

Universidad Nacional de Córdoba – Facultad de Ciencias Exactas Físicas y  
Naturales

Ingeniería Biomédica

Proyecto Integrador

# Diseño y adaptación de un bloque quirúrgico móvil de emergencia a un contenedor marítimo



## Alumnas:

Panero Schipper, Gloria Yael  
Matrícula: 37.910.967

Quinn, Virginia  
Matrícula: 37.620.860

## Asesor:

Ing. Sapata, Luis

## Co-asesor:

Dr. Valfré, Roberto



Córdoba, Diciembre de 2018

# Agradecimientos

*A nuestras familias, en especial a nuestros padres, por habernos enseñado que con esfuerzo, trabajo y constancia es posible concretar objetivos. A nuestros compañeros y amigos por su apoyo incondicional.*

*A la Universidad Nacional de Córdoba por habernos permitido estudiar la carrera de Ingeniería Biomédica, como así también a los docentes por brindarnos sus conocimientos e incentivarlos a seguir adelante día a día.*

*A nuestros asesores: Ing. Luis Sapata y Dr. Roberto Valfré, por su apoyo, paciencia y colaboración.*

*Finalmente, a todas las personas que de alguna manera ayudaron a la culminación de este Proyecto Integrador, en especial a José María Salomón Corvalán, al Dr. León Trelles, a la Dra. Nadia Petrini y al Dr. Adolfo Savia.*

*¡Muchas gracias a todos!*

*Virginia y Yael.*

## Resumen

Los eventos adversos (terremotos, inundaciones, guerras, accidentes, incendios, etc.) implican un enorme impacto económico, social y, fundamentalmente, en la salud pública de las sociedades. Un sistema eficaz de alarma anticipada y preparación adecuada del Estado y la comunidad permiten disminuir la morbimortalidad asociada a dichos eventos.

Según datos publicados recientemente por la Organización Mundial de la Salud, si bien únicamente el 11% de las personas expuestas a riesgos naturales vive en los países en desarrollo, éstas suponen más del 53% de las defunciones debidas a desastres naturales en el mundo. Las diferencias en cuanto a impacto indican que existen importantes posibilidades de reducir el número de muertes de seres humanos provocadas por los desastres naturales, y que un elemento clave de esas tragedias es la inacción humana.

Esto no es más que una parte del panorama. Existen numerosos sucesos de menor envergadura que se cobran un tributo incluso mayor en forma de sufrimiento humano, como es el caso de los accidentes de tránsito y los incendios. Los accidentes de tránsito se cobran la vida de 1,2 millones de personas anualmente, es decir, de más de 3.200 personas al día, al tiempo que provocan lesiones o discapacidades a, entre 20 y 50 millones de personas más cada año. Al menos el 90% de las defunciones ocasionadas por los accidentes de tránsito y los incendios se produce en países de ingresos bajos y medios. Por otro lado, los incendios, por sí solos, provocan además la muerte de aproximadamente 300.000 personas cada año.

En este contexto se propone, como Proyecto Integrador de la carrera de grado de Ingeniería Biomédica, el diseño de un equipo de quirófano móvil de emergencias adaptado a un contenedor de carga marítima para asistencia médica inmediata, a fin de mitigar la morbimortalidad de la población víctima de dichos eventos, priorizando el tiempo de atención como factor crítico determinante de la evolución de dicha población.

## Contenido

Agradecimientos.....	2
Resumen.....	3
Contenido.....	4
Índice de Tablas.....	8
Índice de Fórmulas.....	12
Índice de Ilustraciones.....	14
Introducción.....	16
Objetivos.....	16
Objetivos Generales.....	16
Objetivos Específicos.....	17
Capítulo 1: Estudio de Amenazas en Argentina.....	18
1.1 Amenazas en la Argentina y su impacto en la salud pública.....	18
Capítulo 2: Marco Teórico.....	21
2.1 Estado del Arte.....	21
2.2 Área Quirúrgica.....	22
2.2.1 Resolución 1262/2006.....	22
2.3 Cirugías traumatológicas.....	26
2.4 Estudio de contenedores.....	28
2.4.1 Dimensiones de contenedores.....	28
2.4.2 Clasificación y designación.....	28
2.4.3 Modelos de contenedores.....	29
2.4.4 Características de los contenedores.....	31
2.4.5 Ventajas e inconvenientes del uso de contenedores.....	32
2.4.6 Vida Útil.....	32
2.5 Transporte.....	33
2.5.1 Dimensiones.....	33
2.5.2 Peso.....	33
2.5.3 Condiciones, restricciones y señalamiento.....	34
2.5.4 Exceso en las dimensiones y las cargas.....	35
2.6 Instalación eléctrica.....	38
2.6.1 AEA 90364-7-710.....	38
2.6.2 Canalizaciones internas.....	43

2.6.3 Circuitos terminales .....	45
2.6.4 Aplicación de normativas a la instalación eléctrica .....	46
2.7 Instalación sanitaria .....	47
2.7.1 Resolución 21/1993 .....	47
2.7.2 Aplicación de normativas a la instalación sanitaria .....	48
2.8 Gases medicinales.....	49
2.8.1 Aplicación de gases medicinales .....	49
2.8.2 Sistemas centralizados de gases medicinales.....	50
2.8.3 Aplicación de normativas a instalación de gases medicinales	56
2.9 Instalación de climatización .....	58
2.9.1 Norma UNE 100713/2005 .....	58
2.9.2 Norma UNE-EN ISO 14644/2000 .....	61
2.9.3 Sistemas de climatización .....	63
2.9.4 Balance térmico .....	69
2.9.4 Aplicación de normativas a la instalación de climatización ....	75
2.10 Seguridad contra el fuego .....	77
2.11 Residuos patógenos .....	79
2.11.1 Clasificación.....	79
2.11.2 Acumulación .....	80
2.11.3 Aplicación de normativas a residuos patógenos.....	80
Capítulo 3: Desarrollo.....	81
3.1 Bloque quirúrgico .....	81
3.1.1 Selección del contenedor marítimo.....	81
3.1.2 Elección del diseño y distribución .....	82
3.1.3 Logística y funcionamiento .....	90
3.1.4 Acceso al bloque quirúrgico.....	92
3.1.5 Esquemas de circulación.....	92
3.1.6 Sujeción del equipamiento.....	93
3.2 Diseño de la instalación eléctrica .....	97
3.2.1 Grupo electrógeno .....	97
3.2.2 Sector de tableros.....	99
3.2.3 Puesta a tierra .....	103
3.2.4 Circuitos de iluminación.....	103

3.2.5 Circuitos de tomacorrientes .....	109
3.3 Diseño de la instalación sanitaria.....	112
3.3.1 Sala de baño.....	112
3.3.2 Área de cirugía .....	112
3.3.2 Carga y descarga de tanques de agua.....	113
3.4 Diseño de la instalación de gases medicinales.....	115
3.4.1 Sistema de suministro con cilindros.....	115
3.4.2 Duración de cilindros de gases medicinales.....	115
3.4.3 Selección de los cilindros de gases medicinales .....	116
3.4.4 Cálculo del diámetro de las cañerías.....	117
3.4.5 Sistema manifold .....	118
3.4.6 Paneles poliductos.....	120
3.4.7 Instalación y montaje de cañerías .....	120
3.5 Diseño de la instalación de climatización.....	122
3.5.1 Aislación térmica.....	122
3.5.2 Balance térmico .....	123
3.5.3 Conductos.....	137
3.6 Elementos estructurales del bloque quirúrgico .....	141
3.6.1 Paredes de revestimiento .....	141
3.6.2 Paredes interiores.....	142
3.6.3 Pisos.....	142
3.6.4 Puertas .....	144
3.6.5 Cielorraso de yeso.....	145
3.7 Diseño de la instalación de seguridad contra incendios .....	148
3.7.1 Resistencia al fuego de los materiales constructivos.....	148
3.7.2 Elección de extintor .....	149
3.7.3 Luces de emergencia .....	150
3.7.4 Medio de escape .....	150
3.7.5 Condiciones de situación, construcción y extinción .....	152
3.8 Peso del bloque quirúrgico.....	154
3.9 Limpieza y desinfección .....	158
3.9.1 Manejo de los residuos.....	158
3.10 Plan de Mantenimiento .....	159

3.10.1 Verificación del estado del contenedor .....	162
3.11 Tablas de presupuestos.....	163
3.11.1 Costos estimados de materiales y productos .....	163
3.11.2 Costos estimados de insumos médicos y no médicos.....	171
3.11.3 Costos estimados de mano de obra .....	173
Conclusiones.....	175
Bibliografía y Referencias .....	176
Anexos .....	179
Anexo N° 1: Imágenes 3D del Bloque Quirúrgico .....	180
Anexo N° 2: Plano de vista en planta y corte del Bloque Quirúrgico.....	184
Anexo N° 3: Diagrama Unifilar .....	185
Anexo N° 4: Contenedor DRY-VAN 40' High Cube.....	186
Anexo N° 5: Estructura de un contenedor DRY-VAN 40' High Cube .....	187
Anexo N° 6: Equipamiento electromédico.....	188
Anexo N° 7: Coeficientes superficiales de transmisión de calor .....	191
Anexo N° 8: Valores de transmitancia térmica .....	192
Anexo N° 9: Gráfica de igual pérdida de carga para conductos.....	194
Anexo N° 10: Ábaco de conversión de secciones circulares a cuadradas.....	195

## Índice de Tablas

Tabla 1: Características de los contenedores según norma ISO 668 .....	28
Tabla 2: Designación de contenedores de carga según norma ISO 668 .....	29
Tabla 3: Características de contenedor DRY-VAN 40' High Cube .....	30
Tabla 4: Máximo peso transmisible a la calzada .....	33
Tabla 5: Capacidad de carga de la configuración S2-D3 según la Ley de Tránsito 24.449 .....	33
Tabla 6: Secciones nominales mínimas admisibles .....	44
Tabla 7: Intensidades máximas admisibles según la sección del conductor de cobre a proteger .....	45
Tabla 8: Aplicaciones de los gases medicinales: oxígeno medicinal, aire medicinal y vacío .....	50
Tabla 9: Color del cilindro de Oxígeno medicinal y de Aire medicinal según norma IRAM 2588 .....	52
Tabla 10: Modelo de roscas de salida para la conexión de gases medicinales	52
Tabla 11: Intervalos máximos entre soportes de cañerías .....	54
Tabla 12: Colores para las franjas de las cañerías según disposición 2318/IRAM 37224 .....	55
Tabla 13: Clases de filtro normalizados según normas UNE-EN 779 y UNE-EN 1822-1 .....	60
Tabla 14: Distancias mínimas de separación para las fuentes de contaminación indicadas .....	61
Tabla 15: Clase de partículas contenidas en el aire para salas limpias y zonas anexas .....	62
Tabla 16: Tabla comparativa entre norma ISO 100713 y norma ISO 14644....	63
Tabla 17: Clasificación de los sistemas de climatización del aire según su funcionamiento .....	65
Tabla 18: Factores a considerar para la selección de rejillas o difusores .....	67
Tabla 19: Tipo de agente extintor para cada clase de fuego .....	78
Tabla 20: Medidas externas e internas de un contenedor de 40' HC .....	81
Tabla 21: Diferencias entre un contenedor de 40' HC nuevo y uno usado .....	81
Tabla 22: Medidas y características del equipamiento del bloque quirúrgico...	90
Tabla 23: Tipo de cinchas y ubicación de cáncamos para sujeción del equipamiento .....	95
Tabla 24: Consumo eléctrico del equipamiento del bloque quirúrgico .....	98

Tabla 25: Especificaciones técnicas del grupo electrógeno elegido para el bloque quirúrgico.....	99
Tabla 26: Consumo de equipamiento conectado a sistema TT.....	100
Tabla 27: Consumo de equipamiento conectado a UPS .....	101
Tabla 28: Valores obtenidos para el factor 'K' de los distintos sectores del bloque quirúrgico.....	104
Tabla 29: Factor de reflexión, en función del color del suelo, techo y paredes .....	104
Tabla 30: Tabla de factor de utilización para luminarias LED .....	105
Tabla 31: Factores de utilización (n) para cada sector específico del bloque quirúrgico.....	105
Tabla 32: Valores de lux elegidos para la iluminación de cada área del bloque quirúrgico.....	107
Tabla 33: Cantidad de luminarias LED para cada sector del bloque quirúrgico .....	107
Tabla 34: Cantidad y tipo de interruptor de luz para cada sector del bloque quirúrgico.....	108
Tabla 35: Especificaciones de los cilindros de Oxígeno medicinal y Aire medicinal seleccionados.....	116
Tabla 36: Características técnicas de los cilindros para gases medicinales ..	117
Tabla 37: Caudales de las redes de Oxígeno medicinal y Aire medicinal .....	118
Tabla 38: Diámetros de las cañerías de Oxígeno medicinal y Aire medicinal	118
Tabla 39: Longitudes totales de las cañerías de Oxígeno medicinal y Aire medicinal .....	121
Tabla 40: Características de los materiales para la aislación térmica .....	122
Tabla 41: Características estructurales de las puertas del bloque quirúrgico	125
Tabla 42: Características de cerramientos para el vestuario .....	127
Tabla 43: Cargas internas del vestuario .....	127
Tabla 44: Caudal de la toma de aire exterior para el vestuario .....	128
Tabla 45: Características de cerramientos para el office sucio .....	128
Tabla 46: Cargas internas del office sucio .....	129
Tabla 47: Caudal de la toma de aire exterior para el office sucio.....	129
Tabla 48: Características de cerramientos para el sector de tableros.....	130
Tabla 49: Cargas internas del sector de tableros .....	130
Tabla 50: Caudal de la toma de aire exterior para el sector de tableros .....	131

Tabla 51: Características de los cerramientos del área de cirugía.....	131
Tabla 52: Cargas internas del área de cirugía.....	132
Tabla 53: Caudal de la toma de aire exterior para el área de cirugía.....	132
Tabla 54: Características de cerramientos para el pasillo de transferencia ...	133
Tabla 55: Cargas internas del pasillo de transferencia.....	133
Tabla 56: Caudal de la toma de aire exterior para el pasillo de transferencia	134
Tabla 57: Características de los cerramientos para el área de recepción del paciente.....	134
Tabla 58: Cargas internas del área de recepción del paciente.....	135
Tabla 59: Caudal de la toma de aire exterior para el área de recepción del paciente.....	135
Tabla 60: Especificaciones del equipo Rooftop para climatización .....	136
Tabla 61: Valores de caudal sensible y caudal total a impulsar de cada área del bloque quirúrgico.....	137
Tabla 62: Caudal a impulsar para cada tramo de conducto del sistema de climatización.....	138
Tabla 63: Características para cada tramo del conducto de impulsión de aire .....	138
Tabla 64: Dimensiones rectangulares para los tramos de conducto de impulsión de aire .....	139
Tabla 65: Dimensiones para las rejillas de impulsión de aire .....	139
Tabla 66: Características para cada tramo del conducto de retorno de aire ..	139
Tabla 67: Dimensiones para las rejillas de retorno de los locales a climatizar	140
Tabla 68: Características del modelo del piso semiconductor para el área de cirugía .....	143
Tabla 69: Características del modelo del piso de goma sanitario .....	144
Tabla 70: Características estructurales y ubicación de las diferentes puertas del bloque quirúrgico.....	145
Tabla 71: Cálculo estimado de la carga de fuego de cada material del bloque quirúrgico.....	149
Tabla 72: Peso total estimado de materiales estructurales .....	154
Tabla 73: Peso total estimado del equipamiento del bloque quirúrgico.....	157
Tabla 74: Plan de mantenimiento preventivo .....	162
Tabla 75: Presupuesto estimado para la construcción del bloque quirúrgico.	171
Tabla 76: Presupuesto estimado total de insumos para 9 horas continuas de cirugía .....	173

Tabla 77: Presupuesto estimado total de la mano de obra del bloque quirúrgico .....	174
Tabla 78: Resistencia superficial de separación con espacio exterior según norma IRAM 11601 .....	191
Tabla 79: Resistencia superficial de separación con otro local según norma IRAM 11601 .....	191
Tabla 80: Valores de 'K' máximo admisible para verano para muros según norma IRAM 11603 .....	192
Tabla 81: Valores de 'K' máximo admisible para verano para techos según norma IRAM 11603 .....	192
Tabla 82: Valores de 'K' máximo admisible para invierno según norma IRAM 11603 .....	193

## Índice de Fórmulas

Fórmula 1: Cálculo a utilizar en el balance térmico para obtener la cantidad de calor sensible por transmisión en cerramientos opacos .....	70
Fórmula 2: Cálculo a utilizar en el balance térmico para obtener la cantidad de calor sensible por radiación (Kcal/h) .....	71
Fórmula 3: Cantidad de calor sensible por transmisión y radiación que equivale a cantidad de calor sensible total (Kcal/h) .....	71
Fórmula 4: Cálculo a utilizar en el balance térmico para obtener la cantidad de calor sensible aportado por las personas (Kcal/h).....	71
Fórmula 5: Cálculo a utilizar en el balance térmico para obtener la cantidad de calor latente aportado por las personas (Kcal/h) .....	71
Fórmula 6: Cálculo a utilizar en el balance térmico para obtener la cantidad de calor sensible aportado por la luz artificial (Kcal/h) .....	72
Fórmula 7: Cálculo a utilizar en el balance térmico para obtener la cantidad de calor sensible aportado por los artefactos (Kcal/h).....	72
Fórmula 8: Cálculo a utilizar en el balance térmico para obtener el volumen de aire total que debe ingresar al local para renovación higiénica ( $m^3$ ) .....	73
Fórmula 9: Cálculo a utilizar en el balance térmico para determinar el volumen de aire de ingreso por infiltración a través de las hendiduras ( $m^3/h$ ) .....	73
Fórmula 10: Cálculo a utilizar en el balance térmico para determinar el volumen de aire que ingresa a través de la toma de aire exterior .....	73
Fórmula 11: Cálculo a utilizar en el balance térmico para determinar el calor sensible ingresado por hendiduras (Kcal/h).....	74
Fórmula 12: Cálculo a utilizar en el balance térmico para determinar el calor latente ingresado por hendiduras (Kcal/h) .....	74
Fórmula 13: Cálculo a utilizar en el balance térmico para determinar el calor sensible ingresado por la toma de aire exterior (Kcal/h) .....	74
Fórmula 14: Cálculo a utilizar en el balance térmico para determinar el calor latente ingresado por la TAE (Kcal/h).....	74
Fórmula 15: Cálculo a utilizar en el balance térmico para determinar el factor de calor sensible .....	75
Fórmula 16: Cálculo a utilizar en el balance térmico para determinar el caudal total de aire a insuflar en el local ( $m^3/h$ ) .....	75
Fórmula 17: Cálculo del índice del local 'K' a partir de la geometría del bloque quirúrgico.....	103
Fórmula 18: Cálculo del flujo luminoso total de las lámparas (Lumen) .....	106

Fórmula 19: Cálculo para obtener el número de luminarias necesarias para el bloque quirúrgico .....	106
Fórmula 20: Cálculo para obtener el diámetro de la red .....	117
Fórmula 21: Cálculo de resistencia térmica total.....	122
Fórmula 22: Cálculo de transmitancia térmica .....	122
Fórmula 23: Cálculo del factor de calor sensible (FCS) en función del calor sensible total y del calor latente total.....	136
Fórmula 24: Cálculo para obtener el caudal total de aire a insuflar.....	137
Fórmula 25: Cálculo de carga de fuego .....	149
Fórmula 26: Cálculo del ancho total para los medios de escape .....	150
Fórmula 27: Cálculo del número de unidades de ancho de salida .....	151
Fórmula 28: Cálculo del número total de personas a ser evacuadas.....	151
Fórmula 29: Cálculo del factor de ocupación .....	151

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Distribución de Amenazas en la República Argentina.....	19
Ilustración 2: Contenedor modelo DRY-VAN 40' High Cube.....	31
Ilustración 3: Semirremolque portacontenedor.....	37
Ilustración 4: Representación de un sistema eléctrico de aislación IT .....	40
Ilustración 5: Representación de un sistema eléctrico TT .....	42
Ilustración 6: Equipo Rooftop .....	66
Ilustración 7: Distribución de las áreas en el interior del bloque quirúrgico .....	82
Ilustración 8: Dispositivo de ultrasonido portátil con cable USB para smartphones o tablets.....	84
Ilustración 9: Distribución del equipamiento dentro del bloque quirúrgico .....	84
Ilustración 10: Camilla de emergencias para traslado de pacientes.....	91
Ilustración 11: Plataforma autoelevadora de accionamiento hidráulico.....	92
Ilustración 12: Esquema de circulación para pacientes.....	93
Ilustración 13: Esquema de circulación para personal médico.....	93
Ilustración 14: Esquema de circulación para material sucio .....	93
Ilustración 15: Esquema de circulación para material limpio .....	93
Ilustración 16: Cincha con carraca y hebillas .....	94
Ilustración 17: Distribución y ubicación de cáncamos en las paredes laterales del contenedor .....	96
Ilustración 18: Esquema de conexión luminaria del bloque quirúrgico .....	109
Ilustración 19: Lámpara scialítica Led de techo simple .....	109
Ilustración 20: Representación de ubicación de tomacorrientes dentro del bloque quirúrgico.....	111
Ilustración 21: Lavamanos portátil para baño.....	113
Ilustración 22: Esquema de la instalación de gases medicinales.....	121
Ilustración 23: Cerramientos de las diferentes salas del bloque quirúrgico ....	124
Ilustración 24: Esquema de distribución de rejas .....	138
Ilustración 25: Representación de las diferentes estructuras que conforman la pared del bloque quirúrgico .....	142
Ilustración 26: Representación del mallado de cobre del suelo del area de cirugía para la instalación del piso de goma semiconductor.....	143
Ilustración 27: Representación del modo de colocación de la estructura metálica del cielorraso del bloque quirúrgico .....	146

Ilustración 28: Extintor HCFC con capacidad nominal de 5 Kg. ....	150
Ilustración 29: Luz de emergencia LED.....	150
Ilustración 30: Señalización de vía de escape, extintor y ubicación de las luces de emergencias con sus carteles de salida.....	152
Ilustración 31: Imagen 3D de vista exterior del bloque quirúrgico .....	180
Ilustración 32: Imagen 3D de vista superior de perfilería .....	180
Ilustración 33: Imagen 3D de vista superior del bloque quirúrgico .....	181
Ilustración 34: Imagen 3D de bloque quirúrgico con puertas abiertas.....	181
Ilustración 35: Imagen 3D vista superior de área de recepción del paciente .	182
Ilustración 36: 3D de vista superior de pasillo de transferencia, sector de tableros y office limpio.....	182
Ilustración 37: Imagen 3D de vista superior del área de cirugía.....	183
Ilustración 38: Imagen 3D de vista superior de vestuario, baño y office sucio	183
Ilustración 39: Plano de detalle de vista en planta y corte del bloque quirúrgico .....	184
Ilustración 40: Diagrama unifilar de la instalación eléctrica del bloque quirúrgico .....	185
Ilustración 41: Contenedor DRY-VAN 40' High Cube con puertas abiertas ...	186
Ilustración 42: partes estructurales de un contenedor DRY-VAN.....	187
Ilustración 43: Mesa de Anestesia.....	188
Ilustración 44: Desfibrilador .....	188
Ilustración 45: Equipo de rayos X portátil .....	189
Ilustración 46: Electrobisturí .....	189
Ilustración 47: Aspirador portátil de 10 litros.....	190
Ilustración 48: Bomba de infusión a jeringa.....	190
Ilustración 49: Gráfica para el cálculo de la pérdida de carga en conductos de fibra de vidrio.....	194
Ilustración 50: Ábaco de conversión de secciones circulares a cuadradas ....	195

## Introducción

La Organización Mundial de la Salud (OMS) [1] define desastres como “situaciones imprevistas que representan serias e inmediatas amenazas para la salud pública o cualquier situación de salud pública que pone en riesgo la vida o salud de una cantidad significativa de personas y exige la acción inmediata”. Por otra parte, según la Organización Panamericana de la Salud (OPS), tanto una emergencia como un desastre son alteraciones o daños de diverso tipo (a la salud, los bienes, el medio ambiente, etc.) que demandan respuesta inmediata de la comunidad afectada. Estos son llamados genéricamente eventos adversos.

Teniendo en consideración que las situaciones de *desastre o emergencia* ocasionan lesiones traumáticas de respuesta inmediata que involucran a víctimas en masa, es que se considera importante conocer el significado y las atenciones necesarias para dichos tipos de lesiones. El trauma es una lesión física generada por un agente externo que compromete la vida del paciente. Se lo considera como una enfermedad dependiente del tiempo y por este motivo el paciente injuriado debe ser evaluado y tratado rápidamente de acuerdo a las prioridades del ABC, A: Aseguramiento de la vía aérea con protección de la columna cervical; B: Adecuada ventilación y oxigenación y C: Circulación y control de la hemorragia.

Priorizar con rapidez la atención en emergencias y coordinar servicios en situaciones críticas de forma eficaz, puede salvar muchas vidas. Es por ello que se plantea el diseño de un módulo quirúrgico de emergencias pensado para ser utilizado en la República Argentina y se propone además que el mismo sea adaptado a un contenedor marítimo que facilite su movilidad y transporte. Asimismo, eventualmente, se podría dar un uso agregado al módulo quirúrgico en situaciones de emergencias según disposición del jefe del servicio de emergencias a cargo del mismo.

Para llevar a cabo el proyecto, se deberá contemplar todos los aspectos necesarios para el correcto funcionamiento del quirófano móvil, desde las instalaciones indispensables hasta el equipamiento necesario, como así también las condiciones óptimas de trabajo y asepsia.

## Objetivos

### Objetivos Generales

Diseñar un bloque quirúrgico móvil de emergencias adaptado a un contenedor marítimo para brindar atención quirúrgica inmediata en condiciones asépticas y seguras, según lo establecido en las normativas vigentes asociadas al adecuado funcionamiento de un quirófano, a víctimas de eventos catastróficos.

Para ello, se consideran los siguientes aspectos:

- Relacionados al Contenedor Marítimo: investigar las características de los existentes en el mercado y la viabilidad de su adaptación a fines de este proyecto.
- Relacionados al Área Quirúrgica: analizar y conocer las normativas vigentes asociadas al funcionamiento de quirófanos, en relación a diseño, instalaciones, equipamiento y seguridad.
- Relacionados al Área Geográfica: conocer la distribución geográfica de los diversos eventos adversos en la República Argentina así como las normativas vigentes acerca del transporte.

## Objetivos Específicos

### Relacionados al Contenedor Marítimo:

- Evaluar las dimensiones.
- Conocer la clasificación y designación.
- Analizar los modelos.
- Estudiar las características.
- Evaluar las ventajas e inconvenientes de su uso.
- Conocer la vida útil.

### Relacionados al Área Quirúrgica:

- Investigar, analizar y diseñar la instalación eléctrica.
- Investigar, analizar y diseñar la instalación sanitaria.
- Investigar, analizar y diseñar la instalación de gases medicinales.
- Investigar, analizar y diseñar la instalación de climatización.
- Considerar aspectos de la seguridad contra el fuego.
- Conocer la normativa vigente respecto al manejo de residuos patógenos médicos.

### Relacionados al Área Geográfica:

- Conocer la distribución geográfica de amenazas en la República Argentina.
- Conocer las normativas vigentes para el transporte de contenedores.

## Capítulo 1: Estudio de Amenazas en Argentina

Se entiende por amenaza a cualquier factor externo de riesgo con potencial para provocar daños sociales, ambientales y económicos en una comunidad en determinado periodo de tiempo. En Argentina existen diferentes tipos de amenazas de acuerdo a su posible origen:

- *Naturales*: son aquellas en las que no interviene la actividad humana, como sismos, erupciones volcánicas, algunos tipos de inundaciones, deslizamientos, entre otros.
- *Antrópicas o generadas por la actividad humana*: son sucesos tales como incendios intencionales, explosiones, contaminaciones, accidentes del transporte masivo, entre otros.
- *Mixtas*: producto de un proceso natural modificado por la actividad humana como los deslizamientos por deforestación de las laderas; sequías; derrumbes por mala construcción de caminos, canales, viviendas; etc.

### 1.1 Amenazas en la Argentina y su impacto en la salud pública

Cada comunidad tiene sus propias amenazas debido a sus características de ubicación, geografía, geología y a su proceso de desarrollo. A continuación, se presenta el mapa de distribución de amenazas en la República Argentina:

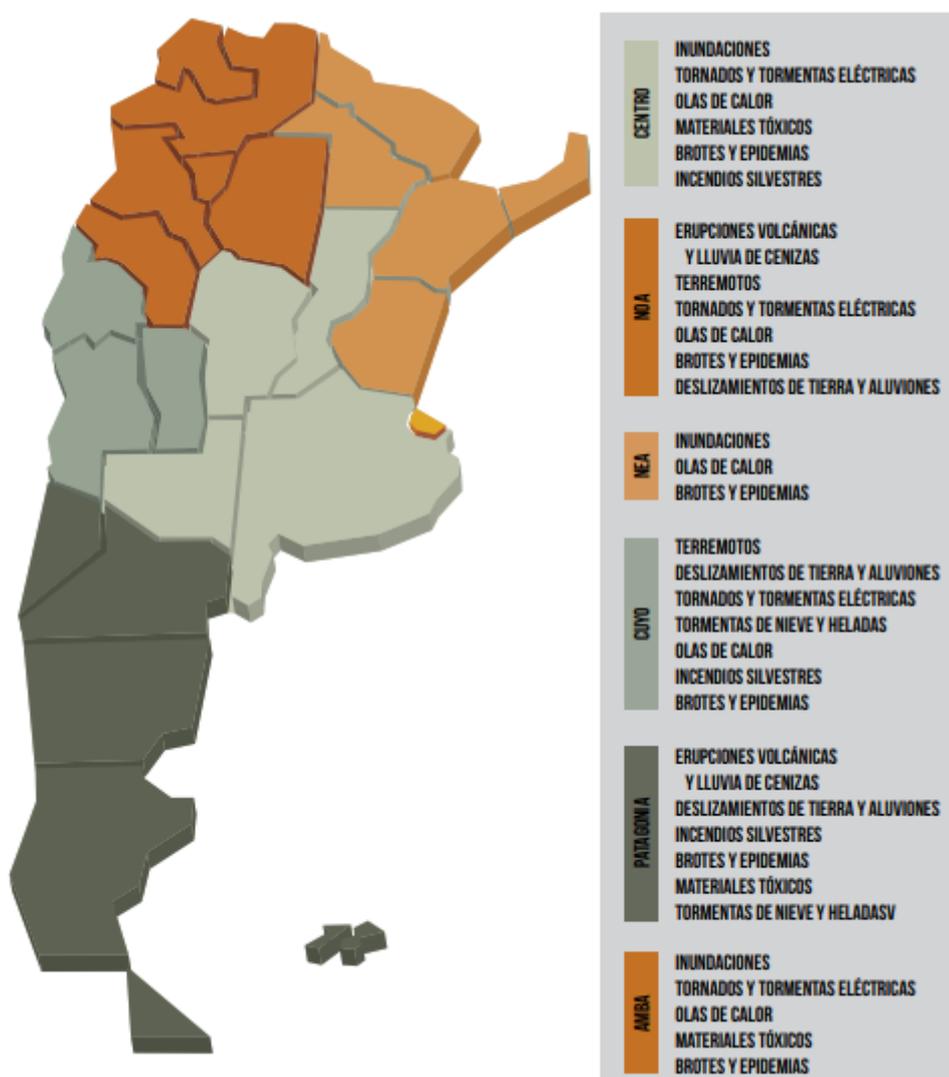


Ilustración 1: Distribución de Amenazas en la República Argentina<sup>1</sup>

Las amenazas que pueden ocasionar una situación de desastre implican siempre un efecto directo sobre la salud de las personas, los servicios sanitarios y el ambiente. Algunos de los impactos comunes a todos ellos son:

- *Impacto en la salud física.*
- *Desequilibrio entre la oferta de servicios y la demanda generada por el evento:* los desastres, con frecuencia, ocasionan daños a los establecimientos de salud, reduciendo momentáneamente su capacidad de asistencia. Paralelamente, estos eventos adversos demandan nuevas y mayores acciones de control y atención de daños a la salud, requiriéndose recursos y servicios adicionales a los normalmente disponibles.

<sup>1</sup> Imagen obtenida de: [http://www.msal.gob.ar/images/stories/ryc/graficos/000000832cnt-2016-05\\_guia-salud-comunicacion-desastres-isbn.pdf](http://www.msal.gob.ar/images/stories/ryc/graficos/000000832cnt-2016-05_guia-salud-comunicacion-desastres-isbn.pdf). Última visita a la página: Septiembre de 2018

No obstante, cada tipo de evento adverso presenta sus particularidades. En relación a los efectos en la salud pública, las principales amenazas son:

- *Deslizamientos de tierras y aluviones*: entre los efectos inmediatos predominan los traumatismos debido al impacto directo de los objetos.
- *Erupciones volcánicas y lluvia de cenizas*: complicaciones respiratorias, lesiones traumáticas ocasionadas por el contacto con el material volcánico y quemaduras graves debido a cenizas sobrecalentadas, gases y rocas.
- *Incendios silvestres*: pueden producir quemaduras y afectar la vía aérea causando asfixia.
- *Inundaciones*: riesgo de mortalidad por la alta probabilidad de sufrir electrocuciones y ahogos. Asimismo, las inundaciones pueden afectar la infraestructura física de los establecimientos de salud e interrumpir los servicios públicos.
- *Problemas con materiales tóxicos*: los acontecimientos pueden producir traumatismos de distinta gravedad, quemaduras, afecciones en la vía aérea y gastrointestinal, entre otros.
- *Terremotos*: lesiones traumáticas por la caída de materiales y muerte por aplastamiento y asfixia.
- *Tormentas de nieve y heladas*: pueden producir muerte por hipotermia y traumatismos por accidentes de tránsito por congelamiento de rutas.
- *Tornados*: pueden causar traumatismos ocasionados por caída de objetos.

## Capítulo 2: Marco Teórico

### 2.1 Estado del Arte

Se han realizado investigaciones respecto a la existencia de quirófanos móviles de emergencias en la República Argentina y a nivel mundial con el fin principal de diseñar un módulo quirúrgico mejorado respecto a lo existente en el mercado actual, en cuanto a calidad, funcionalidad y asepsia.

En la Argentina, en cuanto a unidades móviles de salud, se cuenta con Unidades Sanitarias, pertenecientes al Ministerio de Salud de la Nación, adaptadas a camiones que contienen consultorios especializados en: clínica médica, pediatría, ginecología, oftalmología, diagnóstico por imágenes y análisis clínicos. Además, existe un Hospital Militar Reubicable de la Fuerza Aérea Argentina el cual se encuentra desplegado en Haití desde el año 2010. El mismo está formado por un conjunto de 11 (once) contenedores interconectados, con dos quirófanos incluidos.

A nivel mundial, se cuenta con unidades móviles de salud con consultorios especializados. En lo que respecta a Hospitales Militares de Campaña, estos pertenecen a los ejércitos de los siguientes países: Chile, Perú, España, Cuba, Brasil y Argentina, el cual fue mencionado anteriormente. Existen además en el mundo camiones quirófanos autónomos para transporte terrestre, con precios que superan los 800.000,00 USD y que cuentan con material quirúrgico, grupo electrógeno, gases medicinales y sistema de climatización.

Luego de estudiar lo existente en el mercado, se propone el diseño de una unidad quirúrgica autónoma, adaptada a un único contenedor con la posibilidad de ser transportado no sólo de forma terrestre sino también aérea y marítima. Asimismo, se pretende que dicha unidad contenga el equipamiento y las instalaciones necesarias para su correcto funcionamiento, garantizando la seguridad del personal y del paciente. Se espera mediante el presente proyecto, brindar el diseño de una unidad quirúrgica de calidad al menor costo económico posible.

## 2.2 Área Quirúrgica

En primera instancia, para llevar a cabo el diseño del módulo quirúrgico, se tuvo en cuenta una cantidad de horas máximas de trabajo de cirugía de 9 (nueve) horas continuas sin rotación de personal y un promedio de duración de cirugía de 3 (tres) horas cada una, por ende, se planteó un número promedio de 3 (tres) cirugías continuas. Sin embargo, el tiempo de duración de la cirugía dependerá de la gravedad del estado del paciente, con lo cual se podría obtener un número mayor o menor de cirugías en 9 (nueve) horas continuas de trabajo.

Siendo que no existen normativas nacionales referidas a quirófanos móviles de emergencias, se adaptarán ciertas recomendaciones y normativas referidas al área de cirugía de un establecimiento para la salud, priorizando la funcionalidad del módulo y la seguridad del personal y del paciente.

La Resolución 573/2000 del Programa Nacional de Garantía de la Calidad de la Atención Médica [3] define como área quirúrgica de un establecimiento asistencial a “aquella que utiliza para efectuar un diagnóstico y/o tratamiento, procedimientos quirúrgicos manuales y/o instrumentales”.

### 2.2.1 Resolución 1262/2006

La resolución 1262/2006 [4] fija las Grillas de Habilitación Categorizante para Establecimientos de Salud con Internación. Con respecto al área quirúrgica, para el diseño del módulo quirúrgico, se considerarán los siguientes puntos:

#### *Zona de circulación restringida*

- Sala de Operaciones
  - Es independiente del resto de los locales, con acceso directo desde el área de lavado.
  - Espacio adecuado que permita la libre circulación del profesional actuante. Prevé alrededor de la mesa de operaciones espacio libre que permita la correcta ubicación del personal y equipo que actúa sobre el paciente y la circulación simultánea de una persona por el espacio inmediato posterior, con normal acceso de la camilla, más una persona al costado de la mesa de operaciones para el traslado del paciente.
  - Contar con un sistema de energía eléctrica de emergencia si realizan procedimientos con anestesia general.
  - Contar con transformadores de aislamiento eléctrico, con monitor de aislamiento de línea conectado a tierra.
  - Cuenta con fuente de alimentación ininterrumpida (UPS) con salida regulada que asegure la supresión de picos de líneas en los servicios donde es imprescindible la continuidad del suministro.
  - Adecuada iluminación natural y/o artificial.

- La iluminación general es de 500 lux.
- La luz focalizada sobre campo operatorio es de 3.000 - 10.000 lux para cirugía menor.
- La luz focalizada sobre campo operatorio es de 30.000 a 40.000 lux para cirugía mediana y mayor.
- El ancho libre de las puertas deberá permitir el normal acceso de una camilla o silla de ruedas al local.
- Pisos, paredes y cielorrasos resistentes al uso, lavables, impermeables, lisos y con zócalos sanitarios redondeados.
- Adecuada climatización. La misma podrá ser garantizada por aire acondicionado, calefacción, refrigeración, ventilación forzada.
- Si se utiliza aire acondicionado no deberá ser reciclado. El aire inyectado al local es filtrado o esterilizado. En todos los casos las tomas de aire se hacen de zonas no contaminadas.
- Equipamiento:
  - Mesa quirúrgica: de material cromado o inoxidable o material lavable con movimiento universal y con los accesorios correspondientes para distintas posiciones o sillón según procedimientos.
  - Mesa para instrumental: de material inoxidable o cromado.
  - Mesas accesorias: con características similares a las anteriores.
  - Fuente de luz central o frontal.
  - Bancos altos o taburetes.
  - Soportes o carriles para frascos de venoclisis.
  - Negatoscopio.
  - Reloj.
  - Lebrillos o palanganas.
  - Aspirador mecánico.
  - Poseer sistema de suministro asegurado de oxígeno con adecuadas reservas.
  - Poseer sistema de suministro asegurado de óxido nitroso con adecuadas reservas
  - Sistema de aspiración exclusivo para uso anestésico.
  - Máquina de anestesia, con sistema de alarmas visuales y audibles.
  - Vaporizadores.
  - Equipo completo de intubación.
  - Equipos para anestesia peridural y subaracnoidea.
  - Sistema de monitoreo básico.
  - Monitor de presión de la vía aérea del paciente.
  - Monitor de saturación de oxígeno, recomendable con onda pletismográfica.

- Monitor de gases inspirados y espirados.
- Equipo de reanimación cardiorrespiratoria instalado en un carro de transporte, ubicado en un lugar de fácil acceso.
- Accesibilidad a equipo de Rx e intensificador de imágenes.
- Lavado y vestuario final del equipo quirúrgico
  - En relación directa al quirófano.
  - Superficie mínima de 6 m<sup>2</sup> con un lado mínimo de 2,5 m.
  - Equipamiento:
    - Secamanos por aire caliente o material desechable.
    - Dispositivo proveedor de jabón o de solución antiséptica con accionamiento no manual.
    - Mesada y pileta integral para lavado quirúrgico con su equipo de accionamiento (no manual o electrónico).
    - Portabolsas para ropa limpia.
    - Portabolsas para ropa usada.
    - Armario para material limpio.

#### *Zona de circulación semirestringida*

- Local para abastecimientos y procesamientos periféricos
  - Contar con un local separado para abastecimientos y periféricos limpios.
  - Contar con un local separado para abastecimientos y periféricos sucios.
  - Contar con condiciones de higiene y seguridad.
  - Contar con mesada con pileta.
- Depósito de equipos
  - Contar con área destinada al almacenamiento transitorio o permanente.
- Zona de cambio y transferencia
  - Estacionamiento transitorio de camillas y/o sillas de ruedas.
  - Locales húmedos sanitarios/vestuario para personal y/o pacientes.
    - Contar con condiciones de privacidad y seguridad.
    - Contar con bancos, espacio para guardar ropa de calle y sanitarios.
- Sala de pre-anestesia
  - Contar con condiciones de privacidad y seguridad.
  - Equipamiento:
    - Cama.

- Lavabo.
- Toallero.
- Equipo necesario para recuperación y/o estabilización del paciente.
- Acceso a suministro de gases medicinales y aspiración.
  
- Sala de recuperación de pacientes
  - Contar con condiciones de privacidad y seguridad.
  - Equipamiento:
    - Cama.
    - Lavabo.
    - Toallero.
  - Equipo necesario para recuperación y/o estabilización del paciente.
  - Acceso a suministro de gases medicinales y aspiración.

*Zona de circulación no restringida*

- Sala de espera
  - Sillas o bancos y espacio para silla de ruedas.
  
- Depósito de residuos comunes y patológicos.
  
- Local para muestras quirúrgicas.

