

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**PROPUESTA DE REDISEÑO ERGONÓMICO DEL QUIRÓFANO
TIPO ABDOMINAL DEL HOSPITAL MILITAR DE CARACAS
“DR. CARLOS ARVELO”**

Presentado ante la ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por los Bachilleres:
Jota Valera Dangerwis Erickson
Molina Ramirez Idelfonso Javier
Para optar por el título de
Ingeniero Mecánico.

Caracas, 2003

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

PROPUESTA DE REDISEÑO ERGONÓMICO DEL QUIRÓFANO TIPO ABDOMINAL DEL HOSPITAL MILITAR DE CARACAS “DR. CARLOS ARVELO”

TUTOR ACADÉMICO: Prof. Antonio Barragán.

TUTOR INDUSTRIAL: Ing. Luis Vásquez.

COTUTORA: Profa. Maria Elena Gudiel.

Presentado ante la ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por los Bachilleres:
Jota Valera Dangerwis Erickson
Molina Ramirez Idelfonso Javier
Para optar por el título de
Ingeniero Mecánico.

Caracas, 2003

Caracas, mayo de 2003.

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de la Escuela de Ingeniería Mecánica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por los Bachilleres: Dangerwis Erickson Jota Valera e Idelfonso Javier Molina Ramirez, titulado:

“PROPUESTA DE REDISEÑO ERGONÓMICO DEL QUIRÓFANO TIPO ABDOMINAL DEL HOSPITAL MILITAR DE CARACAS “DR. CARLOS ARVELO””.

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Mecánico y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por los autores, lo declaran APROBADO.

Prof. Manuel Martínez.
Jurado

Prof. Pedro Lecue
Jurado

Prof. Antonio Barragán.
Tutor Académico

Ing. Luis Vásquez
Tutor Industrial

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar le agradezco a aquel ser supremo, que me da energía para vivir y realizar mis sueños, la culminación de una etapa de mi vida. Luego a mis Padres, Hermanos y demás familiares, por todo el apoyo y la colaboración prestada a lo largo de mi desempeño Universitario.

A mis tutores, ingenieros: Antonio Barragán y Luis Vásquez; y al ingeniero Hector Alfonzo de Tecnomed, por la orientación prestada en su debido momento y su entera disposición cuando así lo requeríamos.

Al Teniente Coronel del Ejército, Dr. Marcos Alliegro, tanto por abrimos las puertas del Hospital Militar como por el tiempo dedicado a este proyecto.

Los Doctores y Doctoras, Aldara Rojas, María Quintero, Winder, Belkis Torres, y a todo el personal de quirófano del Hospital Militar de Caracas “Dr. Carlos Arvelo”, quienes nos recibieron con entusiasmo y esperanzas para el desarrollo de éste trabajo, y dejarnos las puertas abiertas para la continuación de ésta línea de investigación.

A mi compañero de trabajo y gran amigo: Idel, por soportarme tanto tiempo, brindarme todo el apoyo y dedicación en todo momento, le deseo mucho éxito en su vida.

Gracias a mi inspiración divina y compañera de sentimientos: Kati, quien me ayuda en todo lo que está a su alcance.

Jota V. Dangerwis E.

AGRADECIMIENTOS

Estoy muy agradecido de mis padres, dos grandes personas que han sido los tutores de mi vida y me han apoyado en todo momento. A mi hermana Adriana, que ha confiado en mí y me ha brindado su apoyo incondicional en toda mi carrera, igualmente a mis hermanos, que con su confianza hicieron que esto fuera posible.

A mi Abuela Rosa Oliva por su amor, su confianza y sus concejos, que siempre han estado presentes, igualmente a mi tío Armando por su gran apoyo.

A mis tutores, ingenieros: Antonio Barragán y Luis Vásquez; por orientarnos y prestarnos su apoyo y disposición en su debido momento.

Al Teniente Coronel del Ejército, Dr. Marcos Alliegro; a los doctores: Aldara Rojas, María Quintero, Winder y Belkis Torres, igualmente a todo el personal de quirófano del Hospital Militar de Caracas “Dr. Carlos Arvelo”, por sus consejos y su tiempo prestado, para la elaboración de este trabajo.

Al ingeniero Héctor Alfonso, por brindarnos sus conocimientos y entera disposición.

Igualmente a todas las personas, especialmente a Jota, amigo y compañero de tesis, que siempre estuvo dispuesto y presente en todo momento.

Especialmente a mí amor Rosalyn, una persona que estuvo siempre a mi lado, apoyándome y confiando plenamente en mí.

Idelfonso J, Molina R

DEDICATORIA

Va dedicado a mis tres amores:

Angela, madre excepcional, de amor infinito, que me educó con buenos principios morales y me guió por el buen camino de la vida.

Geraldine, mi única sobrina, que con su inocencia y amor se ha llevado mi corazón, te deseo lo mejor de la vida y siempre estaré contigo.

Katusca, el bello ser que llena mi vida y comparte mis sueños, me alegro de que nuestras vidas se hallan encontrado, caminaremos juntos por los senderos de la vida.

Ellas son mis tres formas de amar, todo lo que hago es inspirado en ustedes, las amo con todas mis fuerzas.

Jota V. Dangerwis E.

DEDICATORIA

A Rosa Oliva González de Ramirez, la persona más increíble y maravillosa que existe, su amor y su paciencia une a toda la familia.

A mis Padres, Idelfonso J, Molina V y Nelly M, Ramirez de Molina, por darme el mejor ejemplo de trabajo, paciencia, esfuerzo y amor.

A mis hermanos, Adriana, Patricia, Nelly e Iván; y sobrinos, Ariana, Alfredo José y Ana Margarita, por el amor que siento por ellos.

A Rosalyn, por su cariño y su amor que siempre estuvieron a mi lado.

A la fe, a la esperanza y al amor que puede existir, para que todo lo que uno se proponga de corazón, se pueda realizar, dando siempre el buen ejemplo.

Idelfonso J, Molina R.

RESUMEN

Jota V. Dangerwis E. y Molina R. Idelfonso J.

PROPUESTA DE REDISEÑO ERGONÓMICO DEL QUIRÓFANO TIPO ABDOMINAL DEL HOSPITAL MILITAR DE CARACAS “DR. CARLOS ARVELO”

**Tutor Académico: Prof. Antonio Barragán, Tutor Industrial: Ing. Luis Vásquez.
Tesis. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Mecánica.
2003. N° de páginas: 126.**

Quirófanos, Ergonomía, Metodología de Diseño, Rediseño.

Con la realización de éste trabajo se determinó que las causas del problema de disergonomía presente en el quirófano tipo abdominal del Hospital Militar de Caracas, son en general: la disposición de los equipos, las distribuciones de señales eléctricas y la falta de mantenimiento.

Posteriormente, se recomendaron ciertas acciones inmediatas a realizar para aligerar las causas del problema. Luego se rediseñó ergonómicamente la disposición de los equipos dentro del quirófano, se analizaron y estimaron las mejoras y posibles desventajas que trae el rediseño si se llegase a implementar. De lo anterior, se obtuvo como resultado que se solventa a gran escala la problemática actual del quirófano, mejorando el ambiente y las condiciones de trabajo del personal quirúrgico.

Finalmente, se analizaron los costos de fabricación y se propuso el rediseño del quirófano ante las autoridades del Hospital para que ellos tomen acciones al respecto.

La identificación de los problemas se realizó mediante la investigación de: las condiciones del quirófano, las actividades del equipo quirúrgico, la disposición de los equipos y sus conexiones; y se usó como herramienta el estudio ergonómico por puesto de trabajo MAPFRE.

La solución del problema se logró al dividir el problema en subproblemas y se abordó a cada uno de ellos con una metodología de diseño que arrojó resultados satisfactorios, mencionados anteriormente.

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO.....	IX
LISTA DE FIGURAS.....	XIII
LISTA DE TABLAS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	20
CAPÍTULO I. METODOLOGÍA DE DISEÑO.....	24
RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....	26
1. Descripción del Ambiente de Trabajo.....	26
1.1. Disposición Actual del Equipamiento.....	29
1.2. Descripción de la Iluminación.....	31
1.3. Identificación del Equipo Médico.....	32
2. Descripción del Proceso de Trabajo.....	33
3. Condiciones Generales.....	34
3.1. Inspección Visual	35
3.2. Encuesta.....	40
CAPÍTULO II. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES ACTUALES	41
1. Comparación de las condiciones actuales del quirófano respecto a la Norma COVENIN 2339.87: “Clínicas, Policlínicas, Institutos u Hospitales. Privados. Clasificación”.....	41
2. Comparación de las condiciones actuales del quirófano respecto a la Norma COVENIN 2249.93: “Iluminación en Tareas y Áreas de Trabajo”.....	42
3. Comparación de las condiciones actuales del quirófano respecto a la Norma COVENIN 2273.91: “Principios Ergonómicos de la Concepción de los Sistemas de Trabajo”.....	43
4. Comparación de las condiciones actuales del quirófano respecto a las normas emitida en Gaceta Oficial de la Republica de Venezuela año CXXVI-mes I. 1998. N° 36.574.....	45
5. Comparación de las condiciones actuales del quirófano respecto a los Principios de Asepsia.....	46

6. Conclusión de las comparaciones de las condiciones actuales del quirófano respecto a las normas.....	46
CAPÍTULO III. ESTUDIO ERGONÓMICO.....	47
1. Condiciones de Aplicación del Método MAPFRE.....	47
2. Resultado del Método MAPFRE.....	48
3. Conclusión General del Estudio Ergonómico.....	60
CAPÍTULO IV. GENERACIÓN DE SOLUCIONES.....	61
1. Formulación General de los Problemas.....	61
2. Formulación Específica de los Problemas.....	62
2.1. Transmisión de Señales, Fluidos y Conexiones a Red Eléctrica.....	62
2.2. Descarga de los Gases Anestésicos y Gases Producidos en la Operación.....	63
2.3. Posturas.....	64
3. Generación de alternativas. TORMENTA DE IDEAS.....	65
4. Criterios de Selección de Alternativas. MATRIZ MORFOLÓGICA.....	93
4.1. Criterios de Evaluación.....	93
5. Evaluación de las Alternativas.....	95
6. Comentario de la Metodología del Diseño.....	111
CAPÍTULO V. ESPECIFICACIONES DE LOS DISEÑOS.....	112
1. Justificación del Material de las Piezas a Fabricar.....	112
2. Módulos del Monitor a la Mesa Quirúrgica.....	112
2.1. Elementos a Fabricar.....	112
2.2. Accesorios Necesarios.....	114
3. Dos Líneas de Succión Independientes.....	115
3.1. Elementos a Fabricar.....	115
3.2. Accesorios Necesarios.....	117
4. Mesa Rodante para el Electrocoagulador.....	118
4.1. Elemento a Fabricar.....	118
4.2. Accesorios Necesarios.....	119
5. Parales.....	119

5.1. Elemento a Fabricar.....	119
5.2. Accesorios Necesarios.....	120
6. Manguera al Equipo y Descarga al Ambiente Exterior.....	121
6.1. Elementos Requeridos.....	121
7. Succión de los Gases Producto del Uso del Electrocoagulador.....	121
7.1. Elementos requeridos.....	122
8. Regleta al Techo.....	122
8.1. Elementos a Fabricar.....	123
8.2. Accesorios.....	125
9. Costos.....	126
CAPÍTULO VI. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	128
1. Análisis del Diseño de la Mesa Rodante del Electrocoagulador.....	128
2. Comparación de la Disposición Actual y la Disposición Solución.....	128
3. Comparación del Cursograma Analítico Operario Actual y el Cursograma Analítico de Operario a Seguir Según la Solución Propuesta.....	130
3.1. Instrumentista.....	131
3.2. Circulante del Instrumentista.....	131
3.3. Anestesiólogo.....	131
3.4. Circulante de Anestesiólogo.....	131
3.5. Cirujano Principal.....	131
3.6. Cirujano Residente.....	132
3.7. En General.....	132
4. Comparación del Diagrama de Recorrido Actual y el Diagrama de Recorrido a Seguir Según la Solución.....	132
4.1. Equipo de Anestesiología.....	132
4.2. Equipo de Cirujanos.....	133
4.3. Equipo de Instrumentista y Circulantes.....	133
4.4. En General.....	133
CONCLUSIONES.....	134
RECOMENDACIONES.....	136

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	137
APÉNDICES	
A. Disposición General de los Equipos.....	140
B. Disposición, Cursogramas, Diagramas de Recorridos	141
B.1. Disposición del Quirófano.....	141
B.2. Diagramas de Recorrido.....	143
B.3. Cursogramas Analíticos de Operario.....	149
C. Iluminación.....	159
C.1. Ecuaciones.....	159
C.2. Datos y Resultados.....	162
C.3. Extracción de la Tabla 1B, Interiores destinados a Uso Comercial, Instituciones o Reuniones Públicas de la Norma COVENIN 2249.93: “Iluminación en Tareas y Áreas de Trabajo”.....	163
ANEXOS	165
1. Fichas Técnicas.	166
2. Encuestas.	178
3. Tablas de Apoyo para el Estudio Ergonómico.	181
4. Planos de Construcción.	195

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I. METODOLOGÍA DE DISEÑO.

1.1. Metodología de diseño.....	24
1.2. Disposición general del equipamiento.	27
1.3. Iluminación del quirófano.	28
1.4. Conexiones gases anestésicos.	28
1.5. Cable de la lámpara cialítica colgando.	35
1.6. Rieles de lámpara cialítica.	35
1.7. Brazo mecánico defectuoso.	36
1.8. Instrumentos deteriorados.	36
1.9. Tomacorriente de 110 v.	36
1.10. Cables y mangueras dispuestos arbitrariamente.....	37
1.11. Cables y mangueras entorpeciendo la labor del anestesista.....	37
1.12. Cables en el paso del personal.....	37
1.13. Los cables entre las piernas crean riesgo de desconexión del paciente.....	37
1.14. Incomodidad del circulante por invasión de cables a su puesto de trabajo.....	37
1.15. Posición incómoda a causa de los cables del monitor.....	37
1.16. Manguera del succionador y cables del electrocoagulador obstaculizando el paso por esta zona.....	38
1.17. Manguera del succionador y cable del electrocoagulador en las piernas del cirujano.....	38
1.18. Mangueras de las soluciones de los paralelos colocadas arbitrariamente.....	38
1.19. Cable del electrocoagulador en las piernas del instrumentista y obstaculizando el paso del circulante.....	38
1.20. Cable de energía de la mesa quirúrgica.....	39
1.21. Cables y mangueras de alimentación de la máquina de anestesia.....	39
1.22. Anestesiólogo pasando detrás de la máquina de anestesia.....	39
1.23. Salida de los gases anestésicos exhalado por el paciente.....	40
1.24. Acercamiento a la salida de gases exhalados por el paciente.....	40

CAPÍTULO II. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES ACTUALES.

