

Universidad Nacional de Córdoba - Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Ingeniería Biomédica

PROYECTO INTEGRADOR

“DISEÑO DE INSTALACIONES DE GASES MEDICINALES Y VACÍO PARA CENTRO QUIRÚRGICO AMBULATORIO DE FLEBOLOGÍA”



Alumno:

Sanchez, María Soledad

Matrícula:

36.030.128

Asesor:

Mildenberger, Agustina

Co-Asesor:

Gómez, Walter



Ingeniería
Biomédica

Córdoba, noviembre de 2019

Agradecimientos

A todas las autoridades y personal que integran la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, por su confianza y por permitirme realizar mi carrera de grado.

A los profesores que integran el cuerpo docente de la Carrera de Ingeniería Biomédica por su enseñanza, dedicación, transmisión de valores, acompañamiento y por ayudarme a crecer cada día en mi carrera.

A mis asesores y consultores, Agustina, Walter y Horacio, gracias por guiar este proyecto, por brindarme sus conocimientos, motivación y por darme la libertad de plasmar mis ideas.

A mis padres, Rosa y Raúl, por el esfuerzo, dedicación, paciencia, por su confianza y por todo lo que me han dado a lo largo de mi vida y darme el mejor regalo, la posibilidad de formarme en una prestigiosa Universidad.

A mis hermanos, Tomás y Gimena, y a mi novio Alejandro, por su cariño, apoyo incondicional y por estar conmigo en todo momento. A mi sobrina Paloma por llenarme de felicidad y amor.

A toda mi familia y amigos porque con sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

A todos los compañeros con quienes compartí en distintas etapas de mi carrera, gracias por alegrar mis días y enriquecer mi persona.

Resumen

A partir del uso de gases medicinales se genera la necesidad de ampliar las áreas de formación, contemplando todos los aspectos que envuelven el sistema de gases medicinales. Por subsiguiente es conveniente contar con herramientas para poder resolver todo tipo de cuestiones vinculadas con el objeto de mejorar la calidad asistencial a pacientes que requieran hacer uso de este tipo de instalaciones.

Un sistema de distribución de gases medicinales eficiente es fundamental para cualquier hospital o centro de salud. No solo se debe tener en cuenta la instalación del sistema propiamente dicho sino también otros factores, como diseño y mantenimiento. Resumiendo, es importante para la seguridad del paciente proporcionar un sistema seguro, eficaz y rentable del suministro.

Para este tipo de instalaciones debemos tener en cuenta que existen dos partes fundamentales para obtener un adecuado funcionamiento del sistema. Por un lado, se debe proporcionar una óptima y correcta red de distribución y, por otro lado, se debe acompañar con una gestión operacional apropiada. De la combinación de ambas partes se pueden evitar problemas asociados a la distribución y mantenimiento.

En el presente Proyecto Integrador se expone cómo desarrollar un proyecto de instalaciones de gases medicinales y vacío, los pasos que se deben seguir, los requisitos y sugerencias a tener en cuenta durante el diseño.

En una primera parte se presentan las normativas asociadas e involucradas en la temática propuesta, siendo la base del desarrollo la Norma ISO 7396-1: “Sistema de redes de gases medicinales”, donde se encuentran reglamentadas las instalaciones.

Se desarrollan los pasos a seguir con las consideraciones en cada instancia para el correcto progreso del proyecto, quedando contenidos en una “Guía para el desarrollo de Proyectos de Instalaciones de Gases Medicinales y Vacío”. Posteriormente, se atenderá el caso particular de un sistema de generación y distribución de gases medicinales y vacío de un Centro Quirúrgico Ambulatorio de Flebología, aplicando la guía previamente desarrollada y teniendo en cuenta lo establecido en las reglamentaciones locales.

Este proyecto cuenta con información sobre el diseño de la instalación que se aplica a todos los sistemas de tuberías de gases medicinales presentes en instalaciones sanitarias. Específicamente se brindan sugerencias tanto para el diseño de la instalación como para la validación y verificación de los sistemas de cañerías.

El principio básico en el diseño de las instalaciones es garantizar la seguridad del paciente, ésta va a depender del caudal del suministro, de la identificación del gas, de la continuidad del suministro y de la calidad del mismo.

Por último, una consideración a tener en cuenta es que un centro hospitalario se encuentra en continua transformación, por lo que si bien se puede prever en líneas generales el desempeño del sistema, se debe realizar un diagnóstico basado en mediciones y normativas para evitar posibles inconvenientes una vez que el sistema se encuentre en servicio. Por lo antes mencionado, se concluye el trabajo con una propuesta de mantenimiento preventivo para asegurar una buena calidad de las instalaciones.

Índice general

Agradecimientos	I
Resumen	II
Lista de figuras	VI
1. Objetivos	1
1.1. Objetivo general	1
1.2. Objetivos específicos	1
2. Marco teórico	2
2.1. Introducción	2
2.2. Gases medicinales y sus aplicaciones	4
2.2.1. Conceptos básicos de gases	4
2.2.1.1. Propiedades	4
2.2.1.2. Definiciones	5
2.3. Marco Normativo	5
2.3.1. Resolución N°0515 – Ministerio de Salud, Gobierno de la Provincia de Córdoba	5
2.3.1.1. Cuadernillo de Actividades de Habilitación Categorizante	7
2.3.2. Farmacopea Argentina VII Edición	8
2.3.3. Resolución N°1130 / 2000: “Reglamento para la Fabricación, Importación, Comercialización y Registro de Gases Medicinales”	10
2.3.4. Disposición ANMAT N°4373 / 2002: “Elaboración de Oxígeno Medicinal mediante PSA”	12
2.3.4.1. Formas de obtención del Oxígeno Medicinal	12
2.3.5. Productos Médicos - Ley N°16.463 / 64	13
2.3.6. Disposición ANMAT N°2318/02: “Reglamento Técnico MERCOSUR de Registro de Productos Médicos”	13
2.3.7. Norma Argentina IRAM N°2641: “Cilindros para Gases Industriales y Alimentarios – Sistema de identificación de su contenido mediante colores de seguridad”	16
2.3.8. Norma ISO N°5359 - 2014: “ Marcado y Código de Color”	16
2.3.9. Norma Argentina IRAM-ISO 7396– 1 “Sistemas de Redes para Gases Medicinales”	17
2.3.9.1. Objeto y Campo de Aplicación	18
2.3.9.2. Sistemas de Suministro	18
2.3.9.3. Sistemas de Suministro de Oxígeno Medicinal	19
2.3.9.4. Sistemas de Suministro de Aire Comprimido Medicinal	24
2.3.9.5. Sistema de Suministro de Vacío	24
2.3.9.6. Sistemas de Supervisión y Alarma	24

3. Desarrollo	26
3.1. Definiciones	27
3.2. Desarrollo de proyecto para la instalación de gases medicinales y vacío	29
3.2.1. Relevamiento de bocas de consumo y tipificación de gases	30
3.2.2. Planos para trabajo en diseño	33
3.2.3. Verificación de las dimensiones del plano y la realidad; comprobación del paso de caños y existencia de columnas (planteo y adecuación del tendido, si aplica)	36
3.2.4. Diagrama esquemático sobre el plano del tendido	37
3.2.5. Cálculo de caudales, secciones, materiales, salas de máquinas, mano de obra y costos	37
3.2.6. Formulación final del proyecto con detalle del análisis de los controles y validaciones	42
4. Aplicación práctica de la Guía para el Desarrollo de Proyectos de Instalaciones de Gases Medicinales y Vacío	47
4.1. Relevamiento de bocas de consumo y tipificación de gases	47
4.1.1. Plantear necesidades	47
4.1.2. Identificar los Servicios con los que cuenta o contará el establecimiento	48
4.1.3. Cuantificar camas	50
4.1.4. Distinguir los requisitos normativos asociados	51
4.1.5. Seleccionar los tipos de paneles	52
4.1.5.1. Propuesta inicial de paneles	53
4.1.5.2. Presentación de diseños a los interesados	57
4.1.5.3. Propuesta final de paneles	59
4.1.6. Escoger los aparatos dosificadores de gases medicinales y vacío	60
4.2. Planos para trabajo en diseño	62
4.2.1. Ubicación de la sala de máquinas y puestos de suministro	62
4.2.2. Trazado preliminar de cañerías	62
4.2.3. Considerando el layout de la institución (circulación y forma de trabajo), ubicar las cajas de válvulas de corte y los puntos de acceso a la red	67
4.3. Verificación de las dimensiones del plano y la realidad; comprobación del paso de caños y existencia de columnas (planteo y adecuación del tendido, si aplica)	68
4.4. Diagrama esquemático sobre plano del tendido	70
4.5. Cálculo de secciones, materiales, mano de obra y salas de máquinas	72
4.5.1. Cálculo de caudales según relevamiento	72
4.5.1.1. Oxígeno medicinal	72
4.5.1.2. Aire medicinal	73
4.5.1.3. Vacío	73
4.5.2. Cálculo del diámetro de cañerías	74
4.5.3. Verificación de los diámetros	74
4.5.3.1. Materiales	81
4.5.4. Selección de fuentes de suministro	81
4.5.4.1. Suministro de Oxígeno Medicinal	81
4.5.4.2. Suministro de Aire Comprimido Medicinal	84
4.5.4.3. Sistema de suministro de Vacío	94
4.5.5. Presupuesto del Proyecto	101
4.6. Formulación final del proyecto	102
4.6.1. Memoria Técnica	102
4.6.2. Mantenimiento Preventivo	102

4.6.2.1.	Dosificadores de Gases Medicinales y Vacío	102
4.6.2.2.	Unidades de Suministro	103
4.6.2.3.	Equipos Generadores de Aire Comprimido y Vacío	104
4.7.	Proyecto final	107
5.	Conclusiones	109
6.	Futuras líneas de trabajo	110
7.	Anexo I: Dosificadores	111
8.	Anexo II: Exigencias y recomendaciones para la ubicación de salas de máquinas y puestos de suministro	115
9.	Anexo III: Cálculo de Caudales sugerido por la Norma Europea FDS 90-155117	117
10.	Anexo V: Registro de Ensayo de Estanqueidad	119
11.	Anexo VI: Registro de Ensayo de Prueba Jabonosa	120
12.	Anexo VII: Registro de Ensayo de Gases Cruzados	121
13.	Anexo VIII: Relevamiento de Obra	122

Índice de figuras

2.1. Código de colores para la identificación de cilindros de gases medicinales	16
2.2. Marcado de cañería según Norma ISO N°5359:2014	16
2.3. Cilindro de oxígeno medicinal	20
2.4. Batería de cilindros de oxígeno medicinal	21
2.5. Termo criogénico móvil	22
2.6. Sistema de suministro con tanques criogénicos móviles	22
2.7. Componentes de la instalación de un tanque criogénico	23
2.8. Sistema de suministro con tanque criogénico estacionario	23
2.9. Categorías de alarmas y características de la señal	25
3.1. Responsabilidad sobre gases medicinales desde su generación hasta su suministro	27
3.2. Esquema de un sistema de redes de gases medicinales y vacío	28
3.3. Panel poliducto tipo UTI	31
3.4. Paneles miniductos	31
3.5. Columna de techo y brazo articulado para Quirófano	32
3.6. Tendido de cañería de gases medicinales y vacío tipo ramificado – Servicios: Guardia y Shock room	34
3.7. Tendido de cañería de gases medicinales y vacío tipo anillado – Servicio: UTI . .	35
3.8. Interferencias en cielorraso	36
3.9. Valores de parámetros de referencia para Oxígeno y Aire Comprimido medicinal	38
3.10. Valores de parámetros de referencia para Vacío	39
3.11. Registro de diámetro obtenidos y medidas comerciales	39
4.1. Plano de arquitectura - Planta baja	48
4.2. Plano de arquitectura - Planta alta	49
4.3. Cuantificación de camas	50
4.4. Identificación de camas - Planta baja	51
4.5. Identificación de camas - Planta alta	52
4.6. Diseño esquemático de panel de cabecera para Quirófano	53
4.7. Diseño esquemático de panel de Preanestesia y Recuperación	54
4.8. Diseño esquemático de panel de Internación	55
4.9. Diseño esquemático de Alarma	56
4.10. Diseño esquemático de Panel de Esterilización	57
4.11. Diseño esquemático de Torre	58
4.12. Resumen de paneles seleccionados	59
4.13. Ubicación salas de suministro, alarmas de emergencias clínicas y puntos de con- sumo - Planta baja	63
4.14. Ubicación salas de suministro, alarmas de emergencias clínicas y puntos de con- sumo - Planta alta	64
4.15. Ejemplo de soporte de cañería	64
4.16. Cruce de muros	65

4.17. Trazado preliminar - Planta baja	65
4.18. Trazado preliminar - Planta alta	66
4.19. Cuadro de segunda regulación para dos gases y vacío	68
4.20. Ubicación de Válvulas de corte y Cuadro de Segunda Regulación - Planta baja	69
4.21. Ubicación de Válvulas de corte y Cuadro de Segunda Regulación - Planta alta	69
4.22. Diagrama esquemático - Planta baja	70
4.23. Diagrama esquemático - Planta alta	71
4.24. Cálculo teórico de caudal para Oxígeno Medicinal	72
4.25. Cálculo teórico de caudal para Aire Comprimido Medicinal	73
4.26. Cálculo teórico de caudal para Vacío	73
4.27. Cálculo de diámetros de cañerías	74
4.28. Caída de presión máxima permisible	75
4.29. Cálculo de caída de presión, empleando el Servicio en Línea de KAESER S.R.L. para suministro de Oxígeno Medicinal	76
4.30. Cálculo de caída de presión, empleando el Servicio en Línea de KAESER S.R.L. para la medida de diámetro comercial adoptada para la línea principal de sumi- nistro de Oxígeno Medicinal	76
4.31. Resultados de caídas de presión de la línea principal	77
4.32. Resumen de las verificaciones de caídas de presión de la línea principal	77
4.33. Resumen de verificaciones y diámetros comerciales seleccionados	78
4.34. Resumen de verificaciones de las caídas de presión de la cañería secundaria en la Planta Baja	79
4.35. Resumen de diámetros que verifican los valores de caída de presiones máximas admisibles y que se seleccionan para el tendido de la cañería secundaria de Planta Baja	79
4.36. Resumen de verificaciones de las caídas de presión de la cañería secundaria en Primer Piso	80
4.37. Resumen de diámetros que verifican los valores de caída de presiones máximas admisibles y que se seleccionan para el tendido de la cañería secundaria en Primer Piso	80
4.38. Resumen de los diámetros comerciales de caño seleccionado	80
4.39. Resumen de materiales necesarios para el tendido de cañería	81
4.40. Tipo de suministro de gas en función del consumo del centro	82
4.41. Termo criogénico móvil de Oxígeno Medicinal	83
4.42. Baterías de cilindros 3 + 3 de Oxígeno Medicinal	83
4.43. Esquema con dimensiones de compresor de 3HP de potencia montado en tanque acumulador horizontal	86
4.44. Componentes del compresor de 3HP montado en tanque acumulador horizontal	87
4.45. Dimensionamiento del tanque acumulador de aire	88
4.46. Evacuación de condensados	89
4.47. Diagrama esquemático de conexión de sistema generador de aire comprimido	93
4.48. Componentes de bomba de vacío de 2 HP de potencia montada en bastidor metálico	95
4.49. Dimensiones bomba de vacío de 2 HP de potencia montada en bastidor metálico	95
4.50. Dimensionamiento del tanque acumulador de vacío	96
4.51. Soporte para sistema de bombas dúplex	97
4.52. Dimensiones del tanque acumulador vertical	98
4.53. Diagrama esquemático de conexión de sistema generador de vacío	100
4.54. Presupuesto del proyecto	101
4.55. Mantenimiento preventivo: Medidor de flujo	102
4.56. Mantenimiento preventivo: Frasco humidificador	103

4.57. Mantenimiento preventivo: Regulador de baja presión	103
4.58. Mantenimiento preventivo: Llave reguladora de vacío	103
4.59. Mantenimiento preventivo: Unidades de suministro	104
4.60. Mantenimiento preventivo: Generador de aire comprimido	105
4.61. Mantenimiento preventivo: Generador de vacío	106
4.62. Diseño final - Planta baja	107
4.63. Diseño final - Planta alta	108
7.1. Caudalímetro para Oxígeno Medicinal y caudalímetro para Aire Comprimido Medicinal	112
7.2. Frasco humidificador conectado a caudalímetro de Oxígeno	113
7.3. Regulador de presión de Oxígeno y de Aire Comprimido	114
7.4. Llave reguladora de Vacío	114
9.1. Tabla de cálculo de caudales: Oxígeno Medicinal	117
9.2. Tabla de cálculo de caudales: Aire Comprimido Medicinal	118
9.3. Tabla de cálculo de caudales: Vacío	118
10.1. Planilla para el registro de los resultados del Ensayo de Estanqueidad	119
11.1. Planilla para el registro de los resultados del Ensayo de Prueba Jabonosa	120
12.1. Planilla para el registro de los resultados del Ensayo de Gases Cruzados	121
13.1. Relevamiento: Ingreso al Centro Ambulatorio, Planta Baja	122
13.2. Relevamiento: Pasillo Técnico, Planta Baja	123
13.3. Relevamiento: Sala de Recuperación de Cirugía, Planta Baja	123
13.4. Relevamiento: Sala de Internación, Primer Piso	124
13.5. Relevamiento: Patio Interno	124
13.6. Inicio del tendido de cañería, Pasillo de Circulación a Quirófano	125
13.7. Derivación a Quirófano, Colocación Válvulas de Corte	125
13.8. Marcación de Cañería e Identificación de Válvulas de Corte	126
13.9. Montaje en Quirófano de una Columna de Techo con su respectivo soporte	126
13.10 Panel Miniducto de Esterilización, Bajada al panel cubierta por Cajón de Durlock	127
13.11 Acometida a Primer Piso a la Altura de una Habitación de Internado	127
13.12 Acometidas Líneas Principales al Edificio	128
13.13 Ingreso al Edificio en Etapas Avanzadas de Construcción	129

Capítulo 1

Objetivos

1.1. Objetivo general

Realizar el diseño de la instalación de gases medicinales (Oxígeno – Aire Comprimido) y Vacío para un Centro Quirúrgico Ambulatorio de Flebología acorde a la Norma IRAM-ISO 7396-1: “Sistema de Redes de Gases Medicinales”, teniendo en cuenta en el proceso las necesidades del interesado y otros requerimientos normativos vigentes.

1.2. Objetivos específicos

1. Establecer los requerimientos técnicos y de habilitación según la normativa vigente para un Centro Quirúrgico Ambulatorio.
2. Brindar una guía para desarrollar un proyecto de instalación de gases medicinales y vacío aplicable a diversos establecimientos para la salud.
3. Atender el caso particular de un Centro Quirúrgico Ambulatorio de Flebología, empleando la guía previamente desarrollada.
4. Asesorar y acompañar al cliente durante el desarrollo del proyecto.
5. Seguimiento de la ejecución de las instalaciones de gases medicinales y vacío en el Centro Quirúrgico Ambulatorio.
6. Proponer mejoras y futuras líneas de trabajo.

Capítulo 2

Marco teórico

2.1. Introducción

Los gases medicinales ocupan un papel cada vez más relevante en el ámbito hospitalario, viéndose así un aumento tanto en el consumo de los mismos como en el tipo de terapias que los utilizan.

Sus aplicaciones son cada vez más variadas y por lo tanto los puntos de consumo son mayores. Por ello y teniendo en cuenta el carácter de apoyo de vida que en muchas ocasiones tienen estos gases convierte su suministro en un aspecto crítico en toda instalación hospitalaria.

Las características exigibles para cualquier gas medicinal tanto para su generación como su distribución son: continuidad del suministro, caudal suficiente, presión adecuada y calidad del producto generado. En el caso de establecimientos para salud, de acuerdo a su nivel de complejidad, requieren instalaciones específicas como son la de gases medicinales (Oxígeno - Aire comprimido) y Vacío, con el objeto de suministrar a las áreas que lo requieran para el cuidado de pacientes o para el accionamiento del instrumental.

La Norma Argentina IRAM-ISO 7396- 1 “Sistemas de Redes para Gases Medicinales”, que rige para los Sistemas de Redes de Gases Medicinales y Vacío, busca asegurar que las redes contengan únicamente el gas específico (o vacío) que se desea suministrar, como así también establece requisitos para el diseño, la instalación, el funcionamiento, el desempeño, la documentación, la verificación y la puesta en servicio de los sistemas de redes para gases medicinales comprimidos, gases para accionar herramientas quirúrgicas y vacío, con el fin de asegurar la administración continua del gas correcto y la provisión de vacío a partir del sistema de redes. Incluye requisitos para los sistemas de suministro, sistemas de distribución de redes, sistemas de control, sistemas de monitoreo y alarma y la no intercambiabilidad entre componentes de sistemas de gases diferentes.[1]

Esta norma aplica a los gases medicinales que se listan a continuación:

1. Oxígeno.
2. Óxido nitroso.
3. Aire medicinal.
4. Dióxido de carbono.
5. Mezclas de oxígeno y óxido nitroso.

Quedan comprendidos dentro de la presente normativa los siguientes ítems:

- Aire enriquecido con oxígeno, cumpliendo la Disposición 4373/02 ANMAT [2].

- Aire para el accionamiento de herramientas quirúrgicas.
- Nitrógeno para el accionamiento de herramientas quirúrgicas.
- Sistemas de redes para vacío.

Por último, esta norma atiende los siguientes casos:

- Ampliaciones de los sistemas de distribución de redes existentes.
- Modificaciones de los sistemas de distribución de redes existentes.
- Modificaciones o reemplazo de los sistemas de suministro o fuentes de suministro.

2.2. Gases medicinales y sus aplicaciones

Los gases medicinales han ido cobrando progresivamente mayor importancia con el pasar de los tiempos conforme han evolucionado las técnicas médicas. Mientras que históricamente estos últimos solo tenían aplicación en terapias respiratorias o como excipiente para ser usado como medio portador de otro medicamento, hoy en día está altamente difundido su uso en múltiples procesos. Se mencionan, a continuación, las aplicaciones más usuales:

Oxígeno medicinal El oxígeno medicinal es utilizado en el tratamiento o prevención de la deficiencia de oxígeno en la sangre (hipoxemia e hipoxia). También es usado en terapia respiratoria en pacientes con enfermedades pulmonares crónicas o cirugías, UCI, Neonatología, en anestesia y reanimación, y en cámaras hiperbáricas.

Aire medicinal El aire medicinal se utiliza ampliamente en las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) y en las Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales, así como en los nebulizadores para reducir el riesgo de exceso de oxígeno en los pulmones u otros tejidos del cuerpo (hiperoxia) durante la ventilación mecánica y en procedimientos quirúrgicos.

Por otra parte, el aire comprimido también es utilizado para el movimiento o accionar de herramientas quirúrgicas. Suele emplearse con venturi para extracción de gases anestésicos, aire respirable para el personal o ensayo o secado de dispositivos médicos. En estas aplicaciones particulares el aire comprimido debe provenir de una línea independiente a la que transporta el aire comprimido medicinal.

Nitrógeno medicinal El nitrógeno medicinal frecuentemente se usa para accionar dispositivos médicos y como criógeno para congelar y preservar sangre, tejidos y otros especímenes biológicos así como para congelar y destruir tejido enfermo en criocirugía y dermatología. También se utiliza en las pruebas de función pulmonar previas a un vuelo para evaluar la respuesta de una persona a un entorno simulado en una cabina de avión (prueba de desafío hipóxico).

Óxido nitroso medicinal El óxido nitroso se utiliza en la industria medicinal como analgésico y como complemento de la anestesia.

Vacío Éste sistema se emplea principalmente para la aspiración de secreciones derivadas de enfermedades o secreciones producidas durante las intervenciones quirúrgicas en pacientes. También, en ocasiones suele emplearse para la recogida de los excedentes de gases anestésicos, siempre como parte de una instalación independiente de otras redes de vacío.

2.2.1. Conceptos básicos de gases

Con el fin de familiarizarse con los gases, resulta interesante repasar algunos conceptos básicos, propiedades y definiciones asociadas.

2.2.1.1. Propiedades

Se definen a continuación las propiedades de los gases:

- Se expanden y difunden dado que sus partículas están en continuo movimiento.
- Son fluidos, no tienen forma propia y se deslizan por orificios y tuberías.
- Tienen masa.

- Ejercen presión sobre las paredes del recipiente que los contiene.
- Tienen temperatura; la misma está íntimamente relacionada con la velocidad del movimiento de las partículas. Si se mueven rápidamente el gas está caliente; si el movimiento es lento, el gas está frío.
- Tienen volumen, ocupando siempre todo el volumen disponible; por ello son expansibles.
- Son impenetrables, no puede haber otra sustancia que ocupe el mismo espacio a la vez que un gas.
- Comprensión de un gas: es la disminución de la distancia entre sus partículas para ocupar un volumen menor.
- Expansión de un gas, es el aumento de la distancia entre sus partículas para ocupar un volumen mayor.
- La velocidad con la que se mueven las partículas de un gas aumenta con la temperatura; aumentando el número de choques de las partículas contra las paredes del recipiente y en consecuencia aumenta la presión del gas.

2.2.1.2. Definiciones

Gas comprimido Se llama gas permanente o comprimido a aquel gas que a temperatura normal y bajo presión dentro de un recipiente conserva su estado gaseoso. Son aquellos gases o mezclas de gases, cuya temperatura crítica es menor o igual a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Gas licuado Es todo gas que a temperatura normal y bajo presión, se presenta en fase líquida y parcialmente en fase gaseosa. La presión depende fundamentalmente de la temperatura del líquido. Quedan incluidos aquellos gases cuya temperatura crítica es mayor o igual a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.3. Marco Normativo

2.3.1. Resolución N°0515 – Ministerio de Salud, Gobierno de la Provincia de Córdoba

La *Resolución N°0515, dictada por el Ministerio de Salud - Gobierno de la Provincia de Córdoba* [3], aplica a los Centros Médicos e Institutos que realizan *prácticas de cirugía ambulatoria* y a toda otra tipología o modalidad análoga de prestación de servicio de salud, que pudiere requerir infraestructura especial, equipamiento acorde, recursos humanos especializados y servicios de apoyo de acuerdo con el grado de complejidad y riesgo de la práctica.

El objetivo principal de esta norma es garantizar la realización de prácticas quirúrgicas ambulatorias seguras, brindando atención de calidad, en establecimientos asistenciales adecuados y fiscalizados, teniendo en cuenta parámetros de seguridad aceptados y reconocidos a nivel internacional. Quedan englobados en la misma los quirófanos o salas de intervención que funcionen como anexo de Consultorios, Centros Médicos, Servicios Médicos y/u Odontológicos de Urgencia e Institutos.

Según Anexo II de la Resolución N°0515[3] se define:

Cirugía menor ambulatoria La Cirugía Menor Ambulatoria engloba los procedimientos quirúrgicos menores que se realizan con anestesia local y que, sin ningún período de recuperación, permiten al paciente retirarse del consultorio o del Centro en forma inmediata. Se incluyen intervenciones diagnósticas o terapéuticas que se adecuen a este criterio y los procedimientos odontológicos habituales.

Cirugía mayor ambulatoria Se entenderá por Cirugía Mayor Ambulatoria a la modalidad de prestación del servicio intervencionista o quirúrgico realizada con anestesia local, regional o general, que requiere que el paciente reciba cuidados post-operatorios poco intensivos y cuya duración no podrá ser superior a SEIS (6) horas, por lo que no necesitan internación y que cumplido el período de recuperación son derivados a su domicilio. El tiempo máximo de estancia en el centro no deberá superar las 24 hs. Se incluyen en este criterio aquellas intervenciones diagnósticas o terapéuticas guiadas por imágenes, que requieran asistencia de anestesia local asistida, bloqueos regionales o anestesia general y las prácticas odontológicas quirúrgicas que se realicen bajo anestesia general.

Según el anexo III de la resolución N°0515 [3] se listan aquellas prácticas susceptibles de ser realizadas en Quirófanos anexos a consultorios o Centros de Cirugía Ambulatoria.

Seguidamente se presentan algunas intervenciones que se encuadran bajo el concepto de Cirugía Ambulatoria:

Cirugía menor ambulatoria:

- Cirugía general.
- Cirugía maxilofacial ORL, de cabeza y de cuello.
- Cirugía dentaria.
- Biopsias orales, ganglionares.
- Amigdalotomía.
- Cirugía de oído externo y medio.
- Cirugías obstétricas y ginecológicas: biopsia de cuello, vagina; criocoagulación; amniocentesis transabdominal o vía vaginal, entre otras.
- Cirugía oftalmológica: cataratas, estrabismo, cirugía de párpados y conjuntiva, entre otros.
- Cirugía ortopédica y traumatológica: artroscopía diagnóstica, biopsia ósea o muscular, entre otras.
- Cirugía urológica: cambio de nefrectomía, retiro de catéter ureteral, biopsia renal, punción evacuadora de quiste renal, cistotomía, entre otras.
- Cirugía de próstata y vesículas seminales.
- Cirugía plástica estética y reparadora: tumor de piel, auriculoplastía, implantes capilares, injertos de piel, entre otras.

Cirugía mayor ambulatoria:

- Cirugía general.
- Cirugía de hernias: inguinales, crurales, umbilicales.
- Cirugía de várices.
- Hemorroides.
- Cirugía plástica estética y reparadora: lipoaspiración localizada, rotación de colgajos, rinoplastia, tratamiento de quemaduras de hasta un 15 % de profundidad intermedia y de extensión menor al 15 % de la superficie corporal, entre otros.
- Cirugía oftalmológica: cirugía de cámara posterior.
- Cirugía obstétrica y ginecológica: celioscopía, raspado uterino terapéutico, escisión de labios mayores, labios menores, de glándulas de Bartholino, entre otras.
- Cirugía mínimamente invasiva para incontinencia de orina.
- Cirugía ortopédica y traumatológica: cirugía de hallus valgus, entre otras.

En el presente trabajo se atenderá a las instalaciones de gases medicinales y vacío para un Centro Quirúrgico Ambulatorio de Flebología, como se observa en el listado intervenciones contenidas en la Resolución N° 0515[3], el mismo se encuadra dentro de las Prácticas Quirúrgicas de Cirugía Mayor Ambulatoria.

2.3.1.1. Cuadernillo de Actividades de Habilitación Categorizante

Como se mencionó anteriormente, hay una continua incorporación de nuevas tecnologías, equipamientos y dispositivos médicos; éstos sumados al intervencionismo mediado por imágenes, la invención y perfeccionamiento de técnicas y procedimientos seguros y prácticos, llevan al desarrollo de nuevas especialidades médico-quirúrgicas con menos morbilidad.

Como consecuencia, surgen los procedimientos quirúrgicos denominados “ambulatorios” que proveen una pronta y satisfactoria recuperación de las personas afectadas.

Asimismo, se manifiesta la necesidad de actualizar los requisitos exigibles para la habilitación y funcionamiento de los Establecimientos Asistenciales - Consultorios, Policonsultorios y Centros Médicos - con capacidad de realizar intervenciones, sin internación.

A continuación se exponen los ítems relevantes en lo que respecta a exigencias de instalaciones de gases medicinales y vacío expuestas en el anexo II de la resolución N°0515 provista por R.U.GE.PRE.SA.[3]:

Zonas de circulación restringida

Sala de operaciones Cabe destacar que en lo que respecta a la sala de operaciones se brindan características edilicias, de instalaciones eléctricas, de climatización y de anestesia, siendo este último el servicio vinculado directamente a las instalaciones de gases medicinales y vacío.

Anestesia Su importancia radica en que una mesa de anestesia requiere para su funcionamiento la provisión de gases medicinales, por lo que la calidad de gases generados es de suma importancia a los efectos de uso en el paciente.

Para ello se necesita:

- Un sistema de suministro asegurado de oxígeno con adecuadas reservas.
- Por quirófano un sistema de aspiración, exclusivo para uso anestésico.

Zonas de circulación semirestringida

Sala de pre-anestesia La existencia de una Sala Pre-anestésica es no excluyente. En caso de existir se sugiere que cuente con:

- Equipo necesario para preparación pre-anestésica y/o estabilización del paciente con acceso a suministro de gases medicinales, aspiración, monitoreo cardíaco y cardiodesfibrilador.

Sala de recuperación de pacientes

- Equipo necesario para reanimación, recuperación y/o estabilización del paciente. Con acceso a suministro de gases medicinales, monitoreo cardíaco, cardiodesfibrilador y aspiración. La sala debe presentar condiciones de soporte vital suficiente para contener complicaciones pre o post anestésicas por el tiempo necesario hasta su estabilización para pase a internación o alta o derivación a Centro Complejo.

Zonas de circulación sin restricción

Internación En el servicio de Internación básicamente se requiere de suministro de oxígeno medicinal y vacío, es por ello que en la grilla se mencionan las siguientes consideraciones tanto para el internado de adultos como el pediátrico:

- Boca de oxígeno
- Tubo de oxígeno
- Aspirador
- Boca de vacío

2.3.2. Farmacopea Argentina VII Edición

La Farmacopea Argentina o “Códex Medicamentarius Argentino” es el código oficial donde se describen las drogas, medicamentos y productos médicos necesarios o útiles para el ejercicio de la medicina y la farmacia. Allí se especifica información acerca de su origen, preparación, identificación, pureza, valoración y demás condiciones que aseguran su uniformidad y la calidad de sus propiedades. Su finalidad principal es contribuir a promover la salud de la población.

El ANMAT tiene como objetivo prioritario la permanente actualización del Código. A tal fin, la Comisión Permanente de la Farmacopea Argentina deberá revisar y desarrollar cada una de las ediciones que se publiquen.

En cuanto a los gases, un gas es considerado medicinal si responde a las especificaciones de la Farmacopea, entre ellas, la pureza y la tolerancia de impurezas. En el volumen II se encuentran las siguientes definiciones:

Medicamento Toda preparación o producto farmacéutico empleado para la prevención, diagnóstico y/o tratamiento de una enfermedad o estado patológico, o para modificar sistemas fisiológicos en beneficio de la persona a quien se le administra.

Oxígeno El Oxígeno producido por el proceso de licuefacción del aire y el oxígeno extraído del aire mediante un proceso de tamizado molecular, debe contener no menos de 99,5 % de pureza y estar libre de monóxido de carbono y dióxido de carbono. Debe cumplir con las siguientes especificaciones:

Características generales

Su concentración normal en el aire es del 21 %, es un gas incoloro, inodoro e insípido, comburente, más denso que el aire. A la temperatura de 20 °C y bajo una presión de 101 kPa, un volumen de oxígeno medicinal se disuelve en aproximadamente 32 volúmenes de agua. Su temperatura de ebullición es de -182,97 °C. Reacciona violentamente con grasas y aceites.

Especificaciones

Pureza

- 99,5 %. Método de detección: Analizador Paramagnético.

Impureza

- CO₂ < 300 ppm v/v. Método de detección: Analizador Infrarojo.
- CO < 5 ppm v/v. Método de detección: Analizador Infrarojo.
- Humedad < 67 ppm v/v. Método de detección: Higrómetro Eléctrico.

Conservación En estado gaseoso presurizado en cilindros metálicos de color reglamentario, o en estado líquido en recipientes criogénicos de baja presión. Almacenar en ambientes secos, ventilados, protegidos de condiciones climáticas adversas.

NOTA: Los recipientes utilizados para envasar oxígeno no deben ser tratados con ningún compuesto tóxico, inductor del sueño o que produzca narcosis, o que pueda irritar el tracto respiratorio. Sus conexiones y válvulas no deben ser engrasadas ni aceitadas porque puede desencadenar una explosión.

Aire Medicinal El aire medicinal producido a través de un sistema de suministro con compresores de aire, donde no exista reglamentación regional o nacional que aplique, debe cumplir con las siguientes características según la Norma [1]:

- Concentración de oxígeno $\geq 20,4\%$ (fracción en volumen) y $\leq 21,4$ (fracción en volumen).
- Concentración total de aceite $\leq 0,1\text{mg}/\text{m}^3$ medido a la presión del ambiente.
- Concentración de monóxido de carbono $\leq 5 \text{ ml}/\text{m}^3$.
- Concentración de dióxido de carbono $\leq 500 \text{ ml}/\text{m}^3$.

- Contenido de vapor de agua ≤ 67 ml/m³.
- Concentración de dióxido de azufre ≤ 1 ml/m³.
- Concentración de NO + NO₂ ≤ 2 ml/m³.

Por su parte, el aire medicinal obtenido por unidades mezcladoras, cuando no cuente con reglamentaciones específicas, debe asegurar las siguientes concentraciones:

- Concentración de oxígeno $> 19,95\%$ (fracción en volumen) y $< 23,63\%$ (fracción en volumen);
- Contenido de vapor de agua < 67 ml/m³.

NOTA: Todos los valores listados con anterioridad son extracto de la Farmacopea Europea 2005.

Vacío El vacío se encuadra dentro de la red de gases medicinales. Sin embargo, no es un medicamento dado que no tiene especificaciones por Farmacopea.

Técnicamente es tenido en cuenta dentro de la red de generación, conducción y entrega con claras especificaciones técnicas y considerado como fuente de suministro crítico.

2.3.3. Resolución N°1130 / 2000: “Reglamento para la Fabricación, Importación, Comercialización y Registro de Gases Medicinales”

La resolución N°1130 / 2000 aprueba el “Reglamento para la Fabricación, Importación, Comercialización y Registro de Gases Medicinales” dado que resulta necesario que se regule el sistema de registro de las empresas que realicen actividades de fabricación, importación y comercialización con gases medicinales y la autorización de dichos productos. Se define: [4]

Gas Medicinal Todo producto constituido por uno o más componentes gaseosos destinado a entrar en contacto directo con el organismo humano, de concentración y tenor de impurezas conocido y acotado de acuerdo a especificaciones. Los gases medicinales, actuando principalmente por medios farmacológicos, inmunológicos o metabólicos, presentan propiedades de prevenir, diagnosticar, tratar, aliviar o curar enfermedades o dolencias. Se consideran gases medicinales los utilizados en terapia de inhalación, anestesia, diagnóstico “in vivo” o para conservar o transportar órganos, tejidos y células destinados a la práctica médica.

En el artículo 3° de la presente resolución, se cita:

Los gases medicinales se fabrican y controlan con garantía de calidad, pudiendo observarse en sus procesos productivos las Buenas Prácticas de Fabricación y Control de Medicamentos.

Por su parte, el Capítulo III es un apartado destinado a gases medicinales donde se formulan las siguientes exigencias generales:

Los gases medicinales deberán cumplir con las especificaciones técnicas de calidad exigidas en la Farmacopea Nacional Argentina vigente y/o Farmacopeas Internacionales reconocidas.

Cualquier gas que se pretenda usar o comercializar con fines terapéuticos será sometido a evaluación de su calidad, seguridad y eficacia en los términos establecidos para medicamentos por la Ley 16.463[5] y sus normas reglamentarias.

En cuanto a los envases y conductos empleados para la fabricación, distribución y comercialización de gases medicinales serán adecuados para su fin y no afectarán la calidad y/o estabilidad del contenido, debiendo cumplir con las normas de seguridad que aplique a cada tipo.