## 2.3 Cirugías traumatológicas

Considerando que los desastres ocasionan principalmente lesiones traumáticas en la población afectada, es que se diseña el bloque quirúrgico para realizar *cirugías traumatológicas*.

Las cirugías traumatológicas tratan de lesiones de estructuras histológicas producidas por la acción, casi siempre de un agente portador de energía, con capacidad lesional, que se convierte en el agente traumático.

De acuerdo con la cualidad de la energía, se distinguen: *energía física* (mecánica, térmica, eléctrica y radiactiva) y *energía química*.

La energía traumática produce un foco de lesiones, denominado foco traumático. Cuando este se produce en la zona de impacto de la energía, el traumatismo lo es por acción directa. Por el contrario, en un traumatismo por acción indirecta, el foco traumático se encuentra a distancia de la zona de acción energética.

La intensidad y características de la lesión de los tejidos depende de:

- La *cualidad* de la energía del agente traumático, su *intensidad*, y el *tiempo* de acción sobre el organismo.
- La *dirección* en que se aplica la energía.
- La *resistencia* específica de los distintos tejidos, a los diferentes tipos de energía.
- La *morfología* del agente portador de energía.

De acuerdo a la continuidad de la cubierta cutánea, los traumatismos se pueden clasificar en dos grupos:

- *Cerrados*: son aquellos en los que no se ha producido, por la acción traumática, solución de continuidad en la cubierta cutánea. Pero, bajo esta cubierta que mantiene su continuidad, pueden encontrarse graves lesiones profundas, que corresponden al concepto de la contusión.
- *Abiertos*: son aquellos en los que se ha producido una solución de continuidad en la superficie cutánea, que corresponden al concepto de herida.

De acuerdo con las estructuras anatómicas y sistemas orgánicos afectados, los traumatismos se pueden clasificar en:

- Piel y tejido celular subcutáneo.
- Aparato locomotor (huesos, articulaciones, músculos y tendones).
- Sistema nervioso central (craneoencefálico y medular).
- Sistema nervioso periférico.

- Sistema vascular.
- Tórax.
- Abdomen.
- Aparato genitourinario.

## 2.4 Estudio de contenedores

Dado que el diseño del bloque quirúrgico se realiza mediante la adaptación del mismo a un contenedor de carga marítima, se realiza un estudio de los diferentes tipos de contenedores existentes en el mercado. Para cada contenedor, se establecen sus características principales como así también sus dimensiones.

### 2.4.1 Dimensiones de contenedores

La norma ISO 668 [6] especifica designación, dimensiones y peso bruto máximo de utilización de los contenedores. Estos valores se muestran en la siguiente tabla:

	20 pies 20' x 8' x 8,6'	40 pies 40' x 8' x 8,6'	40 pies High Cube 40' x 8' x 9,6'
<b>Tara</b>	2.300 kg / 5.070 lb	3.750 kg / 8.265 lb	3.940 kg / 8.685 lb
<b>Carga máxima</b>	28.180 kg / 62.130 lb	28.750 kg / 63.385 lb	28.560 kg / 62.965 lb
<b>Peso bruto</b>	30.480 kg / 67.200 lb	32.500 kg / 71.650 lb	32.500 kg / 71.650 lb
<b>Largo interno</b>	5.898 mm / 19'4"	12.025 mm / 39'6"	12.032 mm / 39'6"
<b>Ancho interno</b>	2.352 mm / 7'9"	2.352 mm / 7'9"	2.352 mm / 7'9"
<b>Altura interna</b>	2.393 mm / 7'10"	2.393 mm / 7'10"	2.698 mm / 8'10"
<b>Capacidad</b>	33,2 m <sup>3</sup> / 1.172 ft <sup>3</sup>	67,7 m <sup>3</sup> / 2.390 ft <sup>3</sup>	76 m <sup>3</sup> / 2.700 ft <sup>3</sup>

Tabla 1: Características de los contenedores según norma ISO 668

### 2.4.2 Clasificación y designación

La norma ISO 668 [6] establece que los contenedores de carga de la serie 1 tienen un ancho externo de 2.438 mm y establece las siguientes designaciones de acuerdo a la altura externa del contenedor:

- Las designaciones 1AAA y 1BBB pertenecen a los contenedores de 2.896 mm (9 pies 6 pulgadas) de altura.
- Las designaciones 1AA, 1BB y 1CC pertenecen a aquellos contenedores de 2.591 mm (8 pies 6 pulgadas) de altura.
- Las designaciones 1A, 1B, 1C, y 1D corresponden a los contenedores de 2.438 mm (8 pies) de altura.
- Las designaciones 1AX, 1BX, 1CX y 1DX corresponden a los contenedores con menos de 2.438 mm (8 pies) de altura. La letra "X" indica que la altura del contenedor se encuentra entre 0 y 2.438 mm (8 pies).

Las siguientes designaciones están establecidas de acuerdo a las longitudes nominales de los contenedores:

Designación de contenedores de carga	Largo Nominal	
	m	ft
1AAA	12	40
1AA		
1A		
1AX		
1BBB	9	30
1BB		
1B		
1BX		
1CC	6	20
1C		
1CX		
1D	3	10
1DX		

Tabla 2: Designación de contenedores de carga según norma ISO 668

#### 2.4.3 Modelos de contenedores

Existen diferentes modelos de contenedores en el mercado, diferenciados por la función que cumplen, su refrigeración y aislamiento y el tipo de apertura. Algunos de los contenedores más comunes son:

- *Dry Van (DV)*: son los contenedores estándar. Su uso habitual es para cargas secas, como por ejemplo, bolsas, cajas, packs termo contraíbles, máquinas, muebles, entre otros. Están cerrados herméticamente y no poseen refrigeración o ventilación. Existen tres modelos de contenedores Dry Van, uno de 20', uno de 40' y uno denominado High Cube de 40', el cual se diferencia del container de 40' tradicional debido a su altura.
- *Open Top (OP)*: son contenedores abiertos en la parte superior, y se los utiliza principalmente para cargas grandes que no pueden

cargarse por las puertas, como ciertas maquinarias, mármoles, vidrios, maderas, etc. Existen dos modelos de contenedores Open Top, uno de 20' y el otro de 40'.

- *Flat - Plataformas Plegables (FLT)*: se emplean para cargas difíciles de manipular, bobinas de metal, cables, vehículos pesados, madera, maquinarias especiales, etc. Existen dos modelos de contenedores Flat, uno de 20' y el otro de 40'.
- *Reefer (RF)*: son contenedores refrigerados, pero que cuentan con un sistema de conservación de frío o calor y termostato. Deben ir conectados en el buque y en la terminal, incluso en el camión si fuese posible o en un generador externo, funcionan bajo corriente trifásica. Este tipo de contenedor se emplea para transportar productos perecederos tales como verduras, frutas, carnes, etc. Existen tres modelos de contenedores Reefer, uno es el de 20', otro el de 40' y se tiene High Cube de 40'.
- *Iso Tank (ISO)*: están diseñados para transporte de sustancias líquidas, desde peligrosas como químicos tóxicos, corrosivos, altamente combustibles, así como aceite, agua mineral, entre otros.
- *Open Side (OS)*: se caracterizan porque tiene uno de sus lados abierto. Se emplean para carga de mayores dimensiones en longitud que no se pueden cargar por la puerta del contenedor. Sus medidas son de 20' o 40'.
- *Bulk (BLK)*: están diseñados para cargas de productos a granel. Disponen bocas de carga superiores. Aptos para productos químicos, fertilizantes, harinas, azúcar, sal, materiales plásticos en grumos, etc.

Para el proyecto en cuestión, se decidió utilizar un contenedor modelo DRY VAN (DV) de 40' High Cube. En la siguiente tabla se especifican las características de dicho contenedor según norma ISO 668 [6]:

<b>Contenedor DRY – VAN 40' HIGH CUBE</b>			
<b>PESO</b>	<b>VACÍO</b>	3.940 kg	
	<b>PESO MÁXIMO</b>	28.560 kg	
<b>MEDIDAS</b>	<b>EXTERNO</b>	<b>INTERNO</b>	<b>PUERTAS ABIERTAS</b>
<b>LARGO</b>	12.192 mm	12.030 mm	
<b>ANCHO</b>	2.438 mm	2.350 mm	2.335 mm
<b>ALTO</b>	2.896 mm	2.710 mm	2.595 mm
<b>VOLUMEN</b>	76,50 m <sup>3</sup>		

Tabla 3: Características de contenedor DRY-VAN 40' High Cube



Ilustración 2: Contenedor modelo DRY-VAN 40' High Cube<sup>2</sup>

#### 2.4.4 Características de los contenedores

En los siguientes ítems se detallan algunas de las características más relevantes de los contenedores de carga marítima:

- *Material:* pueden ser fabricados en acero corrugado, chapa de aluminio o fibra de vidrio, y algunos otros de madera contrachapada reforzados con fibra de vidrio, con el espesor y resistencia suficiente para soportar grandes toneladas.
- *Dimensiones:* deben ser compatibles con las medidas de los barcos o camiones que los transportan.
- *Sistema de cerramiento:* deberá estar protegido por cerraduras y bisagras, colocadas en tornillos de cabeza por dentro, esto para garantizar su seguridad durante el transporte o almacenamiento.
- *Interior:* debe ser fácilmente accesible para la inspección aduanera, sin la existencia de compartimientos donde se puedan ocultar las mercancías.
- *Identificación:* será mediante la colocación de marcas y números grabados de forma que no puedan ser modificados o alterados.
- *Pinturas:* se recomienda que sean pintados de color amarillo, de manera que sean fácilmente visibles, conteniendo la indicación correspondiente en color negro.

---

<sup>2</sup> Imagen obtenida de: <http://www.dolphincontainer.com/en/container/40-hcdd.html>. Última visita: Septiembre de 2018

## 2.4.5 Ventajas e inconvenientes del uso de contenedores

### Ventajas

- Son económicos.
- Son herméticos.
- Estandarización de medidas.
- Se adaptan al buque o remolque según el tipo de transporte utilizado para el traslado.
- Son estructuras de acero autoportantes que consiguen la máxima capacidad de carga empleando el mínimo material.
- Están diseñados para su fácil transporte.
- Están preparados para ser apilados hasta un máximo de 12 alturas como así también para resistir las peores inclemencias meteorológicas.
- Vida útil.

### Inconvenientes

- Las pinturas utilizadas para que los contenedores soporten el ambiente marino pueden contener también químicos perjudiciales.
- Se requiere de mantenimientos.
- Limitación en las medidas.
- Inversión económica en su adaptación.
- Se requiere de la instalación de un sistema de aislación térmica.

## 2.4.6 Vida Útil

Los contenedores, una vez que cumplen su vida útil (entre 7 y 14 años) se descartan procediendo a su reutilización.

Se estima que un contenedor nuevo, sin ningún tipo de mantenimiento y en un entorno de almacenamiento, debe durar más de 20 años.

Se debe tener en cuenta también que, los contenedores usados tendrán una vida útil variable dependiendo de la condición del contenedor al adquirirlo.

## 2.5 Transporte

La Ley de Tránsito 24.449 en el capítulo III y el anexo R del Decreto 779/95 [7] establecen reglas para vehículos de transporte, pesos y dimensiones máximas, y en particular para vehículos portacontenedores indican los siguientes puntos:

### 2.5.1 Dimensiones

Los vehículos portacontenedores no podrán exceder las siguientes dimensiones máximas (incluyendo la carga):

- *Ancho*: 2,60 m (dos metros con sesenta centímetros).
- *Alto*: 4,30 m (cuatro metros con treinta centímetros).
- *Largo*: 22,40 m (veintidós metros con cuarenta centímetros).

Cuando se trate de vehículos destinados al transporte de contenedores, cada contenedor debe considerarse como “carga indivisible”.

### 2.5.2 Peso

Para el transporte del bloque quirúrgico, se utilizará un semirremolque portacontenedor que, debido a su configuración, no deberá transmitir a la calzada un peso mayor al siguiente:

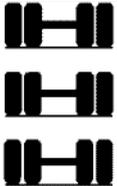
Configuración		Suspensión mecánica [t]	Suspensión neumática [t]
Conjunto (Tándem) triple de ejes. Ruedas dobles		25,50 (8,50 por eje)	26,80 (8,93 por eje)

Tabla 4: Máximo peso transmisible a la calzada

La capacidad de carga de la configuración del vehículo para transporte del contenedor, para que no requiera de Permisos de Tránsito y sea de libre circulación en rutas nacionales, deberá ser la siguiente:

Tipo de Vehículo	Configuración N° de ejes	Dimensiones máximas			Peso máximo [t]	Relación Potencia/Peso
		Largo [m]	Ancho [m]	Alto [m]		
	S2-D3	13,20	2,60	4,30	35,50	4,25

Tabla 5: Capacidad de carga de la configuración S2-D3 según la Ley de Tránsito 24.449

Referencias:

S2: dos ejes con rodados individuales.

D3: tres ejes con rodados dobles.

### 2.5.3 Condiciones, restricciones y señalamiento

#### *Condiciones*

Para la configuración S2-D3, las condiciones mínimas exigibles serán las siguientes:

- Configuración semirremolque D3, estará compuesto por dos (2) sensores y dos (2) válvulas moduladoras.
- Cada uno de los conjuntos de ejes tándem deberá contar con un Sistema de Medición de Carga Referencial del tipo Neumático, con lectura digital de su peso. El lector digitalizado de control se ubicará en la parte externa del lado izquierdo y estará protegido contra impactos.
- El referido Sistema de Medición de Carga Referencial del tipo Neumático deberá cumplir con una tolerancia de 0% (cero por ciento) y -5% (menos cinco por ciento).
- Todos aquellos semirremolques que posean destino de carga específica, deberán estar diseñados con un volumen que no permita superar las cargas máximas a transmitir a la calzada, criterio que será aplicado para la aprobación de los mismos por la Autoridad de Aplicación.
- En ocasión de la Revisión Técnica Obligatoria, el Taller habilitado, en función a las características técnicas de cada semirremolque y su fecha de patentamiento, establecerá en el Certificado de Revisión Técnica el Peso Bruto Total Combinado.

#### *Restricciones*

Los vehículos portacontenedores no pueden ingresar en ciudades, salvo que utilicen autopistas o autorización local, ni utilizar los tramos de camino que la autoridad vial les restrinja en función de las características del mismo. El ente vial correspondiente indicará las estructuras con gálibo insuficiente para la circulación de estos vehículos, siendo responsabilidad del transportista requerir la información necesaria para determinar los itinerarios.

Para el servicio de transporte de cargas, no deben utilizarse unidades con mayor antigüedad que veinte años.

### *Señalamiento*

Cada formación debe llevar en la parte posterior un cartel rígido retrorreflexivo de 2,00 m (dos metros) de ancho por 1,50 m (un metro con cincuenta centímetros) de alto, como mínimo, con franjas rojas y blancas alternadas, oblicuas a 45° (cuarenta y cinco grados), de 10,00 cm (diez centímetros) de ancho y en el centro, sobre fondo blanco con letras negras indicando el largo, la leyenda "Precaución de sobrepaso largo a partir de...m".

El nivel de retrorreflección del cartel rígido se ajustará, como mínimo, a los coeficientes de la norma IRAM 3952/84 o la que en su defecto la reemplace, según sus métodos de ensayo. La Dirección Nacional de Vialidad establecerá las distancias de sobre paso requeridas, según el tipo de configuración de vehículo.

Las unidades que tengan saliente trasera, deben llevar en la parte posterior de la saliente, una bandera como mínimo de 50,00 cm (cincuenta centímetros) por 70,00 cm (setenta centímetros), de colores rojo y blanco a rayas a 45° (cuarenta y cinco grados) y de 10,00 cm (diez centímetros) de ancho, confeccionadas en tela aprobada por norma IRAM para banderas.

Cuando la saliente tenga más de 2,00 m (dos metros) de ancho deberá llevar 2 (dos) banderas, una en cada extremo posterior de la carga, de características idénticas a las mencionadas en el apartado anterior

#### *2.5.4 Exceso en las dimensiones y las cargas*

En los casos en que se trate de cargas indivisibles, podrán otorgarse permisos para exceder las dimensiones establecidas, para circular en las condiciones determinadas por la autoridad competente. Los permisos se otorgarán para un itinerario prefijado para uno o varios viajes. Cuando se trate de cargas semejantes en peso y volumen tendrán una validez de 1 (un) año.

#### *Permisos para Vehículos convencionales (camión y semirremolque).*

Para cargas indivisibles, que con respecto al ancho no excedan el 30 % (treinta por ciento) y con respecto a la altura, que estando colocadas sobre la plataforma del vehículo, no excedan los 4,30 m (cuatro metros con treinta centímetros) medidos desde el suelo.

Para cargas con simultaneidad de exceso (siempre y cuando se trate de cargas, indivisibles en ambos sentidos) y que no superen los valores de altura y ancho definidos anteriormente y hasta 2,00 m (dos metros) de saliente en la parte trasera.

### *Cargas indivisibles con exceso de largo según la clasificación:*

Semirremolque: podrá transportar cargas con hasta 1,00 m (un metro) de saliente, en las condiciones que establece la presente reglamentación, sin permiso y hasta 2,00 m (dos metros) de saliente con permiso.

Semirremolque extensible: extendido podrá medir hasta 25,00 m (veinticinco metros) y se permitirá una saliente en voladizo de hasta 5,00 m (cinco metros) con paragolpes telescópico que cubra la saliente, totalizando 30,00 m (treinta metros) entre paragolpes extremos.

Semirremolque extensible más boggie (como paragolpes): podrá transportar una carga con saliente hasta 7,50 m (siete metros con cincuenta centímetros) consecuentemente, una longitud total entre paragolpes extremos iguales a 32,50 m (treinta y dos metros con cincuenta centímetros). En este caso el boggie cumple solamente la función de paragolpes.

Para la simultaneidad de excesos, siempre y cuando se trate de cargas indivisibles en ambos sentidos:

- Para saliente delantera no se permitirá ninguna saliente delantera que atraviese el plano vertical que contiene al paragolpes delantero.
- Se autorizará el transporte de cargas indivisibles de hasta 3,00 m (tres metros) de ancho cuando el largo no supere los 26,10 m (veintiséis metros con diez centímetros) entre paragolpes extremos.
- Para el caso de los equipos con boggie semidireccional se autorizará hasta 3,00 m (tres metros) de ancho para cargas cuyo largo total (vehículo cargado) no supere los 28,50 m (veintiocho metros con cincuenta centímetros) entre paragolpes extremos.
- Exceso de altura y largo simultáneamente. Sobre los vehículos con exceso de largo se permitirá hasta 4,30 m (cuatro metros con treinta centímetros) de altura siempre y cuando no existan en el itinerario a recorrer, puentes o estructuras de cualquier tipo cuyo gálibo sea inferior.

### *Circulación*

Los vehículos con exceso de largo deben circular por el carril derecho. En los casos en que deban superar la existencia de obstáculos o vehículos estacionados deben efectuar la maniobra haciendo las señales correspondientes con tiempo suficiente y respetando la prioridad de los otros vehículos.

Cuando la longitud total del vehículo cargado sea superior a los 20,50 m (veinte metros con cincuenta centímetros), podrán circular exclusivamente durante las horas de luz solar desde la hora “sol sale” hasta la hora “sol se pone”.

### Velocidad de circulación

Los vehículos de hasta 30,00 m (treinta metros) de largo podrán circular por tramos rectos y por autopistas hasta una velocidad máxima de 80 km/h (ochenta kilómetros por hora).

Los vehículos de más de 30,00 m (treinta metros) de largo o con simultaneidad de excesos deben circular a una velocidad precautoria máxima de 60,00 km/h (sesenta kilómetros por hora).



**Ilustración 3: Semirremolque portacontenedor**

## 2.6 Instalación eléctrica

Teniendo en consideración que el destino del bloque quirúrgico dependerá de la zona de impacto, la cual será impredecible, no se podrá asegurar la disponibilidad de una red de alimentación pública. Por este motivo, será necesario contar con un suministro de energía eléctrica de emergencia.

Dado que no existe una normativa referida a quirófanos de emergencias móviles, se considerarán para el diseño de la instalación eléctrica del bloque quirúrgico, las siguientes normativas:

- AEA 90364, Parte 7, Sección 710.
- AEA 90364, Parte 7, Sección 771.

### 2.6.1 AEA 90364-7-710

La Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA), establece en la Parte 7, Sección 710 (Locales para salas de usos médicos y salas externas a los mismos) [8] los siguientes puntos a garantizar en el diseño de un área de cirugía:

- Continuidad del servicio eléctrico.
- Seguridad del paciente contra shock eléctrico.
- Minimización de los riesgos de explosión e incendio y cargas electrostáticas.

#### *Continuidad del suministro eléctrico*

La falta de continuidad del suministro eléctrico en un quirófano se puede deber a la interrupción del suministro eléctrico por parte de la red pública. En este caso, la reglamentación AEA prevé la entrada en servicio de un grupo electrógeno, que trabajando en forma conjunta con un sistema ininterrumpido de energía (UPS), garantice la continuidad del servicio eléctrico al área.

#### *Alimentación de Energía Eléctrica de Emergencia a través de Grupo Electrónico (EEGE)*

El grupo electrógeno, en caso de una perturbación de la red normal, deberá mantener la continuidad del servicio eléctrico en la iluminación scialítica y los equipos que son de sostén de vida.

Como el grupo electrógeno no entra en servicio en forma instantánea, durante el tiempo que demande la maniobra es importante que la continuidad de la energía eléctrica se mantenga, es por ello que es necesario complementar el grupo electrógeno con una UPS (uninterruptible power supply). De esta manera, no se interrumpe la línea de alimentación.

## Alimentación de Energía Eléctrica de Emergencia a través de UPS (AEUPS)

Es el equipamiento eléctrico que suministra energía durante un tiempo preestablecido (según la autonomía de las baterías) en el caso en que se produzca, en forma simultánea, un corte en la red pública y una falta de la alimentación del grupo electrógeno.

### *La seguridad del Paciente contra el Shock Eléctrico*

El riesgo eléctrico es aquel susceptible de ser producido por instalaciones eléctricas, partes de las mismas, y cualquier dispositivo eléctrico bajo tensión, con potencial de daño suficiente para producir fenómenos de electrocución y quemaduras.

En las instalaciones eléctricas de un quirófano, los pacientes pueden estar expuestos a muchas corrientes que fluyen a través de los equipos médicos, tales como:

- *Macroshock*: pueden provocar quemaduras severas, contracciones musculares y hasta la muerte ocasionada por corrientes que fluyen por la piel del orden de los miliamperes.
- *Microshock*: son las corrientes del orden de los microamperios que pueden fluir por la piel y los tejidos, donde se utilizan conductores invasivos como catéteres, marcapasos o cualquier elemento conectado a la persona de manera invasiva, y pueden ocasionar una falla cardíaca. En este caso se involucran las corrientes de fuga, que son las principales causantes de los microchoques.

El contacto eléctrico se produce cuando la persona toca directamente partes o elementos en tensión o mediante elementos capaces de transmitir la corriente. Los tipos de contacto que se pueden producir son:

- *Directo*: es el contacto que se produce con las partes activas de la instalación, que se encuentran habitualmente en tensión.
- *Indirecto*: es el contacto que se produce con masas puestas en tensión por efecto de un fallo en el aislamiento.

La AEA 90364, Parte 7, Sección 710 [8], clasifica al área de cirugía como sala del grupo de aplicación 2b. Este es un recinto en el cual se utiliza equipamiento conectado a la red eléctrica y en donde la falta de alimentación pone en riesgo la vida del paciente.

Para mantener la seguridad del paciente contra el shock eléctrico (Macroshock y Microshock) y mantener la continuidad del servicio ante el primer fallo a tierra, se deben utilizar en los quirófanos los sistemas aislados para brindar el grado de seguridad requerido en un área de cirugía.

## Esquemas de Protección contra contactos indirectos

El bloque quirúrgico para garantizar la seguridad de las personas frente a los contactos indirectos por fallos de aislamiento comprenderá dos esquemas de protección: sistema IT y sistema TT. La principal diferencia entre los mismos radica en la continuidad del suministro eléctrico.

### Sistema de aislación IT

Debe cumplir las siguientes demandas esenciales:

- No interrumpir el suministro en caso de una primera falla de aislamiento por el disparo del dispositivo de protección.
- El equipamiento electromédico debe continuar funcionando.
- La corriente de fallo se reduce a niveles no críticos.

El sistema de aislación IT se caracteriza por tener el neutro del transformador aislado de tierra (o conectado a través de una impedancia de elevado valor) y las masas metálicas conectadas a una toma de tierra exclusiva, tal como se muestra en la siguiente imagen:

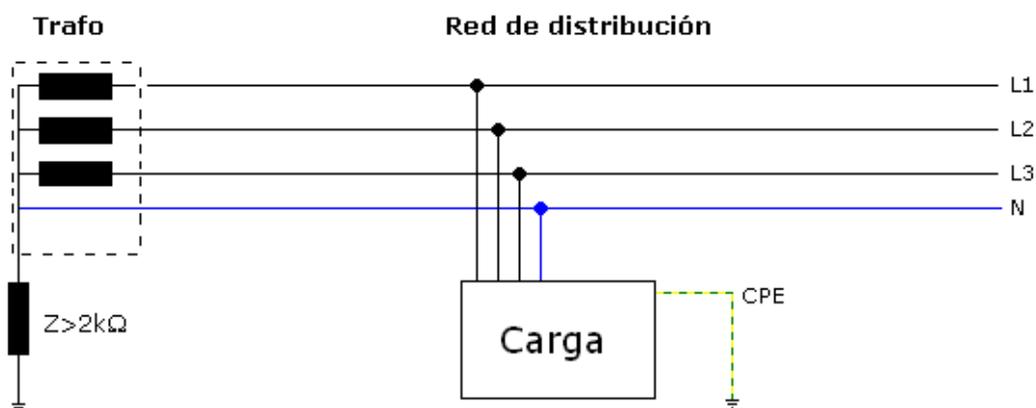


Ilustración 4: Representación de un sistema eléctrico de aislación IT<sup>3</sup>

Los componentes del sistema IT son:

1. Transformador de aislamiento.

La potencia nominal del transformador no debe ser menor que 3,15 kVA y no mayor que 8 kVA. La tensión secundaria no deberá superar nunca los 230 Vca.

2. Monitor de aislamiento.

<sup>3</sup> Imagen obtenida de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Puesta\\_a\\_tierra](https://es.wikipedia.org/wiki/Puesta_a_tierra). Última visita: Septiembre de 2018

Su función es vigilar la resistencia de aislamiento (o corriente de fuga), la carga del transformador y la temperatura del transformador.

La vigilancia continua del aislamiento asegura que un deterioro en la resistencia de aislamiento sea detectado y señalado inmediatamente.

Las salas del grupo 2b, tendrán sistemas aislados donde se deberá monitorear el aislamiento sólo con monitores de aislamiento por impedancia:

- a. Deben tener incorporados un instrumento indicador de aguja analógico y/o una pantalla (display) digital, que indiquen los valores de corrientes totales de fuga a tierra en [mA].
- b. El dispositivo de vigilancia de la impedancia de aislamiento dará lecturas calibradas en corriente total de defectos probables con el valor máximo en el 80% aproximadamente de la escala del aparato de medida.
- c. En redes de 220 Vca la alarma deberá actuar cuando la corriente total de defecto probable en instalaciones existentes exceda los 5 mA, y en instalaciones nuevas exceda los 2 mA.
- d. En caso de actuar la alarma por falla de aislamiento, cuando supere los 2 mA, la misma permanecerá activada mientras la corriente de defecto probable sea mayor a 1,5 mA. Asimismo, cuando la corriente total de defecto esté fijada en 5 mA, la alarma permanecerá activada mientras la corriente de defecto sea mayor a 3,7 mA.

### 3. Indicadores remotos de alarmas y pruebas

Su función consiste en informar de inmediato al personal a través de una señal audiovisual cualquier desperfecto. Deben tener un display donde se especifique la corriente de fuga/resistencia de aislamiento y un botón para silenciar la alarma pero sin que la componente lumínica de la señal audiovisual desaparezca mientras exista un desperfecto.

Se ubicarán en el tablero del sistema IT e indicarán:

- Señalización luminosa verde como indicación de funcionamiento.
- Señalización luminosa amarilla, la cual se enciende al alcanzar la resistencia de aislación calibrada. Debe ser no cancelable y no desconectable.
- Señal acústica que da aviso, al alcanzarse el nivel de aislación prefijada. Debe ser cancelable, pero no desconectable.
- Pulsador de prueba para ensayar el funcionamiento, disparándose la alarma por fallas de aislación.

## Sistema TT

Además de la red de aislación IT, en las salas del grupo 2, debe haber alimentaciones adicionales en esquemas TT según el caso, destinadas a la iluminación general de la sala y a tomacorrientes de uso general. Estos tomacorrientes deberán estar identificados y diferenciados con los tomas de uso médico a través de leyendas y colores, de modo que su uso esté perfectamente definido, debiendo estar instalados a una distancia mínima de 1,50 m de la posición de camilla del paciente, para evitar el riesgo de contacto indirecto a través del personal médico.

En el sistema TT el neutro del transformador y las masas metálicas de los receptores se conectan directamente a tomas de tierras separadas, tal como se muestra en la siguiente imagen:

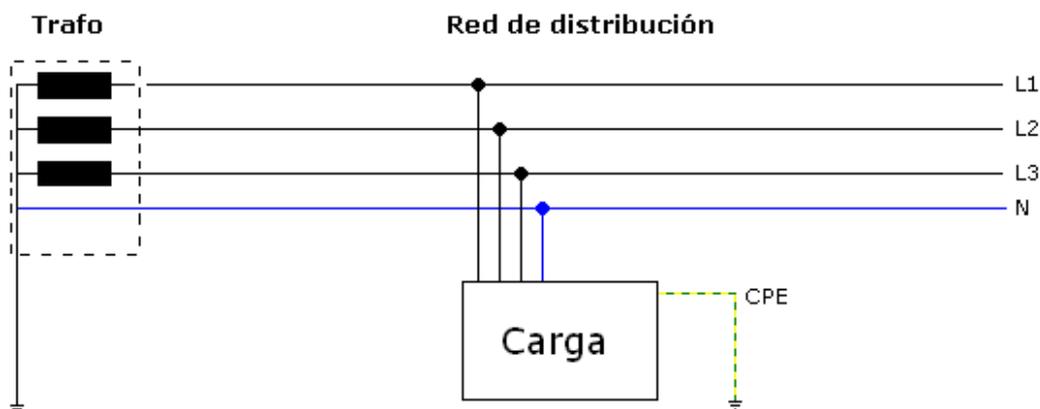


Ilustración 5: Representación de un sistema eléctrico TT<sup>4</sup>

### Conexiones equipotenciales suplementarias en las salas de aplicación 2

En cada tablero se colocarán una o más barras colectoras para igualación de potenciales, a las cuales se deberán conectar los conductores de equipotencialización en lugares accesibles, debiendo ser individualmente desconectables mediante sistemas de seguridad.

Las siguientes partes deberán conectarse a través de conductores para igualar el potencial con la barra colectora equipotencial:

- a. La barra colectora equipotencial con los conductores de protección que provienen de las cubiertas o carcasas de los equipos eléctricos.
- b. Partes conductoras que no pertenecen a la instalación eléctrica con equipos electromédicos dependientes de la red.

<sup>4</sup> Imagen obtenida de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Puesta\\_a\\_tierra](https://es.wikipedia.org/wiki/Puesta_a_tierra). Última visita: Septiembre de 2018

c. Redes de derivación de pisos disipativos de cargas electrostáticas.

Para los conductores de protección en las salas del grupo de aplicación 2, se deberá calcular una sección adecuada, de manera de garantizar una resistencia de no más de 0,10 Ohm en dicho conductor, medida entre el contacto a tierra del tomacorriente de uso médico y la barra equipotencial existente en la sala del grupo 2.

Los conductores equipotenciales deberán estar aislados e identificados con color verde-amarillo. Para cada canalización se necesita un conductor de protección propio. Excepción en circuitos IT.

*Minimización de riesgos de explosión e incendio y cargas electrostáticas*

Los sistemas aislados minimizan las corrientes de falla a tierra a valores tan bajos que no son capaces de producir ante el fallo una chispa como para provocar la ignición de una mezcla explosiva en el área de cirugía. No obstante, los agentes anestésicos que se utilizan hoy en día, ya no son explosivos.

En cuanto a las descargas de electricidad estáticas, éstas pueden causar falla en el sistema eléctrico. El objetivo de la protección de los equipos sensibles electrostáticamente es prevenir la generación y acumulación de cargas estáticas.

Las propiedades electrostáticas de los pisos, dependen primariamente de los valores de humedad relativa en que se encuentran. El incremento de la humedad relativa, disminuye la resistencia eléctrica de los recubrimientos de los pisos.

Los recubrimientos de los pisos deberán asegurar sus propiedades para toda su vida útil, tanto para disipar cargas estáticas como para mantener la mínima aislación requerida para la protección de las personas. La mínima aislación para protección personal es de 50 KOhm.

### 2.6.2 Canalizaciones internas

Para materializar los circuitos, conductores y demás elementos que los constituyen, estos deberán canalizarse. En el presente proyecto, se emplearán canalizaciones internas en cañerías, rígidas, embutidas, de acero, y de tipo semipesado y semiliviano. Estos caños se fabrican en tramos de 3,00 m (tres metros), con costura y pintados con esmalte.

*Sección nominal de los conductores*

La Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA), establece en la Parte 7, Sección 771 [9] (Viviendas, oficinas y locales) que la sección nominal de los conductores deberá calcularse en función de su intensidad de corriente máxima admisible y su caída de tensión. Independientemente del resultado del cálculo, las secciones no podrán ser menores a las siguientes, que se considerarán secciones mínimas admisibles:

<b>Conductor</b>	<b>Sección nominal</b>
Líneas principales.	4,00 mm <sup>2</sup>
Circuitos seccionales.	2,50 mm <sup>2</sup>
Circuitos terminales para iluminación de usos generales (con conexión fija o a través de tomacorrientes).	1,50 mm <sup>2</sup>
Circuitos terminales para tomacorrientes de usos generales.	2,50 mm <sup>2</sup>
Retornos de los interruptores de efecto.	1,50 mm <sup>2</sup>
Conductor de protección.	2,50 mm <sup>2</sup>

**Tabla 6: Secciones nominales mínimas admisibles**

#### *Determinación del diámetro de las cañerías*

Se permite colocar en un mismo caño los conductores de hasta tres circuitos de uso general, siempre que pertenezcan a la misma fase y que la suma de las intensidades en conjunto no exceda de 20 Amperes. No se permite colocar en un mismo caño más de cuatro conductores de más de 25 mm<sup>2</sup>.

#### *Cálculo de las llaves termomagnéticas*

Para cada sección de los conductores de la instalación, corresponde una intensidad máxima admisible, y de este modo puede seleccionarse el interruptor que debe colocarse como protector de estos conductores de acuerdo a la siguiente tabla:

Sección del conductor de cobre a proteger [ $mm^2$ ]	Intensidad nominal máxima del interruptor [A]
2,50	20,00
4,00	25,00
6,00	35,00
10,00	45,00
16,00	60,00
25,00	80,00
35,00	100,00
50,00	120,00

Tabla 7: Intensidades máximas admisibles según la sección del conductor de cobre a proteger

### 2.6.3 Circuitos terminales

Para determinar la distribución de los puntos de utilización de la energía, es importante conocer las actividades que se han de desarrollar en el ambiente a diseñar, así como también la disposición de los equipos y mobiliario a colocar. Asimismo, luego de determinar la ubicación de las bocas de luz, se dispondrán los interruptores para controlarlas, teniendo en cuenta la forma de abrir las puertas, pudiendo instalarse llaves múltiples.

#### *Circuitos generales*

Serán circuitos monofásicos que alimentarán bocas de salida para conectar artefactos de alumbrado y tomacorrientes, y tendrán como mínimo conductores de cobre de  $2,50 mm^2$  de sección hasta la última boca o toma del circuito.

En los circuitos para bocas de alumbrado, se deberá prever que los artefactos a conectar por boca no superen los 500 VA. La demanda de cálculo será:

$$'Demanda = \text{Número de bocas} \times \text{Potencia (VA)} \times \text{Factor de simultaneidad}.'$$

El resultado de la demanda no puede ser mayor a 2.200 VA y con un máximo de 15 bocas, para cada uno de estos circuitos. Deberán contar con interruptor automático de máximo 16 Amperes.

En el área de cirugía se podrán instalar tomacorrientes que estén alimentados por una red normal TT siempre y cuando estén ubicados a una distancia mayor a 1,50 m del área del paciente. Estos tomacorrientes deberán identificarse con la leyenda "Prohibida la Conexión de Equipamiento Electromédico". Asimismo, la potencia máxima de cada circuito para tomacorrientes no deberá superar los 2.200 VA, con un máximo de 15 tomas y deberán contar con protección de interruptor automático, con rango máximo de 20 Amperes.

### *Circuitos especiales*

Son para consumos mayores a los admitidos o para exteriores. Contarán con protecciones en ambos polos para una corriente no mayor de 32 A y un número máximo de bocas de salida de 12.

En los circuitos especiales de tomacorrientes, se podrán conectar cargas unitarias de hasta 20 A.

#### 2.6.4 Aplicación de normativas a la instalación eléctrica

Luego de analizar lo establecido en la normativa AEA 90364-7-710 [8], se optará por el diseño de una instalación eléctrica que contemple un suministro de energía eléctrica mediante una red de alimentación pública, un grupo electrógeno y un sistema de alimentación ininterrumpida (UPS). Para las canalizaciones internas de la instalación eléctrica, se tomará como referencia lo establecido por la AEA 90364-7-771 [9].

La aplicación del diseño de la instalación eléctrica se desarrollará en el apartado '*3.2 Diseño de la instalación eléctrica.*'

## 2.7 Instalación sanitaria

El diseño del bloque quirúrgico deberá contemplar una instalación sanitaria. Para su diseño, se considerará lo reglamentado por la Resolución 1262/2006 [4], la cual establece que la zona de cambio y transferencia del área de cirugía, debe contar con locales húmedos sanitarios/vestuarios para personal y/o pacientes, con condiciones de privacidad y seguridad. Además, deberá contar con bancos, espacio para guardar ropa de calle y sanitarios.

Para el bloque quirúrgico se utilizará una instalación sanitaria portátil, y teniendo en cuenta que no existe una normativa respecto a ella, es que se analizará lo establecido por la Resolución 21/1993 del Ministerio de Salud [10] referida a las normas higiénico-sanitarias que se deberán observar en los servicios de transporte de pasajeros.

### 2.7.1 Resolución 21/1993

Entre los puntos que trata la norma, en cuanto al transporte por automotor de pasajeros, se encuentra la asepsia y lo referido a los tanques sépticos:

#### *Asepsia*

Para el agua bebible y de uso sanitario, se deben colocar dos gotas de lavandina concentrada por cada litro de agua a consumir, debiendo transcurrir 30 (treinta) minutos antes de usarla.

#### *Tanque séptico*

Se deben colocar fajas de seguridad numeradas en las válvulas de los tanques sépticos, las que deberán mantenerse invioladas hasta el lugar habilitado para su descarga, donde presentarán la tarjeta de control, que deberá coincidir con la numeración que registra la faja de seguridad, a la autoridad sanitaria correspondiente.

En lugares con red cloacal, deberá trasladarse el vehículo para el vaciado del tanque de excretas en dicha red.

Deberá habilitarse una zona de descarga del contenido de los tanques en puntos estratégicos, a las entradas de las ciudades o poblaciones fronterizas, estableciéndose explícitamente la prohibición de cualquier vertimiento en sitios no autorizados.

La elección de las zonas de vertimiento, así como su operación y vigilancia, se hará en coordinación con la municipalidad de cada lugar y el servicio de agua potable local.

### 2.7.2 Aplicación de normativas a la instalación sanitaria

Luego de analizar lo establecido en la Resolución 1262/2006 [4] se diseñará, para el bloque quirúrgico, una instalación sanitaria que comprenderá un baño y un vestuario, cuyas características se detallarán en el apartado '3.1.2 *Elección del diseño y distribución del bloque quirúrgico.*'

Tomando como referencia la Resolución 21/1993 [10], en cuanto a la asepsia y los tanques sépticos de las instalaciones, se deberá llevar a cabo un sistema de limpieza de desechos del bloque quirúrgico, indicado en el apartado '3.3.2 *Carga y descarga de tanques de agua.*'

## 2.8 Gases medicinales

Para el diseño del bloque quirúrgico, se deberá contar con un suministro asegurado de gases medicinales, principalmente para el mantenimiento de los signos vitales del paciente.

En Diciembre del año 2000, el Ministerio de Salud de la Nación dictó la Resolución 1130/2000 [11] en la que aprobó el reglamento para la fabricación, comercialización, importación, y registro de los Gases Medicinales.

La Resolución 1130/2000 [11] de Gases Medicinales define a los mismos como “Todo producto constituido por uno o más componentes gaseosos, destinado a entrar en contacto con el organismo humano, de concentración y tenor de impurezas conocido y acotado de acuerdo a las especificaciones. Los gases medicinales, actuando principalmente por medios farmacológicos, inmunológicos, o metabólicos, presentan propiedades de: prevenir, diagnosticar, tratar, aliviar o curar dolencias o enfermedades. 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.”

Por otra parte, la norma IRAM-ISO 7396-1 [12] define un gas medicinal como “Todo gas o mezcla de gases destinado a ser administrado a pacientes con fines anestésicos, terapéuticos, diagnóstico o profilácticos.”

### 2.8.1 Aplicación de gases medicinales

Los gases medicinales más comúnmente utilizados en los hospitales pueden ser clasificados tomando en cuenta sus características y aplicaciones. Estos gases son: Oxígeno medicinal, Aire medicinal, Óxido nitroso, Nitrógeno líquido, Dióxido de carbono y Vacío. Si bien al vacío no se lo considera como un gas medicinal propiamente dicho, se lo menciona dado que su generación y distribución transcurre paralela al resto.

Para la instalación de gases medicinales del bloque quirúrgico se emplearán *Oxígeno medicinal* y *Aire medicinal*. No se contemplará la instalación de vacío ya que se utilizará un sistema de aspiración portátil.