2.1. Luxómetro..... 43

CAPÍTULO III. ESTUDIO ERGONÓMICO.

CAPÍTULO IV. GENERACIÓN DE SOLUCIONES.

4.1. Clasificación general de los problemas..... 61

4.2. Canaleta al ras del piso. 65

4.3. Vista “A-A”. 66

4.4. Tubería empotrada al piso..... 67

4.5. Vista “A-A”. 67

4.6. Módulos en la mesa quirúrgica. 68

4.7. Telemetría. 69

4.8. Envase en la mesa quirúrgica. 70

4.9. Dos líneas de succión independientes. 72

4.10. División de la succión en dos salidas. 74

4.11. Succión por el techo. 75

4.12. Electrocoagulador debajo a la mesa quirúrgica. 76

4.13. Electrocoagulador en el techo. 77

4.14. Mesa rodante para el electrocoagulador. 78

4.15. Electrocoagulador a la pared. 79

4.16. Eslabones a la mesa quirúrgica. 80

4.17. Tubo flexible a la mesa quirúrgica. 81

4.18. Tubos tipo telescópico a la mesa quirúrgica. 83

4.19. Equipo purificador de gases anestésicos.. 84

4.20. Membrana de intercambio iónico. 85

4.21. Manguera al equipo y descarga al medio ambiente exterior..... 86

4.22. Campana de extracción de gases. 87

4.23. Succión de los gases producto del uso del electrocoagulador..... 88

4.24. Sobrepiso dentro del quirófano. 89

4.25. Regletas al techo. 90

4.26. Tomas de corrientes empotradas al piso. 91

4.27. Sistemas U.P.S para los equipos. 92

CAPÍTULO V. ESPECIFICACIONES DE LAS SOLUCIONES.

5.1. Isometría del elemento de sujeción del portamódulos a la mesa quirúrgica.. 113
 5.2. Disposición de los agujeros a la mesa quirúrgica. 114
 5.3. Isometría del elemento de sujeción del envase a la pared..... 115
 5.4. Isometría de la pieza 1 116
 5.5. Isometría tornillo de apriete pieza 1..... 116
 5.6. Isometría portaenvase..... 116
 5.7. Isometría de la mesa rodante para el electrocoagulador..... 118
 5.8. Isometría de los parales. 119
 5.9. Detalle “A”. 120
 5.10. Manguera de la descarga de gases anestésicos con conectores. 121
 5.11. Manguera con acople. 122
 5.12. Tapa superior de la regleta. 123
 5.13. Cajón Principal de la regleta. 124
 5.14. Brazos deslizantes uno dentro del otro. 125
 5.15. Regleta. 126

APÉNDICE A. DISPOSICIÓN GENERAL DE LOS EQUIPOS.

A.1 Disposición general de los
 equipos..... 140

APÉNDICE B. DISPOSICIÓN, DIAGRAMAS Y CURSOGRAMAS.

B.1. Disposición. 141
 B.2. Diagramas de Recorrido. 143
 B.3. Cursogramas Analíticos Operario. 149

APÉNDICE C. ILUMINACIÓN.

C.1. Disposición de luminarias para el caso I. 160
 C.2. Disposición de luminarias para el caso V. 161

ANEXO 1. FICHAS TÉCNICAS.

1. Máquina de anestesia.	167
2. Máquina de anestesia (segunda vista).	167
3. Monitor.	169
4. Electrobisturí.	170
5. Succionador.	171
6. Regulador del succionador.	171
7. Mesa quirúrgica.	172
8. Desfibrilador.	173
9. Lámpara cialítica.	174
10. Mesa de Mayo.	175
11. Mesa Semicircular.	175
12. Mesa de instrumentos.	176
13. Bombona de oxígeno.	176
14. Estantes.	177
15. Ofáina y carro.	177

LISTA DE TABLAS

CAPÍTULO I. METODOLOGÍA DE DISEÑO.

CAPÍTULO II. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES ACTUALES.

CAPÍTULO III. ESTUDIO ERGONÓMICO.

3.1. Evaluación Ergonómica del Anestesiólogo.	50
3.2. Tabla de Resumen de Recomendaciones para el Anestesiólogo.	51
3.3. Evaluación Ergonómica del Circulante de Anestesia.	52
3.4. Tabla de Resumen de Recomendaciones para el Circulante de Anestesia...	53
3.5. Evaluación Ergonómica del Cirujano Principal.....	54
3.6. Tabla de Resumen de Recomendaciones para el Cirujano Principal.....	55
3.7. Evaluación Ergonómica del Cirujano Residente.	56
3.8. Evaluación Ergonómica del Instrumentista.	57
3.9. Tabla de Resumen de Recomendaciones para el Instrumentista.....	58
3.10. Evaluación Ergonómica del Circulante de Instrumentista.	59
3.11. Tabla de Resumen de Recomendaciones para el Circulante de Instrumentista.	60

CAPÍTULO IV. GENERACIÓN DE SOLUCIONES.

4.1. Criterios de Evaluación y Jerarquía.....	94
4.2. Matriz Morfológica para el Monitor.	97
4.3. Matriz Morfológica para el Succionador.	100
4.4. Matriz Morfológica para el Electrocoagulador.	102
4.5. Matriz Morfológica para los Parales.	105
4.6. Matriz Morfológica para la Descarga de Gases Anestésicos.....	107
4.7. Matriz Morfológica para la Descarga de los Gases Productos del uso de Electrocoagulador.....	108
4.8. Matriz Morfológica para la Distribución de Señales.	110

CAPÍTULO V. ESPECIFICACIONES DE LAS SOLUCIONES

5.1. Cuadro de medidas solución: Monitor.	113
--	-----

5.2. Medidas de Agujeros.	114
5.3. Medidas del Portaenvase de Cirujano.	116
5.4. Medidas de la Pieza 1.	117
5.5. Medidas de la Mesa Rodante.	118
5.6. Medidas de los Parales.	120
5.7. Dimensiones de la Manguera.	121
5.8. Dimensiones de la Manguera Principal.	122
5.9. Medidas de la Tapa de la Regleta.	123
5.10. Medidas del Cajón de la Regleta.	124
5.11. Dimensiones del Brazo Deslizantes.	125
5.12. Presentación Detallada del Costo de la Solución para el Monitor.....	127

APÉNDICE B. DISPOSICIÓN, DIAGRAMAS Y CURSOGRAMAS

B.1. Cursograma Analítico Operario del Instrumentista.	150
B.2 Cursograma Analítico Operario del Circulante del Instrumentista.....	151
B.3. Cursograma Analítico del Anestesiólogo.	153
B.4. Cursograma Analítico del Circulante del Anestesiólogo.....	155
B.5. Cursograma Analítico del Cirujano Principal.	157

APÉNDICE C. ILUMINACIÓN.

C.1. Hoja de Cálculo de Lámparas Redondas.	162
C.2. Hoja de Cálculo de Lámparas Largas.	163
C.3. Extracción de la Tabla 1B, Interiores destinados a Uso Comercial, Instituciones o Reuniones Públicas de la Norma COVENIN 2249.93: “Iluminación en Tareas y Áreas de Trabajo”.	163

ANEXO 3. TABLAS DE APOYO PARA EL ESTUDIO ERGONÓMICO.

Análisis del Puesto de Trabajo.	181
Carga Física de Trabajo: Principales Componentes.....	191
Duración Total a Cada Postura de Trabajo.	191
Evaluación de la Carga Estática Postural.	192
Evaluación de la Carga Física Muscular.	192

Evaluación de la Carga Física del Desplazamiento. (Excluyendo manejo de pesos).....	193
Evaluación de la carga Física por transporte y manipulación de materiales (Transporte de carga).	193
Consumo según la Importancia de la carga desplazada, levantada o subida (en kcal/metro).	194

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la Escuela de Salud Pública de la Universidad Central de Venezuela desarrolla una línea de investigación en el área de la ergonomía, en la cual se aborda la relación del personal clínico con el equipamiento en las salas quirúrgicas de los Hospitales y Clínicas de Venezuela.

De las investigaciones realizadas se pudo observar que unos de los inconvenientes presente en dichas salas son el diseño actual de la distribución del equipamiento quirúrgico, de las transmisiones eléctricas, neumáticas y otros tipos de alimentación de cada uno de los equipos necesarios para la intervención. Ello implica un aumento de los riesgos por caídas del personal quirúrgico, de falsas alarmas por desconexión del paciente a los equipos, por desconexión de los equipos a sus fuentes de alimentación, creando una situación crítica en el momento de la operación. Estos problemas aumentan el tiempo de las operaciones, disminuye el confort del personal clínico en los quirófanos, por lo tanto, estas salas tienden a ser disergonómicos.

Lo expuesto anteriormente está muy relacionado con el hecho de que el personal quirúrgico presenta ciertas patologías por enfermedades ocupacionales, tales como estrés, várices, afecciones músculo-esqueléticas, intoxicación, enfermedades pulmonares y respiratorias originando que la vida útil de estas personas disminuya, lo que conlleva a una gran inversión de tiempo y dinero por concepto de entrenamiento, preparación de nuevo personal y por pérdidas de servicio al público.

Por éstas razones la Escuela de Salud Pública decide pedir apoyo a la Escuela de Ingeniería Mecánica para que realice un estudio más amplio sobre el tema y que se propongan soluciones a los problemas que se encuentren.

Para realizar el estudio de las salas quirúrgicas, se puso a disposición la sala de intervenciones tipo abdominal del Hospital Militar de Caracas “Dr. Carlos Arvelo”, donde se encontró, que los problemas presentados son: la disposición actual del equipamiento quirúrgico, su sistema de transmisión de señales, su fuente de alimentación y la falta de aprovechamiento del espacio, ya que causan:

- Mala postura en el personal clínico que trae como efecto: afecciones músculo-esquelética, várices, agotamiento físico y emocional en el momento de la operación.
- La movilización dentro del quirófano se torna incómoda, lo que puede originar la caída de algún equipo, desconexión de señales que van al paciente, desconexión del equipamiento a sus fuentes de alimentación, accidente laboral del personal quirúrgico, que a su vez trae como efecto: falsas alarmas, alteraciones emocionales, caídas y fracturas del personal clínico, pérdida de tiempo en la operación, daño en el equipo.
- Desconexión del suministro de gases anestésicos que trae como efecto: la exposición a un riesgo químico por parte del personal quirúrgico, originando enfermedades pulmonares, respiratorias, intoxicación, mareos, somnolencia y otros.
- El personal clínico al estar consciente de la exposición al riesgo químico, físico y ergonómico se sienten estresados antes de la intervención quirúrgica, sumándose a éste el estrés propio que genera las causas ya mencionada.

Además estos problemas traen como consecuencia la disminución de la vida útil del equipamiento presente en los quirófanos por su inadecuado uso, disminuyendo su eficiencia y disponibilidad, que a su vez ocasiona una gran inversión de dinero por mantenimiento correctivo con mayor frecuencia dejando momentáneamente fuera de servicio la sala quirúrgica lo cual repercute en la sociedad en general.

Al plantear estos problemas, surgen las siguientes interrogantes:

¿Será que con un rediseño del sistema de transmisión de señales, de la distribución y de las fuentes de alimentación de los equipos, mejore la relación ergonómica *equipamiento-personal quirúrgico-paciente* en el quirófano?

¿Aplicando un diseño de elementos electromecánicos para el manejo de señales, fluidos y energías utilizados en los quirófanos de tipo abdominal se solucionará algunas de las causas que originan el problema?

¿Se podrá cambiar el sistema actual de las señales asociadas al paciente dentro de la sala quirúrgica?

¿Con un diagrama de recorrido de trabajo será más cómoda la movilización del equipamiento y el personal clínico dentro de la sala quirúrgica?

¿Con un nuevo diseño del sistema de transmisión se podrá eliminar el cableado que incomoda el plano de trabajo y/o espacio de acceso fácil del personal quirúrgico?

Aplicando metodología de Diseño que englobe todos los factores mencionados, se espera lograr un rediseño que arroje soluciones satisfactorias a la problemática planteada, tanto desde el punto de vista del personal quirúrgico, como del paciente.

Estos problemas se presentan a nivel Nacional y mundial, y se reconoce como muy importante su inmediata solución, ya que ellos forman cadenas “causa-efecto” en otras series de problemas aún no muy investigados.

Basándose en lo descrito anteriormente, se plantean los siguientes objetivos:

Objetivos Generales.

- Determinar la(s) causa(s) que originan los problemas ergonómicos en la sala quirúrgica.
- Aplicar metodología del diseño para proponer una solución a los problemas ergonómicos presente en la sala quirúrgica.

Objetivos Específicos.

- Evaluar las condiciones actuales del quirófano tales como: distribución física, iluminación y principios ergonómicos según las normas COVENIN 2339, 2249 y 2273 respectivamente.

- Analizar la movilización, disposición, postura y la función de cada uno del personal presente en el momento de la intervención quirúrgica, mediante observación directa, encuesta y cuestionario para mejorar la ergonomía.
- Estudiar posibles distribuciones de sistemas de transmisión de señales eléctricas, neumáticas, telemétrica y fuentes de alimentación considerando la funcionabilidad, disponibilidad y la respuesta de cada uno de los equipos utilizados en la sala quirúrgica, manteniendo las normas asépticas.
- Estudiar la implementación de elementos electromecánicos para controlar desde ciertos puntos la transmisión de fluidos, señales y energías que asocien a la relación *equipamiento-personal quirúrgico-paciente* y que se puedan aplicar a la sala quirúrgica en cuestión.
- Estudiar la factibilidad de la aplicación del rediseño en la sala quirúrgica de tipo abdominal.
- Estimación del tiempo de duración de cada actividad durante la intervención quirúrgica.

Al cumplir con estos objetivos se pretende proponer un rediseño del quirófano, de tal manera que se logre crear un ambiente y condiciones de trabajo comfortable y más adecuado para el personal quirúrgico.