Por último, el rotulado de los envases que contengan gases medicinales licuados y/o en estado gaseoso, deberán contener mínimamente los siguientes datos:

- Cruz griega de color verde que identifica a los gases medicinales.
- Nombre genérico del gas que contiene.
- Color de identificación del cilindro según el tipo de gas.
- Número de certificado otorgado por la autoridad sanitaria.
- Composición.
- Especificaciones técnicas que debe cumplir, incluyendo contenido y presión.
- Identificación de la empresa titular y fabricante.
- Número de lote.
- Nombre del Director Técnico y número de matrícula.
- Fecha de llenado y fecha de vencimiento, cuando corresponda.
- Condiciones de almacenamiento, cuando corresponda.
- Instructivo sobre la manipulación correcta y segura de los productos.
- Debe indicarse expresamente la siguiente leyenda: “El empleo y dosificación de este gas debe ser prescrito por un médico”.

2.3.4. Disposición ANMAT N°4373 / 2002: “Elaboración de Oxígeno Medicinal mediante PSA”

En esta disposición se instauran las normas técnicas para la Elaboración de Oxígeno Medicinal mediante la Separación del Aire por Adsorción, PSA (Pressure Swing Adsorption); se fijan exigencias generales y de control de calidad del producto terminado.

Previo a la instalación de una planta generadora se debe realizar y documentar un estudio ambiental para determinar la viabilidad de la misma.

La planta generadora debe contar con un Director Técnico Farmacéutico que deberá conocer el proceso de generación, fraccionamiento, la manipulación de cilindros, el mantenimiento preventivo y correctivo de la planta y el control del gas oxígeno medicinal. Todo el personal con formación técnica involucrado conocerá las Buenas Prácticas de Fabricación y Control para Medicamentos y deberán ser conscientes de los aspectos críticos y riesgos potenciales de los gases medicinales para los pacientes.

La generación del gas oxígeno medicinal producto de la separación del aire por adsorción, se efectúa en un circuito cerrado, diseñado y construido específicamente para su fin, con monitoreo continuo del nivel de calidad (purezas e impurezas) durante el proceso. En este sistema es obligatorio el envasado en cilindros, el loteo y el control de calidad previo a su uso.

Tanto a los cilindros nuevos como los sometidos a pruebas hidráulicas periódicas (cada 10 años para cilindros nuevos y cada 5 años para los posteriores al año 2015 según normativa vigente) se les debe realizar operaciones de control de su interior, inspección visual, asegurarse que la válvula de conexión pertenece a oxígeno medicinal, entre otros.

La pureza del oxígeno medicinal será mínimamente del 98 % V/V y el rotulado será con la leyenda “Oxígeno Medicinal generado por Separación del Aire por Adsorción”. [4]

2.3.4.1. Formas de obtención del Oxígeno Medicinal

[2] La obtención de oxígeno medicinal puede realizarse por medio de dos procesos:

Por separación del aire por adsorción (PSA = Pressure Swing Adsorption)

Se toma el aire de la atmósfera, se lo comprime y se filtra a través de un filtro con tamiz molecular y luego con un filtro de carbón activado; finalmente pasa a la batería de cilindros, siendo este proceso regulado por la normativa N°4373 [2] como se expuso anteriormente.

La adsorción y la difusión son los principios generales detrás de los sistemas de abastecimiento de PSA. Cada gas tiene una frecuencia de adsorción característica que es una función de su capacidad de ser adsorbida por una malla molecular. Cada partícula pequeña de malla contiene volúmenes de microporos y pasajes que crean una gran superficie para adsorber gases específicos. La capacidad que tiene la partícula de adsorber unas moléculas con más fuerza o con mayor preferencia que otras permite que los gases como el oxígeno se sostengan más en la superficie, mientras que las moléculas de nitrógeno son capaces de moverse más libremente sobre esta gran superficie sin estar sostenidas.

Por destilación del aire

Se toma el aire de la atmósfera el cual es filtrado, comprimido y enfriado. Por medio de estos procesos se extraen los contenidos de aguas, gases no deseados e impurezas.

El aire al ser comprimido a temperaturas muy bajas o criogénicas, genera la licuefacción de los gases que lo componen, por lo que tras ser purificado es pasado por una columna y como producto de la separación se extraen, además de oxígeno, nitrógeno y argón en estado líquido.

2.3.5. Productos Médicos - Ley N°16.463 / 64

Esta ley regula la fabricación e importación de Productos Médicos; quedando sometidos a la misma la importación, exportación, producción, elaboración, fraccionamiento, comercialización o depósito en jurisdicción nacional o con destino al comercio interprovincial, de las drogas, productos químicos, reactivos, formas farmacéuticas, medicamentos, elementos de diagnóstico y todo otro producto de uso y aplicación en la medicina humana y las personas de existencia visible o ideal que intervengan en dichas actividades.

Por otra parte, las actividades solo podrán realizarse previa autorización y bajo control del Ministerio de Asistencia Social y Salud Pública, en establecimientos habilitados por el mismo y bajo la dirección técnica del profesional universitario correspondiente inscripto en dicho ministerio.

El titular de la autorización y el Director Técnico del establecimiento deberán ser personal y solidariamente responsables de la pureza y legitimidad de los productos; los mismos deben comunicar las modificaciones e interrupciones en la dirección técnica a los efectos de la respectiva autorización administrativa.

2.3.6. Disposición ANMAT N°2318/02: “Reglamento Técnico MERCOSUR de Registro de Productos Médicos”

Todo Producto Médico que se desea comercializar en nuestro país debe estar registrado en ANMAT [7] salvo que sea un producto a medida; para este último caso no se registran, solo se habilitan las empresas importadoras o fabricantes cuyos productos estén orientados al tránsito interprovincial y se rige por Disposición ANMAT 727/13 [8].

La Disposición aprueba el “Reglamento Técnico MERCOSUR de Registro de Productos Médicos”; su alcance afecta a los fabricantes e importadores de productos médicos de los Estados Partes del MERCOSUR quienes deben cumplir las disposiciones de este documento.

Los productos médicos solo pueden ser fabricados y/o importados por empresas habilitadas según Resolución ANMAT 3266/13 [9]. Posterior a su habilitación, se procede a registrar los productos médicos en familias y se encuadran según el riesgo intrínseco que representan para la salud del consumidor, paciente, operador o terceros involucrados, en las clases I, II, III o IV, conforme a pautas de clasificación [7].

Se pueden mencionar algunos productos médicos a modo de ejemplo: gasas quirúrgicas, sillas de ruedas, termómetros, guantes de cirugía, instrumental quirúrgico, ecógrafos, implantes intraoculares, equipos de rayos x, tomógrafos computados, válvulas cardíacas, reguladores de gases medicinales, unidades de suministro médico, caudalímetros, entre otros.

Algunas de las definiciones que resultan conveniente citar son:

Producto Médico Producto para la salud tal como equipamiento, aparato, material, artículo o sistema de uso o aplicación médica, odontológica o laboratorial, destinada a la prevención, diagnóstico, tratamiento, rehabilitación o anticoncepción y que no utiliza medio farmacológico, inmunológico o metabólico para realizar su función principal en seres humanos, pudiendo entretanto ser auxiliado en su función, por tales medios.

Familia Conjunto de productos médicos, donde cada producto posee las siguientes características semejantes – principio de funcionamiento, acción, contenido o composición, indicación, finalidad o uso, precauciones, restricciones, advertencias, cuidados especiales, aclaraciones sobre el uso del producto médico, almacenamiento, transporte. Para ser incluido un producto médico dentro de una familia debe demostrar la equivalencia en los aspectos clínicos, técnicos y biológicos.

Accesorio Producto fabricado exclusivamente con el propósito de integrar un producto médico otorgando a ese producto una función o característica técnica complementaria.

Producto médico activo Cualquier producto médico cuyo funcionamiento depende de fuente de energía eléctrica o cualquier otra fuente de potencia distinta de la generada por el cuerpo humano o gravedad y que funciona por la conversión de esta energía. No se considerarán productos médicos activos, los productos médicos destinados a transmitir, sin provocar alteración significativa alguna, energía, sustancias u otros elementos de un producto médico activo al paciente. Los productos médicos activos pueden ser para diagnóstico o para terapia.

Datos que debe contener el rótulo de un Producto Médico:

- Razón Social y dirección del fabricante y del importador (si corresponde)
- Nombre genérico del producto y contenido del envase.
- Número de lote o número de serie.
- Fecha de fabricación.
- Plazo de validez o fecha antes de la cual deberá utilizarse el producto médico.
- Condiciones de almacenamiento, conservación y/o manipulación.
- Instrucciones especiales para operación y/o uso.
- Advertencias y/o precauciones.
- Método de esterilización.
- Nombre del responsable técnico legalmente habilitado para la función.
- Condición de venta.
- Número de registro del producto médico: M.S y A. – A.N.M.A.T. P.M. – (N°Legajo) – (N°Producto).

En los anuncios colectivos y anuncios deberá figurar la leyenda: “Producto autorizado por A.N.M.A.T. – P.M. – (N°Legajo) – (N°Producto).

En Argentina los paneles de cabecera y los equipos de dosificación son considerados Productos Médicos por lo que aplican las disposiciones de ANMAT en lo referente a registro y clasificación. Para asignar la clase de Productos Médicos se emplean las reglas de clasificación que nos brinda la presente disposición que resultan apropiadas.

Reglas de clasificación Atenderemos aquellas reglas que contribuyan a la clasificación de Productos Médicos destinados a su uso con gases medicinales. Dentro de los Productos Médicos No Invasivos encontramos:

1. Todos los Productos Médicos no invasivos se incluyen en la clase I, salvo que aplique alguna de las siguientes reglas.
2. Todos los Productos Médicos no invasivos destinados a la conducción o almacenamiento de sangre, fluidos o tejidos corporales, líquidos o gases destinados a una perfusión, administración o introducción en el cuerpo entran en la clase II (En todos los demás casos se incluirán en la clase I) si:

- a) Pueden conectarse a un producto médico activo de la clase II o de una clase superior.
 - b) Están destinados para ser utilizados para el almacenamiento o canalización de sangre u otros fluidos corporales o para el almacenamiento de órganos, partes de órganos o tejidos corporales.
3. Todos los productos médicos no invasivos destinados a modificar la composición biológica o química de la sangre, de otros fluidos corporales o de otros líquidos destinados a introducirse en el cuerpo se incluirán en la clase III, salvo si el tratamiento consiste en filtración, centrifugación o intercambio de gases o de calor, en cuyo caso se incluirán en la clase II.
4. Refiere a productos médicos no invasivos que entran en contacto con la piel lesionada, no aplica en el caso de interés.

2.3.7. Norma Argentina IRAM N°2641: “Cilindros para Gases Industriales y Alimentarios – Sistema de identificación de su contenido mediante colores de seguridad”

La identificación de cilindros se encuentra regulada permitiendo la correcta distinción de cada tipo de gas. Se muestra en la figura 2.1 el código de colores establecido para la identificación de cilindros que contienen gases medicinales.



Figura 2.1: Código de colores para la identificación de cilindros de gases medicinales

2.3.8. Norma ISO N°5359 - 2014: “ Marcado y Código de Color”

Los tendidos de cañería de gases medicinales deben estar correctamente identificados. Su relevancia radica en que estos gases se suministran directamente al paciente, por lo que es de suma importancia evitar el cruzamiento de los mismos. Por otra parte, una cañería mal identificada puede acarrear errores civiles, como ser un caño de oxígeno que no se encuentre identificado como tal, puede quedar en un espacio confinado lo que representa un peligro potencial, dado que en caso de producirse una pérdida puede generar una explosión o incendio. Según lo estipulado en la Norma [1] a la hora de identificar la cañería se tomará lo establecido en la norma [10] en la que se estable el señalizado como se observa en la figura 2.2.



Figura 2.2: Marcado de cañería según Norma ISO N°5359:2014

Código de colores

Oxígeno medicinal = BLANCO

Aire comprimido Medicinal = AMARILLO

Vacío = ROJO

2.3.9. Norma Argentina IRAM-ISO 7396– 1 “Sistemas de Redes para Gases Medicinales”

Esta norma decreta los lineamientos que deben cumplir los sistemas de redes para gases medicinales comprimidos, gases para accionar herramientas quirúrgicas y vacío. Está dirigida al uso por personas vinculadas en el diseño, la construcción, la inspección y la operación de los establecimientos para el cuidado de la salud que tratan a seres humanos y a toda persona vinculada al diseño, la fabricación y la verificación del equipamiento destinado a conectarse a los sistemas de redes.

El propósito de la norma es garantizar:

- La no intercambiabilidad entre diferentes sistemas de redes a través del diseño; por ello se utilizan componentes con especificidad de gases para las unidades terminales y otros conectores.
- El suministro continuo de gases y vacío a presiones y flujos adecuados a la demanda, con sistemas calculados de provisión para lograr el abastecimiento.
- Empleo de materiales para la instalación que sean compatibles con los gases desde el punto de vista de seguridad integral.
- Que todos los elementos se limpien y se encuentren libres de elementos generadores de riesgos.
- Una instalación correcta tanto técnica como operativa.
- La provisión de sistemas de control y alarmas acordes al uso y al resguardo de la instalación.
- Señalización de los puntos de manipulación y trazado de cañería para referencia de los operadores.
- Ensayos, puesta en servicio, verificación y certificación de la obra por el responsable, para asegurar que cada sistema contenga únicamente el gas específico o vacío.
- Que en cada boca de consumo salga el gas correspondiente a la pureza, presión y flujo especificado según el uso previsto.
- La gestión operacional correcta, debe abarcar la capacitación de usuarios.

La norma contiene, entre otros, los siguientes apartados:

- Objeto y campo de aplicación.
- Documentos normativos para consulta.
- Términos y definiciones.
- Requisitos generales.
- Sistemas de suministros.
- Sistemas de supervisión y alarma.
- Sistemas de distribución de redes.

- Válvulas de corte.
- Unidades terminales, conectores selectivos del gas, unidades de suministro médico, reguladores de presión y manómetros.
- Marcado y código de color.
- Instalación de la cañería.
- Ensayos, puesta en servicio y certificación.
- Información a suministrar por el fabricante.

Seguidamente ampliaremos algunos de los temas que están contenidos en la norma, el resto de ellos serán profundizados a medida que resulte conveniente en el transcurso de este trabajo.

2.3.9.1. Objeto y Campo de Aplicación

Sumado a lo que se ha mencionado anteriormente respecto a los objetivos y campo de aplicación de la norma, cabe agregar algunas consideraciones: [1]

- Sólo el fluido gaseoso vacío tiene un sentido de circulación opuesto, desde el puesto de consumo a la fuente de suministro.
- La presión de aire comprimido en redes difiere si la aplicación es para consumo o para propulsión de instrumental quirúrgico.
- Al realizar ampliaciones o modificaciones de redes de distribución o suministro, es necesario contemplar el funcionamiento integral de toda la red y no solo de la parte proyectada.

2.3.9.2. Sistemas de Suministro

Componentes del Sistema A excepción del aire o nitrógeno para el manejo herramientas quirúrgicas, cada sistema de suministro debe comprender por lo menos tres fuentes independientes de suministro las cuales pueden ser una combinación de lo siguiente:

- Gas en cilindros o baterías de cilindros;
- Líquidos no criogénicos en cilindros;
- Líquidos criogénicos o no criogénicos en recipientes móviles;
- Líquidos criogénicos o no criogénicos en recipientes estacionarios;
- Un sistema compresor de aire;
- Un sistema mezclador;
- Un sistema concentrador de oxígeno [11].

Para un sistema de suministro para aire o nitrógeno para manejar herramientas quirúrgicas se deben considerar al menos dos fuentes de suministro. En otros casos, el sistema siempre debe constar de *tres* fuentes de suministro.

Tipos de Fuentes de Suministro La capacidad y el almacenaje de todo sistema de suministro se deben basar en la utilización estimada y la frecuencia de entrega. El fabricante del sistema debe tener en cuenta la ubicación y la capacidad de las fuentes de suministro primario, secundario y reserva de todos los sistemas de suministro. El número de cilindros llenos mantenidos en almacenaje, lo define la dirección del establecimiento para el cuidado de la salud en consulta con el proveedor del gas, utilizando principios de gestión de riesgos.[1]

Los sistemas de suministro para gases medicinales comprimidos y vacío deben diseñarse de forma tal que aseguren la continuidad del caudal de diseño del sistema a la presión de distribución.

Por su parte, el equipamiento de control se debe diseñar de modo que los componentes se puedan mantener sin interrupción del suministro de gas.

Los sistemas de suministro para aire comprimido medicinal y para vacío deben comprender tres fuentes de suministro:

1. Fuente de Suministro Primario: La fuente de suministro primario debe estar conectada permanentemente y debe ser la fuente de suministro principal a la red de gas medicinal.
2. Fuente de Suministro Secundario: La fuente de suministro secundario debe estar conectada permanentemente y debe suministrar automáticamente a la red en el caso que la fuente de suministro principal no pueda hacerlo.
3. Fuente de Suministro Terciario: La fuente de suministro de reserva debe estar conectada permanentemente, su activación puede ser automática o manual y se da en el caso de que ambas fuentes de suministro, la primaria y la secundaria, no puedan suministrar a la red o para mantenimiento. Puede ser necesario una fuente de suministro para aire o nitrógeno que accione herramientas quirúrgicas.

El fabricante junto con la dirección del establecimiento para el cuidado de la salud, debe determinar la ubicación de las fuentes de suministro de reserva para cubrir el sistema de red completo; puede resultar en la colocación de algunas o todas las fuentes de reserva próximas a las unidades terminales.

Alternativas de Suministro Los gases medicinales utilizados en el ámbito hospitalario se pueden dispensar en distintos formatos. El tipo de suministro se determina entre el centro hospitalario y el proveedor de gases y depende, entre otras, de las siguientes variables:

- Característica del gas a usar.
- Cantidad consumida por el centro sanitario.
- Logística de suministro del producto.
- Disponibilidad de espacios y accesos en el centro sanitario.

Cabe destacar que los envases y conductos utilizados para la fabricación, distribución y comercialización deben ser adecuados al fin al que se destinan y no afectar la calidad y/o estabilidad del contenido, debiendo cumplir con las normas de seguridad que apliquen.

2.3.9.3. Sistemas de Suministro de Oxígeno Medicinal

Cilindros El suministro de Oxígeno puede hacerse de forma gaseosa como gas comprimido contenido en cilindros de acero sin costura según norma IRAM 2529 – Cilindros de acero [24].

Los cilindros de aluminio deben llenarse a las presiones establecidas en las normativas internacionales; en general a una presión de 150 bar en un tiempo no menor a 30 minutos o 0 a 200 bar en 40 minutos.

En la figura 2.3 se detallan las partes que componen un cilindro y se observa la cruz griega verde que caracteriza a los gases medicinales [4].

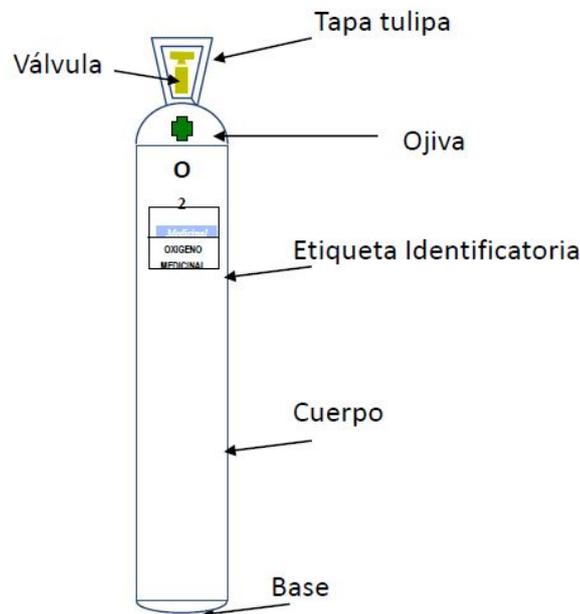


Figura 2.3: Cilindro de oxígeno medicinal

El Oxígeno gaseoso resulta ideal para hospitales sin canalizaciones de gases medicinales dado que se pueden transportar a todo punto de consumo. Otras ventajas son que suministra caudales a muy baja escala (m^3/h) y no sufren recalentamiento del líquido criogénico.

Baterías de cilindros A continuación, se observan dos baterías de cilindros donde el gas es descargado a la línea a través de una estación reductora que controla de manera automática la presión. La central reguladora se conecta a la red primaria de distribución suministrando gas a una presión de 7 – 8 bar.

En la figura 2.4 se muestra como es la conexión de las baterías a la central reguladora y se advierte que la red primaria se conecta a redes secundarias de distribución que se encuentran a una presión menor; esta temática se abordará más adelante.

Termos criogénicos El Oxígeno también se puede proveer en forma líquida contenido en recipientes cilíndricos del tipo criogénico que pueden ser tipo: Móviles o estacionarios.

Móviles En la figura 2.5 se observan los componentes de un termo criogénico móvil.

Seguidamente en la figura 2.6, se contemplan dos termos criogénicos móviles que, a través de una central reguladora se conectan a la red primaria de distribución, suministrando gas a una presión de 7 – 8 bar.

Estacionarios El abastecimiento de oxígeno por medio de tanque criogénico estacionario resulta ventajoso dado que permite almacenar grandes cantidades de oxígeno en un volumen reducido (1 litro oxígeno líquido equivale a 850 litros de oxígeno gaseoso a $15^{\circ}C$ y presión atmosférica). Por otra parte, se reducen los riesgos por disminuir el número de cilindros manipulados y se baja sustancialmente las presiones de manejo, siendo equipos de mayor seguridad y

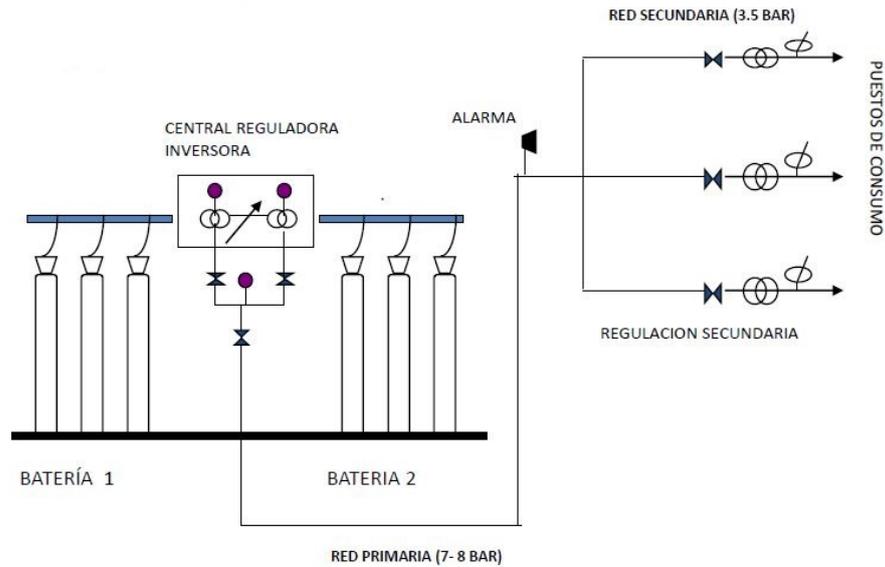


Figura 2.4: Batería de cilindros de oxígeno medicinal

que suministran mayores caudales. El producto está contenido en un único lugar y es distribuido hasta el punto de consumo a través de canalizaciones.

En la figura 2.7 se observa el sistema típico de una instalación de tanque y los elementos involucrados.

La carga del tanque criogénico se hace mediante una cisterna (camión) y se ingresa directamente fase líquida. La salida hacia la red primaria de distribución proviene de la fase gaseosa, previo paso por el evaporador donde toma temperatura ambiente. También tiene salida de fase líquida.

En líneas generales, se suministra oxígeno medicinal en estado líquido para grandes consumos mensuales y cuando las necesidades específicas del centro hospitalario lo exijan, cualquiera sea su consumo. También, cuando con pequeños consumos mensuales, la distancia entre el centro hospitalario y el de suministro impidan realizar éste con la frecuencia exigida.

En este caso, se realiza el suministro mediante gases licuados a baja temperatura (líquidos criogénicos); en este estado, se puede almacenar mucho más producto que en estado comprimido o licuado a temperatura ambiente. Si el suministro de producto a granel se realiza en tanques criogénicos conseguimos una mayor autonomía y una operativa de entrega de producto más segura que si fuera en producto comprimido.

Por el contrario, se suministra en estado gaseoso para pequeños consumos y cuando, con grandes consumos, la ubicación del edificio impida, por ejemplo, el acceso a los camiones cisterna.

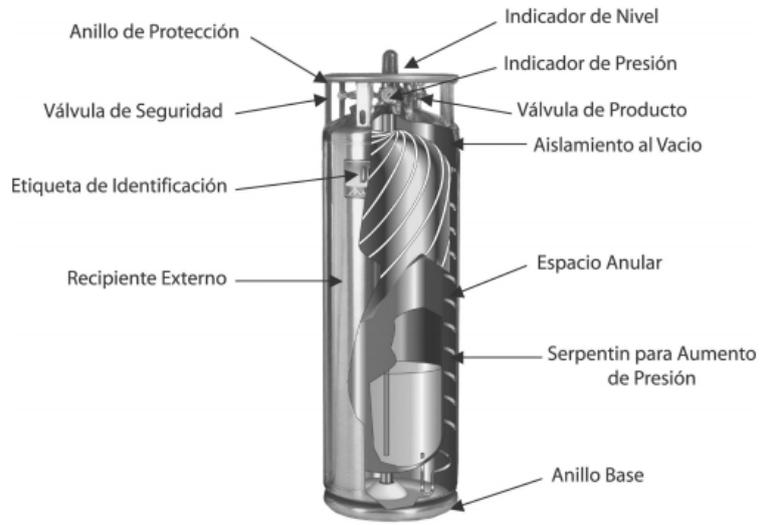


Figura 2.5: Termo criogénico móvil

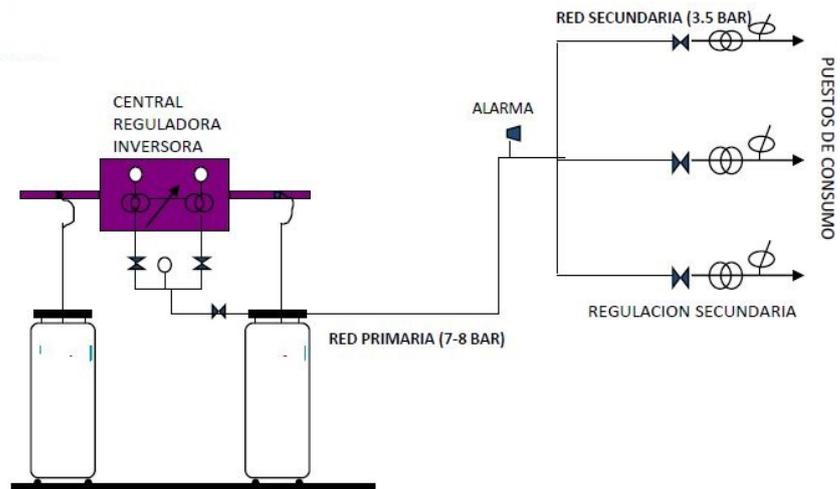


Figura 2.6: Sistema de suministro con tanques criogénicos móviles

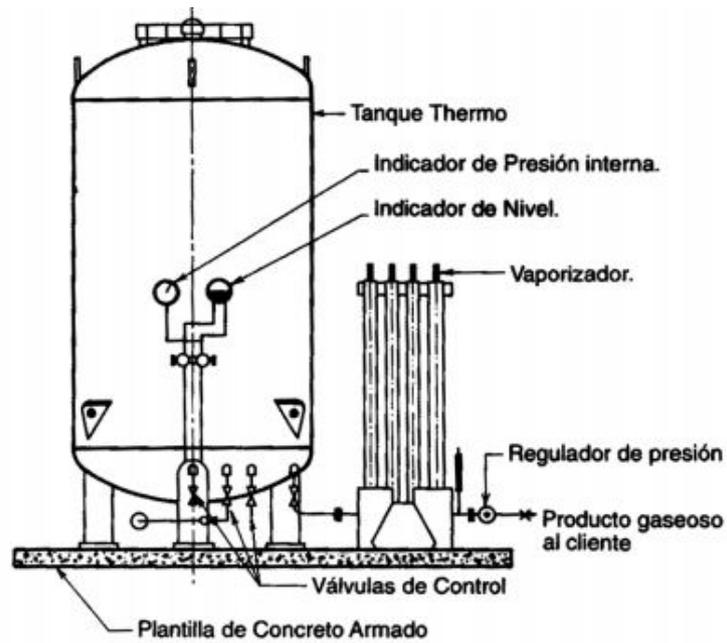


Figura 2.7: Componentes de la instalación de un tanque criogénico

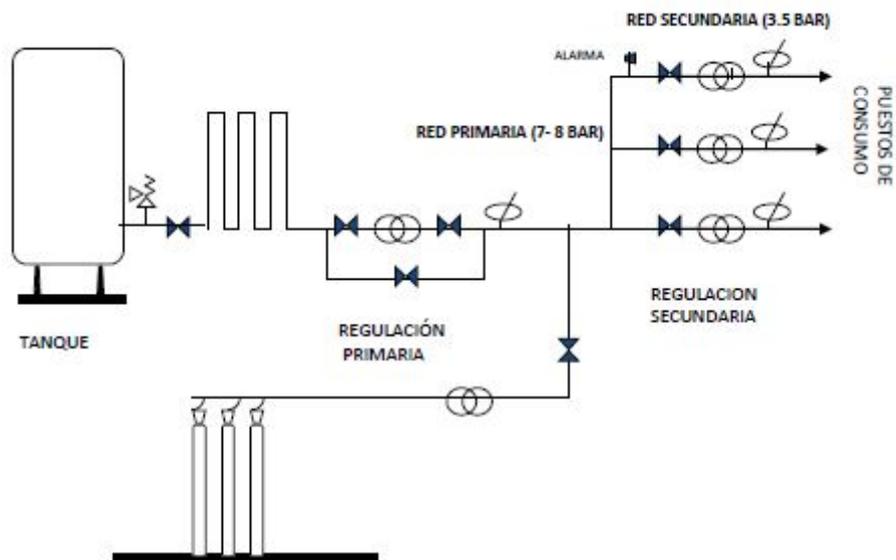


Figura 2.8: Sistema de suministro con tanque criogénico estacionario

2.3.9.4. Sistemas de Suministro de Aire Comprimido Medicinal

El aire comprimido medicinal puede suministrarse en forma gaseosa contenido en cilindros identificados acorde a la Norma IRAM N°2641 o baterías de cilindros como para el oxígeno, por unidades mezcladoras o puede obtenerse por medio de equipos compresores generadores de aire comprimido.

En Argentina no existe reglamentación regional o nacional que exija que el aire medicinal sea provisto por unidades mezcladoras (fuentes de oxígeno y nitrógeno).

El uso de aire comprimido medicinal en cilindros es muy utilizado en unidades de áreas críticas como fuente de suministro principal, independiente a la red de aire comprimido central del establecimiento de salud. Por otra parte, el aire comprimido medicinal sintético (aire en cilindros) se obtiene a partir de la mezcla de Oxígeno y Nitrógeno, elaborada en laboratorios certificados.

Por último, en el mercado se encuentran distintos tipos de compresores generadores de aire comprimido: a pistón, a tornillo y a scroll, cualquiera puede ser utilizado siempre que se acondicione el gas a los requisitos de consumo.

2.3.9.5. Sistema de Suministro de Vacío

El sistema de suministro de vacío debe consistir en al menos tres fuentes de suministro. Una fuente de suministro comprende normalmente una o más bombas de vacío.

Cuando las tres fuentes de suministro consisten en tres bombas separadas, cada bomba debe ser capaz de suministrar el caudal de diseño del sistema para asegurar la continuidad del suministro.

En el mercado se encuentran distintos tipos de bombas: por anillos de agua, a pistón de una y dos etapas, de paletas rotativas, tornillo seco con ángulo variable y en baño de aceite.

2.3.9.6. Sistemas de Supervisión y Alarma

Los sistemas de supervisión y alarma tienen cuatro fines que cumplen las alarmas operacionales, las alarmas operacionales de emergencia, las alarmas clínicas de emergencia y las alarmas informativas. Las primeras tienen el fin de notificar al personal técnico que una o más fuentes de suministro contenidas en un sistema de suministro ya no están disponibles para su uso y resulta imprescindible realizar una acción. Las alarmas operacionales de emergencia tienen el propósito de indicar una presión anormal dentro de una cañería y podrían requerir una respuesta inmediata del personal técnico. Por su parte, las alarmas de emergencia clínicas indican una presión anormal dentro de una cañería y podrían requerir una respuesta de tipo inmediata tanto del personal técnico como del personal clínico; sus sensores se deben situar más abajo de cada válvula de corte de zona. Por último, las señales informativas son quienes indican el estado normal.

Durante el diseño de una instalación se deberá determinar en conjunto con la dirección del establecimiento para el cuidado de la salud la ubicación de los paneles indicadores utilizando los principios de gestión de los riesgos.

Dentro de las formalidades que deben asegurar los sistemas de supervisión y alarma podemos destacar los siguientes ítems:

- El diseño y la ubicación de los paneles indicadores deben permitir la observación o comunicación continua. Los mismos deben proporcionar indicadores visuales para cada condición supervisada y se deben marcar según su función.
- El (los) panel(es) indicador(es) para las señales de alarma clínica de emergencia se debe(n) instalar en las zonas clínicas y críticas y un panel adicional se puede instalar cerca de la

válvula de corte de la zona. En lo que respecta a los manómetros o indicadores de presión, si existen instalados, deben mostrar la presión de distribución. En todos los casos se debe indicar el servicio y la zona supervisada.

- Se debe proporcionar un medio para ensayar el mecanismo de activación y el funcionamiento de las señales de alarma visuales y sonoras.
- No debe ser posible aislar un sensor de la presión, por ejemplo, mediante una válvula de corte operada manualmente, mientras está conectado a la cañería.
- Las alarmas deben poseer señales sonoras, señales visuales y señales informativas.
- Deben existir alarmas visuales y sonoras por baja presión; se debe instalar como mínimo, una alarma por cada red secundaria estratégicamente.
- La tolerancia de funcionamiento en el punto de ajuste de cualquier sensor de la presión no debe exceder en $\pm 4\%$.
- Se deben conectar tanto a los suministros de potencia eléctrica normales como de emergencia y deben protegerse eléctricamente de forma individual.
- Se deben diseñar de forma que se activa una alarma si existe una falla eléctrica entre el sensor y el indicador.

Categoría	Respuesta del operador	Color del indicador	Señal visual	Señal sonora
Alarma clínica de emergencia	Respuesta inmediata para tratar una situación peligrosa	Cumple la Norma Internacional IEC 60601-1-8	Cumple la Norma Internacional IEC 60601-1-8	Cumple la Norma Internacional IEC 60601-1-8 ^a
Alarma operacional de emergencia	Respuesta inmediata para tratar una situación peligrosa	Rojo	Intermitente ^b	Si
Alarma operacional	Respuesta rápida a una situación peligrosa	Amarillo	Intermitente ^b	Opcional
Señal informativa	Conocimiento del estado normal	No rojo No amarillo	Constante	No
Si se utiliza un patrón de más de dos tonos o frecuencias. Las frecuencias de parpadeo visual para las alarmas operacionales y las alarmas operacionales de emergencia deberían ser entre 0,4 Hz y 2,8 Hz con un ciclo de trabajo entre 20% y 60%.				

Figura 2.9: Categorías de alarmas y características de la señal

Capítulo 3

Desarrollo

Los proyectos surgen a partir de una necesidad que se desea satisfacer e implican un esfuerzo temporal, que se lleva a cabo de manera progresiva para crear un producto, servicio o resultado único.

Para ello se plantean una serie de etapas gradualmente implementadas, controladas y validadas, resultando conveniente esquematizar los pasos a seguir para su progreso y así obtener el resultado óptimo que cumpla con los objetivos propuestos.

Atendiendo el caso particular del desarrollo de un proyecto de instalaciones de gases medicinales y vacío, como se mencionó anteriormente, debemos satisfacer las necesidades de diseño teniendo en cuenta las regulaciones en Argentina y la normativa vigente que aplique.

Tras identificar las necesidades en conjunto con el interesado se deben planificar las bocas de consumo, el trazado de cañería, la distribución y acometidas, entre otros, incluyendo la mayor cantidad de detalles posibles: caños, válvulas de corte, accesorios, mano de obra, logística y todo lo que se crea conveniente para el desarrollo.

Con toda la información recaudada, se pasa a diagramar el bosquejo de las instalaciones, calcular y presentar los espacios de suministros / salas de máquinas y finalmente presentar los costos y establecer la validación de calidad del sistema (controles y ensayos).

Por tratarse de un tipo de instalación crítica, como lo es la instalación de gases medicinales, es aconsejable que se lleve a cabo por instaladores certificados por IRAM; dado que se requiere de personal idóneo que sea capaz de garantizar la calidad, capacidad y progreso de la obra.

Si bien los instaladores certificados pueden responder ante la obra técnica, es parte de su labor capacitar y asegurarse que todas las personas que intervienen en la generación, conducción y entrega de gases medicinales, incluyendo los usuarios directos (enfermeros, técnicos, médicos) sean conscientes de que dentro de las cañerías circula un medicamento específico y conservará dicha condición si es manipulado de la forma correcta.

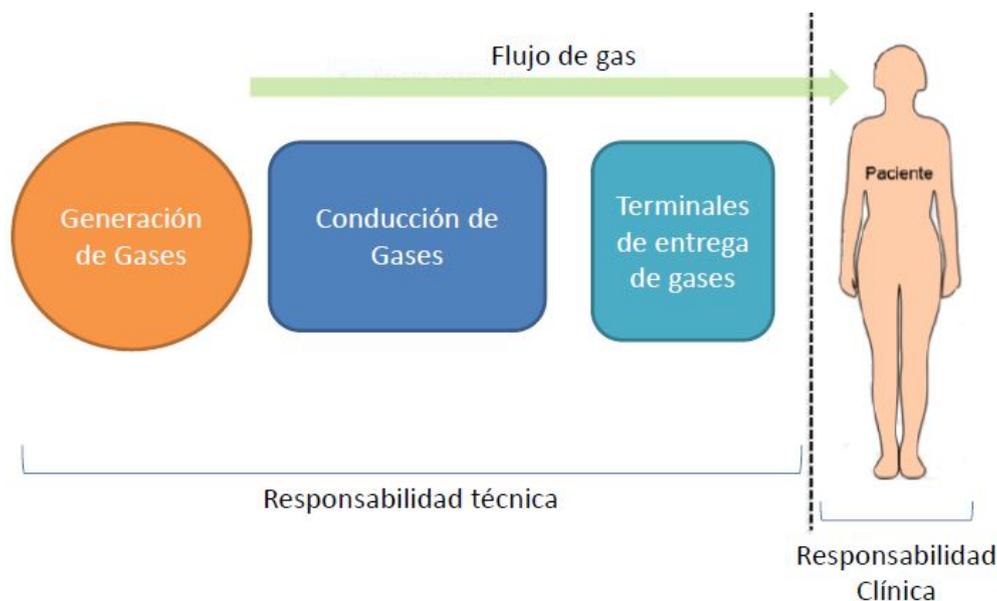


Figura 3.1: Responsabilidad sobre gases medicinales desde su generación hasta su suministro

3.1. Definiciones

Antes de ahondar en el desarrollo del proyecto propiamente dicho, se presenta a continuación una serie de definiciones con el fin de familiarizarse con el vocabulario que se irá presentando en las diferentes etapas de este trabajo.[1]

Sistema de redes de gases medicinales Sistema completo el cual comprende un sistema de suministro, un sistema de control y alarma, y un sistema de distribución con unidades terminales en los puntos donde se requieren gases medicinales o vacío.