Gas Medicinal	Aplicaciones
Oxígeno medicinal	-Oxigenoterapias. -Vehículo transportador de medicamentos. -Para analgesia junto al Óxido nitroso. -Gas motor de equipos biomédicos (a falta de otro gas).
Aire medicinal	-Mezclador de otros gases. -Gas motor de equipos biomédicos: ventilador mecánico. -Limpieza de campos quirúrgicos. -Terapia respiratoria.
Vacío	-Succión de líquidos en procedimientos. -Limpieza del campo de trabajo. -Aspiración de gases anestésicos.

Tabla 8: Aplicaciones de los gases medicinales: oxígeno medicinal, aire medicinal y vacío

### 2.8.2 Sistemas centralizados de gases medicinales

Los sistemas de suministros de gases medicinales consisten en una serie de redes de distribución y lazos de control que permiten que el gas medicinal llegue al paciente con la misma calidad con la que fue producido. Los sistemas centralizados hacen mucho más seguras las acciones médicas, evitando el movimiento de cilindros en áreas críticas, tal como las áreas de cirugía. Algunos beneficios del uso de este sistema se indican a continuación:

- La disponibilidad inmediata del gas medicinal en el punto de consumo.
- Un ahorro de tiempo y una importante reducción de riesgos al no tener que manipular una gran cantidad de cilindros por los distintos sectores.
- Se logra una mejora en el control de cilindros ya que se encuentran concentrados en un solo lugar.
- Se obtiene también una reducción de los riesgos, al ser ahora los gases y el material a alta presión manipulado por un número limitado de personas con mayor conocimiento del tema.

#### *Instalaciones de gases medicinales*

Las instalaciones centralizadas de gases medicinales están compuestas en general de las siguientes partes:

- Central de almacenamiento.
- Redes de distribución.
- Puestos de consumo.

### Central de almacenamiento

Los gases medicinales pueden suministrarse a través de tanques criogénicos, fijos o móviles, o bien, mediante el uso de cilindros o baterías. Para la provisión de gases medicinales del bloque quirúrgico, se optará por un sistema de suministro con cilindros.

### Cilindros

Deben estar colocados de pie, sujetos con una cadena y dispuestos en lugares bien ventilados.

Según la norma IRAM-FAAAR AB 37217 un sistema de suministro con cilindros debe comprender:

- Fuente de suministro primaria, la cual suministra a la cañería.
- Fuente de suministro secundaria, la cual debe suministrar automáticamente a la cañería cuando la fuente de suministro primaria comienza a agotarse o falla.
- Fuente de suministro de reserva (excepto para aire o nitrógeno para impulsar herramientas quirúrgicas).

La fuente primaria debe estar conectada permanentemente y debe ser la fuente de suministro principal a la red de gas medicinal. Por su parte, la fuente secundaria, debe estar también conectada permanentemente y debe suministrar automáticamente a la red en el caso que la fuente de suministro principal no pueda hacerlo.

Para poder abastecer a la red a través de los cilindros se debe contar con un dispositivo denominado manifold, el cual conecta las salidas de uno o más cilindros de un mismo gas al sistema de redes. La conexión entre ambos debe cumplir con la norma ISO 21969: "Conexiones flexibles de alta presión para utilización con sistemas de gases medicinales".

La Resolución 1130/2000 [11] establece que todos los envases deben poseer rótulos, y estos deben incluir:

- Cruz griega de color verde.
- Nombre genérico del gas que contiene.
- Número de certificado otorgado por la autoridad sanitaria.
- Composición.
- Especificaciones de contenido y presión.
- Identificación de la empresa titular y fabricante.
- Número de lote.
- Nombre del Director Técnico y N<sup>o</sup> de Matrícula.
- Fecha de llenado y fecha de vencimiento.
- Condiciones de almacenamiento.

- Instrucciones sobre la manipulación segura.
- La leyenda “El empleo y dosificación de este gas debe ser prescripto por un médico”.

#### Identificación de los cilindros

La confusión en el gas a utilizar suele ser un error con graves consecuencias, por dicho motivo, los cilindros se encuentran pintados de un color particular según sea el gas que contienen. La norma IRAM 2588 [13] establece los siguientes colores de cilindros para Oxígeno medicinal y Aire medicinal:

Gas Medicinal	Color según norma IRAM 2588
Oxígeno medicinal ( $O_2$ )	Ojiva y cuerpo blanco
Aire medicinal	Ojiva negra y cuerpo blanco

Tabla 9: Color del cilindro de Oxígeno medicinal y de Aire medicinal según norma IRAM 2588

Además cada cilindro debe llevar grabado en su ojiva, en la parte superior, los siguientes datos: número del cilindro, marca del fabricante (o del cilindro), año de fabricación, sello de fabricación, presión de trabajo, tara, capacidad en litros, nombre del gas, fecha de la última prueba hidráulica con la identificación de la empresa que la efectuó.

Para prevenir la confusión en la conexión de los gases, las roscas de salida de cada uno de los puestos deberán estar codificadas por Norma IRAM-FAAA AB 37224 [14]:

Gas Medicinal	$O_2$	Aire	$N_2O$	$CO_2$	He	$N_2$
Rosca	21,80 mm macho derecha	3/4 macho derecha	3/8 macho derecha	5/8 hembra derecha	5/8 hembra derecha	5/8 hembra derecha

Tabla 10: Modelo de roscas de salida para la conexión de gases medicinales

En caso de requerir el uso de cilindros en el interior del quirófano, será necesario utilizar reguladores de presión del tipo preajustado, de tal forma que se consiga reducir la presión de trabajo hasta 50 PSI ( $3,50 \text{ Kg/cm}^2$ ) independientemente de la presión del cilindro.

#### Redes de distribución

La norma IRAM-FAAA AB 37217 establece ciertos puntos en cuanto a las redes de distribución de gases medicinales. Algunos de los mismos se presentan a continuación:

### Consideraciones generales de diseño

Las redes de gases medicinales son las encargadas de transportar el gas desde el sitio de almacenamiento hasta su lugar de consumo. Estas redes deben ser diseñadas teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Deben contar con un correcto sistema de soporte y no ser utilizados como soportes de otros caños ni cables, manteniéndolas separadas de líneas eléctricas.
- No se permite la interconexión (cualquiera sea su modalidad) de cañerías de diferentes gases.
- El diseño de la red de distribución debe garantizar el suministro de gases de manera estable sin variaciones de presión o limitantes de caudal.
- Las bocas de suministro de gases diferentes (*O<sub>2</sub>*, *Aire medicinal*, *CO<sub>2</sub>*, *N<sub>2</sub>O*, *Vacío*) no pueden ser iguales y deben garantizar el mantenimiento sin realizar el corte del suministro del mencionado gas.
- Todos los componentes del sistema de cañerías deberán ser aptos para el uso en Oxígeno medicinal bajo todas las condiciones de servicio y contar con la respectiva limpieza.
- Los materiales aptos para el uso en redes medicinales son: acero inoxidable, cobre electrolítico y poliamida 12 (esta última sólo en tramos inferiores a 1,50 m y para la interconexión de equipos terminales).
- Toda la instalación como así también sus accesorios deben realizarse por soldaduras y/o método de brazado, admitiéndose uniones roscadas en empalmes a elementos como válvulas, reguladores, manómetros y equipo terminal.

### Especificaciones para cañerías de distribución

Las cañerías y accesorios empleados para el armado del sistema de redes de gases medicinales deben satisfacer una serie de especificaciones técnicas. A continuación se detallan dichas especificaciones:

- Las cañerías para la distribución del Oxígeno medicinal y el Aire medicinal deberán ser de cobre electrolítico pureza 99,8%, de interior pulido, sin costura y desengrasados en fábrica.
- Las uniones se deberán realizar con accesorios de cobre aptos para soldadura.
- Las cañerías deberán quedar perfectamente aseguradas mediante soportes correctamente instalados y se deberán proveer los dispositivos de dilatación correspondientes.
- Los intervalos entre soportes de cañería de cobre electrolítico recomendados son los siguientes:

Diámetro exterior del tubo [mm]	Intervalo máximo entre soportes [m]
Más de 15	1,5
22 a 28	2,0
35 a 54	2,5
>54	3,0

Tabla 11: Intervalos máximos entre soportes de cañerías

Los soportes deben asegurar que la cañería no pueda desplazarse accidentalmente de su posición y deben ser de material resistente a la corrosión minimizando la corrosión electrolítica.

- Se evitará también todo contacto entre cañerías y otros metales que pudieran dar lugar a la formación de pares galvánicos y contacto con instalaciones eléctricas o cañerías que conduzcan combustible.
- Bajo ningún concepto las cañerías de gases medicinales deberán ser utilizadas como conexión a tierra.
- Todo curvado de estas cañerías se realiza con herramientas especiales, sin provocar aplastamientos, debilitamientos o deformaciones en las paredes de los tubos de cobre en cualquiera de sus puntos.
- Las derivaciones a los paneles de cabecera se realizarán empotradas dentro de la pared con un caño camisa de PVC liso tipo cañería eléctrica.
- Las cañerías que atraviesen muros deberán instalarse con un caño camisa de mayor diámetro y se colocará sellador de siliconas entre ambas cañerías.
- Las cañerías a la vista se pintarán con color según IRAM-FAAA AB 37218 [15] y deberán quedar identificadas con cintas autoadhesivas de color verde con la leyenda Oxígeno medicinal y amarillo con la leyenda Aire medicinal, indicando con una flecha el sentido de circulación.
- Serán aptas para una presión superior a la presión de prueba.

#### Identificación de cañerías

- *Color fundamental:* las cañerías se deben pintar de color blanco, lo que indica que se transporta gases medicinales. Se puede pintar toda la cañería de color blanco o hacerlo en tramos de 0,6 m que cubran los 360° de la cañería. La distancia entre tramo y tramo pintado no debe superar los 0,60 m.
- *Franja de identificación del gas:* la identificación de cada gas medicinal se realiza por medio de una franja pintada sobre la cañería, con un color específico correspondiente al gas que transporta.

Esta franja debe estar centrada sobre cada tramo blanco y debe tener un ancho de 0,20 m. La cañería de Oxígeno medicinal no lleva franja de identificación del gas por ser también de color blanco.

- *Leyendas y flechas del sentido del flujo:* para completar la identificación de la cañería se debe colocar una leyenda a través de una cinta autoadhesiva que indique el nombre del gas y una flecha que indique el sentido del gas. Esta fecha se coloca sobre el color blanco fundamental (0,60 m) y al lado de la franja de identificación del gas (0,20 m).

En la siguiente tabla se indican los colores para las franjas de las cañerías de Oxígeno medicinal y Aire medicinal.

Gas medicinal	Fórmula o leyenda	Color
Oxígeno	O <sub>2</sub>	Blanco
Aire	Aire	Amarillo

Tabla 12: Colores para las franjas de las cañerías según disposición 2318/IRAM 37224

#### Accesorios utilizados en la administración de gases medicinales

Se trata de materiales específicos que van a entrar en contacto con un gas medicinal y que a su vez se aplicarán en el paciente. Entre los componentes más empleados se encuentran:

- *Regulador de presión para tomas de gases medicinales:* reduce la presión de la red a la requerida por el profesional médico.
- *Caudalímetro o flujímetro:* su función es dosificar el caudal de gases que se administra al paciente. En la parte inferior tiene una salida para conectar al humidificador.
- *Regulador de presión para cilindros:* reduce la presión del cilindro a la requerida por el profesional médico.
- *Regulador de presión con caudalímetro:* reduce presión y regula caudal de salida de acuerdo al requerimiento médico.
- *Regulador de presión para cilindros con caudalímetros:* reduce la presión del cilindro y dosifica el caudal de salida del gas de acuerdo al requerimiento médico.
- *Humidificador:* frasco que se conecta al flujímetro. Antes de administrar el Oxígeno medicinal hay que humidificarlo para que no se resequen las vías aéreas. Ello se consigue con un humidificador, que es un recipiente con agua destilada estéril de hasta aproximadamente 2/3 de su capacidad. Puede ser reutilizable o descartable.

### Puestos de consumo

Los puestos de consumo más comúnmente empleados para la aplicación de gases medicinales en el quirófano son: torres de servicio y poliducto o miniducto.

Teniendo en cuenta la superficie del área de cirugía del bloque quirúrgico y considerando la presencia de 5 (cinco) personas en una cirugía, se considera poco práctico el uso de una torre de servicio ya que obstruiría el campo de cirugía y dificultaría la circulación del personal. Por dicho motivo, se optará por la utilización de un panel que incluya tomas de gases medicinales y energía eléctrica, es decir un poliducto, cuya ventaja principal sea la unificación de tomas para uso médico, evitando de dicho modo una posible confusión en la conexión de equipos no médicos.

- *Poliductos*: su construcción está efectuada con un sistema simple, doble, triple, o cuádruple canal de seguridad y la cantidad de tomas tanto para gases como energía eléctrica dependerá de las necesidades del sector.
  - *Canal del sistema eléctrico*: por medio de este canal transcurrirán señales como: baja tensión, servicio de enfermería, iluminación, etc.
  - *Canal de sistema de gases*: para quirófano se recomienda la utilización de los de doble canal.
- *Sistema de acoplamientos*: en el extremo terminal del sistema de redes medicinales se encuentran las bocas, las cuales estarán dispuestas, para el proyecto en cuestión, en los poliductos. Para poder colocar a las bocas los distintos accesorios de utilización, como flujímetros, reguladores de mesas de anestesia, entre otros, se requiere de acoples. La norma IRAM FAAA AB 37214 [16] permite que la pieza de conexión o acople sea de dos tipos: acople rápido y conector roscado. Para el bloque quirúrgico se utilizarán los conectores roscados, los cuales son empleados mediante norma DISS y en su sistema presentan unas boquillas provistas con dos o tres ranuras. Se acoplan con una mano y se desacoplan con dos manos.

### 2.8.3 Aplicación de normativas a instalación de gases medicinales

Para la instalación de gases medicinales en el bloque quirúrgico, se diseñará un sistema de suministro con cilindros que comprenderá una fuente de suministro principal y una fuente de suministro secundaria, considerando lo establecido por la norma IRAM-FAAAR AB 37217. Asimismo, dicha norma se empleará en el diseño de las redes de distribución. En cuanto a las características de los rótulos de los cilindros, se empleará lo indicado por la Resolución

1130/2000 [11], y para los colores de los envases, estos serán los señalados por la norma IRAM 2588 [13].

La aplicación de las normativas mencionadas anteriormente se desarrollará en el apartado '*3.4 Diseño de la instalación de gases medicinales.*'

## 2.9 Instalación de climatización

La finalidad de los sistemas de climatización y ventilación en el área de cirugía es minimizar la transferencia aérea de gérmenes de las salas menos limpias a las más limpias manteniendo la calidad del aire, limitar la concentración de gases anestésicos y mantener las condiciones de temperatura y humedad dentro de los niveles aceptables, garantizando a la vez que los propios sistemas de climatización no sean una fuente de contaminación e infecciones.

Para la elección del sistema de climatización para el bloque quirúrgico se tendrán en cuenta dos aspectos: por un lado, las exigencias en la calidad del aire a impulsar y el bienestar térmico, y por el otro, el balance térmico, es decir, las pérdidas y ganancias de calor del bloque para determinar el dimensionamiento del equipo de climatización.

Dada la carencia de una legislación nacional en cuanto a aire acondicionado, se tendrán en cuenta los estándares internacionales europeos: UNE 100713/2005 - "Instalaciones de Acondicionamiento de Aire en Hospitales" [17] y la UNE-EN ISO 14644/2000 - "Salas limpias y locales anexos" [18].

Para el cálculo del balance térmico, se utilizará el método propuesto en el manual "Aire Acondicionado y Calefacción" de N. Quadri [19].

### 2.9.1 Norma UNE 100713/2005

La norma contiene los requisitos que deben cumplir distintas áreas hospitalarias u otros edificios con actividades similares en cuanto a instalaciones de acondicionamiento de aire y las exigencias en la calidad del aire según la clase de local.

Para el caso de los quirófanos, establece el caudal de aire de impulsión necesario para cumplir con las exigencias mínimas en función del tipo de quirófano.

A continuación se presentan algunos de los apartados desarrollados por la norma.

#### *Exigencias fisiológicas e higiénicas*

Se analiza el bienestar térmico, la calidad del aire y el nivel sonoro de los distintos locales de un hospital. En particular para el quirófano, los valores son los indicados en la siguiente tabla:

	Clase de local	Caudal Mínimo de Aire Exterior (m <sup>3</sup> /h)	Temp. Mínima (°C)	Temp. Máxima (°C)	HR (%)	Presión Sonora Máxima (dB)
Quirófanos tipo A y B, incluso accidentes y partos.	I	1200	22	26	45-55	40
Pasillos, almacén, material estéril, entrada y salida.	I	15	22	26	45-55	40
Sala de despertar.	I	15	22	26	45-55	35
Otros locales.	I	15	22	26	45-55	40

Tabla 12: Análisis de balance térmico, calidad de aire y nivel sonoro de los distintos locales de un área quirúrgica

El *bienestar térmico* depende de la actividad corporal y de la vestimenta, así como también de la temperatura seca y radiante del local, humedad relativa, velocidad del aire, grado de turbulencia y temperatura del aire impulsado.

La *calidad de aire* se ve influenciada por las clases de locales, la limpieza del aire, el caudal de aire exterior impulsado, aire recirculado y circulación de aire entre locales.

- *Clases de locales*: depende de la exigencia con respecto a la presencia de gérmenes en el aire impulsado y en el ambiente. Los locales se dividen en dos clases:
  - Clase I: exigencias muy elevadas.
  - Clase II: con exigencias habituales.
- *Limpieza de aire*: se requiere de varios niveles de filtración según la clase de local a proteger, en concreto:
  - Dos niveles de filtración para locales de clase II.
  - Tres niveles de filtración para locales de clase I.

Los niveles de filtración están constituidos por la clase de filtros que aparecen en la siguiente tabla:

Nivel de filtración	Clase de filtro	Norma
1°	F5	UNE-EN 779
2°	F9	UNE-EN 779
3°	H13	UNE-EN 1822-1

Tabla 13: Clases de filtro normalizados según normas UNE-EN 779 y UNE-EN 1822-1

La Norma UNE-EN 779 [21] indica que un filtro F5 tiene un grado medio de eficiencia entre 40% y 60% y uno F9 una eficiencia media mayor al 95%. La Norma UNE 1822 [22] se aplica para filtros de alta y altísima eficiencia y de muy baja penetración, y para un filtro clase H13 determina una eficiencia mayor o igual al 99,95 %.

- *Caudal de aire exterior impulsado:* el caudal del aire impulsado debe ser mayor o igual que el caudal de aire exterior mínimo para la reducción del nivel de gérmenes en el aire y/o para conseguir el balance térmico necesario. Para quirófanos con altas exigencias con respecto a la presencia de gérmenes, es necesario impulsar un caudal mínimo de aire de 2400 m<sup>3</sup>/h, con un mínimo de 20 renovaciones/hora. Para poder cumplir con las exigencias mínimas se recomiendan los siguientes sistemas de difusión de aire:
  - Quirófanos tipo A: sistemas de difusión de aire por flujo laminar.
  - Quirófanos tipo B: sistemas de difusión por mezcla de aire o flujo laminar.

Se recomienda que la separación entre quirófanos tipo A y las zonas sucias se realice mediante esclusas.

Para el diseño del sistema de difusión de aire por flujo laminar desde el techo se debe tener en cuenta la influencia de obstáculos que puedan existir entre el techo y la zona de protección.

- *Aire recirculado:* se recomienda que la totalidad del aire impulsado en el quirófano proceda del exterior, pero en caso de recircular una parte del caudal de aire, se debe impulsar un caudal mínimo de aire exterior de 1200 m<sup>3</sup>/h para mantener la concentración de los gases de anestesia y desinfectantes dentro de un nivel aceptable.
- *Circulación de aire entre locales:* por razones higiénicas, únicamente es admisible si se realiza desde un local con requisitos más

elevados, con respecto a la presencia de gérmenes, hacia locales con requisitos menores.

#### *Exigencias técnicas e higiénicas*

- *Tomas de aire:* establece los requisitos para la ubicación de las tomas de aire exterior y salidas de aire de expulsión, para mantener la pureza del aire interior del local y evitar contaminación hacia los edificios colindantes. Estas distancias mínimas de separación, para las fuentes indicadas, son las de la siguiente tabla:

Fuente de contaminación	Distancia mínima [m]
Lugar de circulación de vehículos	10
Cubiertas o tejados	2,5
Terreno	2,5

Tabla 14: Distancias mínimas de separación para las fuentes de contaminación indicadas

- *Conductos de aire:* las paredes de los conductos deben tener resistencia adecuada a la presión de servicios y deben ser resistentes a la abrasión. Los conductos deben ser lo más cortos posible y estar provistos de registros de inspección. El tramo del conducto entre la toma del aire exterior y la unidad de tratamiento de aire debe tener un número suficiente de registros para permitir la limpieza y desinfección de sus partes interiores. Los caudales de aire de impulsión y de retorno deben estar siempre canalizados.

#### 2.9.2 Norma UNE-EN ISO 14644/2000

La norma clasifica las zonas y locales limpios en función de la limpieza del aire, según la concentración de partículas en el mismo.

Define local limpio como “un local en el cual la concentración de partículas en el aire es controlada, y la cual es elaborada y utilizada de manera que se minimice la introducción, generación y retención de partículas en el interior del cuarto y en el cual otras partículas y parámetros relevantes, como temperatura, humedad y presión son controlados como sea necesario”.

Para la clasificación, se consideran las partículas con un tamaño de 0,1  $\mu\text{m}$  a 5  $\mu\text{m}$ . La norma no se utiliza para la clasificación de partículas que estén fuera de dicho rango.

El uso de contadores de partículas por dispersión de la luz es la base para la determinación de partículas suspendidas en el aire.

### Número ISO

La clase de limpieza del aire dada por la concentración de partículas se designa con un número ISO, N. En la siguiente tabla se determina la máxima concentración de partículas para cada tamaño de partícula considerado:

Número de clasificación N de ISO	Valor máximo de la concentración de partículas (partículas por metro cúbico de aire)					
	0,1 µm	0,2 µm	0,3 µm	0,5 µm	1 µm	5 µm
Clase ISO 1	10	2	-	-	-	-
Clase ISO 2	100	24	10	4	-	-
Clase ISO 3	1.000	237	102	35	8	-
Clase ISO 4	10.000	2.370	1.020	352	83	-
Clase ISO 5	100.000	23.700	10.200	3.520	832	29
Clase ISO 6	1.000.000	237.000	102.000	35.200	8.320	293
Clase ISO 7	-	-	-	352.000	83.200	2.930
Clase ISO 8	-	-	-	3.520.000	832.000	29.300
Clase ISO 9	-	-	-	35.200.00	8.320.000	293.000

Tabla 15: Clase de partículas contenidas en el aire para salas limpias y zonas anexas

La relación de esta norma con la ISO 100713 [17] se puede observar en la siguiente tabla:

ISO 100713	ISO 14644	Flujo de aire	Caudal mínimo de aire [m <sup>3</sup> /h]	Grado de Contaminación $\mu$	Renov. de aire/hora	Veloc. del aire a la salida del difusor [m/seg]
Quirófano Clase A.	ISO 5	Laminar	1200	1	35	0,20
Quirófano Clase A	ISO 6	Turbulento	1200	1	20	0,20-0,30
Quirófano Clase B	ISO 7	Turbulento	1200	1	20	0,20-0,30
Quirófano Clase C	ISO 8	Turbulento	1200	1	15	0,20-0,30

Tabla 16: Tabla comparativa entre norma ISO 100713 y norma ISO 14644

### 2.9.3 Sistemas de climatización

La reglamentación española RITE [23] (reglamento instalaciones térmicas en los edificios) define climatizar como “dar a un espacio cerrado las condiciones de temperatura, humedad relativa, calidad del aire y, a veces, también de presión, necesarias para el bienestar de las personas y/o la conservación de las cosas”.

Existen diversos factores que influyen en la temperatura interior de un local, los cuales son: condiciones climáticas, radiación solar, ventilación, personas presentes, aparatos electrónicos e iluminación.

#### *Clasificación de los sistemas de climatización del aire por su instalación:*

- *Semicentralizados.* Estos equipos están compuestos por una unidad en la que está montado todo el conjunto sobre un bastidor. Están compuestos por un compresor, condensador, serpentines, ventilador y una válvula de expansión.
- *Centralizados.* En estos sistemas una o varias centrales térmicas preparan el aire frío y/o caliente para luego difundirlo a través de conductos a uno o varios locales a la vez.

#### *Clasificación de los sistemas de climatización por el fluido caloportador:*

- *Sistemas con fluido refrigerante.* El elemento que produce el enfriamiento es una sustancia refrigerante, mediante refrigeración

mecánica. Para este proceso se aplican propiedades de cambio de estado físico de las sustancias, las cuales son la evaporación y la condensación. Los sistemas constan de un serpentín de expansión directa con ventilador, que recircula el aire local, y es alimentado con un refrigerante transportado por cañerías desde una unidad condensadora. La calefacción se realiza utilizando el mismo sistema, mediante bomba de calor.

- *Sistemas todo aire.* El aire se prepara en unidades de tratamiento de aire o climatizadores ubicados en una sala de máquinas que consta de: filtrado, calefacción, humectación, enfriamiento y circulación, mediante un ventilador. La distribución del aire se realiza mediante conductos con difusores de aire y rejillas de retorno en los ambientes.
- *Sistemas todo agua.* Constan de equipos enfriadores de agua o calderas, desde donde se la distribuye fría o caliente mediante cañerías y bombas a equipos terminales en los locales, que presentan un ventilador para circular el aire y el serpentín alimentado por agua.
- *Sistemas agua – aire.* Son sistemas mixtos que utilizan cañerías para la distribución de agua a las unidades de tratamiento de aire, utilizando conductos para la distribución del aire tratado a los distintos locales.

*Clasificación de los sistemas de climatización según su funcionamiento*

<b>Expansión Directa</b>	Autocontenidos	Individuales de ventana	Unitario
		Rooftop	Todo aire
	Unidades Condensadoras	Split	Todo refrigerante
		Multi split	
VRV			
	UTA	Todo aire	
<b>Expansión Indirecta</b>	MEL	Fan coil	Todo agua
		Fan coil con conducto	Agua - Aire

**Tabla 17: Clasificación de los sistemas de climatización del aire según su funcionamiento**

#### Expansión Directa

El refrigerante enfría directamente el aire que se distribuye a los locales en los serpentines de los equipos, es decir, el transporte de calor es realizado por el mismo fluido refrigerante.

#### Expansión Indirecta

Estos equipos presentan un intercambio indirecto entre el aire a acondicionar y el refrigerante a través de agua como fluido intermedio, es decir que el refrigerante enfría agua, la cual es distribuida a las unidades ubicadas en cada local o zona del edificio, donde el serpentín trabaja con agua fría.

#### Sistema de Climatización tipo Rooftop

Dada que la principal característica del bloque quirúrgico es su capacidad de transporte, se piensa en un sistema de climatización de expansión directa. Esto se debe a que en un sistema de expansión indirecta se requiere de una instalación para calentamiento y enfriamiento de agua, lo cual acomplejaría la movilidad y funcionalidad del bloque. Asimismo, dado el volumen que presenta

el bloque, no se justifica la instalación y el uso de dicho sistema que es empleado generalmente para acondicionar locales de mayor tamaño.

En cuanto al equipo de climatización, se utilizará un sistema Rooftop. Este dispositivo se denomina 'autocontenido' ya que reúne en una sola carcasa todos los componentes necesarios para su funcionamiento: compresor, condensador, evaporador, válvula de expansión y ventiladores. Los sistemas Rooftop son grandes unidades individuales que están diseñados para estar ubicados a la intemperie y enviar el aire al local a acondicionar a través de conductos.

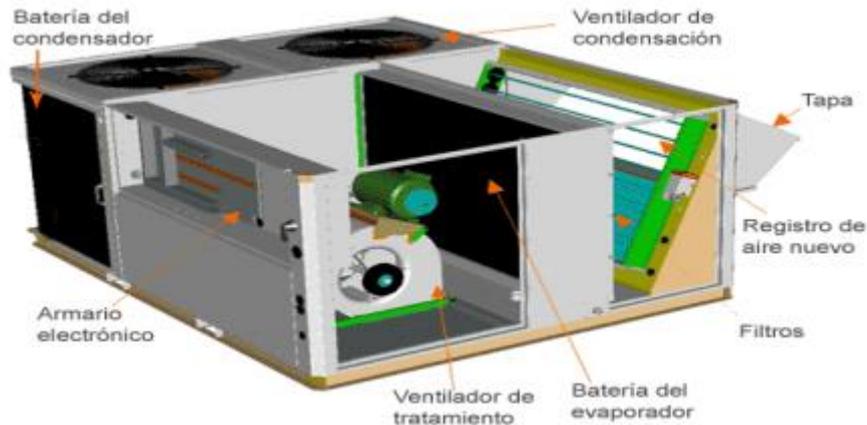


Ilustración 6: Equipo Rooftop

### *Selección de equipos terminales*

Para seleccionar y ubicar una reja o difusor deben tenerse en cuenta los siguientes factores:

	<b>REJAS</b>	<b>DIFUSORES</b>
<b>FORMA</b>	Cuadradas o rectangulares.	Circulares, cuadrados o lineales.
<b>DISTANCIA</b>	La distancia al cielorraso debe ser dos veces su altura, y se recomienda a una altura superior a los 2,00 m del suelo si es de inyección.	La distancia media entre el conducto de alimentación y el difusor deberá ser por lo menos dos veces el diámetro del difusor.  Generalmente se colocan a una altura superior a los 2,50 m del suelo.
<b>ALCANCE</b>	Distancia horizontal que recorre la corriente de aire, desde la boca de salida hasta un punto donde la velocidad del aire alcanza un valor mínimo de 0,25 m/seg., medido a 2,10 m del suelo.  Un alcance correcto sería del 80% del lado del local, con un máximo a cubrir de 6,00 a 8,00 m. El máximo alcance se produce cuando el ángulo de divergencia es 0°.	Distancia horizontal que recorre una corriente de aire, medida desde el centro del difusor hasta un punto donde la velocidad del aire alcanza un valor mínimo de 0,25 m/seg y medido a 1,20 m del suelo.  El límite de alcance horizontal es la altura a la que se encuentra del suelo.
<b>INDUCCIÓN</b>	Arrastre de aire del local por el aire impulsado por la boca de salida. A mayor perímetro de la boca, mayor inducción pero menor alcance.	
<b>SEPARACIÓN</b>	Debe ser igual a la dispersión de la reja.	Se toma un ángulo de salida de 45°, la separación será el doble del alcance.
<b>CAÍDA</b>	Distancia vertical desde la posición de la boca de impulsión hasta el punto más bajo donde la velocidad sea de 0,25 m/s.	Es igual al alcance.

Tabla 18: Factores a considerar para la selección de rejillas o difusores

## Conductos

### Clasificación según su forma

- *Circulares y ovalizados*: el aire tiene menor rozamiento, tienen gran rigidez y se ahorra material de fabricación. Se desaprovecha espacio en los ángulos y no permiten reducir la altura.
- *Rectangulares y cuadrados*: el aire tiene mayor rozamiento, se utiliza mucho material para su fabricación. Se puede agrandar y achicar su sección en el recorrido.

### Clasificación según el material

- *Chapa galvanizada*: son los más comunes. Es chapa de acero con una capa de zinc, que protege al acero de la oxidación.
- *Aluminio*: son más costosos que los de chapa galvanizada. Su uso es específico para la industria, donde se transportan gases corrosivos.
- *Chapa de acero sin galvanizar*: son menos frecuentes. Se usan principalmente cuando se necesitan espesores de chapa gruesos para soportar altas temperaturas.
- *Textiles*: son prácticos y versátiles. El material utilizado es 100% poliéster. La forma de unión es mediante cierres y la colocación de los conductos es mediante guías donde estos cuelgan. No utilizan rejillas de inyección, sino perforaciones de tela.
- *Chapa de acero inoxidable*: se utilizan donde hay gases altamente corrosivos.
- *Polietileno*: actualmente han sido reemplazados por los conductos textiles. Se utiliza polietileno de 200 micrones y la salida del aire es a través de perforaciones. Los conductos se cuelgan mediante un alambre tensado.
- *Lana de vidrio*: son conductos autoportantes fabricados a partir de lana de vidrio, aglomerada con resinas termoendurecibles, revestido en una de sus caras o sus dos caras con un foil de aluminio-kraft reforzado con hilos de vidrio.
- *Flexibles*: estructura de alambre helicoidal recubierto con film de polipropileno biorientado sin aislar. También existen otras configuraciones.
- *Mampostería*: se utilizan para solucionar los conductos de retorno y se construyen bajo piso. Pueden ser de mampostería de ladrillo o bloques, revocados, y a veces estucados.

## Accesorios

- *Dampers*: persianas o paletas que se colocan en el interior de los conductos y regulan el paso del aire. Pueden ser de accionamiento manual o motorizado.
- *Fuelles*: se colocan a la salida de los equipos para evitar que pasen las vibraciones de los equipos y se transmitan a los conductos interiores, produciendo ruidos molestos.

### 2.9.4 Balance térmico

Para el dimensionamiento de la instalación de climatización del bloque quirúrgico, se deberá realizar un balance térmico. Este es un método analítico que permite determinar las cargas térmicas, es decir, la cantidad de calor que se deberá suministrar o eliminar del ambiente a climatizar, para compensar las pérdidas o ganancias de calor producidas en el interior y el exterior. Esta energía calórica es emitida al medio en forma de calor sensible y/o calor latente. El calor sensible es aquel que produce el aumento de temperatura de un cuerpo, sin afectar su estructura molecular. El calor latente produce el cambio de estado del cuerpo, sin variar su temperatura.

Las estimaciones de carga térmica suelen realizarse para la situación más desfavorable, ya sea de invierno o de verano. Es necesario conocer las condiciones exteriores e interiores de diseño, las pérdidas de calor en invierno y las ganancias de calor en verano.

Para las condiciones exteriores de diseño normalmente se toman como valor promedio para el cálculo, temperaturas que excluyan al 5% de las mínimas o máximas registradas estadísticamente a lo largo de varios años. La Norma IRAM 11603 [24] establece los valores medios de temperatura y humedad relativa para cada localidad Argentina.

Las condiciones interiores de diseño son aquellas necesarias para el confort de la mayoría de las personas, y dependen de: la ropa, la actividad que se desarrolle, la actividad radiante media (que se obtiene de la sumatoria de las temperaturas de cada uno de los cerramientos por sus respectivas superficies sobre la sumatoria de todas las superficies) y la velocidad del aire.

### Estimación de cargas térmicas

#### Cargas externas

- *Por los cerramientos opacos.*

Las pérdidas o ganancias de calor sensible a través de los cerramientos opacos se deben a la transmisión. La posibilidad de que el flujo de

calor atraviese un cerramiento en mayor o menor cantidad dependerá de:

- La resistencia que cada cerramiento ofrezca al paso del calor, de acuerdo a sus características constructivas. La capacidad de un cerramiento de transmitir el calor a través de su masa se determina mediante el coeficiente global de transmitancia térmica  $K$ .
- La superficie de cada cerramiento  $S$ , expresado en  $m^2$ .
- De la diferencia de temperatura  $dT$  entre el aire del local analizado y su exterior (ya sea aire exterior propiamente dicho u otro local colindante, no acondicionado).

$$Q_{transf} = K \times S \times dT$$

**Fórmula 1: Cálculo a utilizar en el balance térmico para obtener la cantidad de calor sensible por transmisión en cerramientos opacos**

Donde:

$Q_{transf}$ : cantidad de calor sensible por transmisión, expresado en Kcal/h.

$K$ : coeficiente de transmitancia térmica, expresado en  $Kcal/h \cdot m^2 \cdot ^\circ C$ .

$S$ : superficie del cerramiento, expresado en  $m^2$ .

$dT$ : diferencia de temperatura entre ambas caras del cerramiento ( $^\circ C$ ).

➤ *Por los cerramientos translúcidos.*

Las pérdidas o ganancias de calor por los cerramientos translúcidos se deben a transmisión y/o ganancias por radiación.

- Por transmisión: Pueden ser ganancias o pérdidas de calor a través del vidrio y resultan de la fórmula 1 mencionada anteriormente.
- Por radiación: Las ganancias de calor a través de los vidrios dependen de:
  - La superficie expuesta a los rayos solares  $S$ .
  - El valor de la radiación solar que incide sobre ellos  $R_S$ , que depende de la posición relativa del sol con respecto al cerramiento. En la práctica se recurre a tablas de radiación solar.
  - De la existencia o no de elementos que puedan interferir la llegada de la radiación, llamado factor de reducción  $Fr$ .

$$Q_{rad} = RS \times S \times F_r$$

**Fórmula 2: Cálculo a utilizar en el balance térmico para obtener la cantidad de calor sensible por radiación (Kcal/h)**

Donde:

$Q_{rad}$ : cantidad de calor sensible por radiación, expresado en Kcal/h.

$RS$ : cantidad de calor por radiación solar por superficie de cerramiento, expresado en Kcal/h\*m<sup>2</sup>.

$S$ : superficie del cerramiento, expresado en m<sup>2</sup>.

$F_r$ : factor de reducción.

$$Q_{TOTAL} = Q_{transf} + Q_{rad}$$

**Fórmula 3: Cantidad de calor sensible por transmisión y radiación que equivale a cantidad de calor sensible total (Kcal/h)**

### Cargas internas

#### ➤ Por las personas

Debido a su metabolismo, las personas aportan calor sensible y latente al medio. El calor sensible se disipa por mecanismos de conducción, convección y radiación. Cuando estos mecanismos no son suficientes, se recurre a la transpiración, que aporta calor latente al medio en forma de vapor de agua. A su vez, el sistema respiratorio también desprende vapor de agua, aportando más calor latente.

$$Q_{senspersona} = Cant \times Coef.Cs$$

**Fórmula 4: Cálculo a utilizar en el balance térmico para obtener la cantidad de calor sensible aportado por las personas (Kcal/h)**

$$Q_{latpersona} = Cant \times Coef.Cl$$

**Fórmula 5: Cálculo a utilizar en el balance térmico para obtener la cantidad de calor latente aportado por las personas (Kcal/h)**

Donde:

$Q_{senspersona}$ : cantidad de calor sensible aportado por las personas, expresado en Kcal/h.

$Q_{latpersona}$ : cantidad de calor latente aportado por las personas, expresado en Kcal/h.

$Coef.Cs$ : cantidad de calor sensible que aporta cada persona de acuerdo a su actividad, expresado en Kcal/h.

*Coef. Cl*: cantidad de calor latente que aporta cada persona de acuerdo a su actividad, expresado en Kcal/h.

*Cant*: cantidad de personas en el local.

➤ *Por la iluminación*

La luz artificial, como toda forma de energía, genera calor. Por lo tanto, toda la energía eléctrica que se aporte a un local para iluminación será calor sensible. Este valor se puede calcular conociendo el consumo en vatios (W):

$$Q_{ilum} = Potencia \times 0,86$$

**Fórmula 6: Cálculo a utilizar en el balance térmico para obtener la cantidad de calor sensible aportado por la luz artificial (Kcal/h)**

Donde:

*Q<sub>ilum</sub>*: cantidad de calor sensible aportado por las luminarias, expresado en Kcal/h.

*Potencia*: potencia total consumida por las luminarias, expresada en vatios.

0,86: coeficiente de conversión de vatios a Kcal/h.

➤ *Por los artefactos*

Todos los artefactos para su funcionamiento dependen de una fuente de energía externa, por lo tanto, conociendo la cantidad de energía consumida se podrá calcular el calor sensible aportado al local. Algunos artefactos también aportan calor latente, ya que su funcionamiento genera vapor de agua.

$$Q_{art} = 0,86 \times Potencia$$

**Fórmula 7: Cálculo a utilizar en el balance térmico para obtener la cantidad de calor sensible aportado por los artefactos (Kcal/h)**

Donde:

*Q<sub>art</sub>*: cantidad de calor sensible aportado por los artefactos, expresado en Kcal/h.

*Potencia*: potencia total consumida por los artefactos, expresada en vatios.

0,86: coeficiente de conversión de vatios a Kcal/h.

### Por ingreso de aire exterior

El aire exterior que se infiltra a través de las hendidias de los cerramientos móviles, o que penetra a través de aberturas y tomas especiales, resultará una carga térmica, ya que ingresará con la temperatura y humedad exterior.

#### ➤ Aire exterior para renovación higiénica

Se recurre a una toma de aire exterior (TAE) para lograr una cantidad de aire de renovación que cubra los mínimos necesarios de acuerdo a la cantidad de personas presentes en el local.

$$Q_{renov} = Cant \times Coef. renov$$

**Fórmula 8: Cálculo a utilizar en el balance térmico para obtener el volumen de aire total que debe ingresar al local para renovación higienica ( $m^3$ )**

Donde:

$Q_{renov}$ : volumen de aire total a ingresar al local para renovación higiénica, expresado en  $m^3$ .

$Cant$ : cantidad de personas en el local.

$Coef. renov$ : Cantidad de aire por persona por hora, expresado en  $m^3/h$  por persona.

#### ➤ Aire exterior por infiltración

Depende de las características constructivas y de las dimensiones de las aberturas, lo que permitirá conocer la longitud de las hendidias.

$$Q_{hend} = Long \times Coef. hend$$

**Fórmula 9: Cálculo a utilizar en el balance térmico para determinar el volumen de aire de ingreso por infiltración a través de las hendidias ( $m^3/h$ )**

Donde:

$Q_{hend}$ : volumen de aire que ingresa por infiltración a través de las hendidias, expresado en  $m^3/h$ .

$Long$ : longitud total de las hendidias, expresada en metros.

$Coef. hend$ : cantidad de aire ingresado por metro de hendidia ( $m^3/h$ ).

