Subtract this from the system pressure at the beginning of this section of pipe to get the system pressure at the end of the section. (See step 5 to obtain the system pressure at the end of the section.)
12. Repeat steps 3 through 11 for each additional section until you reach the furthest outlet from the source equipment.
13. Total all the pressure drops. If the drop exceeds the established Allowable System Pressure Drop (Figure 4-15), then one or more sections of pipe will need to be changed and the pressure drop recalculated. Repeat this iteration until the desired pressure drop is obtained.
14. The piping pressure drops for the rest of the branches must be calculated per steps 3 through 13. This is required to verify that no individual branch pressure drop (from the source to the end of each branch) exceeds the maximum allowed pressure drop for the system.

System Pressure Drop for Sizing Pipe

Gas	Initial System Pressure	Allowable System Pressure Drop
Oxygen	55 psi (379 kPa)	5 psi (35 kPa)
Medical Air	55 psi (379 kPa)	5 psi (35 kPa)
Nitrous Oxide	55 psi (379 kPa)	5 psi (35 kPa)
Carbon Dioxide	55 psi (379 kPa)	5 psi (35 kPa)
Nitrogen	180 psi (1,241 kPa)	15 psi (103 kPa)
Medical Vacuum	19 in Hg (483 mm Hg)	4 in Hg (102 mm Hg)

Figure 4-15
System Pressure Drop for Sizing Pipe

Minimum Design Flow per Branch

Number of Outlets	Percent Average Flow per Outlet (%)	N ₂ O, O ₂ , CO ₂ LPM (SCFM)
1-10	100	100 (3.5)
11-25	75	100 (3.5)
26-100	50	190 (6.7)
101 or more	25	500 (17.7)

Figure 4-16
Flow Factors for More than One Outlet for Pressurized Gases
(after CAN/CSA Z305.1-92)

4/PIPE & SOURCE EQUIPMENT SIZING FOR PRESSURIZED GAS AND VACUUM SYSTEMS

Oxygen

Oxygen Flow
(14.7 psig and 68°F)

Liters per Minute
LPM

Cubic Feet per Minute
SCFM

Pressure Drop in Pounds per Square Inch (psi)
Per 100 Feet of ASTM B819 Type K Copper Pipe
For Oxygen at 55 psi gauge pressure and 68°F
(nominal pipe sizes are shown in bold)

			1/2"	3/4"			
10	0.35		0.004	0.000			
20	0.71		0.013	0.003			
30	1.06		0.025	0.005			
40	1.41		0.041	0.008			
50	1.77		0.060	0.012			
60	2.12		0.082	0.016			
70	2.47		0.107	0.021			
80	2.82		0.135	0.026			
90	3.18		0.166	0.032			
100	3.53		0.199	0.039			
120	4.24		0.274	0.053			
140	4.94		0.359	0.069			
160	5.65		0.454	0.087			
180	6.36		0.558	0.107	1"		
200	7.06		0.672	0.129	0.033		
220	7.77		0.795	0.153	0.039		
240	8.47		0.927	0.178	0.045		
260	9.18		1.068	0.205	0.052		
280	9.89		1.218	0.233	0.059		
300	10.59		1.377	0.263	0.066		
350	12.36		1.811	0.346	0.087		
400	14.12		2.298	0.438	0.110		
450	15.89		2.837	0.539	0.135		
500	17.66		3.426	0.650	0.163	1 1/4"	
550	19.42			0.771	0.193	0.066	
600	21.19			0.900	0.225	0.077	
650	22.95			1.038	0.260	0.089	
700	24.72			1.185	0.296	0.101	
800	28.25			1.505	0.375	0.128	
900	31.78			1.859	0.463	0.158	1 1/2"
1000	35.31			2.247	0.559	0.191	0.083
1100	38.84			2.667	0.663	0.226	0.099
1200	42.37			3.121	0.775	0.264	0.115
1300	45.90			3.607	0.895	0.305	0.133
1400	49.44		2"	4.125	1.022	0.348	0.151
1500	52.97		0.045		1.157	0.394	0.171
1600	56.50		0.050		1.299	0.442	0.192
1700	60.03		0.056		1.449	0.493	0.214
1800	63.56		0.062		1.607	0.546	0.237
1900	67.09		0.068	2 1/2"	1.772	0.602	0.261
2000	70.62		0.075	0.026	1.944	0.660	0.287
2300	81.21		0.096	0.034	2.503	0.849	0.368
2600	91.81		0.120	0.042	3.127	1.059	0.459
2900	102.40		0.146	0.051	3.813	1.290	0.559
3200	112.99		0.174	0.061	3"	1.542	0.667
3500	123.59		0.204	0.072	0.031	1.814	0.785
3800	134.18		0.237	0.083	0.036	2.107	0.911
4100	144.77		0.271	0.095	0.041	2.419	1.045
4400	155.37		0.308	0.108	0.046	2.751	1.188
4700	165.96		0.347	0.122	0.052	3.102	1.339
5000	176.55		0.388	0.136	0.058		1.498
5300	187.15		0.431	0.151	0.065		1.665
5600	197.74		0.477	0.167	0.071		1.841