CAPÍTULO I METODOLOGÍA DE DISEÑO

Se considera que la metodología de diseño es el proceso de solucionar un problema, incluyendo el reconocimiento del mismo, por lo tanto se puede decir que todos los capítulos siguientes forman parte de ésta metodología. En la figura 1.1, que se muestra a continuación, se esquematiza la metodología de diseño a implementar, considerando ésta metodología en dos etapas fundamentales: Divergencia – Transformación y Transformación - Convergencia.

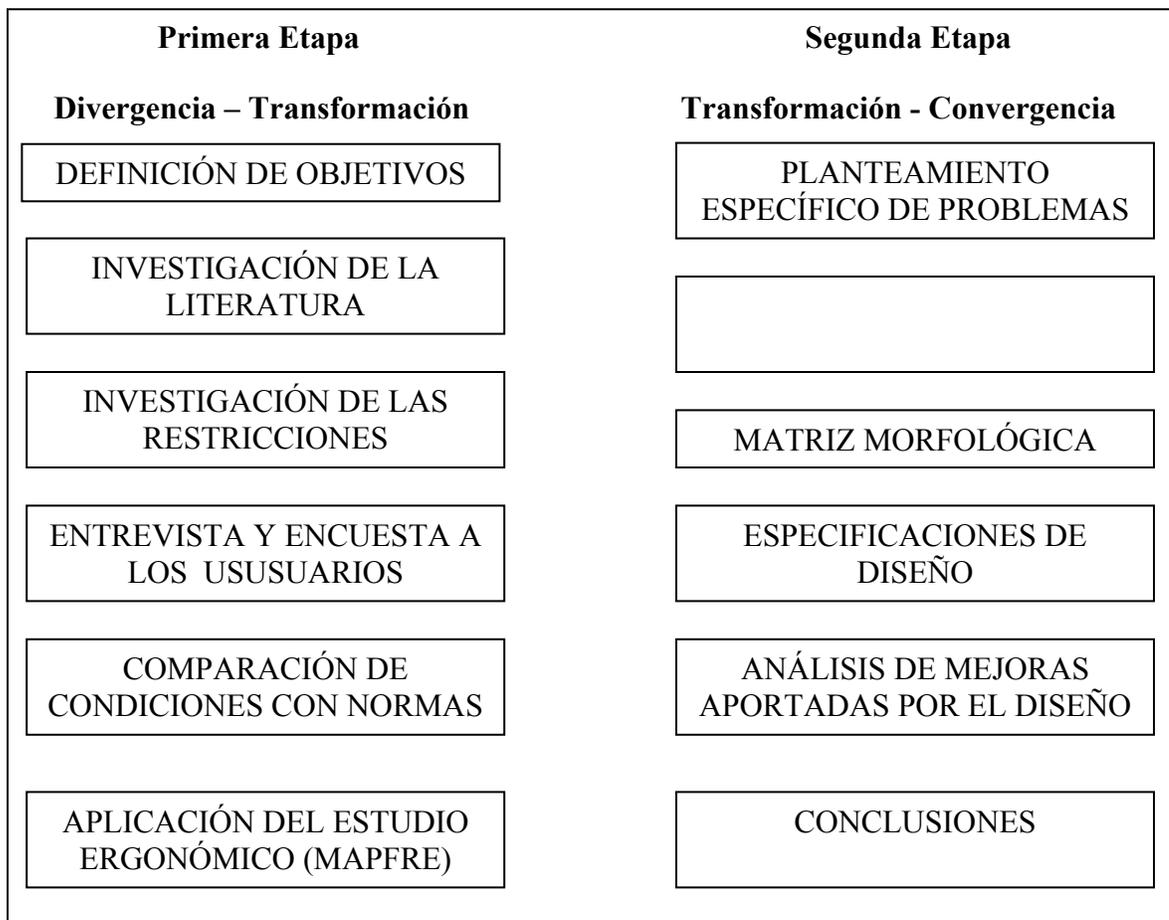


Fig. 1.1 Metodología de diseño.

La primera etapa se basa en la recopilación de información para obtener con precisión la problemática dentro del quirófano. Dicha etapa dará como resultado algunas causas del problema, por lo tanto es necesario continuar con la segunda etapa

que es la clasificación del problema en subproblemas y la aplicación de los métodos necesarios para el hallazgo de una solución satisfactoria, luego se especificarán los diseños y se analizarán las mejoras que estos puedan traer al ser aplicados.

RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

La recopilación de información del quirófano abarca la descripción de la zona de trabajo, los equipos, herramientas y materiales disponibles para la ejecución del trabajo y el tipo de trabajo, para así identificar el ambiente del problema, los afectados y la relación de lo segundo con lo primero, seguidamente se describe el proceso de trabajo, que consiste en las actividades que realiza el equipo quirúrgico. También se referirá, de manera preliminar, a las condiciones generales del quirófano basándose en una inspección visual del mismo.

Para realizar el estudio en cuestión se tomó como muestra el quirófano I del Hospital Militar de Caracas “Dr. Carlos Arvelo”, asignado a intervenciones quirúrgicas de tipo abdominal, y el personal quirúrgico del turno de la mañana que labora en dicho quirófano.

1. Descripción del Ambiente de Trabajo.

La sala quirúrgica en estudio es una habitación de 34,02 m², destinada para intervenciones de tipo abdominal, está dispuesta, en su parte central, una mesa quirúrgica donde es ubicado el paciente para la operación. Alrededor se dispone de una gran variedad de máquinas y elementos quirúrgicos necesarios para la intervención y que son utilizados por el personal médico, ver figura de la página siguiente y plano del apéndice A: *Disposición General de los Equipos*.

1. Máquina de Anestesia.
2. Monitor.
3. Electrocoagulador.
4. Succión.
5. Mesa Quirúrgica.
6. Electroestimulador.
7. Lámpara Cialítica.
8. Estantes.
9. Mesa de Instrumentista.
10. Mesa Semicircular.
11. Mesa de Mayo.
12. Bombona de Oxígeno.
13. Switch.
14. Ofaina y Porta Ofaina.

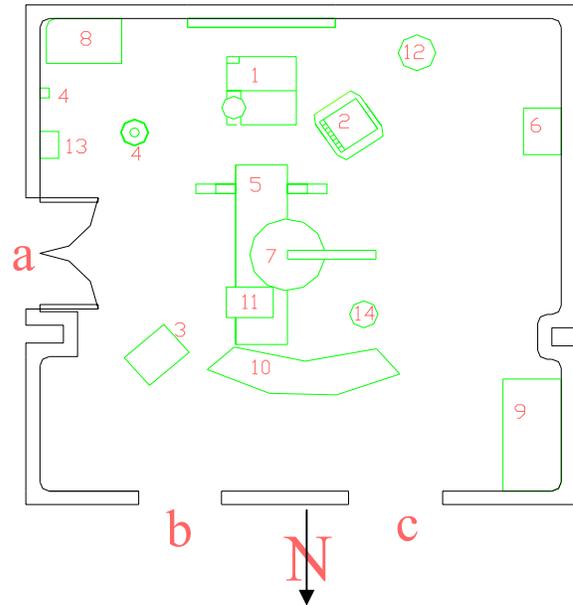


Fig. 1.2. Disposición general del equipamiento.

El ambiente térmico del quirófano es proporcionado por una ventilación mecánica, produciendo la temperatura y la humedad típica de este ambiente de trabajo, sin embargo, se aprecia una diferencia de temperatura en distintas zonas del quirófano. El piso es de granito de acabado liso y de color oscuro.

El quirófano en estudio tiene tres entradas, ver figura 1.1, la entrada principal (a) destinada para el acceso de pacientes en camillas; la segunda (b) comunica al quirófano con el área de lavabo que a su vez comunica a otro quirófano y al pasillo central, ésta entrada es usada por el personal médico para acceder al quirófano desde el área de lavabo una vez que se haya realizado la limpieza de las manos, la tercera entrada (c) comunica con un cuarto donde se encuentra el equipo de laparoscopia y éste cuarto comunica también al otro quirófano.

La iluminación general viene dada por lámparas fluorescentes y la local por una lámpara cialítica situada por encima de la mesa quirúrgica, la pared muestra una apariencia dura, de color oscuro y de esquinas redondeadas, también se observan, tanto en la pared como en el techo, las conexiones de los gases anestésicos como el

óxido nitroso, oxígeno y el sistema de succión, como se indica en las figuras 1.3 y 1.4.



Fig. 1.3. Iluminación del Quirófano.



Fig. 1.4. Conexiones gases anestésicos.

Generalmente en las intervenciones quirúrgicas están presentes ocho (8) personas, estas son:

- Un Cirujano Principal.
- Dos Cirujanos Residentes.
- Un Instrumentista.
- Un Supervisor de Anestesia.
- Un Anestesiólogo.
- Un Circulante de Anestesia.
- Un Circulante de Instrumentista.

En algunos casos, cuando la operación lo amerita, la cantidad de personas en una intervención es mayor a ocho (8), éste personal adicional son:

- Personal de Rayos X.
- Personal de Pediatría.
- Personal Circulante adicional.
- Estudiantes.

Éste personal solo actúa en determinado momento de la intervención quirúrgica. Para apreciar la una de las disposiciones que adopta el equipo quirúrgico ver apéndice A: *Disposición General de los Equipos.*

1.1. Disposición Actual del Equipamiento.

En la sala quirúrgica se encuentra una variedad de equipamiento básico que contribuyen y facilitan la labor de los médicos y su disposición viene dada según la intervención quirúrgica a realizar, que en este caso es de tipo abdominal. Estos equipos son, entre otros:

- Mesa quirúrgica.
- Máquina de anestesia.
- Electrocoagulador.
- Monitor de signos vitales.
- Succionador.
- Electroestimulador.
- Material médico quirúrgico.

La **mesa quirúrgica** es un equipo de acero inoxidable que posee un sistema electromecánico capaz de generar ciertos movimientos para ubicar el plano de trabajo acorde al cirujano y a la operación. Alrededor de ella se dispone la máquina de anestesia, el electrocoagulador, el monitor, el succionador y el personal médico, entre otros. Este equipo está dispuesto aproximadamente en el centro del quirófano.

La **máquina de anestesia** está compuesta por dosificadores de gases y medicamentos, conexiones de gases anestésicos como óxido nitroso, oxígeno y aire y es utilizada para el suministro de anestesia al paciente, antes y durante la operación, a través del respirador y de mangueras. Está dispuesta, en este tipo de intervención, a un (1) metro en forma radial por arriba de la cabecera de la mesa quirúrgica.

El **electrocoagulador**, también llamado electrobisturí, es utilizado por los cirujanos para cortar la piel del paciente y coagular los vasos sanguíneos dañados en el momento de la intervención quirúrgica. Está dispuesto a la diestra del cirujano principal y cerca de la mesa quirúrgica aproximadamente a ochenta (80) cm.

El **monitor** es una pantalla que registra información de los signos vitales del paciente a través de señales eléctricas y es usado por el cirujano y el anesthesiólogo para llevar un seguimiento de las condiciones del paciente durante la operación. Éste

es dispuesto, en este tipo de intervención, a un (1) metro en forma radial por arriba de la cabecera de la mesa quirúrgica y al lado de la máquina de anestesia.

El **succionador** está compuesto por dos envases, uno conectado a la toma de succión de la pared y conectado al otro, ubicado en el suelo, por medio de una manguera en la parte superior de ambos envases. Estos envases tienen presión manométrica negativa producida por una bomba de vacío accionada por un motor eléctrico, dicho sistema se encuentra en un cuarto aislado para evitar molestia por ruido en el quirófano. El envase ubicado en el suelo posee otra manguera en su parte superior, cuyo extremo es utilizado por el anesthesiólogo antes de aplicar la anestesia por vías respiratorias para evacuar las secreciones salivales y por los cirujanos para evacuar los fluidos corporales y el contenido intestinal hallados en la zona de operación del paciente. El envase ubicado en el suelo, posee unas ruedas para desplazarse entre la succión de la pared y la mesa quirúrgica.

El **desfibrilador**, también llamado electroestimulador, es el equipo de resucitación que tiene el quirófano, es usado sólo en caso de un paro cardíaco o tendencia de pérdida del paciente durante la operación, está ubicado en una esquina del quirófano durante toda la operación a menos que se genere una emergencia, en éste caso es desplazado al lado de la mesa quirúrgica para proceder a su uso.

Entre los **materiales médicos quirúrgicos** se encuentran:

Mesas de instrumentista: Existen dos tipos de mesas, la semicircular que se dispone al final de la mesa quirúrgica; y la de Mayo que se dispone por encima de la mesa quirúrgica y al frente del instrumentista, en ellas se colocan los distintos materiales quirúrgicos, ya esterilizados, que van a ser usados en la operación.

Estantes: son muebles de acero inoxidable dispuestos en las esquinas o contra alguna pared del quirófano y son utilizados para colocar el material quirúrgico, tales como: soluciones, gasas, compresas, jeringas, etc., debidamente identificado, para

que el personal circulante tome la cantidad necesaria en cada operación para facilitar al instrumentista.

Parales (soportes móviles): son de acero, con tres ruedas que la hacen desplazables, de altura variable y son ubicados en la cabecera de la mesa quirúrgica, estos sirven para colocar las bolsas de dosis de tranquilizantes y sueros, que varían de acuerdo a cada operación, y también lo utilizan para dividir el campo estéril del campo no estéril.

Vestimenta: Es una ropa usada por todo el personal médico en las salas quirúrgicas, ésta es proporcionada antes de entrar al quirófano por el personal de enfermería, consta de un tapa boca, gorro, cubre botas, pantalón y camisa y sirve para mantener las normas de asepsia dentro del quirófano. Al momento de la operación, los cirujanos y el instrumentista utilizan otra vestimenta protectora que consta de una bata de mangas largas y un par de guantes de goma, cubriendo la ropa antes mencionada, para proteger y mantener el campo estéril del área de trabajo.

La disposición general del conjunto de equipos antes mencionado se ilustra en el plano del apéndice A: *Disposición General de los Equipos* y las especificaciones técnicas de cada equipo es mostrada en el anexo 1: *Fichas Técnicas*.