El volumen de aire de la toma de aire exterior que se deberá ingresar será:

$$Q_{TAE} = Q_{renov} - Q_{hend}$$

**Fórmula 10: Cálculo a utilizar en el balance térmico para determinar el volumen de aire que ingresa a través de la toma de aire exterior**

El valor del calor sensible y calor latente que aporta el volumen de aire que ingresa por las hendijas y la TAE se calcula como:

$$Q_{shend} = Q_{hend} \times 0,31 \times dT$$

**Fórmula 11: Cálculo a utilizar en el balance térmico para determinar el calor sensible ingresado por hendijas (Kcal/h)**

$$Q_{lhend} = Q_{hend} \times 0,71 \times d_{he}$$

**Fórmula 12: Cálculo a utilizar en el balance térmico para determinar el calor latente ingresado por hendijas (Kcal/h)**

$$Q_{sTAE} = Q_{TAE} \times 0,31 \times dT$$

**Fórmula 13: Cálculo a utilizar en el balance térmico para determinar el calor sensible ingresado por la toma de aire exterior (Kcal/h)**

$$Q_{lTAE} = Q_{TAE} \times 0,71 \times d_{he}$$

**Fórmula 14: Cálculo a utilizar en el balance térmico para determinar el calor latente ingresado por la TAE (Kcal/h)**

Donde:

$Q_{shend}$ : cantidad de calor sensible ingresado por hendijas, expresado en Kcal/h.

$Q_{lhend}$  : cantidad de calor latente ingresado por hendijas, expresado en Kcal/h.

$Q_{sTAE}$  : cantidad de calor sensible ingresado por la TAE, expresado en Kcal/h.

$Q_{lTAE}$ : cantidad de calor latente ingresado por la TAE, expresado en Kcal/h.

0,31 : coeficiente de calor sensible volumétrico, expresado en Kcal/m<sup>3</sup>\*h. Es la cantidad de calor que hay que quitar a un metro cúbico de aire para disminuir su temperatura en 1°C.

0,71 : coeficiente de calor latente volumétrico, expresado en Kcal/m<sup>3</sup>\*h. Es la cantidad de calor que hay que quitar a un metro cúbico de aire para disminuir en un gramo su humedad específica.

$dT$ : diferencia de temperatura entre el interior y el exterior del local.

$d_{he}$ : diferencia de humedad específica, determinada mediante el diagrama psicrométrico.

**Factor de calor sensible**

Es la relación entre el calor sensible y el calor latente:

$$FCS = \frac{Q_{cs}}{Q_{cs} + Q_{cl}}$$

**Fórmula 15: Cálculo a utilizar en el balance térmico para determinar el factor de calor sensible**

Donde:

$FCS$ : factor de calor sensible. Es adimensional.

$Q_{cs}$ : cantidad de calor sensible ingresado por los cerramientos y por cargas internas, expresado en Kcal/h.

$Q_{cl}$ : cantidad de calor latente producido por cargas internas, expresado en Kcal/h.

#### Caudal total de aire a impulsar

El caudal de aire a impulsar a cada local se puede estimar con la siguiente fórmula:

$$Q_{TOTAL} = \frac{Q_s}{(0,31 \times (t_i - t_{imp}))}$$

**Fórmula 16: Cálculo a utilizar en el balance térmico para determinar el caudal total de aire a insuflar en el local ( $m^3/h$ )**

Donde:

$Q_{TOTAL}$ : caudal total de aire a insuflar en el local, expresado en  $m^3/h$ .

$Q_s$ : calor sensible total, según el balance térmico.

0,31:  $C_e \times P_e \times 60$ , donde  $C_e$  es el calor específico del aire = 0,24 Kcal/kg°C,  $P_e$  es el peso específico del aire a 15°C = 1,2 kg/ $m^3$ , y 60 hace referencia a 60 minutos.

$t_i$ : temperatura de diseño interior.

$t_{imp}$ : temperatura de impulsión del aire, determinada gráficamente en el diagrama psicrométrico.

#### 2.9.4 Aplicación de normativas a la instalación de climatización

Para el diseño de la instalación de climatización del bloque quirúrgico, se optará, como se mencionó anteriormente, por un equipo Rooftop, de expansión directa, con los siguientes filtros recomendados por la normativa UNE 100713/2005 [17]: F5, F9 y H13. La capacidad frigorífica del equipo se determinará mediante los cálculos de balance térmico en el apartado '3.5.2 Balance térmico.'

Los conductos a utilizar serán rectangulares y de chapa galvanizada. Para los equipos terminales, se emplearán rejillas de impulsión y de retorno rectangulares, cuyas características se desarrollarán en el apartado '3.5.3 *Conductos*'.

## 2.10 Seguridad contra el fuego

La combustión es la reacción que se produce entre el oxígeno y un material oxidable, que va acompañada por desprendimiento de energía, provocando incandescencia o llama. Por lo tanto, para iniciar la combustión se requiere de la existencia de tres de elementos: comburente, combustible y energía, en determinadas proporciones, lo que se denomina 'Triángulo de fuego'.

El *combustible* es una sustancia o materia que al combinarse con oxígeno es capaz de liberar energía, y puede presentarse en tres estados: sólido (carbón, madera, papel, tela, cuero, etc), líquido (nafta, alcohol, pintura, solvente, etc), o gaseoso (gas natural, propano, hidrógeno, butano, y acetileno).

La *energía de activación* es aquella fuente de calor necesaria para dar inicio a la reacción de combustión. Puede ser: chispas, corriente eléctrica, superficie caliente, arcos eléctricos, fricción mecánica, reacción química o compresión de los gases.

El *comburente* es la sustancia que provoca o favorece la combustión. Esta sustancia oxida al combustible hasta ser reducido. El Oxígeno es el comburente por excelencia. Por su parte, el Aire medicinal posee las mismas propiedades oxidantes que las del Oxígeno medicinal, ya que este es su componente más activo. En base a esto, debido a que el bloque quirúrgico tendrá cilindros de Aire medicinal y Oxígeno medicinal, es que se tendrán en cuenta los riesgos producidos por dichos gases.

Como riesgo general se tiene en consideración que el Aire medicinal y el Oxígeno medicinal son gases no inflamables, que aceleran la combustión, y debido a esto, materiales combustibles y no combustibles se queman fácilmente en ambientes enriquecidos con dichos gases. Cuando los cilindros de estos gases medicinales, se exponen a intenso calor o llamas, existe riesgo de sobrepresión y explosión debido al calor producido. En caso de incendio, es necesario evacuar a todo el personal de la zona peligrosa y si es posible cerrar la válvula del gas que alimenta al fuego. Inmediatamente se debe enfriar los cilindros rociándolos con agua y una vez fríos moverlos del área del incendio.

Las clases de fuegos que se podrán originar en el bloque quirúrgico, son:

- *Clase A:* fuegos que se desarrollan sobre combustibles sólidos, tales como madera, papel, telas, gomas, plásticos y otros.
- *Clase B:* fuegos sobre líquidos inflamables, grasas, pinturas, ceras, gases y otros.
- *Clase C:* fuegos sobre materiales, instalaciones o equipos sometidos a la acción de la corriente eléctrica.
- *Clase D:* fuegos sobre materiales combustibles, como ser el magnesio, titanio, potasio, sodio y otros.

Para cada clase de fuego hay una sustancia extintora apropiada:

Clase de fuego	Agente Extintor						
	Agua	Espuma	CO <sub>2</sub>	Polvo Químico o Seco ABC	Polvo Químico o Seco BC	Compuestos halogenados	Polvos especiales
<b>A</b>	Muy eficiente	Eficiente	NO	Muy eficiente	No	Eficiente	NO
<b>B</b>	NO	Muy eficiente	Eficiente	Muy eficiente	Eficiente	Muy eficiente	NO
<b>C</b>	NO	NO	Muy eficiente	Muy eficiente	Muy eficiente	Muy eficiente	NO
<b>D</b>	NO	NO	NO	NO	NO	NO	Muy eficiente

**Tabla 19: Tipo de agente extintor para cada clase de fuego**

La elección del extintor apropiado para el bloque quirúrgico, se desarrollará en el apartado ‘3.7.2 Elección de extintor.’

## 2.11 Residuos patógenos

### 2.11.1 Clasificación

El Ministerio de Salud, según el Decreto 3280/1990 [25], indica que todo establecimiento deberá asegurar el tratamiento adecuado de los residuos sólidos hospitalarios, los residuos patológicos y los residuos no patológicos, y su traslado en condiciones de seguridad, salubridad e higiene.

El Decreto 3280/1990 [25] define residuo sólido hospitalario como un conjunto de materia orgánica e inorgánica residual resultante de todas las funciones que se cumplen en un establecimiento asistencial; a un residuo no patológico como aquellos provenientes de alimentos, de cocina, de barrido, envases de vidrio, plástico, cartones, papeles, entre otros; y a los residuos patológicos como material proveniente de curaciones, de quirófano, de salas de partos, de anatomía patológica, de laboratorio, entre otras, que por sus características tengan propiedades potenciales o reales infestantes, infectantes, alergógenas o tóxicas. En cuanto a los residuos radiactivos, establece que deberán ser manejados de acuerdo a las normas establecidas por la Comisión Nacional de Energía Atómica.

La Resolución 349/1994 del Ministerio de Salud clasifica a los residuos sólidos, según el origen, en residuos comunes, biopatogénicos o especiales (radiactivos o químicos). Define a los residuos sólidos biopatogénicos como aquellos “desechos o elementos materiales orgánicos o inorgánicos en estado sólido y/o semisólido, que presentan cualquier característica de actividad biológica que pueda afectar directa o indirectamente a los seres vivos o causar contaminación del suelo, del agua o la atmósfera, que sean generados con motivo de brindar servicios de atención de salud humana o animal con fines de prevención, control, atención de patologías, diagnóstico y/o tratamiento y rehabilitación, así como también en la investigación y/o producción comercial de elementos biológicos”.

La Ley 24.051 hace referencia a la generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos. También establece las características que debe poseer un residuo para ser considerado peligroso y menciona aquellos que, si bien presentan un peligro para la salud y el ambiente, son excluidos del alcance de la ley. La ley define a los residuos peligrosos como “todos aquellos residuos que puedan causar daño, directa o indirectamente, a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general, quedando excluidos los residuos domiciliarios, los radiactivos y los derivados de las operaciones normales de los buques, los que se regirán por leyes especiales y convenios internacionales vigentes en la materia.”

### 2.11.2 Acumulación

El Decreto 3280/90 [25] también establece que todos los servicios del establecimiento asistencial deberán contar con recipientes livianos y fácilmente lavables con tapa y asa, en número y capacidad adecuada, e identificados, debiendo llevar los de residuos patológicos una banda horizontal de por lo menos diez centímetros de color verde. Deben ser colocados en recintos cerrados contiguos a los lugares de producción, para luego ser trasladados al sitio de almacenamiento final, en condiciones de máxima seguridad.

Además, la Resolución 349/94 agrega que los recipientes no podrán exceder una capacidad de 50 litros y deberán estar contruidos de material inerte al contacto con agentes químicos y a la abrasión, fáciles de higienizar, ser preferentemente troncocónicos sin bordes filosos y encuentro de paredes con el fondo cóncavo. El recipiente deberá estar enfundado interiormente mediante una funda de polietileno de 60 micrones como mínimo de espesor, o dos en caso de que sea un residuo biopatogénico, de los siguientes colores según el tipo de residuo:

- Funda negra para residuos comunes.
- Funda roja para residuos biopatogénicos.
- Funda amarilla para residuos especiales.

El Decreto 3280/90 [25] establece que se deberá contar con un local ubicado en la parte externa del edificio y de fácil acceso el que deberá contar con pisos y paredes impermeables y de fácil limpieza con abertura de ventilación protegida con alambre tejido de malla fina e instalaciones para el lavado y desinfección de los recipientes.

Los residuos no patológicos deberán ser retirados por la recolección municipal y conducidos al sitio dispuesto para los residuos de la ciudad. Los residuos patológicos deberán ser incinerados en hornos especiales para los mismos o cualquier otro dispositivo, equipo o instalación en el cual pueda igualmente lograrse la muerte de todo agente que contenga, así como la completa destrucción de dichos residuos.

### 2.11.3 Aplicación de normativas a residuos patógenos

En el bloque quirúrgico se generarán residuos sólidos, patológicos y no patológicos. Para su acumulación se tendrá en cuenta lo establecido por el Decreto 3280/1990 [25] y la Resolución 349/1994 [26], lo cual se desarrollará en el apartado '3.9.1 Manejo de residuos.'

## Capítulo 3: Desarrollo

### 3.1 Bloque quirúrgico

#### 3.1.1 Selección del contenedor marítimo

Para el diseño del bloque quirúrgico, se realizó primero un estudio de las características de los distintos tipos de contenedores marítimos para determinar el modelo más adecuado para el proyecto.

Se decidió desde un principio utilizar un solo contenedor principalmente para que el diseño pueda unificarse a un solo espacio dividido en distintos sectores. Además, al ser un único módulo se facilita la practicidad del transporte. Si bien existen distintos tamaños de contenedores, de 20', 40' y 40' High Cube, se prefirió escoger este último ya que las medidas que presenta son las más convenientes para el proyecto. Las medidas del contenedor de 40' High Cube son:

Medidas externas	Medidas internas
Largo = 12,19 m	Largo = 12,03 m
Ancho = 2,43 m	Ancho = 2,35 m
Alto = 2,89 m	Alto = 2,69 m

Tabla 20: Medidas externas e internas de un contenedor de 40' HC

En cuanto al modelo de contenedor, se optó por uno tipo estándar denominado 'DRY-VAN', ya que son cerrados herméticamente y no poseen ventilación, además de que son útiles para transportar máquinas y muebles.

Para finalizar con la elección del contenedor, se realizó una comparación entre un contenedor nuevo y uno usado, tal como se indica en la siguiente tabla:

Contenedor estándar nuevo 40' High Cube.	Contenedor estándar usado 40' High Cube.
Precio: 4.800,00 USD.	Precio: 3.600,00 USD
Peso: 3.940 Kg.	Peso: 3.940 Kg.
Medidas exteriores: (12,19 x 2,43 x 2,89) m.	Medidas exteriores: (12,19 x 2,43 x 2,89) m.
Medidas interiores: (12,03 x 2,35 x 2,69) m.	Medidas interiores: (12,03 x 2,35 x 2,69) m.
Fabricado en acero.	Fabricado en acero.
Año de fabricación: 2018	Año de fabricación: 2011

Tabla 21: Diferencias entre un contenedor de 40' HC nuevo y uno usado

Teniendo en cuenta las características expuestas, se opta por un contenedor de 40' High Cube nuevo. Si bien este supera el costo en un 25% respecto a uno usado, se considera de mayor relevancia la vida útil, ya que en caso de elegir un contenedor usado se deberá contemplar posibles daños que el mismo

haya tenido durante sus años de servicio, lo cual implicaría un costo adicional de reparación del contenedor previo a la instalación del módulo quirúrgico.

### 3.1.2 Elección del diseño y distribución

Para la distribución interior del bloque quirúrgico se tuvieron en cuenta varios aspectos, tales como: equipamiento médico y no médico, instalaciones y necesarias, aislación térmica, cantidad de personas dentro del módulo y funcionalidad de cada una de las áreas. Finalmente se escogió el siguiente diseño:

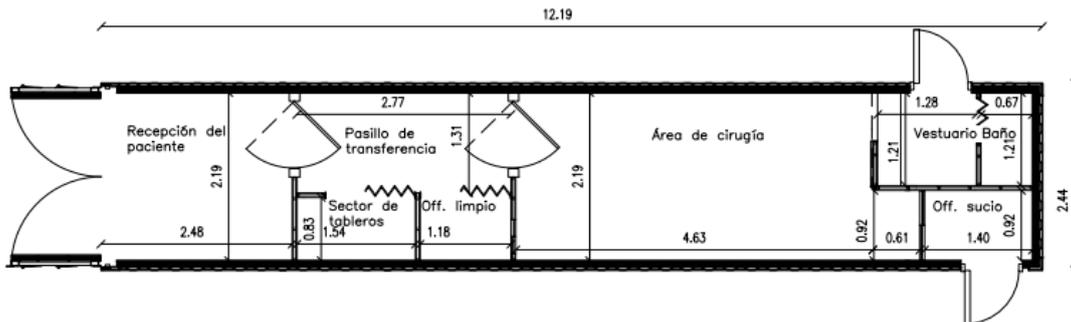


Ilustración 7: Distribución de las áreas en el interior del bloque quirúrgico

El plano anterior esquematiza las distintas áreas en el módulo quirúrgico, la cuales son:

- *Área de recepción del paciente:* es el lugar donde se recibe al paciente y en donde permanecerá hasta estabilizar sus parámetros vitales, o bien, se lo trasladará directamente al área de cirugía, según valoración y determinación del equipo de emergencias responsable.
- *Sector de tableros:* en este espacio se ubicará el tablero de transferencia, el tablero general de distribución, tablero de aislación IT, y la UPS.
- *Pasillo de transferencia:* se realiza traspaso del paciente en camilla hacia el área de cirugía, a través de puertas herméticas batientes, las cuales actuarán como esclusas para evitar contaminación cruzada.
- *Office limpio:* almacenamiento de material estéril e insumos médicos. Su ubicación será contigua al área de cirugía y se comunicará con la misma a través de una ventana tipo guillotina. Asimismo, contará con una puerta plegadiza que comunicará con el pasillo de transferencia.
- *Área de cirugía:* es la sala donde se realizará la actividad quirúrgica. Para acceder a ella, el personal deberá utilizar la vestimenta quirúrgica adecuada, con gorro y mascarilla.

- *Office sucio*: almacenamiento transitorio de material contaminado y residuos patógenos. Su ubicación será contigua al área de cirugía y se comunicará con la misma a través de una ventana tipo guillotina. Asimismo, este office contará con una puerta al exterior, la cual servirá para la recolección de los residuos desde el exterior del módulo quirúrgico.
- *Vestuario*: zona para cambio de ropa del personal médico. Este sector contará con bolsas de tela fijadas a la pared destinadas para el almacenamiento de: ropa estéril, sucia y de calle. También, contará con un banco que servirá además como barrera física obligando al personal a cumplir con las medidas de seguridad higiénicas previas al ingreso al área de cirugía.
- *Baño*: este espacio tendrá acceso directo desde el vestuario y contará con lavamanos e inodoro portátiles.

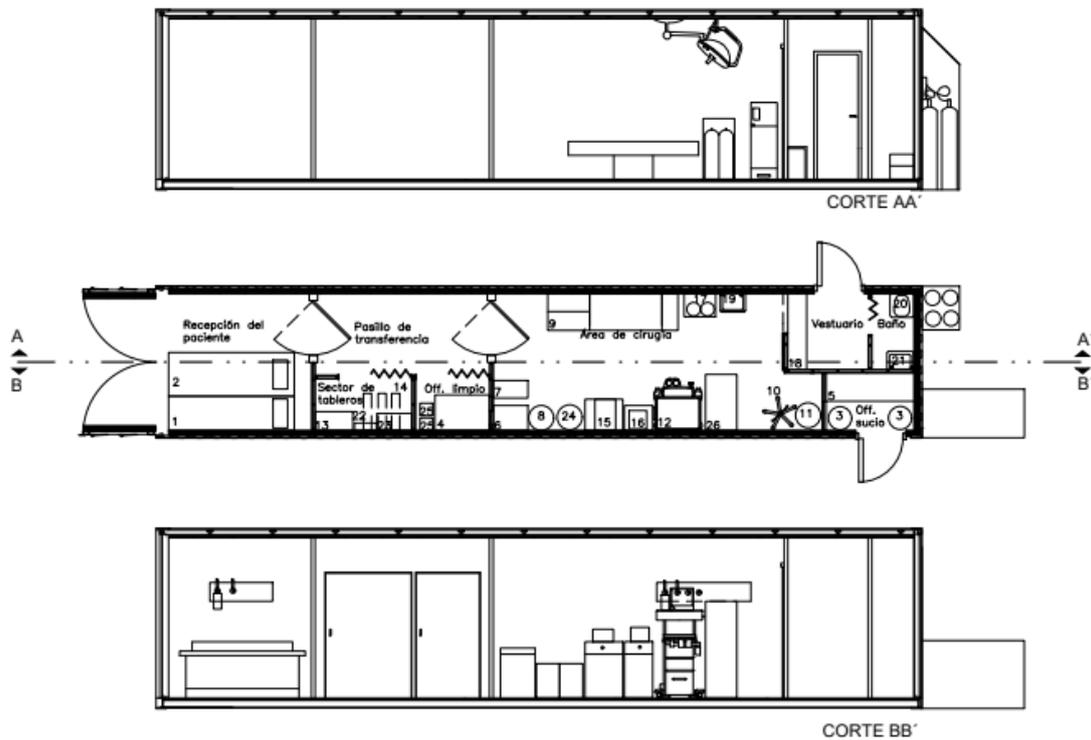
Una vez definida la distribución de las áreas en el interior del bloque, se procedió a determinar la disposición del equipamiento en cada una de las salas, teniendo una mayor consideración en el área de cirugía ya que es la de mayor relevancia. Para ello, primero se definió el equipamiento esencial que debe contener el módulo quirúrgico teniendo como referencia lo que establece la Grilla de Habilitación Categorizante para Establecimientos de Salud con Internación en cuanto a equipamiento necesario para áreas quirúrgicas.

Se consultó con un Especialista en Emergentología, el Dr. Adolfo Savia, quien sugirió, además de un equipo de rayos X portátil, el uso de un sistema innovador portátil de ultrasonido, muy útil en atención del paciente politraumatizado, que incorpora un transductor y un cable con conexión USB para la visualización de imágenes online en dispositivos tales como Smartphones o Tablets.



**Ilustración 8: Dispositivo de ultrasonido portátil con cable USB para smartphones o tablets**

A continuación se representa, en el siguiente plano de vista en planta y corte, la distribución del equipamiento dentro de cada una de las salas:



**Ilustración 9: Distribución del equipamiento dentro del bloque quirúrgico**

En el plano de vista en planta, el cual se realiza a 1,20 m desde el nivel del suelo, se observa la ubicación de cada equipo, dentro de las distintas salas que componen el módulo quirúrgico. Dicha situación corresponde a la sujeción de todo el equipamiento al momento del traslado del bloque.

Por otra parte, los planos de corte, AA' y BB', representan un corte longitudinal del módulo quirúrgico que permite visualizar la relación entre las diferentes alturas de los equipos a partir de la línea de eje.

El equipamiento dentro del bloque quirúrgico se encuentra enumerado de la siguiente manera:

1. Camilla de traslado.
2. Camilla de traslado para pacientes obesos.
3. Lebrillo de office sucio (x2)
4. Unidad rodante de office limpio.
5. Mesa de office sucio
6. Mesa de instrumentación.
7. Mesa mayo.
8. Lebrillo de área de cirugía.
9. Mesa de cirugía.
10. Portavenocclisis.
11. Taburete.
12. Mesa de Anestesia.
13. Tablero de aislación IT.
14. UPS.
15. Mesa con electrobisturí.
16. Carro de paro con desfibrilador.
17. Aspirador quirúrgico.
18. Banco de vestuario.
19. Lavamanos portátil pre y post cirugía.
20. Inodoro portátil.
21. Lavamanos portátil.
22. Tablero general de distribución.
23. Tablero de transferencia.
24. Lebrillo de área de cirugía.
25. Bidones de agua potable.
26. Equipo de rayos X portátil.

A continuación, se presenta en la siguiente tabla las medidas y características del equipamiento del bloque quirúrgico:

Equipamiento	Medidas	Características
Camilla para manejo de pacientes en emergencias	Alto: 75 cm Ancho: 200 cm Profundidad: 55 cm	-De acero inoxidable. -Con cinchas sujetadoras de paciente con hebillas. -Con colchoneta cubierta en PVC flexible. -Con cuatro ruedas con freno. -Con cabezal anatómico regulable para traqueotomías.
Lebrillo (x4)	Alto: 55 cm Diámetro: 37 cm	-De acero inoxidable. -Dos lebrillos se ubicarán en el office sucio. -Dos lebrillos se localizarán en el área de cirugía.
Unidad rodante de almacenamiento	Alto: 97 cm Ancho: 87 cm Profundidad: 57 cm	-Para almacenamiento de material estéril en office limpio. -Con cuatro ruedas con freno.
Mesa de office sucio	Alto: 120 cm Ancho: 45 cm Profundidad: 140 cm Espesor: 3 cm	-De acero inoxidable. -Para apoyo de material sucio.
Cilindros de gases medicinales	Alto: 164 cm Diámetro: 22,9 cm	- Capacidad: 50 litros. -De acero. -2 (dos) cilindros de Oxígeno medicinal. -2 (dos) cilindros de Aire medicinal.
Camilla para manejo de pacientes obesos en emergencias	Alto: 75 cm Ancho: 200 cm Profundidad: 70 cm	-De acero inoxidable. -Con cinchas sujetadoras de paciente con hebillas. -Con colchoneta cubierta en PVC flexible. -Con cuatro ruedas con freno.
Mesa de Instrumentación	Alto: 80 cm Ancho: 55 cm Profundidad: 40 cm	-Estructura de acero inoxidable. -Con cuatro ruedas con freno. -Altura variable a manivela lateral por debajo del campo.

Equipamiento	Medidas	Características
Mesa Mayo	Alto: 80 cm Ancho: 55 cm Profundidad: 28 cm	-Estructura de acero inoxidable. -Dos ruedas duales dirigibles de 50 mm de diámetro y con trabas. -Dos patines regulables inoxidables y con freno. - Altura variable a manivela lateral por debajo del campo.
Mesa de cirugía	Alto: 60 cm a 95 cm Ancho: 59 cm Profundidad: 207,5 cm Peso: 186 Kg	-Tipo: mecánica. -Translúcida. -Desarrollo especial para pacientes obesos.
Portavenoclisis	Alto: 160 cm Diámetro de base: 40 cm Peso: 1.5 Kg	-Dos soportes -Con 5 (cinco) ruedas
Taburete	Alto: 72 cm. Diámetro: 40 cm	-Con cuatro ruedas con freno.
Mesa de Anestesia	Alto: 139 cm Ancho: 77 cm Profundidad: 76 cm Peso: 147 Kg	-Sin vaporizador. -Autonomía de batería 90 minutos. -Consumo: 70 VA. -Corriente nominal: 0,32 A
Tablero de aislación IT	Alto: 185 cm Ancho: 60 cm Profundidad: 30 cm	-Con transformador monofásico de 5 kVA y monitor de aislación. -Ubicado en sector de tableros.
UPS con 2 (dos) módulos de baterías externas	<u>UPS:</u> Alto: 12,9 cm Ancho: 43,8 cm Profundidad: 59,4 cm Peso: 28,6 Kg	-Tipo Online. -Tiempo de autonomía: 82 minutos. -Factor de potencia: 0,9. -Corriente de carga: 8 A. -Ubicada en un rack en el sector de tableros.
Electrobisturí	Alto: 20 cm Ancho: 33 cm Profundidad: 53 cm Peso: 10 Kg	-Consumo: 624,8 VA. -Corriente nominal: 2,84 A.

Equipamiento	Medidas	Características
Desfibrilador	Alto: 23 cm Ancho: 29,6 cm Profundidad: 27,9 cm Peso: 9 Kg	-Consumo: 224,4 VA. -Corriente nominal: 1,02 A.
Aspirador quirúrgico	Alto: 97 cm Ancho: 37 cm Profundidad: 50 cm Peso: 22,1 Kg	-Consumo: 255,2 VA. -Corriente nominal: 1,16 A.
Banco de vestuario	Alto: 50 cm Ancho: 86 cm Profundidad: 30 cm Espesor: 3 cm	-De aluminio. -Plegable. -Con cuatro patas fijas.
Lavamanos portátil pre y post cirugía.	Exterior: Alto: 125 cm Ancho: 45 cm Profundidad: 30 cm  Cubeta: Alto: 15 cm Diámetro: 30 cm  Peso: 61 Kg	-De acero inoxidable.
Inodoro Portátil	Alto: 40 cm Ancho: 38 cm Profundidad: 38 cm Peso: 4,8 Kg	-De PVC.
Lavamanos portátil para baño	Exterior: Alto: 123 cm Ancho: 40 cm Profundidad: 30 cm  Interior: Alto: 15 cm Ancho: 31 cm Profundidad: 26 cm  Peso: 17 Kg	-De acero inoxidable.
Tablero general de distribución	Alto: 35 cm Ancho: 30 cm Profundidad: 12 cm	-Caja metálica con cerradura. -Ubicado en sector de tableros.

Equipamiento	Medidas	Características
Tablero de transferencia	Alto: 80 cm Ancho: 55 cm Profundidad: 27,4 cm	-Caja metálica con cerradura. -Ubicado en sector de tableros
Vaporizador	Alto: 23,4 cm Ancho: 12 cm Profundidad: 20,5 cm Peso: 6.4 Kg	-Rango de flujo: 0,2 a 15 L/min. -Dosis: 300 ml. -Concentraciones anestésicas: 0 a 15 % (Isoflurano, Enflurano, Halotano), 0 a 8% (Sevoflurano).
Scialítica simple	Diámetro del satélite: 56 cm Diámetro del campo luminoso: 15 a 35 cm Peso: 25 Kg	-70 Led. -Intensidad: 100.000 lux (+- 10%). -Temperatura del color: 6000 K (+-100 K). -Consumo: 150 VA. -Corriente nominal: 0,68 A.
Bomba de infusión (x2)	Alto: 16 cm Ancho: 34,5 cm Profundidad: 13,5 cm Peso: 2,15 Kg/unidad	-Consumo: 15 VA x 2= 30 VA. -Corriente nominal: 0,14 A.
Transductor portátil de Ecógrafo	Peso: 1,2 Kg	-Con dos modelos de transductores para distintos exámenes: C5-2 (vesícula biliar, abdomen, pulmones, obstetricia y ginecología) y L12-4 (vasculares, superficiales, de pulmón, músculo esquelético y tejido blando). -Con conexión directa al puerto USB de Tablet o Smartphone.
Monitor Multiparamétrico	Alto: 36 cm Ancho: 37 cm Profundidad: 22 cm Peso: 9,8 Kg	-Consumo: 140 VA. -Corriente nominal: 0,64 A.
Carro de paro	Alto: 90 cm Ancho: 45 cm Profundidad: 40 cm	-De PVC. -Con cajones. -Con cuatro ruedas con freno.

Equipamiento	Medidas	Características
Mesa para Electrobisturí	Alto: 90 cm Ancho: 60 cm Profundidad: 0,5 cm	-Estructura tubular y planos de chapa de acero inoxidable. -Cajón con correderas a ruleman. -Con cuatro ruedas con freno.
Equipo de climatización Rooftop	Alto: 30 cm Ancho: 180 cm Profundidad: 150 cm Peso: 220 Kg	-Capacidad: 5 toneladas. -Monofásico. -Con filtros F5 y F9.
Gabinete para cilindros de gases medicinales	Alto: 260 cm Ancho: 70 cm Profundidad: 60 cm	-De acero. -Con puerta frontal con apertura de seguridad.
Grupo Electrónico	Alto: 109,5 cm Ancho: 78 cm Profundidad: 163 cm Peso: 680 Kg	-Potencia nominal: 11 kVA. -Autonomía: 13 hs.
Equipo de rayos X portátil	Alto: 155 cm Ancho: 50 cm Profundidad: 90 cm Peso: 206 Kg	-Consumo: 1,4 kVA. -Alimentación: 220 V – 50 Hz -Tiempo máximo de carga de la batería: 4 horas.

Tabla 22: Medidas y características del equipamiento del bloque quirúrgico

### 3.1.3 Logística y funcionamiento

Para la elección del diseño y distribución de las salas fue indispensable plantear, en forma conjunta, una logística de trabajo del bloque, la cual fue el factor determinante al momento de definir la propuesta final de diseño.

Para el funcionamiento del bloque quirúrgico, ante un caso de emergencia, se considera necesario contar con un equipo interdisciplinario con tareas específicas para cada área.

Se requerirá de un *equipo de gestión* que efectúe la planificación y coordinación previa a la llegada del bloque quirúrgico a la zona de impacto. Asimismo, dicho equipo deberá contar con la capacidad para responder ante cualquier imprevisto que surja en el normal desempeño del servicio.

Luego de la llegada a la zona afectada, en primera instancia, deberá realizarse la puesta en marcha y mantenimiento del bloque quirúrgico, la cual deberá estar a cargo de un *equipo técnico*.

Para la atención primaria del paciente y el ingreso del mismo al quirófano, se deberá contar con un *equipo médico de emergencias*, cuyo rol, entre otros, será decidir qué paciente deberá ser sometido a una cirugía de emergencias.

Para la atención quirúrgica del paciente, se deberá contar con un *equipo médico* conformado por:

- Enfermero circulante.
- Instrumentista.
- Cirujano.
- Ayudante de cirujano.
- Anestesista.

El ingreso del equipo médico al bloque quirúrgico será por la puerta de acceso al vestuario mediante el uso de una escalera de aluminio.

El traslado del paciente al bloque quirúrgico, se realizará mediante el uso de una camilla de emergencias, la cual ingresará al área de recepción del paciente, en donde se llevará a cabo el traspaso a otra camilla. Esta ingresará, a través del pasillo de transferencia, al área de cirugía y allí se hará el traspaso del paciente a la mesa de cirugía.



**Ilustración 10: Camilla de emergencias para traslado de pacientes**

### 3.1.4 Acceso al bloque quirúrgico

Para el acceso al área de recepción del paciente, se utilizará una plataforma de funcionamiento hidráulico para carga y descarga, la cual permite el ascenso de la camilla de emergencia del paciente desde el suelo hasta el piso del bloque quirúrgico. La plataforma presenta un gabinete estanco en el cual se aloja la unidad de poder y comandos.

La plataforma será plegada y desplegada de forma hidráulica para el traslado del módulo. Las medidas son: 2,35 m x 2,10 m, soporta una carga máxima de 2000 Kg y su peso es de 450 Kg.

La velocidad de elevación es de 0,12 m/s. Como la altura del suelo hasta el acceso al área de recepción es de 1,15 m, la plataforma alcanza dicha altura en 9,58 segundos aproximadamente.

En la siguiente ilustración se observa el modelo de plataforma autoelevadora para el bloque quirúrgico.



Ilustración 11: Plataforma autoelevadora de accionamiento hidráulico

Considerando el tiempo de elevación que demanda la plataforma hidráulica y teniendo en cuenta que ante una emergencia el tiempo es un factor crítico, otra opción para el acceso al área de recepción podría ser el uso de una rampa. Durante el traslado del módulo quirúrgico, la rampa irá sujeta en uno de los laterales externos del contenedor.

### 3.1.5 Esquemas de circulación

En los siguientes esquemas se representan las circulaciones para: pacientes, personal médico, material sucio y material limpio dentro del bloque quirúrgico.

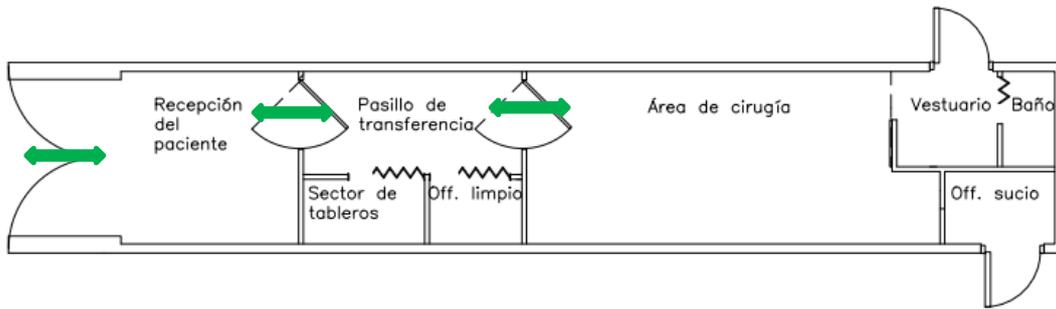


Ilustración 12: Esquema de circulación para pacientes

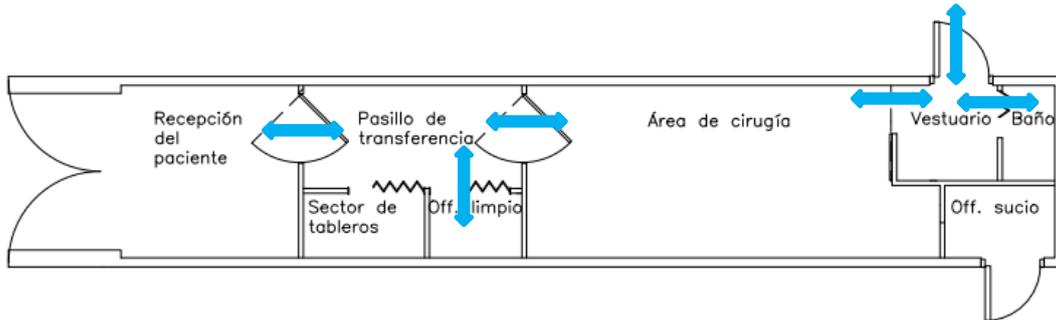


Ilustración 13: Esquema de circulación para personal médico

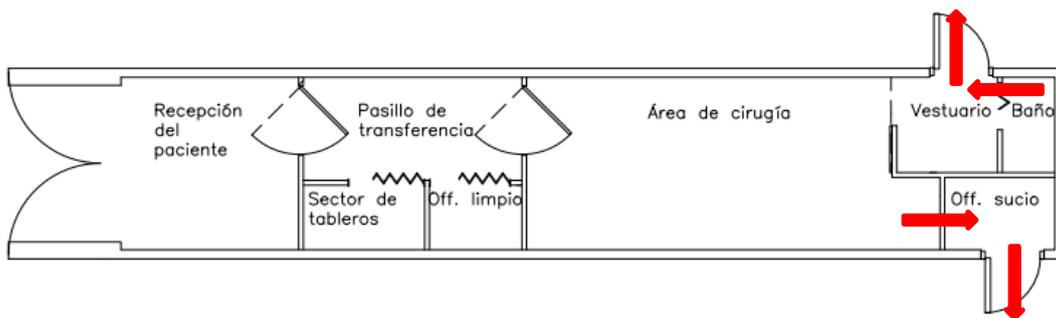


Ilustración 14: Esquema de circulación para material sucio

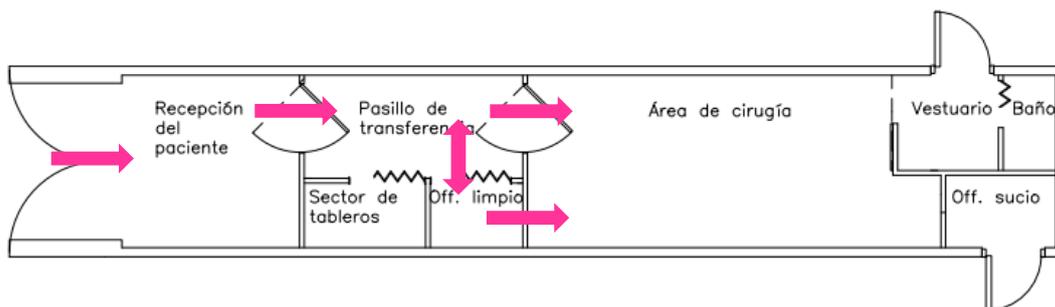


Ilustración 15: Esquema de circulación para material limpio

### 3.1.6 Sujeción del equipamiento

Es de suma importancia proteger el equipamiento durante el transporte del módulo quirúrgico, ya que estos pueden ser dañados ante un movimiento brusco. Es por dicho motivo, que la sujeción es necesaria y básica para movilizar el bloque sin dañar las cargas que contiene.

El uso de cinchas textiles es uno de los métodos más empleado para el amarre de cargas en el interior de embalajes, contenedores y medios de transporte. Este sistema de sujeción permite un amarre de gran resistencia. El ancho de las cinchas, su grosor y composición determinan su resistencia, razón por la cual no todas las cinchas son adecuadas para todos los tipos de carga. Es decir, dependiendo del tipo de equipamiento móvil, se utilizará una medida de cincha u otra.

Para las cargas voluminosas se utilizarán cinchas con longitud mínima de 1 m, mientras que para cargas que tengan patas o barras, se hará uso de cinchas con longitudes más pequeñas.

Para tensar las cinchas se requieren los siguientes elementos:

- a. *Carracas*. Herramientas metálicas para aflojar o desaflojar las cinchas de manera fácil y sencilla, con la ayuda de un sencillo mecanismo de palanca.
- b. *Hebillas*. Cierres de aceros galvanizado que sirven para enlazar los extremos de las cinchas y evitar que se afloje y suelte la carga después de su sujeción.



Ilustración 16: Cincha con carraca y hebillas

Las cargas fijas en el interior del contenedor no requerirán cinchas de amarre mediante el transporte ya que irán ancladas a la pared que les corresponda a través de tornillos de sujeción.

Por otra parte, la sujeción de las 2 (dos) escaleras de aluminio para el ingreso del personal al bloque quirúrgico, se realizará mediante el uso de gramapas en los laterales exteriores del contenedor.

La sujeción del equipamiento interno se realizará mediante la colocación de una serie de cáncamos soldados a la pared de acero del container, que atravesarán la placa de yeso donde se realizarán las correspondientes sujeciones. En la siguiente tabla se indican las cargas móviles que irán sujetas:

<b>Equipamiento</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Tipo</b>	<b>Altura de Cáncamos [m]</b>
Mesa de Anestesia	Área de cirugía	Cincha larga	Sup.: 1,00 Inf.: 0,57
Aspirador quirúrgico	Área de cirugía	Cincha larga	0,57
Mesa de cirugía	Área de cirugía	Cincha larga	Sup.: 0,57 Inf.: 0,38
Portavenoclisis	Área de cirugía	Cincha corta	1,00
Mesa para electrobis-turí	Área de cirugía	Cincha corta	0,57
Mesa de desfibrilador	Área de cirugía	Cincha corta	0,57
Mesa de instrumentación	Área de cirugía	Cincha corta	0,57
Mesa mayo	Área de cirugía	Cincha corta	0,57
Taburete	Área de cirugía	Cincha corta	0,57
Camilla de traslado	Área de recepción del paciente	Cinchas cortas	0,57
Unidad rodante de almacenamiento	Office limpio	Cinchas largas	0,57
Lebrillos de área de cirugía (x2)	Área de cirugía	Cincha larga	0,38
Lebrillo de office sucio (x2)	Office sucio	Cincha larga	0,38
Lavamanos portátil pre y post cirugía	Área de cirugía	Cincha larga	0,57
Lavamanos portátil	Sala de Baño	Cincha larga	0,57
Inodoro portátil	Sala de Baño	Cincha larga	0,20
Banco de vestuario	Vestuario	Cincha corta	0,38
Equipo de rayos X portátil	Área de cirugía	Cincha larga	0,57

Tabla 23: Tipo de cinchas y ubicación de cáncamos para sujeción del equipamiento

El electrobisturí y el desfibrilador no se sujetarán mediante cinchas directamente, dado que dichos equipos estarán fijados a sus correspondientes mesas.