Sistema de suministro Conjunto que provee al sistema de redes de distribución e incluye todas las fuentes de suministro.

Sistema de redes de distribución Parte de un sistema de redes de gases medicinales que vincula las fuentes de suministro del sistema de suministro a las unidades terminales.

Línea principal Parte del sistema de redes de distribución que conecta el sistema de suministro a las montantes y/o derivaciones.

Derivación Parte del sistema de distribución de redes el cual suministra a una o más áreas en el mismo piso del establecimiento.

Montante Parte del sistema de redes de distribución que atraviesa uno o más pisos y que conecta la línea principal con las líneas de derivación en varios niveles.

Factor de simultaneidad Representa la proporción máxima de las unidades terminales que en un área clínica definida se utilizará al mismo tiempo, a flujos definidos de acuerdo con la dirección del establecimiento para el cuidado de la salud.

Regulador de presión de línea Regulador destinado a suministrar la presión de distribución nominal a las unidades terminales.

Manifold Dispositivo para conectar las salidas de uno o más cilindros o baterías de cilindros de un mismo gas al sistema de redes.

Presión de distribución máxima Presión en cualquier unidad terminal cuando el sistema de redes opera a caudal cero.

Presión de distribución mínima Presión más baja presente en la unidad terminal cuando el sistema de redes está operando con el caudal de diseño del sistema.

Presión de distribución nominal Presión a la cual el sistema de redes de gases medicinales está destinado para entregar a las unidades terminales.

Caudal de diseño del sistema Caudal calculado a partir de la necesidad de caudal máximo del establecimiento de salud y corregido por el factor de simultaneidad.

Presión absoluta Es la presión real que se ejerce sobre un punto dado. Es la presión de un fluido medido con referencia al vacío perfecto o al cero absoluto. La presión absoluta es cero únicamente cuando no existe choque entre las moléculas, indicando que la proporción de moléculas en estado gaseoso o velocidad molecular es muy pequeña.

Presión atmosférica Es la presión ejercida por la atmósfera de la tierra, habitualmente se mide con un barómetro (presión barométrica). Al nivel del mar o a alturas próximas, el valor de la presión es cercano a 101,35 Kpa. Estos valores varían con la altitud, a mayor altitud menor presión atmosférica.

Presión manométrica - Presión relativa Normalmente son las presiones mayores a la atmosférica, se mide por medio de un elemento que define la diferencia entre la presión que es desconocida y la presión atmosférica que existe, si el valor absoluto de la presión es constante y la presión atmosférica aumenta, la presión manométrica disminuye. La presión absoluta puede obtenerse adicionando el valor real de la presión atmosférica a la lectura manométrica.
 $P^{\circ}\text{absoluta} = P^{\circ}\text{manométrica} + P^{\circ}\text{atmosférica}$

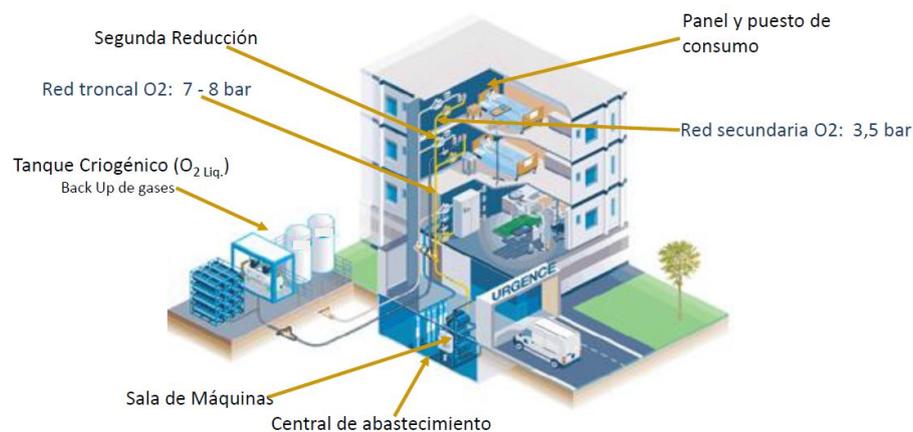


Figura 3.2: Esquema de un sistema de redes de gases medicinales y vacío

3.2. Desarrollo de proyecto para la instalación de gases medicinales y vacío

Tras haber aprobado el curso “SOd – 10: Instalaciones para gases medicinales” basado en la Norma IRAM-ISO N°7396-1 dictado por IRAM, sumado a la práctica y la experiencia previa, se precisan los pasos detallados sugeridos para el desarrollo de un Proyecto para Instalaciones de Gases Medicinales y Vacío para un establecimiento de salud.

Guía para el Desarrollo de Proyectos de Instalaciones de Gases Medicinales y Vacío

1. Relevamiento de bocas de consumo y tipificación de gases
 - a) Plantear necesidades
 - b) Identificar los servicios con los que cuenta o contará el establecimiento
 - c) Cuantificar camas.
 - d) Distinguir los requisitos normativos asociados
 - e) Seleccionar los tipos de paneles
 - f) Escoger los aparatos dosificadores de gases medicinales y vacío
2. Plano para trabajo en diseño
 - a) Ubicación de las salas de máquinas y puestos de suministro
 - b) Trazado preliminar de las cañerías
 - c) Considerando el layout de la institución (circulación y forma de trabajo), ubicar las cajas de válvulas de corte y los puntos de acceso a la red.
3. Verificación de las dimensiones del plano y la realidad; comprobación del paso de caños y existencia de columnas (planteo y adecuación del tendido, si aplica).
4. Diagrama esquemático sobre el plano del tendido
5. Cálculo de caudales, secciones, materiales, salas de máquinas, mano de obra y costos.
6. Formulación final del proyecto
 - a) Controles y validaciones de las instalaciones.
 - b) Memoria Técnica.
 - c) Propuesta de mantenimiento preventivo de equipos e instalaciones.

Seguidamente profundizaremos en cada uno de los ítems propuestos en la guía.

3.2.1. Relevamiento de bocas de consumo y tipificación de gases

En este punto se deben determinar las necesidades del interesado, qué servicios están previstos, cuántas camas habrá en cada uno, espacios necesarios y los requerimientos en cuanto a gases medicinales y vacío.

Se recomienda listar los mismos y registrar los requisitos que el Cuadernillo de Actividades de Habilitación Categorizante de la Resolución N°0515 [3] exige en cada caso. Esto es en caso de tratarse de un Centro Quirúrgico Ambulatorio, si es otro tipo de establecimiento de salud se debe consultar la grilla habilitante que corresponda.

Luego, se debe establecer los tipos y cantidades de paneles (miniductos – poliductos – torres) con todas las bocas de consumo y el tipo de acople de las mismas.

Para completar este ítem resta determinar los aparatos dosificadores de gases médicos y vacío que se dispondrán en cada clase de panel acorde al tipo de servicio.

Es sustancial que el número de unidades terminales por puesto y su ubicación en cada departamento o área del establecimiento para el cuidado de la salud, junto con los caudales requeridos correspondientes y los factores de simultaneidad, se definan en conjunto con la dirección del establecimiento para el cuidado de la salud en consulta con el fabricante del sistema.[1]

3.2.1.a Plantear necesidades Reunirse con el / los interesados para dialogar e identificar sus necesidades, expectativas y pretensiones respecto al proyecto.

Resulta conveniente mantener un diálogo fluido con los interesados a lo largo de todas las etapas del diseño, reunirse y mostrar los avances para que se sientan parte del desarrollo y adviertan el compromiso a la hora de trabajar y de esta forma se pueden garantizar los resultados pretendidos.

3.2.1.b Identificar los servicios con los que cuenta o contará el establecimiento Consultar con el / los interesados y cualquier persona afectada por el proyecto los servicios que formarán parte del establecimiento; asimismo se deberá indagar sobre la cantidad y la complejidad de las prácticas que se llevarán a cabo.

Solicitar los planos de las instalaciones y toda documentación y/o antecedentes que posean para reconocer los distintos servicios e instalaciones.

3.2.1.c Cuantificar camas En este punto se debe registrar el número de camas de acuerdo a cada servicio y clasificarlas según su aplicación. Se aconseja apuntar las camas activas y/o proyectadas en una planilla.

3.2.1.d Distinguir los requisitos normativos asociados Se deben listar aquellos puntos referidos a gases medicinales y vacío descriptos en la normativa vigente (Provincial, Nacional y/o equivalentes Internacionales) para sentar la base de las prestaciones con las que contará cada servicio.

Cabe destacar que tras hacer una proposición preliminar a los interesados se debe acordar en conjunto aquellos lugares donde se requerirá del suministro de gases medicinales y/o vacío.

3.2.1.e Seleccionar los tipos de paneles Con la información recaudada en el ítem anterior se determinan qué tipos de paneles / torres resultan convenientes colocar, las prestaciones de los mismos y los tipos de acople de los puntos de consumo.

Los paneles se definen y pueden ser un conjunto de perfiles de aluminio extrudados con acabado superficial en pintura poliéster polvo epoxi.

El empleo y utilización de las distintas configuraciones dependerá de los requerimientos del servicio y de un análisis costo / beneficio. Así mismo se definirán las acometidas necesarias (gases – eléctricas – otros servicios).

Existen prestaciones usuales para las diferentes áreas de una Institución Hospitalaria, como puede ser: Unidad de Terapia Intensiva, Neonatología, Unidad Coronaria, Quirófano, Internación, entre otras.

Su construcción está efectuada con un sistema de simple, doble, triple o cuádruple canal de seguridad, con ductos totalmente independientes. Además la disposición de los paneles de cabecera puede ser horizontal o vertical.

De esta forma se puede hacer referencia a las siguientes configuraciones:

- Panel miniducto: Son aquellos que presentan un único canal por donde transcurren los gases medicinales y vacío.
- Panel poliducto: Cuentan con dos o más canales, transcurriendo en forma independiente la instalación eléctrica de los gases medicinales y vacío.
- Columna de techo o torre de gases médicos y vacío: Cuentan con instalación eléctrica y de gases medicinales por separado. Una alternativa a la torre es el brazo articulado de distribución.

Por otra parte, en cuanto a los tipos de acoples de los puntos de consumo, la norma recomienda el acople DISS tipo roscado.[1]

En las figuras 3.3, 3.4 y 3.5 se exponen algunas configuraciones de paneles.



Figura 3.3: Panel poliducto tipo UTI



Figura 3.4: Paneles miniductos

Unidad de suministro La unidad de suministro médico (panel de cabecera) está diseñada para proveer gases de uso médico, energía eléctrica, iluminación, señales de telefonía y/o datos, sistemas de llamados y soporte para aparatos y accesorios, para asistir al personal profesional de las instituciones médicas en el tratamiento de pacientes.

A la hora de clasificarlo como Producto Médico se consultó con empresas fabricantes habilitadas por ANMAT y se establece:

Clase de riesgo: Clase III.

Criterio de clasificación: Disposición ANMAT N° 2318.



Figura 3.5: Columna de techo y brazo articulado para Quirófano

1.6.f Aparatos dosificadores de gases medicinales y vacío Posterior a la indagatoria sobre las prácticas que se llevarán a cabo en cada uno de los servicios se definen los aparatos dosificadores a colocar; en caso de no contar con suficiente información nos debemos valer de la experiencia, considerando las necesidades del interesado y de los posibles usuarios. Se listan a continuación los tipos de dosificadores: Caudalímetros, Frascos humidificadores, Reguladores de baja presión y Llave reguladora de vacío.

Para mayor información sobre el funcionamiento y la clasificación de los respectivos productos se recomienda ver el Anexo 7.

3.2.2. Planos para trabajo en diseño

3.2.2.a Ubicación de las salas de máquinas y puestos de suministro A la hora de proyectar la ubicación de las salas de máquinas y puestos de suministro se tendrán presente las exigencias y recomendaciones presentes en la Norma IRAM-ISO N°7396– 1 [1].

Los sistemas de suministro de los cilindros de gas y de líquido no criogénico no se deben situar en la misma sala que los compresores de aire medicinal, los concentradores de oxígeno o los sistemas de suministro de vacío.

La ubicación de los sistemas de suministro deben contemplar los peligros potenciales, como la contaminación e incendios, que se produzcan donde se sitúen los equipos u otros sistemas de suministro dentro de la misma sala.

Estos sitios deben estar provistos de instalaciones de drenaje y la temperatura de las salas para sistemas de suministro debe estar en el rango de 10 °C a 40°C.

Para el caso particular de centrales de distribución de cilindros, resulta conveniente determinar su ubicación en conjunto con las autoridades del establecimiento y conforme a la normativa nacional. Igualmente, para los recipientes criogénicos estacionarios se debe definir su localización en consulta con las autoridades competentes y además con el proveedor del gas, conforme a la normativa.

Para consultar otras consideraciones de diseño se recomienda ver el Anexo 8.

3.2.2.b Trazado preliminar de las cañerías En este punto del desarrollo se deberá realizar el trazado preliminar de las cañerías troncales y secundarias teniendo en cuenta los puntos de consumo.

La instalación deberá cumplir con las siguientes reglas:

- En cuanto a los recorridos, ningún tramo de la red podrá atravesar recintos / depósitos de materiales inflamables, así como no se podrán instalar en huecos de ascensores.
- Las cañerías troncales / montantes no serán ubicadas en túneles, trincheras o conductos expuestos al contacto con aceite. En caso de que las cañerías se encuentren enterradas se deben colocar en túneles o conductos provistos de drenaje adecuado a fin de evitar la acumulación de agua y es aconsejable marcar el sitio.
- Deben contar con un correcto sistema de soporte y no ser utilizados como soportes de otros caños ni cables, manteniéndola separada de líneas eléctricas.
- Queda terminantemente prohibida la interconexión (cualquiera sea su modalidad) de cañerías de diferentes gases.
- Las bocas de suministro de gases diferentes (Oxígeno, Dióxido de Carbono, Aire Comprimido, Óxido Nitroso) y Vacío no pueden ser iguales y deben cumplir con la norma vigente. Deben garantizar el mantenimiento sin realizar el corte de suministro del mencionado gas. Para tal caso, se proveerá de un sistema de doble retención y encastres diferenciados por gas.

La red de distribución debe garantizar el suministro de gases de manera estable sin variaciones de presión o limitantes de caudal en todos los puntos de los servicios; seguidamente se presentan los tipos de tendido de cañería:

Peinado o ramificado El diseño de una cañería ramificada (Figura 3.6) considera mayores pérdidas de carga en aquellos puntos de consumo alejados de los caños troncales o principales, debido a este efecto tendrán menor presión que los puntos de suministro más cercanos, por lo tanto para contrarrestar este efecto es necesario aumentar los diámetros de las cañerías de suministro.

Este tipo de diseño es recomendado en aquellos servicios no críticos.

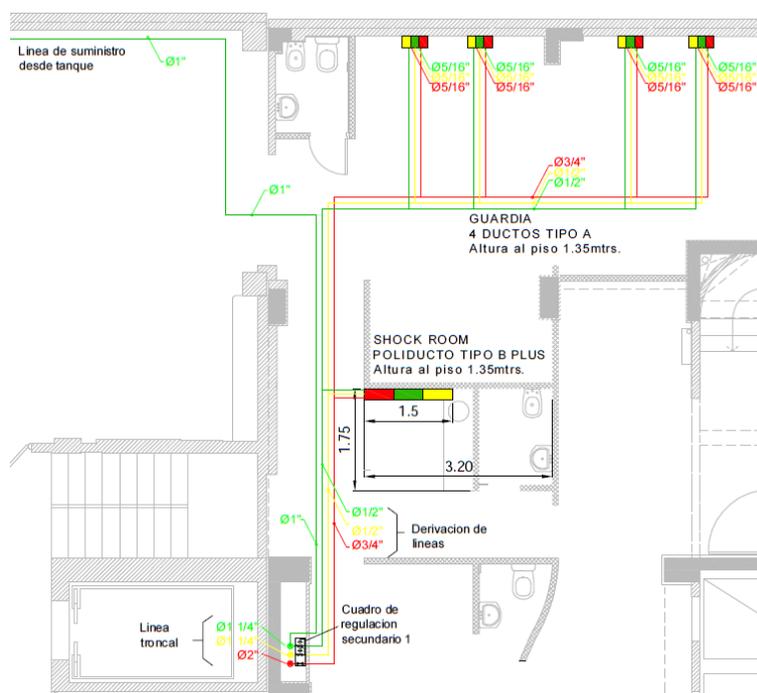


Figura 3.6: Tendido de cañería de gases medicinales y vacío tipo ramificado – Servicios: Guardia y Shock room

Anillado Como el diseño de la red de distribución debe garantizar el suministro de gases de forma estable sin variaciones de presión y sin limitaciones de caudal, se recomienda un modelo de redes del tipo anillado garantizando las mismas condiciones en todos los puntos del servicio, siendo ventajoso por este motivo frente al diseño ramificado.

Este tipo de tendido es recomendado en servicios considerados críticos como son la Unidad de Terapia Intensiva, Neonatología y el Área Quirúrgica, como se puede ver en la figura 3.7.

3.2.2.c Considerando el layout de la institución (circulación y forma de trabajo), ubicar las cajas de válvulas de corte y los puntos de acceso a la red

Las válvulas de corte se colocan con el objeto de aislar las secciones del sistema de redes de distribución, tanto para el mantenimiento, la reparación y las ampliaciones planificadas. Se deben ubicar estratégicamente para simplificar los mantenimientos periódicos y de forma tal que resulten accesibles al personal autorizado, quienes son los únicos que deben manipular las válvulas de corte de cada servicio. De igual manera, es aconsejable que no sean accesibles a personas no autorizadas.

La nomenclatura para las válvulas de corte debe ser la siguiente: válvula de corte de la fuente; válvula de corte principal; válvula de corte de montante; válvula de corte de ramal; válvula de corte de zona; válvula de corte de anillo; válvula de corte para mantenimiento y válvula de corte de entrada.

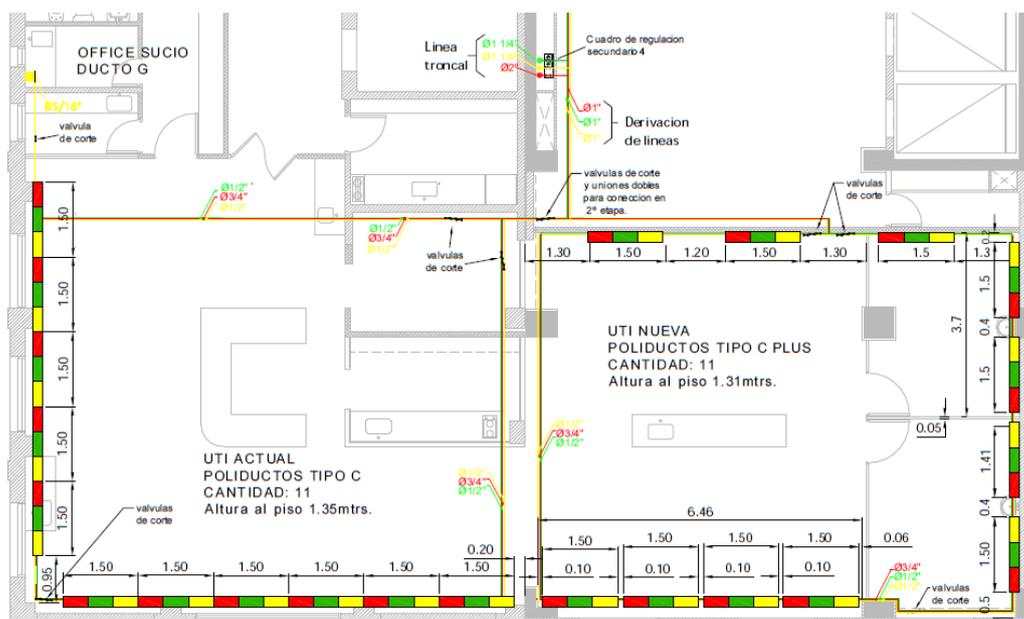


Figura 3.7: Tendido de cañería de gases medicinales y vacío tipo anillado – Servicio: UTI

Todas las válvulas de corte deben ser identificadas indicando el nombre o símbolo del servicio de gas o vacío, o las montantes, las ramas o las zonas controladas. A su vez, dentro del sistema de cañerías debe estar claro por observación si la válvula está abierta o cerrada.

En este punto, resulta conveniente mencionar que los sistemas de redes de distribución pueden ser de etapa simple o de doble etapa, según la Norma IRAM ISO N°7396-1[1]. Los primeros son aquellos en los que el gas se distribuye desde el sistema de suministro a una presión de distribución nominal. En los sistemas de doble etapa cada espacio de cama / paciente se debe suministrar desde por lo menos dos reguladores de presión de línea instalados de forma permanente para asegurar la continuidad del suministro; cada regulador de presión de la línea debe suministrar el caudal de diseño de la zona abastecida. Dicho de otra manera, la diferencia entre una red y otra es que la presión de los puntos finales se adecua en un solo punto de la red o en dos distintos.

La selección de un suministro de simple o doble etapa dependerá de:

- Presión de suministro a determinados puntos finales
- Configuración del centro hospitalario (N° de puntos finales y distancia entre la central de suministro y el punto más alejado).

Es aconsejable que los hospitales que posean una instalación con mayores puntos de consumo y más distantes tengan instalaciones en doble etapa, ya que permite que la presión en el punto final llegue en mejores condiciones por tener menor pérdida de carga (pérdida de presión) en sus instalaciones. Por su parte, las instalaciones más pequeñas suelen ser de etapa simple, es decir, la regulación a los puntos finales de consumo se realiza en un único punto de la instalación que es en la central de gases medicinales.

Por lo que en este ítem no solo debemos situar las válvulas de corte sino también los cuadros de segunda regulación; se entrará en detalle a la hora de localizarlos en el sistema de redes de distribución.

3.2.3. Verificación de las dimensiones del plano y la realidad; comprobación del paso de cañerías y existencia de columnas (planteo y adecuación del tendido, si aplica)

Luego de la visita al lugar (cuando esté construido) o bien a partir de los planos de planta de arquitectura o planos de interferencias con otros servicios, se debe verificar el paso de cañerías por ductos o pasillos técnicos, cañerías exteriores, sujeciones, convivencia con otras cañerías, paso por columnas o contorneo de las mismas, entre otros. Con ello, modificar o no el trazado inicial sugerido, como así también verificar el lugar de colocación de los puntos de suministro principal, secundario y de reserva.

Tener presente que las cañerías y los servicios eléctricos deben discurrir en compartimientos separados o estar distanciados por más de 50mm [1]. Por otra parte, es importante tener presente el camino establecido para la instalación de los ductos de aire acondicionado dado que al ocupar un gran volumen se reducen considerablemente los lugares de paso. Es de notar en este ítem que no se desarrolla un proyecto de forma independiente, sino que estamos condicionados por todas las instalaciones que hacen al establecimiento; siendo fundamental la intercomunicación de las empresas proveedoras.

Por último, la cañería debe estar conectada a una terminal de tierra lo más cerca posible del punto de entrada de la cañería al edificio; no se deben usar las cañerías para conectar a tierra el equipo eléctrico.

En la figura 3.8 se presenta una ilustración de un plano de interferencias de servicios en el cielorraso.

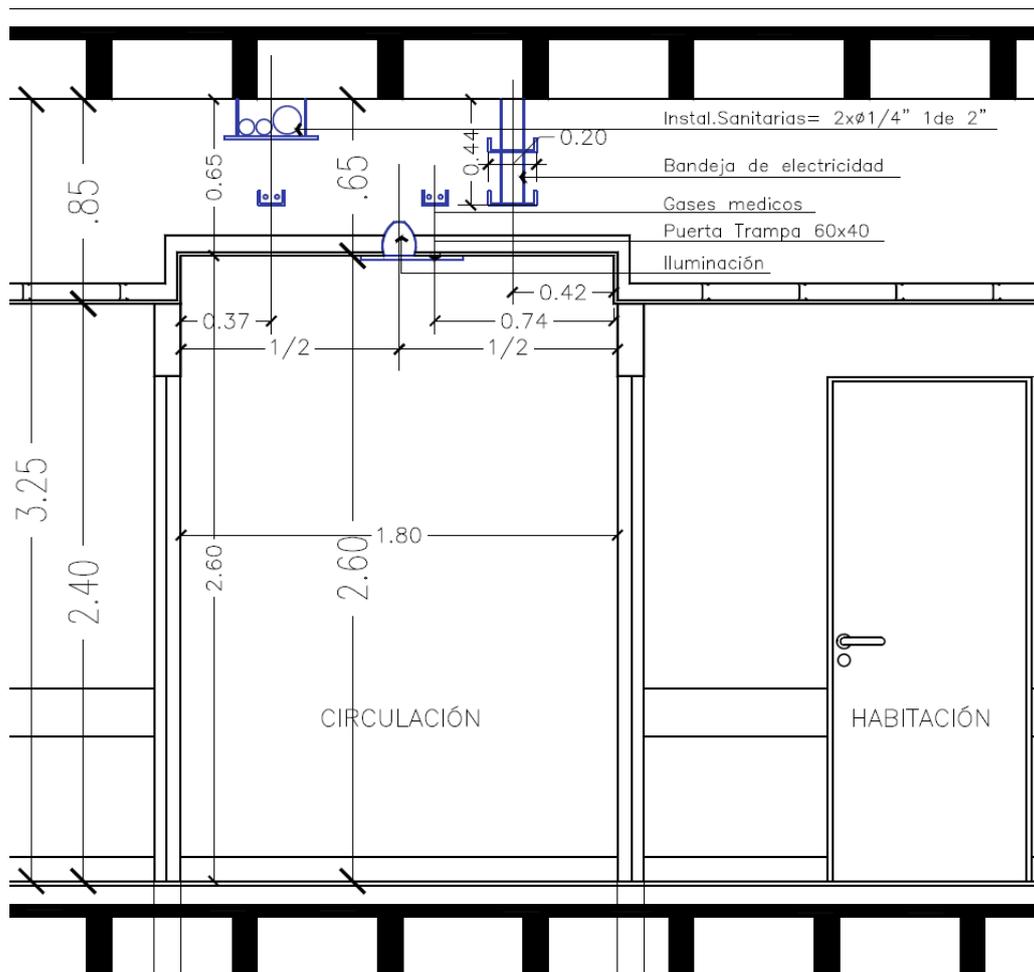


Figura 3.8: Interferencias en cielorraso

3.2.4. Diagrama esquemático sobre el plano del tendido

Se dispone la ubicación final del tendido de cañerías desde las fuentes de suministro hasta las unidades terminales de consumo.

Tras realizar el diseño preliminar de cañerías se debe consultar con los interesados si están conforme o si desean implementar modificaciones, esto en conjunto con la información recaudada del ítem anterior nos permite realizar el trazado definitivo de las cañerías.

3.2.5. Cálculo de caudales, secciones, materiales, salas de máquinas, mano de obra y costos

En esta instancia del proyecto se parte del diagrama esquemático de las cañerías y se procede al dimensionamiento de las mismas, se calcula el caudal necesario para cada uno de los gases medicinales y el vacío en función de las demandas que tendrá el establecimiento de salud, se determinan los materiales, accesorios, equipos necesarios y el detalle de la mano de obra.

3.2.5.a Cálculo de caudales Para el cálculo de los caudales teóricos por boca se toma como referencia la tabla de resumen del número mínimo de bocas por cama presente en la Norma Europea FDS 90 – 155 [12], la misma nos arroja los caudales teóricos por boca de suministro presente en cada tipo servicio y los coeficientes de simultaneidad.

Partiendo de los valores teóricos, para realizar los cálculos de los caudales requeridos se utilizan las tablas presentes en el Anexo 9, las mismas contemplan el número de camas, el caudal y los coeficientes de simultaneidad previstos en la norma FDS 90-155 [12].

Los caudales preestablecidos se terminan por definir en conjunto con los interesados (dueños o autoridades del establecimiento) pudiendo verse alterados los valores sugeridos por la norma. Asimismo, es aconsejable verificar los coeficientes de uso en base a la experiencia y el relevamiento; los mismos dependerán del tipo de institución y de las prestaciones que ofrezca.

Debemos recalcar que es sustancial seguir las etapas mencionadas con anterioridad, dado que cualquier omisión, alteración y/o modificación en las formalidades establecidas pueden alterar los caudales de diseño y de esta forma comprometer la efectividad del sistema de suministro de gases.

A los valores de caudal teórico obtenidos al aplicar las tablas del Anexo 9 se le añade un 5% extra a compensar por cada tramo inferior a 15 metros que se asocia al caudal perdido por rozamiento en curvas, válvulas de corte y accesorios de conexión. A su vez, se estima un 20% adicional de caudal disponible en caso de ampliaciones de red o sector; estos porcentajes se basan en la experiencia profesional.

Consecuentemente se convendrá como:

- Caudal teórico primario / secundario = Al valor resultante de la aplicación de las tablas de cálculo teórico de caudal para Oxígeno Medicinal / Aire Comprimido Medicinal / Vacío.
- Caudal a compensar primario / secundario = El porcentaje de caudal perdido asociado al rozamiento, se establece en un 5% del caudal teórico por cada tramo inferior a 15 metros.
- Caudal a incrementar primario / secundario: El porcentaje adicional disponible en caso de ampliaciones, se establece en un 20% del caudal teórico.
- Caudal total primario / secundario: Al valor obtenido de la sumatoria del caudal teórico, el caudal a compensar y el caudal a incrementar.

Los caudales totales resultantes son los que determinan el cálculo de la sección de cañerías para dos etapas de presiones. A su vez, con los caudales obtenidos podemos dimensionar los equipos de suministro de oxígeno, compresores y equipos generadores de vacío.

Es importante tener presente que, si la obra consiste en ampliaciones o modificaciones de las redes de distribución o fuentes de suministro, es fundamental contemplar el funcionamiento de toda la red y no solo de la parte proyectada. Por ejemplo, si se inaugura un nuevo servicio de Neonatología y Pediatría en un hospital o aumenta el número de salas de cirugía, se suman áreas críticas con consumos de alta simultaneidad. Consecuentemente, pueden existir impactos en el sistema de suministro y en el dimensionamiento de la red desde la fuente de suministro hasta el sector de derivación al nuevo servicio. Otro ejemplo que se puede citar, es que si se pasa de una red de etapa simple a una de doble etapa de regulación, cambia la regulación de presiones desde la sala de suministro y el dimensionamiento del diámetro de las cañerías. Lo mismo ocurre si en servicios críticos se realiza el cierre de anillos de presión.

Fórmula para el cálculo del diámetro de cañerías Habiendo obtenido los caudales totales, resta aplicar la siguiente fórmula empírica:

Diámetro cañería primaria

$$D_p = k * \sqrt{\frac{Q_p}{P_p * V_p}}$$

Donde:

Q_p = Flujo primario

V_p = Velocidad primaria

P_p = Presión primaria

K = constante.

Diámetro cañería secundaria

$$D_s = k * \sqrt{\frac{Q_s}{P_s * V_s}}$$

Donde:

Q_s = Flujo secundario

V_s = Velocidad secundario

P_s = Presión secundario

K = constante

Los valores se colocan en las unidades que se presentan en las figuras 3.9 y 3.10.

Parámetro	Unidad	Valor
V_p	metro/segundo [m/s]	8
V_s	metro/segundo [m/s]	10
P_p	bar	8
P_s	bar	3,5
K	-	18,8

Figura 3.9: Valores de parámetros de referencia para Oxígeno y Aire Comprimido medicinal

Parámetro	Unidad	Valor
V	metro/segundo [m/s]	100
P	bar	0,65
K	-	18,8

Figura 3.10: Valores de parámetros de referencia para Vacío

Una vez aplicadas las tablas previamente expuestas y habiendo obtenidos los diámetros de las cañerías acorde a los consumos preestablecidos para cada servicio, procedemos a compararlos con las medidas comerciales de caño para precisar la que se corresponda con la realidad; podemos ayudarnos con la figura 3.11.[15]

Unidad	Pulgada	Diámetro interno [mm]
2	2"	50,419
1,75	1 3/4"	42,88
1,5	1 1/2"	38,227
1,25	1 1/4"	32,131
1	1"	26,035
0,75	3/4"	19,939
0,63	5/8"	16,891
0,50	1/2"	13,843
0,38	3/8"	10,922

Figura 3.11: Registro de diámetro obtenidos y medidas comerciales

Cabe destacar que los diámetros resultantes, calculados a partir de la fórmula empírica desarrollada, no contemplan las distancias entre las fuentes de suministro y los puntos de consumo. Por lo que resulta apropiado recordar que las distancias y los accesorios para la unión de las cañerías ocasionan caídas de presión en la línea; para contrarrestar este efecto se puede aumentar el diámetro de las líneas principales, para así garantizar la presión deseada en todos los lugares requeridos.

Verificación cálculo de diámetros Con el fin de corroborar los valores arrojados en los cálculos y validar el dimensionamiento de las cañerías, se empleará como alternativa de verificación la herramienta provista por Kaeser S.A para el cálculo de caídas de presiones.

Se parte de ingresar los datos de caudal (metro cúbico/minuto), longitud nominal de la cañería (metro), diámetro interno de la cañería (milímetro) y la presión de trabajo absoluta (bar).

Cabe agregar que, a la hora de calcular la longitud nominal de la cañería, se mide la cañería recta trazada en el Diagrama Esquemático y a este valor se le añade la longitud equivalente de cada unión o acople. Esta longitud equivale aproximadamente al 60 % de la longitud de la cañería recta estimada, por lo que la longitud total sería igual a la tubería recta por 1,6.

La otra opción es emplear otro de los servicios en línea que ofrece KAESER S.R.L para el cálculo de los metros equivalentes de caño asociado a uniones y acoples.

3.2.5.b Materiales Todos los componentes del sistema de cañerías deberán ser aptos para uso en Oxígeno Medicinal bajo todas las condiciones de servicio y contar con la respectiva limpieza

(están exceptuados de esta consideración los componentes de las instalaciones de vacío). Los materiales en el mercado pueden ser de origen nacional o importados; en ambos casos, el proveedor debe poseer una hoja de datos de especificaciones industriales de ese material y/o al menos un ensayo de validación por un ente reconocido y certificado, como ser el INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial).

Se debe tener presente que, en los procesos de fabricación, pueden existir aportes sintéticos o minerales para proteger a los materiales de la corrosión o exposición al ambiente. Es muy importante conocer el origen de éstos aditivos y la compatibilidad con los gases que alojarán. Los productos y procesos de limpieza tienen relación con las reacciones químicas y residuos que se generan en el proceso. Las variables que pueden afectar a un proceso de reacción entre materiales y gases son: composición, presión, temperatura y cantidad.

A modo de ejemplo de la importancia de la limpieza de la cañería se puede citar el caso del cobre que, durante la compresión adiabática, el metal cobre pasa a ser un combustible que se consume con oxígeno a presión y calor y, en caso de ocurrir el proceso de combustión se liberan productos tóxicos que pueden quedar dentro de la red de distribución.

Los aportes para soldadura que unen caños de red y que quedarán como parte de la instalación deben ser compatibles con oxígeno y con el gas que circulará dentro de la red. Los componentes de redes, los cuales pueden estar expuestos a presión de cilindros en condiciones normales o de primera falla no deben encender o mostrar daños de quemadura interna cuando se someten a golpes de presión de oxígeno (compresión adiabática).

Excepto para el conjunto de mangueras de baja presión y las conexiones flexibles para baja presión, se deben utilizar materiales metálicos para las redes de gases medicinales. Para el conjunto de manguera de baja presión y conexiones flexibles de baja presión, se debe cumplir la norma ISO N°5359 [10].

Los materiales considerados aptos para redes de gases medicinales son: acero inoxidable, cobre electrolítico y polyamida 12 (ésta última solo para tramos inferiores a 1,5 metros y para interconexión de equipos terminales). Para sistema de aspiración por vacío se puede emplear: acero inoxidable, cobre electrolítico y acero al carbono. Siendo el cobre el material preferido para todas las redes de gases medicinales y vacío.

Tuberías de cobre Las tuberías de cobre, al ser fabricadas por extrusión y estiradas en frío, tienen características y ventajas sobre otro tipo de materiales. Su fabricación por extrusión permite tubos de una sola pieza, sin costura y de paredes lisas y tersas, lo que asegura la resistencia a la presión de manera uniforme y de esta forma se reduce al mínimo las pérdidas de presión por fricción en la conducción de fluidos.

Sus dos templees en los tipos normales de fabricación, rígido y flexible, dan al usuario una mayor gama de usos; las cañerías rígidas permiten realizar con rapidez y seguridad las uniones de la tubería, otorgando calidad y mayor control de los materiales, pudiendo de esta forma reducir los costos.

Sistemas de sujeción Las cañerías deben contar con soportes a intervalos definidos para impedir una deformación excesiva o la distorsión. La Norma IRAM-ISO 7396- 1 [1] brinda una tabla con las recomendaciones de distancias máximas entre los soportes de acuerdo al diámetro exterior del caño.

Los soportes deben asegurar la cañería para evitar su desplazamiento accidental. Los mismos deben ser de materiales resistentes a la corrosión. Asimismo, se debe brindar algún medio para impedir la corrosión electrolítica entre los tubos y las superficies de contacto de los soportes.

3.2.5.c Salas de máquinas A la hora de seleccionar las fuentes de suministro y las capacidades que se requieren, debemos valernos de los caudales totales que se obtuvieron tras sumar

a cada uno de los valores arrojados por las tablas de cálculo de caudales teóricos para oxígeno medicinal / aire comprimido medicinal / vacío los porcentajes de compensación e incremento.

Se tendrá presente lo exigido por la Norma IRAM ISO 7396 – 1 [1] que los sistemas de suministro para gases medicinales comprimidos y vacío deben comprender al menos tres fuentes de suministro, la fuente primaria, la secundaria y la de reserva, teniendo todas que poder suministrar el caudal de diseño del sistema.

También se contemplará las exigencias particulares de la norma para las fuentes de suministro de oxígeno medicinal, aire comprimido medicinal y vacío; las mismas se tratarán en la aplicación práctica de la guía desarrollada.

3.2.5.d Mano de obra La mano de obra es el esfuerzo físico y mental que emplea un técnico para llevar a cabo la ejecución de la obra. El concepto también se utiliza para nombrar la remuneración de este trabajo, es decir, el precio que se le paga al técnico por la prestación del servicio. Para establecer el detalle de la mano de obra, se deberán desglosar las tareas, ordenarlas y estimar la duración (horas hombre) que implica cada una de ellas; esto dependerá del tipo de obra, de su dimensión, del equipo de trabajo destinado a la ejecución y de la experiencia previa de la persona que planifica la obra.