1.2. Descripción de la Iluminación.

La iluminación dentro del área quirúrgica es de tipo artificial, la iluminación general la ofrece cuatro lámparas redondas de techo, de dos bombillos fluorescentes, éstas lámparas están colocadas una en cada esquina, además de cuatro lámparas de tres bombillos fluorescentes cada una, colocadas en el centro del techo a lo largo del quirófano. La iluminación local la brinda una lámpara cialítica (ver anexo 1: *Fichas Técnicas*) dispuesta en el centro del techo, encima de la mesa quirúrgica, ésta puede colocarse, de acuerdo a lo que amerite la operación, en varias posiciones para poder garantizar la iluminación en el sitio requerido.

1.3. Identificación del Equipo Médico.

En la mayoría de las operaciones observadas se obtuvo que el promedio general del personal médico presente en la sala quirúrgica era de ocho (8) personas, estas se identificaron de la siguiente manera:

El **Equipo de Anestesiología** está constituido generalmente por tres personas: supervisor de anestesia, anesthesiólogo, y circulante de anestesia; las cuales se encargan de: una parte de la fase preoperatoria, o sea, suministrar anestesia al paciente, dosis de tranquilizantes, relajantes y suero, realizar las conexiones de los electrodos, el brazalete para la presión arterial, y los otros cables necesarios para realizar el seguimiento y el registro de las condiciones del paciente durante la operación. En caso de alguna novedad, actúan aplicando algún medicamento o sustancia que regule las condiciones del paciente. En éste tipo de intervenciones los anesthesiólogos se colocan en la cabecera de la mesa quirúrgica y cuando la ocasión lo amerita éste se desplaza hacia los lados de la mesa, buscando los brazos del paciente para aplicar alguna técnica de anestesia.

El **Cirujano Principal** es el responsable de lograr satisfactoriamente la extirpación del problema quirúrgico, dirigiendo la operación y aplicando sus conocimientos. **Los Cirujanos Residentes** son los encargados de preparar la zona de trabajo sobre el paciente, primero con una solución de bactericida y alcohol limpian la región abdominal del paciente, luego colocan campos estériles, alrededor de la zona ya desinfectada para cumplir, con los principios asépticos. Ellos contribuyen con el trabajo del cirujano principal a la vez que van enriqueciendo sus conocimientos en el área de cirugía abdominal. Los cirujanos residentes se ubican frente al cirujano principal, en algunas operaciones un residente se coloca al lado del cirujano principal, para realizar la operación y el cirujano principal se coloca a la altura del abdomen del paciente.

El **Instrumentista** es quien asiste al equipo de cirujano, coloca el traje estéril, entrega los equipos requeridos durante toda la operación, organiza los instrumentos en las mesas semicircular y la de Mayo de acuerdo a la intervención y solicita al

circulante instrumentos adicionales que no se encuentra a su alcance. Éste se ubica al lado del cirujano principal a la altura de las piernas del paciente.

El **Circulante** se encarga de asistir al instrumentista, busca los instrumentos, ya esterilizados en la zona de faena limpia, está pendiente de tomar las gasas y compresas contaminadas, limpia el sudor de la frente de los cirujanos durante la operación, energiza y regula los parámetros de los equipos que utilizan los cirujanos. Este se encuentra en constante movimiento dentro y fuera del quirófano.

2. Descripción del Proceso de Trabajo.

El Proceso de Trabajo en las intervenciones quirúrgicas se puede dividir en tres etapas a saber, fase preoperatoria, fase operatoria y fase postoperatoria. La fase preoperatorio consiste en preparar tanto el quirófano como al paciente antes de la operación, para esto la enfermera circulante comprueba que ha sido atendido cada detalle requerido para la seguridad del paciente, organiza todo los instrumentos y equipos necesarios para la operación, después de que llevan el paciente al quirófano, le colocan la ropa esterilizada que constituye parte del campo estéril. El equipo de anestesiología escoge las técnicas apropiadas para administrarle al paciente el medicamento, ésta depende del tipo de operación, de la edad, del peso y de las condiciones generales del paciente.

Después de preparado el paciente, empieza la fase operatoria, que consiste en aplicar la cirugía ya asignada al paciente, esta fase operatoria se divide en tres etapas que son:

- **Diéresis:** Conjunto de maniobras que realiza el equipo de cirugía para seccionar los distintos tejidos del cuerpo, hasta llegar al sitio de la intervención propiamente dicha.
- **Exéresis:** Es netamente la operación quirúrgica, que consiste en realizar los procesos patológicos que amerita la operación, estos pueden ser reparación de tejidos, extirpación o intercambio de órganos etc.

- Síntesis: Conjunto de maniobras que realiza el equipo de cirugía para reconstruir los diferentes tejidos del cuerpo hasta culminar la operación.

En esta fase operatoria trabajan en conjunto todo el personal quirúrgico, el equipo de cirujano se encarga de aplicar la cirugía, el instrumentista asiste de instrumentos y materiales al equipo de cirugía, el equipo de anestesiología vela por las condiciones del paciente, el equipo de circulante cumple con prestar su servicio a todos los integrantes de los grupos anteriormente mencionado. El tiempo de duración de la intervención es variado y depende de: la complejidad de cada una de las operaciones, las condiciones del quirófano, la capacidad de respuesta de cada equipo, cualquier inconveniente, etc.

Seguidamente comienza la fase postoperatoria y es cuando al paciente le van quitando los equipos que tiene conectado, le suspenden el suministro de anestesia y es estimulado a que respire por sí mismo y a que despierte, luego el paciente es trasladado a una camilla y es llevado a la habitación de recuperación, donde estará bajo observación del comportamiento general pasado los efectos de la anestesia. En el quirófano los cirujanos y el instrumentista desechan las batas y los guantes, el circulante desecha todos los campos estériles, gasas y compresas no estériles, el instrumentista envía los instrumentos reutilizables a la faena de esterilización, y organiza el estante de los equipos, luego el personal de limpieza higieniza todo el quirófano y lo deja listo para la próxima operación, donde está atento el mismo personal médico.

El personal médico del turno de la mañana realiza de tres a cuatro operaciones diarias en el mismo quirófano al igual que lo hace el personal del turno de la tarde, para mayor detalle ver apéndice B: *Diagrama de Recorridos y Flujogramas*.

3. Condiciones Generales.

Primero se realizó una inspección visual del quirófano, se tomaron fotos, filmaciones y apreciaciones para posteriormente analizar las condiciones y el

comportamiento general en el quirófano, simultáneamente se realizó una encuesta al personal quirúrgico y se efectuó una ficha técnica de cada equipo existente en la sala.

3.1. Inspección Visual.

Se realizaron varias visitas al quirófano unas de ellas estando éste deshabitado (fuera del horario de trabajo) y otras durante el desarrollo de intervenciones quirúrgicas, se tomaron fotos, filmaciones y apreciaciones a los detalles pertinentes a esta evaluación. A continuación se presentan los resultados de la inspección visual:

Entrando al quirófano se observó que el techo presenta los cables de la conexión de la lámpara cialítica colgando y queda al descubierto el registro de la electricidad de donde se tomó la corriente para dicha lámpara, ver figura 1.5, un bombillo fluorescente de dos de las lámparas redondas no encienden, al igual que cuatro de los bombillos de las lámparas larga, también se observó rieles de uso y estructura metálica para el desplazamiento de la lámpara cialítica, ver figura 1.6.



Fig. 1.5. Cable de la lámpara cialítica colgando.



Fig. 1.6. Rieles de lámpara cialítica.

La puerta de acceso al paciente no tiene completo el brazo mecánico que logra cerrarla y mantenerla así, por lo tanto el sistema de mantener la puerta cerrada no está en funcionamiento y no tiene protector para camillas, ver figura 1.7, las otras dos entradas no tienen puerta.



Fig. 1.7. Brazo mecánico defectuoso.

Al detallar las paredes, se ven dos instrumentos (termómetro y medidor de humedad relativa) que están deteriorados y no cumple con su función, ver figura 1.8, hay tomacorrientes que están fuera de servicio y deteriorados, existen tres tomacorrientes múltiples (de seis tomas) de corriente alterna, ciento diez voltios y solo uno de corriente doscientos veinte voltios, ver figura 1.9.



Fig. 1.8. Instrumentos deteriorados.



Fig. 1.9. Corriente de 110 v.

En las siguientes fotos se observa que los cables y las mangueras que van desde la máquina de anestesia y desde el monitor al paciente quedan dispuestos arbitrariamente obstaculizando el paso por esta zona de trabajo e invadiendo el área de trabajo del personal de anestesia, generando incomodidad al momento de laborar.



Fig. 1.10. Cables y mangueras dispuestos arbitrariamente.



Fig. 1.11. Cables y mangueras entorpeciendo la labor del anestesta.



Fig. 1.12. Cables en el paso del personal.



Fig. 1.13. Los cables entre las piernas crean riesgo de desconexión del paciente.



Fig. 1.14. Incomodidad del circulante por cables del monitor.



Fig. 1.15. Posición incómoda a causa de la invasión de cables a su puesto de trabajo.

Las mangueras que van desde las soluciones, que están en los parales móviles, al paciente también se colocan arbitrariamente, invadiendo el área de trabajo de los cirujanos, la manguera del succionador generalmente queda entre dos cirujanos o un cirujano y el instrumentista, tropezando con las piernas de ellos y a su vez queda interrumpiendo el paso del circulante que tropieza con esta manguera durante su recorrido. El cable de la punta del electrocoagulador queda entre las piernas del

instrumentista, creando que esta persona tenga que levantar la pierna constantemente para no desconectar el electrocoagulador. Ver las figuras a continuación.



Fig. 1.16. Manguera del succionador y cables del electrocoagulador obstaculizando el paso por esta zona.



Fig. 1.17. Manguera del succionador y cable de electrocoagulador en las piernas del cirujano.



Fig. 1.18. Mangueras de las soluciones de los parales colocadas arbitrariamente.



Fig. 1.19. Cable del electrocoagulador en las piernas del instrumentista y obstaculizando el paso del circulante.

Los cables y mangueras de alimentación de la máquina de anestesia, electrocoagulador, monitor, mesa quirúrgica quedan generalmente en el piso o colgando aproximadamente a unos cuarenta centímetros sobre el nivel del suelo, lo cual impide el paso fácil del circulante, ya que este tiene que levantar las piernas por encima del cable para poder pasar y en éste ejercicio se puede caer, desconectar el equipo, tumbar el equipo, en fin puede generar una situaciones de riesgo en el quirófano. Ver las figuras de la página siguiente.



Fig.1.20. Cable de energía de la mesa quirúrgica



Fig.1.21. Cables y mangueras de alimentación de la máquina de anestesia.



Fig. 1.22. Anestesiólogo pasando detrás de la máquina de anestesia.

También se apreció que la salida de la mezcla de gases anestésicos y aire exhalados por el paciente, pasan por un filtro de dióxido de carbono, parte de ésta mezcla vuelve al paciente y la restante la descarga al quirófano, no existe un sistema de extracción de estos gases, los cuales son inhalados por el personal quirúrgico generando en ellos cansancio y somnolencia. Ver las figuras siguientes:



Fig. 1.22. Salida de los gases anestésicos exhalado por el paciente.



Fig. 1.23. Acercamiento a la salida de gases exhalados por el paciente.

3.2. Encuesta.

Se realizó una encuesta con la finalidad de conocer, por parte del personal quirúrgico, las condiciones del quirófano y aspectos que ellos consideran como problemas dentro del mismo y cómo son afectados. El modelo de la encuesta se puede apreciar en el Anexo 2: *Encuesta*, y los resultados de la misma se presenta de manera indirecta en el estudio ergonómico del capítulo III y en el planteamiento de los problemas en el capítulo IV.

CAPÍTULO II

EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES ACTUALES

En este capítulo se presenta la comparación de las condiciones actuales del quirófano respecto a diversas normas, todas ellas referente a la disposición de los elementos dentro del quirófano y el desempeño laboral dentro del mismo. Esto con la finalidad de verificar si el quirófano en estudio cumple con las normas vigentes en el país y analizar si el incumplimiento de algún ítem de la norma trae consigo la raíz de algunos de los problemas que afecta el personal que labora dentro de ellos.

1. Comparación de las condiciones actuales del quirófano respecto a la Norma COVENIN 2339.87: “Clínicas, Policlínicas, Institutos u Hospitales. Privados. Clasificación”.

El quirófano en estudio difiere de la norma en el artículo 6.1.16.3 “Equipos por cada mesa quirúrgica”, en la disponibilidad del torniquete neumático, una manta térmica y una bomba de infusión, estos equipos para ser usados tienen que ser previamente reservados, ya que el hospital cuenta con cuatro de cada uno de ellos para cubrir la necesidad de ocho quirófanos, por lo tanto éste equipo no está fijo en el quirófano, además en las operaciones tipo abdominal sólo se usa la manta térmica para operaciones de cesáreas y de pediatría. Los soportes universales son de tipo móviles, no existe soporte universal fijo.

También difiere en el artículo 6.1.19 “Servicio de quirófano” que menciona que el servicio de quirófano debe tener una sala semi-restringida para colocar la anestesia, dicha sala no existe, la anestesia es aplicada dentro del quirófano. La norma exige un área de 33 m² y dimensión menor de 5,5 m., el quirófano tiene 34,02 m² y la dimensión menor es de 5,4 m. Una diferencia de diez centímetros que se puede considerar como despreciable. Las esquinas de las paredes son redondeadas con excepción de las uniones de las paredes con las rejillas de suministro de aire del sistema de ventilación mecánica y las uniones con el piso.

2. Comparación de las condiciones actuales del quirófano respecto a la Norma COVENIN 2249.93: “Iluminación en Tareas y Áreas de Trabajo”.

Utilizando el procedimiento simplificado de medición para áreas interiores expuesto en la norma en el artículo 5.3.2, se obtuvo los siguientes resultados, ver apéndice C: *Iluminación*.

Iluminación General en el Quirófano: 217,71 lux.

Iluminación en la Mesa Quirúrgica (local + general): Caso 1: 13.800 lux.

Caso 2: 17.900 lux.

Caso 3: 24.000 lux.

Caso 4: 29.500 lux.

Cada caso se debe a los grados de iluminación ajustable, que tiene la lámpara cialítica, para adaptar la intensidad de la luz a la necesidad del operario, el nivel va aumentando desde la posición uno a la posición cuatro.