En el siguiente plano se representa la distribución y ubicación de cáncamos en las distintas salas del bloque quirúrgico.

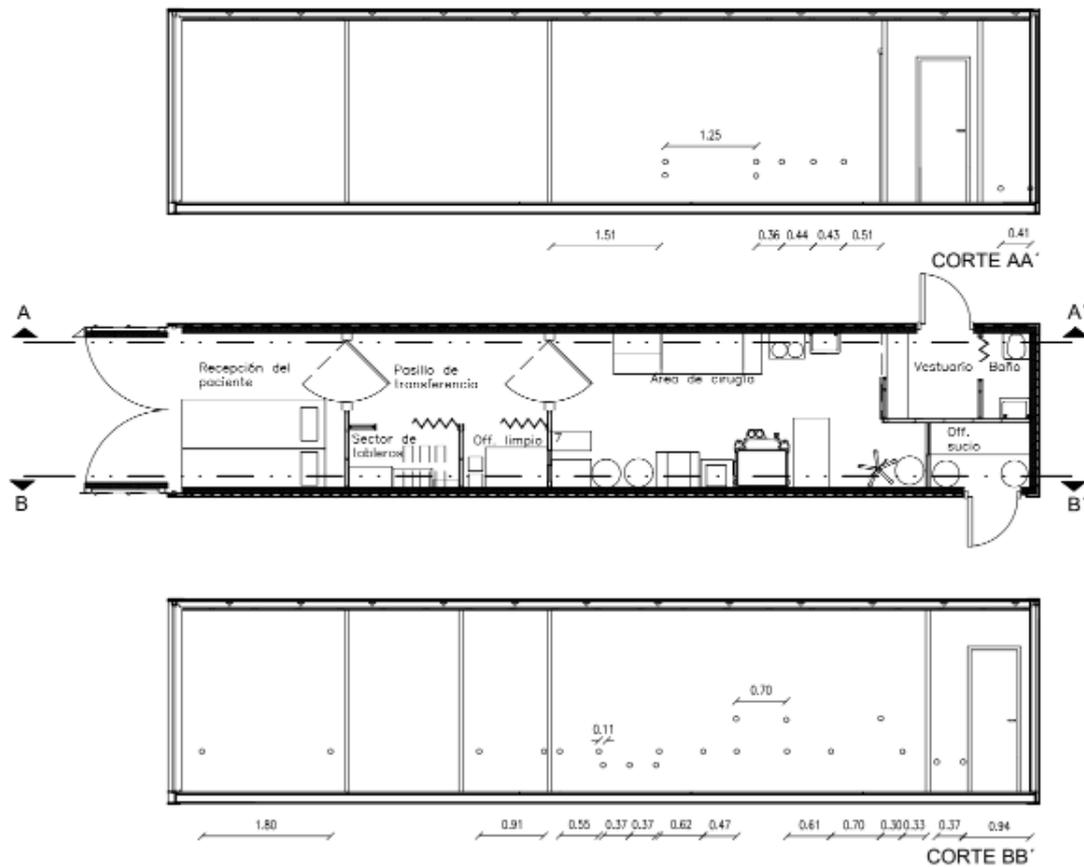


Ilustración 17: Distribución y ubicación de cáncamos en las paredes laterales del contenedor

## 3.2 Diseño de la instalación eléctrica

La Reglamentación AEA 90364-7-710 [8] hace referencia a que las salas de uso médico, deberán disponer de un suministro de energía eléctrica de emergencia en caso de una perturbación en la alimentación general, cuando la tensión del conductor de fase disminuya un 20 %.

Para el proyecto en cuestión, se dispondrá como fuente de energía eléctrica de emergencia un grupo electrógeno monofásico de 11 kVA. El mismo funcionará como fuente de energía de emergencia en los casos en que esté disponible la energía eléctrica de la red de alimentación. De lo contrario, funcionará como única fuente de energía. La conmutación entre ambas fuentes, red eléctrica y grupo electrógeno, la realizará un dispositivo de conmutación automática, ubicado dentro de un tablero de transferencia monofásico de 11 kVA. El mismo también podrá utilizarse en modo manual.

Para el uso de la alimentación desde la red eléctrica, en caso de estar disponible, se contará con una caja estanca de hierro galvanizado con cerradura, ubicada en el exterior del módulo, de 20 cm de ancho x 20 cm de alto x 10 cm de profundidad. Se utilizarán dos conductores preensamblados de cobre XLPE (polietileno reticulado) de  $6 \text{ mm}^2$  de sección que cumplan con normativa IRAM 2162, los cuales se conectarán a una llave termomagnética de 2 polos x 32 Amperes, ubicada dentro de la caja estanca mediante un rail DIN. Se dispondrá también de un caño de hierro galvanizado de 1/2 pulgada y 1,50 m de longitud, ubicado sobre dicha caja y sujetado al acero del contenedor mediante grampas cincadas. El caño llevará una pipeta en el extremo superior, por donde ingresará el cable de la alimentación.

Al tablero de transferencia ingresarán dos conductores provenientes de la alimentación de la red mediante una cañería RS22/18 (diámetro externo de 22 mm y diámetro interno de 18 mm) y dos provenientes del grupo electrógeno. Los conductores provenientes de la alimentación de la red cumplirán con normativa IRAM 247 y tendrán una sección igual a  $6 \text{ mm}^2$ . Los conductores provenientes del grupo electrógeno ingresarán al interior del módulo a través de un prensacable, cumplirán con normativa IRAM 2178 y serán de tipo subterráneo y anti UV con sección igual a  $6 \text{ mm}^2$ .

La instalación eléctrica del bloque quirúrgico deberá poseer arandelas tipo grower para asegurar una efectiva sujeción.

### 3.2.1 Grupo electrógeno

Para la elección del grupo electrógeno, se tuvo en cuenta el consumo de todo el equipamiento eléctrico del bloque quirúrgico funcionando en forma simultánea. El consumo individual de cada circuito se puede observar en la siguiente tabla:

Equipamiento	Potencia [VA]
Mesa de Anestesia	70
Electrobisturí	625
Cialítica simple	150
Aspirador quirúrgico	255
Desfibrilador	224
Bomba de Infusión (x2)	30
Monitor Multiparamétrico	140
Iluminación C1	102
Iluminación C2	108
Circuitos de tomacorrientes generales	2.200
Equipo de climatización	2.900
UPS	192
Equipo de rayos X portátil	1.440
<b>TOTAL</b>	<b>8.436</b>

Tabla 24: Consumo eléctrico del equipamiento del bloque quirúrgico

Teniendo en consideración el consumo total estimado y sobredimensionando el mismo en un 30% para que el generador no trabaje al 100% de su capacidad, se optó por elegir un grupo electrógeno monofásico de 11 kVA con un factor de potencia  $\text{Cos}(\varphi) = 1$ . El mismo se ubicará por fuera del contenedor, instalado sobre la parte frontal a una distancia lateral de 95 cm respecto al gabinete que contendrá los cilindros de gases medicinales.

Las características del grupo electrógeno seleccionado se indican a continuación:

<b>Grupo electrógeno monofásico de 11 kVA</b>	
<b>Voltaje</b>	220 V – 50 Hz
<b>Intensidad nominal</b>	43,5 A
<b>Nivel sonoro</b>	66 dBA
<b>Autonomía</b>	13 horas al 100%
<b>Consumo</b>	3,5 l/horas al 100%
<b>Depósito de combustible</b>	46 litros
<b>Motor</b>	Diesel 4 t
<b>Grado de protección</b>	IP23/H
<b>Dimensiones (alto x ancho x prof.)</b>	109,5 x 78 x 163 cm
<b>Peso</b>	680 Kg

Tabla 25: Especificaciones técnicas del grupo electrógeno elegido para el bloque quirúrgico

### 3.2.2 Sector de tableros

#### *Tablero de transferencia*

A la salida del tablero de transferencia se tendrán dos conductores IRAM 247 (fase y neutro) de  $6 \text{ mm}^2$  de sección, dentro de una cañería liviana RL22/20 la cual alimentará a la llave termomagnética general y a la seccionadora del tablero general de distribución. La conexión a la llave seccionadora será a través de dos (2) conductores IRAM 247 (fase y neutro), cada uno de sección igual a  $4 \text{ mm}^2$ .

#### *Tablero general de distribución*

Estará constituido por un gabinete de material metálico, establecido por la AEA 90364-7-710 [8], fabricado en una sola pieza de acero.

El consumo estimado total de los circuitos que irán conectados al tablero general de distribución, se indica en la siguiente tabla:

<b>Tablero TT</b>	
<b>Circuito</b>	<b>Potencia [VA]</b>
Iluminación del área de cirugía y office sucio (C1)	102
Iluminación del resto de las salas del bloque quirúrgico (C2)	108
Circuito de tomacorriente de uso general	2.200
Circuito de tomacorriente de uso general para equipo de rayos X portátil	1.440
Equipo de climatización	2.900
UPS	192
<b>TOTAL</b>	<b>6.942</b>

**Tabla 26: Consumo de equipamiento conectado a sistema TT**

Al tablero ingresarán 2 (dos) conductores (fase y neutro) provenientes del tablero de transferencia, los cuales se distribuirán a:

- Una *llave termomagnética* general de 40 A, la cual se conectará a un disyuntor diferencial bipolar, de 30 mA de sensibilidad y 40 A de corriente nominal, a través de dos conductores IRAM 247 (fase y neutro) de 6 mm<sup>2</sup> de sección, que distribuirán la energía en los siguientes circuitos de uso general, mediante conductores IRAM 247 de 2,5 mm<sup>2</sup> de sección:
  - Una llave termomagnética de 2 polos y 6 A para el equipos rayos X portátil.
  - Una llave termomagnética de 2 polos y 6 A correspondiente a un circuito de 10 (diez) tomacorrientes de uso general (2 correspondiente al vestuario, 2 correspondiente al área de cirugía, 3 correspondientes al panel del área de recepción del paciente, y 3 correspondientes a la iluminación de emergencia).
  - Una llave termomagnética de 2 polos y 16 A correspondiente al equipo de climatización.
  - Una llave termomagnética de 2 polos y 6 A correspondiente al circuito de iluminación del área de cirugía y office sucio (C1).

- Una llave termomagnética de 2 polos y 6 A correspondiente al circuito de iluminación de: área de recepción del paciente, pasillo de transferencia, sector de tableros, office limpio, vestuario y baño (C2).
- Una *llave seccionadora* rotativa de 25 A, la cual permitirá separar de manera mecánica el sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) de la energía eléctrica, garantizando aislamiento eléctrico. La conexión a la UPS se realizará mediante tres conductores IRAM 247, fase, neutro y tierra, de sección igual a 6 mm<sup>2</sup> en una cañería liviana RS22/18. Dicho conductor de tierra provendrá de la bornera de la barra de puesta a tierra ubicada en el tablero general de distribución.

### UPS

Los equipos que se conectarán a la UPS serán: mesa de anestesia, electrobisturí, scialítica simple, aspirador quirúrgico, desfibrilador, bombas de infusión y monitor multiparamétrico. El consumo estimado de dichos equipos será:

UPS	
Equipamiento	Potencia [VA]
Mesa de Anestesia	70
Electrobisturí	625
Scialítica simple	150
Aspirador quirúrgico	255
Desfibrilador	224
Bomba de Infusión (x2)	30
Monitor Multiparamétrico	140
<b>TOTAL</b>	<b>1.494</b>

Tabla 27: Consumo de equipamiento conectado a UPS

Dado el consumo total obtenido y considerando un sobredimensionamiento de un 30% superior a la potencia máxima que entregará el transformador de aislación, se seleccionará una UPS Online de 6 KVA con potencia nominal de salida de 5400 W y una corriente de carga máxima de 8 A. Contará con 2 (dos) módulos de baterías externas y considerando que la carga máxima será el 25%

de la UPS, dichos módulos de baterías brindarán un total de 82 minutos de autonomía.

La UPS junto con los módulos de baterías, se ubicarán en un rack en el sector de tableros y se dejará 15 cm a cada lado de los equipos para permitir un flujo de aire de refrigeración.

La conexión de la UPS al tablero de aislación IT se realizará mediante un cable de  $6 \text{ mm}^2$ , que cumplirá con normativa IRAM 247, con tres conductores: fase, neutro y tierra, en una cañería RS22/18.

#### *Tablero de aislación IT*

La necesidad de garantizar la seguridad eléctrica como así también la de prevenir los riesgos de incendio y explosión, obliga a las áreas de cirugías a realizar el suministro eléctrico por medio de un sistema aislado, llamado red IT.

Teniendo en consideración que el consumo estimado de los equipos que irán conectados al tablero IT será de 1.494 [VA], se seleccionará un transformador de aislación de 3,15 kVA ya que es el mínimo recomendado por la AEA 90364-7-71 [8].

Los componentes del tablero de aislación IT seleccionado para el bloque quirúrgico, serán:

- Un *Transformador de aislación*:
  - Tipo: monofásico de aislación seca.
  - Potencia: 3,15 kVA.
  - Relación: 1:1 con tensión nominal máxima de 230 V.
  
- Un *Monitor de aislación de impedancia*, el cual monitorea permanentemente el estado de las aislaciones de la red IT brindando una señal de alarma cuando la misma se deteriora.
  
- 13 (trece) *interruptores termomagnéticos*:
  - 12 (doce) llaves termomagnéticas serán de 6 A. Estas corresponderán a los tomacorrientes de los equipos médicos del panel del área de cirugía, teniendo como referencia que la AEA 90364-7-710 [8] establece un mínimo de 12 (doce) tomacorrientes para puestos de atención de pacientes. Asimismo, cada tomacorriente será considerado como un circuito independiente.
  - 1 (una) llave termomagnética de 6 A. Esta corresponderá a la lámpara scialítica.

Por lo tanto, se dispondrá de 13 (trece) circuitos diferentes para el uso de equipamiento médico con la finalidad de independizarlos, es decir, que una falla en alguno de los circuitos, afecte al suministro eléctrico de sólo un equipo.

El circuito de la lámpara scialítica comprenderá tres conductores cumpliendo con normativa IRAM 247, fase, neutro y tierra, cada uno de sección igual a  $2,5 \text{ mm}^2$  en una cañería de acero semipesado RS16/13.

Los 12 (doce) circuitos restantes, irán conectados al panel del área de cirugía agrupados de a tres, es decir, seis conductores por cañería. Por lo tanto, se requerirán 4 (cuatro) cañerías, de acero semi-pesado RS22/18, para la conexión de los conductores y un único cable de puesta a tierra.

### 3.2.3 Puesta a tierra

La toma a tierra estará compuesta por una jabalina de acero cobreada, de 1 m de longitud, con un cable de conexión de color verde amarillo de  $6 \text{ mm}^2$  de sección, que cumpla con normativa IRAM 247. La resistencia de la puesta a tierra no deberá ser mayor a 3 Ohm según IRAM 2281.

El cable de conexión de la jabalina, se conectará a una barra de puesta a tierra de cobre ubicada en el tablero general, con aislador porta barra de 20 mm y 3 mm de espesor. A los bornes de la barra de puesta a tierra se unirán los conductores IRAM 247 de protección correspondiente a los distintos puntos de la instalación. A su vez, la barra de equipotencialización también se conectará mediante un conductor IRAM 247 a la barra de puesta a tierra.

Considerando que el destino del bloque quirúrgico dependerá de la zona de impacto, la cual será impredecible, el valor de la resistencia del terreno se verá afectado por las características del mismo en función de su humedad. Por dicho motivo, se sugiere la conexión, en los casos en que el suelo presente una resistencia superior a la indicada por la AEA 9064-7-710, de una jabalina química que dispondrá de la cualidad de disminuir la resistencia estática o dinámica con la circulación de una corriente eléctrica. En caso de que se utilice este método, será necesario realizar en el terreno un pozo, de 1,5 m de profundidad y 0,3 m de diámetro, en el cual se verterá un compuesto externo mejorador (CEM) previo a la introducción de la jabalina.

### 3.2.4 Circuitos de iluminación

#### *Iluminación general*

Para la iluminación general del bloque quirúrgico se utilizarán luminarias LED. Para el cálculo de la cantidad de luminarias necesarias se empleó el método de los lúmenes. Para ello, primero se realizó el cálculo del Índice del local 'K'.

$$K = \frac{a \times b}{h \times (a + b)}$$

**Fórmula 17: Cálculo del índice del local 'K' a partir de la geometría del bloque quirúrgico**

La altura  $h$  se calcula como  $h = h' - 0,85$  entonces  $h = 2,55 \text{ m} - 0,85 \text{ m} = 1,69 \text{ m}$ .

Siendo:

$h$  = altura entre el plano de trabajo y las luminarias.

$h'$  = altura del local.

0,85 = altura de plano de trabajo.

Se calculó entonces el índice del local 'K' para cada sector del bloque quirúrgico como se indica en la siguiente tabla:

Sector	A= Ancho [m]	B= Largo [m]	Superficie [ $m^2$ ]	Factor K
Área de recepción del paciente	2,19	2,27	5,00	0,66
Pasillo de transferencia	1,20	2,77	3,63	0,54
Office sucio	0,92	1,40	1,29	0,33
Office limpio	0,83	1,18	0,98	0,29
Área de cirugía	2,19	4,63	10,14	0,88
Sector de tableros	1,54	0,83	1,28	0,32
Vestuario	1,21	1,28	1,55	0,37
Baño	1,21	0,67	0,81	0,25

Tabla 28: Valores obtenidos para el factor 'K' de los distintos sectores del bloque quirúrgico

Luego, fue necesario seleccionar el factor de reflexión del suelo, techo y paredes para determinar el factor de utilización teniendo en cuenta el índice del local 'K' de cada sector.

	Color	Factor de reflexión
Techo	Blanco o muy claro	0,7
	Claro	0,5
	Medio	0,3
Paredes	Claro	0,5
	Medio	0,3
	Oscuro	0,1
Suelo	Claro	0,3
	Oscuro	0,1

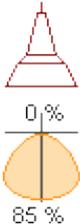
Tabla 29: Factor de reflexión, en función del color del suelo, techo y paredes

Para paredes, techo y suelo del bloque quirúrgico se consideraron colores claros. Por lo tanto, se determinaron los siguientes factores de reflexión:

- Techo: 0,5

- Paredes: 0,5
- Suelo: 0,3

El factor de utilización se obtuvo por extrapolación de la siguiente tabla:

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización ( $\eta$ )												
		Factor de reflexión del techo												
		0.8			0.7			0.5			0.3			0
		Factor de reflexión de las paredes												
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1	0	
 <p>0 % 85 %</p>	0.6	.37	.32	.29	.37	.32	.29	.37	.32	.29	.32	.29	.28	
	0.8	.47	.42	.38	.46	.42	.38	.46	.41	.38	.41	.38	.37	
	1.0	.54	.48	.45	.54	.48	.45	.53	.48	.45	.48	.45	.43	
	1.25	.60	.56	.52	.60	.55	.52	.60	.55	.52	.54	.52	.50	
	1.5	.66	.61	.57	.65	.60	.57	.64	.60	.57	.59	.56	.55	
	2.0	.72	.67	.64	.71	.67	.64	.70	.66	.63	.66	.63	.62	
	2.5	.76	.71	.68	.75	.71	.68	.73	.71	.68	.70	.67	.65	
3.0	.79	.75	.72	.78	.75	.71	.77	.73	.71	.72	.71	.69		
$D_{max} = 1.1 H_m$	4.0	.82	.79	.77	.81	.79	.76	.80	.77	.75	.76	.75	.73	
$f_m$	.55	.60	.65	5.0	.84	.82	.79	.83	.81	.78	.82	.79	.77	

$H_m$ : altura luminaria-plano de trabajo

Tabla 30: Tabla de factor de utilización para luminarias LED<sup>5</sup>

En consecuencia, los factores de utilización de los distintos sectores del bloque quirúrgico, son:

Sector	Factor de utilización ( $\eta$ )
Área de recepción del paciente	0,37
Pasillo de transferencia	0,37
Office sucio	0,37
Office limpio	0,37
Área de cirugía	0,53
Sector de tableros	0,37
Vestuario	0,37
Baño	0,37

Tabla 31: Factores de utilización ( $\eta$ ) para cada sector específico del bloque quirúrgico

Luego de determinar los factores de utilización, se seleccionó el factor de mantenimiento ( $f_m$ ) o conservación de la instalación, siendo este de 0,9.

<sup>5</sup> Tabla obtenida de: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/luint3.html>. Última visita: Septiembre de 2018.

Para el cálculo del flujo luminoso total de cada sector, se aplicó la siguiente fórmula:

$$\theta T = \frac{E \times S}{n \times fm}$$

**Fórmula 18: Cálculo del flujo luminoso total de las lámparas (Lumen)**

Donde:

$\theta T$  = flujo luminoso total de las lámparas (Lumen).

$E$  = iluminancia deseada (Lux).

$S$  = superficie del sector ( $m^2$ ).

$n$  = factor de utilización.

$fm$  = factor de mantenimiento.

El número de luminarias se determinó aplicando la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\theta T}{\theta L}$$

**Fórmula 19: Cálculo para obtener el número de luminarias necesarias para el bloque quirúrgico**

Donde:

$N$  = número de luminarias.

$\theta L$  = flujo luminoso de una lámpara.

La iluminancia deseada se determinó teniendo en cuenta los valores propuestos por la normativa IRAM – AADL J20-6 [28]. Se optaron por luminarias LED de 1962 lúmenes (18 W) y 960 lúmenes (12 W), con un  $\text{Cos}(\varphi) = 0,99$ , considerándolo como uno.

Se presenta a continuación los valores de lux considerados para los distintos sectores que componen el bloque, con los valores de flujo luminoso total e individual de las lámparas y el número de luminarias obtenido:

Sector	Lux	$\theta T$	$\theta L$	N
Área de recepción del paciente	300	4.504,50	1962	2,29
Pasillo de transferencia	200	2.180,20	960	2,27
Office sucio	200	774,77	960	0,81
Office limpio	200	588,59	960	0,61
Área de cirugía	500	10.628,93	1962	5,42
Sector de tableros	200	768,77	960	0,80
Vestuario	150	698,20	960	0,73
Baño	150	364,80	960	0,38

Tabla 32: Valores de lux elegidos para la iluminación de cada área del bloque quirúrgico

La siguiente tabla indica la cantidad y tipo de luminarias necesarias para cada sector del bloque quirúrgico:

Sector	Luminarias LED	Dimensión	Potencia
Área de recepción del paciente	2	30x30	36 W
Pasillo de transferencia	2	20x20	24 W
Office sucio	1	20x20	12 W
Office limpio	1	20x20	12 W
Área de cirugía	5	30x30	90 W
Sector de tableros	1	20x20	12 W
Vestuario	1	20x20	12 W
Baño	1	20x20	12 W

Tabla 33: Cantidad de luminarias LED para cada sector del bloque quirúrgico

Por lo tanto, en el bloque quirúrgico, se utilizarán catorce (14) luminarias LED, siendo siete (07) de 30x30 cm y siete (07) de 20x20 cm, con una potencia final de 210 Watts.

La iluminación general se clasificará en dos (02) circuitos, los cuales tendrán conductores y cables de retorno que cumplan con la normativa IRAM 247 con sección de  $1,5 \text{ mm}^2$  y con cañerías de acero semi-pesado RS16/13.

- *Circuito de la iluminación del área de cirugía y office sucio (C1):* presenta una corriente nominal equivalente a 0,46 A. Comprende:
  - Cinco (05) bocas de 18 W cada una
  - Una (01) boca de 12 W.

- *Circuito de la iluminación del resto de las salas del bloque quirúrgico (C2):* presenta una corriente nominal equivalente a 0,49 A. Comprende:
  - Seis (06) bocas de 12 W.
  - Dos (02) bocas de 18 W.

### Interruptores de luz

El bloque quirúrgico constará de nueve (09) interruptores de luz distribuidos de acuerdo al sector que se desee iluminar:

Ubicación	N° de interruptores	Tipo de interruptor	Sector que ilumina
Área de recepción del paciente	Uno (01)	Punto Simple	Área de recepción del paciente
	Uno (01)	Punto Combinado	Pasillo de transferencia
Sector de tableros	Uno (01)	Punto Simple	Sector de tableros
Office limpio	Uno (01)	Punto Simple	Office limpio
Área de cirugía	Uno (01)	Punto Combinado	Área de cirugía y Office sucio
	Uno (01)	Punto Combinado	Pasillo de transferencia
Office sucio	Uno (01)	Punto Combinado	Office sucio y Área de cirugía
Sala de baño	Uno (01)	Punto Simple	Sala de baño
Vestuario	Uno (01)	Punto Simple	Vestuario

**Tabla 34: Cantidad y tipo de interruptor de luz para cada sector del bloque quirúrgico**

Por lo tanto, se instalarán en total nueve (09) interruptores de luz, de los cuales cuatro (04) serán de punto combinado y cinco (05) de punto simple.

El esquema luminoso del bloque quirúrgico se puede observar en el siguiente plano:



- 1 (un) circuito eléctrico con diez (10) tomacorrientes de uso general, con conductores de sección mínima de  $2,5 \text{ mm}^2$ , acorde a lo establecido en la tabla 8, y con tomacorrientes de tipo 2P + T de 10 A conformes con la Norma IRAM 2071.

Ambos circuitos eléctricos estarán protegidos por una cañería de acero semipesado RS19/15 y se distribuirán en los siguientes sectores:

- 1 (un) tomacorriente simple ubicado en el área de cirugía para la conexión del equipo de rayos X portátil.
- 1 (un) tomacorriente doble ubicado en el vestuario.
- 1 (un) tomacorriente doble ubicado en el área de cirugía.
- 3 (tres) tomacorrientes simples acoplados al panel del área de recepción del paciente.
- 1 (un) tomacorriente simple ubicado en el área de cirugía para la conexión de luz de emergencia.
- 1 (un) tomacorriente simple ubicado en el pasillo de transferencia para la conexión de luz de emergencia.
- 1 (un) tomacorriente simple ubicado en el área de recepción del paciente para la conexión de luz de emergencia.

#### *Tomacorrientes de uso médico*

Se ubicarán en el panel del área de cirugía, el cual comprenderá 12 (doce) tomacorrientes, ya que es el mínimo establecido por la AEA 90364-7-710 [8] para cada puesto de atención de pacientes. Cada conductor cumplirá con normativa IRAM 247 y tendrá una sección de  $2,5 \text{ mm}^2$  según la reglamentación AEA 90264-7-771 [9] como se establece en la tabla 8 del marco teórico. El panel del área de cirugía incluirá:

- 3 (tres) tomacorrientes de 220 VCA/16 A, norma DIN, con doble contacto lateral de puesta a tierra (tipo Schuko).
- 9 (nueve) tomacorrientes de 220 VCA/10 A, norma IRAM, con pin de puesta a tierra.
- 12 (doce) bornes de conexión a la barra equipotencial.

El siguiente plano representa la instalación eléctrica correspondiente a los tomacorrientes del bloque quirúrgico.

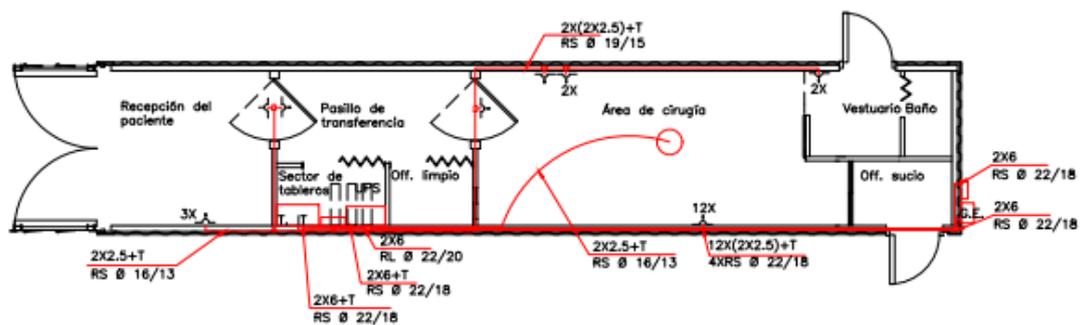


Ilustración 20: Representación de ubicación de tomacorrientes dentro del bloque quirúrgico

### 3.3 Diseño de la instalación sanitaria

Para las instalaciones de saneamiento se optó por utilizar equipamiento portátil, debido fundamentalmente a que no precisa de una instalación de tomas de agua y desagüe. Asimismo, un equipo portátil dentro del container presenta la ventaja de tener una instalación más sencilla y económica en comparación con una instalación fija.

Para el diseño de los tanques que contendrán los equipos portátiles, se tendrá en cuenta el consumo estimado en cada descarga considerando los siguientes puntos:

- Un equipo médico compuesto por 5 (cinco) personas.
- Un promedio de 3 (tres) cirugías continuas.
- Un tiempo promedio para higiene de manos igual a 30 segundos.

#### 3.3.1 Sala de baño

En la sala de baño, el diseño consistirá en la colocación de un inodoro químico portátil y un lavamanos portátil. Las características de los mismos serán:

- *Inodoro portátil*: con capacidad de 12 litros de agua limpia que provee hasta 50 drenajes y una capacidad de 20 litros de agua para desechos. El depósito de desechos deberá contener inicialmente 3 litros de agua y 150 ml de un producto químico disgregante y bactericida.
- *Lavamanos portátil*: será de acero inoxidable con papelera, dosificador de jabón automático de 1 litro (funcionamiento a pilas) y dispensador para toallas. El accionamiento se realizará a pedal mediante un pulsador hidráulico que bombea el agua limpia desde uno de los depósitos de 20 litros situados en su interior. Contendrá otro depósito para el agua gris. El caudal provisto de agua será de 1 L/min, permitiendo hasta 40 lavados aproximadamente. Contendrá un armario cerrado por tres lados, con estante interior y puerta frontal. La cubeta presentará aristas frontales redondeadas con borde anti-derrames.

#### 3.3.2 Área de cirugía

Se requerirá de un lavamanos para el lavado de manos del personal médico para antes y después de la intervención quirúrgica, con las siguientes características:

- *Lavamanos portátil autónomo*: será de acero inoxidable con papelera y un dosificador de jabón automático de 1 litro (funcionamiento a pilas). El accionamiento se realizará a pedal mediante un pulsa-

dor hidráulico que bombea el agua limpia desde uno de los depósitos de 20 litros situados en su interior. Contendrá otro depósito para el agua gris. El caudal provisto de agua será de 1 L/min, permitiendo hasta 40 lavados aproximadamente. Asimismo, existe la posibilidad de agua caliente mediante alimentación eléctrica. Contendrá un armario cerrado por tres lados, con estante interior y puerta frontal. La cubeta presentará aristas frontales redondeadas con reborde anti-derrames.



Ilustración 21: Lavamanos portátil para baño

### 3.3.2 Carga y descarga de tanques de agua

#### *Carga de tanques*

La disponibilidad de agua potable en la zona de impacto deberá ser gestionada previa a la llegada del bloque quirúrgico. Siendo el agua un recurso vital, se dispondrá de 2 (dos) bidones de 20 litros de agua potable ubicados en el office limpio para reserva en caso de que ocurra algún imprevisto.

Antes de iniciar cada cirugía, se deberá verificar el nivel de agua de cada uno de los tanques limpios de los equipos portátiles y recargarlos en caso de ser necesario.

#### *Descarga de tanques sépticos*

Previo a cada cirugía a realizar, será necesario verificar el nivel de agua sucia en cada tanque séptico de los equipos portátiles. Estos tanques se deberán vaciar únicamente en lugares habilitados para descargas de residuos cloacales.

En caso de no disponer de un sitio cercano habilitado se deberá coordinar y gestionar, en conjunto con la Municipalidad de cada lugar, previa a la llegada del bloque quirúrgico a la zona de impacto, una zona de descarga de residuos.

Una vez vaciada el agua residual, se limpiará el tanque séptico con agua y lavandina para poder ser utilizado nuevamente.

### 3.4 Diseño de la instalación de gases medicinales

#### 3.4.1 Sistema de suministro con cilindros

Para la provisión de gases medicinales, se optó por el diseño de un sistema de suministro con cilindros o baterías de cilindros, el cual comprenderá:

- Fuente de suministro primaria, la cual suministra a la cañería.
- Fuente de suministro secundaria, la cual debe suministrar automáticamente a la cañería cuando la fuente de suministro primaria comienza a agotarse o falla.

Los gases medicinales que se utilizarán en el bloque quirúrgico serán: *Oxígeno medicinal* y *Aire medicinal*, teniendo en cuenta que para el uso de *Vacío* se utilizará un aspirador portátil.

#### 3.4.2 Duración de cilindros de gases medicinales

Para el cálculo de la duración de los cilindros se supondrá un uso continuo y simultáneo de los gases medicinales en la sala de recepción del paciente y el área de cirugía durante el tiempo en el cual el bloque quirúrgico se encuentre en funcionamiento. Asimismo, se considerará un consumo estimado establecido por tabla empírica de:

- 20 l/min de  $O_2$  y 15 l/min de Aire medicinal para el área de cirugía.
- 15 l/min de  $O_2$  y 10 l/min de Aire medicinal para la sala de recepción del paciente.

#### *Cálculo de duración de cilindro de Oxígeno medicinal*

Si se considera 1(un) tubo de Oxígeno medicinal de  $10 m^3$ , el cual equivale a 10.000 litros gaseosos de Oxígeno medicinal, y teniendo un consumo estimado total de 35 l/min, entonces:

$$\begin{array}{l} 35 \text{ litros} \text{ ---->} 1 \text{ min} \\ 10.000 \text{ litros} \text{ ---->} X = 4,76 \text{ horas} \end{array}$$

Es decir, cada tubo de Oxígeno durará aproximadamente 4,76 horas.

#### *Cálculo de duración de cilindro de Aire medicinal*

Si se considera 1 (un) tubo de Aire medicinal de  $10 m^3$ , el cual equivale a 10.000 litros gaseosos de Aire medicinal, y teniendo un consumo estimado total de 25 l/min, entonces:

$$\begin{array}{l} 25 \text{ litros} \text{ ---->} 1 \text{ min} \\ 10.000 \text{ litros} \text{ ---->} X = 6,66 \text{ horas} \end{array}$$

Es decir, cada tubo de Aire medicinal durará aproximadamente 6,66 horas.

### 3.4.3 Selección de los cilindros de gases medicinales

Considerando los tiempos de duración calculados para los cilindros de gases y contemplando además un máximo de 3 (tres) cirugías continuas con autonomía de gases, y con un tiempo promedio de 3 (tres) horas por cirugía, se tendrán:

- 2 (dos) cilindros de Oxígeno medicinal de  $10 m^3$  cada uno, con una autonomía de 9,52 horas aproximadamente. (Uno correspondiente al suministro primario y el otro al suministro secundario).
- 2 (dos) cilindros de Aire medicinal de  $10 m^3$  cada uno, con una autonomía de 13,32 horas aproximadamente. (Uno correspondiente al suministro primario y el otro al suministro secundario).

En la siguiente tabla se pueden observar las características técnicas que presentan los cilindros de gases mencionados anteriormente:

Gas	Material	Capacidad		Diámetro [mm]	Altura con tulipa [mm]	Peso con carga [Kg]	Presión de Trabajo [ $Kg/cm^2$ ]	Capac. de $H_2O$ [l]
		[ $m^3$ ]	[l]					
Oxígeno medicinal	Acero	10	10.000	229	1.640	80	200	50
Aire medicinal	Acero	10	10.000	229	1.640	80	200	50

**Tabla 35: Especificaciones de los cilindros de Oxígeno medicinal y Aire medicinal seleccionados**

La ubicación de los cilindros será por fuera del contenedor e irán instalados sobre la parte frontal del mismo. Los 4 (cuatro) cilindros serán almacenados verticalmente y sujetos mediante cadenas dentro de un gabinete con enrejado con el fin de protegerlos y prevenir que se desplacen y/o vuelquen. Dicho gabinete será de acero y constará de una puerta frontal con apertura de seguridad. Las medidas del gabinete serán de 260 cm de alto x 70 cm de ancho x 60 cm de profundidad.

Teniendo en cuenta la norma IRAM 2588 [13], los cilindros tendrán las siguientes cualidades:

Gas medicinal	Color cuerpo	Color ojiva	Nombre (en letras negras)	Rosca
Oxígeno	Blanco	Blanca	Oxígeno	5/8 macho derecha
Aire	Blanco	Negra	Aire	3/4 macho derecha

Tabla 36: Características técnicas de los cilindros para gases medicinales

#### 3.4.4 Cálculo del diámetro de las cañerías

Para el cálculo del diámetro de la cañería a emplear se utilizará la ecuación experimental de Lázaro E. [29], la cual considera los factores de fricción, temperatura e intercambio de energía de los gases respecto a la presión de trabajo, caudal y velocidad del fluido.

$$D_p = K \times \sqrt{\frac{Q_p}{P_p \times V_p}}$$

Fórmula 20: Cálculo para obtener el diámetro de la red

Siendo:

$D_p$  = diámetro de la red primaria o troncal.

$Q_p$  = caudal del gas en la red primaria o troncal.

$P_p$  = presión del gas en la red primaria o troncal.

$V_p$  = velocidad del flujo del gas en la red primaria o troncal.

$K$  = constante de proporcionalidad igual a 18,8.

Para realizar los cálculos de las cañerías, tanto de Oxígeno medicinal como de Aire medicinal, se tomarán como referencia los valores de presión de trabajo y velocidad propuestos por *Air Liquide* de acuerdo al tipo de gas. Los valores que se utilizarán se detallan a continuación:

- $V_p$  (Oxígeno medicinal y Aire medicinal) = 10 m/seg.
- $P_p$  (Oxígeno medicinal y Aire medicinal) = 7 bar.

Se procederá al cálculo de las redes, para Oxígeno medicinal y Aire medicinal, teniendo en cuenta los caudales requeridos para el área de cirugía y el área de recepción del paciente.

Área	N° de camas	$Q_p$ Oxígeno [m <sup>3</sup> /h]	$Q_p$ Aire [m <sup>3</sup> /h]
Área de cirugía	1	1,2	0,9
Área de recepción del paciente	1	0,9	0,6
<b>TOTAL</b>	2	2,1	1,5

Tabla 37: Caudales de las redes de Oxígeno medicinal y Aire medicinal

Luego, utilizando la ecuación de Lázaro E. [29] se obtuvieron los diámetros para las cañerías, de Oxígeno medicinal y Aire medicinal, tal como se indica en la siguiente tabla:

Tipo de gas	Troncal $D_p$ [mm]
Oxígeno medicinal	3,26
Aire medicinal	2,75

Tabla 38: Diámetros de las cañerías de Oxígeno medicinal y Aire medicinal

Si bien los diámetros obtenidos en la tabla 38 son menores a 12,7 mm, lo cual equivale 1/2", se adoptarán cañerías de 1/2" ya que dicho valor corresponde al diámetro mínimo, para cañerías de gases medicinales, establecido por la normativa ASTM B-819 [30]. Dichas cañerías serán de cobre electrolítico 99,8%, sin costura rígida, tipo K, al igual que las uniones y accesorios a utilizar.

### 3.4.5 Sistema manifold

Para el suministro de gases se utilizarán 2 (dos) manifold semiautomáticos, de 40 cm de ancho x 45 cm de alto x 8 cm de profundidad:

- Un manifold de Oxígeno medicinal 2x1 (2 bancadas con 1 cilindro de 10 m<sup>3</sup> cada una).
- Un manifold de Aire medicinal 2x1 (2 bancadas con 1 cilindro de 10 m<sup>3</sup> cada una).

### Reguladores de presión

Los reguladores de presión son dispositivos de control de flujo diseñados para mantener una presión constante aguas abajo de los mismos, independientemente de las variaciones de presión a la entrada o los cambios de requerimiento de flujo. Cada manifold comprende dos etapas, una de alta presión y otra de baja presión.

El bloque de alta presión admite la presión de trabajo de las bancadas (200 bar) y acopla en su estructura los dispositivos de alta presión, los cuales son:

- *Regulador de alta presión:* admite la presión directa de los cilindros de alta presión y la salida del regulador está calibrada desde fábrica a 6 bares aproximadamente. El regulador no puede ser manipulado por el usuario.
- *Manómetro análogo de alta presión:* especifica la presión en las bancadas correspondientes de alta presión.

El bloque de baja presión comprende:

- *Regulador de baja presión:* se dispone de uno por cada bancada y su función es entregar la presión regulada de línea de 3,5 bares aproximadamente, conforme al código NFPA99-2012. Este regulador se puede manipular por el usuario.
- *Manómetro análogo de baja presión:* especifica la presión después de la regulación primaria en cada bancada.
- *Válvula check antiretorno:* está diseñada para retener la presión en un sentido del flujo. Está instalada una en cada bancada para contener la contrapresión en el intercambio de las mismas.
- *Bloque de salida regulada:* salida de presión regulada hacia la tubería de alimentación general. Posee manómetro de baja presión y válvula de alivio.

Cada bancada posee válvulas de apertura y cierre de presión con conexión CGA que se vinculan con el cilindro correspondiente mediante mangueras flexibles de 24" de largo. Para Oxígeno medicinal, los arcos de conexión rígidos están fabricados en latón, y para el Aire medicinal, los arcos de conexión están fabricados en manguera flexible de PTEF recubiertos en malla de acero inoxidable. La norma ISO 21969 [31] establece que no se debe utilizar mangueras flexibles no metálicas.

Cada sistema manifold irá montado dentro del gabinete sobre un respaldo de lámina de acero inoxidable, el cual se fijará al gabinete mediante 4 (cuatro) tornillos de acero inoxidable autoperforantes con cabezal hexagonal.

Mediante soldadura *brazing*, se acoplará la tubería al puerto de salida de la presión regulada del manifold utilizando tubería de cobre electrolítico sin costura rígida tipo K de 1/2" de diámetro.

### 3.4.6 Paneles poliductos

El bloque quirúrgico contendrá dos paneles ubicados a 1,55 m respecto del piso. Un panel se ubicará en el área de cirugía y el otro en el área de recepción del paciente. Para la adecuada elección de ambos paneles se tuvo en cuenta, además de las bocas de gases medicinales, los tomacorrientes para las conexiones eléctricas.