3.2.5.e Presupuesto Para hacer el cálculo de los costos y luego elaborar la cotización para el cliente se pueden tener presente los siguientes pasos:

1. Crear una lista de acciones y tareas. Registrar las actividades que se deben llevar a cabo para la operación del proyecto.
2. Realizar una estimación temporal. Una vez conocidas las acciones que se deben ejecutar para el desarrollo del proyecto, es el momento de evaluar cuánto tiempo tomará cada una de ellas. La información de los dos primeros pasos los obtendremos del detalle de Mano de Obra que se mencionó.
3. Calcular los costos laborales internos. Se refiere a los gastos del personal. Este precio se determina tomando en cuenta la cantidad de empleados que serán necesarios para llevar a cabo las tareas del proyecto y el tiempo que demorarán las mismas.
4. Calcular los costos de mano de obra externa. Por lo general, en un proyecto se debe recurrir a otra compañía para la ejecución de algunos trabajos. Estos recursos deben tomarse en cuenta en la estimación de costos, en caso de existir.
5. Investigar los materiales para el proyecto. En todo proyecto, llegará un momento en el que se necesitará determinar el tipo y cantidad de materiales que se necesitan, como también prever la utilización de herramientas o equipos. También debe contabilizarse los costos de estos materiales.
6. Establecer un amortiguador financiero. Es importante tener un porcentaje de dinero destinado a sobrecostos, pago de horas extras o aumentos de los costos de los suministros durante el desarrollo del proyecto.
7. Monitorizar el consumo del presupuesto. En caso de que el presupuesto sea aprobado por el cliente, es conveniente llevar a cabo el seguimiento de los gastos, lo que ayudará a realizar ajustes para afinar la estimación sobre el desarrollo del proyecto. Asimismo, esto sirve para detectar a tiempo los excesos de dinero, permitiendo tomar medidas inmediatas.

Por otro lado, según la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos [13], desarrollada por el Project Management Institute (PMI), la estimación del presupuesto consiste en sumar los costos para crear una línea de base de costo. En ella se encuentran los presupuestos autorizados para hacer el proyecto. Es importante indicar que el presupuesto no es inamovible; es decir, puede cambiar, siempre y cuando se tomen las medidas necesarias para las consecuencias de esta modificación.

Para disminuir al máximo los errores a la hora de determinar el presupuesto, se deben considerar una serie de elementos. Por ejemplo, un cronograma de proyecto para establecer las fechas de inicio y culminación para cada tarea. También un calendario de recursos, que sirve para determinar los recursos con los que se podrá contar en un día determinado. Por otra parte, también se debe considerar los contratos en los que se encontrarán los costos relacionados con los productos o servicios adquiridos, entre otros elementos.

Por último, es evidente que la elaboración del presupuesto y la forma de presentarlo dependerán de cada empresa en particular, los pasos aquí expuestos son para brindar una idea de las consideraciones a tener en cuenta y así facilitar el punto de partida, dado que en base a la experiencia se omitirán o modificarán los pasos de acuerdo al criterio de cada empresa.

3.2.6. Formulación final del proyecto con detalle del análisis de los controles y validaciones

La formulación final del proyecto incluye ensayos, puesta en servicio, memoria técnica, controles y validaciones, certificado final de obra y entrega de memoria de mantenimiento preventivo.

Es recomendable entregar junto a la memoria técnica el plano del trazado por el cual se certifica el funcionamiento correcto de la red a fin de evitar responsabilidades futuras por modificaciones / ampliaciones que no sean parte del trabajo certificado.

3.2.6.a Pruebas y puesta a punto Las pruebas y puesta en funcionamiento se realizarán completamente acorde a la norma IRAM ISO N°7396-1[1], entre las cuales podemos destacar:

- Verificación de la instalación 100 % de conformidad con el diseño hasta las unidades terminales.
- Verificación de limpieza.
- Verificación visual de las identificaciones [1], interferencias con otros servicios (gas – electricidad – combustible, entre otros); sistema de sujeción de la cañería; encamisados / traspaso de mampostería.
- Ensayo de prueba neumática con aire de uso hospitalario.
- Ensayo de no existencia de conexiones cruzadas o bloqueos.
- Ensayos de fugas con aire hospitalario (ensayo de estanqueidad).
- Ensayo de normal funcionamiento de elementos de seguridad, señales y alarmas.
- Ensayos de funcionamiento de la central de suministro.
- Verificación de válvulas, ubicación del sistema de segunda reducción.
- Purgado y llenado de cada sistema con el gas específico.

- Habilitación final de todas las bocas con certificación de un Director Técnico Farmacéutico, con registro ANMAT, del proveedor de la instalación.

En cuanto a los ensayos, el fabricante debe efectuar, documentar y certificar los ensayos una vez completada la instalación. Cada instalador puede establecer sus propios procedimientos de ensayos contemplando lo sugerido en la Norma IRAM ISO N°7396-1 [1].

Cuando los ensayos no cumplen los criterios de aceptación de éste, se debe efectuar el trabajo correctivo y repetir los ensayos las veces que sea necesario hasta que cumplan los requerimientos.

La resolución y la exactitud de todos los dispositivos de medición utilizados para el ensayo deben ser apropiadas para los valores a medir y todos los dispositivos de medición empleados para la certificación se deben calibrar a intervalos apropiados.

Se pueden tomar fotografías de las observaciones visuales / procedimientos realizados como una forma de documentar los ensayos y sumarlas al formulario de registro propio de cada ensayo.

Antes de efectuar un ensayo se debe etiquetar cada unidad terminal en un sistema para indicar que el sistema se está ensayando y que la unidad terminal no se debe utilizar y se deben efectuar las inspecciones y comprobaciones siguientes:

- Inspecciones del marcado y de los soportes de la cañería.
- Comprobaciones para el cumplimiento de las especificaciones del diseño.

Excepto para aquellos ensayos en los que se especifica el gas, el purgado y los ensayos se deben efectuar con nitrógeno, aire medicinal o el gas específico. El aire medicinal se debería utilizar para las cañerías de oxígeno, de mezclas de oxígeno/óxido nitroso, de aire enriquecido en oxígeno y de aire.

Una medida de seguridad tras la limpieza interna de caños es sellar las puntas de los caños o cuadros, a fines que no ingresen componentes. Se recomienda realizar un barrido y secado exhaustivo con el objeto de no dejar partículas ni condiciones de cultivo de bacterias.

Seguidamente se exponen los ensayos que se consideran críticos:

Ensayos combinados de fugas (estanqueidad) y de integridad mecánica de los sistemas de cañería de gases medicinales comprimidos Los ensayos de fuga e integridad mecánica se recomienda realizarlos en todo el largo de la cañería instalada. Para ello, se conecta un dispositivo de medición de la presión adecuado a cada sección del (de los) sistema(s) objeto del ensayo, se debe efectuar después de la ocultación y antes de la utilización del sistema. La integridad mecánica se debe ensayar durante 5 min a una presión mayor o igual a 1,2 veces la presión máxima que podría ocurrir en condición de primera falla en cada sección de la red de distribución.

Para el ensayo de estanqueidad, los sistemas de distribución de redes de una sola etapa, se presurizan con el gas de ensayo a la presión nominal de distribución cada sección más arriba y más abajo de cada válvula de corte de zona. Se debe utilizar un medio que permita el aislamiento físico entre cada sección más arriba y más abajo de cada válvula de corte de zona.

Para los sistemas de distribución de redes de doble etapa, se presuriza con el gas de ensayo a la presión nominal del sistema de suministro cada sección más arriba de cada regulador de presión y a la presión nominal de distribución cada sección más abajo de cada regulador de presión de la línea de la zona. Se debe utilizar un medio que permita el aislamiento físico entre las secciones más arriba y más abajo de cada regulador de presión de la línea.

Ejemplo de procedimiento

Se desconecta y retira el suministro del gas de ensayo. Se registra la presión y la temperatura ambiente inicialmente y al final del periodo de ensayo (2h a 24 h). Se comprueba que en cada sección más arriba de cada válvula de corte de zona (o de cada regulador de presión de la línea), el descenso de presión no sea mayor que 0,025 % de la presión de ensayo inicial por hora. Se comprueba que en cada sección más abajo de cada válvula de corte de zona (o regulador de presión de la línea), el descenso de presión no sea mayor que 0,4 %/h de la presión de ensayo inicial en las secciones que no incluyen mangueras flexibles en unidades de suministro medicinal o 0,6 %/h de la presión de ensayo inicial en las secciones que incluyen mangueras flexibles en unidades de suministro medicinal.

La información recaudada debe registrarse, ver Anexo N°10.

Ensayo de fugas (estanqueidad) e integridad mecánica para vacío Este ensayo se puede efectuar antes de la ocultación o después de la ocultación y antes de la utilización del sistema. Puede ser preferible ensayar las secciones del sistema individualmente, siempre que no se omita ninguna sección.

Se aplica una presión de 500 kPa durante 5 min. La fuente del gas de ensayo se debe desconectar después de la presurización inicial. Se comprueba la integridad del sistema de redes de distribución y de sus componentes.

Para el ensayo de estanqueidad se recomienda que se instalen todas las unidades terminales, válvulas y otros dispositivos tales como los manómetros y los interruptores de vacío. Se recomienda que el sistema de vacío se conecte al sistema objeto del ensayo.

Ejemplo de procedimiento

Se conecta un vacuómetro al sistema. Se hace funcionar el sistema de vacío hasta que se alcanza la presión nominal de distribución. Con el sistema a la presión nominal de distribución, se aísla el sistema de vacío. Se comprueba que el aumento de presión después de 1 h no sea mayor que 20 kPa con todas las válvulas de corte abiertas.

La información recaudada debe registrarse, ver Anexo N°10.

Prueba jabonosa Cuando no verifica el ensayo de estanqueidad para alguno de los sistemas, se puede recurrir a la prueba jabonosa, cuyo objetivo es detectar mediante una solución jabonosa los sitios dónde hay pérdidas de gases. Se debe controlar todas las soldaduras, válvulas de corte, acometidas a paneles y las conexiones a las fuentes de suministro.

La información recaudada debe registrarse, ver Anexo N°11.

Ensayo de no existencia de conexiones cruzadas Se debe demostrar que no existe ninguna conexión cruzada entre las cañerías para gases diferentes o el vacío.

Se recomienda que bajo ninguna circunstancia se realice este ensayo presurizando más de un sistema de redes simultáneamente. Se recomienda que todos los sistemas de redes estén a la presión atmosférica y todas las válvulas de corte abiertas. Se recomienda utilizar una fuente de gas de ensayo única y conectada sólo a un sistema de redes a la vez y que tal sistema de redes se mantenga a la presión nominal de distribución durante el ensayo. En el caso del sistema de redes de vacío, resulta conveniente utilizar el sistema de vacío. Se aconseja este ensayo se aplique a todas las unidades terminales.

Ejemplo de procedimiento

Se presuriza (o se hace el vacío) en el sistema de redes a ensayar a la presión nominal de distribución y se comprueba que el gas fluye a través de cada unidad terminal del sistema de redes objeto del ensayo.

No debe existir ningún flujo de gas en ninguna unidad terminal de cualquier otro sistema de redes cuando se abre con un cabezal selectivo del gas y no existe, por tanto, ninguna conexión cruzada.

Con todos los demás sistemas de redes a la presión atmosférica, se repite el procedimiento en cada sistema de redes sucesivamente, incluyendo el vacío, preferiblemente en una sesión.

Se debe repetir el ensayo completo si se hace cualquier modificación en los sistemas de redes durante el procedimiento de puesta en servicio.

La información recaudada debe registrarse, ver Anexo N°12.

3.2.6.b Conforme a obra Alusivo a la conformidad del usuario o representante por la puesta en servicio, se refiere a lo pedido como prestación solicitada únicamente. Bajo ningún concepto el usuario o representante puede dar conformidad técnica de la obra.

3.2.6.c Memoria Técnica Una vez finalizada la obra se realizará la entrega al cliente de una carpeta con la documentación final, donde se encuentra certificada la entrega de la misma, ensayos sobre cañería, entre otros. El documento a entregar estará conformado por los siguientes elementos:

- Índice;
- Breve descripción del trabajo, datos del cliente e información relevante;
- Detalle sobre la instalación, planos y especificaciones técnicas;
- Instrucciones de uso y certificado de capacitación;
- Certificados de ensayos realizados;
- Certificado de final de obra.

3.2.6.d Gestión de Gases Uno de los aspectos claves para realizar una adecuada gestión de gases es el conocimiento de las instalaciones hospitalarias, tanto de las normas que las regulan y la infraestructura, como de la documentación referente a la estructura física de las mismas, reflejada tanto en los planos originales como en los obtenidos como consecuencia de las posibles modificaciones que sobre las mismas se puedan realizar a lo largo de los años, pues nunca se puede obviar que un hospital es un elemento en continua evolución. Es condición ineludible para ello que el hospital tenga debidamente archivados todos los documentos técnicos de las instalaciones, equipamiento y accesorios, así como los producidos por las modificaciones, conjuntamente con un registro de los controles realizados tanto desde el punto de vista técnico como desde el punto de vista de calidad de los productos.

De forma general, la instalación y su mantenimiento estarán a cargo del servicio de la Dirección del establecimiento, conjuntamente con el Servicio de Mantenimiento propio o tercerizado; con un sistema de revisiones detallado y reglamentado, asesorado por personal idóneo en el tema.

Todo esto debe quedar perfectamente documentado con registros que permitan su trazabilidad. La intención es dar a conocer eso que el ojo no ve; dado que el 95 % de las instalaciones de generación, almacenaje y distribución de los gases medicinales están fuera del alcance visual de los profesionales sanitarios: los generadores y dispositivos de almacenaje están dentro del entorno físico industrial del centro y las redes van ocultas dentro de la infraestructura del edificio. Esta particularidad hace complejo, incluso para los servicios técnicos competentes, el mantenimiento, control y seguimiento de las redes de distribución.

3.2.6.e Propuesta de Mantenimiento Preventivo Deberá de existir un mantenimiento preventivo de las instalaciones que cubra preferentemente los siguientes puntos:

- Debe existir un plan de mantenimiento preventivo del circuito de distribución de gases. Deberá ser ejecutado por el Servicio de Ingeniería, de mantenimiento o por una empresa subcontratada.
- A partir del plan de mantenimiento del hospital, el centro incluirá como mínimo las siguientes actuaciones que permanecerán asentadas en los registros correspondientes:
 - Verificación de estanquidad en las fuentes de suministro, colectores y reguladores de presión de línea.
 - Comprobación del correcto funcionamiento de centrales, compresores, bombas y dispositivos de conmutación de fuentes (primaria, secundaria y reserva).
 - Control y verificación de la presión del gas medicinal para que sea la correcta en la red y en las tomas de gases. [1]
 - Siempre se deben tener actualizados los planos de las instalaciones de gases medicinales, frente a cualquier ampliación o modificación. [1]

Capítulo 4

Aplicación práctica de la Guía para el Desarrollo de Proyectos de Instalaciones de Gases Medicinales y Vacío

Caso: Centro Quirúrgico Ambulatorio de Flebología

El presente proyecto será el resultado de la aplicación práctica de la guía antes confeccionada. Se diseñará la Instalación de Gases Medicinales y Vacío para garantizar el suministro de un Centro Quirúrgico Ambulatorio de Flebología, que se encuadra dentro de las Prácticas Quirúrgicas de Cirugía Mayor Ambulatoria según la Resolución N°0515 [3]. El mismo funcionará en la Planta Baja y Primer piso de un edificio con departamentos para residencia.

4.1. Relevamiento de bocas de consumo y tipificación de gases

4.1.1. Plantear necesidades

Lo primero que se realizó fue entrevistar al interesado personalmente para establecer e identificar sus necesidades, también se encontró presente en la reunión el Arquitecto subcontratado para el seguimiento y coordinación de la obra en su totalidad.

Su expectativa es efectuar cirugías programadas de flebología y a su vez alquilar eventualmente el Quirófano a otros profesionales para intervenciones ambulatorias de otras especialidades como, por ejemplo, Dermatología y Cirugía Estética.

Por lo que el centro deberá estar equipado para afrontar diversos tipos de cirugías ambulatorias, de forma tal que el interesado obtenga un alto grado de rentabilidad.

Complementando el Servicio de Cirugías, el centro contará con un área asignada para la realización de tratamientos estéticos.

Por otra parte, si bien las prácticas que se pretenden realizar son de tipo ambulatorio, se prevén habitaciones para aquellos pacientes que viajen del interior o para aquellos casos en los que el paciente requiera de vigilancia por parte del personal médico por un periodo de tiempo de hasta 24 horas.

El dueño del centro es un profesional Médico Especialista en Flebología, quién tiene una visión a futuro y proyecta seguir creciendo, por lo que a la hora de realizar el diseño se con-

templará la posibilidad de que se efectúen futuras ampliaciones. De igual modo se dispuso realizar varios encuentros y mantener una comunicación permanente para atender consultas, inquietudes y brindar un asesoramiento permanente y personalizado.

En el anexo 13 se encuentran algunas imágenes del relevamiento realizado en el establecimiento.

4.1.2. Identificar los Servicios con los que cuenta o contará el establecimiento

Con el fin de conocer la obra propuesta se solicitaron los planos del establecimiento para proceder con la identificación de los servicios. En las figuras 4.1 y 4.2 se presentan las Plantas de Arquitectura del establecimiento, donde se muestran las divisiones interiores del edificio, las puertas, ventanas, escaleras y ascensores.



Figura 4.1: Plano de arquitectura - Planta baja

El Centro Ambulatorio contará con los siguientes servicios, contenidos en las distintas zonas que constituyen un Centro Quirúrgico Ambulatorio, según lo establecido en el anexo II de la Resolución N°0515 provista por R.U.GE.PRE.SA [3].

Contenidos en la zona de circulación restringida

- Quirófano
- Vestidor de Médicos
- Lavado de manos



Figura 4.2: Plano de arquitectura - Planta alta

Contenidos en la zona de circulación semirestringida

- Office limpio
- Office sucio
- Esterilización
- Depósito de equipos médicos
- Depósito de equipos varios
- Antecámara de transferencia
- Sala pre-anestesia
- Sala de recuperación de pacientes.

Contenidos en la zona de circulación sin restricción

- Sala de espera
- Vestidor pacientes
- Internación de adultos
- Office enfermería
- Boxes para tratamientos estéticos

Luego de un primer análisis de los planos se visitó la obra para relevar las instalaciones y ver el grado de avance de la obra en general.

Se encuentra en el anexo 13 las imágenes resultantes de diversas visitas que se realizaron, en las mismas se puede observar que se encuentra la instalación de cloacas, agua corriente y el tendido eléctrico avanzado.

El visitar la obra proporciona información extra muy valiosa que en muchas ocasiones no se ve reflejada en los planos civiles, como ser el material de los muros, de los techos y resulta más sencillo la interpretación de los distintos espacios. Todo esto permite ir planificando la distribución de las fuentes de suministro y unidades terminales, como así también las ubicaciones alternativas de los distintos elementos.

4.1.3. Cuantificar camas

La cuantificación de camas se hizo a partir de la información de los servicios presentes en el plano de planta de arquitectura provisto y teniendo presente los servicios que requieren el abastecimiento de gases medicinales y / o vacío según lo expuesto en la Resolución N°0515 [3].

Inicialmente se sugirió la colocación de un panel para suministro de aire comprimido medicinal en un office limpio contiguo al quirófano, tras consultar con el médico qué uso le daría y verificar que no fuese necesario, se optó por trasladarlo a la sala de esterilización.

Igualmente, se consultó si les resultaría provechoso llevar aire comprimido medicinal y/o vacío al office de enfermería ubicado en el primer piso pero se rechazó la sugerencia dado que no le darían uso y por otra parte, en cuanto al suministro de aire comprimido implicaría el tendido de cañería para la alimentación de un solo panel miniducto lo que aumentaba los costos innecesariamente.

Por último, no se contemplan las camas que estarán presentes en los boxes contenidos en el Área de Tratamientos Estéticos dado que los mismos no requieren de suministro de gases medicinales y / o vacío.

Se efectuó la cuantificación de camas activas y/o proyectadas reflejado en la figura 4.3.

Aplicación	Camas Activas a la fecha	Camas Activas Proyectadas
Cama normal	0	4
Cama especial	0	3
Esterilización	0	1
Quirófano	0	1

Figura 4.3: Cuantificación de camas

Por tratarse de una obra en ejecución no se cuentan con camas activas. Para la clasificación se tomó el siguiente criterio: *Cama normal* es aquella que no presenta complejidad, como ser el servicio de Internación que requiere suministro de Oxígeno medicinal y vacío únicamente y como *cama especial* aquella que se corresponde con servicios que presentan un mayor grado de complejidad y precisan abastecimiento de oxígeno medicinal, aire comprimido medicinal y vacío. Se debe aclarar que el servicio de esterilización no cuenta con camas, el valor 1 es con el fin de contabilizar el panel.

Identificación de camas Conforme a la determinación de servicios y clasificación de camas realizados en los ítems anteriores, se procede al reconocimiento de camas proyectadas en los planos de planta de arquitectura, volcando únicamente la información relevante de los sectores mencionados.

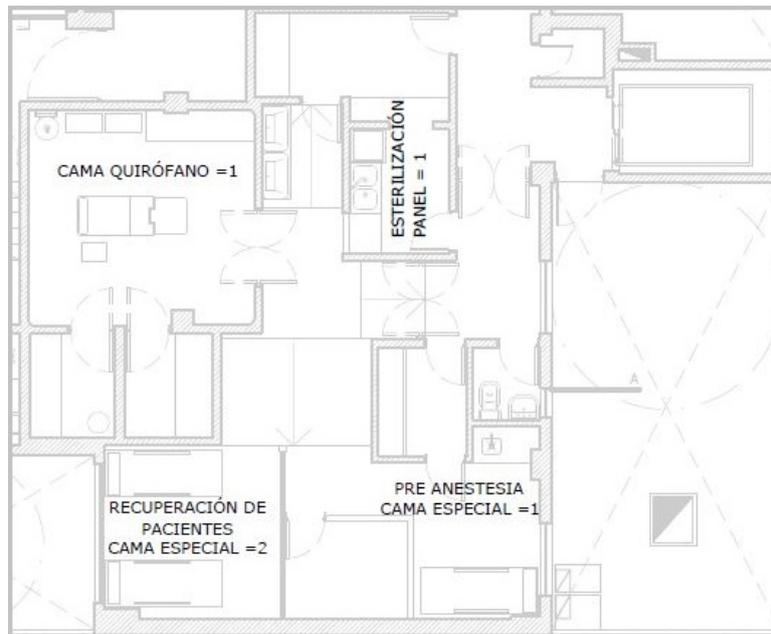


Figura 4.4: Identificación de camas - Planta baja

4.1.4. Distinguir los requisitos normativos asociados

En este punto se presta principal atención a la normativa local vigente, dado que en la Norma IRAM ISO N°7396-1 [1] no se establecen recomendaciones referidas a los requerimientos de gases medicinales y vacío necesarios en los distintos servicios que pueden estar presentes en un Establecimiento para la Salud.

Cuadernillo de Actividades de Habilitación Categorizante A continuación se listan las condiciones referidas a gases medicinales y vacío, de los Servicios existentes en el Centro Quirúrgico Ambulatorio de Flebología, que figuran en el Cuadernillo de Actividades de Habilitación Categorizante presente en la Resolución N°0515 [3].

Sala de Operaciones - Anestesia

- Sistema de suministro asegurado de oxígeno con adecuadas reservas = Será contemplado a la hora de realizar el diseño de las instalaciones.
- Sistema de suministro asegurado de óxido nitroso con adecuadas reservas = Este gas medicinal no estará presente en la instalación.
- Por quirófano un sistema de aspiración, exclusivo para uso anestésico = Se destinará una boca de aspiración destinada al uso del médico anestesista.

En el cuadernillo para Centros Ambulatorios no se exige que esté presente el módulo de extracción de gases anestésicos.

Sala de Pre-Anestesia Se sugiere que cuente con el equipo necesario para preparación pre-anestésica y/o estabilización del paciente con acceso a suministro de gases medicinales y aspiración.

Sala de Recuperación de pacientes Debe contar con el equipo necesario para recuperación y/o estabilización del paciente. Con acceso a suministro de gases medicinales y aspiración.

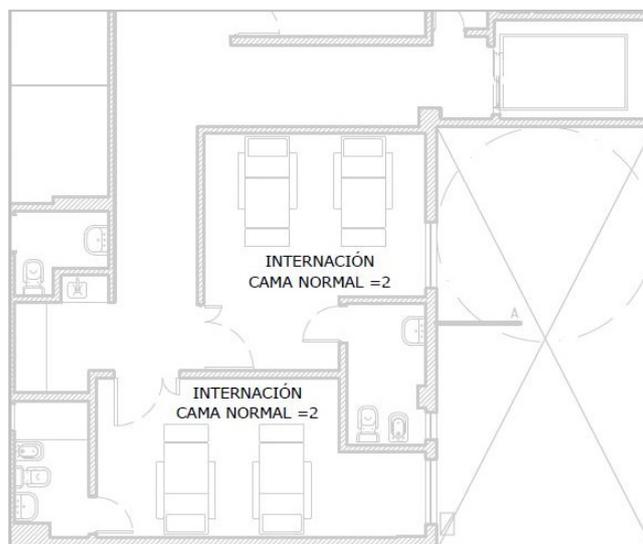


Figura 4.5: Identificación de camas - Planta alta

Si bien la Resolución N°0515 [3] no aclara qué gases medicinales son requeridos, en la sala de pre-anestesia y en la sala de recuperación, se contemplará el suministro de oxígeno medicinal, aire comprimido medicinal y Vacío.

Cabe recordar que la existencia de la sala de pre-anestesia es de carácter *no excluyente*.

Por otra parte, tras entrevistar varios a Jefes de Servicio de Recuperación de Cirugía de hospitales de la Ciudad de Córdoba, mencionaron que prácticamente no usan el aire comprimido medicinal proveniente del sistema de distribución y en casos puntuales suelen emplear una fuente portátil. Esto suele deberse a que si un paciente está en estado crítico y se requiere hacer uso de este gas, por ejemplo al conectarlo a un respirador, el paciente al estar en estado delicado se derivaría al Servicio de UTI y en caso de un Centro Ambulatorio se debería coordinar el traslado del paciente a un centro de mayor grado de complejidad.

Internación adultos / pediátricos

- Boca de oxígeno
- Tubo de oxígeno
- Aspirador
- Boca de vacío

El Centro sólo contará con el Servicio de Internación de adultos y se preverán unidades terminales de oxígeno medicinal y vacío en cada habitación.

4.1.5. Seleccionar los tipos de paneles

A la hora de seleccionar las prestaciones que deberán tener los paneles / torre de cada servicio se tendrán en cuenta las consideraciones expuestas en el ítem anterior. Es decir, se toma como base lo establecido en la normativa local a la hora de seleccionar diferentes diseños que ofrezcan alternativas constructivas manteniendo las particularidades de gases medicinales y vacío preestablecidas.

Cabe indicar que si bien es necesario cumplir con las especificaciones de prestaciones en cualquier tipo de panel (miniducto, poliducto y/o columna de techo), la decisión última está condicionada, en general, por los costos. Es por ello que es importante presentar al cliente

distintas opciones y elegir en conjunto las que resulten más provechosas; pudiendo optar por modelos estándar que se encuentran en el mercado o por diseños a medida.

Seguidamente se presentan los paneles que se consideraron apropiados para cada servicio y que se presentaron como alternativas al cliente.

4.1.5.1. Propuesta inicial de paneles

Panel poliducto - Servicio: Quirófano Cantidad: 1. Para el servicio de quirófano se escogió un panel de cabecera poliducto por su menor costo en comparación con una columna de techo, dado que el centro solo cuenta con una unidad quirúrgica.

El panel es confeccionado en aluminio por extrusión de 2 mm de espesor con sus acometidas correspondientes y las siguientes características:

Cantidad de canales

- 1 Canal con compartimento para gases con tapa de aluminio desmontable.
- 1 Canal para tomacorrientes con tapa de aluminio desmontable.

Cabe agregar que en el Cuadernillo de Actividades de Habilitación Categorizante establecido por Resolución N°0515 [3] se sugiere que el centro cuente con un sistema de energía eléctrica de emergencia capaz de soportar el funcionamiento de todos los equipos de procedimientos con anestesia general y que brinde continuidad de la cirugía, por esa razón se conectan algunos tomacorrientes a la Línea Normal y otros a la Línea de Emergencia.

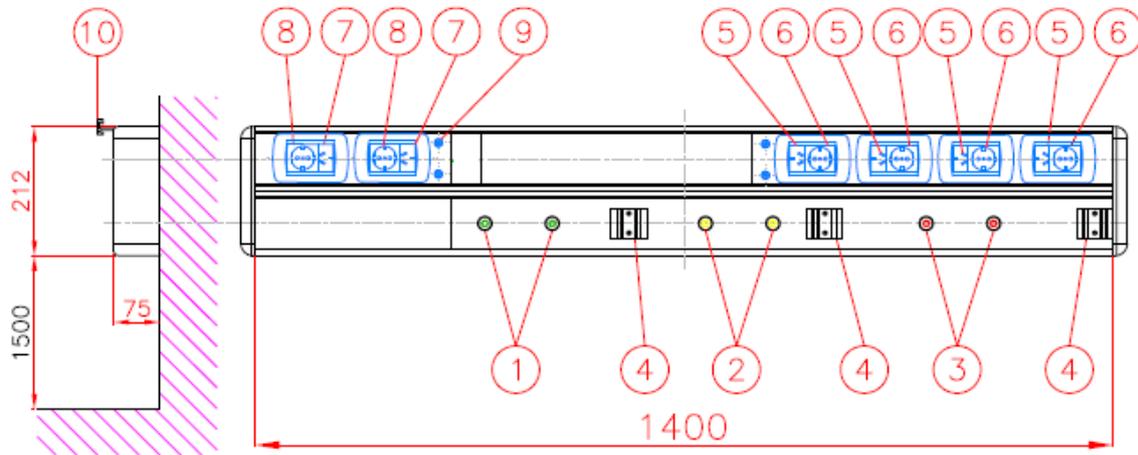


Figura 4.6: Diseño esquemático de panel de cabecera para Quirófano

Referencias de prestaciones por puesto de paciente

1. Boca Acople DISS Oxígeno. Cantidad: 2
2. Boca Acople DISS Aire Comprimido. Cantidad: 2
3. Boca Acople DISS Vacío. Cantidad: 2
4. Soporte de aparatos. Cantidad: 3
5. Tomacorriente 220V - 10A (IRAM). Línea normal. Cantidad: 4
6. Tomacorriente SCHUKO 220V - 16A (DIN). Línea normal. Cantidad: 4

7. Tomacorriente 220V - 10A (IRAM). Línea de emergencia. Cantidad: 2
8. Tomacorriente SCHUKO 220V - 16A (DIN). Línea de emergencia. Cantidad: 2
9. Borne puesta a tierra. Cantidad: 4
10. Sistema de riel frontal - superior para montaje de accesorios, fabricado según Norma UNE-EN 12218. Cantidad: 1

Panel miniducto - Servicio: Sala de Pre anestesia – Recuperación de pacientes
 Cantidad: 3 Para estos servicios se escogió un diseño de panel de cabecera tipo miniducto, ya que en la Resolución N°0515 [3] no se dan indicaciones referidas a requerimientos de instalaciones eléctricas.

El panel es construido en aluminio por extrusión de 2 mm de espesor con sus acometidas correspondientes y las características listadas a continuación:

Cantidad de canales

- 1 Canal con compartimento para gases con tapa de aluminio desmontable.

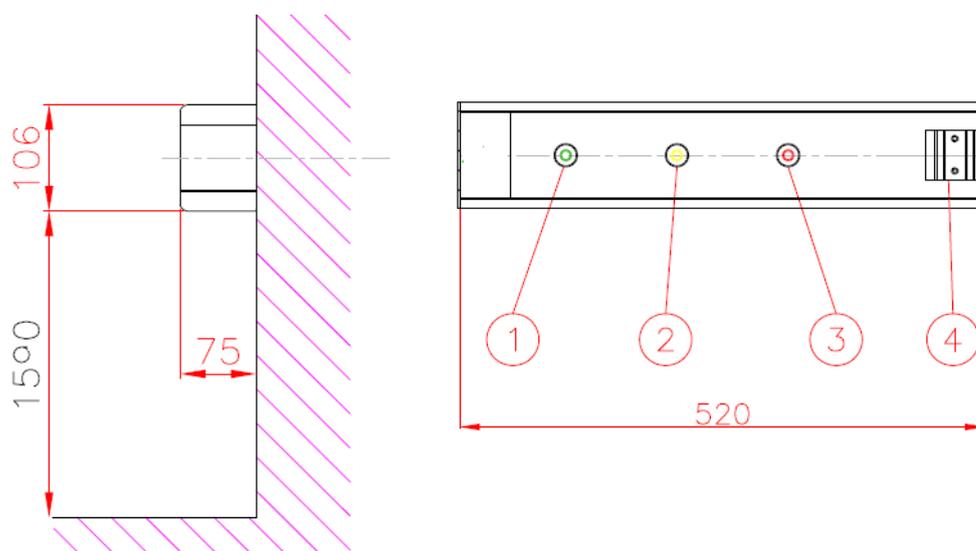


Figura 4.7: Diseño esquemático de panel de Preanestesia y Recuperación

Referencias de prestaciones por puesto de paciente

1. Boca Acople DISS Oxígeno. Cantidad: 1
2. Boca Acople DISS Aire Comprimido. Cantidad: 1
3. Boca Acople DISS Vacío. Cantidad: 1
4. Soporte de aparatos. Cantidad: 1

Panel miniducto - Servicio: Internación Cantidad: 2 Para el servicio de internación tampoco detalla requerimientos o sugerencias referidas a la instalación eléctrica [3] por lo que se presentó un panel de cabecera tipo miniducto, confeccionado en aluminio por extrusión de 2 mm de espesor con sus acometidas correspondientes y con las siguientes prestaciones:

Cantidad de canales

- 1 Canal con compartimento para gases con tapa de aluminio desmontable.

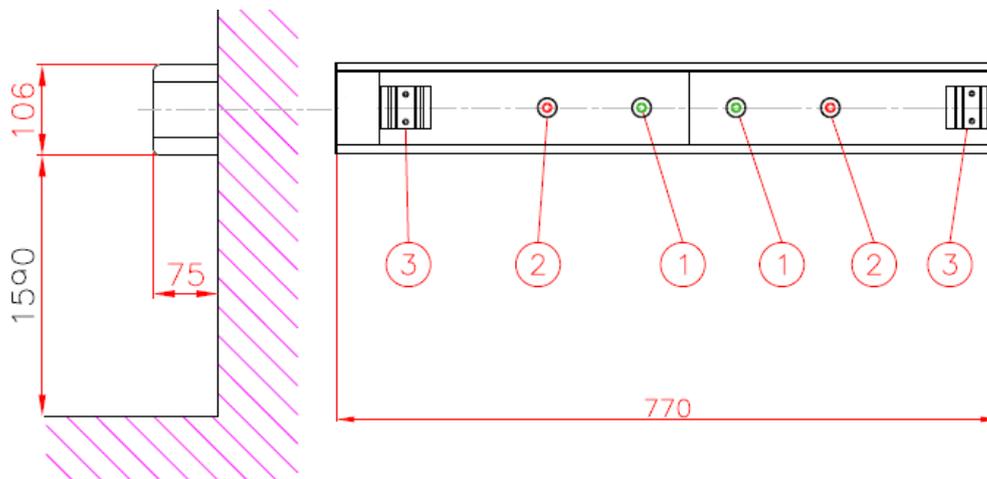


Figura 4.8: Diseño esquemático de panel de Internación

Referencias de prestaciones por puesto de paciente

1. Boca Acople DISS Oxígeno. Cantidad: 2
2. Boca Acople DISS Vacío. Cantidad: 2
3. Soporte de aparatos. Cantidad: 1

En el primer encuentro, el dueño solicitó equipar solo una cama en cada una de las habitaciones del servicio de Internación con oxígeno y vacío para reducir los costos. En este punto se le expuso la idea de diseñar un panel de cabecera doble para que todas las camas cuenten con suministro.

El justificativo del cambio se basa en que el tendido de cañería llega necesariamente a ambas habitaciones y colocando estos paneles permite estar preparados para un mayor número de ocupación, lo que resulta en un mayor número de cirugías y por lo tanto aumenta la productividad del establecimiento.

Es por ello que se insiste en el hecho de lo sustancial que resulta mantener un trato fluido y continuo durante todo el desarrollo con el cliente para no solo atender sus necesidades sino también lograr en conjunto el mejor resultado para un determinado proyecto, que cumpliendo con la normativa se adapte a las posibilidades del cliente.

Panel alarma de gases Cantidad: 3

Panel de cabecera confeccionado en aluminio por extrusión de 2 mm de espesor con sus acometidas correspondientes, con las siguientes prestaciones: *Gas medicinal Oxígeno / Aire Comprimido / Vacío.*

Alarma de presión con sistema de alarma sonoro e indicador de LED para situaciones en las que la presión es ALTA/BAJA/NORMAL. *NOTA: se colocará una alarma por cada gas*

medicinal y vacío en un lugar donde estén a la vista del personal.

Cantidad de canales

- 1 Canal con compartimento para alarma.
- Indicador luminoso de presión alta, normal, baja.
- Alarma sonora.
- Reset temporizado.

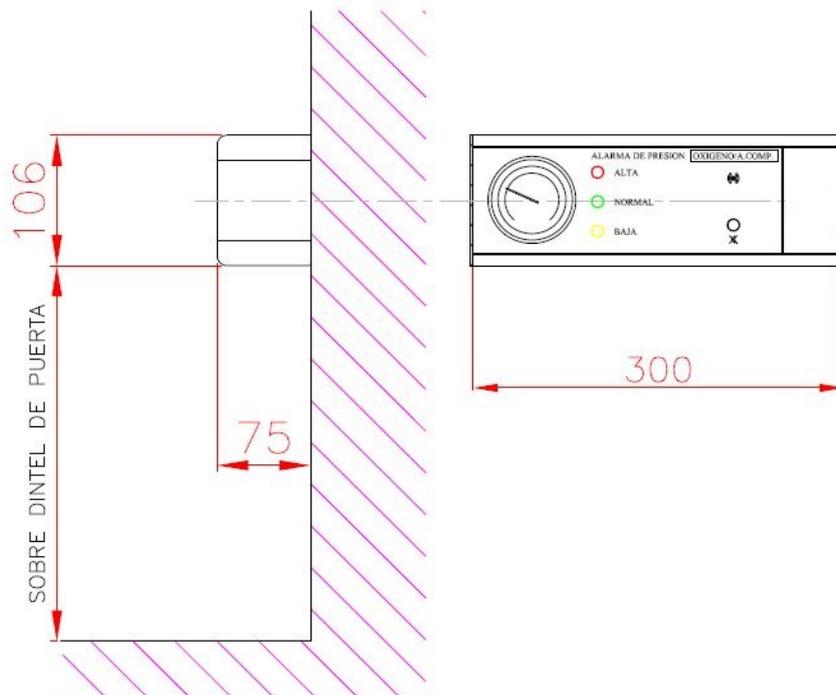


Figura 4.9: Diseño esquemático de Alarma

Panel miniducto - Servicio: Esterilización Cantidad: 1

Es habitual que en el servicio de Esterilización se utilice aire comprimido para el secado del material tras el lavado y enjuague previo a su envío a esterilizar; secar las piezas con aire comprimido filtrado, evita la corrosión y las manchas en el instrumental. A su vez, se debe evitar usar paños y telas que puedan desprender pelusas para el secado.