Comparando estos valores con los recomendados por la norma en la tabla 1B, “Interiores destinados a uso comercial, instituciones o reuniones públicas” en el punto “Iluminación en tareas quirúrgicas”, ver apéndice C: *Iluminación*, que considera que la iluminación es del tipo local y general; se observa que los valores de iluminancia están en un rango mayor al máximo recomendado, lo que representa un derroche de energía en el área. En el punto “Áreas de operaciones, partos recuperación, laboratorios y servicios.”, que considera que la iluminación es del tipo general, los valores de iluminancia en el quirófano no son acordes a los recomendados en la presente norma ya que están por debajo del valor mínimo, esto se debe al mal funcionamiento de las lámparas (bombillos quemados ya indicados en la inspección visual).

Se tuvieron las siguientes consideraciones:

Edad de las lámparas.

- Fluorescentes redondas: 14 años.
- Fluorescentes largas: 14 años.

- Lámpara cialítica: 2 años.

Instrumento usado:

Luxómetro. Rango: 0,01 lux – 100000 lux.

Apreciación: ± 1 lux.



Fig. 2.1. Luxómetro.

3. Comparación de las condiciones actuales del quirófano respecto a la Norma COVENIN 2273.91: “Principios Ergonómicos de la Concepción de los Sistemas de Trabajo”.

La norma en el artículo 4.1.1 “Concepción en función de las medidas corporales” menciona que: “La altura de trabajo debe estar adaptada a las dimensiones corporales del trabajador y a la naturaleza del trabajo por efectuar.”, en las intervenciones quirúrgicas trabajan sobre un mismo plano de trabajo un grupo de personas (los cirujanos y el instrumentista). En la mayoría de los casos ellos difieren en sus dimensiones corporales uno de los otros, y el plano de trabajo se coloca de acuerdo al cirujano principal, creando que los otros tres adopten posiciones, un tanto incómodas, para poder alcanzar el plano de trabajo.

El artículo 4.1.2 “Concepción en función de las posturas, de los esfuerzos musculares empleados y de los movimientos corporales” menciona: “Las posturas adoptadas no deberán provocar cansancio por tensión muscular estática prolongada. La alternancia de las posturas debe ser posible”, debido al proceso de trabajo y a la

causa anteriormente mencionada, los cirujanos residentes y el instrumentista adoptan posturas que provocan cansancio por tensión muscular estática y mantienen contracción estática prolongadas en los músculos de las piernas, debido al tiempo de ejecución de sus tareas, la posición de pie y que la alternancia de las posturas es mínima, o sea, la inmovilidad es prolongada.

El artículo 4.1.3. “Concepción referente a los medios de señalización y de representación y a los instrumentos de mando” recalca lo siguiente: “El tipo, la forma y la disposición de los instrumentos de mando deben corresponder a las características del manejo, teniendo en cuenta las características del operario humano así como los reflejos adquiridos o natos.”, en este caso la disposición de algunos de los equipos entorpecen la maniobra de ellos o de otros equipos. También se refiere a: “Cuando los instrumentos de mando son numerosos, su colocación debe asegurar una maniobra segura, unívoca y rápida”, la colocación de los equipos y sus cables, en el quirófano, no garantizan una maniobra segura ya que están dispuestos arbitrariamente y no están protegidos contra una maniobra no intencional.

Para el artículo 4.2 “Concepción del ambiente de trabajo” menciona que: “El ambiente de trabajo debe ser concebido de modo tal que las condiciones físicas, químicas y biológicas no tengan influencia nociva en el hombre, sino que ayude a preservar su salud y su capacidad de trabajo.”, en el espacio de trabajo y de evolución en el quirófano, la disposición de los cables y mangueras es arbitraria quedando atravesado en el espacio de acceso fácil, interfiriendo en los movimientos del personal médico; Los gases anestésicos exhalados por el paciente son expulsados al ambiente de trabajo contaminando el quirófano, dando como resultado que el personal médico, al inhalar estos gases, presenten somnolencias, dolores de cabeza, cansancio y a largo plazo problemas en las vías respiratorias. El color de las paredes del quirófano es opaco y no ayudan a la repartición de la luz en toda la sala quirúrgica.

4. Comparación de las condiciones actuales del quirófano respecto a las normas emitida en Gaceta Oficial de la Republica de Venezuela año CXXVI-mes I. 1998. N° 36.574.

El quirófano no cumple con el capítulo IV “Requerimientos Espaciales”, en el artículo 7° menciona que: “las dimensiones de las puertas de los quirófanos deben ser de 1,60 metros de ancho de tipo vaivén y con protector para camillas”. En el quirófano las dimensiones de las puertas de entrada del paciente son dos de sesenta y dos centímetros (0,62 m) cada una, dando un ancho total de 1,25 metros, las puertas no son de tipo vaivén y no poseen protector para camillas. En el artículo 10, menciona que la altura del quirófano debe ser de 4,0 metros entre el piso y el techo, y este tiene apenas una altura de 2,75 metros.

En el Capítulo VII “Condiciones Ambientales”, el artículo 16 menciona que la temperatura debe oscilar entre 16 y 20 grados centígrados. Los valores obtenidos en el quirófano se encuentran en un rango de 19,9 y 21,3 grados centígrados cuando está en funcionamiento sólo la ventilación central del piso y cuando está la ventilación local encendido la temperatura varía en un rango de 17,2 a 19,2 grado centígrado, por lo tanto está sujeto al capítulo mencionado.

El Capítulo VIII “Instalaciones”, en el artículo 18 se refiere a las cantidades de tomas de corriente de 110 V (4 c/u), 220 V (2 c/u) y a la altura de los mismos tiene que ser de 1,20 metros. En el quirófano, las tomas de corriente están a una altura de 0,40 y 0,60 metros, poseen más de cuatro tomas de corriente de 110 V, y solamente tiene una de 220 V. El Artículo 19 referente a las alturas de las rejillas, indica que estas deben tener una altura no mayor de 0,40 metros sobre el nivel del suelo, mientras que en el quirófano, las rejillas se encuentran a 2,20 metros del suelo en posición horizontal. En el Artículo 20 se menciona las cantidades de tomas de gases medicinales en las paredes y en el techo (uno de óxido nitroso, uno de oxígeno y uno de succión). En el quirófano en estudio, no hay tomas de oxígeno ni de óxido nitroso en las paredes, solamente hay toma de succión.

5. Comparación de las condiciones actuales del quirófano respecto a los Principios de Asepsia.

Los Principios de Asepsia, son normas que se utilizan para mantener la limpieza y el orden dentro de los quirófanos. Estas normas son practicadas por el personal médico en todas las fases de la operación (preoperatoria, operatoria y postoperatoria). Por medio de observaciones directa y de videos, se pueden notar que estas normas de asepsia se cumplen a cabalidad dentro de la sala quirúrgica, garantizando un ambiente de trabajo limpio, seguro y confiable en cada operación, sin dejar de resaltar de los múltiples esfuerzos que tienen que realizar todo el personal médico debido a la distribución del equipamiento y de los cables presentes en las zonas de trabajo de cada uno del personal.

6. Conclusión de las comparaciones de las condiciones actuales del quirófano respecto a las normas.

Algunas de las diferencias entre las condiciones del quirófano y las normas tienen influencia sobre varios de los problemas planteados, pero no en la totalidad de los mismos. El cumplimiento de la totalidad de las diferentes normas existentes para la elaboración de los quirófanos y su ambiente, no garantiza que éste sea ampliamente confortable y seguro para el personal que allí labora por tal motivo se recomienda la revisión de las mismas o la elaboración de una nueva norma que abarque la disposición del equipamiento y de sus componentes tales como cables y mangueras tanto de alimentación como de salida.

En los próximos capítulos se realizarán estudios para identificar con claridad los problemas, algunos se solucionan con respuestas inmediatas y otras no tan inmediatas, para estas últimas se aplicará métodos de diseño para plantear soluciones.

CAPÍTULO III

ESTUDIO ERGONÓMICO

El presente estudio ergonómico pretende ser una valoración ergonómica simplificada, de manera que, a partir de éste tipo de análisis general, en aquellos puestos donde se detecten algunas condiciones críticas se pueda abordar una metodología más intensiva sobre aspectos más concretos (diseños específicos, programas o instrucciones de trabajo, etc.). También se obtiene como resultado las condiciones de la relación del trabajador con varios factores de evaluación, referente al ambiente de trabajo, mostrando claramente cuál aspecto hay que mejorar. Finalmente se recomienda algunas acciones a tomar para mejorar las relaciones que presentaron problemas.

1. Condiciones de Aplicación del Método MAPFRE.

Para la aplicación de éste método se observaron y se filmaron treinta (30) intervenciones quirúrgicas del tipo abdominal, las cuales tienen una duración promedio de dos horas y treinta minutos, para posteriormente realizar el análisis ergonómico por puesto de trabajo de cada uno del personal médico presente en las intervenciones, que se basa en estudiar los siguientes factores: disposiciones del espacio de trabajo, cargas estáticas y dinámicas del trabajador, riesgos y accidentes, iluminación, condiciones térmicas y ambiente cromático, entre otros. Además se utilizó la encuesta realizada al personal quirúrgico, ver anexo 2: *Encuestas*, para complementar la información obtenida.

El análisis ergonómico por puesto de trabajo se realizó utilizando los criterios, tablas y gráficas del método MAPFRE [6], ver anexo 3: *Tabla de apoyo del análisis ergonómico por puesto de trabajo*. No se consideraron los siguientes factores:

- 11. Contaminantes químicos, debido a que la metodología a seguir para detectar la concentración de los contaminantes químicos es muy extensa e implica equipos de muestreo y uso de laboratorios no disponible, por lo tanto está fuera del alcance planteado.

-12. Ruido y vibraciones, ya que en el quirófano no se presenta fuentes de ruido y/o vibraciones que resulten perturbadoras.

-15. Radiaciones. Otros factores ambientales, en este tipo de intervenciones la utilización de equipos que emitan radiaciones perjudiciales al humano es mínima, además de ser restringida al uso de personal autorizado con las medidas de seguridad necesarias.

2. Resultado del Método MAPFRE.

Las hojas que se muestran en la página siguiente es el resultado del estudio ergonómico, éstas constan de tres partes diferenciales: descriptiva, evaluativa y correctiva.

En la parte descriptiva se indican los datos más significativos del puesto, denominaciones de las máquinas, equipos y materiales empleados, así como una breve descripción de las tareas.

En la parte evaluativa, se muestra el perfil profesigráfico (Profesiograma) que se basa en evaluar todos los factores a considerar, apoyándose en las tablas del anexo 3: *Tabla de apoyo del análisis ergonómico por puesto de trabajo*, con la siguiente puntuación: (1) Muy favorable, (2) Favorable, (3) Nivel de acción, (4) Corregir, (5) Corregir y mejorar.

Si la evaluación está entre uno (1) y dos (2), los resultados son satisfactorios, la puntuación tres (3) corresponde al nivel de acción, esto corresponde a una situación aceptable legal o técnicamente, pero a partir del cual sería recomendable aplicar algunas mejoras; y si la evaluación está entre cuatro (4) y cinco (5), los resultados no son satisfactorios, es decir, que este factor es necesario aplicar medidas correctivas y mejorarlo. El Análisis del Profesiograma del puesto de trabajo se representa con la unión de los puntos de evaluación entre los factores a considerar, para identificar fácilmente los sectores de fallas al detallar si las líneas en su recorrido presentan picos hacia cuatro (4) y cinco (5).

La parte correctiva está dedicada a las medidas de corrección o control. Es una ficha de resumen donde se indican las proposiciones mínimas que debe incluir el puesto respecto a los factores analizados y sus posibles líneas de mejoramientos: técnicas, organizativas, administrativas o formativas.

El Análisis del Trabajador del Profesiograma del puesto de trabajo depende de la actitud del trabajador; en el Hospital el personal es rotado a través de los quirófanos periódicamente, entonces la evaluación realizada será vigente sólo por el período que dure ese personal en el quirófano, por lo tanto el análisis del trabajador no es realizado, de lo contrario sería una evaluación subjetiva.

El anestesiólogo por poseer un puesto de supervisor se encarga de velar por la excelencia de la aplicación de la anestesia y solo está en el quirófano para prestar apoyo técnico o solventar algún problema si se presentase, por tal motivo no se hizo profesiograma para este puesto de trabajo. Los cirujanos residentes tienen comportamiento y funciones similares por eso se presenta un profesiograma válido para los dos.

ANÁLISIS ERGONÓMICO POR PUESTO DE TRABAJO.					MAPFRE.					
Empresa: <u>Hospital Militar de Caracas "Dr. Carlos Arvelo"</u> División: <u>Quirófanos</u> Sección: <u>Abdominal</u> Fecha: <u>Oct-Nov 2002</u> Puesto de Trabajo: <u>Anestesiólogo</u> Cualificación Profesional: <u>Forma parte del grupo de Anestesiología</u>										
Equipos, máquinas, útiles, materiales: <u>Máquina de anestesia, monitor y sus accesorios, succionador, medicamentos y materiales de anestesia</u> Breve descripción de las tareas: <u>Suministrar anestesia al paciente, dosis de tranquilizantes, relajantes y suero, realizar las conexiones de los electrodos, el brazalete para la presión arterial, y los otros cables necesarios para realizar el seguimiento y el registro de las condiciones del paciente durante la operación.</u>										
Profesiograma del puesto de trabajo	Análisis					Trabajador				
	1	2	3	4	5	++	+	•	-	--
1. Equipamiento. Disposición del espacio de trabajo.				•						
2. Carga física estática-postural.					•					
3. Carga física dinámica.	•									
4. Atención. Coordinación sensomotriz.				•						
5. Complejidad. Contenido del trabajo.										
6. Autonomía y decisiones.			•							
7. Monotonía y repetitividad.			•							
8. Comunicación y relaciones sociales.	•									
9. Turnos. Horarios. Pausas.					•					
10. Riesgos de accidentes.				•						
13. Condiciones térmicas.		•								
14. Iluminación. Ambiente cromático.				•						

Tabla 3.1. Evaluación Ergonómica del Anestesiólogo.