- Prestaciones de gases para panel de área de cirugía
  - Tomas para gases médicos:
    - 2 (dos) bocas de Oxígeno medicinal.
    - 2 (dos) bocas de Aire medicinal.
  - Accesorios:
    - 2 (dos) reguladores de baja presión (0-10 Kg); 1 (uno) para Oxígeno medicinal y 1 (uno) para Aire medicinal.
    - 2 (dos) caudalímetros o flujímetros (0-15 l/min); 1 (uno) para Oxígeno medicinal y 1 (uno) para Aire medicinal.
    - 1 (un) humidificador (300  $cm^3$ ) para toma de Oxígeno medicinal.
  
- Prestaciones de gases para panel del área de recepción del paciente
  - Tomas para gases médicos:
    - 1 (una) boca de Oxígeno medicinal.
    - 1 (una) boca de Aire medicinal.
  - Accesorios
    - 2 (dos) reguladores de baja presión (0-10 Kg); 1 (uno) para toma de Oxígeno medicinal y 1 (uno) para toma de Aire medicinal.
    - 2 (dos) caudalímetro o flujímetro (0-15 l/min); 1 (uno) para toma de Oxígeno medicinal y 1 (uno) para toma de Aire medicinal.
    - 1 (un) humidificador (300  $cm^3$ ) para toma de Oxígeno medicinal.

### 3.4.7 Instalación y montaje de cañerías

Las cañerías que distribuirán los gases medicinales irán por el interior del bloque quirúrgico e ingresarán al mismo atravesando el acero del contenedor dentro de tubos de PVC. Las cañerías se ubicarán internamente entre el acero y el aislante de lana de vidrio e irán fijadas al acero para impedir el desplazamiento accidental de su posición, para ello se utilizarán rieles y grampas tipo olmar cada un intervalo máximo de 1,5 m. Estos soportes deben ser de material resistente a la corrosión. La altura de las cañerías de gases será:

- Para Oxígeno medicinal: 2,20 m respecto al suelo del contenedor.

- Para Aire medicinal: 2,30 m respecto al suelo del contenedor.

La longitud total aproximada de cada cañería será:

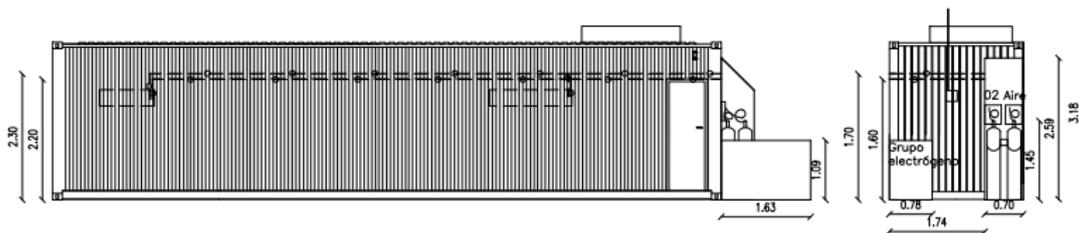
Gas medicinal	Longitud de cañería
Oxígeno medicinal	14 m
Aire medicinal	15 m

**Tabla 39: Longitudes totales de las cañerías de Oxígeno medicinal y Aire medicinal**

Las cañerías de gases medicinales, según la norma IRAM-FAAA AB 37217, serán de color blanco. A su vez, las de Aire medicinal llevarán franjas pintadas de color amarillo, de ancho igual a 20 cm, y distribuidas cada 2 m de longitud. Para completar la identificación de las cañerías, se colocarán leyendas que indiquen el nombre del gas y flechas que indiquen el sentido del flujo del gas.

Considerando cañerías de cobre electrolítico de 6 m de longitud y el recorrido de las mismas desde los manifold hasta el ingreso a los paneles, se deberán emplear: 3 (tres) conectores para cada gas medicinal, 10 (diez) codos y 2 (dos) tees.

La siguiente ilustración representa la instalación de los gases medicinales:



**Ilustración 22: Esquema de la instalación de gases medicinales**

### 3.5 Diseño de la instalación de climatización

#### 3.5.1 Aislación térmica

Para determinar el tipo de aislación térmica a utilizar, se tendrá en cuenta la norma IRAM 11601 [32] “*Aislamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario.*”, la norma IRAM 11605 [33] “*Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en Edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos*” y la norma IRAM 11603 [24] “*Aislamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina.*”

Los materiales seleccionados y sus características para paredes, techo y suelo, son los siguientes:

Materiales	Espesor (e)	Coef. de conductividad térmica ( $\lambda$ )	Resistencia térmica (R)
Pintura térmica	0,0004 m	0,033 W/m°C	0,0121 m <sup>2</sup> °C/W
Acero	0,025 m	14,5 W/m°C	0,0017 m <sup>2</sup> °C/W
Aislante térmico (lana de vidrio)	0,05 m	0,04 W/m°C	1,25 m <sup>2</sup> °C/W
Placa de yeso	0,0125 m	0,044 W/m°C	0,028 m <sup>2</sup> °C/W
Placa de yeso cielorraso	0,007 m	0,044 W/m°C	0,016 m <sup>2</sup> °C/W
Madera plywood	0,0028 m	0,039 W/m°C	0,072 m <sup>2</sup> °C/W
Caucho vulcanizado	0,03 m	0,14 W/m°C	0,021 m <sup>2</sup> °C/W

Tabla 40: Características de los materiales para la aislación térmica

#### Cálculo de transmitancia térmica (K)

Para calcular el valor de la transmitancia térmica, se emplean las siguientes fórmulas:

$$R_{total} = R_{si} + R_t + R_{se}$$

Fórmula 21: Cálculo de resistencia térmica total

$$K = \frac{1}{R_{total}}$$

Fórmula 22: Cálculo de transmitancia térmica

Donde:

$R_{total}$ : resistencia térmica total.

$R_{si}$ : resistencia térmica superficial interior.

$R_t$ : resistencia térmica.

$R_{se}$ : resistencia térmica superficial exterior.

K: transmitancia térmica.

Aplicando las fórmulas 22 y 23, se calcula el valor de transmitancia térmica para muros exteriores e interiores, techo y suelo del bloque quirúrgico, como se presenta a continuación:

*Muros exteriores:*

$$R_{total} = 0,13 + 1,292 + 0,04 = 1,462 \text{ m}^2\text{°C/W}$$
$$K = 0,68 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

*Muros interiores:*

$$R_{total} = 0,11 + 0,0568 + 0,11 = 0,276 \text{ m}^2\text{°C/W}$$
$$K = 3,61 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

*Techo:*

$$R_{total} = 0,1 + 1,25 + 0,016 + 0,04 = 1,406 \text{ m}^2\text{°C/W}$$
$$K = 0,71 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

*Suelo:*

$$R_{total} = 0,17 + 0,072 + 0,021 + 0,04 = 0,303 \text{ m}^2\text{°C/W}$$
$$K = 3,3 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

Para verificar si el valor de K calculado anteriormente para paredes y techo es aceptable para las temperaturas de invierno y de verano determinadas, se analiza la norma IRAM 11605 [33], la cual establece tres niveles de confort higrotérmico y su consecuente K máximo admisible para techos y muros.

Para la temperatura exterior de diseño se consideró la situación más desfavorable para invierno y para verano, es decir, la temperatura más baja y la más alta registrada en las distintas localidades de la República Argentina, siendo de  $-15^\circ\text{C}$  para invierno y de  $39^\circ\text{C}$  en verano según lo establecido por la norma IRAM 11603 [24].

Según los valores de K máximo admisibles para las estaciones de invierno y verano, la norma IRAM 11605 [33] indica que el nivel de confort higrotérmico calculado es *medio* para muros y *mínimo* para techos.

### 3.5.2 Balance térmico

Se realizará el balance térmico de los locales a climatizar para poder calcular la cantidad de calor que se deberá eliminar en verano o ingresar en invierno. Para ello se tendrán en cuenta las condiciones de diseño interior y exterior y las cargas térmicas (externas, internas y por ingreso de aire exterior). Los

locales a climatizar serán: área de cirugía, vestuario, office sucio, pasillo de transferencia, área de recepción del paciente y sector de tableros.

### Condiciones de diseño interior y exterior

Para las condiciones de diseño exterior se utilizarán los valores más desfavorables, brindados por la normativa IRAM 11603 [24], para invierno y para verano en la República Argentina. La diferencia de humedad específica  $\delta_{he}$  se calculará a partir del diagrama psicrométrico. Para las condiciones de diseño interior se tendrá en cuenta lo recomendado por la normativa UNE – EN 100713 [17] para quirófanos.

### Cargas externas

Para el cálculo de las cargas externas se tendrán en cuenta las pérdidas o ganancias de calor sensible a través de los cerramientos del bloque quirúrgico.

El siguiente plano representa la planta del bloque quirúrgico con sus cerramientos.

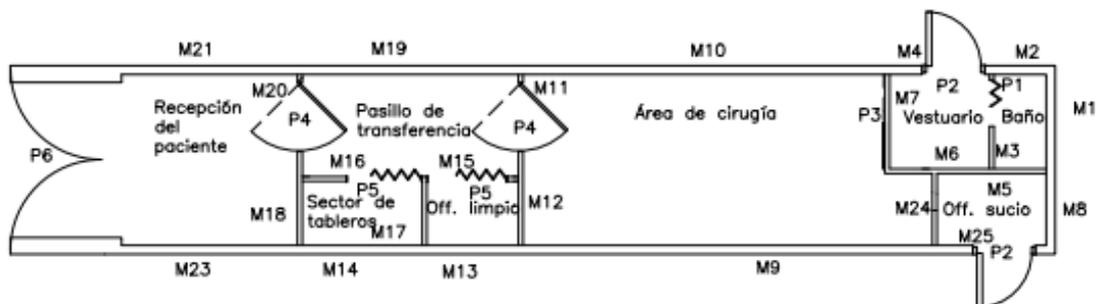


Ilustración 23: Cerramientos de las diferentes salas del bloque quirúrgico

Para los muros (interiores y exteriores), se tomarán los valores de transmitancia térmica calculados anteriormente. Para el cálculo de los valores de transmitancia térmica de las puertas del bloque quirúrgico, será necesario conocer sus características estructurales. Las mismas se presentan en la siguiente tabla:

Puertas	Espesor (e)	Coef. de conductividad térmica ( $\lambda$ )	Resistencia térmica (R)
Acero inoxidable (acabado aberturas P3, P4 y P6)	0,001 m	16,3 W/m°C	0,000061 m <sup>2</sup> °C/W
PVC (puertas P1 y P5)	0,01 m	0,14 W/m°C	0,071 m <sup>2</sup> °C/W
Madera (puerta P4)	0,03 m	0,13 W/m°C	0,23 m <sup>2</sup> °C/W
Madera (puerta P3)	0,043 m	0,13 W/m°C	0,33 m <sup>2</sup> °C/W
PVC (puerta P2)	0,015 m	0,14 W/m°C	0,11 m <sup>2</sup> °C/W

Tabla 41: Características estructurales de las puertas del bloque quirúrgico

Aplicando las fórmulas 22 y 23, se calcula el valor de transmitancia térmica para las distintas puertas del bloque quirúrgico:

*Puertas P1 y P5:*

$$R_{total} = 0,11 + 0,071 + 0,11 = 0,291 \text{ m}^2\text{°C/W}$$

$$K = 3,44 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

*Puerta P3:*

$$R_{total} = 0,11 + (0,000061 * 2) + 0,33 + 0,11 = 0,55 \text{ m}^2\text{°C/W}$$

$$K = 1,82 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

*Puerta P4:*

$$R_{total} = 0,11 + (0,000061 * 2) + 0,23 + 0,11 = 0,45 \text{ m}^2\text{°C/W}$$

$$K = 2,22 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

*Puerta P2:*

$$R_{total} = 0,13 + (0,11 * 2) + 0,04 = 0,38 \text{ m}^2\text{°C/W}$$

$$K = 2,6 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

*Puerta P6:*

$$R_{total} = 0,13 + 1,279 + 0,04 = 1,44 \text{ m}^2\text{°C/W}$$

$$K = 0,69 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

### Cargas internas

- Por las personas

Para el quirófano se considerarán 3 (tres) personas con un grado de actividad sentado de trabajo muy ligero y 1 (una) de pie de marcha lenta. Para la sala de recepción del paciente se considerará 1 (una) persona de pie de marcha lenta y para el vestuario se considerará 1 (una) persona de pie de marcha lenta.

- Por los artefactos

Se tendrá en cuenta el calor sensible aportado por cada artefacto dependiente de una fuente de energía.

- Por la iluminación

Se tendrá en cuenta el calor sensible aportado por cada una de las luminarias de las distintas salas del bloque quirúrgico.

### Por ingreso de aire exterior

- Aire exterior por infiltración

Teniendo en cuenta que se tendrá una presión positiva en los locales a ser climatizados debido a las tomas de aire exterior para renovación higiénica, se considerarán nulas las pérdidas y ganancias de calor por infiltración por las hendiduras.

- Aire exterior para renovación higiénica

Para el cálculo del caudal de la toma de aire exterior (TAE), se considerará un caudal de  $15 \text{ m}^3/\text{h}$  para cada local a climatizar.

### Cálculo de balance térmico

La estimación de cargas térmicas se calculará para:

- Invierno:
  - Temperatura de bulbo seco exterior:  $-15 \text{ }^\circ\text{C}$ .
  - Temperatura de bulbo seco interior:  $24 \text{ }^\circ\text{C}$ .
  - $\delta_t$ :  $-39 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- Verano:
  - Temperatura de bulbo seco exterior:  $39 \text{ }^\circ\text{C}$ .
  - Temperatura de bulbo seco interior:  $24 \text{ }^\circ\text{C}$ .
  - Humedad relativa exterior:  $73 \%$ .
  - Humedad relativa interior:  $50\%$ .
  - $\delta_t$ :  $15 \text{ }^\circ\text{C}$ .

- $\delta_{he}$ : 24,5.

Para la elección del equipo de climatización, será necesario realizar el balance térmico de los locales a climatizar: vestuario, sector de tableros, área de cirugía, pasillo de transferencia y área de recepción del paciente.

### Vestuario

- Cargas externas:

Cerramientos	Alto [m]	Ancho [m]	Superf. [m]	K [W/m <sup>2</sup> °C]	Invierno		Verano	
					$\delta_t$	Calor sensible [W]	$\delta_t$	Calor sensible [W]
M3	2,55	1,2	1,86	3,61	-19,5	-130,9	7,5	50,36
M7	2,55	1,2	1,80	3,61	0	0	0	0
M4	2,55	1,28	1,86	0,68	-39	-49,43	15	19,01
P1	2	0,6	1,2	3,44	-19,5	-80,5	7,5	30,96
P2	2	0,7	1,4	2,6	-39	-141,96	15	54,6
P3	2,1	0,60	1,26	1,82	0	0	0	0
M6	2,55	1,28	3,26	3,61	0	0	0	0
TOTAL						-402,82		154,93

Tabla 42: Características de cerramientos para el vestuario

- Cargas internas:

Cargas internas	Potencia (W)	Superf. [m <sup>2</sup> ]	Invierno		Verano			
			$\delta_t$	Calor sensible [W]	$\delta_t$	$\delta_{he}$	Calor sensible [W]	Calor latente [W]
Personas	75,60	-	-	0	-	24,50	75,60	69,78
Artefactos	-	-	-	0	-	-	0	0
Iluminación	12,00		-	0	-	-	0	0
TOTAL				0			87,60	69,78

Tabla 43: Cargas internas del vestuario

➤ Toma de aire exterior (TAE):

	Caudal [m <sup>3</sup> /h]	Invierno		Verano			
		$\delta_t$	Calor Sensible [W]	$\delta_{he}$	$\delta_t$	Calor Sensible [W]	Calor Latente [W]
TAE	23,00	-39,00	-323,40	24,50	15,00	124,38	465,30

Tabla 44: Caudal de la toma de aire exterior para el vestuario

Office sucio

➤ Cargas externas:

Cerramientos	Alto [m]	Ancho [m]	Superf. [m <sup>2</sup> ]	K [W/m <sup>2</sup> ·C]	Invierno		Verano	
					$\delta_t$	Calor Sensible [W]	$\delta_t$	Calor Sensible [W]
M8	2,55	0,89	2,27	0,68	-39,00	-60,19	15,00	23,15
M25	2,55	1,40	3,57	0,68	-39,00	-94,68	15,00	36,41
M24	2,55	0,92	1,09	3,61	0	0	0	0
P2	2,00	0,70	1,40	2,60	-39,00	-141,96	15,00	54,60
M5	2,55	0,66	1,68	3,61	-19,50	-118,47	7,50	45,57
TOTAL						-415,30		159,73

Tabla 45: Características de cerramientos para el office sucio

➤ Cargas internas:

Cargas internas	Potencia [W]	Superf. [m <sup>2</sup> ]	Invierno		Verano			
			$\delta_t$	Calor sensible [W]	$\delta_t$	$\delta_{he}$	Calor sensible [W]	Calor latente [W]
Personas	-	-	-	0	-	0	0	0
Artefactos	0	-	-	0	-	-	0	0
Iluminación	12,00	-	-	0	-	-	12,00	0
TOTAL							12,00	0

Tabla 46: Cargas internas del office sucio

➤ Toma de aire exterior (TAE):

	Caudal [m <sup>3</sup> /h]	Invierno		Verano			
		$\delta_t$	Calor sensible [W]	$\delta_{he}$	$\delta_t$	Calor Sensible [W]	Calor Latente [W]
TAE	27,60	-39,00	-388,07	24,50	15,00	149,26	558,36

Tabla 47: Caudal de la toma de aire exterior para el office sucio

## Sector de tableros

### ➤ Cargas externas:

Cerramientos	Alto [m]	Ancho [m]	Superf. [m <sup>2</sup> ]	K [W/m <sup>2</sup> ·C]	Invierno		Verano	
					$\delta_t$	Calor Sensible [W]	$\delta_t$	Calor Sensible [W]
P5	2,00	1,15	2,3	3,44	0	0	0	0
M16	2,55	1,54	1,63	3,61	0	0	0	0
M17	2,55	0,83	2,12	3,61	-19,5	-148,99	7,50	57,30
M14	2,55	1,54	3,93	0,68	-39,0	-104,14	15,00	40,06
M18	2,55	0,83	2,12	3,61	0	0	0	0
TOTAL						-253,13		97,36

Tabla 48: Características de cerramientos para el sector de tableros

### ➤ Cargas internas:

Cargas internas	Potencia [W]	Superf. [m <sup>2</sup> ]	Invierno		Verano			
			$\delta_t$	Calor sensible [W]	$\delta_t$	$\delta_{he}$	Calor sensible [W]	Calor latente [W]
Personas	-	-	-	0	-	209,34	0	0
Artefactos	100,00	-	-	0	-	-	100,00	0
Iluminación	12,00	-	-	0	-	-	12,00	0
TOTAL							112,00	0

Tabla 49: Cargas internas del sector de tableros

➤ Toma de aire exterior (TAE):

	Caudal [m <sup>3</sup> /h]	Invierno		Verano			
		$\delta_t$	Calor sensible [W]	$\delta_{he}$	$\delta_t$	Calor Sensible [W]	Calor Latente [W]
TAE	18,21	-39,00	-256,04	24,50	15,00	98,48	368,40

Tabla 50: Caudal de la toma de aire exterior para el sector de tableros

Área de cirugía

➤ Cargas externas:

Cerramientos	Alto [m]	Ancho [m]	Superf. [m <sup>2</sup> ]	K [W/m <sup>2</sup> °C]	Invierno		Verano	
					$\delta_t$	Calor sensible [W]	$\delta_t$	Calor sensible [W]
M9	2,55	5,25	13,39	0,68	-39,00	-355,04	15,00	136,55
M10	2,55	4,62	11,78	0,68	-39,00	-312,43	15,00	120,17
M11	2,55	1,31	1,45	3,61	0	0	0	0
M12	2,55	0,83	2,10	3,61	-19,50	-148,09	7,50	56,96
P3	2,10	0,60	1,26	1,82	0	0	0	0
P4	2,10	0,90	1,89	2,22	0	0	0	0
M7	2,55	1,27	1,98	3,61	0	0	0	0
M24	2,55	1,30	3,32	3,61	0	0	0	0
TOTAL						-815,56		313,68

Tabla 51: Características de los cerramientos del área de cirugía

➤ Cargas internas:

Cargas internas	Potencia [W]	Superf. [m <sup>2</sup> ]	Invierno		Verano			
			$\delta_t$	Calor Sensible [W]	$\delta_t$	$\delta_{he}$	Calor Sensible [W]	Calor latente [W]
Personas	284,94	-	-	0	-	0	284,94	209,34
Artefactos	5000,00	-	-	0	-	-	5000,00	0
Iluminación	90,00	-	-	0	-	-	90,00	0
TOTAL				0			5374,94	209,34

Tabla 52: Cargas internas del área de cirugía

➤ Toma de aire exterior (TAE):

	Caudal [m <sup>3</sup> /h]	Invierno			Verano		
		$\delta_t$	Calor sensible [W]	$\delta_{he}$	$\delta_t$	Calor Sensible [W]	Calor Latente [W]
TAE	152,10	-39,00	-2138,63	24,50	15,00	822,55	3077,04

Tabla 53: Caudal de la toma de aire exterior para el área de cirugía

## Pasillo de transferencia

## ➤ Cargas externas:

Cerramientos	Alto [m]	Ancho [m]	Superf. [m <sup>2</sup> ]	K [W/m <sup>2</sup> °C]	Invierno		Verano	
					$\delta_t$	Calor sensible [W]	$\delta_t$	Calor sensible [W]
M11	2,55	1,31	1,45	3,61	0	0	0	0
M15	2,55	1,17	0,68	3,61	-19,5	-48,11	7,5	18,51
M19	2,55	2,78	7,08	0,68	-39	-187,66	15	72,18
M20	2,55	1,31	1,45	3,61	0	0	0	0
P4	2,10	0,90	1,89	2,22	0	0	0	0
P4	2,10	0,90	1,89	2,22	0	0	0	0
P5	2,00	1,15	2,30	3,44	-19,5	-154,28	7,5	59,34
P5	2,00	1,15	2,30	3,44	-19,5	-154,28	7,5	59,34
M16	2,55	1,54	1,64	3,61	0	0	7,5	44,05
TOTAL						-544,35		253,41

Tabla 54: Características de cerramientos para el pasillo de transferencia

## ➤ Cargas internas:

Cargas internas	Potencia [W]	Superf. [m <sup>2</sup> ]	Invierno		Verano			
			$\delta_t$	Calor Sensible [W]	$\delta_t$	$\delta_{he}$	Calor Sensible [W]	Calor latente [W]
Personas	-	-	-	0	-	-	0	0
Artefactos	-	-	-	0	-	-	0	0
Iluminación	24	-	-	0	-	-	24	0
TOTAL				0			24	0

Tabla 55: Cargas internas del pasillo de transferencia

➤ Toma de aire exterior (TAE):

	Caudal [m <sup>3</sup> /h]	Invierno		Verano			
		$\delta_t$	Calor Sensible [W]	$\delta_{he}$	$\delta_t$	Calor Sensible [W]	Calor Latente [W]
TAE	50,625	-39	-711,82	24,5	15	273,77	1024,16

Tabla 56: Caudal de la toma de aire exterior para el pasillo de transferencia

Área de recepción del paciente

➤ Cargas externas:

Cerramientos	Alto [m]	Ancho [m]	Superf. [m <sup>2</sup> ]	K [W/m <sup>2</sup> ·C]	Invierno		Verano	
					$\delta_t$	Calor Sensible [W]	$\delta_t$	Calor sensible [W]
M20	2,55	1,25	1,30	3,61	0	0	0	0
M18	2,55	0,83	2,10	3,61	0	0	7,5	56,96
P6	2,55	2,15	5,48	0,69	-39	-147,53	15	56,74
M21	2,55	2,25	5,74	0,68	-39	-152,16	15	58,52
M23	2,55	2,25	5,74	0,68	-39	-152,16	15	58,52
P4	2,10	0,90	1,89	2,22	0	0	0	0
TOTAL						-299,69		230,75

Tabla 57: Características de los cerramientos para el área de recepción del paciente

## ➤ Cargas internas:

Cargas internas	Potencia [W]	Superf. [m <sup>2</sup> ]	Invierno		Verano			
			$\delta_t$	Calor sensible [W]	$\delta_t$	$\delta_{he}$	Calor Sensible [W]	Calor Latente [W]
Personas	75,59	-	-	0	-	24,5	75,59	69,78
Artefactos	150	-	-	0	-	-	150	0
Iluminación	36	-	-	0	-	-	36	0
TOTAL				-541,89			475,10	868,47

Tabla 58: Cargas internas del área de recepción del paciente

## ➤ Toma de aire exterior:

	Caudal [m <sup>3</sup> /h]	Invierno		Verano			
		$\delta_t$	Calor Sensible [W]	$\delta_{he}$	$\delta_t$	Calor Sensible [W]	Calor Latente [W]
TAE	52,65	-39,00	-740,29	24,50	15,00	284,73	1065,13

Tabla 59: Caudal de la toma de aire exterior para el área de recepción del paciente

La carga total para el equipo de climatización en *invierno* será la sumatoria de las pérdidas de calor sensible dadas por: cargas externas y por ingreso de aire exterior.

$$\text{Calor Sensible Total} = -8.019,82 \text{ W} = -6.895,81 \text{ kcal/h} = \mathbf{2,29 \text{ Tr}}$$

La carga total para el equipo de climatización en *verano* será la sumatoria de las ganancias de calor sensible y latente. Las ganancias de calor sensible estarán dadas por: cargas externas, cargas internas y por ingreso aire exterior. Por su parte, las ganancias de calor latente estarán dadas por: cargas internas y por ingreso de aire exterior.

$$\text{Calor Sensible Total} = 8.957,25 \text{ W}$$

$$\text{Calor Latente Total} = 7.363,99 \text{ W}$$

$$\text{Carga Total} = 16.321,24 \text{ W} = 14.033,74 \text{ kcal/h} = \mathbf{4,68 \text{ Tr}}$$

$$\text{Factor de Calor Sensible (FCS)} = \frac{\text{Calor Sensible Total}}{\text{Calor Sensible Total} + \text{Calor Latente Total}} = 0,55$$

**Fórmula 23: Cálculo del factor de calor sensible (FCS) en función del calor sensible total y del calor latente total**

Por lo tanto, teniendo en cuenta que la carga total será mayor en verano, se considera dicha época del año determinante para la elección del equipo de climatización. Se optará por un sistema de climatización Rooftop de 5 Toneladas de Refrigeración (RT) con bomba de calor, con las siguientes características:

<b>Especificaciones</b>	
Capacidad nominal	5 RT
Alimentación	220 V – 50 Hz
Fase	1
Enfriamiento total/neto	59.800 / 58.500 BTU/h
Dimensiones (ancho x alto x profundidad)	180 x 30 cm x 150 cm
Peso	220 Kg
Agente refrigerante	R410A
Ventilador	Centrifugo
Caudal	46,72 m <sup>3</sup> /min
Filtros incorporados	F5 y F9

**Tabla 60: Especificaciones del equipo Rooftop para climatización**

Además de los filtros F5 y F9 que incorpora el equipo Rooftop, se agregará un filtro de aire de alta eficiencia (H.E.P.A) a la salida del conducto de impulsión correspondiente al área de cirugía.

La ubicación del equipo de climatización será sobre techo del bloque quirúrgico.

### 3.5.3 Conductos

Para determinar el caudal de aire a impulsar en cada local, se utilizará la siguiente fórmula:

$$Q_{TOTAL} = \frac{Q_s}{(17 \times (t_i - t_{imp}))}$$

**Fórmula 24: Cálculo para obtener el caudal total de aire a insuflar**

Donde:

$Q_{TOTAL}$ : caudal total de aire a insuflar en el local, expresado en  $[m^3/min]$ .

$Q_s$ : calor sensible total según el balance térmico, considerando las cargas sensibles por los cerramientos y por cargas internas para la estación de verano.

17:  $C_e \times P_e \times 60$ , donde  $C_e$  es el calor específico del aire = 0,24 Kcal/kg°C,  $P_e$  es el peso específico del aire a 15°C = 1,2 kg/m<sup>3</sup>, y 60 hace referencia a 60 minutos.

$t_i$ : temperatura de diseño interior (24 °C).

$t_{imp}$ : temperatura de impulsión del aire, determinada gráficamente en el diagrama psicrométrico. En la práctica, se utiliza para verano  $t_{imp}=15^\circ\text{C}$  y para invierno varía de 40 a 60 °C.

Local a climatizar	Caudal sensible [Kcal/h]	Caudal total a impulsar [m <sup>3</sup> /min]
Área de cirugía	4891,33	31,97
Vestuario	224,71	1,47
Office sucio	147,66	0,96
Pasillo de transferencia	238,53	1,56
Área de recepción del paciente	606,92	3,97
Sector de tableros	180,02	1,18
TOTAL	6289,17	41,11

**Tabla 61: Valores de caudal sensible y caudal total a impulsar de cada área del bloque quirúrgico**

Conocido el caudal total de aire a impulsar (41,11 m<sup>3</sup>/min) y en base al esquema de distribución de rejillas indicado a continuación, se calculará el caudal que circulará por cada tramo de conducto.

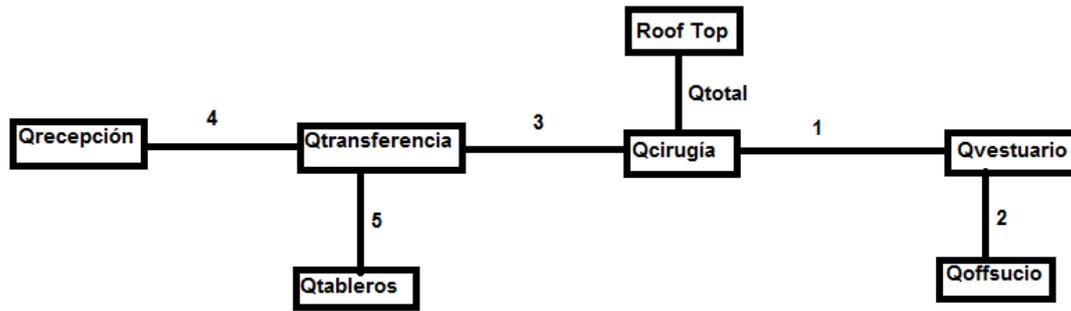


Ilustración 24: Esquema de distribución de rejillas

Tramo	Caudal [m <sup>3</sup> /min]
Tramo $Q_{i_{TOTAL}}$	41,11
Tramo $Q_{i_1}$	2,43
Tramo $Q_{i_2}$	0,96
Tramo $Q_{i_3}$	6,71
Tramo $Q_{i_4}$	3,97
Tramo $Q_{i_5}$	1,18

Tabla 62: Caudal a impulsar para cada tramo de conducto del sistema de climatización

Obtenidos los caudales de cada uno de los tramos, se aplicará el método de 'Igual Pérdida de Carga' para conocer las dimensiones de cada conducto.

Tramo	Velocidad inicial [m/min]	Pérdida de Carga [mmca/m]	Diámetro [cm]
Tramo $Q_{i_{TOTAL}}$	300	7,5	42
Tramo $Q_{i_1}$	300	7,5	14
Tramo $Q_{i_2}$	300	7,5	12
Tramo $Q_{i_3}$	300	7,5	21
Tramo $Q_{i_4}$	300	7,5	17
Tramo $Q_{i_5}$	300	7,5	12

Tabla 63: Características para cada tramo del conducto de impulsión de aire

Para la conversión de secciones circulares a dimensiones cuadradas o rectangulares equivalentes, se recurrirá al 'Ábaco de conversión de secciones circulares a cuadradas o rectangulares'.

Tramo	Lado del Conducto 'a' [cm]	Lado del Conducto 'b' [cm]
Tramo $Qi_{TOTAL}$	40	40
Tramo $Qi_1$	15	15
Tramo $Qi_2$	15	10
Tramo $Qi_3$	15	20
Tramo $Qi_4$	15	15
Tramo $Qi_5$	15	10

Tabla 64: Dimensiones rectangulares para los tramos de conducto de impulsión de aire

Para determinar las dimensiones de las rejillas de inyección, se utilizarán las tablas proporcionadas por los fabricantes. Los valores seleccionados son:

Local a climatizar	Dimensión de rejilla de impulsión [cm]
Área de cirugía	15 x 120
Vestuario	15 x 20
Office sucio	15 x 20
Pasillo de transferencia	15 x 20
Área de recepción del paciente	15 x 20
Sector de tableros	15 x 20

Tabla 65: Dimensiones para las rejillas de impulsión de aire

Para los conductos de retorno se utilizarán las mismas dimensiones que para los conductos de impulsión.

Tramo	Velocidad inicial [m/min]	Pérdida de Carga [mmca/m]	Diámetro [cm]
Tramo $Qr_{TOTAL}$	300	7,5	42
Tramo $Qr_1$	300	7,5	14
Tramo $Qr_2$	300	7,5	12
Tramo $Qr_3$	300	7,5	21
Tramo $Qr_4$	300	7,5	17
Tramo $Qr_5$	300	7,5	12

Tabla 66: Características para cada tramo del conducto de retorno de aire

Para las rejillas de retorno se seleccionarán las siguientes dimensiones, con el fin de generar una presión positiva en el área de cirugía respecto al resto de las salas.

<b>Local a climatizar</b>	<b>Dimensión de rejilla de retorno [cm]</b>
Área de cirugía	15 x 120
Vestuario	15 x 20
Office sucio	15 x 20
Pasillo de transferencia	15 x 20
Área de recepción del paciente	15 x 20
Sector de tableros	15 x 20

**Tabla 67: Dimensiones para las rejillas de retorno de los locales a climatizar**

Los conductos de climatización se ubicarán en el interior del bloque, por debajo del cielorraso sobre el lateral izquierdo. El conducto de impulsión, como así también sus rejillas, se posicionarán por encima del conducto de retorno, permitiendo un 'barrido' de aire completo de las salas a climatizar.

## 3.6 Elementos estructurales del bloque quirúrgico

### 3.6.1 Paredes de revestimiento

Las paredes del bloque estarán revestidas internamente con placas de yeso de alta resistencia al impacto y con una resistencia al fuego de hasta F120. Se utilizarán placas de 12,5 mm de espesor y de 1,2 m x 2,4 m. Asimismo, se utilizará un material aislante de 50 mm de espesor, revestido con un foil de aluminio que hará de barrera de vapor y deberá posicionarse hacia el interior del ambiente.

Para la colocación de la pared de yeso primero se fijarán las soleras (superior e inferior) tipo U de 70 mm, de 2,6 m de longitud cada una, mediante perforaciones cada 60 cm con tornillos de acero inoxidable autoperforante con cabezal hexagonal. Sobre la base de las soleras se adherirán bandas de material elástico para evitar puentes térmicos.

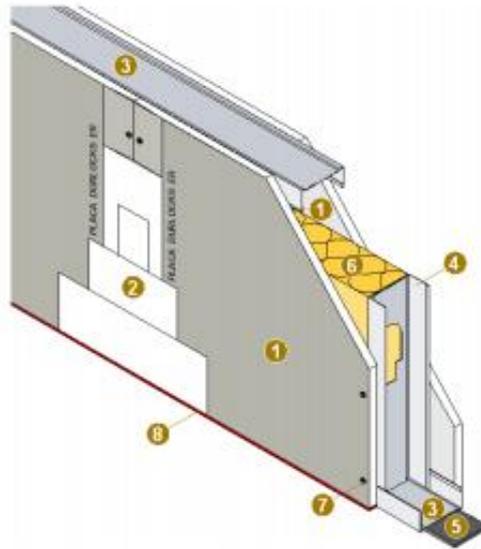
Posterior a la fijación de las soleras, se colocarán cada 40 cm las montantes verticales tipo C de 69 mm, de 2,6 m de longitud cada una. Estos perfiles se fijarán a las soleras utilizando tornillos T1 punta aguja. Luego, se colocará el aislante de lana de vidrio en rollos con la función de mejorar el aislamiento térmico y acústico.

Las placas de yeso se atornillarán a las montantes y soleras en forma vertical trabándolas entre sí. Para dicha fijación se hará uso de tornillos de acero tipo T2 punta aguja con cabeza trompeta y ranura en cruz.

Para terminar con la construcción de la pared de yeso, se realizará el tomado de juntas, el cual consistirá en la aplicación de una capa de masilla en las uniones entre placas. Finalmente, se hará un pegado de cinta para luego revestir el yeso empleando pintura epóxica.

Para el caso de las puertas de entrada al contenedor, se realizará el aislamiento de igual manera que en las paredes de revestimiento, con la diferencia que se empleará un acabado de acero inoxidable en lugar de placa de yeso. Asimismo, será necesaria la colocación de una cerradura interior y 2 (dos) barras antipánico para casos de emergencias.

En la siguiente ilustración se representa una pared de revestimiento compuesta por perfiles montantes y soleras sobre los cuales se atornilla la placa de yeso.



**Ilustración 25: Representación de las diferentes estructuras que conforman la pared del bloque quirúrgico**

Siendo:

1. Placa de yeso.
2. Tomado de juntas.
3. Perfil solera.
4. Perfil montante.
5. Banda material elástico.
6. Material aislante lana de vidrio.
7. Tornillo T2.
8. Fijador.

### 3.6.2 Paredes interiores

Las paredes internas del bloque quirúrgico tendrán las mismas características estructurales que las paredes de revestimiento, con la diferencia que no poseerán material aislante (lana de vidrio). Las montantes a utilizar serán tipo C de 34 mm, de 2,6 m de longitud cada una y las soleras tipo U de 35 mm, también de 2,6 m de longitud cada una.

### 3.6.3 Pisos

#### *Pisos semiconductivos para el área de cirugía*

Para el área de cirugía se utilizará un piso de goma electrostático semiconductivo para el control de descargas electrostáticas de equipamiento eléctrico. Dicho piso será de terminación lisa, libre de poros, con baja emisión de compuestos orgánicos volátiles y libres de PVC y halógenos. El piso seleccionado será el siguiente:

Modelo	Medidas	Cantidad	Peso	Color
Bicapa con espesor de 3 mm	61 x 61 cm	2 cajas de 20 unidades	4,6 Kg/m <sup>2</sup>	Gris plateado

Tabla 68: Características del modelo del piso semiconductor para el área de cirugía

### Instalación del piso de goma semiconductor

Los contenedores de fábrica presentan como base un piso de madera, el cual deberá ser esmerilado previo a la instalación del piso de goma semiconductor para prevenir irregularidades, asperezas o cualquier tipo de defecto que puedan ser visibles a través de la superficie del piso de goma.

Para iniciar con la instalación del piso semiconductor, se realizará un mallado con cintas de cobre de ancho de 10 mm y espesor de 0,1 mm, dispuestas entre sí cada 40 cm (AEA 90366-7-710). Para garantizar una correcta puesta a tierra se deberá conectar la unión de las cintas colectoras de los extremos, transversal y longitudinal, al acero del container, el cual será conectado a la jabalina de puesta a tierra del bloque. El diseño del mallado puede observarse en el siguiente plano:

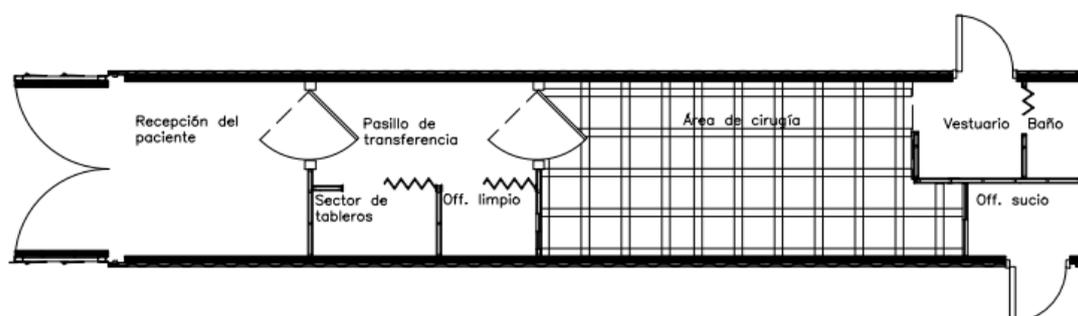


Ilustración 26: Representación del mallado de cobre del suelo del área de cirugía para la instalación del piso de goma semiconductor

Luego de adherir las cintas de cobre y previo a la colocación del piso de goma, se deberá aplicar el zócalo sanitario con adhesivo de doble contacto sin tolueno, de modo tal que las cintas de cobre queden por debajo del zócalo.

Por último, se cubrirá el mallado de cintas de cobre y el rollo del piso semiconductor con una carpeta de bases cementicias, la cual se dejará secar para luego colocar el piso semiconductor.

### *Pisos sanitarios no conductivos*

Para las salas del bloque quirúrgico, con la excepción del área de cirugía, se utilizarán pisos de goma sanitarios no conductivos. Estos serán de terminación lisa, libres de poros, con baja emisión de compuestos orgánicos volátiles y libres de PVC y halógenos. El piso seleccionado será el siguiente:

<b>Modelo</b>	<b>Medidas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Peso</b>	<b>Color</b>
Bicapa con espesor de 3 mm	61 x 61 cm	2 cajas de 20 unidades	5,1 Kg/m <sup>2</sup>	Gris plateado

**Tabla 69: Características del modelo del piso de goma sanitario**

### *Instalación del piso de goma sanitario no conductivo*

El suelo de madera del contenedor deberá ser esmerilado previo a la instalación del piso de goma sanitario. Para la instalación del mismo, primero se colocará una capeta cementicia que cubra toda la superficie del suelo del contenedor, y luego se fijarán sobre la misma las unidades del piso, solapándose unas con otras. Finalmente, se cortarán todas las partes solapadas.

### *3.6.4 Puertas*

El tipo de puerta a utilizar en cada sector dependerá de la ubicación de cada una dentro del bloque quirúrgico. En la siguiente tabla, se indican sus características:

<b>Localización de puerta</b>	<b>Tipo de puerta</b>	<b>Material</b>	<b>Medidas</b>
Acceso al vestuario desde el exterior del container.	Abatible sin ventana. Simple hoja.	De PVC con aislación.	Ancho = 70 cm. Alto = 200 cm. Espesor = 7 cm. Marco = (5 x 10) cm.
Acceso a la sala de baño desde vestuario.	Plegadiza. Simple hoja.	De PVC.	Ancho = 60 cm. Alto = 200 cm. Espesor = 1,2 cm.
Comunica el vestuario con el área de cirugía	Corrediza.	De madera revestida en acero inoxidable.	Ancho libre = 60 cm. Alto = 210 cm. Espesor = 4,5 cm. Long. del riel = 120 cm.