Por lo antes descrito, se escogió un panel de cabecera tipo miniducto fabricado en aluminio por extrusión de 2 mm de espesor con sus acometidas correspondientes y las prestaciones aquí expuestas:

Cantidad de canales

- 1 Canal con compartimento para gases.

Referencias de prestaciones por puesto de paciente

1. Boca Acople DISS Aire Comprimido. Cantidad: 1
2. Soporte de aparatos. Cantidad: 1

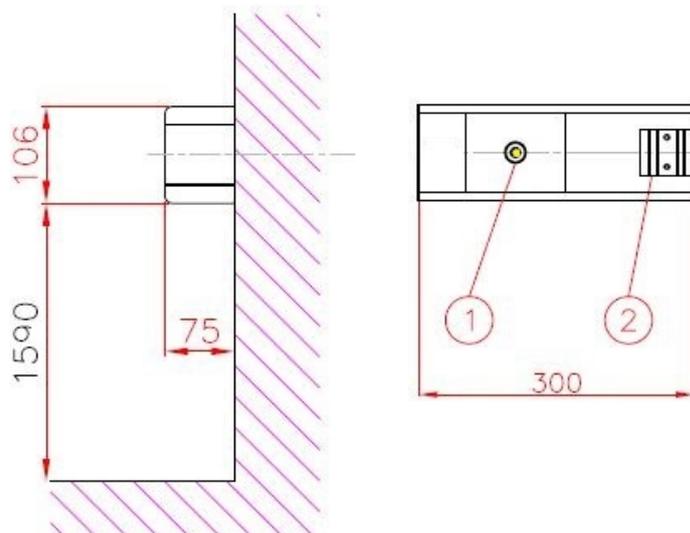


Figura 4.10: Diseño esquemático de Panel de Esterilización

Nota: Se deja constancia que la Norma IRAM ISO N° 7396-1 “Sistemas de Redes para Gases Medicinales y Vacío” recomienda que el Aire Comprimido Medicinal y el aire empleado para impulsar herramientas quirúrgicas NO SE DEBE usar para aplicaciones tales como uso en taller general, sistemas de esterilización, control neumático de acondicionamiento de aire, entre otros; dado que puede imponer una demanda imprevista, introducir contaminación y comprometer la disponibilidad y/o calidad de aire para fines de cuidado del paciente normal. Por lo antes mencionado, se debe usar una línea independiente a la línea principal del establecimiento o brindar suministro con una fuente independiente.

4.1.5.2. Presentación de diseños a los interesados

Con la propuesta inicial de los paneles de cabecera terminada, se procedió a coordinar una reunión para mostrar los diseños antes expuestos al Médico dueño del centro y al Arquitecto a cargo de la obra. Se dialogó acerca de las prestaciones y costos; en este punto, el Doctor destacó que durante su residencia en un hospital de la ciudad de Córdoba a la hora de trabajar en el quirófano solían tropezar con cables en el piso lo que provocaba en reiteradas ocasiones la desconexión de equipos.

Dado que está previsto alquilar el quirófano a otros profesionales de la salud, que en el caso de otras especialidades podría significar un aumento en el número de personal y mayor complejidad del equipamiento médico se optó cambiar el panel poliducto por una columna de techo de gases medicinales y vacío como una forma de despejar el campo operatorio. De esta forma, se permite que equipos móviles (respiradores y mesas de anestesia), se ubiquen debajo de la columna (ya que la misma se encuentra suspendida del techo), permitiendo conectarse a los suministros eléctricos y los gases en forma vertical, aumentando el área de trabajo y consecuentemente se facilita tanto la tarea de los médicos como la del personal de limpieza.

Una vez más se ve reflejado lo importante que resulta el buen trato y la comunicación con el interesado, ya que en un primer momento se dejó de lado la columna de techo porque se pensó que el costo se aumentaba innecesariamente al tratarse de un Centro Ambulatorio que contará con un único Quirófano.

A continuación se presenta el diseño de la columna de techo.

Columna de techo - Servicio: Quirófano Cantidad: 1

Columna fija con scavenging confeccionada en aluminio por extrusión de 2 mm de espesor con sus acometidas correspondientes, con las siguientes prestaciones.

Referencias de prestaciones por puesto de paciente

1. Boca Acople DISS Oxígeno. Cantidad: 2
2. Boca Acople DISS Aire Comprimido. Cantidad: 2
3. Boca Acople DISS Vacío. Cantidad: 2
4. Tomacorriente 220V - 10A (IRAM). Línea normal. Cantidad: 4
5. Tomacorriente SCHUKO 220V - 16A (DIN). Línea normal. Cantidad: 4
6. Tomacorriente 220V - 10A (IRAM). Línea de emergencia. Cantidad: 4
7. Tomacorriente SCHUKO 220V - 16A (DIN). Línea de emergencia. Cantidad: 4
8. Borne puesta a tierra. Cantidad: 4

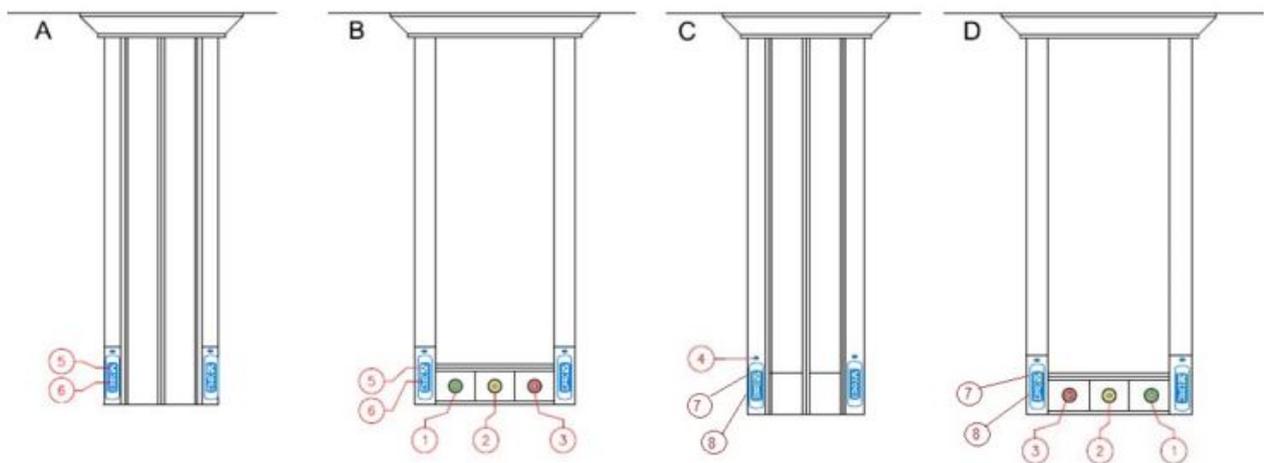


Figura 4.11: Diseño esquemático de Torre

Otro punto importante a la hora de diseñar la columna de techo es el largo que tendrá la misma y esto depende de la altura a la que quedará el cielorraso. En general se calcula que entre el borde inferior de la columna y el piso queden 1,80 metros de distancia, esto es para que las bocas de suministro queden al alcance del personal involucrado. Por este motivo antes de encomendar su fabricación se debe confirmar con el Arquitecto a cargo de la obra a qué altura quedará el cielorraso para luego determinar el largo de la torre de gases.

Para su instalación se debe colocar un soporte que se fija al techo previo al cierre del cielorraso en el mejor de los casos.

S.E.G.A.

Los gases anestésicos residuales son pequeñas cantidades de gases volátiles que salen del circuito de anestesia del paciente al aire de los quirófanos durante la administración de la anestesia. Estos gases también pueden ser exhalados por los pacientes mientras se recuperan.

La exposición a altas concentraciones de gases anestésicos residuales, incluso por poco tiempo, puede causar los siguientes efectos en la salud: dolor de cabeza, irritabilidad, fatiga, náuseas, mareos y dificultades de razonamiento y coordinación. No solo el paciente está expuesto sino también anesthesiólogos, cirujanos, enfermeros, personal de la sala de reanimación, entre otros.

Los Sistemas de Extracción de Gases Anestésicos (S.E.G.A.) están destinados a expulsar fuera del edificio los gases anestésicos que no son inhalados por el paciente o exhalados por él.

Se debe tener presente lo establecido en la Norma UNE-EN ISO 7396-2: Sistemas de canalización de gases medicinales, Sistemas finales de evacuación de gases anestésicos, Parte 2; la misma no es de carácter obligatorio pero es recomendable su aplicación por lo antes descrito.

4.1.5.3. Propuesta final de paneles

Con la aprobación del diseño de la torre de Quirófano, seguidamente en la figura 4.12 se presenta el resumen de paneles / torres seleccionados:

Servicio	Tipo de panel	Prestaciones	Cantidad	Propuesta de diseño
Quirófano	Torre	2 Oxígeno 2 Aire 2 Vacío	1	Final
Pre-anestesia	Miniducto	1 Oxígeno 1 Aire 1 Vacío	1	Original
Recuperación	Miniducto	1 Oxígeno 1 Aire 1 Vacío	2	Original
Esterilización	Miniducto	1 Aire	1	Original
Internado	Miniducto	2 Oxígeno 2 Vacío	2	Original

Figura 4.12: Resumen de paneles seleccionados

4.1.6. Escoger los aparatos dosificadores de gases medicinales y vacío

En la actualidad los equipos para la dosificación pueden que sean los más numerosos de entre todos los que un hospital necesita para prestar asistencia sanitaria a sus pacientes. Es muy frecuente, encontrar en la cabecera de las camas de hospitalización o boxes de urgencias, caudalímetros y reguladores, pues forman parte de la dotación inicial de cualquier cama en un hospital.

Tras indagar sobre las prácticas que se llevarán a cabo en cada uno de los servicios y teniendo presente las aplicaciones de cada uno de los Productos Médicos que se enuncian en el anexo I, se definen los aparatos dosificadores a colocar.

En caso de no contar con suficiente información nos debemos valer de la experiencia, considerando las necesidades del interesado y de los posibles usuarios.

Servicio: Quirófano

Provisión de accesorios de dosificación de gases medicinales y vacío por torre:

- Flowmeter de oxígeno con escala de 0-15lts/min, acople DISS. Con frasco humectador. Cantidad: 1
- Regulador de Oxígeno para panel con regulación de 0-10 kg/m², acople DISS. Cantidad: 1
- Flowmeter de aire comprimido con escala de 0-15lts/min, acople DISS. Cantidad: 1
- Regulador de Aire Comprimido para panel con regulación de 0-10 kg/m², acople DISS. Cantidad: 1
- Llave de vacío con trampa y frasco colector de 500cc, con vacuómetro, acople DISS. Cantidad: 2

Servicios: Sala de Pre Anestesia - Sala de Recuperación de pacientes

Provisión de accesorios de dosificación de gases medicinales y vacío por panel:

- Flowmeter de oxígeno con escala de 0-15lts/min, acople DISS. Con frasco humectador. Cantidad: 1
- Flowmeter de aire comprimido con escala de 0-15lts/min, acople DISS. Cantidad: 1
- Llave de vacío con trampa y frasco colector de 500cc, con vacuómetro, acople DISS. Cantidad: 1

Servicio: Internación

Provisión de accesorios de dosificación de gases medicinales y vacío por panel:

- Flowmeter de oxígeno con escala de 0-15lts/min, acople DISS. Con frasco humectador. Cantidad: 2
- Llave de vacío con trampa y frasco colector de 500cc, con vacuómetro, acople DISS. Cantidad: 2

Servicios: Esterilización

Provisión de accesorios de dosificación de gases medicinales y vacío por panel:

- Regulador de Aire Comprimido para panel con regulación de 0-10 kg/m², acople DISS.
Cantidad: 1

4.2. Planos para trabajo en diseño

4.2.1. Ubicación de la sala de máquinas y puestos de suministro

Las fuentes de suministro se ubicarán en sus respectivas salas en uno de los patios internos del establecimiento. El mismo tiene 3,90 metros de ancho por 7,72 metros de largo. La elección del patio se basó en que se encuentra fuera del alcance de la circulación general, dado que el otro patio da a la sala de espera del centro.

El espacio disponible no permite prever salas de más de 16m² como se recomienda, ya que debemos dejar previsto un pasillo de circulación para el ingreso del personal técnico que se encarga del mantenimiento de los equipos y para la empresa proveedora de gases en el caso de los cilindros de Oxígeno y Aire Comprimido medicinal, como así también el espacio que ocupan los equipos del sistema de aire acondicionado.

A la entrada del servicio de Quirófano se colocarán las alarmas de emergencias clínicas, una por cada gas medicinal y una para vacío; las mismas indican la presión anormal dentro de una cañería y pueden requerir una respuesta inmediata tanto del personal técnico como del personal clínico. Se escogió ese lugar por resultar estratégico ya que se puede ver y oír, ante alguna eventualidad, por el personal que se encuentre en cualquiera de las áreas de la planta baja del establecimiento. El lugar no contará con un servicio de mantenimiento, el mismo será subcontratado, por lo que no está planificado una sala para el servicio de mantenimiento y por ello no se colocarán alarmas operacionales.

Continuando, la sala de máquina cumplirá con la norma IRAM ISO N°7396-1 [1] será sobre suelo firme y los equipos se colocarán sobre plataformas de hormigón, tendrá toma de aire y ventilación a los cuatro vientos de manera independiente, ventilación, limpieza, sistemas anti vibratorio, acceso a personal autorizado, accesorios eléctricos ubicados en posiciones fijas y conectados al sistema auxiliar de energía eléctrica, entre otras consideraciones descriptas en el anexo II.

Por último, como se recomienda proporcionar un acceso para vehículos apropiado para la carga y la descarga y manipulación de los cilindros se optó por el lugar de ubicación que se observa en las figuras 4.13 y 4.14, dado que se comunica con un pasillo de circulación técnica que a su vez tiene continuidad con el ingreso al establecimiento que tiene comunicación con el exterior.

Seguidamente, se puede observar en el plano la ubicación estimada de las fuentes de suministro, de las alarmas de emergencias clínicas y los puntos de consumo en los servicios establecidos con anterioridad.

Cabe aclarar que todos los paneles miniductos y las alarmas de emergencias clínicas irán montados sobre pared. Por su parte, la columna de techo de Quirófano va suspendida.

Es importante mencionar que en esta etapa el planteo es aproximado, a fin de ir diseñando la instalación e ir estableciendo los espacios que ocuparán las distintas fuentes de suministro; para seguidamente pasar al trazado preliminar de la cañería.

Por último, a fin de identificar los gases medicinales y vacío, si bien a la hora de la ejecución de la obra el marcado y código de color de la cañería es según la Norma ISO 5359: 2014 [10], se toma la convención de representar en todos los planos de diseño el color verde para identificar el oxígeno medicinal.

4.2.2. Trazado preliminar de cañerías

A la hora de trazar el tendido de cañería preliminar se tienen presentes las ubicaciones establecidas en el ítem anterior y se contemplan todas las recomendaciones en la norma desarrollada previamente[1], entre ellas, no existirán empalmes o soldaduras, en zonas no accesibles

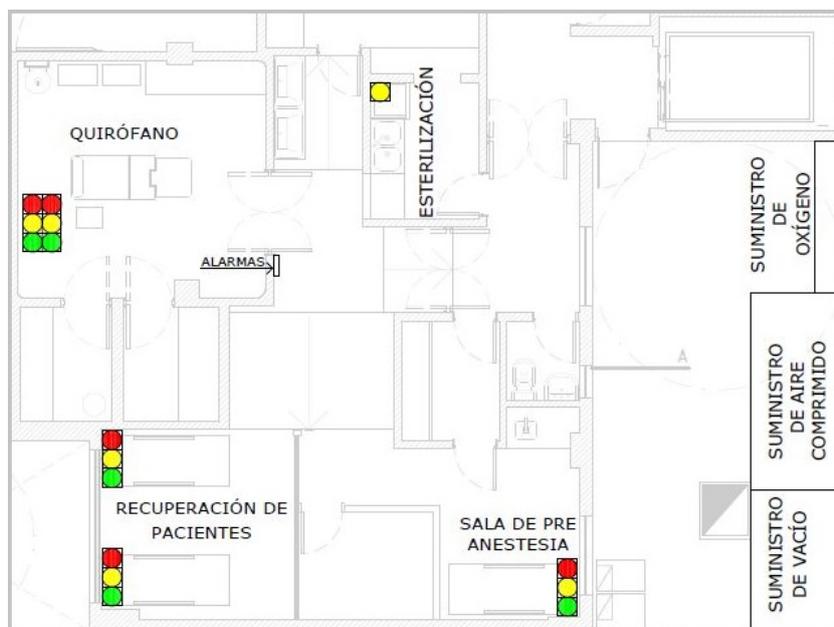


Figura 4.13: Ubicación salas de suministro, alarmas de emergencias clínicas y puntos de consumo - Planta baja

luego de completado el tendido; se evitará contacto de la cañería de cobre con toda estructura metálica que pueda dar lugar a la formación de pares eléctricos, de origen bi-metálicos, entre otras. Para la instalación se intentará que tenga la menor cantidad de curvas o estrangulaciones a los efectos de obtener el mayor rendimiento posible.

Para el tendido de cañerías se utilizarán caños de cobre electrolítico sin costura, del tipo tiras rígidas, de interior pulido y desengrasado en fábrica, de 99,9% de pureza. Todos los empalmes y uniones se efectuarán mediante soldaduras de plata industrial de máxima pureza.

La línea principal proveniente de cada una de las fuentes de suministro discurrirá por la pared exterior del edificio hasta la acometida en planta baja, como así también la montante al primer piso cuya acometida será a la altura de una de las habitaciones para asegurar que se encuentre fuera de la caja del ascensor.

En ambos pisos se optó por un tendido del tipo ramificado, ya que si bien en los servicios críticos resulta aconsejable anillar la cañería para garantizar el suministro por igual en todos los puntos, éste centro cuenta con un solo quirófano por lo que no resulta indispensable anillar la cañería.

Las troncales y derivaciones internas irán por cielorraso con su correspondiente sistema de soportes; sin emplearse como soportería de otros caños o cables, manteniéndose separada de la línea eléctrica por más de 50mm. Se observa en la figura 4.15 cómo se constituyen los soportes.

1. Cañería tendida de gases.
2. Bandeja porta caño (riel).
3. Derivaciones.
4. Varilla roscada de anclaje.
5. Broca de anclaje.

El intervalo máximo entre los soportes será acorde a lo establecido en la Norma IRAM ISO N°7396-1 [1]. La cañería será identificada a fin de facilitar el reconocimiento del fluido que transporta conforme con la Norma ISO N°5359 [10].

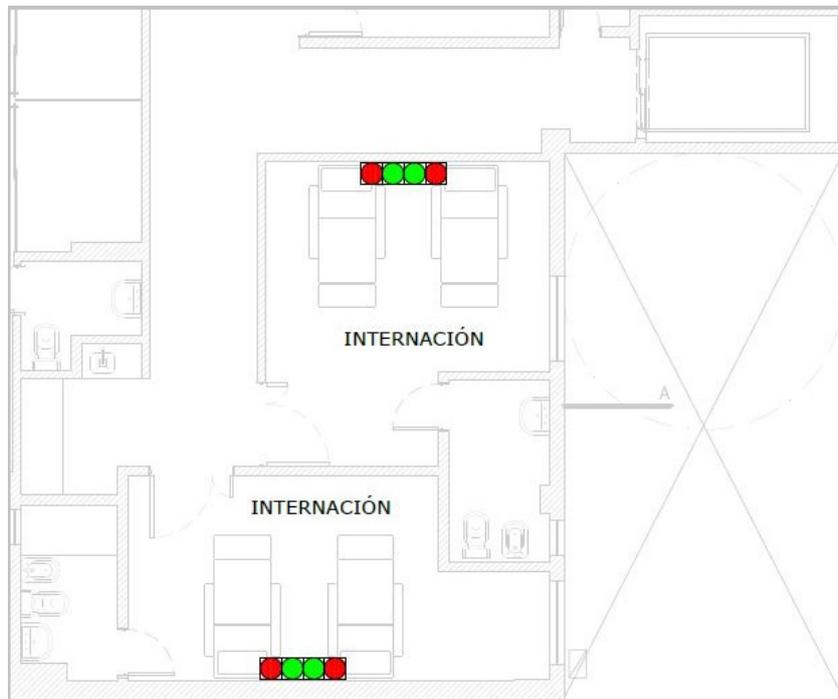


Figura 4.14: Ubicación salas de suministro, alarmas de emergencias clínicas y puntos de consumo - Planta alta

Las bajadas para los paneles de internación y la acometida a los paneles de pre-anestesia y recuperación quirúrgica irán embutidas en la pared, para lo que se debe dejar previsto un caño embutido de PVC de 1" de diámetro. En este caso se utiliza caño de cobre electrolítico del tipo flexible. En cambio, las bajadas para las alarmas irán por encima de la pared y serán recubiertas por una cenefa metálica.

Otra consideración a tener presente, es que cuando la cañería atraviesa muros debe hacerlo por dentro de una estructura que la proteja, es por ello que en las acometidas al edificio y para la derivación de aire comprimido medicinal al servicio de esterilización también se deben embutir caños de PVC para su paso. Se muestra en la figura 4.16 cómo se debe realizar lo antes mencionado.

1. Muro.

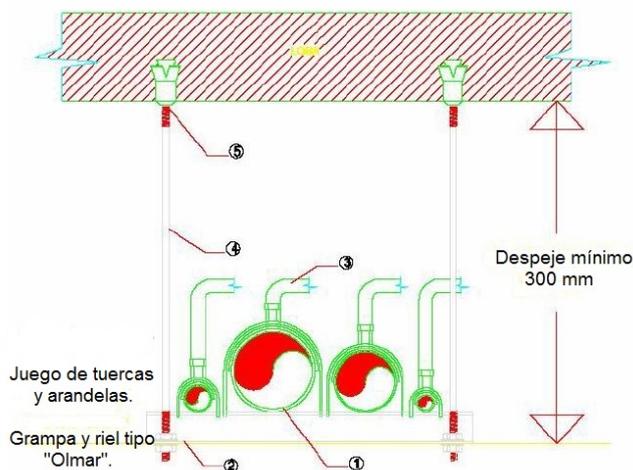


Figura 4.15: Ejemplo de soporte de cañería

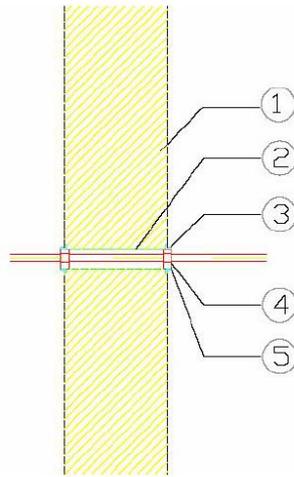


Figura 4.16: Cruce de muros

2. Interior – pasa caño de PVC.
3. Sellado.
4. Caño de cobre.
5. Rosca de unión.

Como cierre del apartado se presenta en las figuras 4.17 y 4.18 el trazado preliminar para cada una de las instalaciones.

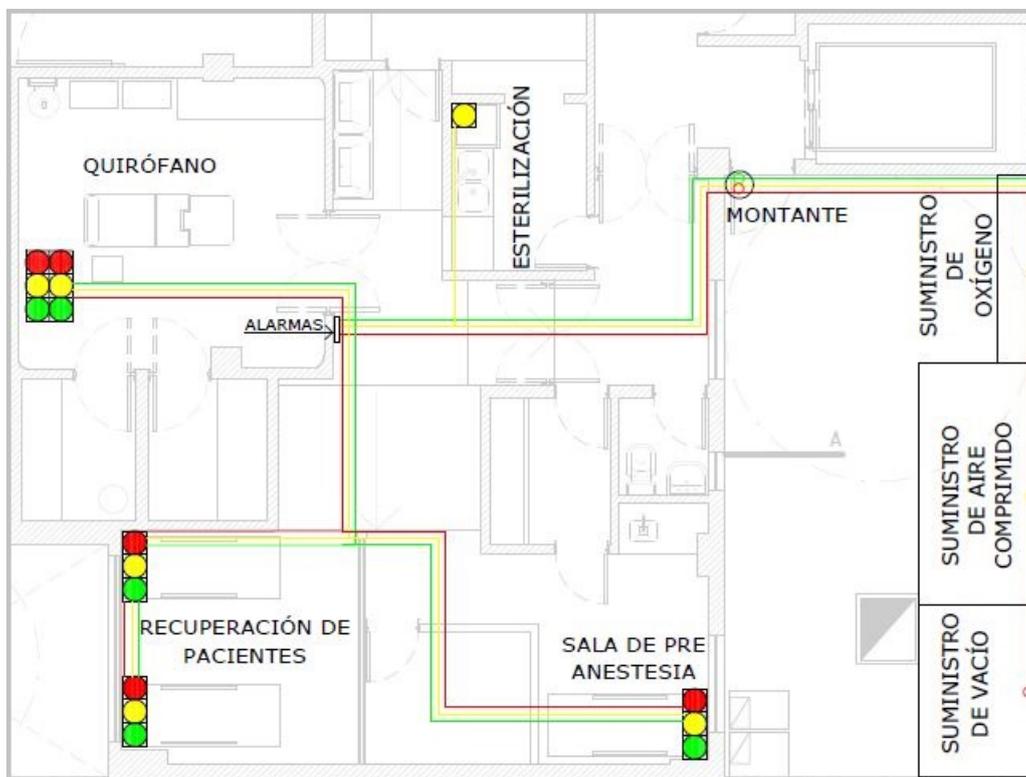


Figura 4.17: Trazado preliminar - Planta baja

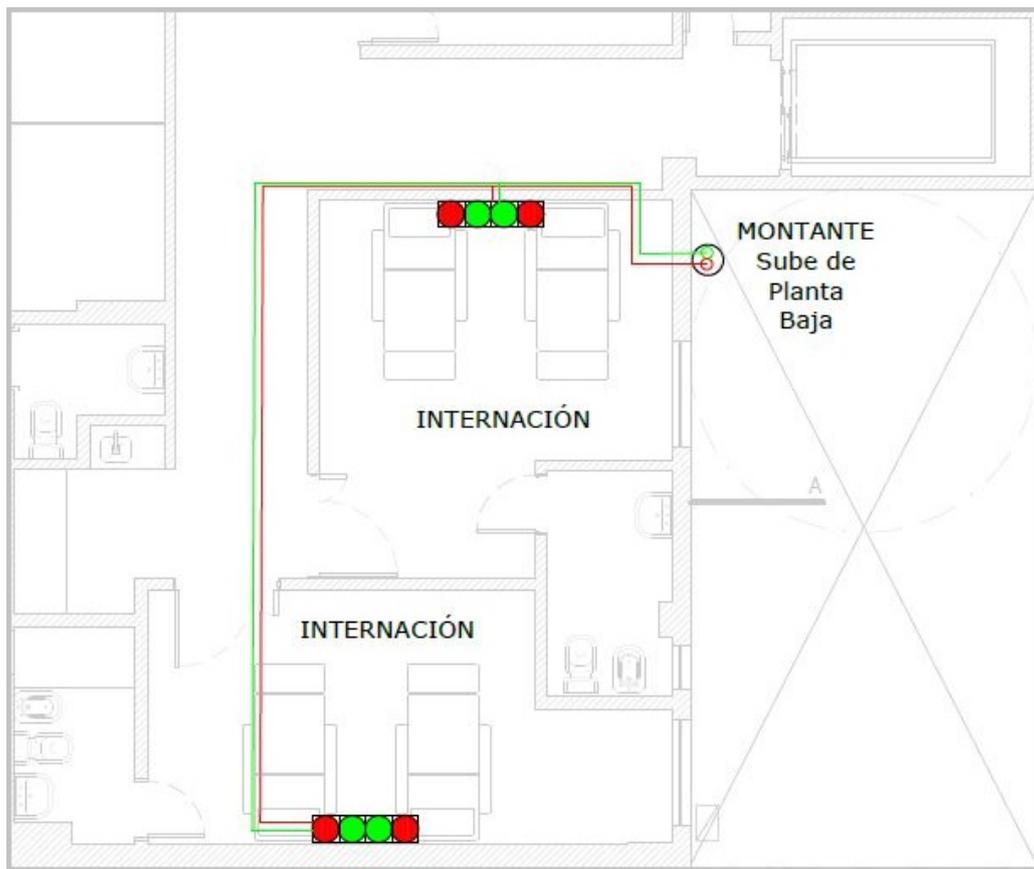


Figura 4.18: Trazado preliminar - Planta alta

4.2.3. Considerando el layout de la institución (circulación y forma de trabajo), ubicar las cajas de válvulas de corte y los puntos de acceso a la red

A la hora de definir las ubicaciones de las válvulas de corte tenemos que tener presente algunas consideraciones; toda montante debe tener una válvula de corte adyacente a la conexión con la línea principal y cada ramal debe estar dotada de una válvula de corte contigua a la conexión con el ascendente o con la línea principal.

Es aconsejable considerar la provisión de una válvula de corte en el punto donde la cañería entra al edificio a menos que la válvula de corte principal, de montante o de la rama esté accesible dentro del edificio.

Las válvulas de corte no se deben instalar en aquellos lugares donde en caso de ocurrir una fuga de gas sea probable que el mismo se acumule, por ejemplo en un recinto sellado.

Las llaves de corte a utilizar, serán del tipo esféricas, con esfera de acero inoxidable, asiento de teflón y cuerpo de bronce. Las conexiones a las cañerías de las llaves se efectuarán mediante un tubo soldable. Las mismas se identificarán tal como se menciona en la norma correspondiente [1].

En este caso está previsto cielorraso desmontable en los lugares donde estarán presentes las válvulas de corte, siendo identificados mediante carteles, quedando visibles y accesibles para el personal autorizado en los pasillos de circulación técnica. Se colocarán llaves de corte en los ramales a la entrada de los servicios en planta baja.

Para el primer piso se colocará únicamente un juego de llaves en la troncal, en lugar de colocarlas en la montante adyacente a la línea principal con el fin de que sea fácilmente accesible.

Asimismo como las válvulas de corte se encontrarán accesibles, resulta innecesario colocar válvulas de corte en la acometida al edificio.

Por último resta disponer los cuadros de segunda regulación; para su comprensión cabe mencionar que cuando el sistema de redes de distribución se encuentra en funcionamiento las variaciones en la presión de un gas que está siendo suministrado a un paciente son consideradas riesgosas. Además, el caudal es función directa de la presión, por lo tanto si un médico aconseja suministrar 5 litros por minuto de oxígeno a un paciente pediátrico, el enfermero calibra el dosificador del equipo a dicho valor, pero si de repente la presión disminuye por un exceso de consumo en otro punto del servicio, el caudal disminuirá directamente. En este punto resulta eficaz contemplar la colocación de cuadros de segunda regulación, cuya función es asegurar una presión estable por piso o por sector, eliminando las variaciones de presión y consumo en los sectores críticos. En general, se acostumbra colocar un cuadro de segunda regulación por piso crítico o servicio (Unidad de Terapia Intensiva, Unidad Coronaria, Quirófanos, Neonatología).

Para el caso particular atendido, se colocará un cuadro de segunda regulación por piso como se observa en las figuras 4.20 y 4.21. El cuadro se coloca resguardado en una caja y consiste en un regulador de presión por gas medicinal y vacío, cada uno con sus respectivas válvulas de corte ubicadas estratégicamente (by-pass) de forma tal que cuando se deba realizar mantenimiento no se corte el suministro al piso.

En la figura 4.19 se muestra la configuración de un cuadro de segunda regulación para dos gases y vacío. A los fines prácticos en el plano se representa el conjunto de segunda regulación para un único gas.

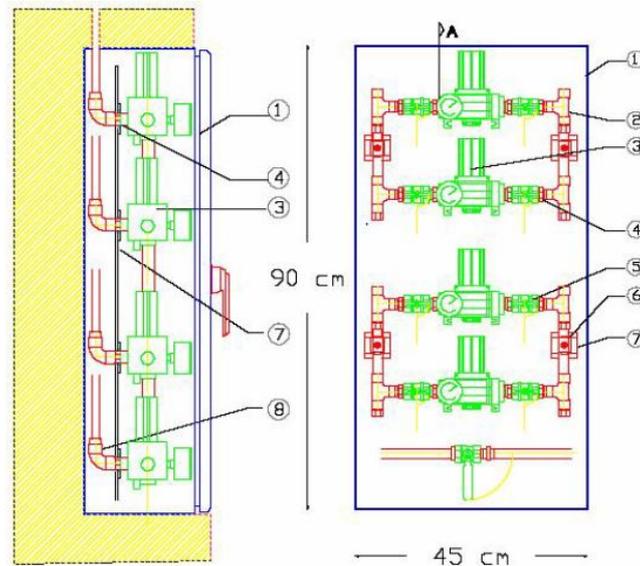


Figura 4.19: Cuadro de segunda regulación para dos gases y vacío

4.3. Verificación de las dimensiones del plano y la realidad; comprobación del paso de caños y existencia de columnas (planteo y adecuación del tendido, si aplica)

Para este ítem lo importante fue realizar varias visitas de obra para definir la ubicación de la cañería, ya que al tratarse de una obra nueva también se presenta el tendido de otros servicios como lo son el eléctrico y el aire acondicionado. Por lo tanto, resulta imprescindible la buena comunicación con el resto de las empresas contratistas para que todos puedan realizar su trabajo de forma óptima y ordenada, dado que cualquier modificación en alguna de las instalaciones repercute en el resto.

Por lo antes mencionado, se solicitaron los planos del tendido eléctrico y de aire acondicionado para así evitar interferencias y respetar las distancias establecidas con la línea eléctrica.[1]

Otra de las tareas realizadas en las visitas fue medir con cinta métrica las dimensiones del patio interno empleado para construir las salas de máquinas con el fin de verificar que las dimensiones del plano en ese sector coincidan con la realidad para disminuir el error y poder visualizar mejor la distribución de las salas e ir diagramando la ubicación de los equipos, que se definirán más adelante, dado que en esta instancia aún no están definidas las fuentes de suministro. La misma tarea se realizó en el Quirófano para poder definir la ubicación de la torre.

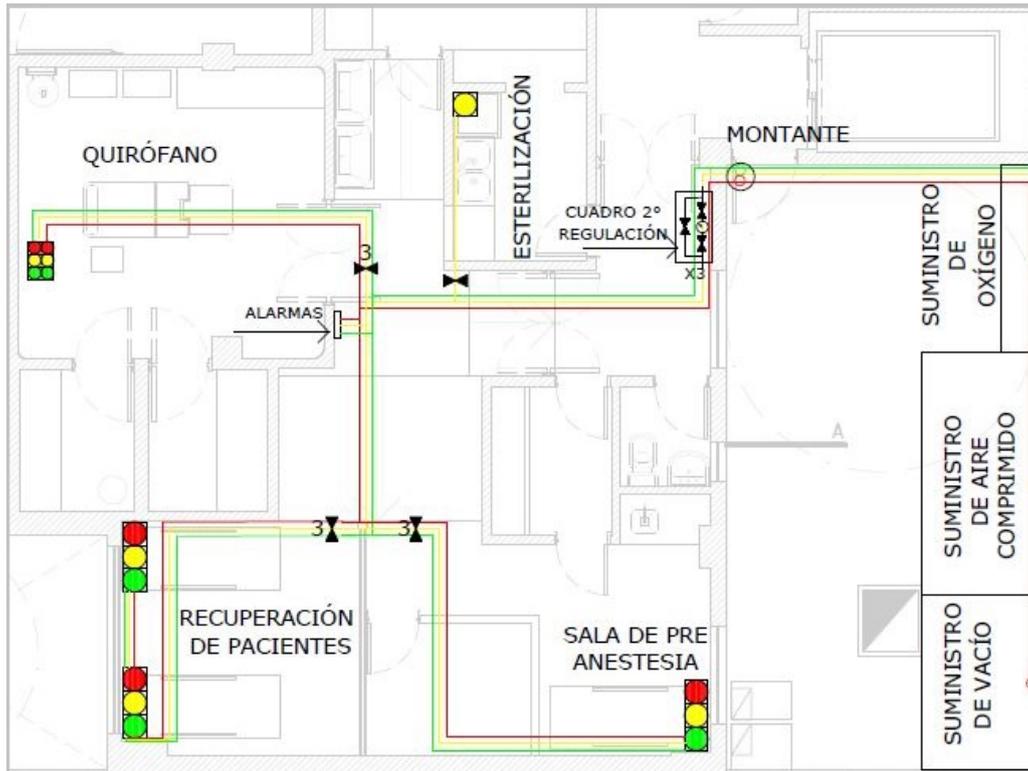


Figura 4.20: Ubicación de Válvulas de corte y Cuadro de Segunda Regulación - Planta baja

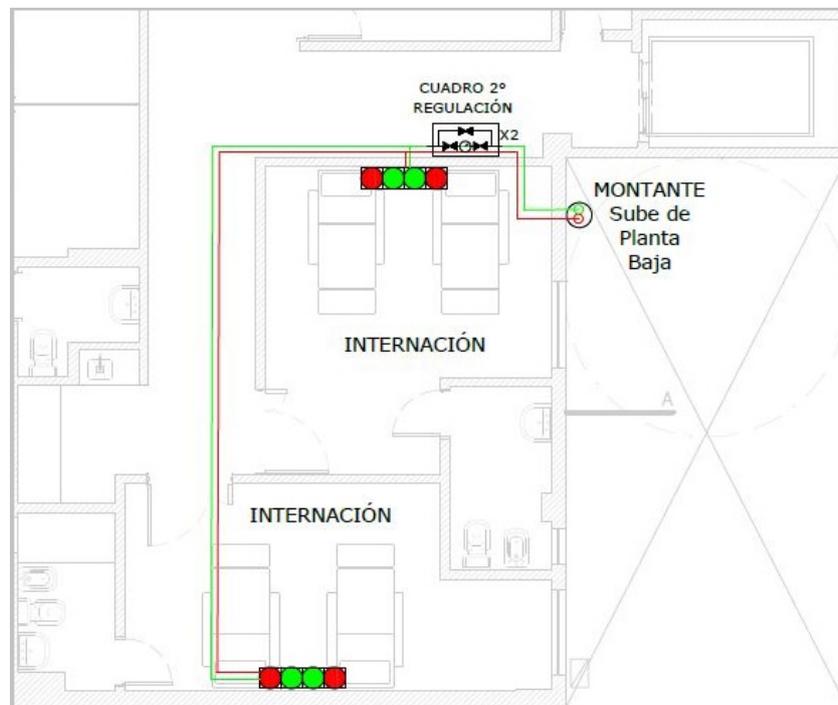


Figura 4.21: Ubicación de Válvulas de corte y Cuadro de Segunda Regulación - Planta alta

4.4. Diagrama esquemático sobre plano del tendido

Con la recaudación de información del ítem anterior, junto a los trazados realizados en el ítem 4.2.2 se procede a realizar el diagrama esquemático final del tendido del sistema de redes de distribución de gases medicinales y vacío.