RESUMEN RECOMENDACIONES EVALUACIÓN ERGONÓMICA.	
MAPFRE	
Puesto de Trabajo: <i>Anestesiólogo.</i>	
FACTORES	TIPOS DE MEDIDAS
ESPACIO FÍSICO Y CARGAS FÍSICAS (1-3)	<p>Técnicas/Sistemas de protección: Nueva disposición del equipamiento y que sus conexiones sean seguras, cercanas a la mesa y a los equipos utilizados. Verificar la conexión a tierra dentro del quirófano.</p> <p>Organizativas y administrativas: Nueva distribución física, equipos y sillas ergonómicas.</p> <p>Formativas/Informativas: Adquirir posturas ergonómicas, películas, charlas de una nueva conexión y de posturas más cómodas dadas por especialistas en el tema. Aprovechar funciones de la mesa quirúrgica.</p>
ATENCIÓN, CARGA SENSORIAL Y MENTAL (4 Y 5)	<p>Técnicas/Sistemas de protección: Diseño de hoja para llevar el control de los pacientes en la intervención quirúrgica.</p> <p>Organizativas y administrativas: Presentar un diseño de una hoja de toma de datos prediseñada.</p> <p>Informativas/Formativas: Charlas y explicación de un nuevo formato para el registro de las condiciones del paciente y uso de todas las funciones de los equipos.</p>
RIESGOS ACCIDENTES (10)	<p>Técnicas/Sistemas de protección: Nueva disposición de la máquina de anestesia, mejor postura al anotar el control del paciente. Aplicar técnicas para que el piso sea antiresbalante.</p> <p>Formativas /Informativas: Demostración de un nuevo sistema a implementar.</p>
ILUMINACIÓN/ AMBIENTE CROMÁTICO (14)	<p>Técnicas/Sistemas de protección: Iluminación de emergencia dentro del quirófano.</p> <p>Organizativas y administrativas: Realizar planes de mantenimiento en la iluminación del quirófano (cambio de bombillos y lámparas). Cambiar los colores de las paredes del quirófano.</p>

Tabla 3.2. Tabla de Resumen de Recomendaciones para el Anestesiólogo.

ANÁLISIS ERGONÓMICO POR PUESTO DE TRABAJO. MAPFRE.										
Empresa: <u>Hospital Militar de Caracas "Dr. Carlos Arvelo"</u> División: <u>Quirófanos</u> Sección: <u>Abdominal</u> Fecha: <u>Oct-Nov 2002</u> Puesto de Trabajo: <u>Circulante de Anestesia</u> Cualificación Profesional: <u>Auxiliar del grupo de Anestesiología.</u>										
Equipos, máquinas, útiles, materiales: <u>Máquina de anestesia, monitor y sus accesorios, succionador, medicamentos y materiales de anestesia</u> Breve descripción de las tareas: <u>Asistir al anestesta en el trabajo de suministro de anestesia al paciente, facilitándole los tranquilizantes, relajantes y suero, colabora con las conexiones de los electrodos y cables necesarios para realizar el seguimiento y el registro de las condiciones del paciente durante la operación, él busca los materiales fuera del quirófano necesarios para la anestesia.</u>										
Profesiograma del puesto de trabajo	Análisis					Trabajador				
	1	2	3	4	5	++	+	•	-	--
1. Equipamiento. Disposición del espacio de trabajo.				•						
2. Carga física estática-postural.					•					
3. Carga física dinámica.		•								
4. Atención. Coordinación sensomotriz.				•						
5. Complejidad. Contenido del trabajo.		•								
6. Autonomía y decisiones.				•						
7. Monotonía y repetitividad.				•						
8. Comunicación y relaciones sociales.	•									
9. Turnos. Horarios. Pausas.					•					
10. Riesgos de accidentes.					•					
13. Condiciones térmicas.		•								
14. Iluminación. Ambiente cromático.					•					

Tabla 3.3. Evaluación Ergonómica del Circulante de Anestesia.

RESUMEN RECOMENDACIONES EVALUACIÓN ERGONÓMICA.	
	MAPFRE
Puesto de Trabajo: <i>Circulante de Anestesia.</i>	
FACTORES	TIPOS DE MEDIDAS
ESPACIO FÍSICO Y CARGAS FÍSICAS (1-3)	<p>Técnicas/Sistemas de protección: <i>Nueva disposición del equipamiento y que sus conexiones sean seguras, cercanas a la mesa y a los equipos utilizados. Verificar la conexión a tierra dentro del quirófano.</i></p> <p>Organizativas y administrativas: <i>Nueva distribución física, equipos y sillas ergonómicas.</i></p> <p>Formativas/Informativas: <i>Adquirir posturas ergonómicas, películas, charlas de una nueva conexión y de posturas más cómodas dadas por especialistas en el tema.</i></p>
ATENCIÓN, CARGA SENSORIAL Y MENTAL (4 Y 5)	<p>Técnicas/Sistemas de protección: <i>Redistribución de cables y conexiones de los gases quirúrgicos.</i></p> <p>Informativas/Formativas: <i>Explicación de la ubicación y conexión del equipo, obteniendo menor movimiento para el alcance a los medicamentos y al paciente y uso de todas las funciones de los equipos.</i></p>
RIESGOS ACCIDENTES (10)	<p>Técnicas/Sistemas de protección: <i>Nueva disposición de la máquina de anestesia. Aplicar técnicas para que el piso sea antiresbalante.</i></p> <p>Formativas /Informativas: <i>Demostración de un nuevo sistema de equipos y distribución a implementar.</i></p>
ILUMINACIÓN/ AMBIENTE CROMÁTICO (14)	<p>Técnicas/Sistemas de protección: <i>Iluminación de emergencia dentro del quirófano.</i></p> <p>Organizativas y administrativas: <i>Realizar planes de mantenimiento en la iluminación del quirófano (cambio de bombillos y lámparas). Cambiar los colores de las paredes del quirófano.</i></p>

Tabla 3.4. Tabla de Resumen de Recomendaciones para el Circulante de Anestesia.

ANÁLISIS ERGONÓMICO POR PUESTO DE TRABAJO. MAPFRE.										
Empresa: <u>Hospital Militar de Caracas "Dr. Carlos Arvelo"</u> División: <u>Quirófanos</u> Sección: <u>Abdominal</u> Fecha: <u>Oct-Nov 2002</u> Puesto de Trabajo: <u>Cirujano principal</u> Cualificación Profesional: <u>Jefe del equipo de Cirugía</u>										
Equipos, máquinas, útiles, materiales: <u>Electrocoagulador, succionador, materiales quirúrgicos, entre otros.</u> Breve descripción de las tareas: <u>Es el responsable de lograr satisfactoriamente la extirpación del problema quirúrgico, dirigiendo la operación aplicando sus conocimientos.</u>										
Profesiograma del puesto de trabajo	Análisis					Trabajador				
	1	2	3	4	5	++	+	•	-	--
1. Equipamiento. Disposición del espacio de trabajo.			•							
2. Carga física estática-postural.				•						
3. Carga física dinámica.		•								
4. Atención. Coordinación sensomotriz.				•						
5. Complejidad. Contenido del trabajo.				•						
6. Autonomía y decisiones.		•								
7. Monotonía y repetitividad.			•							
8. Comunicación y relaciones sociales.	•									
9. Turnos. Horarios. Pausas.			•							
10. Riesgos de accidentes.				•						
13. Condiciones térmicas.		•								
14. Iluminación. Ambiente cromático.	•									

Tabla 3.5. Evaluación Ergonómica del Cirujano Principal.

RESUMEN RECOMENDACIONES EVALUACIÓN ERGONÓMICA.	
MAPFRE	
Puesto de Trabajo: Cirujano Principal.	
FACTORES	TIPOS DE MEDIDAS
ESPACIO FÍSICO Y CARGAS FÍSICAS (1-3)	<p>Técnicas/Sistemas de protección: <i>La comodidad depende de cómo están ubicados los equipos, de las conexiones, que no estorben en el momento de la operación. Conectar sistema de tierra.</i></p> <p>Organizativa y administrativas: <i>Nuevo sistema de conexiones, distribución física, equipos y sillas ergonómicas para los cirujanos.</i></p> <p>Formativas/Informativas: <i>Adquirir posturas ergonómicas, utilizar zapatos de goma para evitar la tierra, guantes de mejor calidad, aprovechar funciones de la mesa quirúrgica.</i></p>
ATENCIÓN, CARGA SENSORIAL Y MENTAL (4 Y 5)	<p>Técnicas/Sistemas de protección: <i>Reubicación del electrocoagulador, del sistema de succión y de los cables que estorben en la operación.</i></p> <p>Organizativas y Administrativas: <i>Presentar el presupuesto de la propuesta del sistema.</i></p> <p>Formativas/Informativas: <i>Charlas y explicación de una nueva distribución de los equipos y uso de los mismos.</i></p>
RIESGOS ACCIDENTES (10)	<p>Técnicas/Sistemas de protección: <i>Nueva disposición del sistema de succión, de las conexiones del paciente al monitor y una mejor postura al operar. Pisos antiresbalante.</i></p> <p>Formativas /Informativas: <i>Propuesta de un nuevo sistema de conexiones de los equipos.</i></p>
ILUMINACIÓN/ AMBIENTE CROMÁTICO (14)	<p>Técnicas/Sistemas de protección: <i>Iluminación de emergencia dentro del quirófano.</i></p> <p>Organizativas y administrativas: <i>Realizar planes de mantenimiento en la iluminación del quirófano (cambio de bombillos y lámparas). Cambiar los colores de las paredes del quirófano.</i></p>

Tabla 3.6. Tabla de Resumen de Recomendaciones para el Cirujano Principal.

ANÁLISIS ERGONÓMICO POR PUESTO DE TRABAJO.					MAPFRE.					
Empresa: <u>Hospital Militar de Caracas "Dr. Carlos Arvelo"</u>										
División: <u>Quirófanos</u> Sección: <u>Abdominal</u> Fecha: <u>Oct-Nov 2002</u>										
Puesto de Trabajo: <u>Cirujano Residente</u>										
Cualificación Profesional: <u>Forma parte del equipo de Cirugía.</u>										
Equipos, máquinas, útiles, materiales: <u>Electrocoagulador, succionador, materiales quirúrgicos, entre otros.</u>										
Breve descripción de las tareas: <u>Son los encargados de preparar la zona de trabajo sobre el paciente, colocan campos estériles alrededor de la zona desinfectada para cumplir con los principios asepticos. Ellos contribuyen con el trabajo del cirujano principal a la vez que van enriqueciendo sus conocimientos en el área de cirugía abdominal</u>										
Profesiograma del puesto de trabajo	Análisis					Trabajador				
	1	2	3	4	5	++	+	•	-	--
1. Equipamiento. Disposición del espacio de trabajo.			•							
2. Carga física estática-postural.				•						
3. Carga física dinámica.		•								
4. Atención. Coordinación sensomotriz.					•					
5. Complejidad. Contenido del trabajo.					•					
6. Autonomía y decisiones.				•						
7. Monotonía y repetitividad.				•						
8. Comunicación y relaciones sociales.	•									
9. Turnos. Horarios. Pausas.				•						
10. Riesgos de accidentes.					•					
13. Condiciones térmicas.					•					
14. Iluminación. Ambiente cromático.	•									

Tabla 3.7. Evaluación Ergonómica del Cirujano Residente.

Observaciones:

El resumen de recomendaciones de la evaluación ergonómica para los Cirujanos residentes es la misma que la realizada para el Cirujano Principal,

ANÁLISIS ERGONÓMICO POR PUESTO DE TRABAJO.

MAPFRE.

Empresa: Hospital Militar de Caracas "Dr. Carlos Arvelo"
 División: Quirófanos Sección: Abdominal Fecha: Oct-Nov 2002
 Puesto de Trabajo: Instrumentista
 Cualificación Profesional: Forma parte del equipo de cirugía

Equipos, máquinas, útiles, materiales: Mesa de mayo, mesa semicircular y materiales quirúrgicos.

Breve descripción de las tareas: Es quien asiste al equipo de cirujano, coloca el traje estéril, entrega los equipos requeridos durante toda la operación, organiza los instrumentos en las mesas semicircular y la de Mayo de acuerdo a la intervención y solicita al circulante instrumentos adicionales que no se encuentra a su alcance

Profesiograma del puesto de trabajo	Análisis					Trabajador				
	1	2	3	4	5	++	+	•	-	--
1. Equipamiento. Disposición del espacio de trabajo.			•							
2. Carga física estática-postural.				•						
3. Carga física dinámica.	•									
4. Atención. Coordinación sensomotriz.			•							
5. Complejidad. Contenido del trabajo.				•						
6. Autonomía y decisiones.			•							
7. Monotonía y repetitividad.			•							
8. Comunicación y relaciones sociales.	•									
9. Turnos. Horarios. Pausas.			•							
10. Riesgos de accidentes.			•							
13. Condiciones térmicas.			•							
14. Iluminación. Ambiente cromático.				•						

Tabla 3.8. Evaluación Ergonómica del Instrumentista.

RESUMEN RECOMENDACIONES EVALUACIÓN ERGONÓMICA.	
MAPFRE	
Puesto de Trabajo: Instrumentista.	
FACTORES	TIPOS DE MEDIDAS
ESPACIO FÍSICO Y CARGAS FÍSICAS (1-3)	<p>Técnicas/Sistemas de protección: Nueva disposición del equipamiento y que sus conexiones sean seguras, cercanas a la mesa y a los equipos utilizados. Verificar la conexión a tierra dentro del quirófano.</p> <p>Organizativa y administrativas: Nueva distribución física, equipos y sillas ergonómicas.</p> <p>Formativas/Informativas: Adquirir posturas ergonómicas, películas, charlas de una nueva conexión y de posturas más cómodas dadas por especialistas en el tema.</p>
ATENCIÓN, CARGA SENSORIAL Y MENTAL (4 Y 5)	<p>Organizativas y Administrativas: Presentar el presupuesto de la propuesta de un nuevo sistema de conexiones.</p> <p>Formativas/Informativas: Charlas y explicación de una nueva distribución de los equipos y uso de los mismos</p>
RIESGOS ACCIDENTES (10)	<p>Técnicas/Sistemas de protección: Usar escabeles de altura ajustables y mas anchos.</p> <p>Formativas /Informativas: Propuesta de un nuevo sistema de conexiones de los equipos.</p>
ILUMINACIÓN/ AMBIENTE CROMÁTICO (14)	<p>Técnicas/Sistemas de protección: Iluminación de emergencia dentro del quirófano.</p> <p>Organizativas y administrativas: Realizar planes de mantenimiento en la iluminación del quirófano (cambio de bombillos y lámparas). Cambiar los colores de las paredes del quirófano.</p>

Tabla 3.9. Tabla de Resumen de Recomendaciones para el Instrumentista.