Figure 4-19
Pressure Loss Table for Oxygen

COPPER TUBE DATA

GENO Y GASES DE EL S
 VENIDA NORTE 1080, SAN S
 TEL.: 226-6677 — FAX: 22

STREAMLINE
MUELLER
 INDUSTRIES, INC.

TYPE K

O.D.	NOM	WT/FT	FT/BNDL	WALL	RATED INTERNAL WORKING PRESSURE (PSIG)			
					150°F	200°F	300°F	400°F
.375	¼	.145	500	.035	913	860	842	537
.500	⅜	.269	500	.049	960	904	885	565
.625	½	.344	500	.049	758	713	698	446
.750	⅝	.418	200	.049	626	589	577	368
.875	¾	.641	200	.065	724	682	668	426
1.125	1	.839	100	.065	557	524	513	327
1.375	1¼	1.04	100	.065	452	425	416	266
1.625	1½	1.36	100	.072	420	396	387	247
2.125	2	2.06		.083	370	348	341	217
2.625	2½	2.93		.095	338	319	312	199
3.125	3	4.00		.109	328	308	302	193
3.625	3½	5.12		.120	311	293	286	183
4.125	4	6.51		.134	306	288	282	180
5.125	5	9.67		.160	293	276	270	172
6.125	6	13.90		.192	295	277	271	173
8.125	8	25.90		.271	314	295	289	184

TYPE L & ACR

O.D.	NOM	WT/FT	FT/BNDL	WALL	RATED INTERNAL WORKING PRESSURE (PSIG)			
					150°F	200°F	300°F	400°F
.375	¼	.126	500	.030	775	729	714	456
.500	⅜	.198	500	.035	662	623	610	389
.625	½	.285	500	.040	613	577	565	361
.750	⅝	.362	200	.042	537	505	495	316
.875	¾	.455	200	.045	495	466	456	291
1.125	1	.655	100	.050	420	395	387	247
1.375	1¼	.884	100	.055	373	351	344	219
1.625	1½	1.14	100	.060	347	327	320	204
2.125	2	1.75		.070	309	291	285	182
2.625	2½	2.48		.080	285	269	263	168
3.125	3	3.33		.090	270	254	248	159
3.625	3½	4.29		.100	258	243	238	152
4.125	4	5.38		.110	249	235	230	147
5.125	5	7.61		.125	229	215	211	135
6.125	6	10.20		.140	213	201	196	125
8.125	8	19.30		.200	230	216	212	135

TYPE M

O.D.	NOM	WT/FT	FT/BNDL	WALL	RATED INTERNAL WORKING PRESSURE (PSIG)			
					150°F	200°F	300°F	400°F
.500	⅜	.145	500	.025	485	456	447	285
.625	½	.204	500	.028	420	395	387	247
.875	¾	.328	200	.032	346	326	319	204
1.125	1	.465	100	.035	286	270	264	169
1.375	1¼	.682	100	.042	287	271	265	169
1.625	1½	.940	100	.049	282	265	259	166
2.125	2	1.46		.058	254	239	234	149
2.625	2½	2.03		.065	233	219	215	137
3.125	3	2.68		.072	215	203	199	127
3.625	3½	3.58		.083	214	202	197	126
4.125	4	4.66		.095	213	201	197	126
5.125	5	6.66		.109	198	186	182	116
6.125	6	8.92		.122	186	175	171	109
8.125	8	16.50		.170	195	183	180	115