El diseño preliminar fue modificado en algunos tramos debido a que se detectó la dificultad que generaría colocar la soportería por tratarse de techo de telgopor en su mayor parte y tener vigas de poco ancho. Por este motivo, se seleccionó el recorrido más conveniente para poder colocar los soportes de forma correcta. Una solución alternativa es emplear un sistema de doble rieles para poder fijarlos correctamente al techo.

Como se mencionó anteriormente, es primordial tener una buena comunicación con el resto de los contratistas que se encuentran trabajando en el lugar, como así también con el personal a cargo de la obra. Este aspecto es clave por las modificaciones in situ que se presentan y que se necesitan resolver a la brevedad para evitar futuros inconvenientes en el diseño / instalación.

Se recuerda que los espacios destinados a las fuentes de suministro son puramente esquemáticos, con el objeto de trazar la cañería desde la fuente de suministro a cada unidad terminal. En el ítem que se continúa se realizará la selección de los equipos.

En las figuras 4.22 y 4.23 se exponen los planos finales de instalaciones de gases medicinales y vacío que se enseñaron al cliente y al arquitecto a cargo de la obra.

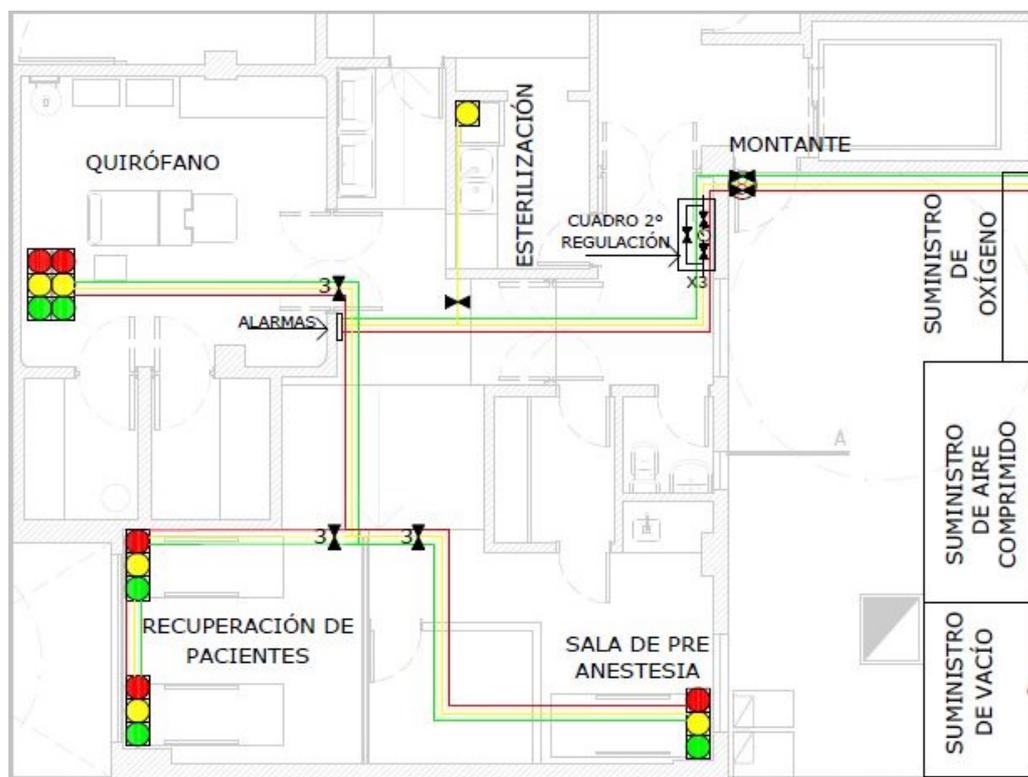


Figura 4.22: Diagrama esquemático - Planta baja

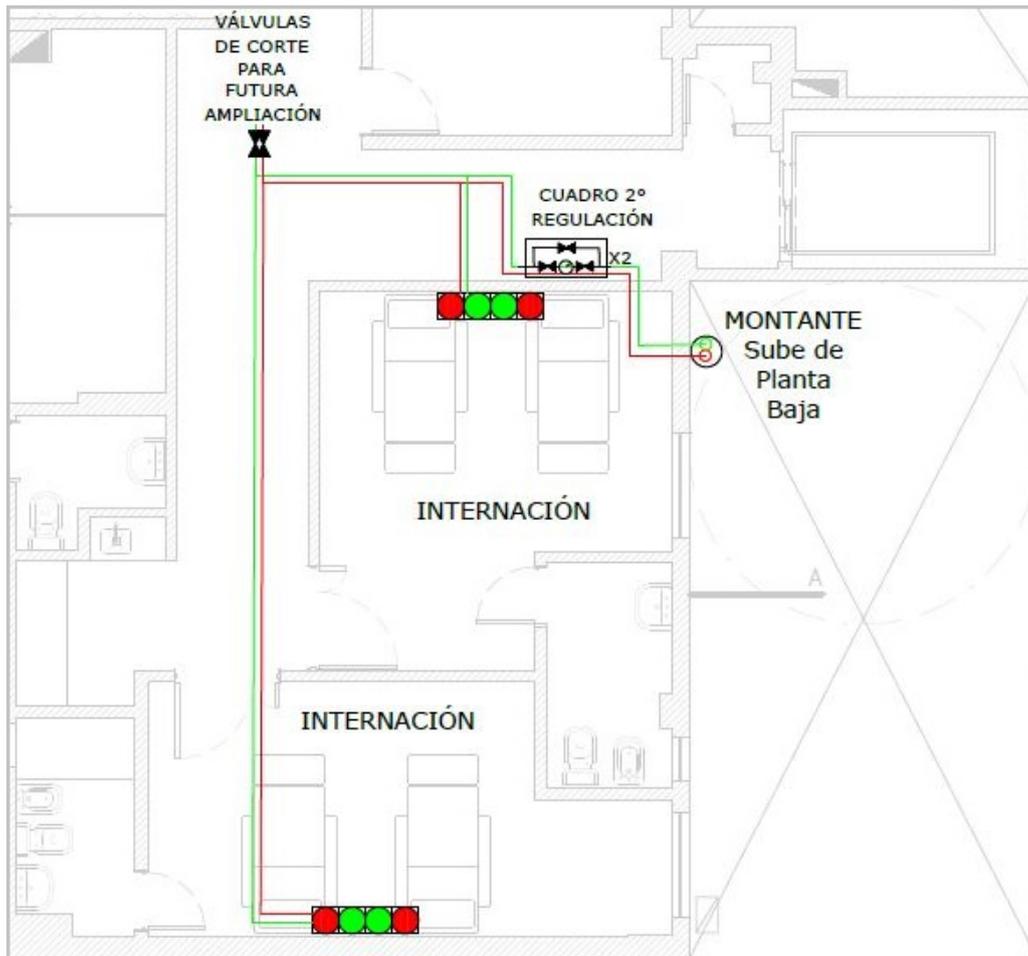


Figura 4.23: Diagrama esquemático - Planta alta

4.5. Cálculo de secciones, materiales, mano de obra y salas de máquinas

Como se pudo observar en la explicación teórica de este ítem, partiendo del diagrama esquemático se prosigue con el cálculo de los caudales teóricos.

Ingresamos el número de camas según el ítem 4.1.3, colocamos el caudal previsto para cada gas medicinal y vacío en base a la tabla expuesta en la Norma Europea FDS 90 – 155 [12] y a la experiencia, se completan los coeficientes de simultaneidad y así obtenemos los caudales teóricos.

Tal como se dispuso, a los valores obtenidos se le añade un 5 % extra a compensar por cada tramo inferior a 15 metros que se asocia al caudal perdido por rozamiento en curvas, válvulas de corte y accesorios de interconectados. Para ello se debe medir la cañería de oxígeno / aire medicinal y vacío en el diagrama esquemático.

A su vez, se estima un 20 % adicional de caudal disponible en caso de ampliaciones de red o sector; estos porcentajes se basan en la experiencia profesional.

4.5.1. Cálculo de caudales según relevamiento

Obtenemos los valores acorde a los datos proporcionados por la Norma Europea FDS 90-155 [12], los mismos se pueden visualizar en las figuras 4.24, 4.25 y 4.26:

4.5.1.1. Oxígeno medicinal

Aplicación	Camas	Oxígeno		Caudal m3/h	
		Lts/min	Coef. Sec.	Primario	Secundario
Cama normal	4	20	0,80	4,80	3,84
Cama especial	3	30	0,40	5,40	2,16
Quirófano	1	20	0,60	1,20	0,72
Esterilización	1	0	0	0	6,72
Caudales				11,40	6,72

Figura 4.24: Cálculo teórico de caudal para Oxígeno Medicinal

Caudal Teórico primario = 11,40 m³ / hora

Caudal a compensar primario (15 %) = 1,71 m³ / hora

Caudal a incrementar primario (20 %) = 2,28 m³ / hora

Caudal total primario = 15,39 m³ / hora

Caudal Teórico secundario = 6,72 m³ / hora

Caudal a compensar secundario (15 %) = 1,01 m³ / hora

Caudal a incrementar secundario (20 %) = 1,34 m³ / hora

Caudal total secundario = 9,07 m³ / hora

4.5.1.2. Aire medicinal

Aplicación	Camas	Aire Comprimido		Caudal m3/h	
		Lts/min	Coef. Sec.	Primario	Secundario
Cama normal	4	0	0	0	0
Cama especial	3	30	0,20	5,40	1,08
Quirófano	1	15	0,50	0,90	0,45
Esterilización	1	50	0,50	3	1,50
Caudales				9,30	3,03

Figura 4.25: Cálculo teórico de caudal para Aire Comprimido Medicinal

Caudal Teórico primario = 9,30 m3 / hora

Caudal a compensar primario (10 %) = 0,93 m3 / hora

Caudal a incrementar primario (20 %) = 1,86 m3 / hora

Caudal total primario = 12,09 m3 / hora

Caudal Teórico secundario = 3,03 m3 / hora

Caudal a compensar secundario (10 %) = 0,30 m3 / hora

Caudal a incrementar secundario (20 %) = 0,61 m3 / hora

Caudal total secundario = 3,94 m3 / hora

4.5.1.3. Vacío

Aplicación	Camas	Vacío		Caudal m3/h	
		Lts/min	Coef. Sec.	Primario	Secundario
Cama normal	4	20	0,70	4,80	3,36
Cama especial	3	10	0,30	1,80	0,54
Quirófano	1	120	0,75	7,20	5,40
Esterilización	1	0	0	0	0
Caudales				13,80	9,30

Figura 4.26: Cálculo teórico de caudal para Vacío

Caudal Teórico primario = 13,80 m3 / hora

Caudal a compensar primario (15 %) = 2,07 m3 / hora

Caudal a incrementar primario (20 %) = 2,76 m3 / hora

Caudal total primario = 18,63 m3 / hora

Caudal Teórico secundario = 9,30 m³ / hora
 Caudal a compensar secundario (15 %) = 1,39 m³ / hora
 Caudal a incrementar secundario (20 %) = 1,86 m³ / hora

Caudal total secundario = 12,55 m³ / hora

4.5.2. Cálculo del diámetro de cañerías

Con los caudales totales resultantes, procedemos a determinar las secciones de la cañería aplicando la fórmula empírica para el cálculo del diámetro de cañerías y le asociamos la medida comercial con la que se corresponde el diámetro interno empleando la tabla de la figura 3.11, como se puede ver en la figura 4.27.

Sección de Cañería	Diámetro Interior [mm]	Diámetro Exterior [mm]	Medida comercial [pulgada]
Troncal Oxígeno	9,21907127	11,2190713	3/8
Secundaria Oxígeno	9,57034228	11,5703423	3/8
Troncal Aire	8,17110917	10,1711092	3/8
Secundaria Aire	6,30771319	8,30771319	3/8
Troncal Vacío	10,0648568	12,0648568	1/2
Secundaria Vacío	8,26081762	10,2608176	3/8

Figura 4.27: Cálculo de diámetros de cañerías

NOTA: Para la cañería troncal de vacío se toma 1/2" de diámetro por estar muy próximo al límite superior para entrar en el diámetro de 3/8".

4.5.3. Verificación de los diámetros

Empleando el servicio en línea que brinda *KAESER S.A.* para el cálculo de caída de presiones se corrobora que las secciones aseguren los caudales y presiones previstos para los servicios.

Para ello se verificarán los servicios de: Quirófano, Pre-anestesia, Recuperación quirúrgica, habitaciones de Internación y Esterilización.

Se realizará una verificación en dos etapas:

1. Se verifican los diámetros de la línea principal para cada gas medicinal y vacío empleando el caudal total primario para cada uno (valores arrojados por la tabla de cálculo de caudales teóricos con la aplicación de los porcentajes de compensación e incremento), la presión de distribución nominal (8bar para gases medicinales y 0,65bar para vacío) y el total de metros de caño para cada tipo de tubería.
2. Se verifican los diámetros de las cañerías secundarias, empleando los caudales parciales secundarios para cada gas medicinal y vacío (valores arrojados por la tabla de cálculo de caudales teóricos con la aplicación de los porcentajes de compensación e incremento). Para ello, se emplea la suma de los caudales de cada servicio contenidos en un mismo piso y que se ven afectados por el respectivo cuadro de segunda regulación (3,5bar para gases medicinales y 0,65bar para vacío). Para la verificación se consideran únicamente los metros de caño implicados en dicho sector.

Aplicación

En un principio se completan los datos solicitados en el Servicio en Línea de KAESER S.A.

- Caudal: se obtiene de los valores de caudal total primario / secundario para cada gas medicinal y vacío. Se debe hacer una conversión de unidades de m³ / hora a m³ / minuto.
- Longitud nominal de la cañería: se obtiene midiendo los metros de distancia desde la fuente de suministro hasta cada uno de los puntos de consumo en el Diagrama esquemático sobre plano del tendido del ítem 4. Luego, se multiplica por un factor de 1,6 dado que la longitud equivalente asociada a curvas y uniones es de aproximadamente el 60% de la longitud de la cañería recta, como se estipuló en la descripción de este apartado.
- Diámetro interno de la cañería: se obtiene de la figura 3.11. tomando directamente la medida comercial asociada en milímetros para la cañería de cada gas medicinal y vacío según cada caso.

Una vez ingresados los datos se verifica que la caída de presión cumpla con los valores permisibles según la Norma IRAM ISO 7396-1, según figura 4.28.

Sistema de Cañería	Caída de presión permisible
Gases medicinales comprimidos, que no sean aire o nitrógeno para accionamiento de herramientas quirúrgicas.	10%
Aire o nitrógeno para accionamiento de herramientas quirúrgicas.	15%
Vacío.	25%

Figura 4.28: Caída de presión máxima permisible

Primera Etapa: Verificación del diámetro de cañería principal

El presente desarrollo se aplica para cada una de las cañerías; a modo de ejemplo se expone la verificación para la línea principal de suministro de Oxígeno Medicinal:

Datos solicitados

- Caudal total primario = 15,39 m³ / hora = 0,26 m³ / min
- Longitud cañería (medida del diagrama esquemático) = 65,50 metros
- Longitud nominal cañería = 65,50 metros X 1,6 = 104,80 metros
- Diámetro interno de la cañería = 10,922 mm (medida comercial = 3/8")

El valor de caída de presión arrojado es de 0,57 bar, él mismo es menor a 0,8 bar que se corresponde con el valor máximo permisible de caída de presión, calculado a partir de la figura 4.29. Por lo tanto, el diámetro para la línea principal de 3/8" verifica.

Caudal	<input type="text" value="0.26"/>	m ³ /min
Longitud nominal	<input type="text" value="104.8"/>	m
Presión de servicio absoluta	<input type="text" value="8"/>	bar
Diámetro interior de la tubería	<input type="text" value="10.922"/>	mm
Caída de presión	<input type="text" value="0.57"/>	bar

Figura 4.29: Cálculo de caída de presión, empleando el Servicio en Línea de KAESER S.R.L. para suministro de Oxígeno Medicinal

Se opta por elegir la medida de diámetro comercial inmediatamente superior, 1/2" (diámetro interior 13,843 mm), debido a que en la experiencia no resulta conveniente emplear diámetros inferiores en cañerías principales.

A partir de esta modificación se vuelve a verificar si el valor de caída de presión es aceptable para el nuevo diámetro.

Caudal	<input type="text" value="0.26"/>	m ³ /min
Longitud nominal	<input type="text" value="104.8"/>	m
Presión de servicio absoluta	<input type="text" value="8"/>	bar
Diámetro interior de la tubería	<input type="text" value="13.843"/>	mm
Caída de presión	<input type="text" value="0.18"/>	bar

Figura 4.30: Cálculo de caída de presión, empleando el Servicio en Línea de KAESER S.R.L. para la medida de diámetro comercial adoptada para la línea principal de suministro de Oxígeno Medicinal

Se observa en la figura ?? que el resultado de caída de presión verifica y que es menor que el valor obtenido anteriormente para un diámetro de 3/8".

Se debe repetir el cálculo para el caudal total primario para verificar los diámetros de la cañería principal de Aire Comprimido Medicinal y de Vacío.

Seguidamente, en la figura 4.31 se muestra el resumen de los valores obtenidos.

De la tabla se determina que el diámetro comercial de 3/8" calculado para la línea principal de Aire Comprimido Medicinal verifica, dado que la caída de presión está por debajo del 10% del valor de la presión absoluta de trabajo. Nuevamente, al igual que en la verificación de la

Suministro	Oxígeno	Aire	Vacío
V (m3/min)	0,26	0,20	0,31
L (mm)	104,80	78,26	113,34
Id (mm)	13,84	10,92	13,84
p (bar)	8	8	0,65
Δp (bar)	0,18	0,26	X
	$\Delta p < 0,8$	$\Delta p < 0,8$	$\Delta p \gg 0,1625$
VERIFICA	SI	SI	NO

Figura 4.31: Resultados de caídas de presión de la línea principal

cañería de oxígeno, a pesar que el diámetro original verifica, se opta por el diámetro comercial inmediatamente superior; el diámetro de caño a utilizar es 1/2" (diámetro interno de 13,843mm).

Para el caso de la cañería de vacío, la caída de presión (Δp) supera la presión absoluta de trabajo (p) y el sistema de cálculo arroja error (Ver Fig. 4.31); por ello en la tabla se observa el símbolo X ya que se desconoce el valor. Seguidamente, se prueba con los diámetros inmediatamente superiores hasta encontrar el diámetro que verifique la caída de presión.

Suministro	Oxígeno	Aire	Vacío
V (m3/min)	0,26	0,20	0,31
L (mm)	104,80	78,26	113,34
Id (mm)	13,84	13,84	19,94
p (bar)	8	8	0,65
Δp (bar)	0,18	0,08	0,52
	$\Delta p < 0,8$	$\Delta p < 0,8$	$\Delta p \gg 0,1625$
VERIFICA	SI	SI	NO

Figura 4.32: Resumen de las verificaciones de caídas de presión de la línea principal

Cabe destacar, que el diámetro de 3/4" no verifica la caída de presión máxima permisible por arrojar un valor por encima del 25 % de la presión absoluta de trabajo y el diámetro comercial que si verifica es 1".

En la experiencia, considerando el tamaño del establecimiento en estudio, una cañería de 1" de diámetro representa una sobre exigencia para los equipos de generación de vacío para mantener la cañería presurizada. Por lo que se procede a realizar una segunda verificación contemplando únicamente los metros de caño de la línea principal (troncal y montante) que se encuentran entre la sala de generación de vacío y los cuadros de segunda regulación (Ver Figura 4.33)

Suministro	Oxígeno	Aire	Vacío
V (m3/min)	0,26	0,20	0,31
L (mm)	104,80	78,26	27,50
Id (mm)	13,84	13,84	19,94
p (bar)	8	8	0,65
Δp (bar)	0,18	0,08	0,13
	$\Delta p < 0,8$	$\Delta p < 0,8$	$\Delta p < 0,1625$
VERIFICA	SI	SI	SI
Medida Comercial	1/2"	1/2"	3/4"

Figura 4.33: Resumen de verificaciones y diámetros comerciales seleccionados

Segunda etapa: Verificación del diámetro de cañería secundaria

Dado que se está ante un sistema de doble etapa, se debe verificar el diámetro de las cañerías afectadas por cada uno de los cuadros de segunda regulación.

Para ello, se identifican los servicios afectados:

- Planta Baja: Pre-anestesia, Recuperación de cirugía, Quirófano y Esterilización.
- Primer Piso: Internación adultos.

Datos requeridos:

- Caudal: Se toman los caudales parciales secundarios para cada gas medicinal y vacío que se exponen en las tablas de cálculo de caudal teórico, se le aplican los porcentajes de compensación e incremento y se suman los que están contenidos en un mismo piso.
- Longitud nominal de la cañería: Resulta de medir por piso, los metros de caño para cada gas medicinal y vacío, aguas abajo del cuadro de segunda regulación, y multiplicarlos por un factor de 1,6 para incluir la longitud equivalente asociada a curvas y uniones.
- Presión de trabajo absoluta: en este caso es de 3,5 bar para los gases medicinales y 0,65 bar para el vacío.

Una vez obtenidos los valores de caída de presión, se adopta el mismo criterio de clasificación antes expuesto, tomando como referencia las presiones de caída máximas permisibles según la figura 4.28.

En la figura 4.34 se presentan los valores obtenidos una vez aplicada la herramienta de cálculo de caída de presión provista por KAESER S.A.

Se observa que los diámetros secundarios obtenidos para los gases medicinales verifican, dado que la caída de presión (Δp) se encuentra por debajo del 10 % de la presión de trabajo (p).

En cambio, el diámetro secundario para el vacío ocasiona la caída de presión (Δp) supere la presión absoluta de trabajo (p) y el sistema de cálculo arroja error; por ello en la tabla se observa la X. Nuevamente, se prueba con los diámetros inmediatamente superiores hasta encontrar el diámetro que verifique la caída de presión (Ver Figura 4.35)

Por último se procede a realizar las verificaciones correspondientes a los diámetros de las cañerías secundarias contenidas en el primer piso, se muestra en la figura 4.36

En el primer piso el diámetro secundario para Oxígeno Medicinal verifica, esto se debe a que la caída de presión (Δp) se encuentra por debajo del 10 % de la presión de trabajo (p).

Planta Baja			
Suministro	Oxígeno	Aire	Vacío
V (m3/min)	0,06	0,07	0,13
L (mm)	56,99	63,60	56,99
Id (mm)	10,92	10,92	10,92
p (bar)	3,50	3,50	0,65
Δp (bar)	0,05	0,06	X
	$\Delta p < 0,35$	$\Delta p < 0,35$	$\Delta p >> 0,1625$

Figura 4.34: Resumen de verificaciones de las caídas de presión de la cañería secundaria en la Planta Baja

Planta Baja			
Suministro	Oxígeno	Aire	Vacío
V (m3/min)	0,06	0,07	0,13
L (mm)	56,99	63,60	56,99
Id (mm)	10,92	10,92	16,89
p (bar)	3,50	3,50	0,65
Δp (bar)	0,05	0,06	0,13
	$\Delta p < 0,35$	$\Delta p < 0,35$	$\Delta p < 0,1625$
VERIFICA	SI	SI	SI
Medida Comercial	3/8"	3/8"	5/8"

Figura 4.35: Resumen de diámetros que verifican los valores de caída de presiones máximas admisibles y que se seleccionan para el tendido de la cañería secundaria de Planta Baja

Por otra parte, se debe destacar que si bien el diámetro secundario para el vacío no verifica; en este caso, la caída de presión (Δp) está por debajo de la presión absoluta de trabajo (p). No verifica por arrojar un valor que está un poco por encima del 25 % del valor de caída máximo permisible.

Por seguridad, para el vacío se toma la medida comercial inmediatamente superior; se muestra en la figura 4.37

A modo de resumen y con el fin de cerrar el apartado se presentan las medidas comerciales de los diámetros de cañería que se emplearán para cada gas medicinal y vacío en cada piso del establecimiento, ver figura 4.62

Primer Piso			
Suministro	Oxígeno	Aire	Vacío
V (m3/min)	0,09	-	0,08
L (mm)	28,85	-	28,85
Id (mm)	10,92	-	10,92
p (bar)	3,50	-	0,65
Δp (bar)	0,05	-	0,20
	$\Delta p < 0,35$	-	$\Delta p > 0,1625$
VERIFICA	SI	-	NO

Figura 4.36: Resumen de verificaciones de las caídas de presión de la cañería secundaria en Primer Piso

Primer Piso			
Suministro	Oxígeno	Aire	Vacío
V (m3/min)	0,09	-	0,08
L (mm)	28,85	-	28,85
Id (mm)	10,92	-	13,84
p (bar)	3,50	-	0,65
Δp (bar)	0,05	-	0,06
	$\Delta p < 0,35$	-	$\Delta p < 0,1625$
VERIFICA	SI	-	SI
Medida Comercial	3/8"	-	1/2"

Figura 4.37: Resumen de diámetros que verifican los valores de caída de presiones máximas admisibles y que se seleccionan para el tendido de la cañería secundaria en Primer Piso

Cañería	Oxígeno	Aire	Vacío
Principal	1/2"	1/2"	3/4"
Secundaria Planta Baja	3/8"	3/8"	5/8"
Secundaria Primer Piso	3/8"	-	1/2"

Figura 4.38: Resumen de los diámetros comerciales de caño seleccionado

4.5.3.1. Materiales

Se puede visualizar en la figura 4.39 el listado de materiales necesarios para el proyecto. Para estimar los metros de caño se considera un 10 % adicional por cada medida de caño; así como también se tendrá en cuenta que el caño de cobre se comercializa en tiras rígidas de 5m. Según lo recomendado por la Norma [1] se colocará un sistema de soporte de cañería cada 1,5m de distancia.

Materiales	Cantidad
Caño de cobre 3/8"	102,74 m
Caño de cobre 1/2"	145,68 m
Caño de cobre 5/8"	39,18 m
Caño de cobre 3/4"	18,91 m
Accesorios de cobre	Según plano
Sistema de soporte	Según necesidad
Soldadura de plata	Según necesidad
Fundente	Según necesidad
Válvulas de corte	Según necesidad

Figura 4.39: Resumen de materiales necesarios para el tendido de cañería

4.5.4. Selección de fuentes de suministro

Se contempla Fuente de suministro primario, Fuente de suministro secundario y Fuente de suministro de reserva.

4.5.4.1. Suministro de Oxígeno Medicinal

La decisión de suministrar gases comprimidos o licuados pasa por tener en cuenta varios factores como lo son el consumo del centro sanitario y la operativa de producción y distribución del fabricante de gases para esa zona o región. La variable de mayor importancia es el consumo del centro sanitario, por lo que se aconseja analizar primero dicho factor.

Partiendo del valor obtenido del cálculo teórico de caudal para Oxígeno Medicinal y tras aplicar el porcentaje de compensación y de incremento se obtuvo el caudal total primario cuyo valor es 15,39 m³ / hora; este caudal es el que debemos garantizar con nuestras fuentes de suministro primario, secundario y de reserva respectivamente.

Entre las opciones que encontramos, como se describió anteriormente, tenemos por un lado los cilindros que suministran gases comprimidos a alta presión y por otro, los termos criogénicos móviles y los tanques criogénicos estacionarios que contienen gas en estado líquido que tras pasar por un evaporador interno, llegan a una de las ramas de ingreso en estado gaseoso a una presión menor que la presión interna de los cilindros.

Es usual usar un termo en una rama de suministro y una batería de cilindros en la otra rama de suministro y lo que se recambia es el termo, quedando la rama de backup.

Algunos establecimientos que poseen envases de termos en buenas condiciones suelen contar con un sistema 1 + 1 de termos, pero si los termos tienen demasiado uso, sumado al movimiento que tienen en el transporte el volumen inicial (termo lleno) nunca es el mismo cuando comienza el consumo en el hospital producto de las evaporaciones.

Para el caso en estudio lo primero es estimar el consumo mensual. Para ello se contempla el consumo diario como el resultante de 8 horas de uso y el mensual por 20 días hábiles, dado que al tratarse de un Centro Ambulatorio Privado las prácticas se llevarán a cabo en su mayoría de Lunes a Viernes, salvo alguna excepción.

Con el caudal total primario de 15,39 m³ / hora se estiman los siguientes consumos:

- Consumo diario (8 horas) = 123,12 m³ / día
- Consumo mensual (20 días) = 2.462,40 m³ / mes

En la figura 4.40 se puede observar el tipo de suministro sugerido en función del consumo del centro.

Gas	Consumo [m ³ /mes]	Tipo de suministro
O ₂	0 - 1.000	Botellas de gas comprimido.
O ₂	1.000 - 3.000	Recipientes criogénicos móviles (termos) de gas licuado.
O ₂	> 3.000	Tanque criogénico de gas licuado.

Figura 4.40: Tipo de suministro de gas en función del consumo del centro

Con la tabla y el valor de consumo mensual calculado, se puede inferir que para el centro en cuestión, resulta conveniente el suministro por medio de termos criogénicos móviles.

Dado que se está por debajo del consumo mínimo requerido, no resulta conveniente la instalación de un tanque criogénico. Además, la norma NFP50 [12] establece que el tanque criogénico tiene que ser instalado al nivel del piso a la intemperie o en una construcción resistente al fuego y no combustible, bien ventilado y usado exclusivamente para ese propósito y debe contar con un radio libre de la circulación del público de 5 metros y contar con espacio para que acceda el camión cisterna cuando se requiera recargarlo. Los únicos espacios disponibles en el centro ambulatorio son dos patios internos y ninguno permite que se cumplan estos requisitos; se deberían plantear modificaciones que no serían posibles por cuestiones de espacio físico.

Por todo lo antes descrito, se propone instalar un termo criogénico como fuente de suministro principal y dos baterías de cilindros como fuente de suministro secundario y de reserva.

La instalación contará con un manifold, estos dispositivos se utilizan para poder administrar tres ramas del mismo gas. Dos ramas entrantes y una saliente, esta última es la que se regula a la presión de línea troncal y las entrantes dependerán de la fuente de suministro principal (cilindros, termos o tanques criogénicos). Los manifolds dependiendo de cuál es la fuente suministro, deberán contar con sistema de acople aptos para cada tipo de envase.

Para el caso expuesto, las entradas al manifold serán un termo criogénico y la salida del cuadro de regulación de las baterías de cilindros de oxígeno.

Batería de cilindros de oxígeno medicinal Se contemplan como fuente de suministro secundaria y de reserva dos baterías de cilindros de oxígeno medicinal del tipo 3+3 con cambio semiautomático que permite abastecer automáticamente a la cañería cuando la fuente de suministro secundaria comienza a agotarse o falla.



Figura 4.41: Termo criogénico móvil de Oxígeno Medicinal

Se prevé instalar cilindros de Oxígeno medicinal de 10m³, los mismos deben solicitarse a la empresa proveedora del gas.

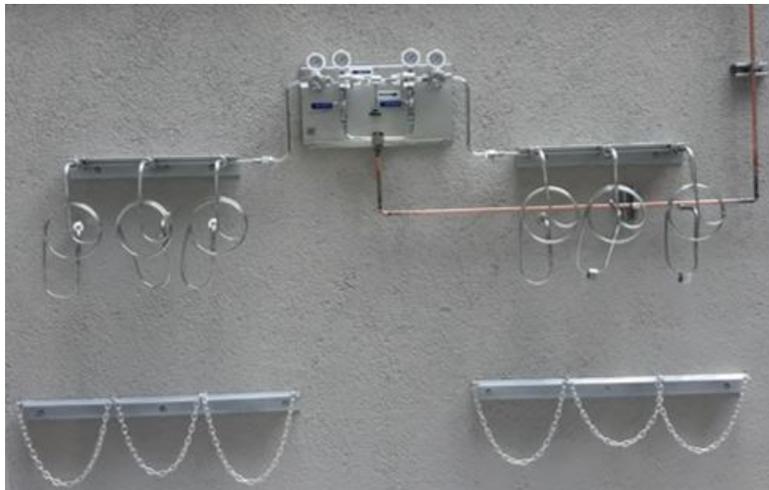


Figura 4.42: Baterías de cilindros 3 + 3 de Oxígeno Medicinal

La instalación se compone de los siguientes elementos:

- Central para cilindros derecha. Cantidad: 1
- Central para cilindros izquierda. Cantidad: 1
- Cambio semiautomático con reguladores para cilindros. Cantidad: 1
- Serpentín de cobre zincado para Oxígeno: Su función es conectar los cilindros a las centrales, es uno por cilindro. Cantidad: 6

- Soporte cadena TRES tubos: Cada cilindro debe estar sujeto para evitar su caída, es una cadena por cilindro. Cantidad: 6

Para la conexión del termo criogénico, se suman los siguientes componentes:

- Manifold. Cantidad:1
- Flexible para termo. Cantidad:1

4.5.4.2. Suministro de Aire Comprimido Medicinal

El punto de partida para seleccionar los tipos de fuentes de suministro para aire comprimido es nuevamente el caudal total que debemos garantizar, se debe tomar el valor de caudal teórico que arroja la figura para Aire Comprimido Medicinal y tras aplicar el porcentaje de compensación y de incremento se obtiene el caudal total primario, que es de 12,09 m³ / hora. Tras analizar las alternativas de suministro, descritas con anterioridad, y teniendo presente lo estipulado en la Norma [1] que al menos una de las tres fuentes debe ser una unidad compresora se optó por la siguiente configuración:

- UNA unidad compresora, constituirá la Fuente de Suministro Primario, con su colector y unidad acondicionadora.
- DOS baterías de cilindros de aire comprimido medicinal, que compondrán la Fuente de Suministro Secundario y de Reserva respectivamente.
- Tablero eléctrico para comando de un compresor, el mismo debe conectarse al suministro de energía de emergencia.

Unidad Compresora En el mercado se pueden encontrar compresores con diferentes principios de funcionamiento, como ser compresores a cárter seco o húmedo; a pistón, a tornillo y scroll, cualquiera es posible siempre que se acondicione el gas a los requisitos de consumo. En este caso, se optó por una unidad compresora de aire, modelo CPSP-303-A, marca TAU-SEM – Industria Argentina, a pistón y cárter seco, con un sistema pendular de una sola biela, totalmente libre de aceite lubricante en todas las etapas de su funcionamiento. El compresor presenta el siguiente régimen de trabajo:

- Caudal desplazado: 380 l/min (22,8 m³ / hora).
- Presión máxima de diseño: 14 Bar.
- Velocidad de rotación: 550 r.p.m.
- Potencia de accionamiento: 3 HP.

Si bien un compresor de 2 HP de potencia de accionamiento llega a cubrir las demandas (caudal desplazado 220 l/min = 13,20 m³/hora) se seleccionó un equipo con mayor potencia para que se pueda suministrar a las instalaciones en caso de ampliaciones.

El sistema pendular ofrece ventajas frente al sistema convencional. Este último, debido a su excesiva fricción pistón cilindro, produce la ovalización de éste, perdiendo así el rendimiento y acrecentando la cantidad de aceite pulverizado que pasa al tanque y cañerías.

Este aceite pulverizado a altísima temperatura y presión dentro de la cámara de compresión (donde las válvulas con residuos carbonosos y partículas metálicas desprendidas por fricción, están incandescentes), encuentran las condiciones ideales para que se produzca la autoignición

del mismo, ocasionando consecuentemente la explosión del cabezal compresor y del tanque acumulador.

Por su parte, el sistema pendular al tener montada todas sus partes móviles sobre rodamientos, sumado a la total ausencia de fricción entre pistón y cilindro, hacen absolutamente innecesaria la utilización del aceite como elemento lubricante. Evitando también la presencia de aceite residual en el sistema de distribución, lo cual podría resultar perjudicial tanto para el equipamiento como respiradores, como para el paciente al que se le suministra el gas.

Los aros de compresión son de PTFE (Politetrafluoroetileno, comercialmente conocido como Teflón), éste elemento se deposita en las paredes del cilindro toroidal, eliminado completamente el rozamiento, ya que el sellado del cilindro en la compresión se produce entre dos superficies de PTFE. Todo esto hace totalmente innecesaria la rectificación de cilindros y componentes durante la vida del compresor.

Continuando con la descripción del equipo, el mismo cuenta con un “cabezal bicilíndrico” de 2 etapas de compresión, accionado por motor eléctrico de 3 HP, trifásico (3 X 380V X 50Hz), 100 % blindado, normalizado IP 55, aislación clase F, por medio de poleas correas trapezoidales, con sus correspondientes correderas y protector de seguridad.

El cilindro de baja posee un filtro para aire de aspiración, con elemento filtrante re-cambiable de material celulósico y carcasa con silenciador.

Sistema de Post – enfriado En la etapa de post-enfriado se retiene entre el 40 % y el 60 % del agua contenida en el aire aspirado por el compresor. Para este caso, se optó por un post-enfriador para aire comprimido, modelo P-1, marca TAUSEM.

Datos técnicos:

- Caudal a 7 bar: 48 m³/h (800 l/min)
- Presión máx. de trabajo: 14 bar
- Temperatura máx. de entrada: 180°C
- Temperatura máx. a la salida: 5 a 15 °C (sobre temperatura ambiente)
- Alimentación eléctrica: 220 v
- Potencia consumida: 16 w – 0,32 amp.
- Velocidad: 1400 RPM
- Conexiones entrada y salida: 1” BSP
- Altura aprox. (mm): 410
- Ancho aprox. (mm): 490
- Profundidad aprox. (mm): 410
- Peso aproximado (kg): 16

En la etapa de compresión, aumenta la temperatura del aire, luego al pasar por el post-enfriador la temperatura del aire comprimido vuelve a descender. Como resultado, el vapor de agua presente se condensa y puede separarse.

El condensado se forma cuando se reducen el volumen del aire y su temperatura al mismo tiempo, ya que estos dos fenómenos reducen la capacidad de saturación del aire. Justamente eso es lo que sucede en la unidad compresora y en el post-enfriador de un compresor. Este condensado se debe eliminar del sistema para evitar daños y averías de equipos y que el agua ingrese a la línea.

Por ello, el post-enfriador está equipado con un Filtro Separador de líquidos y Trampa de Expurgue Automático Incorporada, modelo FCD-L60. Los filtros FCD-L retienen grandes cantidades de emulsión de agua y sólidos de más de 15 micrones.

El aire circula a través de un lecho coalescedor de micro-fibra de vidrio o malla de acero inoxidable, que cambia constantemente la dirección del flujo haciendo chocar el aire y desprendiendo las gotas de mayor volumen que se adhieren a la malla y caen al fondo, donde el drenador automático las expulsa al exterior. Se instalan delante de filtros de partículas y detrás de los post-enfriadores de aire.