ANÁLISIS ERGONÓMICO POR PUESTO DE TRABAJO. **MAPFRE.**

Empresa: Hospital Militar de Caracas "Dr. Carlos Arvelo"
 División: Quirófanos Sección: Abdominal Fecha: Oct-Nov 2002
 Puesto de Trabajo: Circulante de Instrumentista
 Cualificación Profesional: Auxiliar del Instrumentista

Equipos, máquinas, útiles, materiales: Materiales quirúrgicos.
 Breve descripción de las tareas: Se encarga de asistir al instrumentista, busca los instrumentos, ya esterilizados en la zona de faena limpia, está pendiente de tomar las gasas y compresas contaminadas, limpia el sudor de la frente de los cirujanos durante la operación, energiza y regula los parámetros de los equipos que utilizan los cirujanos.

Profesiograma del puesto de trabajo	Análisis					Trabajador				
	1	2	3	4	5	++	+	•	-	--
1. Equipamiento. Disposición del espacio de trabajo.			•							
2. Carga física estática-postural.					•					
3. Carga física dinámica.		•								
4. Atención. Coordinación sensomotriz.			•							
5. Complejidad. Contenido del trabajo.					•					
6. Autonomía y decisiones.			•							
7. Monotonía y repetitividad.			•							
8. Comunicación y relaciones sociales.	•									
9. Turnos. Horarios. Pausas.			•							
10. Riesgos de accidentes.					•					
13. Condiciones térmicas.		•								
14. Iluminación. Ambiente cromático.					•					

Tabla 3.10. Evaluación Ergonómica del Circulante de Instrumentista.

RESUMEN RECOMENDACIONES EVALUACIÓN ERGONÓMICA.	
MAPFRE	
Puesto de Trabajo: Circulante de Instrumentista.	
FACTORES	TIPOS DE MEDIDAS
ESPACIO FÍSICO Y CARGAS FÍSICAS (1-3)	<p>Técnicas/Sistemas de protección: Nueva disposición del equipamiento y que sus conexiones sean seguras, cercanas a la mesa y a los equipos utilizados. Verificar la conexión a tierra dentro del quirófano.</p> <p>Organizativa y administrativas: Nueva distribución física, equipos y sillas ergonómicas.</p> <p>Formativas/Informativas: Adquirir posturas ergonómicas, películas, charlas de una nueva conexión y de posturas más cómodas dadas por especialistas en el tema.</p>
ATENCIÓN, CARGA SENSORIAL Y MENTAL (4 Y 5)	<p>Organizativas y Administrativas: Presentar el presupuesto de la propuesta de un nuevo sistema de conexiones.</p> <p>Formativas/Informativas: Charlas y explicación de una nueva distribución de los equipos y uso de los mismos</p>
RIESGOS ACCIDENTES (10)	<p>Formativas/Informativas: Propuesta de un nuevo sistema de conexiones de los equipos.</p>
ILUMINACIÓN/ AMBIENTE CROMÁTICO (14)	<p>Técnicas/Sistemas de protección: Iluminación de emergencia dentro del quirófano.</p> <p>Organizativas y administrativas: Realizar planes de mantenimiento en la iluminación del quirófano (cambio de bombillos y lámparas). Cambiar los colores de las paredes del quirófano.</p>

Tabla 3.11. Tabla de Resumen de Recomendaciones para el Circulante de Instrumentista.

3.3 Conclusión General del Estudio Ergonómico.

Con los resultados obtenidos se abre paso a la investigación detallada de los factores a mejorar y como mejorarlos para obtener un ambiente de trabajo más confortable, seguro y ergonómico del que se tiene actualmente; sin embargo ya se pueden ir tomando acciones que son inmediatas que están mostrados en los cuadros de resumen de las recomendaciones. El próximo capítulo presenta un planteamiento de rediseño de la disposición de los equipos dentro del quirófano considerando la mejora ergonómica del ambiente de trabajo.

CAPÍTULO IV

GENERACIÓN DE SOLUCIONES

En éste capítulo se pretende generar soluciones a los problemas del quirófano aplicando método de diseño, tormenta de ideas, y posteriormente se comparan las alternativas a través del método, matriz morfológica, para así seleccionar un diseño por cada problema.

1. Formulación General de los Problemas.

Mediante la inspección visual, toma de filmaciones, fotos, encuesta, observación del desarrollo de algunas de las intervenciones quirúrgicas y resultados del análisis ergonómico por puesto de trabajo, se pudo descomponer, dada la complejidad de la situación, la problemática inicial en una serie de subproblemas que se pueden agrupar y clasificar en forma general de la siguiente manera:

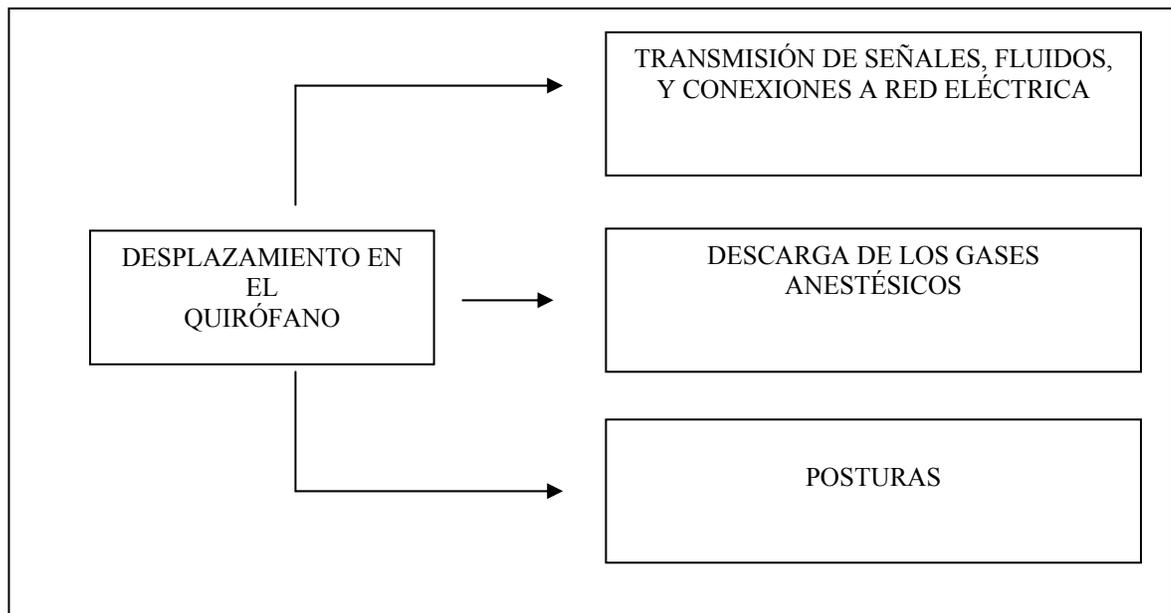


Fig. 4.1. Clasificación general de los problemas.

En el punto 2, se muestra de manera específica cada uno de los problemas de la figura anterior.

2. Formulación Específica de los Problemas.

2.1. Transmisión de Señales, Fluidos y Conexiones a Red Eléctrica.

La mayoría de los equipos presentes en la sala quirúrgica tienen como fuente de alimentación corriente alterna, tomada de la red eléctrica del Hospital, y estas conexiones desde las tomas de corrientes (ubicadas todas en las paredes) al equipo se realizan mediante cables y extensiones que están dispuestos arbitrariamente, al igual que quedan los cables de transmisión de señales y fluidos entre el paciente y las distintas máquinas, quedando la mayoría de estos últimos, levantados a una altura entre los 0,20 y 0,50 metros, sobre el nivel piso, interfiriendo en la circulación dentro del quirófano por parte del personal quirúrgico. De una manera más específica, a continuación, se menciona cada equipo con los números de cables o mangueras, la zona de trabajo que afecta y a que integrantes del personal médico afecta.

- a. Monitor: Las conexiones entre el equipo y el paciente son siete (7), la alimentación es un solo cable, el cable de aterramiento del equipo y el cable del teclado remoto. Estos quedan en la zona de trabajo de los anestesiólogos y afectan a los mismos. Ver, Anexo 1: *Fichas Técnicas*. y plano B.1 del apéndice B: *Planos, Diagramas de Recorridos y Flujogramas*.
- b. Máquina de Anestesia: Una (1) manguera va al paciente, tres (3) sirven de alimentación de los gases anestésicos a la máquina y un cable es la alimentación de la energía eléctrica, estos interfieren en la circulación del personal de anestesiología afectando a todo el personal de anestesia. Ver Anexo 1: *Fichas Técnicas*. y plano B.1 del apéndice B: *Planos, Diagramas de Recorridos y Flujogramas*.
- c. Mesa Quirúrgica: El cable de alimentación del equipo impide la libre circulación de los circulantes y anestesiólogos. Ver Anexo 1: *Fichas Técnicas*. y plano B.1 del apéndice B: *Planos, Diagramas de Recorridos y Flujogramas*.

- d. Succionador: La manguera del succionador perturba los movimientos de los cirujanos, instrumentistas y circulantes. Ver Anexo 1: *Fichas Técnicas* y plano B.1 del apéndice B: *Planos, Diagramas de Recorridos y Flujogramas*.
- e. Electrocoagulador: La transmisión de energía es a través de uno o dos cables, dependiendo si se está usando o no la pedalera, posee otro cable de aterramiento del paciente, y un cable de alimentación de corriente eléctrica. Tanto el equipo como los cables obstaculiza el desplazamiento de los cirujanos, instrumentista y circulantes. Ver Anexo 1: *Fichas Técnicas*. y plano B.1 del apéndice B: *Planos, Diagramas de Recorridos y Flujogramas*.
- f. Parales: Estos implementos obstaculizan el área de trabajo de los anestesiólogos a la altura de los pies; las mangueras que van desde las soluciones, colgadas en los parales, al pacientes, quedan de manera arbitraria irrumpiendo la zona de acceso fácil del anestesiólogo.

El problema que presenta el quirófano respecto a la red eléctrica, es la falta de aterramiento, esto se verifica al descubrir que las conexiones a tierra de los tomacorrientes no existen, además de observar que en la manipulación del lápiz del electrocoagulador el usuario siente descargas eléctricas al tocar por accidente parte de la punta. No hay conexión de los equipos a tierra.

2.2. Descarga de los Gases Anestésicos y Gases Producidos en la Operación.

El quirófano no presenta ningún sistema de succión de los gases anestésicos exhalados por el paciente y de los gases producidos en la operación generados al utilizar el electrocoagulador, también las conexiones entre la central de gases ubicada en el techo y las mangueras del equipo de anestesia, no acoplan correctamente originando fuga de este gas. Esto ocasiona que el ambiente del quirófano se cargue de medicamentos anestésicos y de olores fuertes, por lo tanto, el personal al respirar estos gases, medicamentos anestésicos y olores, se crean en ellos ciertas patologías tales como somnolencias, intoxicación, afecciones pulmonares, mareos, cansancio y desagrado por el mal olor, entre otros.

2.3. Posturas.

Todo el personal quirúrgico adopta posiciones un tanto incómodas debido a cinco factores primordiales:

1. No aprovechamiento de todas las funciones de los equipos: Un ejemplo claro es la mesa quirúrgica que generalmente no es adaptada al plano de trabajo de cada usuario pudiendo ésta adaptar la altura y posiciones según lo indique el operario, otro ejemplo son los bancos que también son de altura ajustables y estos no son ajustados por el usuario.
2. Toma de datos de las condiciones del paciente: Los anesthesiólogos registran las condiciones del paciente en un formato improvisado, elaborado a mano en la misma sala quirúrgica durante el desempeño de la intervención, sentados en bancos sin respaldar o en los escabeles, apoyando la carpeta en sus piernas.
3. Muebles quirúrgicos: Las sillas existentes no son ergonómicas, por ser bancas metálicas sin respaldar y la mesa semicircular es de altura fija.
4. Falta de formación e información de las posturas y posiciones ergonómicas para evitar mayor carga estática postural y cansancio.
5. Duración de las operaciones.

3. Generación de Alternativas: TORMENTA DE IDEAS.

La Tormenta de Ideas se realizó con dos grupos diferentes en momentos diferentes, el primer grupo estuvo conformado por dieciséis (16) estudiantes de ambos sexos, de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Central de Venezuela y el otro grupo estuvo conformado por: un (1) Ingeniero Eléctrico, dos (2) Ingeniero Mecánico, una (1) Circulante de Anestesiología, una (1) Instrumentista, dos (2) Anestesiólogos y un (1) Cirujano.

Las ideas fueron clasificadas y seleccionadas, luego se tomaron en consideración las más factibles a aplicar bajo los criterios de uso de los materiales y equipos disponibles en el quirófano o de fabricación Nacional para una pronta aplicación. A continuación se presentan los resultados de dichas secciones, en forma de descripción y esquema de las alternativas, para cada problema a solucionar bajo éste método.

(A) Monitor.

(A.1) Canaleta al Ras del Piso.

Los cables que van desde el monitor al paciente están dentro de una canaleta que está al ras del piso, la tapa es desmontable y por dentro tiene espacio suficiente para colocar otros cables y mangueras.

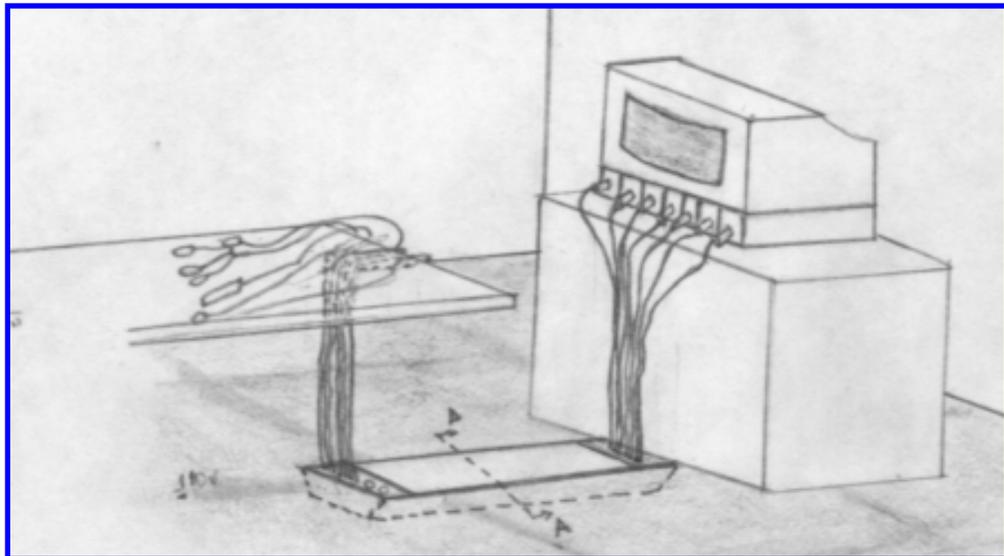


Fig. 4.2. Canaleta al ras del piso.