Localización de puerta	Tipo de puerta	Material	Medidas
Acceso al office sucio desde el exterior del container.	Abatible sin ventana. Simple hoja.	De PVC sin aislación.	Ancho = 70 cm. Alto = 200 cm. Espesor = 7 cm. Marco = (5 x 10) cm.
Comunica el área de cirugía con el pasillo de transferencia.	Pivotante. Simple hoja.	De madera revestida en acero inoxidable.	Ancho paso libre = 90 cm. Alto = 210 cm. Espesor = 3,2 cm. Marco = (11 x 13,5) cm.
Comunica el pasillo de transferencia con el área de recepción del paciente.	Pivotante. Simple hoja.	De madera revestida en acero inoxidable.	Ancho paso libre = 90 cm. Alto = 210 cm. Espesor = 3,2 cm. Marco = (11 x 13,5) cm.
Acceso al office limpio.	Plegadiza. Simple hoja.	De PVC.	Ancho = 115 cm. Alto = 200 cm. Espesor = 1,2 cm.
Acceso al sector de tableros	Plegadiza. Simple hoja.	De PVC.	Ancho = 115 cm. Alto = 200 cm. Espesor = 1,2 cm.
Acceso al área de recepción del paciente desde el exterior del container.	Corrugada en forma acanalada. Doble hoja	Acero con aislación y revestida en acero inoxidable.	Ancho = 234 cm. Alto = 259 cm. Espesor = 7 cm.

**Tabla 70: Características estructurales y ubicación de las diferentes puertas del bloque quirúrgico**

Para la colocación de las puertas mediante la cuales se tendrá acceso al vestuario y al office sucio, desde el exterior del container, se realizarán cortes a la estructura de acero del contenedor teniendo en cuenta las medidas de dichas puertas indicadas en la tabla anterior.

### 3.6.5 Cielorraso de yeso

Se definirá una altura para la colocación de los paneles de yeso del cielo-raso de 2,55 m, a partir de la cual se fijarán soleras tipo U de 35 mm sobre las paredes de revestimiento del bloque, colocadas previamente, utilizando tornillos de acero tipo T2 punta aguja con cabeza trompeta y ranura en cruz.

Luego de la fijación de las soleras se colocará, en el sentido longitudinal del contenedor, una vela rígida conformada por soleras tipo U de 35 mm y por montantes tipo C de 34 mm. Las velas rígidas estarán ubicadas a 1,1 m respecto a las paredes laterales. Las soleras se fijarán al contenedor mediante tornillos de

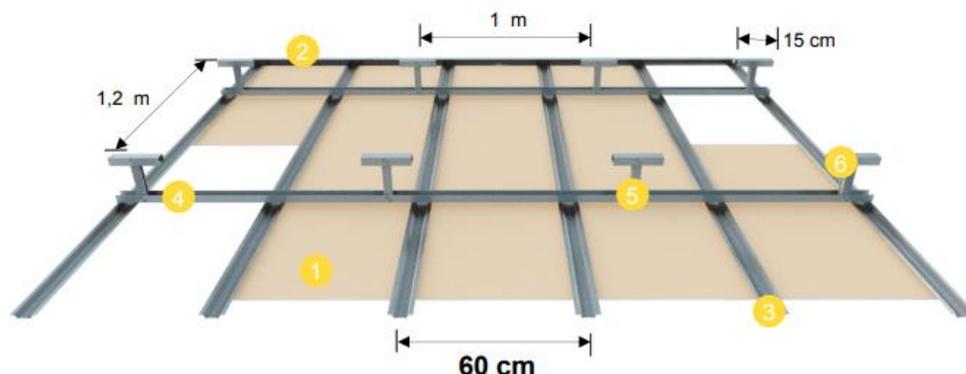
acero inoxidable autoperforantes con cabezal hexagonal, y las montantes a las soleras mediante 2 tornillos T1 cruzados por cara.

Luego de la instalación de las velas rígidas, se empalmará a las mismas una solera tipo U de 35 mm como viga maestra.

Posteriormente, se instalarán cada 60 cm perfiles omegas en sentido perpendicular a las velas rígidas. El cableado correspondiente a la instalación eléctrica se deberá colocar una vez que estén instalados los perfiles omegas.

Finalmente, se colocarán los rollos de aislante de lana de vidrio para luego fijar las placas de yeso, en forma transversal, a los perfiles omegas. Las medidas de las placas de yeso serán de 1,2 m de ancho x 2,4 m de largo x 7 mm de espesor. El tomado de juntas del cielorraso se realizará del mismo modo que las paredes del bloque previo a la cobertura con pintura epóxica.

La perfilería deberá ser bajo norma IRAM-IAS U 500-243. En la siguiente ilustración se representa el modo de colocación de la estructura metálica del cielorraso.



**Ilustración 27: Representación del modo de colocación de la estructura metálica del cielorraso del bloque quirúrgico**

Siendo:

1. Placa de yeso.
2. Solera de 35 mm.
3. Perfil Omega.
4. Viga maestra solera.
5. Vela rígida montante.
6. Solera de 35 mm.

#### *Sujeción de la lámpara scialítica*

Como en el bloque quirúrgico se presenta techo falso, el anclaje del soporte eje de la lámpara se debe realizar a la estructura del container. Para ello, se debe soldar al techo de acero una placa de acero con un diámetro de 32 cm

y bajar con perfiles ángulo de acero hasta la placa de yeso. Estos serán cuatro perfiles de lados iguales de 3" y espesor de 1/4" soldados en la parte superior. Dicha fijación se realizará con soldadura por arco manual con electrodo revestido (SMAW).

Por otra parte, el soporte de la lámpara se sujetará a los perfiles ángulo mediante cuatro pernos roscados de 5/8", los cuales deberán sobresalir 6 cm de la placa yeso para completar la fijación final de la scialítica.

### 3.7 Diseño de la instalación de seguridad contra incendios

La Ley 19.587 [34], Decreto 351/79 contempla cuatro aspectos principales en lo relativo a protección contra incendios:

- Resistencia al fuego de los materiales constructivos. Carga de fuego.
- Potencial extintor.
- Medios de escape.
- Condiciones de situación, construcción y extinción.

#### 3.7.1 Resistencia al fuego de los materiales constructivos

Para determinar la cantidad de material combustible en cada sector de incendio la Ley 19.587 [34] incorpora el concepto de carga de fuego: “Peso en madera por unidad de superficie ( $\text{Kg}/\text{m}^2$ ), capaz de desarrollar una cantidad de calor equivalente a la de los materiales contenidos en el sector de incendio.” Se considerará al bloque quirúrgico como un único sector de incendio con una superficie total de  $26,35 \text{ m}^2$ .

Se determinará la carga de fuego del bloque quirúrgico calculando el equivalente en madera de cada uno de los materiales contenidos en el bloque.

	Densidad [kg/m <sup>3</sup> ]	Poder calorífico [Kcal/kg]	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Peso [kg]	Carga de fuego
<b>Caucho Vulcanizado</b>	950	10.600	0,74	703	64,15
<b>Yeso Precipitado</b>	970	4.400	1,288	1.249,36	47,32
<b>Piso ply- wood</b>	500	4.400	0,74	370	14,02
<b>Puertas de madera</b>	500	4.400	0,19	95	3,6
<b>Algodón</b>	1.540	4.000	0,00032	0,5	0,017
<b>Vestimenta</b>	1.540	4.000	0,0012	1,8	0,062
<b>Alcohol etílico</b>	785	6.000	0,002	1,57	0,081
<b>Plástico</b>	800	4.800	0,9	720	29,7
<b>TOTAL</b>	<b>7.585</b>	<b>42.600</b>	<b>3,86</b>	<b>3.141,23</b>	<b>158,95</b>

Tabla 71: Cálculo estimado de la carga de fuego de cada material del bloque quirúrgico

La carga de fuego del contenedor será de 158,95 y se obtuvo aplicando la fórmula:

$$Carga\ de\ fuego = \frac{(Peso\ x\ Poder\ Calorífico)}{4400\ x\ Área}$$

Fórmula 25: Cálculo de carga de fuego

### 3.7.2 Elección de extintor

Los extintores están compuestos por un recipiente de alta presión, un agente extintor, válvula de accionamiento, manómetro, manguera con tobera, tarjeta de carga y placa identificatoria.

Para la selección del extintor para el bloque quirúrgico, se tendrá en cuenta la tabla proporcionada por el Código de Edificación, la cual establece el tipo de extintor necesario para extinguir las distintas clases de fuego.

En el bloque quirúrgico, se podrán originar clases de fuego A, B y C, por lo tanto, se optará por la colocación de un extintor HCFC con capacidad nominal de 5 Kg. Este es un 'agente limpio' para riesgos de clase A, B y C, a base hidro-

Diseño y adaptación de un bloque quirúrgico móvil de emergencia a un contenedor marítimo

clorofluorocarbono (HCFC 123), descargado como un líquido que no deja residuos con sello IRAM 3504. Entre las aplicaciones del extintor se encuentra el uso para áreas con equipos electrónicos y cuartos asépticos.

Se ubicará en el área de cirugía a una altura de 1,20 m tal como lo establece la Ley 19.587 [34].



**Ilustración 28: Extintor HCFC con capacidad nominal de 5 Kg.**

### 3.7.3 Luces de emergencia

Se instalarán 3 (tres) dispositivos de iluminación de emergencia ubicados en: sala de recepción del paciente, pasillo de transferencia y área de cirugía. Dicha ubicación corresponderá con la señalización del medio de escape.



**Ilustración 29: Luz de emergencia LED.**

### 3.7.4 Medio de escape

El medio de escape es aquel medio de salida exigido que constituye la línea natural de tránsito y garantiza una evacuación rápida y segura.

El ancho total requerido para los medios de escape será:

$$A = n \times U$$

**Fórmula 26: Cálculo del ancho total para los medios de escape**

$$A = 0,033 \times 0,55 = 0,02 \text{ m}$$

Siendo:

$n$  = número de Unidades de Ancho de Salida = 0,033.

$U$  = Unidades de Ancho de Salida = 0,55.

El Número de Unidades de Ancho de Salida “ $n$ ” se calcula como:

$$n = \frac{N}{100}$$

**Fórmula 27: Cálculo del número de unidades de ancho de salida**

Siendo:

$N$  = número total de personas a ser evacuadas.

$$N = F \times S$$

**Fórmula 28: Cálculo del número total de personas a ser evacuadas**

Siendo:

$S$  = superficie en  $m^2 = 26,35 m^2$ .

$F$  = factor de ocupación.

$$F = \frac{1}{X}$$

**Fórmula 29: Cálculo del factor de ocupación**

Siendo:

$F = 8$ , valor obtenido en la tabla de factor de ocupación

Entonces  $F = 0,125 \text{ personas}/m^2$  y  $N = 3,3$ .

Por lo tanto  $n = 0.033$ .

Como el ancho mínimo permitido es de dos unidades de ancho de salida, entonces el ancho de salida deberá ser 1,10 m, no pudiéndose cumplir dicha condición para el caso de las puertas pivotantes ‘P4’, pero si se cumplirá para la puerta ‘P6’ de doble hoja de acceso al bloque quirúrgico.

*Cantidad requerida de medios de escape*

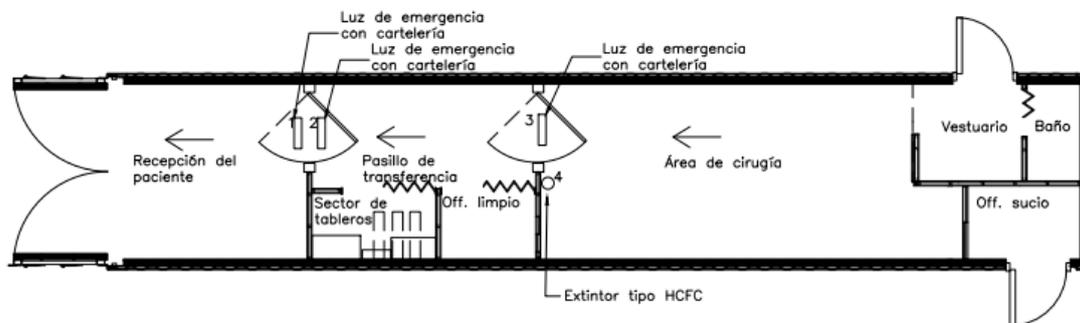
Se considerará 1 (un) solo medio de escape ya que la Ley 19.587 [34] establece que, si  $n < 3$  o  $n = 3$ , entonces  $N_{me} = 1$ .

Siendo:

$n$  = Unidad de Ancho de Salida.

$N_{me}$  = número de medios de escape.

En el siguiente plano se señala la vía de escape, la ubicación del extintor y las luces de emergencias representadas con sus correspondientes carteles de salida.



**Ilustración 30: Señalización de vía de escape, extintor y ubicación de las luces de emergencias con sus carteles de salida.**

### 3.7.5 Condiciones de situación, construcción y extinción

El riesgo del módulo quirúrgico se establecerá a partir del Código de Edificación, el cual clasifica a los distintos locales según sus aplicaciones o usos.

Se considerará al módulo quirúrgico como un establecimiento de sanidad y salubridad, por ende, el riesgo correspondiente al mismo será el riesgo 4. Por lo tanto, el código establece que se deberán adoptar las siguientes condiciones:

- Condiciones de situación
  - *Condición general de situación:* hace referencia a un predio de más de  $8000 m^2$ , por lo tanto, no aplica al módulo quirúrgico.
  - *Condiciones específicas de situación:* teniendo en cuenta el uso del bloque quirúrgico, se deberá cumplir con la condición S2, la cual indica que cualquiera sea la ubicación del edificio, éste debe cerrarse con un muro de por lo menos 3 m de altura y de 0,3 m de espesor de albañilería de ladrillos macizos o 0,007 m de hormigón, exceptuando las aberturas exteriores. Dicha condición no se cumplirá para el módulo de quirófano debido a que este es móvil y está adaptado dentro de un contenedor de carga marítima.
- Condiciones de construcción
  - *Condiciones generales de construcción:* indica que el elemento constructivo que establezca el límite físico del sector de incendio sea de resistencia al fuego igual a F180, conforme al cuadro de Resistencia al Fuego de un sector con ventilación mecánica ya que la carga de fuego calculada es mayor a  $100 Kg/m^2$ . Por otra parte, se asegurará el funcionamiento de la iluminación y

señalización de los medios de escape en caso de corte de suministro de energía eléctrica.

- *Condiciones específicas de construcción:* teniendo en cuenta el uso del bloque quirúrgico, se deberá cumplir con las condiciones C1 y C9. La primera, no aplicará ya que trata de cajas de ascensores y montacargas. Con respecto a la segunda, C9, esta establece la necesidad de contar con un grupo electrógeno de arranque automático con capacidad adecuada para cubrir las necesidades esenciales. El bloque quirúrgico, cumplirá con dicha condición para aquellas situaciones en donde la red de energía pública sea la fuente principal de energía. Caso contrario, el grupo electrógeno será la fuente de suministro principal.

➤ Condiciones de extinción

- *Condiciones generales de extinción:* considerando que la superficie del módulo quirúrgico es menor a  $200 m^2$ , se dispondrá solo de 1 (un) matafuegos de la clase de fuego correspondiente (ABC).
- *Condiciones específicas de extinción:* teniendo en cuenta el uso del bloque quirúrgico, se deberá cumplir con la condición E8, la cual no se aplicará al módulo quirúrgico, ya que este presenta una superficie menor a  $1500 m^2$ .

### 3.8 Peso del bloque quirúrgico

Para el diseño del módulo quirúrgico, como se mencionó anteriormente, se escogió un contenedor High Cube de 40', cuyo peso equivale a 3.940 Kg y admite una carga máxima de 28.560 Kg.

Se deberá tener en cuenta el peso de los elementos que contendrá el contenedor para verificar que los mismos no sobrepasen la carga máxima. Para ello, se obtendrá el peso total estimado del bloque mediante la sumatoria de los pesos (Kg) de los materiales estructurales y los pesos (Kg) del equipamiento.

<b>Materiales estructurales</b>	
<b>Materiales</b>	<b>Peso [Kg]</b>
Placa de yeso paredes	1.040,00
Placa de yeso cielorraso	160,00
Perfilería	271,20
Aislante (lana de vidrio)	184,80
Pisos de goma	120,30
Puerta pivotante (x2)	52,00
Puerta plegadiza office limpio y sector de tableros	14,00
Puerta corrediza vestuario	6,00
Puerta exterior de acceso al vestuario y office sucio	46,00
<b>TOTAL</b>	<b>1.894,30</b>

Tabla 72: Peso total estimado de materiales estructurales

<b>Equipamiento</b>			
<b>Equipamiento</b>	<b>Peso unitario [Kg]</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Peso total [Kg]</b>
Contenedor vacío	3.940,00	1	3.940,00
Semirremolque	6.000,00	1	6.000,00
Mesa de cirugía	186,00	1	186,00
Desfibrilador	9,00	1	9,00
Bombas de infusión	2,15	2	4,30
Transductor portátil de ecógrafo	1,20	1	1,20
Monitor multiparamétrico	9,80	1	9,80
Portavenoclisis	1,50	1	1,50
Taburete	3,50	1	3,50
Mesa para electrobisturí	19,00	1	19,00
Mesa para desfibrilador	17,00	1	17,00
Mesa de Instrumentación	9,00	1	9,00
Mesa mayo	7,00	1	7,00
Camilla de traslado	12,00	1	12,00
Camilla de traslado para pacientes obesos	20,00	1	20,00
Unidad rodante de almacenamiento	30,00	2	60,00

<b>Equipamiento</b>			
<b>Equipamiento</b>	<b>Peso unitario [Kg]</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Peso total [Kg]</b>
Lebrillo	3,50	4	14,00
Mesa	5,00	1	5,00
Panel de área de cirugía	12,00	1	12,00
Panel de área de recepción del paciente	9,00	1	9,00
Banco de vestuario	1,70	1	1,70
Tablero de aislamiento IT	136,00	1	136,00
UPS con batería externa	28,60	1	28,60
Tablero de transferencia	39,00	1	39,00
Tablero general de distribución	15,00	1	15,00
Lavamanos portátil para baño	17,00	1	17,00
Inodoro portátil	4,80	1	4,80
Mesa de anestesia	147,00	1	147,00
Vaporizador	6,40	1	6,40
Electrobisturí	10,00	1	10,00
Scialítica simple	25,00	1	25,00

Equipamiento			
Equipamiento	Peso unitario [Kg]	Cantidad	Peso total [Kg]
Extintor portátil	8,55	1	8,55
Luminarias general 12W	0,50	7	3,50
Luminarias general 18W	0,75	7	5,25
Cilindro de Oxígeno medicinal cargados	80,00	2	160,00
Cilindro de Aire medicinal cargado	80,00	2	160,00
Grupo electrógeno cargado con combustible Diesel	720,00	1	720,00
Gabinete para almacenamiento y protección de cilindros	125,00	1	125,00
Equipo de climatización	220,00	1	125,00
Equipo de rayos X portátil	206,00	1	206,00
<b>TOTAL</b>			<b>12.448,15</b>

**Tabla 73: Peso total estimado del equipamiento del bloque quirúrgico**

Por lo tanto, para determinar el peso estimado total del bloque quirúrgico completo, se deberán sumar los pesos (Kg) obtenidos de los materiales estructurales y del equipamiento. **Peso estimado total: 14.342,45 Kg.**

Dado que el peso estimado total del bloque no supera la carga máxima admisible del contenedor (28.560 Kg), el mismo podrá ser transportado en forma terrestre, marítima o aérea, según los requerimientos.

### 3.9 Limpieza y desinfección

La limpieza previa al inicio de cada cirugía se realizará humedeciendo paños descartables y frotando con ellos las superficies a limpiar. Constará de 3 (tres) pasos:

1. Limpieza con agua y detergente.
2. Enjuague con agua limpia.
3. Desinfección con soluciones cloradas (100 ml de cloro en 1000 ml de agua).

Luego de la cirugía, la limpieza de sangre y otros fluidos derramados sobre el suelo se deberá realizar de la siguiente manera:

- Observar que no haya punzantes.
- Absorber el líquido con papel o trapos.
- Descartar los papeles y trapos en una bolsa roja, como basura patológica.
- Lavarse las manos y proseguir con los ítems 1, 2 y 3, mencionados anteriormente.

#### 3.9.1 Manejo de los residuos

Se deberá tener en consideración los siguientes puntos:

- Se descartarán todos los elementos descartables que estén abiertos o usados.
- Una vez finalizada la cirugía, se retirarán todos los residuos en bolsas cerradas y se depositarán en el office sucio.
- Las bolsas no se deberán trasvasar ni presionar con las manos.
- Se dispondrá de bolsas negras para descartar residuos comunes.
- Se dispondrá de bolsas rojas para descartar elementos que contengan sangre y/o fluidos corporales.

Para el tratamiento y disposición final de los residuos una vez finalizadas las 9 horas de trabajo continuas o previa a la retirada del bloque quirúrgico de la zona de impacto, será necesario que se recolecten de manera diferencial los residuos (patógenos y comunes).

### 3.10 Plan de Mantenimiento

Se puede considerar al mantenimiento como la serie de trabajos que hay que ejecutar en algún equipo o lugar a fin de conservar el servicio para el cual fue diseñado, intentando reducir al mínimo las suspensiones del trabajo, al mismo tiempo que hacer más eficaz el empleo de dichos elementos y de los recursos humanos, con el objetivo de conseguir los mejores resultados con el menor costo posible.

El mantenimiento se clasifica en dos grandes categorías: *inspección y mantenimiento preventivo (IMP)* y *mantenimiento correctivo (MC)*. La IMP refiere a todas las actividades programadas que son necesarias para asegurar el funcionamiento de las instalaciones y el equipamiento. Incluye las inspecciones de funcionamiento y las inspecciones de seguridad. El MC es el proceso para restaurar la integridad, la seguridad o el funcionamiento de una instalación o un dispositivo después de una avería.

Para el bloque quirúrgico, se realizó un plan de mantenimiento preventivo con aspectos básicos mínimos a tener en cuenta para conservar el estado físico y funcional de las instalaciones, equipamiento y elementos constructivos, de forma diaria, semanal, mensual y semestral.

La frecuencia de mantenimiento preventivo se determinó considerando un *uso diario* del bloque quirúrgico móvil. Para aquellos mantenimientos que requieran de una frecuencia diaria, estos deben ser realizados previo a la puesta en marcha del bloque. En lo que respecta a la limpieza diaria, esta debe ser realizada previa al inicio de cada cirugía.

Mantenimiento Preventivo	Frecuencia de Mantenimiento			
	Diario	Semanal	Mensual	Semestral
<b>Instalación Eléctrica</b>				
Verificar nivel de aceite en el motor del grupo electrógeno			X	
Verificar nivel de aceite en bomba inyección			X	
Inspección general del motor: comprobar buen estado del circuito de agua y del alternador			X	
Comprobar gasoil en depósito	X			
Comprobar nivel de agua en radiador del motor			X	
Comprobar que no existan fugas de aceite o agua			X	
Comprobar estado de correas de la bomba de agua y del alternador			X	
Limpieza general externa del grupo electrógeno.		X		
Comprobar el estado de la pintura de la carcasa y la existencia de óxidos.		X		X

<b>Instalación Eléctrica</b>	Diario	Semanal	Mensual	Semestral
Arranque del grupo en caso de inutilización		<b>x</b>		
Control visual de las protecciones de los tableros eléctricos	<b>x</b>			
Limpieza exterior de tableros				<b>x</b>
Limpieza interior de tableros				<b>x</b>
Control de dispositivo de vigilancia del tablero IT: se comprobará que esté en funcionamiento y en estado correcto	<b>x</b>			
Control de la alarma sonora del tablero IT: se comprobara que al actuar sobre el pulsador rojo la alarma actúa	<b>x</b>			
Control visual de las baterías UPS: se comprobará visualmente el estado de las mismas	<b>x</b>			
Pruebas de las baterías: se actuara sobre el interruptor paro-marcha, comprobando que las baterías actúan	<b>x</b>			
Control visual de tomacorrientes generales y de uso médico	<b>x</b>			
Control de lámparas: se comprobará que todas las luces funcionan	<b>x</b>			
Control equipotenciales: se comprobará visualmente el estado de todas las tomas equipotenciales	<b>x</b>			
<b>Instalación de Gases Medicinales</b>	Diario	Semanal	Mensual	Semestral
Control de la cerradura del gabinete	<b>x</b>			
Inspección visual del estado del gabinete	<b>x</b>			
Control de la presión de los cilindros	<b>x</b>			
Inspección visual del estado del Manifold	<b>x</b>			
Prueba de funcionamiento del Manifold		<b>x</b>		
Inspección del estado de las mangueras de gases medicinales	<b>x</b>			
Inspección del estado de las cañerías de cobre	<b>x</b>			
Verificar posibles fugas en las cañerías de cobre		<b>x</b>		
Verificar posibles fugas en las bocas de salida de los poliductos			<b>x</b>	
Inspeccion el estado de humidificadores y flujímetro	<b>x</b>			
Inspección visual de manómetros	<b>x</b>			
<b>Instalación de Climatización</b>	Diario	Semanal	Mensual	Semestral
Revisión de la alimentación eléctrica del tablero a la unidad.	<b>x</b>			
Verificar voltaje de llegada al tablero de control	<b>x</b>			
Verificar amperaje de consumo	<b>x</b>			

<b>Instalación de Climatización</b>	Diario	Semanal	Mensual	Semestral
Lubricación y limpieza del motor		X		
Limpieza de serpentines evaporadores y serpentines condensadores, con líquido a presión.			X	
Limpieza de condensadores y turbinas.			X	
Control de presión de gas refrigerante				X
Limpieza de filtros de aire			X	
Verificación de temperatura y humedad de las áreas acondicionadas, 24 °C y 50%	X			
Verificación de fugas			X	
Limpieza de termostato			X	
Verificación de funcionamiento de termostato			X	
Inspección de los ductos del sistema de aire acondicionado	X			
Inspección del estado de las rejillas de impulsión y retorno	X			
Inspección del estado de la carcasa del sistema roof top	X			
Limpieza de ventiladores			X	
<b>Instalación sanitaria</b>	Diario	Semanal	Mensual	Semestral
Inspección visual del estado de los equipos portátiles sanitarios	X			
Control de funcionamiento de equipos portátiles sanitarios	X			
Limpieza de los tanques luego de la descarga de los mismos	X			
Control de carga de tanque séptico	X			
Control de carga de tanque de agua limpia	X			
Control de carga de jabón y papelera	X			
Inspección del estado del cesto para residuos de los lavamanos	X			
<b>Equipamiento</b>	Diario	Semanal	Mensual	Semestral
Pruebas de seguridad eléctrica				X
Pruebas de calibración				X
Verificación de filtros		X		
Verificación de manómetros		X		
Verificación de reguladores		X		
Verificación de accesorios	X			
Inspección del estado de cables paciente	X			
Limpieza general externa del equipamiento	X			
Limpieza interna de equipamiento				X
Inspección visual del estado	X			
Inspección visual del estado del cable eléctrico y del tomacorrientes	X			
Verificar conexión de equipamiento médico a tomas de uso médico	X			

<b>Equipamiento</b>	Diario	Semanal	Mensual	Semestral
Verificar conexión de equipamiento no médico a tomas de uso general	<b>x</b>			
Control de alarma sonora y luminosa	<b>x</b>			
Prueba y funcionamiento	<b>x</b>			
<b>Elementos Constructivos</b>	Diario	Semanal	Mensual	Semestral
Inspección visual del estado de pisos, paredes y puertas	<b>x</b>			
Limpieza de pisos, paredes y puertas	<b>x</b>			
Reforzar pintura térmica externa				<b>x</b>
Comprobar que la estructura no presente daños ni fisuras externas	<b>x</b>			
Verificación de hermeticidad del bloque	<b>x</b>			

**Tabla 74: Plan de mantenimiento preventivo**

### 3.10.1 Verificación del estado del contenedor

Se sugiere necesario y conveniente, previo a la adaptación del bloque quirúrgico al contenedor, verificar los siguientes puntos:

- Comprobar que los esquineros no presenten fisuras.
- Comprobar que la estructura se encuentre recta para asegurar su rigidez.
- Controlar que el suelo, techo y las paredes estén en buen estado para permitir el aislamiento físico de la carga y que las dimensiones de la unidad no tengan variaciones que hagan complicada su manipulación.
- Revisar en las puertas: paneles que forman cada hoja, las barras de cierre, las palancas y bisagras.
- Garantizar que la pintura exterior de fábrica, que protege al contenedor de los efectos climáticos y el desgaste, no contenga sustancias tóxicas.

### 3.11 Tablas de presupuestos

#### 3.11.1 Costos estimados de materiales y productos

En la siguiente tabla se detallan los materiales y productos necesarios para la construcción del bloque quirúrgico con sus respectivos costos en dólares.

Producto	Precio Unitario (USD)	Unidades	Precio total (USD)
Contenedor marítimo Dry-Van de 40' High Cube (nuevo)	4.800,00	1	4.800,00
Camilla de traslado	367,71	1	367,71
Camilla de traslado para pacientes obesos	400,00	1	400,00
Lebrillo de acero inoxidable con ruedas	45,00	4	180,00
Unidad rodante de office limpio	450,00	1	450,00
Mesa para instrumental	237,50	1	237,50
Mesa mayo	175,00	1	175,00
Mesa de cirugía mecánica	20.000,00	1	20.000,00
Portavenoclisis	167,50	1	167,50
Taburete	85,71	1	85,71
Mesa de anestesia	36.000,00	1	36.000,00
Vaporizador para mesa de anestesia	2.600,00	1	2.600,00
Monitor multiparamétrico	9.500,00	1	9.500,00

<b>Producto</b>	<b>Precio Unitario (USD)</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio total (USD)</b>
Grupo Electrónico monofásico de 11 kVA	6.650,00	1	6.650,00
Tablero estanco para red eléctrica pública	24,00	1	24,00
Tablero de transferencia	2.175,00	1	2.175,00
Caja para tablero general de distribución	47,50	1	47,50
Tablero de aislamiento IT	6.500,00	1	6.500,00
UPS con batería externa	3.962,74	1	3.962,74
Electrobisturí	6.800,00	1	6.800,00
Carro para equipamiento médico	400,00	1	400,00
Desfibrilador	7.500,00	1	7.500,00
Carro de paro	425,00	1	425,00
Aspirador quirúrgico 10 l	1.700,00	1	1.700,00
Bomba de Infusión a jeringa	2.000,00	2	4.000,00
Transductor portátil	1.375,00	1	1.375,00
Banco de vestuario	35,00	1	35,00

<b>Producto</b>	<b>Precio Unitario (USD)</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio total (USD)</b>
Lavamanos portátil del área de cirugía	281,25	1	281,25
Inodoro portátil	100,00	1	100,00
Lavamanos portátil para baño	255,00	1	255,00
Lámpara scialítica simple de 70 Leds	7.500,00	1	7.500,00
Puerta pivotante de madera revestida en acero inoxidable	610,00	2	1220,00
Puerta plegadiza de PVC para office y sector de tableros	142,50	2	285,00
Puerta plegadiza de PVC para baño	75,00	1	75,00
Puerta corrediza de madera revestida en acero inoxidable para vestuario	275,00	1	275,00
Puerta exterior de PVC con aislación	625,00	2	1250,00
Extintor de polvo químico seco de 5 kg	225,00	1	225,00
Poliducto para área de cirugía	4.900,00	1	4.900,00
Ventana tipo guillotina para office sucio	125,00	1	125,00
Ventana tipo guillotina para office limpio	100,00	1	100,00

<b>Producto</b>	<b>Precio Unitario (USD)</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio total (USD)</b>
Poliducto para área de recepción del paciente	3.100,00	1	3.100,00
Reguladores de baja presión (0-10 kg)	35,00	4	140,00
Caudalímetro/fluímetro (0-15 l/min)	231,75	4	927,00
Humidificador (300 cm <sup>3</sup> )	6,25	2	12,50
Gabinete para cilindros de gases	875,00	1	875,00
Manifold semiautomático 2x1	364,5	2	729,00
Cilindro para Oxígeno medicinal 50 l	800,00	2	1600,00
Cilindro para Aire medicinal 50 l	800,00	2	1600,00
Cañería de cobre electrolítico tipo K ½" x 6 m	312,25	5	1561,25
Riel 80 mm para grampa tipo olmar	1,07	20	21,40
Grampa tipo olmar	0,69	20	13,75
Arandela de seguridad tipo grower pack de 100	15,00	2	30,00
Codo de cobre electrolítico ½"	17,25	10	172,00
Tee de cobre electrolítico ½"	22,25	2	44,50

<b>Producto</b>	<b>Precio Unitario (USD)</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio total (USD)</b>
Conector para cañerías de gas medicinal	27,25	6	163,50
Equipo de climatización	4.000,00	1	4.000,00
Llave termomagnética bipolar 6 A	15,15	17	257,55
Llave termomagnética bipolar 16 A	11,16	1	11,16
Llave termomagnética bipolar 32 A	13,51	1	13,51
Llave termomagnética bipolar 40 A	14,51	1	14,51
Disyuntor bipolar 40 A 30 mA	50,48	1	50,48
Luminaria general de 12 W (960 lúmenes)	12,50	7	87,50
Luminaria general de 18 W (1962 lúmenes)	15,00	7	105,00
Llave de luz armada punto simple 10 A	1,56	5	7,80
Llave de luz armada punto combinada 10 A	1,62	4	6,48
Tomacorriente general doble 2P + T 10 A	2,27	4	9,08

<b>Producto</b>	<b>Precio Unitario (USD)</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio total (USD)</b>
Tomacorriente general simple 2P + T 10 A	1,89	4	7,56
Llave seccionadora rotativa bipolar 25 A	12,50	1	12,50
Montante 69 mm	3,72	90	334,80
Montante 34 mm	2,62	42	110,25
Solera 35 mm	2,45	14	34,30
Solera 70 mm	3,32	40	132,80
Tornillo T1 8x9/16	0,02	1136	22,72
Tornillo T2 6x1	0,01	1983	19,83
Tornillo autoperforante con cabezal hexagonal 14x3/4	0,05	412	20,60
Placa de yeso para pared (1,2 ancho x 2,4 largo x 0,0125 m espesor)	10,00	40	400,00
Placa de yeso para cielorraso (1,2 ancho x 2,4 largo x 0,007 m espesor)	6,75	10	67,50
Aislante lana de vidrio de 50 mm en rollo de 0,4 m x 12 m	50,25	22	1.105,50
Perfil omega 13 x 32 x 69 mm	2,40	20	48,00

Producto	Precio Unitario (USD)	Unidades	Precio total (USD)
Piso de goma de grado sanitario con zócalo sanitario espesor 3 mm x $m^2$	34,18	13	444,37
Piso de goma electrostático semi-conductivo con espesor 3 mm x $m^2$	37,20	13	483,70
Masilla balde x 32 kg	20,00	4	80,00
Cinta microperforada de papel x 75 m	2,50	3	7,50
Enduido interior x 30 l	25,00	7	175,00
Cinta de cobre 10 mm x 25 m	5,40	2	10,80
Adhesivo cementicio doble contacto sin tolueno x 4 l	40,91	2	81,82
Pintura epoxi para interior x 4 l	47,72	4	190,88
Lámina de acero inoxidable 1,00 x 2,00 m	60,30	4	241,20
Cable preensamblado de cobre XLPE 2x6 $mm^2$ x 1 m.	2,20	5	11,00
Semirremolque	7.500,00	1	7.500,00

<b>Producto</b>	<b>Precio Unitario (USD)</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio total (USD)</b>
Caño de hierro galvanizado 1/2" x 1,5 m con pipeta y grampas	29,50	1	29,50
Cable unipolar 2,5 $mm^2$ x 3 rollos de 100 m	35,00	1	35,00
Cable subterráneo bipolar 2 x 2,5 $mm^2$ x 1 m	1,20	2	2,40
Cañería liviana RL22/20 x 3 m con codos, uniones y grampas	9,00	2	18,00
3 Cables unipolares 6 $mm^2$ x 6 m	3,90	1	7,80
Cañería acero semipesado RS16/13 x 6 m con codos, uniones y grampas	29,50	12	354,00
Cañería de acero semipesado RS19/15 x 6 m con codos, uniones y grampas	15,00	1	15,00
Cañería acero semipesado RS22/18 x 6 m con codos, uniones y grampas	13,75	4	55,00
Cable unipolar verde-amarillo 6 $mm^2$ x 100 m	36,50	1	36,50

Producto	Precio Unitario (USD)	Unidades	Precio total (USD)
Cable unipolar 1,5 mm <sup>2</sup> x 3 rollos de 100 m	11,00	1	11,00
Caja de derivación	1,77	5	8,85
Pintura exterior impermeabilizante x 20 l	75,00	29	2.925,00
Cáncamo y perno de acero inoxidable 10 mm x 100 mm	9,85	34	334,90
Cincha larga con carraca y hebilla 5 m x 2,5 cm	10,00	5	50,00
Cincha corta con hebilla 2 m x 1,5 cm	2,50	1	2,50
Escalera de aluminio para acceso desde exterior	32,50	2	65,00
Plataforma autoelevadora de accionamiento hidráulico	3.000,00	1	3.000,00
Mesa de office sucio	25,00	1	25,00
Equipo de rayos X portátil	15.000,00	1	15.000,00
<b>TOTAL</b>			<b>183.936,23</b>

Tabla 75: Presupuesto estimado para la construcción del bloque quirúrgico

## 3.11.2 Costos estimados de insumos médicos y no médicos

En la siguiente tabla se detallan los insumos médicos y no médicos necesarios para el funcionamiento del bloque quirúrgico con sus respectivos costos

en dólares. Para la cantidad de cada insumo se consideró un número máximo de 3 (tres) cirugías continuas o 9 hs de cirugía.

<b>Insumo</b>	<b>Precio Unitario (USD)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio total (USD)</b>
Diesel x 1 l	0,80	46	36,80
Carga de Oxígeno medicinal para cilindro de 50 l	108,00	2	216,00
Carga de Aire medicinal para cilindro de 50 l	47,00	2	94,00
Suturas x 12 unidades	15,75	4	63,00
Caja para suturas	68,75	3	206,25
Cánulas	1,20	3	206,25
Kit ropa quirúrgica estéril x 8 unidades	39,50	12	474,00
Máscaras	4,25	3	12,75
Catéter intravenoso caja x 100 unidades	32,50	1	32,50
Fetanilo 0,05mg/ml x 5 x 5ml	26,40	1	26,40

Producto	Precio Unitario (USD)	Unidades	Precio total (USD)
Propofol 10mg/ml x 100 ml x 5 x 20 ml	64,20	1	64,20
Sevofluorano x 250 ml	150,00	1	150,00
Gasas 10x 10 cm	0,07	200	14,00
Cintas hipoaler- génicas x rollo	1,12	1	1,12
Guantes x 100 unidades	4,37	1	4,37
<b>TOTAL</b>			<b>1.601,64</b>

Tabla 76: Presupuesto estimado total de insumos para 9 horas continuas de cirugía

### 3.11.3 Costos estimados de mano de obra

En caso de que se desee construir el modelo diseñado del bloque quirúrgico, el costo estimado de la mano de obra se calculará tomando como referencia los valores de mano de obra por  $m^2$  para la construcción, brindados por el Colegio de Arquitectos de la Provincia de Córdoba con fecha al mes de Octubre 2018.

Descripción	Cantidad	Precio de Mano de Obra (USD)	Precio total para $26,35 m^2$ (USD)
Estructura de chapa galvanizada con montantes cada 40 cm, solera inferior y superior de 70 mm y placa de yeso de 12,5 mm con aislante de lana de vidrio	$m^2$	7,33	193,14

Descripción	Cantidad	Precio de Mano de Obra (USD)	Precio total para 26,35 m <sup>2</sup> (USD)
Tabique divisorio de unidades espesor de 12 cm, estructura de chapa galvanizada con montantes cada 40cm, solera inferior y superior de 35mm y placa de yeso de 12,5 mm en ambas caras	m <sup>2</sup>	8,00	210,8
Cielorraso suspendido junta tomada con placas de 12.5mm, estructura de chapa galvanizada	m <sup>2</sup>	6,00	158,10
Piso de goma con adhesivo	m <sup>2</sup>	3,50	92,22
Microcemento de 4mm de espesor	m <sup>2</sup>	5,00	131,75
Zócalo sanitario	m <sup>2</sup>	1,83	48,22
Pintura exterior	m <sup>2</sup>	1,60	42,16
Pintura interior	m <sup>2</sup>	1,00	26,35
Colocación de carpinterías puerta placa (incluye el amurado, marcos y premarcos)	Unitario	8,33	66,64
Colocación de carpinterías ventana (incluye el amurado, marcos y premarcos)	Unitario	8,33	8,33
Instalacion de gases medicinales completa (cilindros, manifold, cañerías, conexiones, llaves y regulador)	m <sup>2</sup>	6,41	168,90
Instalacion eléctrica (bocas de iluminación y tomas. Incluye incidencia de tablero de distribución general, tablero de transferencia, caja estanca, toma jabalina, cruceta y pipeta, cajas, cables y colocación de artefactos)	m <sup>2</sup>	9,30	245,05
Instalacion de grupo electrógeno	Unitario	20,00	20,00
Instalacion de climatización (colocación de Rooftop, conductos y rejillas de impulsión y retorno)	Unitario	1.100,00	1.100,00
Instalacion de tablero de aislación IT	Unitario	12.500,00	12.500,00
Limpieza de obra	m <sup>2</sup>	3,85	101,45
<b>TOTAL</b>			<b>15.113,11</b>

Tabla 77: Presupuesto estimado total de la mano de obra del bloque quirúrgico

## Conclusiones

Tras haber investigado, estudiado y diseñado un equipo de quirófano móvil de emergencias adaptado a un contenedor de carga marítima para asistencia médica inmediata, se afirma la viabilidad del diseño del proyecto, sin embargo, para la implementación del mismo, resulta imprescindible la conformación de un equipo interdisciplinario de profesionales capacitados en todos los aspectos que han sido detallados en este trabajo, incluyendo a Ing. Biomédico, Ing. Civil, Electricista, Arquitectos, Médicos especialistas en Emergentología, Anestesia, Cirugía, Epidemiología, Economistas y Estadistas, ya que la principal dificultad en la realización de este proyecto radicó en el estudio y la comprensión de todos los aspectos involucrados en el diseño del bloque quirúrgico, fundamentalmente los relacionados al diseño de la construcción, al manejo médico de las emergencias y a las búsquedas de normativas vigentes asociadas al diseño del bloque, debido a que no existen normativas para quirófanos de emergencias móviles adaptadas a un contenedor marítimo.