Características técnicas:

- Carcasa construida en aluminio
- Conexiones de entrada y salida: Ø 1" gas
- Remoción de líquidos: 99 % de agua
- Máximo líquido residual: 1 %
- Partículas sólidas: >15u
- Pérdida de carga máxima: 0,1 Bar
- Drenador automático incorporado

El cabezal compresor, el motor eléctrico y el post-enfriador van montados y unificados sobre un (1) tanque acumulador de aire en posición horizontal de 220 litros de capacidad, construido según norma ASME Sección VIII, División I (Ver Figura 4.43)

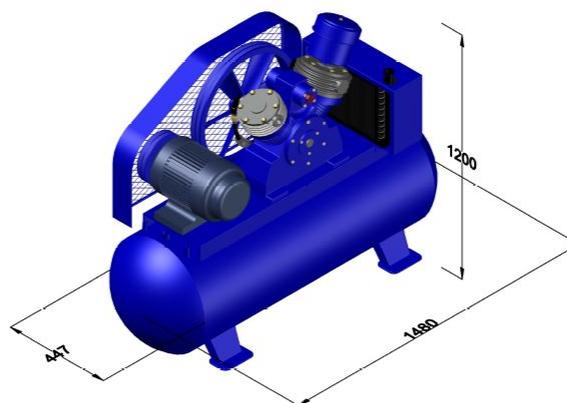


Figura 4.43: Esquema con dimensiones de compresor de 3HP de potencia montado en tanque acumulador horizontal

1. Tanque acumulador horizontal de 220 litros.
2. Cabezal compresor 110 – 80 con porta filtro.

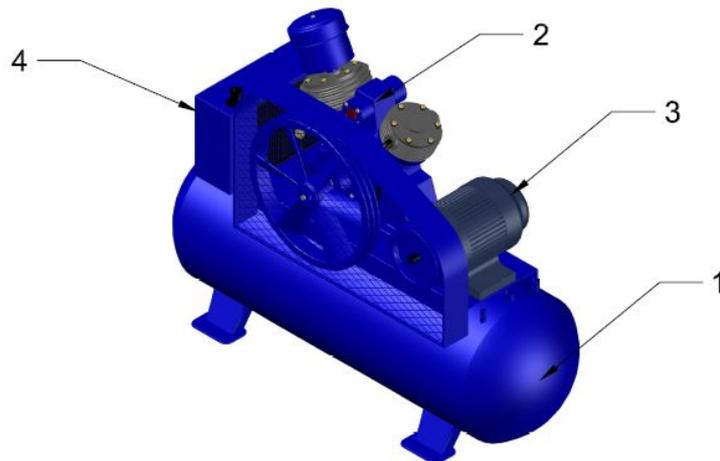


Figura 4.44: Componentes del compresor de 3HP montado en tanque acumulador horizontal

3. Motor de 3 HP.

4. Post enfriador, modelo P1.

El tanque lleva el siguiente equipamiento: Manómetro, válvula de seguridad, válvula de retención, válvula de salida general, válvula de expurgue, presostato de arranque y parada con alivio incorporado. El mismo se entrega con certificado de fabricante. Una vez seleccionada la potencia de la unidad compresora se procede a calcular el volumen de almacenamiento requerido (tanque acumulador), según figura 4.45.

Colector El colector debe estar equipado con válvulas de corte, un drenaje automático, un manómetro y una válvula de alivio de presión. A su vez, debe cumplir con la Norma Europea EN 286-1 [14].

Para la instalación en cuestión, por tratarse de un compresor montado en tanque no estará presente este elemento.

Unidad acondicionadora Una unidad acondicionadora para aire medicinal, normalmente comprende los siguientes elementos:

- Un secador con válvulas de corte y drenaje automático.
- Un absorbedor, un catalizador y filtro (s) según se requiera para eliminar los contaminantes.
- Un sensor de punto de rocío equipado con una alarma y una pantalla, conectado al sistema de cañería más abajo de todas las unidades acondicionadoras.

Sistema de secado frigorífico En esta etapa, el aire comprimido se enfría primero a $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$, y luego se recalienta hasta la temperatura ambiente. Esto significa un déficit de humedad de un 20 % aproximadamente y, en consecuencia, un aire comprimido de mejor calidad, más seco.

Entre las opciones de tipos de secadores se encuentran los frigoríficos y los de adsorción. Los secadores refrigerativos consumen un 3 % de la energía que necesita el compresor para producir aire comprimido, mientras que los secadores de adsorción consumen entre un 10 % y un 25 %, o incluso más.

$$\text{Caudal (1)} = 12,09 \text{ m}^3/\text{h} = 201,5 \text{ lpm}$$

Según la Norma IRAM para tener una sala simple, con un cabezal de aire tipo compresor necesitamos que la capacidad sea de:

$$201,5 \text{ lpm} \times 1 \text{ unidad} = 201,5 \text{ lpm} \text{ de generación en pico de demanda.}$$

Considerando un factor de simultaneidad de utilización de toda la instalación de 0,6%, tenemos un consumo de:

$$120,9 \text{ lpm} \text{ por lo que la planta seleccionada puede soportar la instalación con un solo equipo respetándose los márgenes que establece la Norma.}$$

CAPACIDAD DEL TANQUE = En condiciones normales el período de funcionamiento cumple la premisa de tener por cada 1 tiempo de arranque 2 de parada.

220 LITROS

Esto es, el compresor genera 380 litros durante 1 minuto de funcionamiento, **120,9 lpm** van al consumo del hospital y el resto al tanque lo que le da autonomía de 1 minuto adicional al trabajado, permitiendo el correcto enfriamiento de la maquinaria generadora, en el caso de máxima utilización de la instalación.

(1) Caudal total

Figura 4.45: Dimensionamiento del tanque acumulador de aire

Por ello, se instalará Sistema de by-pass conformado por tres (3) llaves de corte para un (1) secador frigorífico, marca KAESER modelo TA 8. Cantidad de condensados bajo condiciones nominales 210 g/h y la cantidad de aire de refrigeración es de 650 m³/h.

Características técnicas:

- Caudal volumétrico: 0,85 m³/min (referido a una T° de aspiración de aire de 25 °C, Patm 980 mbar y sobrepresión de servicio 7 bar del compresor.
- Pérdida de presión: 0,14 bar.
- Punto de rocío: 3 °C (con T° ambiente de 25°C, T° de aspiración de aire comprimido 35 °C y sobrepresión de servicio 7 bar).
- Sobrepresión de servicio máxima: 16 bar
- Temperatura máx. de entrada: 55 °C
- Temperatura máx. ambiente: 43 °C
- Potencia consumida: 350 w
- Alimentación eléctrica: 220 V
- Corriente nominal máxima: 2 A
- Refrigerante: R-134a

- Conexiones entrada y salida: 3/4"
- Altura (mm): 727
- Largo (mm): 630
- Profundidad (mm): 484
- Peso aproximado (Kg): 85

En el secador frigorífico el aire saturado con humedad es enfriado y evaporado. A continuación se produce la evacuación del líquido condensado. El principal elemento del secador es un intercambiador combinado de calor (transferidor de calor) que consta de dos grupos principales:

- 1ª etapa: Pre-intercambiador de calor aire/aire. El aire comprimido entrante, caliente y saturado con humedad es enfriado por el intercambio térmico. La evacuación de los condensados se efectúa a través de un purgador automático ECO-DRAIN.
- 2ª etapa: Intercambiador de calor/ agente frigorífico/aire. En esta etapa el aire vuelve a enfriarse con la ayuda del agente frigorífico que se va evaporando. Este enfriamiento una vez alcanzada una temperatura debajo del punto de rocío en el aire comprimido, produce una condensación del vapor de agua. El sistema separador acoplado separa las gotas de agua condensadas, como así también las partículas gruesas de suciedad presentes en el flujo de aire comprimido. Este condensado también es evacuado por el ECO-DRAIN. Un regulador de temperatura regula automáticamente el circuito del agente refrigerante y un presostato de seguridad montado, asegura que no haya presión excesiva en el circuito. Por último, un regulador de temperatura desconecta el compresor del agente frigorífico del secador cuando hay menor demanda frigorífica y se reconecta en caso de aumentar la demanda. De esta manera se logra un ahorro considerable de energía.

Evacuación de condensados En todos los sistemas de aire comprimido se produce el condensado del vapor de agua. Se encuentra en la figura 4.46 un esquema de la evacuación. En la producción, almacenaje y tratamiento del aire comprimido se forma condensado (datos referidos a 10 m³/min, 10 bar Pabs, 8 horas, 60 % humedad relativa y 20 °C).



Figura 4.46: Evacuación de condensados

Se empieza a coleccionar y evacuar mediante elementos mecánicos instalados en el sistema de aire comprimido. Se elimina de plano hasta un 60 % del condensado total, siempre que los compresores cuenten con un buen post-enfriador.

El tanque de almacenamiento aparte de su función principal como depósito de aire comprimido, también ayuda a separar el condensado por medio de la fuerza de gravedad. Además, el tanque enfría el aire comprimido gracias a su gran superficie de derivación térmica, lo cual favorece la separación del condensado.

Por último, es posible separar condensado en el secador refrigerativo gracias al enfriamiento del aire, que hace que el vapor de agua se condense y se precipite.

Cadena filtrante Todos los compresores, independientemente del tipo que sea, funcionan como una aspiradora gigante, captando impurezas que luego comprimen junto al aire y que llegarán a la red de aire comprimido si no se lleva a cabo el tratamiento correspondiente.

Los contaminantes deben ser separados y eliminados para poder utilizar dicho aire de forma eficiente, segura y económica, protegiendo equipos, válvulas y evitando paradas de producción para su mantenimiento. Por lo que a la salida del secador se hace pasar el aire comprimido por un tren de filtrado y luego, pasa a la línea principal para abastecer las unidades terminales.

Materiales

Una (1) cadena filtrante, conformada por los siguientes elementos:

- Tres (3) válvulas esféricas de corte, de 1", para sistema de by pass.
- Un (1) filtro Coalescente, DRECAF FCD-C 60
- Un (1) filtro de Carbón Activado, DRECAF FCD – A 60
- Un (1) filtro Bacteriológico de alta eficiencia para la retención de bacterias y partículas sólidas mayores a 0,1u, DRECAF FCD – SH 60

Filtro Coalescente Capta y separa por coalescencia aerosoles líquidos y microgotas de agua con una eficiencia superior al 99,99%. Retiene partículas sólidas de 1u a 0,3 u. Puede instalarse en la red general o en los lugares de consumo.

Filtro de Carbón Activado Es indicado para instalaciones muy exigentes, de ausencia de aceites y partículas muy finas; además elimina olores. Es indispensable para el aire comprimido para la respiración humana. Debe instalarse después de los filtros coalescentes y antes de los filtros bacteriológicos.

Filtro Bacteriológico de Alta Eficiencia Entrega aire libre de bacterias y partículas sólidas mayores a 0,01u. De grado farmacéutico, el aire obtenido es apto para estar en contacto con los alimentos. Son esterilizables.

Sensor punto de rocío

La humedad relativa (Hrel) indica el grado de saturación del aire, es decir, la relación entre su contenido real de agua y el punto de saturación real (100 % Hrel). Esta humedad depende de la temperatura de cada momento: El aire caliente puede contener una cantidad de vapor de agua mayor que el aire frío.

El punto de rocío a presión es la temperatura a la que el aire comprimido alcanza su punto de saturación (100 % Hrel) a su presión absoluta.

El secador KAESER, modelo TA 8 viene con un sensor incorporado como se mencionó anteriormente, el ECO-DRAIN.

Tablero Eléctrico de Comando de motor

Tablero eléctrico simple Tablero eléctrico de comando apto para un motor, permite modos de funcionamiento manual, automático y modo paralelo, con sistema de desfasaje temporario para evitar recargas en la línea de alimentación.

Todos los elementos de conmutación y maniobra van montados en panel frontal brindando indicaciones de fases de entradas, arranque automático o manual para el motor, indicación de marcha o falla y cuenta horas sincronizadas con la máquina. Como elemento de arranque principal el comando cuenta con un SOFT STARTER SIEMENS modelo SIRIUS 3RW 3018 tamaño 00. Apto para picos de corriente de hasta 17,6 amp. Y potencias de 7,5 KW en 400 volts. Sistema de conexiones auxiliares para 220 volts y conexionado por tornillos. Colocado en riel DIN. Cada sistema de arranque cuenta además con una llave termomagnética de protección y corte tipo tripolar de 10 A y un guardamotor conectado en serie para protección de las corrientes de cortocircuito y resguardo del motor y del SOFT STARTER. La lógica de control está dada por un grupo de relés sincronizados con cada módulo SIRIUS permitiendo el delay entre arranques, según el comando sea manual o automático recibiendo la señal desde un presostato. Cuenta además con un sistema de salidas adicionales - todas protegidas por llaves termomagnéticas - para comando de post-enfriadores, secadores y electroválvulas de descarga independiente para cada máquina. Todas las salidas son por borneras a 45°.

Protección de red Sistema de protección eléctrico compuesto por módulo disyuntor diferencial tetrapolar de 32 amps y 30 mA, Bornera de unificación de neutros de 6 escalones y relé multipamétrico con control de tensión de línea por exceso en % superior e inferior según la tensión de línea, asimetría de fases RST, falta de fases. Todas las funciones tienen indicación luminosa frontal. Se coloca el módulo completamente integrado en el tablero principal.

Distribución y cableado Se montará todo el sistema de cableado desde el tablero principal al compresor en tendido trifásico, el post-enfriador y secador llevarán tendido monofásico, el presostato tendrá tendido bipolar aislado, la Electro-válvula de descarga tendrá su propio tendido bipolar en 220 V. Todos los cables discurrirán por bandeja perforada con tapa, la misma recorrerá toda la sala por su perímetro tomando salidas en los lugares dónde lleve conexión.

Diagrama esquemático de conexión de sistema generador de aire comprimido Se puede observar en la figura 4.47 el diagrama esquemático de conexión de un sistema generador de aire comprimido, donde se encuentran identificadas cada una de las partes.

Fuente de Suministro Secundaria y de Reserva de Aire Comprimido Medicinal Se contemplan como fuente de suministro secundaria y de reserva dos baterías de cilindros de aire comprimido medicinal del tipo 1+1 con cambio semiautomático que permite abastecer automáticamente a la cañería cuando la fuente de suministro primaria falle. Por tratarse de un establecimiento con bajo consumo, se opta por colocar únicamente dos cilindros de aire comprimido porque se cree que da el tiempo suficiente para realizar el mantenimiento correctivo que pueda requerir la unidad compresora que por tratarse de un equipo nuevo a instalar es poco probable que falle.

Su objetivo es poder suministrar en aquellos puntos críticos de servicio del establecimiento ante un corte energético o causa de fuerza mayor.

Los cilindros de aire medicinal se deben solicitar a la empresa que provee el gas al establecimiento.

La instalación se compone de los siguientes elementos:

- Cambio semiautomático con reguladores para cilindros. Cantidad: 1
- Serpentín de cobre zincado para aire comprimido: Su función es conectar los cilindros al cambio, uno por cilindro. Cantidad: 2
- Soporte cadena un tubo: Cada cilindro debe estar sujeto para evitar su caída, es una cadena por cilindro. Cantidad: 2

Para la conexión de la salida del compresor y de las baterías de cilindros a la línea principal, se requiere:

- Manifold. Cantidad: 1

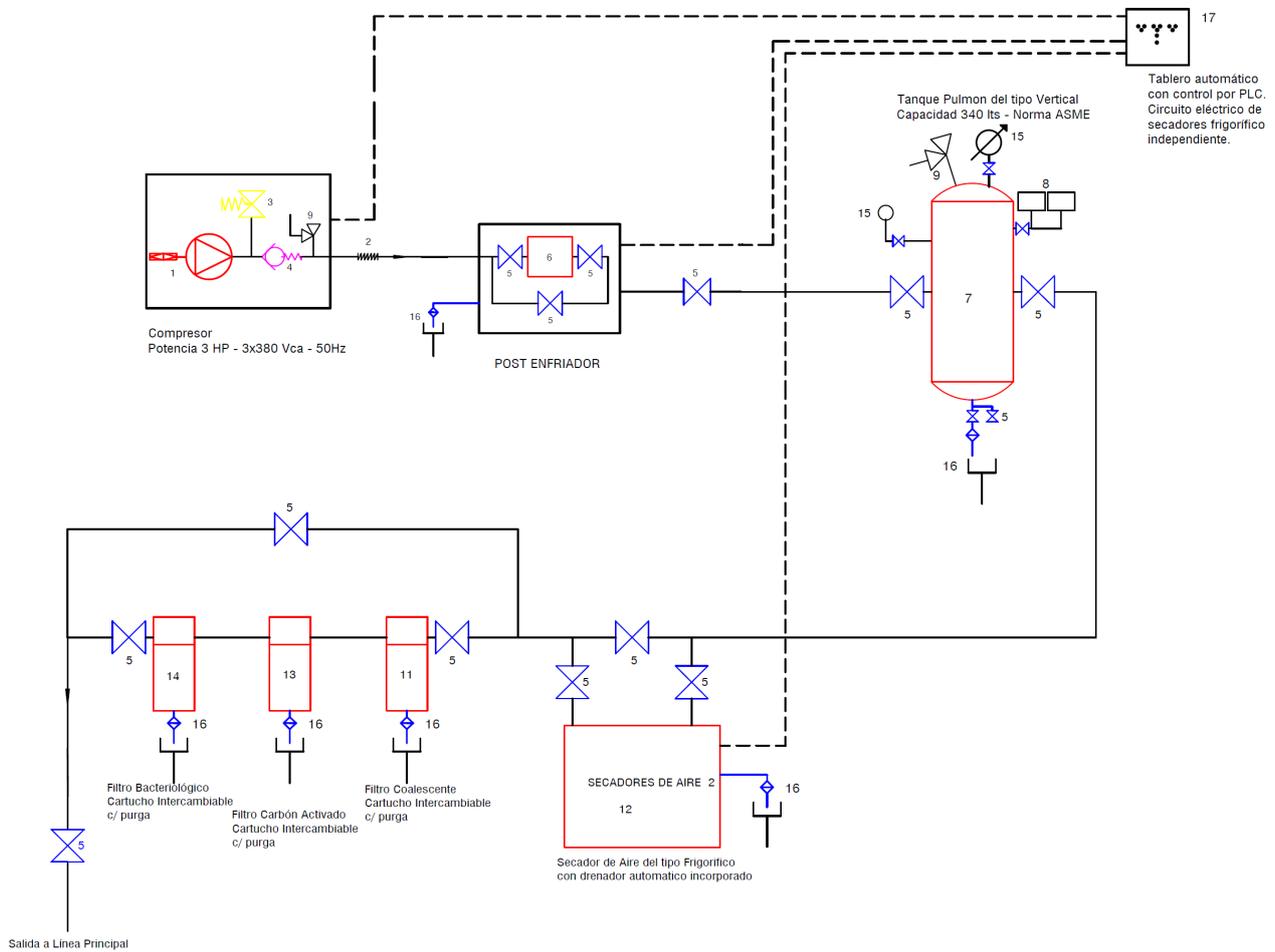
Medios de alivio de presión Las válvulas de alivio de presión se deben ventear hacia el exterior y el venteo debe contar con los medios que prevengan el ingreso de, por ejemplo, insectos, suciedad y agua. Se debe ubicar alejado de toda toma, puerta, ventana u otra abertura en el edificio; lo antes mencionado aplica a todos los gases medicinales.

Además, se deben considerar los efectos potenciales de los vientos prevalecientes en la ubicación de los venteos y las válvulas de alivio de presión se deben cerrar automáticamente cuando el exceso de presión se ha liberado.

Conjunto para el mantenimiento del suministro Se debe colocar aguas abajo de las válvulas de corte principal, uno o más conjuntos para el mantenimiento del suministro, excepto para redes para vacío y, aire o nitrógeno que impulsa herramientas quirúrgicas. Su ubicación será determinada por el fabricante junto con el gerente del establecimiento para el cuidado de la salud.

El conjunto para el mantenimiento del suministro estará formado por un conector para un gas específico, un medio para el alivio de presión, una válvula anti retorno y una válvula de corte. Debe estar protegido físicamente para evitar la obstrucción, garantizar el acceso restringido y debe localizarse fuera del área del sistema de suministro, permitiendo el acceso de vehículos.

Para el diseño se debe tener presente el caudal requerido bajo condiciones de mantenimiento.



LISTADO DE EQUIPOS			
POSICIÓN	ELEMENTO	POSICIÓN	ELEMENTO
1	Unidad Compresor de Aire	10	Carcasa Filtro Coalescente
2	Amortiguador Antivibratorio	11	Filtro Coalescente
3	Válvula Descarga Cabezal	12	Ciclo Secador Frigorif. c/filtros coales.
4	Válvula de Retención	13	Filtro Carbón Activado
5	Válvula de Corte Esferica	14	Filtro Bacteriológico
6	Post - Enfriador de Aire Compr.	15	Manómetro
7	Tanque Pulmón	16	Drenador / Separador de Agua
8	Presostato de Punta-Reserva	17	Tablero Automático de Control
9	Válvula de Seguridad	18	

Figura 4.47: Diagrama esquemático de conexión de sistema generador de aire comprimido

4.5.4.3. Sistema de suministro de Vacío

La potencia de las bombas se selecciona a partir del cálculo de caudal teórico para vacío obtenido, tras aplicar los porcentajes de compensación e incremento se obtiene el caudal total que es 18,63 m³ / hora (310 litro / minuto) y contemplando este valor se estima la capacidad del depósito acumulador.

Para equipar la sala de máquina se requerirá de los siguientes elementos según lo estipulado en la Norma [1]:

- Tres bombas de vacío.
- Un depósito.
- Dos filtros bacteriológicos en paralelo.
- Una trampa de líquido.
- Tablero eléctrico para comando de tres bombas, conectado al suministro de energía eléctrica de emergencia.

El sistema generador de vacío estará constituido por tres bombas que constituirán la fuente primaria de suministro, fuente secundaria y fuente de reserva respectivamente; deben tener la misma potencia porque cada una de ellas, de forma independiente, debe garantizar el mismo caudal desplazado para asegurar la continuidad del suministro.

Selección de equipos Tres (3) unidades generadoras de vacío, modelo BVSP 402, a pistón y cárter seco, marca Tausem – Industria Argentina. Cuenta con un sistema pendular de una sola biela y está libre de aceite lubricante en todas las etapas de su funcionamiento.

Características técnicas:

- Potencia de accionamiento: 2 HP.
- Caudal desplazado: 900 l/min (54m³ / hora).

Cada unidad cuenta con un “cabezal bicilíndrico” de 2 etapas de depresión, accionado por motor eléctrico de 2 HP, trifásico (3x 380V – 50 Hz), 100 % blindado, normalizado IP 55, aislación clase F, por medio de poleas correas trapezoidales, con sus correspondientes correderas y protector de seguridad.

La refrigeración de equipo se logra por aire mediante el conjunto volante-ventilador-forzador y la lubricación de las partes móviles del mecanismo es por grasa “sin punto de goteo”.

Tanto el cabezal generador de vacío como el motor eléctrico van montados sobre un bastidor metálico. Los componentes son:

1. Cabezal depresor 110 – 110 con porta filtro
2. Motor de 2 HP

En este caso, las tres bombas se dispondrán una encima de la otra para lo cual se construirá un soporte especial. De esta forma reducimos el espacio requerido para su instalación.

El depósito estará dotado de válvulas de corte para el mantenimiento, de una válvula de drenaje, un vacuómetro y vacuostato de arranque y parada. Una vez seleccionada la potencia de la unidad depresora se procede a calcular el volumen de almacenamiento requerido (tanque acumulador), según figura 4.50.

Por otra parte, las evacuaciones de las bombas serán a los cuatro vientos y estarán provistas de un medio para impedir el ingreso de insectos, suciedad, agua, entre otros.

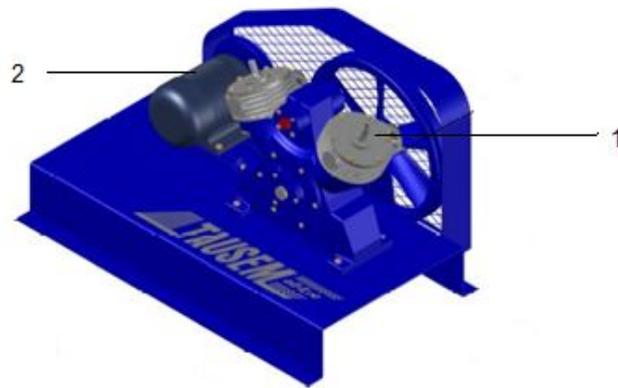


Figura 4.48: Componentes de bomba de vacío de 2 HP de potencia montada en bastidor metálico

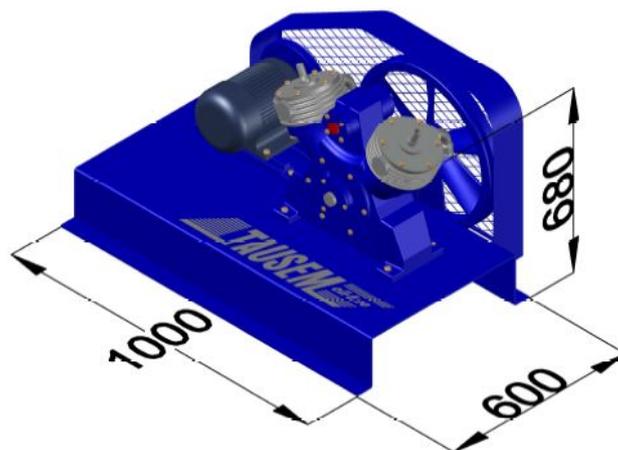


Figura 4.49: Dimensiones bomba de vacío de 2 HP de potencia montada en bastidor metálico

DIMENSIONAMIENTO DE TANQUE ACUMULADOR DE VACÍO

$$\text{Caudal (1) = } 18,63 \text{ m}^3/\text{h} = 310,5 \text{ lpm}$$

Según la Norma IRAM para tener una sala tríplex, con tres cabezales de vacío tipo depresor necesitamos que la capacidad sea de:

$$310,5 \text{ lpm} \times 3 \text{ unidad} = 931,5 \text{ lpm} \text{ de generación en pico de demanda.}$$

Considerando un factor de simultaneidad de utilización de toda la instalación de 0,6%, tenemos un consumo de:

186,3 lpm por lo que la planta seleccionada puede soportar la instalación con un solo equipo respetándose los márgenes que establece la Norma.

CAPACIDAD DEL TANQUE = En condiciones normales el período de funcionamiento cumple la premisa de tener por cada 1 tiempo de arranque 2 de parada.

300 LITROS

Esto es, el depresor genera 900 litros durante 1 minuto de funcionamiento, **186,3 lpm** van al consumo del hospital y el resto al tanque lo que le da autonomía de 1 minuto adicional al trabajado, permitiendo el correcto enfriamiento de la maquinaria generadora, en el caso de máxima utilización de la instalación.

(1) Caudal total

Figura 4.50: Dimensionamiento del tanque acumulador de vacío

Soporte bombas de vacío En la figura 4.51 se presenta el diseño que se toma como referencia para un diseño de bomba dúplex.



Figura 4.51: Soporte para sistema de bombas dúplex

Luego de cada bomba y como acometida al colector se colocarán en cada máquina una válvula de retención anti retorno, con accionamiento de clapeta oscilante tipo disco, compuesta de bronce en su totalidad y con vástago central y sistema de cierre interno de alta durabilidad. Diámetro interior de paso 1", con acople de entrada y salida en bronce roscado. Apta para régimen de trabajo de hasta 15 bar.

Desde las válvulas al colector el tramo estará compuesto por un sistema de *acople de alta presión anti vibratorio*, realizado en manguera de caucho reforzada con tela metálica interior apta para 35 bar, engrampados con niples de acero a alta presión.

Tanque acumulador vertical Un tanque acumulador vertical de 300 litros de capacidad, marca Tausem; construido según Norma ASME Sección VIII, División I. Construido en acero al carbono IRAM IAS F-24, pintado con esmalte sintético. El tanque se entrega con certificado de fábrica de prueba hidráulica.

Características técnicas:

- Diámetro aproximado (D): 500 mm
- Largo del cuerpo (F): 1500 mm
- Altura total aproximada con patas (E): 1900 mm
- Capacidad nominal: 300 litros
- Espesor de la envolvente: 3/16"

Presiones:

- Presión máxima de trabajo: 12 bar
- Presión de prueba: 18 bar

Tratamiento superficial:

- Pintura superficial exterior: Esmalte sintético

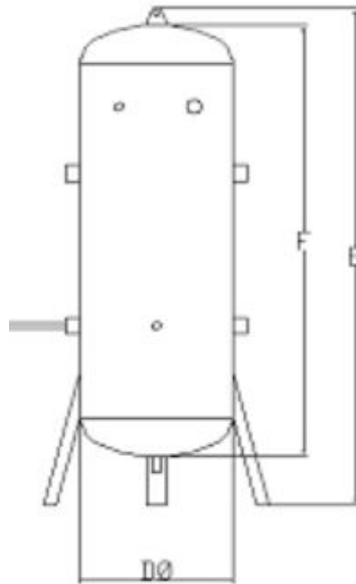


Figura 4.52: Dimensiones del tanque acumulador vertical

Equipamiento del tanque:

- Una (1) válvula esférica de entrada al tanque 1"
- Una (1) válvula esférica de salida general de 1"
- Un (1) vacuostato de marcha y parada
- Un (1) drenador automático en la parte inferior con su válvula de corte.

Vacuostato Vacuostato marca DANFOSS, modelo RT121 con conmutador inversor unipolar SPDT, gama de regulación de 1,30 a 5,80 psi diferenciales. Presión máxima de trabajo de 60 KPa y toma roscada tipo Gas 3/8".

Tablero Eléctrico de Comando de motores Tablero eléctrico triplex, tablero eléctrico de comando apto para tres motores, permite modos de funcionamiento manual, automático, y modo paralelo, con sistema de desfasaje temporario para evitar recargas en la línea de alimentación, mediante un PLC.

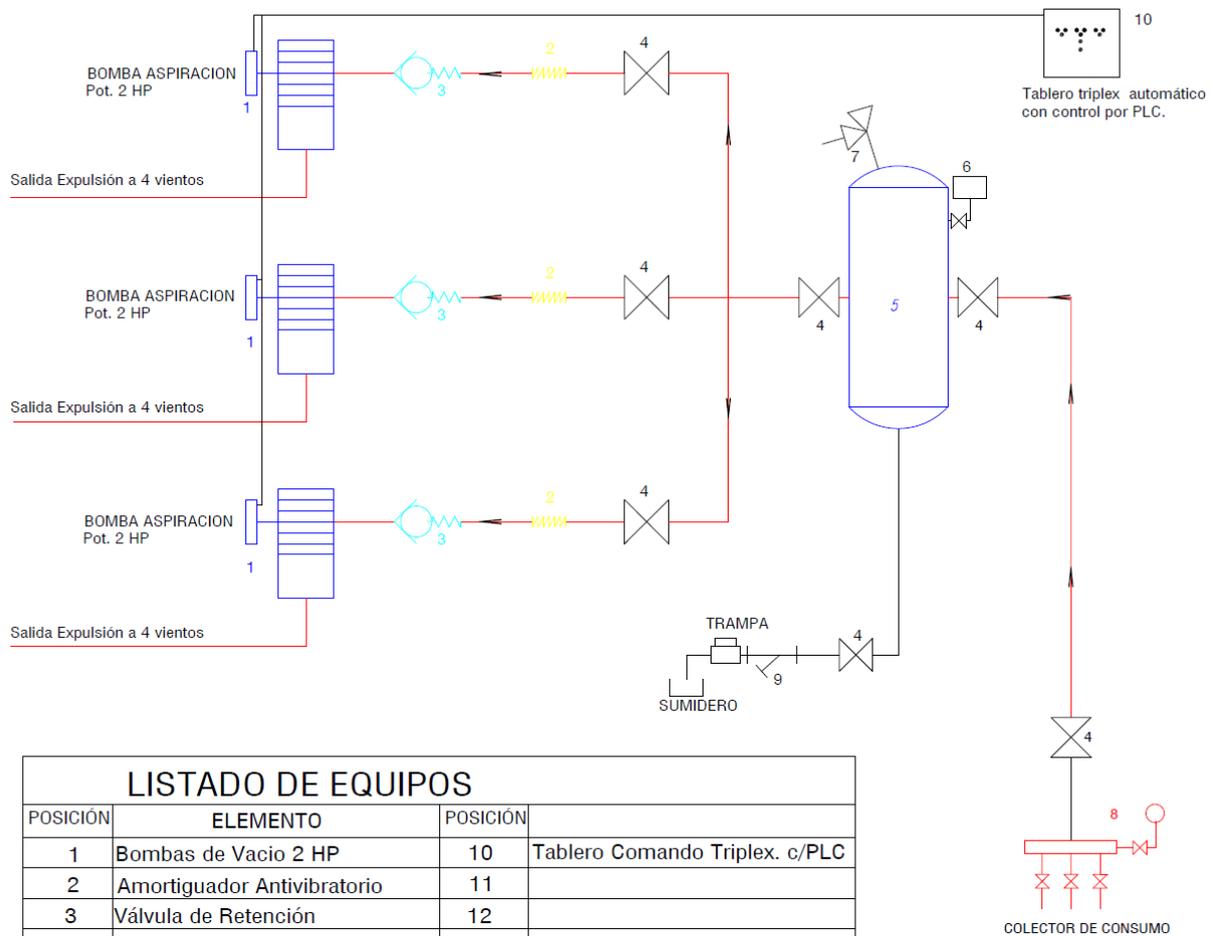
Todos los elementos de conmutación y maniobra van montados en panel frontal brindando indicaciones de fases de entradas, arranque automático o manual para todos los motores, indicación de marcha o falla para cada motor y cuenta horas sincronizadas con cada máquina.

Como elementos de arranques principales cada comando cuenta con un SOFT STARTER SIEMENS modelo SIRIUS 3RW 3018 tamaño 00. Apto para picos de corriente de hasta 17,6 amp. Y potencias de 7,5 KW en 400 volts. Sistema de conexiones auxiliares para 220 volts y conexionado por tornillos. Colocado en riel DIN. Cada sistema de arranque cuenta además con una llave termomagnética de protección y corte de 20 amps de capacidad tipo tripolar y un guardamotor conectado en serie para protección de las corrientes de cortocircuito y resguardo del motor y del SOFT STARTER. La lógica de control está dada por un grupo de relés sincronizados con cada módulo SIRIUS permitiendo el delay entre arranques y la conmutación entre motores según el comando sea manual o automático recibiendo la señal desde uno o dos vacuostatos. Todas las salidas son por borneras a 45°.

Protección de Red Sistema de protección eléctrico compuesto por módulo disyuntor diferencial tetrapolar de 32 amps y 30 mA, Bornera de unificación de neutros de 6 escalones y relé multipamétrico con control de tensión de línea por exceso en porcentaje superior e inferior según la tensión de línea, asimetría de fases RST, falta de fases.

Distribución y cableado Se montará todo el sistema de cableado desde el tablero principal a cada uno de los depresores en tendido trifásico, el vacuostato tendrá tendido bipolar aislado. Todos los cables discurrirán por bandeja perforada con tapa, la misma recorrerá toda la sala por su perímetro tomando salidas en los lugares dónde lleve conexión.

Diagrama esquemático de conexión de sistema generador de vacío Se puede observar en la figura 4.53 el diagrama esquemático de conexión de un sistema generador de vacío, donde se encuentran identificadas cada una de las partes.



LISTADO DE EQUIPOS			
POSICIÓN	ELEMENTO	POSICIÓN	
1	Bombas de Vacío 2 HP	10	Tablero Comando Triplex. c/PLC
2	Amortiguador Antivibratorio	11	
3	Válvula de Retención	12	
4	Válvula de Corte Esferica	13	
5	Tanque Pulmón 340 lts.	14	
6	Vacuostato	15	
7	Válvula de Seguridad	16	
8	Vacuometro		
9	Drenador / Separador de Agua		

Figura 4.53: Diagrama esquemático de conexión de sistema generador de vacío

4.5.5. Presupuesto del Proyecto

Para la elaboración del presente presupuesto se desglosa el proyecto y se solicita a una empresa instaladora de gases medicinales y vacío certificada por IRAM los costos estimados del mismo.

Los precios de cada ítem al igual que el costo total del presupuesto fueron expresados en pesos Argentinos y están referidos a la cotización del dólar del Banco de la Nación Argentina para la venta en el mes de Septiembre de 2019 (\$1 = U\$S 58,50). El presupuesto se encuentra detallado en la figura 4.54.

N° ítem	Descripción	Precio ítem
1	Provisión de soportes, caño y accesorios de cobre, válvulas de corte, cuadros de segunda regulación, marcado de cañería y carteles de identificación.	\$ 324.894,86
2	Sistema de Suministro de Oxígeno Medicinal: Se contempla la provisión de todos los elementos necesarios para la correcta instalación descriptos en el apartado correspondiente.	\$ 118.773,60
3	Sistema de Suministro de Vacío: Se contempla la provisión de todos los elementos necesarios para la correcta instalación descriptos en el apartado correspondiente.	\$ 745.274,82
4	Sistema de Suministro de Aire Comprimido Medicinal: Se contempla la provisión de todos los elementos necesarios para la correcta instalación descriptos en el apartado correspondiente.	\$ 810.852,27
5	Provisión de paneles / torre, aparatos dosificadores y alarmas.	\$ 273.454,19
6	Mano de obra: Contempla los costes laborales internos, tareas de ejecución y ensayos.	\$ 161.280,00
COSTO TOTAL DEL PRESUPUESTO		\$ 2.434.529,74

Figura 4.54: Presupuesto del proyecto

4.6. Formulación final del proyecto

4.6.1. Memoria Técnica

Se entregará una memoria técnica descriptiva con su correspondiente índice, descripción, se detallará el proyecto, se incluirán los planos de final de obra y propuesta de mantenimiento.

4.6.2. Mantenimiento Preventivo

Antes de exponer la propuesta, resulta apropiado enumerar las ventajas de realizar un buen mantenimiento preventivo:

- **Eficiencia:** Los centros pueden reducir sus consumos y los costos relacionados con los gases medicinales gracias a una instalación eficiente (eliminación de fugas y equipos funcionando correctamente).
- **Costos:** Reduce los costos por mantenimientos correctivos, ya que aumenta la vida útil de los equipos y por tanto se evita invertir en nuevas instalaciones y/o equipos.
- **Seguridad:** Se garantiza la continuidad del suministro a los pacientes evitando riesgos por fallos de la Instalación y/o de los equipos y se eliminan los riesgos para los pacientes y profesionales como incendios, explosiones o asfixia. También se asegura la calidad de los gases que salen por la toma y respiran los pacientes.
- El mantenimiento predictivo anticipa fallos en los componentes de la red de distribución de gases medicinales. Si se prevén estos fallos, se pueden planificar acciones de mantenimiento antes de que estos ocurran. Permitted, por un lado, optimizar la frecuencia de mantenimientos correctivos, que siempre conllevan sobrecostes e incidencias, y por otro, en ciertas aplicaciones, evitar un exceso de mantenimientos preventivos.

4.6.2.1. Dosificadores de Gases Medicinales y Vacío

A la hora de plantear el mantenimiento preventivo, se tienen en cuenta las recomendaciones del fabricante que se presentan a continuación.

Medidor de flujo

OPERACIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	FRECUENCIA				
	Según necesidad.	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Limpiar.					
Esterilizar.					
Verificar funcionamiento.					
Verificar cierre y pérdidas.					
Cambio O-rings.					

Figura 4.55: Mantenimiento preventivo: Medidor de flujo

Frasco humidificador

OPERACIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	FRECUENCIA				
	Según necesidad.	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Limpiar.					
Lubricar.					
Verificar cierre y pérdidas.					
Cambio O-rings.					

Figura 4.56: Mantenimiento preventivo: Frasco humidificador

Regulador de baja presión

OPERACIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	FRECUENCIA				
	Según necesidad.	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Limpiar.					
Esterilizar.					
Verificar funcionamiento.					
Verificar cierre y pérdidas.					

Figura 4.57: Mantenimiento preventivo: Regulador de baja presión

Llave reguladora de vacío

OPERACIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	FRECUENCIA				
	Según necesidad.	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Limpiar.					
Esterilizar.					
Lubricar (aceite de silicona).					
Verificar cierre y pérdidas.					
Cambio O-rings.					

Figura 4.58: Mantenimiento preventivo: Llave reguladora de vacío

NOTA: Es importante que se lleve un registro permanente de los mantenimientos preventivos realizados y los mantenimientos correctivos que se llevan a cabo en caso de necesidad. Esto permitirá, por ejemplo, tener una estimación de la cantidad de repuestos / accesorios que se deben tener en stock.

4.6.2.2. Unidades de Suministro

Las inspecciones y tareas de mantenimiento deben ser realizadas por Servicio Técnico autorizado y capacitado, sólo así se puede garantizar la seguridad y funcionalidad del sistema.

OPERACIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	FRECUENCIA				
	Según necesidad.	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Limpiar panel y bocas.					
Verificar presencia y legibilidad de etiquetas de identificación de las tomas de gases.					
Ausencia de escamas de pintura.					
Verificar cierre de bocas al retirar el aparato dosificador conectado.					
Verificar pérdidas (bocas – acometidas de gases).					
Cambio O-rings bocas.					
Verificación tomacorrientes.					

Figura 4.59: Mantenimiento preventivo: Unidades de suministro

- Nunca engrasar las tomas de gases (riesgo de explosión).
- Apenas se detecte una anomalía o degradación del producto llamar al Servicio Técnico.

NOTA: Es importante que se lleve un registro permanente de los mantenimientos preventivos realizados y los mantenimientos correctivos que se llevan a cabo en caso de necesidad. Esto permitirá, por ejemplo, tener una estimación de la cantidad de repuestos / accesorios que se deben tener en stock.

4.6.2.3. Equipos Generadores de Aire Comprimido y Vacío

NOTA: Es importante que se lleve un registro permanente de los mantenimientos preventivos realizados y los mantenimientos correctivos que se llevan a cabo en caso de necesidad. Esto permitirá, por ejemplo, tener una estimación de la cantidad de repuestos / accesorios que se deben tener en stock.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE COMPRESOR	FRECUENCIA		
	Según necesidad	Mensual	Semestral
Limpieza sala de máquinas.			
Control tiempo de ARRANQUE y PARADA.			
Limpieza de cabezal.			
Limpieza de Post-enfriador / radiador / ventilador.			
Limpieza o sustituir filtros.			
Control de anclajes de cubre correas.			
Control de estado y tensión de correas.			
Limpieza motor y ventilador de motor.			
Control de cables en caja de motor, post-enfriador y válvula de alivio.			
Comprobar holguras en eje de motor / poleas.			
Desarme y verificación válvula de retención.			
Control de soporte del filtro.			
Control de anclajes de la bandeja, del motor y del cabezal.			
Control de ruidos motor, cabezal y ventilador del post-enfriador.			
Comprobación visual del estado general del equipo.			
Repaso de pintura.			
Verificación de fugas en cabezal y tubería de acople entre cabezales.			
Verificación del funcionamiento de válvula de alivio.			
Verificación de indicador de presión en tanque.			
Verificación funcionamiento presostato.			
Verificación de fugas en sistema de purgado/alivio.			
Luego de un ciclo de arranque medir T° en ambos cabezales, motor y válvula de retención.			

Figura 4.60: Mantenimiento preventivo: Generador de aire comprimido

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE BOMBAS	FRECUENCIA		
	Según necesidad	Mensual	Semestral
Limpieza sala de máquinas.			
Control tiempo de ARRANQUE y PARADA.			
Limpieza de cuerpo de bomba.			
Limpieza de sistema de acople entre motor y bomba.			
Control de sistema de acople entre motor y bomba.			
Limpieza de motor.			
Limpieza del ventilador del motor / desarme contenedor.			
Control de cables y ajuste de bornes en caja de motor.			
Revisión de filtro interno - salida de la bomba.			
Comprobar holguras en eje de motor / acople bombas.			
Cierre de llave de entrada al colector / tanque.			
Desarme y verificación de válvula de retención.			
Limpieza de filtro - externa.			
Control anclaje de bandeja.			
Control anclaje de motor.			
Control anclaje del cuerpo de la bomba.			
Control de ruidos en motor y bomba.			
Repaso de pintura.			
Verificación de fugas entre bomba / colector / tanque.			
Verificación del funcionamiento de válvula de alivio.			
Verificación de indicadores de vacío en colector y tanque.			
Verificación funcionamiento del vacuostato.			
Luego de un ciclo de arranque medir T° en cuerpo de bomba, motor y válvula de retención.			

Figura 4.61: Mantenimiento preventivo: Generador de vacío

4.7. Proyecto final

Tras la aplicación en su totalidad de la guía propuesta en el desarrollo, se reflejan los resultados obtenidos en los planos de diseño final presentes en las figuras 4.62 y 4.63.

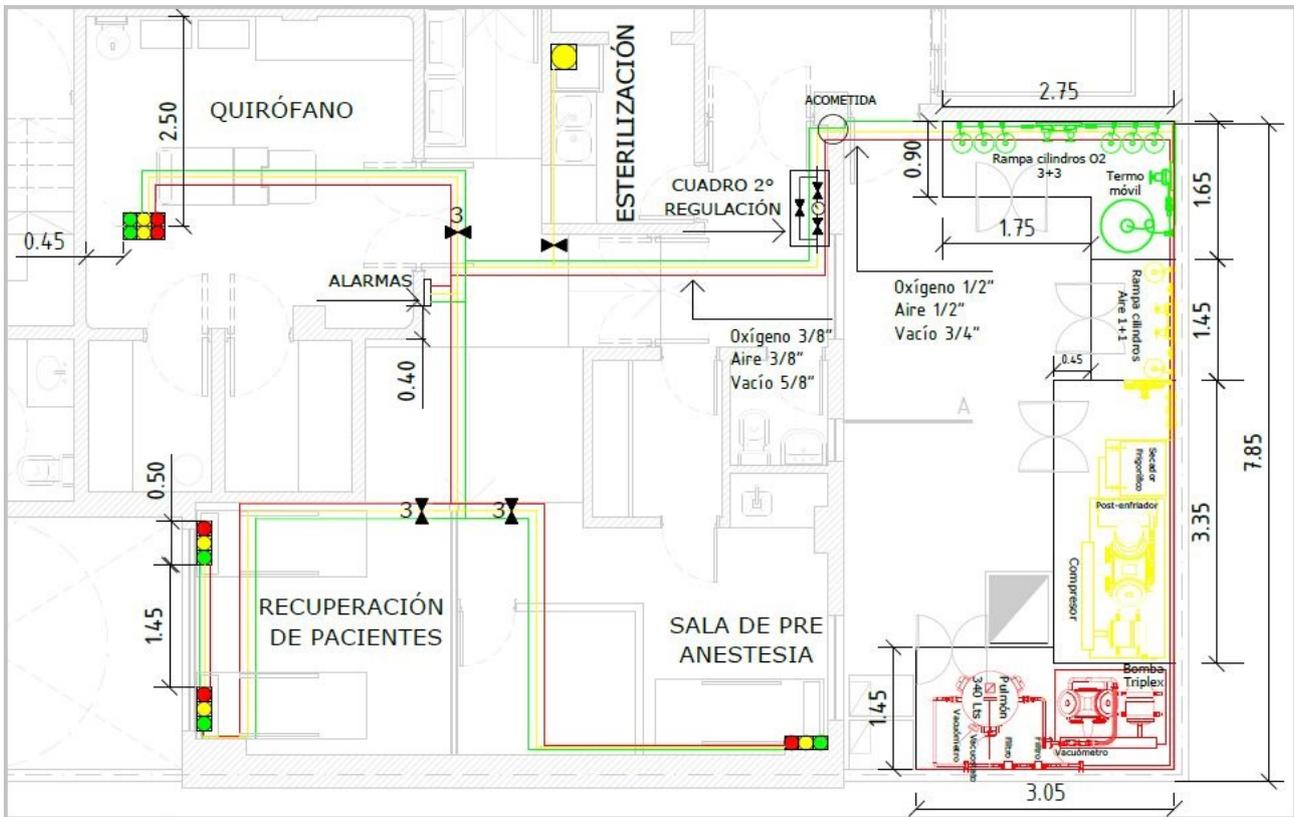


Figura 4.62: Diseño final - Planta baja

Se destaca que durante las instancias finales del presente Proyecto Integrador se inició la ejecución de la obra propiamente dicha con modificaciones, principalmente de los sistemas de suministro dado que cumplimentar con los requerimientos de la norma producen un sobredimensionamiento de los equipos generadores, elevando considerable los costos; siendo esto innecesario por tratarse de una institución sin grandes instalaciones. Se podrá observar en el anexo 13 los avances de la obra relevados en diferentes visitas técnicas.

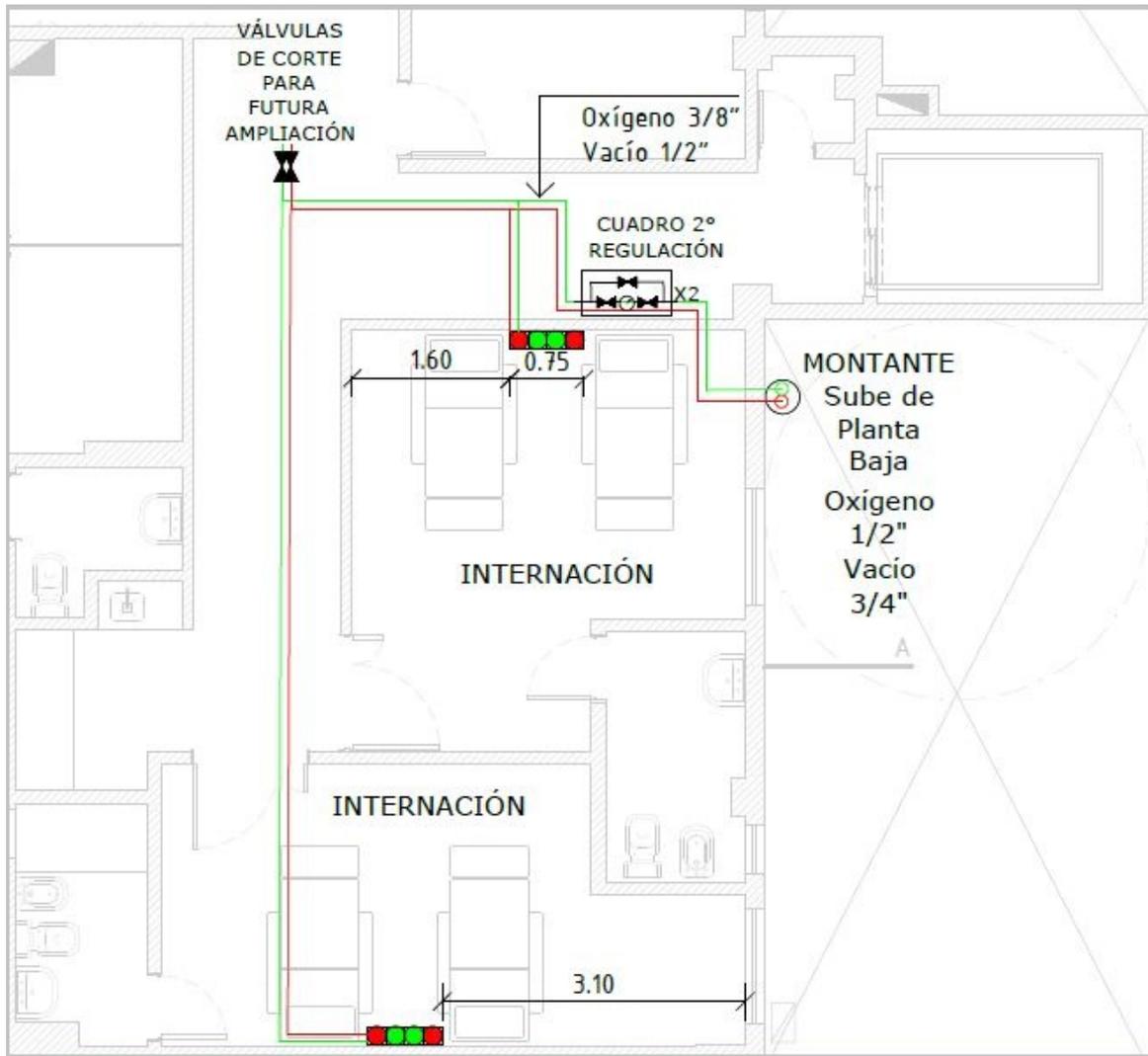


Figura 4.63: Diseño final - Planta alta

Capítulo 5

Conclusiones

El presente Proyecto Integrador fue desarrollado en base a la Norma ISO 7396-1, la misma brinda principalmente requisitos y recomendaciones sobre el diseño, cálculo, construcción, control, valoración y mantenimiento del Sistema de Redes de Gases Medicinales y Vacío.

Tras el análisis de las exigencias locales para un Centro Quirúrgico Ambulatorio y el desarrollo e implementación de la “Guía para el Desarrollo de Proyectos de Instalaciones de Gases Medicinales y Vacío”, se advirtió que la Norma de referencia señala estándares internacionales que no contemplan o no se adaptan en muchos puntos a las necesidades de pequeños Establecimientos de Salud; por ejemplo al pedir que la institución cuente con tres fuentes de suministro, lo que significa una mayor inversión debido a los costos de adquisición, instalación y mantenimiento.

Se debe destacar que es sustancial seguir una serie de pasos ordenados para producir de forma exitosa cualquier proyecto e incluir la participación de los interesados en todas las etapas. Mantener una buena comunicación resulta clave a la hora de la contratación y la solución de problemas de diseño que puedan surgir durante el proceso.

El trabajo interdisciplinario resultó fundamental, dado que facilitó la coordinación de las tareas dentro de la obra. Asimismo se prestó y se recibió asesoramiento en temas ajenos a este Proyecto Integrador como lo es la parte civil (construcción) y de otras instalaciones hospitalarias como la instalación eléctrica.

Por otra parte, es de notar que el factor económico en muchos casos resulta ser muy influyente a la hora de la toma de decisiones; en este caso brindar asesoramiento personalizado al cliente fue esencial para llegar a un acuerdo entre las partes afectadas y lograr la aprobación del proyecto.

En síntesis, para cumplir con los objetivos propuestos el diálogo permanente con el dueño del establecimiento y el Arquitecto a cargo de la obra, como así también con las demás empresas contratistas fue determinante dado que permitió cumplir con las expectativas. Siendo el único objetivo específico inconcluso el seguimiento de la ejecución de la obra, dado que la aprobación del proyecto y del presupuesto se va efectuando por etapas debido a los costos que implica y a la coordinación de tareas con el resto de las empresas contratistas.

Por último, las redes de distribución son el verdadero envase de los gases medicinales. Por lo tanto es conveniente tener un control de la idoneidad de los diferentes puntos por los cuales circula el gas para asegurar la calidad del mismo. Por ello el diseño y la ejecución debe estar a cargo de instaladores certificados quienes tienen además la responsabilidad de capacitar a todas las personas que harán uso de las instalaciones ya sea porque intervienen en el proceso de generación / mantenimiento o son usuarios directos para que sean conscientes que están en contacto con medicamentos que deben ser manipulados de forma correcta.

Capítulo 6

Futuras líneas de trabajo

Por tratarse de un sector tan sensible como es el sanitario, la seguridad de los pacientes y profesionales de la salud debe ser una prioridad. En materia de gases medicinales, deben ponerse en marcha todas las acciones necesarias para garantizar que tanto sus instalaciones como sus sistemas de dispensación de gases aseguren que estos medicamentos cumplan con los estándares de calidad definidos en la Farmacopea.

Por lo antes mencionado se proponen las siguientes líneas de trabajo que no forman parte del alcance del presente Proyecto Integrador:

1. Planificar la Gestión Operacional de un Establecimiento de Salud en funcionamiento: Este apartado debe estar contenido en el Manual de Calidad del establecimiento y debe incluir, entre otros puntos, la Elaboración de Procedimientos Operacionales; Control de Documentos y Registros; Formación y Comunicación; Gestión de Cambios; Gestión de Contratistas; Compra de Equipos Médicos y Mantenimientos Preventivos / Correctivos.
2. Gestión de Riesgos: La Norma Europea especifica la elaboración de un plan de emergencia dado que considera a las instalaciones de Gases Medicinales como Producto Médico. El plan de emergencia en tema de gases es un concepto totalmente nuevo; introduce la coordinación de los servicios de medicina y de mantenimiento para optimizar la solución al problema que se presente. El análisis de riesgo debe tratar todos los riesgos conocidos o razonablemente previsibles para los productos, instalaciones y la tecnología involucrada, los eventos adversos posibles, su probabilidad de ocurrencia y las medidas tomadas por el fabricante para reducirlos a niveles aceptables. Se deben discutir todos los riesgos relevantes, sin omitir ninguno. Existen diversas normas voluntarias para realizar análisis de riesgo, por ejemplo, EN 1441 o ISO 14971.

Capítulo 7

Anexo I: Dosificadores

Se detalla a continuación el funcionamiento de los dosificadores y su correspondiente clasificación de producto médico.

Medidor de flujo o caudalímetro El medidor de flujo está diseñado para regular e indicar mediante una escala graduada el flujo de oxígeno / aire comprimido medicinal suministrado; se cuenta con dispositivos para uso neonatal (rango de medición: 0-1 l/min); pediátrico (rango de medición: 0-3 l/min) y adulto (rango de medición: 0-15 l/min). Se utiliza en aquellos casos que se necesita un suministro directo al paciente utilizando algunos aparatos o sistemas terapéuticos alimentados por oxígeno o aire comprimido medicinal, tales como incubadoras, máscaras de ayuda respiratoria, entre otros, para lo cual resulta indispensable conocer el caudal del fluido suministrado.

El dispositivo se encuentra calibrado a una presión de 3,5 kg/cm² (350 kPa) según el gas utilizado.

El principio de funcionamiento se basa en la medición del flujo de gas por el desplazamiento de un flotador esférico a lo largo de un tubo cónico. El gas que ingresa por la base del tubo levanta el flotador. La escala de medición se encuentra grabada en el tubo y la lectura se realiza al centro de la esfera.

Por ser un producto no invasivo utilizado para la conducción de gases medicinales destinados a la administración en el cuerpo, que a su vez se puede conectar a un producto médico activo de la clase II o clase superior, como son las unidades terminales, se encuadra dentro de:

Clase de riesgo: Clase II.

Criterio de clasificación: Disposición ANMAT N° 2318.

Frasco humidificador El frasco humidificador es un generador continuo de nieblas, está diseñado para ser empleado en terapia respiratoria para que el gas medicinal suministrado a los pacientes en el hospital o en su domicilio, tenga una humedad relativa de acuerdo a los requerimientos terapéuticos.

La conexión de entrada se compone de un niple de latón cromado y tuerca mariposa de fijación, la cual permite conectar el frasco al medidor de flujo o regulador de presión, según de que se trate.

Por último, cuenta con un recipiente de policarbonato transparente de 400 ml de capacidad, el cual aloja en su interior un tubo con burbujeador, generador de gotas y una junta de cierre.

Por tratarse de un producto no invasivo utilizado en la conducción de gases medicinales destinados a la administración en el cuerpo en terapias respiratorias, que a su vez se puede conectar a un producto médico activo de la clase II o clase superior, como son los caudalímetros o reguladores de presión, se encuadra dentro de:

Clase de riesgo: Clase II.



Figura 7.1: Caudalímetro para Oxígeno Medicinal y caudalímetro para Aire Comprimido Medicinal

Criterio de clasificación: Disposición ANMAT N° 2318.

Regulador de baja presión El regulador de baja presión está diseñado para regular el valor de presión de salida en los distintos puntos de utilización de gases medicinales en una red central.

Este dispositivo está previsto para ser utilizado por profesionales idóneos y capacitados, con el propósito de mantener la presión de alimentación de aquellos equipos que lo requieran dentro de valores menores a los de la red central.

Consta de un cuerpo de latón cromado en el que actúa una válvula reguladora de presión de accionamiento directo, por medio de un volante de regulación de ABS inyectado de distinto color según el gas que se trate. Para su conexión al suministro posee un conector (plug) de latón cromado, diferenciado según la norma utilizada, y conexión de salida normalizada tipo D.I.S.S., según Norma Internacional UNE-EN 9170, para acoplar a diversos equipamientos.

Incluye manómetro graduado de 0 a 10 Kg/cm², con una precisión de +/- 2.5 % en el tercio medio de la escala, la cual es concéntrica para optimizar la apreciación de la lectura.

El principio de funcionamiento se basa en la estabilización de la presión por medio del equilibrio de fuerzas. Para ello el regulador está compuesto de un diafragma y un juego de resortes que compensan y estabilizan la presión de salida del gas.

Por tratarse de un producto médico no invasivo destinado a modificar la composición biológica o química de la sangre, de otros fluidos corporales o de otros líquidos destinados a introducirse en el cuerpo se incluirán en la clase:

Clase de riesgo: Clase III.

Criterio de clasificación: Disposición ANMAT N° 2318.

Llave reguladora de vacío La llave reguladora de vacío está diseñada para regular el caudal de aspiración en los distintos puntos de utilización de vacío dentro de una red hospitalaria e impedir el pasaje de líquidos aspirados a la red central de vacío.

Está previsto para realizar aspiraciones en procedimientos que requieren altos valores de vacío.

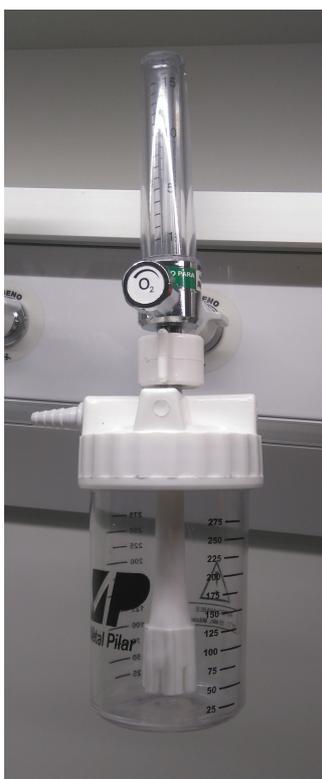


Figura 7.2: Frasco humidificador conectado a caudalímetro de Oxígeno

Este dispositivo cuenta con un cabezal de nylon inyectado, con llave micrométrica de cierre y regulación del caudal de vacío. A su vez, presenta una válvula de accionamiento por flotador que actúa como trampa de líquidos aspirados impidiendo el pasaje de secreciones a la cañería y un frasco colector de 400 ml de capacidad.

Se conecta a la red de suministro de vacío mediante un conector (plug) de latón cromado con acople diferenciado según la norma utilizada o se puede conectar mediante un tomagoma a tubuladuras para succión.

Este accesorio es un producto no invasivo utilizado en la canalización de sangre u otros fluidos corporales por lo que se engloba dentro de:

Clase de riesgo: Clase II.

Criterio de clasificación: Disposición ANMAT N° 2318.



Figura 7.3: Regulador de presión de Oxígeno y de Aire Comprimido



Figura 7.4: Llave reguladora de Vacío

Capítulo 8

Anexo II: Exigencias y recomendaciones para la ubicación de salas de máquinas y puestos de suministro

A la hora de proyectar la ubicación de las salas de máquinas y puestos de suministro se tendrán presente las exigencias y recomendaciones presentes en la Norma IRAM-ISO 7396- 1 [1]. En el ANEXO B de esta norma se recomienda:

- Las centrales de cilindros pueden instalarse al aire libre bajo cubierta, protegida de la intemperie, cercando la zona para restringir el acceso a personal no autorizado.
- Los recipientes estacionarios que contienen líquidos criogénicos o no criogénicos no se deben instalar sobre estructuras subterráneas tales como refugios bajo tierra, sótanos, etcétera, y deben estar separadas más de 5 m de aberturas de fosos, estructuras subterráneas, barrancos o sifones, y al menos a 5 m de las rutas de acceso al público.
- Los recipientes estacionarios que contienen líquidos criogénicos o no criogénicos se instalan al aire libre y a nivel del suelo, no en el techo de un edificio. Se debe proteger el equipo de la intemperie y cercar la zona.
- Proporcionar un acceso para vehículos apropiado para la descarga y la manipulación segura de cilindros o para el ingreso del camión cisterna para llenar un recipiente de suministro de líquido criogénico o no criogénico.
- Que el suelo, en la vecindad inmediata de un punto de llenado de oxígeno u óxido nitroso, sea de cemento u otro material no combustible.
- Que los puntos de escape de gas posibles, desde los medios de liberación de sobrepresión, estén separados más de 5 m de las zonas de acceso al público.

Otras consideraciones:

- Se debe estimar que las dimensiones de las salas deben ser de más de 16m², siendo una de las paredes mayor a 3 metros.
- La sala debe tener un acceso adecuado para la colocación, reparación y remoción de cada una de sus partes.

- Tanto la sala de generación de aire comprimido medicinal como la sala de generación de vacío se pueden ubicar en suelo firme, planta baja o subsuelo.
- En el caso de ubicar las salas en azoteas: se debe llevar a cabo una adecuación de pisos y superficie de transmisión de sonidos y vibraciones.
- Toma de aire y evacuación de gases a los cuatro vientos separados. La ubicación de las salidas de gases de sistemas de vacío y las tomas de aire del sistema de compresores requiere de gran atención, dado que se debe evitar la recirculación (salida – entrada).
- Accesorios eléctricos ubicados en posiciones fijas con conexión al Sistema Auxiliar de Energía Eléctrica.
- Ventilación.
- Ambiente contra incendios, construido especialmente o modificado adecuadamente.
- Acceso restringido, solo personal autorizado y puertas antipánico.
- Mantener la limpieza y el orden.
- Pisos de Hormigón.
- Sistema anti – vibratorios.
- Insonorización de la sala.
- Sistema de drenaje conectado al sistema cloacal.

Capítulo 9

Anexo III: Cálculo de Caudales sugerido por la Norma Europea FDS 90-155

Aplicación	Camas	Oxígeno		Caudal m3/h	
		Lts/m	Coef. Sec.	PRIM.	SEC.
Cama normal		6	0,2	0	0
Cama especial		30	0,4	0	0
Unidad coronaria		10	0,7	0	0
Pediatría		7	0,2	0	0
Partos		20	0,5	0	0
Quirófanos		20	0,6	0	0
Guardia		15	0,5	0	0
Terapia adultos		25	0,7	0	0
Consult. Pediatría		7	1	0	0
Kinesiología		10	0,2	0	0
Radiología		10	0,2	0	0
Nebulización		15	0,2	0	0
Resonancia		15	0,2	0	0
Laboratorio		0	0	0	0
Neumología		15	0,2	0	0
Exámenes complementarios		10	0,2	0	0
Caudales Teóricos				0	0

Figura 9.1: Tabla de cálculo de caudales: Oxígeno Medicinal

Aplicación	Camas	Aire Comprimido		Caudal m3/h	
		Lts/m	Coef. Sec.	PRIM.	SEC.
Cama normal		6	0,2	0	0
Cama especial		30	0,2	0	0
Unidad coronaria		30	0,2	0	0
Pediatría		10	0,6	0	0
Partos		8	0,4	0	0
Quirófanos		15	0,5	0	0
Guardia		10	0,2	0	0
Terapia adultos		30	0,8	0	0
Consult. Pediatría		10	0,7	0	0
Kinesiología		30	0,2	0	0
Radiología		30	0,2	0	0
Nebulización		30	0,2	0	0
Resonancia		30	0,2	0	0
Laboratorio		50	0,5	0	0
Neumología		15	0,2	0	0
Exámenes complementarios		15	0,2	0	0
Caudales Teóricos				0	0

Figura 9.2: Tabla de cálculo de caudales: Aire Comprimido Medicinal

Aplicación	Camas	Vacío		Caudal m3/h	
		Lts/m	Coef. Sec.	PRIM.	SEC.
Cama normal		5	0,3	0	0
Cama especial		10	0,3	0	0
Unidad coronaria		10	0,3	0	0
Pediatría		7	0,3	0	0
Partos		15	0,3	0	0
Quirófanos		120	0,75	0	0
Guardia		20	0,5	0	0
Terapia adultos		60	0,7	0	0
Consult. Pediatría		10	0,5	0	0
Kinesiología		5	0,3	0	0
Radiología		20	0,3	0	0
Nebulización		0	0,2	0	0
Resonancia		25	0,2	0	0
Laboratorio		25	0,3	0	0
Neumología		20	0,3	0	0
Exámenes complementarios		5	0,3	0	0
Caudales Teóricos				0	0

Figura 9.3: Tabla de cálculo de caudales: Vacío

Capítulo 10

Anexo V: Registro de Ensayo de Estanqueidad

ENSAYO DE ESTANQUEIDAD								
Se realiza prueba de estanqueidad en el establecimiento para el cuidado de la salud:								
Identificación de la zona a estudiar: _____				Instrumentos utilizados _____				
FECHA/HORA DE INICIO: _____				FECHA/HORA DE FINAL: _____				
<u>DESCRIPCION DE LA PRUEBA</u>								
Este documento es para certificar que se efectuó con éxito un ensayo de estanqueidad en los sistemas de cañería que se indican								
<u>ENSAYO/PARÁMETROS DE ENSAYO</u>								
GAS MEDICINAL	Presión de prueba	Presión de trabajo	Duración del ensayo	Presión Hora 1	Presión Hora 2	Presión Hora 6	Presión Hora 12	Presión Hora 24
Oxígeno								
Aire comprimido								
Vacio								
Oxido nitroso								
Dióxido de carbono								
Nitrógeno								
..... Cliente							
..... Aclaración			 Aclaración				

Figura 10.1: Planilla para el registro de los resultados del Ensayo de Estanqueidad

Capítulo 11

Anexo VI: Registro de Ensayo de Prueba Jabonosa

PRUEBA JABONOSA			
Se realiza prueba de conexiones cruzadas en el establecimiento para el cuidado de la salud: Identificación de la zona a estudiar: _____ FECHA/HORA DE INICIO: _____ FECHA/HORA DE FINAL: _____			
DESCRIPCION DE LA PRUEBA Este documento es para certificar que se efectuó con éxito una prueba jabonosa en los sistemas de cañería que se indican			
ENSAYO/PARÁMETROS DE ENSAYO			
GAS MEDICINAL	Apertura de válvulas	Verificación de presencia de gas	Verificación jabonosa
Oxígeno			
Aire comprimido			
Vacio			
Oxido nitroso			
Dióxido de carbono			
Nitrógeno			
OBSERVACIONES			

.....
Cliente

.....
Aclaración

.....

.....
Aclaración

Figura 11.1: Planilla para el registro de los resultados del Ensayo de Prueba Jabonosa

Capítulo 13

Anexo VIII: Relevamiento de Obra



Figura 13.1: Relevamiento: Ingreso al Centro Ambulatorio, Planta Baja



Figura 13.2: Relevamiento: Pasillo Técnico, Planta Baja



Figura 13.3: Relevamiento: Sala de Recuperación de Cirugía, Planta Baja



Figura 13.4: Relevamiento: Sala de Internación, Primer Piso



Figura 13.5: Relevamiento: Patio Interno



Figura 13.6: Inicio del tendido de cañería, Pasillo de Circulación a Quirófano



Figura 13.7: Derivación a Quirófano, Colocación Válvulas de Corte



Figura 13.8: Marcación de Cañería e Identificación de Válvulas de Corte



Figura 13.9: Montaje en Quirófano de una Columna de Techo con su respectivo soporte

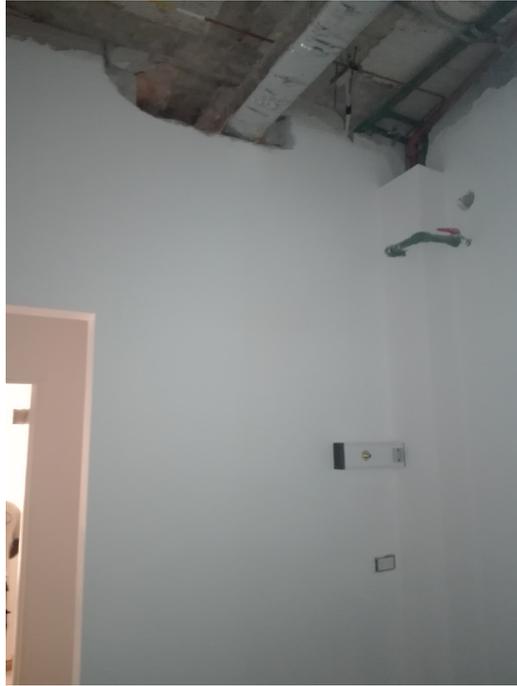


Figura 13.10: Panel Miniducto de Esterilización, Bajada al panel cubierta por Cajón de Durlock

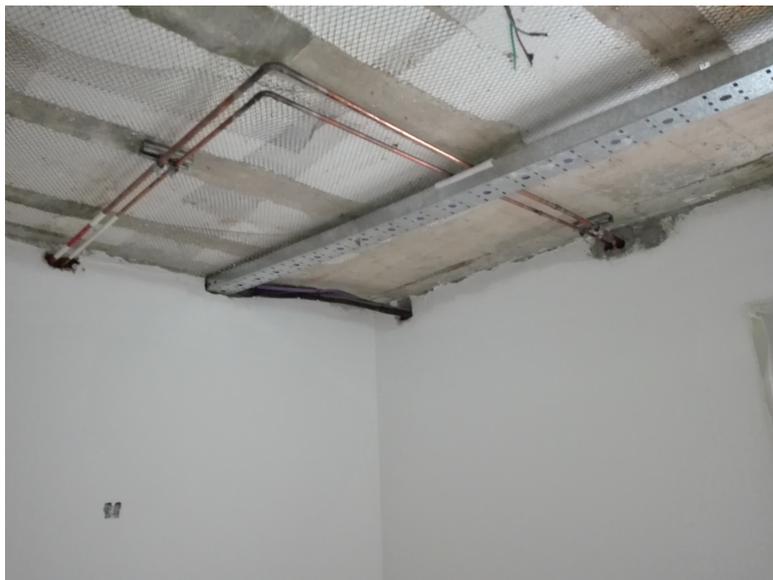


Figura 13.11: Acometida a Primer Piso a la Altura de una Habitación de Internado



Figura 13.12: Acometidas Líneas Principales al Edificio



Figura 13.13: Ingreso al Edificio en Etapas Avanzadas de Construcción

Bibliografía

- [1] IRAM-ISO 7396-1. 2014. Sistemas de Redes de Gases Medicinales; Sistemas de Redes para Gases Medicinales Comprimidos y Vacío (ISO 7396-1:2007 + Amd 1:2010 + Amd 2:2010, IDT). Eds. 2014-02-14. Sl. 154p.
- [2] ANMAT. Disposición Nro. 4373. 2002. Productos Medicinales; Normas Técnicas para la Elaboración de Oxígeno Medicinal mediante la Separación del Aire por Adsorción PSA. Exigencias Generales. Control de Calidad del Producto Terminado. Requisitos de Control de Calidad. Buenos Aires 19/02/2002. 5 p.
- [3] Resolución Nro. 0515, dictada por el Ministerio de Salud - Gobierno de la Provincia de Córdoba.
- [4] Ministerio de Salud. Resolución Nro. 1130/2000. Gases Medicinales; Reglamento para la Fabricación, Importación, Comercialización y Registro de Gases Medicinales. Buenos Aires 07/12/2000. 9 p.
- [5] ANMAT. Ley 16463/64. Normas sobre Contralor Técnico y Económica de los Medicamentos, Drogas y todo otro Producto de Uso y Aplicación en la Medina Humana. 04/08/1994. 5p.
- [6] Farmacopea Argentina. Volumen I. VII Edición.2745 p.
- [7] Disposición 2318/2002, Reglamento Técnico Mercosur de Registro de Productos Médicos”, ANMAT, 1/3/2004
- [8] Disposición 0727/2013 Requisitos de inscripción de Productos Médicos en el Registro de Productores y Productos de Tecnología Médica”, ANMAT, 04/02/2013.
- [9] Disposición 3266/2002 Reglamento Técnico Mercosur de Buenas Prácticas de Fabricación de Productos Médicos y Productos para Diagnóstico In Vitro”, ANMAT, 03/05/2013
- [10] UNE-EN ISO 5359:2015/A1:2018. Equipo respiratorio y de anestesia. Latiguillos de baja presión para utilización con gases medicinales. Modificación 1.
- [11] ISO 10083 - Oxygen concentrator supply systems for use with medical gas pipeline systems.
- [12] FD S 90-155, Systèmes de distribution pour gaz médicaux comprimés et vide — Compléments pour la conception et la réception
- [13] PMBOK Project Management Body of Knowledge
- [14] EN 286-1 - Simple infired pressure vessels designed to contain air or nitrogen. Part 1 - Pressure vessels for general purposes.
- [15] DRECAF. Catálogo de productos; Aire Comprimido.
- [16] Curso IRAM. SOd-10. Instalaciones para Gases Medicinales. Dictado por IRAM.

- [17] KAESER. Instrucciones de Servicio; Secador Frigorífico tipo TA8. Alemania.
- [18] KAESER. Manual Técnico de Aire Comprimido.
- [19] H. Estates and Facilities Directorate. May 2016. Medical Gases; Health Technical Memorandum 02-01: Medical Gas Pipeline Systems. Part A: Design, Installation, Validation and Verification.
- [20] AEA 90364. Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles; Parte 7- Reglas Particulares para las Instalaciones en Lugares y Locales Especiales. Sección 710: Locales Para Usos Médicos y Salas Externas a los Mismos. Ed. Agosto 2008.
- [21] DRECAF. Catálogo de productos; Aire Comprimido.
- [22] DRECAF. Catálogo de productos; Aire Comprimido.
- [23] INFRA. Manual de Seguridad; Gases Industriales, Gases Especiales, Mezclas para Soldar, Gases Medicinales. 36 p.
- [24] IRAM-ISO 2529-1. Cilindros de acero.