Por otra parte, el costo estimado de la implementación del bloque quirúrgico contemplando materiales, equipamiento, insumos y mano de obra será 200.650,98 USD, por este motivo, consideramos que un punto importante a destacar, es el beneficio económico que presenta la adaptación del bloque quirúrgico al contenedor marítimo, ya que según lo investigado, el costo de la adquisición de un producto con similares características, comercializado en el exterior, cuesta aproximadamente un 80% mayor.

De manera adicional y, según disposición de las autoridades sanitarias competentes, la unidad quirúrgica móvil podría ser utilizada ante emergencias internas de establecimientos sanitarios que afecten al personal y los pacientes, tales como incendios, pérdida de suministro eléctrico, daño en los edificios y los equipos. También podría utilizarse el módulo quirúrgico como respaldo para modificaciones edilicias sobre quirófanos.

Finalmente, a partir del presente trabajo, se propone como futuro desarrollo el diseño de un módulo anexo al bloque quirúrgico, que contenga salas para shock room, terapia intensiva y esterilización.

## Bibliografía y Referencias

[1] Organización Mundial de la Salud. (2009). Situaciones de emergencia: efectos a nivel mundial y local. Obtenido de:

[http://www.who.int/world-health-day/2009/emergencies\\_impact/es/](http://www.who.int/world-health-day/2009/emergencies_impact/es/)

[2] Ministerio de Salud de la Nación. (2016). Salud, comunicación y desastres: guía básica para la comunicación de riesgo en Argentina. Obtenido de:

[http://www.msal.gov.ar/images/stories/ryc/graficos/0000000832cnt-2016-05\\_guia-salud-comunicacion-desastres-isbn.pdf](http://www.msal.gov.ar/images/stories/ryc/graficos/0000000832cnt-2016-05_guia-salud-comunicacion-desastres-isbn.pdf)

[3] Ministerio de Salud. (2000). Decreto 573/2000. Normas de organización y funcionamiento del área de cirugía de los establecimientos asistenciales. Obtenido de:

<http://test.elegisar.msal.gov.ar/leisref/public/showAct.php?id=3426&word>

[4] Ministerio de Salud de la Nación. (2006). Resolución 1262/2006. Programa Nacional de Garantía de Calidad de la Atención Médica. Grillas de Habilitación Categorizante para Establecimientos de Salud con Internación. Obtenido de:

<http://test.e-legis-ar.msal.gov.ar/leisref/public/showAct.php?id=7101&word>

[5] ISO 6346. (1995). Contenedores de mercancías – codificación, identificación y marcado.

[6] ISO 668. (2013). Contenedores serie 1 – clasificación, dimensiones y masas brutas máximas.

[7] Agencia Nacional de Seguridad Vial. (1995). Decreto 779/1995. Anexo R. Obtenido de:

<http://servicios.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/3000034999/30389/te-xact.htm>

[8] Asociación Electrotécnica Argentina 90364 – 7 – 710. (2016). Locales para Usos Médicos y Salas Externas a los mismos.

[9] Asociación Electrotécnica Argentina 90364 – 7 – 771. (2006). Viviendas, oficinas y locales (unitarios).

[10] Ministerio de Salud de la Nación. (1993). Resolución 21/1993. Transporte por automotor de pasajeros. Normas higiénico-sanitarias que se deberán observar en la prestación de los servicios. Obtenido de:

<http://test.e-legis-ar.msal.gov.ar/leisref/public/showAct.php?id=16557&word>

[11] Ministerio de Salud de la Nación. (2000). Resolución 1130/2000. Reglamento para la fabricación, importación, comercialización y registro de gases medicinales. Obtenido de:

<http://test.e-legis-ar.msal.gov.ar/leisref/public/showAct.php?id=4698&word>

[12] IRAM-ISO 7396-1. (2014). Sistemas de redes de gases medicinales. Sistemas de redes para gases medicinales comprimidos y vacíos.

- [13] IRAM 2588. (1994). Cilindros para gases medicinales. Colores de seguridad para la identificación de su contenido.
- [14] IRAM-FAAA AB 37224. (1998). Anestesiología. Unidades terminales para usar en sistemas de cañerías de gases medicinales.
- [15] IRAM-FAAA AB 37218. (2004). Anestesiología. Cilindros, sus roscas y cañerías de gases medicinales para uso anestesiológico. Identificación.
- [16] IRAM-FAAA AB 37214. (1998). Conectores rápidos y mangueras flexibles de baja presión para uso en sistemas de gases medicinales.
- [17] UNE 100713/2005. (2005). Instalaciones de Acondicionamiento de Aire en Hospitales.
- [18] UNE-EN ISO 14644/2000. (2000). Salas limpias y locales anexos.
- [19] Quadri, N. (2008). Instalaciones de aire acondicionado y calefacción.
- [20] Quadri, N. (2008). Manual de cálculo. Instalaciones de aire acondicionado y calefacción.
- [21] UNE-EN 779. (2013). Filtros de aire utilizados en ventilación general para eliminación de partículas. Determinación de las prestaciones de los filtros.
- [22] UNE-EN 1822. (2010). Filtros absolutos (EPA, HEPA, ULPA).
- [23] Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). (2013). Madrid, España.
- [24] IRAM 11603. (2012). Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina.
- [25] Ministerio de Salud de la Nación. (1990). Decreto 3280/90. Reglamento de establecimientos asistenciales y de recreación. Obtenido de:  
<http://test.e-legis-ar.msal.gov.ar/leisref/public/showAct.php?id=7908&word>
- [26] Ministerio de Salud de la Nación. (1994). Norma de Manejo de Residuos Patológicos en Unidades de Atención. Obtenido de:  
<http://test.e-legis-ar.msal.gov.ar/leisref/public/showAct.php?id=9211&word>
- [27] Ministerio de Salud de la Nación. (1991). Residuos peligrosos. Generación, manipulación, transporte y tratamiento. Obtenido de:  
<http://test.e-legis-ar.msal.gov.ar/leisref/public/showAct.php?id=14435&word>
- [28] IRAM - AADL J20 - 6. (1972). Luminotecnia. Iluminación artificial de interiores. Niveles de iluminación.
- [29] Lázaro, E. (2008). Gases Medicinales.
- [30] ASTM B-819. (2018). Especificación para Tubo de Cobre sin costura para Sistemas de Gas para Hospitales.

[31] UNE-EN ISO 21969. (2007). Conexiones flexibles de alta presión para utilización con sistemas de gases medicinales.

[32] IRAM 11601. (2002). Aislamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario.

[33] IRAM 11605. (1996). Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en Edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos.

[34] Ley 19587. (1972). Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo.

[35] Ruiz, A., Corral, M., Resco, C., Nieto, E., & Campos, C. (2015). Manual de intervenciones sanitarias en emergencias.

[36] Bender, Anatole. (2011) Traumatismos accidentales y quirúrgicos. Obtenido de:  
<http://blogs.eco.unc.edu.ar/cirugia/2011/09/18/traumatismos-accidentales-y-quirurgicos/>

# Anexos

## Anexo N° 1: Imágenes 3D del Bloque Quirúrgico

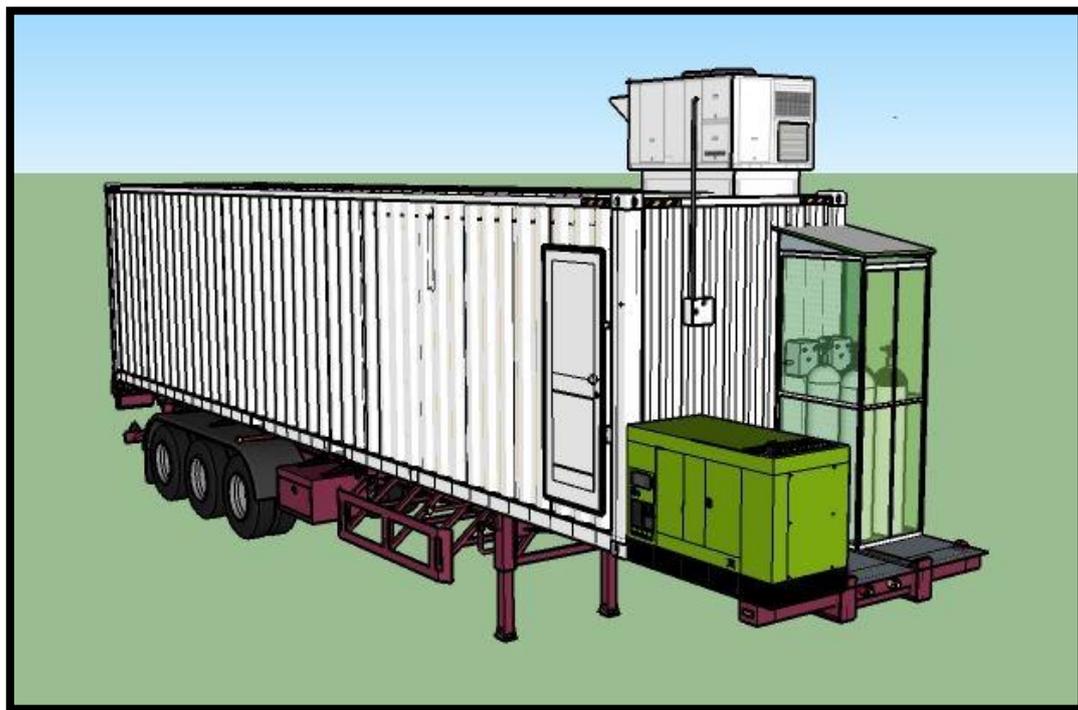


Ilustración 31: Imagen 3D de vista exterior del bloque quirúrgico

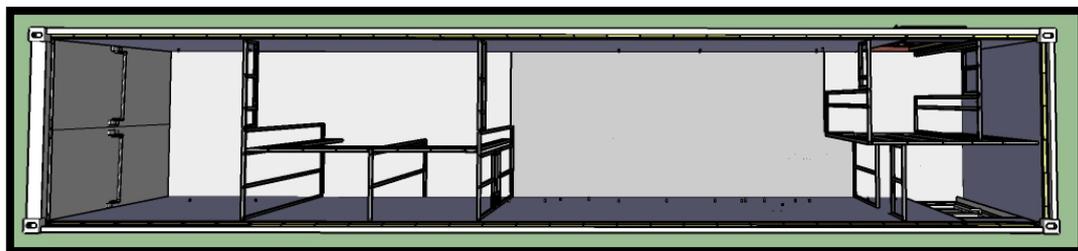


Ilustración 32: Imagen 3D de vista superior de perfilera

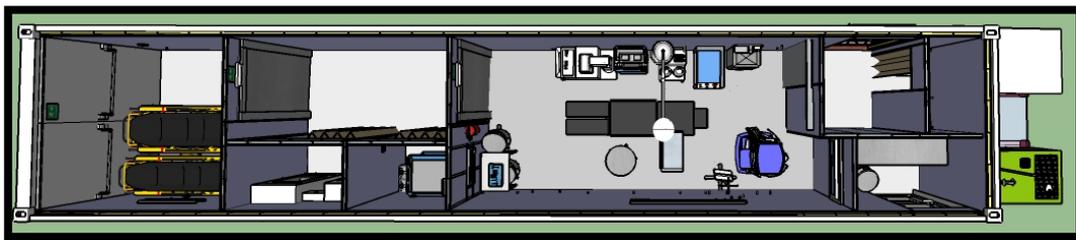


Ilustración 33: Imagen 3D de vista superior del bloque quirúrgico

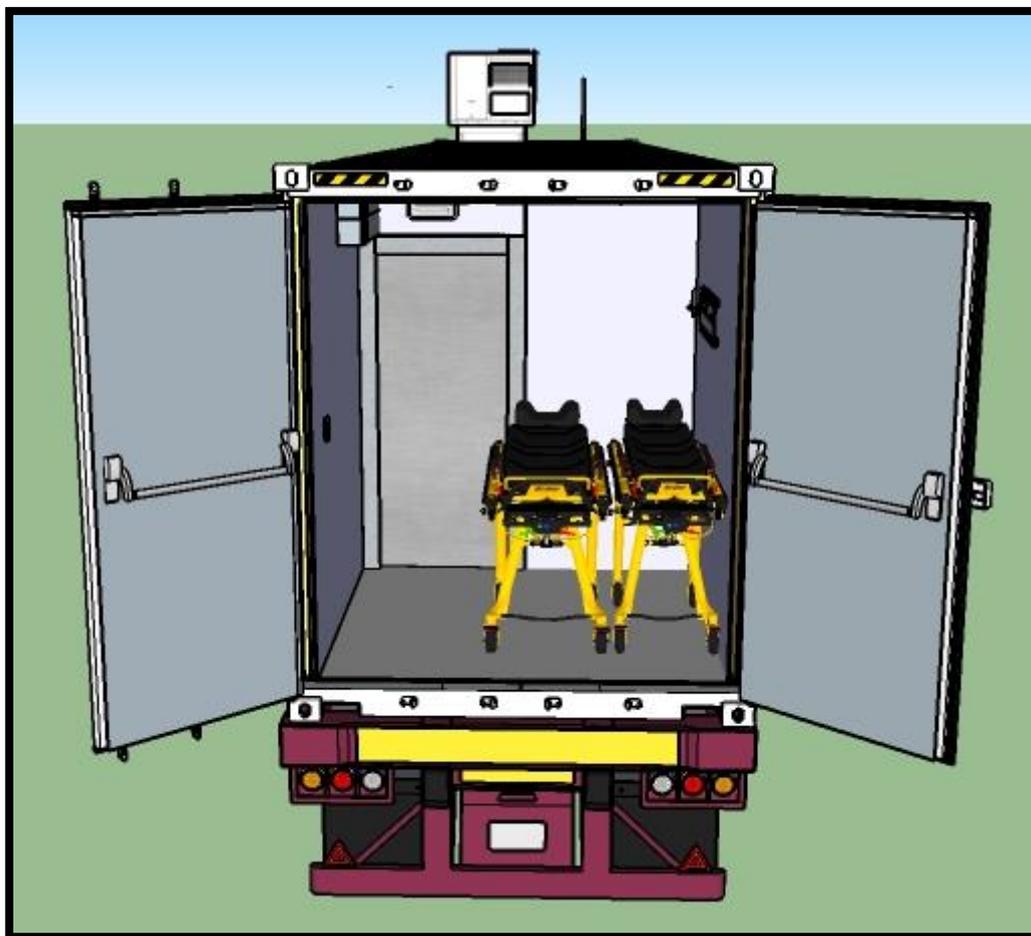


Ilustración 34: Imagen 3D de bloque quirúrgico con puertas abiertas

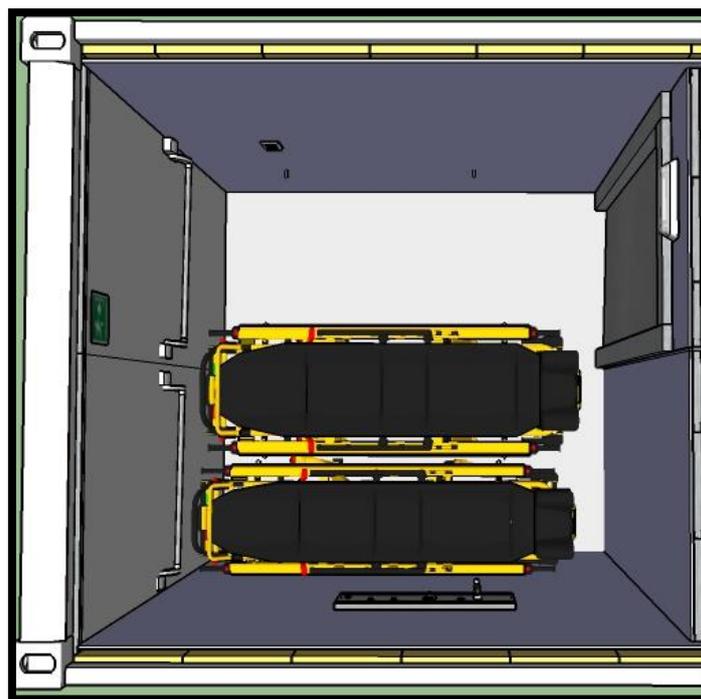


Ilustración 35: Imagen 3D vista superior de área de recepción del paciente

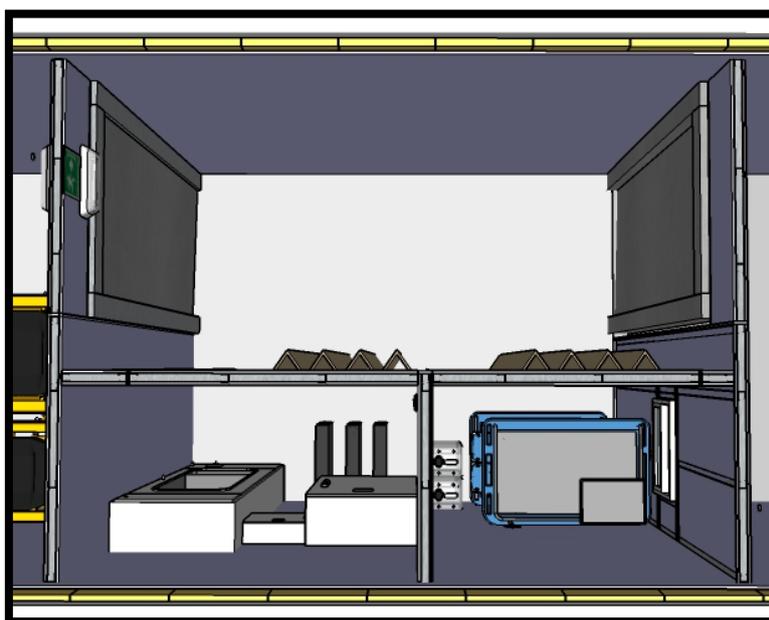


Ilustración 36: 3D de vista superior de pasillo de transferencia, sector de tableros y office limpio

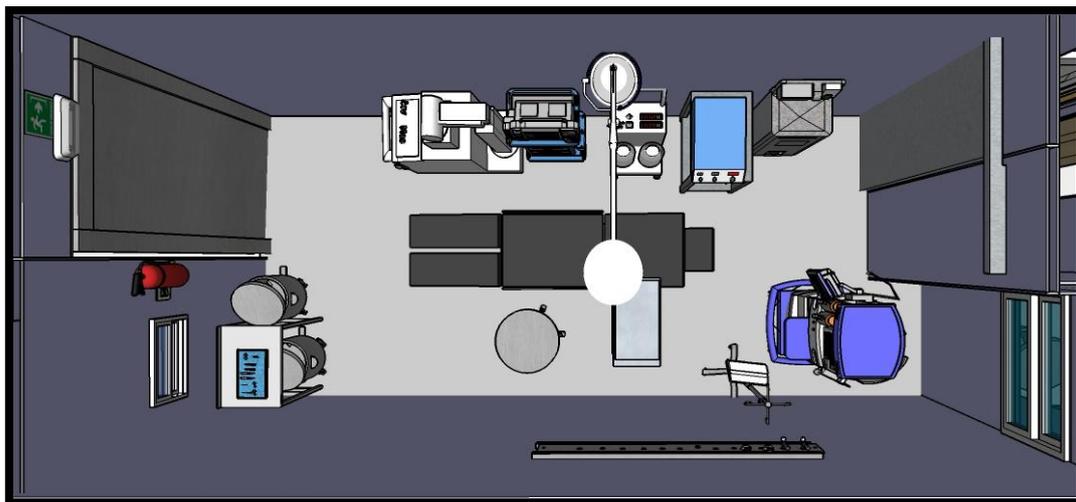


Ilustración 37: Imagen 3D de vista superior del área de cirugía

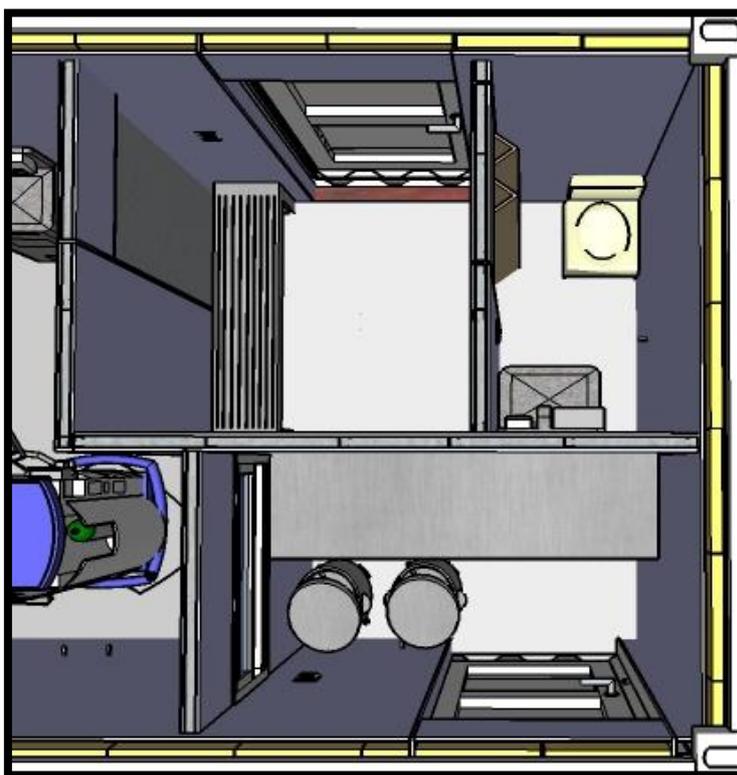


Ilustración 38: Imagen 3D de vista superior de vestuario, baño y office sucio

### Anexo Nº 2: Plano de vista en planta y corte del Bloque Quirúrgico

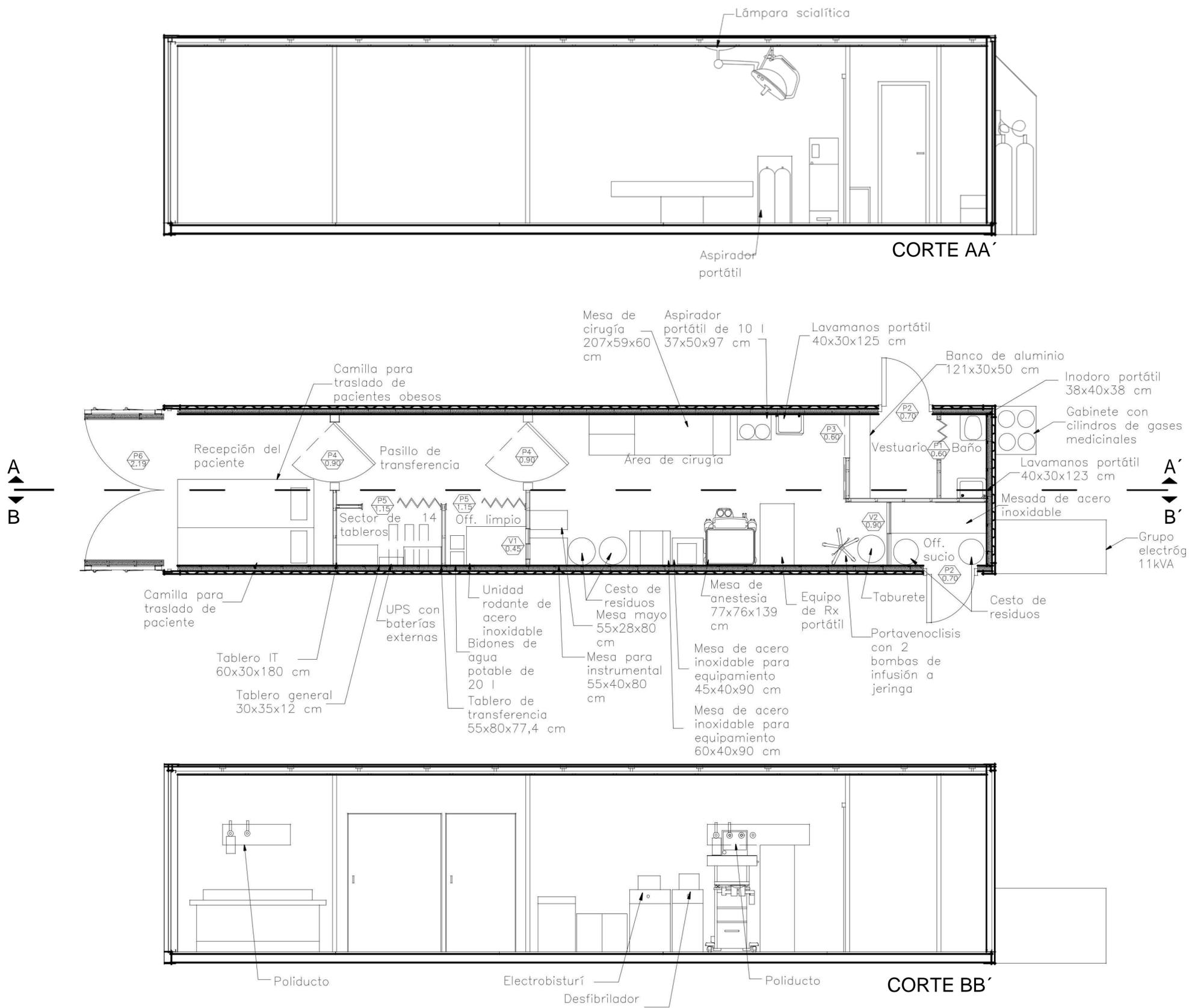


Ilustración 39: Plano de detalle de vista en planta y corte del bloque quirúrgico

### Anexo Nº 3: Diagrama Unifilar

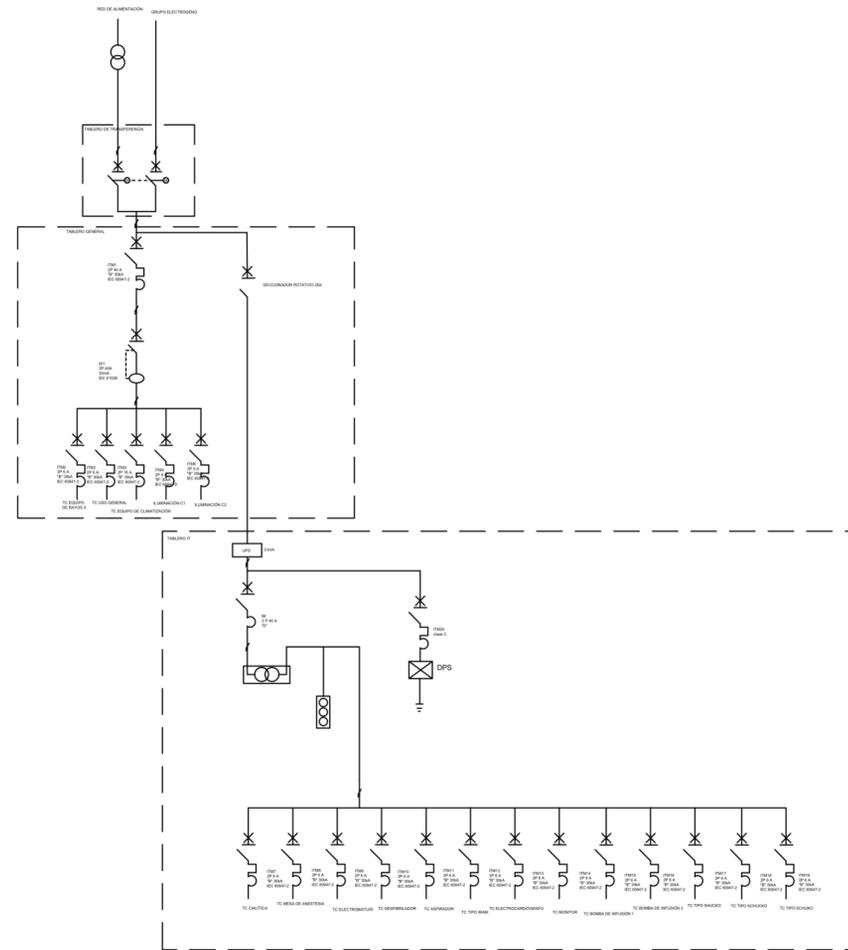


Ilustración 40: Diagrama unifilar de la instalación eléctrica del bloque quirúrgico

## Anexo N° 4: Contenedor DRY-VAN 40' High Cube

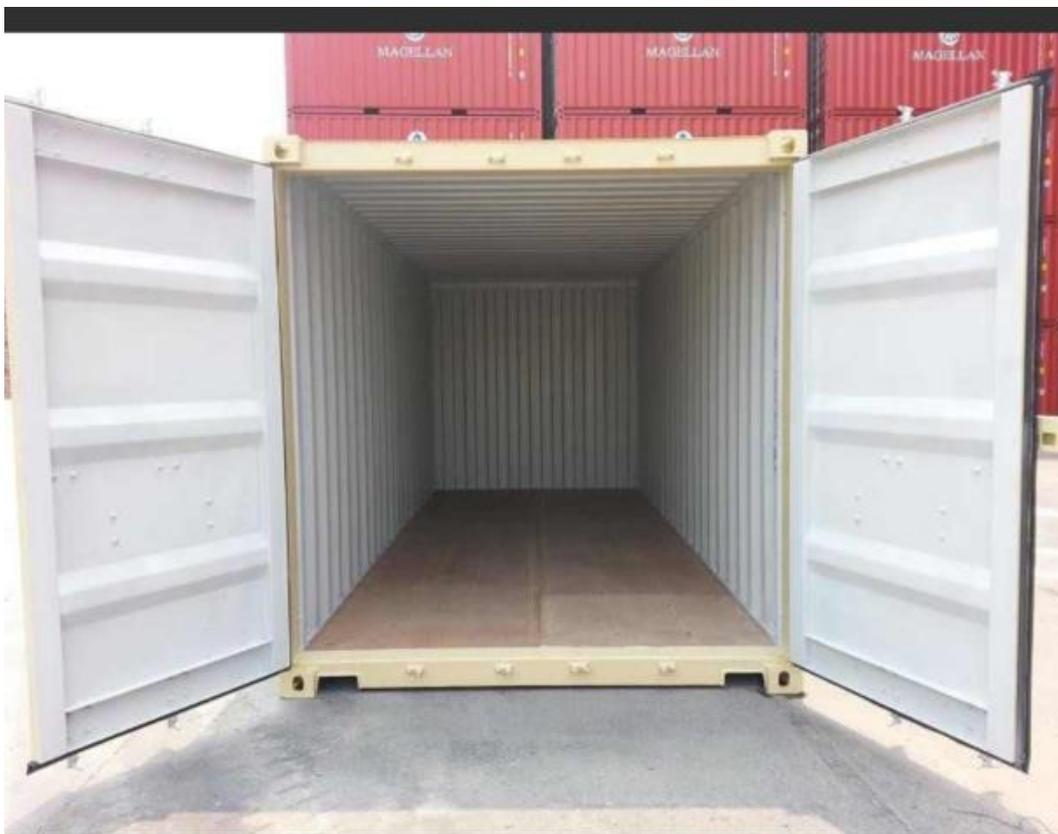


Ilustración 41: Contenedor DRY-VAN 40' High Cube con puertas abiertas<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Imagen obtenida de: <http://www.clasificados.com/contenedores-maritimos-a-la-venta-los-costimizamos-a-su-gusto-importacion-y-envio-46546.html>. Última visita: Octubre de 2018

## Anexo N° 5: Estructura de un contenedor DRY-VAN 40' High Cube

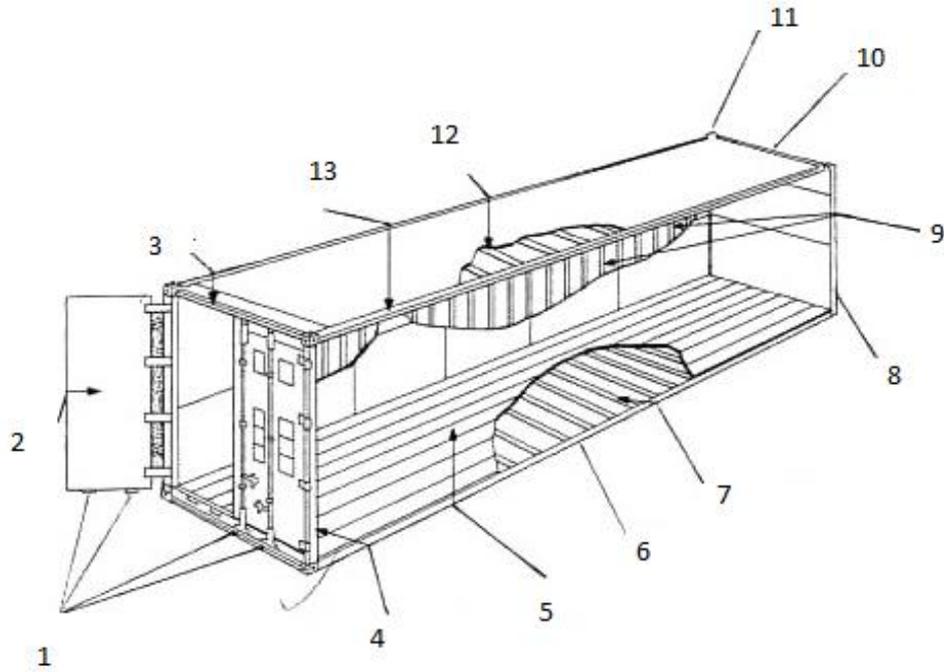


Ilustración 42: partes estructurales de un contenedor DRY-VAN

Siendo:

1. Barras de bloqueo
2. Puerta posterior
3. Marco posterior superior
4. Esquinero posterior
5. Piso de madera
6. Borda inferior
7. Cargador
8. Esquinero frontal
9. Postes laterales
10. Marco frontal superior
11. Cantonera
12. Estructura del techo
13. Borda superior

## Anexo Nº 6: Equipamiento electromédico



Ilustración 43: Mesa de Anestesia



Ilustración 44: Desfibrilador



Ilustración 45: Equipo de rayos X portátil



Ilustración 46: Electrobisturí



**Ilustración 47: Aspirador portátil de 10 litros**



**Ilustración 48: Bomba de infusión a jeringa**

## Anexo N° 7: Coeficientes superficiales de transmisión de calor

Interior $R_{si}$			Exterior $R_{se}$		
Dirección del flujo de calor			Dirección del flujo de calor		
Horizontal (Muros)	Ascendente (Pisos/techos)	Descendente (Pisos/techos)	Horizontal (Muros)	Ascendente (Pisos/techos)	Descendente (Pisos/techos)
0,13	0,10	0,17	0,04	0,04	0,04

Tabla 78: Resistencia superficial de separación con espacio exterior según norma IRAM 11601

Interior $R_{si}$			Exterior $R_{se}$		
Dirección del flujo de calor			Dirección del flujo de calor		
Horizontal (Muros)	Ascendente (Pisos/techos)	Descendente (Pisos/techos)	Horizontal (Muros)	Ascendente (Pisos/techos)	Descendente (Pisos/techos)
0,11	0,09	0,17	0,11	0,09	0,17

Tabla 79: Resistencia superficial de separación con otro local según norma IRAM 11601

## Anexo Nº 8: Valores de transmitancia térmica

Zona bioambiental	Nivel A	Nivel B	Nivel C
I y II	0,45	1,10	1,80
II y IV	0,50	1,25	2,00

Tabla 80: Valores de 'K' máximo admisible para verano para muros según norma IRAM 11603

Zona bioambiental	Nivel A	Nivel B	Nivel C
I y II	0,18	0,45	0,72
II y IV	0,19	0,48	0,76

Tabla 81: Valores de 'K' máximo admisible para verano para techos según norma IRAM 11603

Temperatura Exterior de diseño [°C]	Nivel A		Nivel B		Nivel C	
	Muros	Techos	Muros	Techos	Muros	Techos
-15	0,23	0,20	0,60	0,52	1,01	1,00
-14	0,23	0,20	0,61	0,53	1,04	1,00
-13	0,24	0,21	0,63	0,55	1,08	1,00
-12	0,25	0,21	0,65	0,56	1,11	1,00
-11	0,25	0,22	0,67	0,58	1,15	1,00
-10	0,26	0,23	0,69	0,60	1,19	1,00
-9	0,27	0,23	0,72	0,61	1,23	1,00
-8	0,28	0,24	0,74	0,63	1,28	1,00
-7	0,29	0,25	0,77	0,65	1,33	1,00
-6	0,30	0,26	0,80	0,67	1,39	1,00
-5	0,31	0,27	0,83	0,69	1,45	1,00
-4	0,32	0,28	0,87	0,72	1,52	1,00
-3	0,33	0,29	0,91	0,74	1,59	1,00
-2	0,35	0,30	0,95	0,77	1,67	1,00
-1	0,36	0,31	0,99	0,80	1,75	1,00
>=0	0,38	0,32	1,00	0,83	1,85	1,00

Tabla 82: Valores de 'K' máximo admisible para invierno según norma IRAM 11603

## Anexo N° 9: Gráfica de igual pérdida de carga para conductos

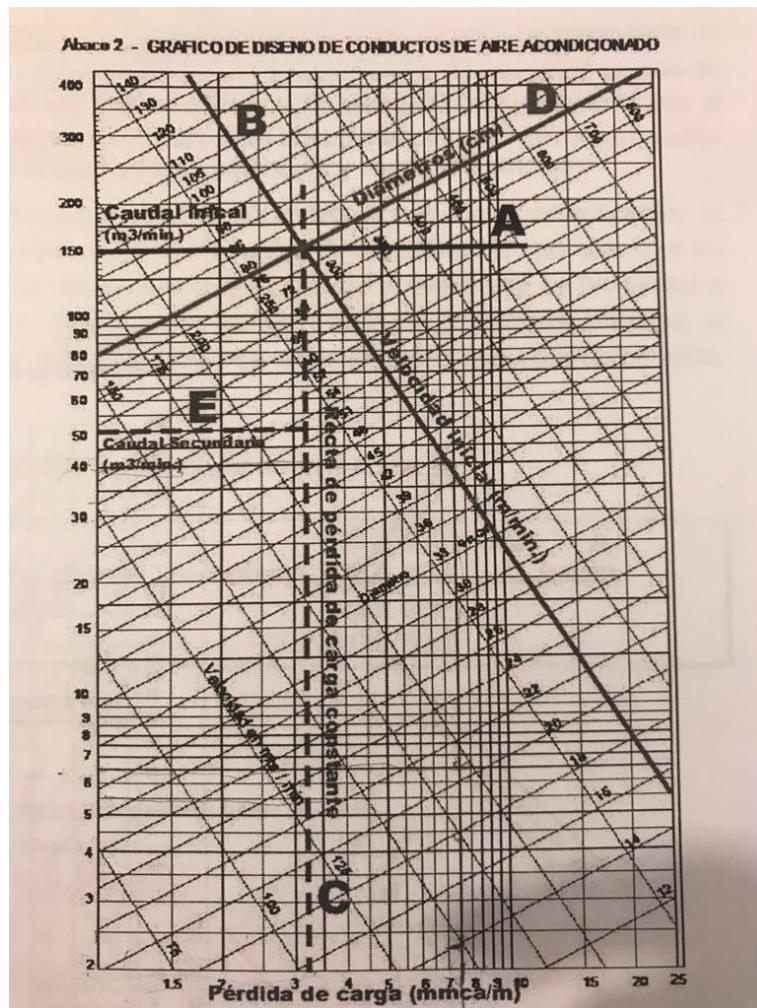


Ilustración 49: Gráfica para el cálculo de la pérdida de carga en conductos de fibra de vidrio

# Anexo N° 10: Ábaco de conversión de secciones circulares a cuadradas

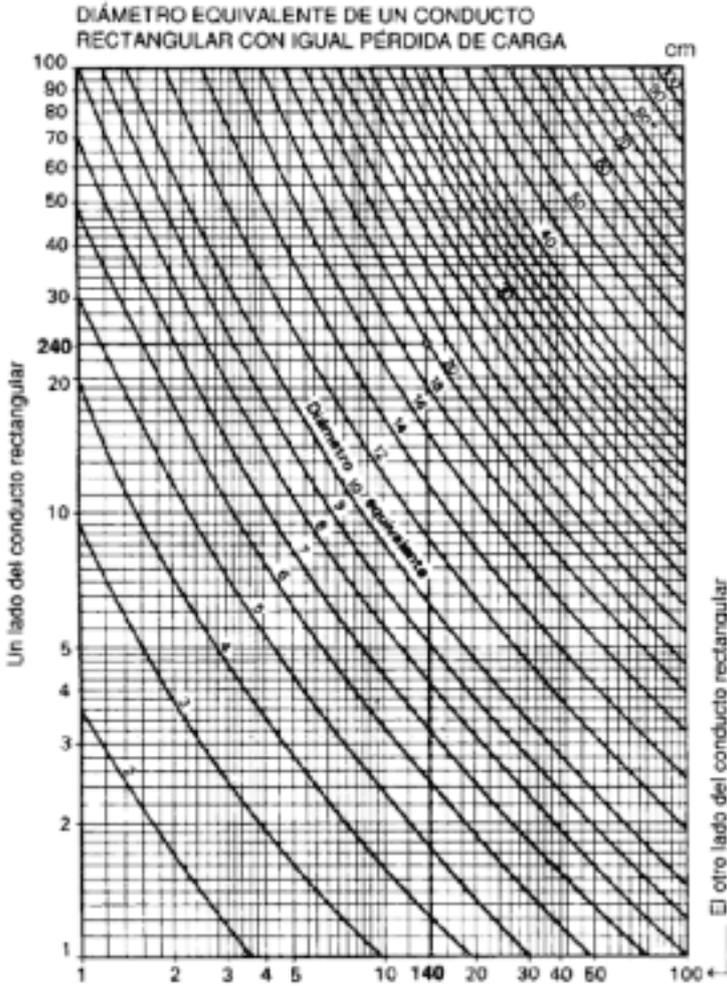


Ilustración 50: Ábaco de conversión de secciones circulares a cuadradas