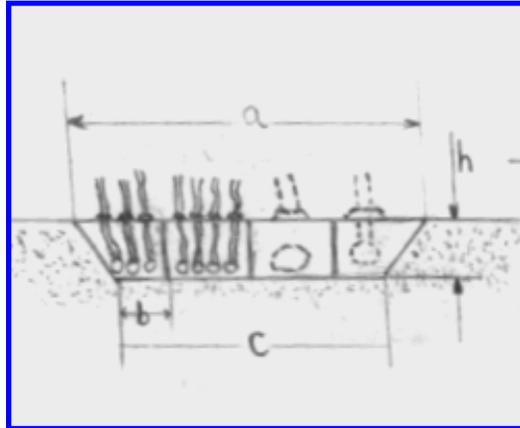


Fig. 4.3. Vista "A-A".

Especificaciones.

- **Material:** Acero Inoxidable.
- **Dimensiones:** $L = 0,80$ m; $a = 0,16$ m; $b = 0,04$ m; $c = 0,13$ m; $h = 0,04$ m.
- **Accesorios:** tapones para los cables, no permite que entre polvo a la canaleta.

(A.2) Tubería Empotrada al Piso.

Se empotra una tubería al piso, en donde se introducen todos los cables que van desde el monitor al paciente. El diámetro de la tubería es suficiente para anexar cables de corrientes y mangueras. Ver figura 4.4 en la página siguiente.

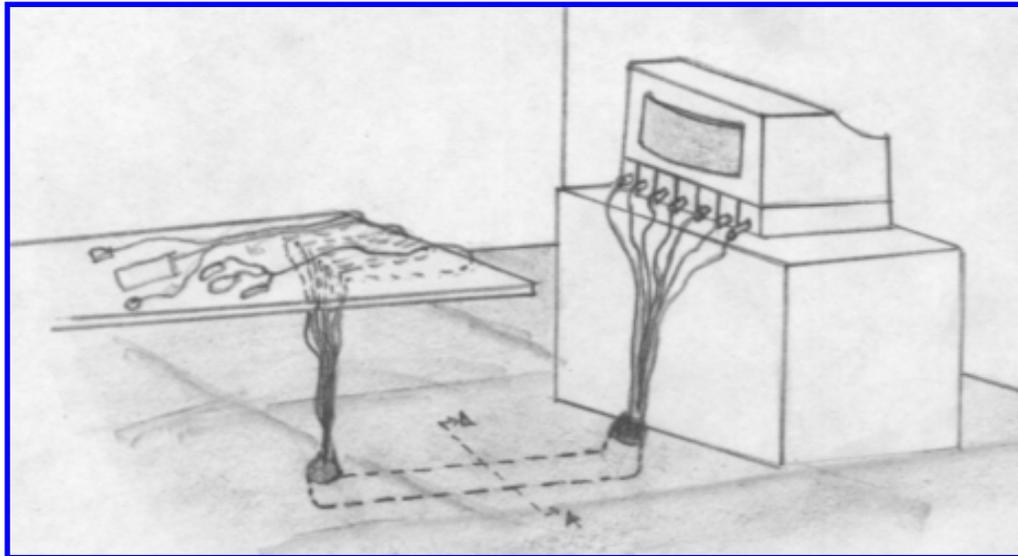


Fig.4.4. Tubería empotrada al piso.

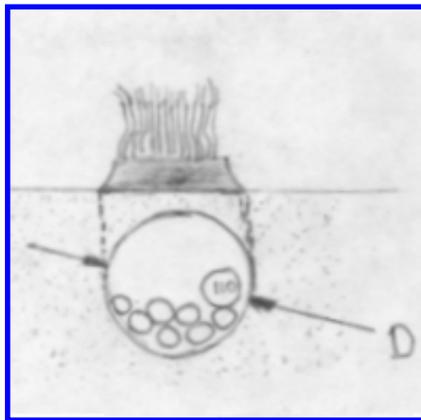


Fig. 4.5. Vista "A-A"

Especificaciones.

- **Material:** Plástico.
- **Dimensiones:** $D = 0,06$; $L = 1,0$; medidas en metros.
- **Accesorios:** tapones para los cables, no permite que entre polvo a la tubería.

(A.3) Módulos del Monitor Ubicados en la Mesa Quirúrgica.

Los módulos del monitor, donde se conectan los cables de registro de las condiciones del paciente, se ubican debajo de la mesa quirúrgica al nivel de la cabecera de la misma. Las señales de los módulos al monitor, ya transformadas, se transmiten por medio de cables de mínima pérdida de señal por longitud, en tuberías empotradas al piso, así el monitor se puede ubicar a distancias más alejadas de la mesa quirúrgica, dándoles mayor libertad de movimiento a ambos equipos.

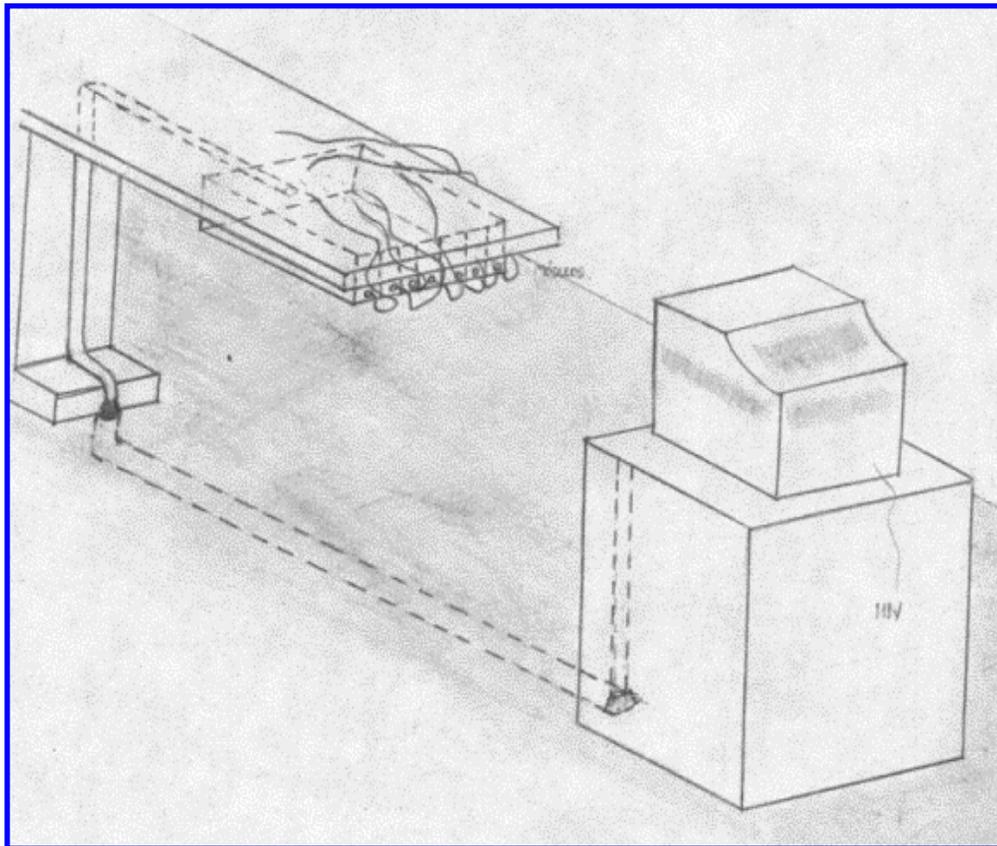


Fig. 4.6. Módulos en la mesa quirúrgica.

Especificaciones.

• Materiales:

- Módulos del monitor existente.
- Cables de transmisión de señales con sus conectores.
- Tubería empotrada de plástico. Medidas: $D = 0,05$; $L = 1,20$; medidas en metros.

- **Accesorios:** Elementos de sujeción de los módulos a la mesa quirúrgica fabricados en Acero Inoxidable.

(A.4) Telemetría.

Este es un sistema que utiliza señales telemétricas (ondas magnéticas o tecnología celular) para enviar datos desde un transmisor a un receptor. El transmisor se coloca debajo de la mesa quirúrgica, éste recibe las señales que emite el paciente a través de los cables usuales de registro de condiciones del paciente, convierte estos datos para poder ser enviados al receptor, instalado en el monitor. El receptor una vez que adquiere los datos, los transforma al rango de señal del monitor para mostrarlo en la pantalla.

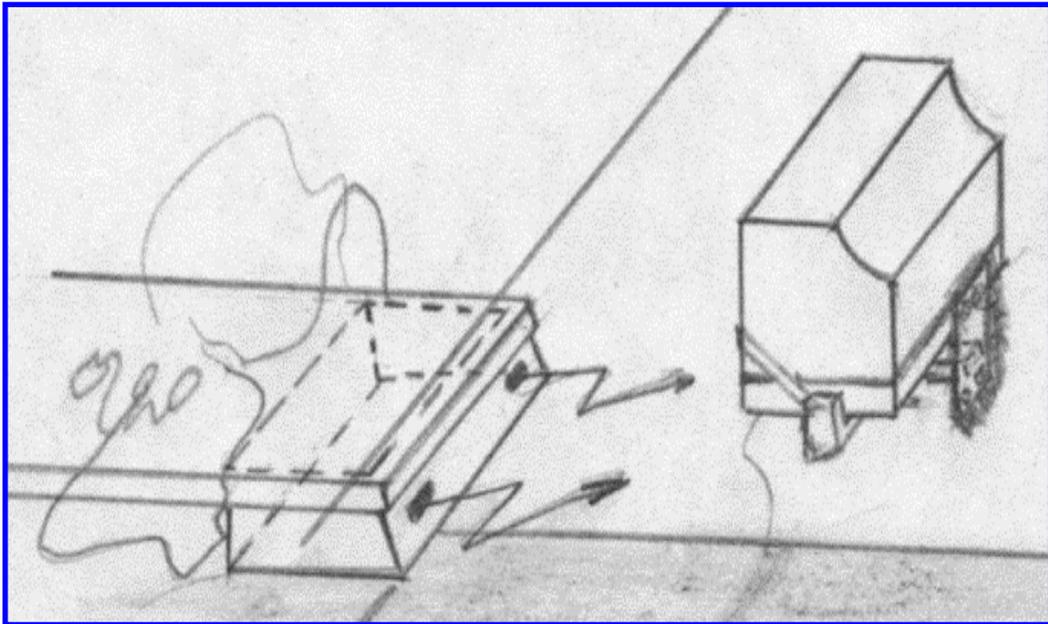


Fig. 4.7. Telemetría.

Especificaciones.

- **Materiales:**
 - Transmisor – convertidor.
 - Receptor – convertidor.
- **Accesorios:**
 - Elementos de sujeción a la mesa quirúrgica.

- Conectores para los equipos.

(B) Succionador

(B.1) Envase del Succionador Fijo a la Mesa Quirúrgica.

El envase del succionador se ubica debajo de la mesa quirúrgica a nivel de los pies del paciente. Utiliza la misma manguera de succión, con la diferencia que ésta es más larga, ya que va desde el regulador al piso, por dentro de una tubería empotrada a la pared y desde aquí hasta el pedestal de la mesa quirúrgica por dentro de otra tubería empotrada al piso, luego sube por el pedestal y forma tres (3) arcos deslizables, que permiten el ajuste de altura de la mesa quirúrgica, hasta llegar a la esquina de la mesa quirúrgica donde está el envase, ver figura 4.8. El envase es de mayor capacidad volumétrica.

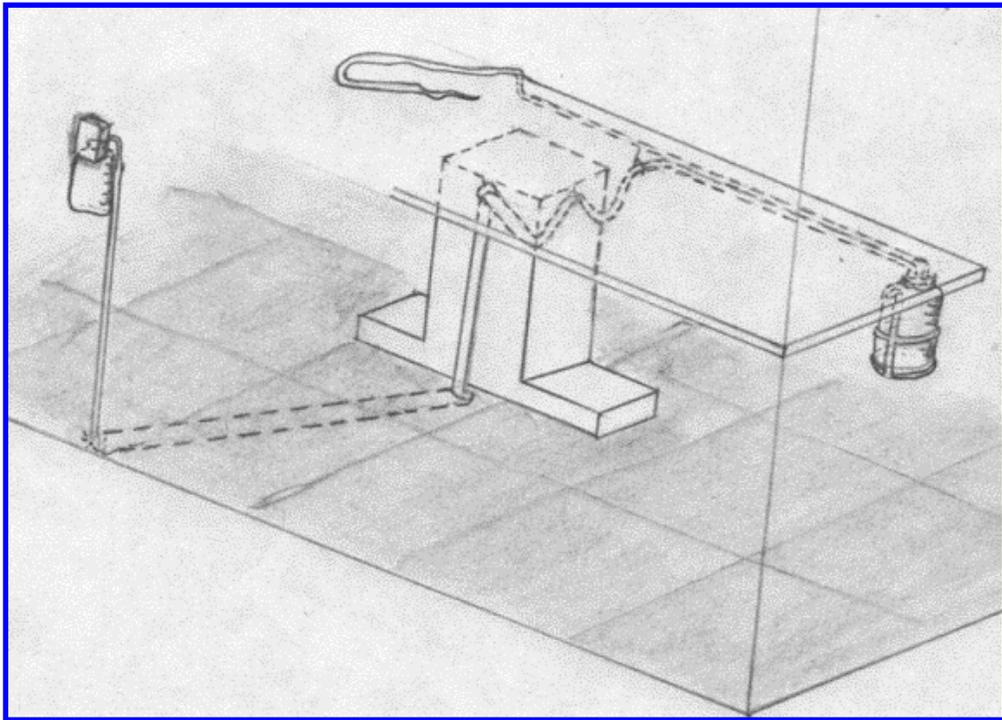


Fig.4.8. Envase en la mesa quirúrgica.

Especificaciones:

• **Materiales:**

- Envase de vidrio, de capacidad volumétrica = 4000 cc. = 4,0 litros
- Regulador de presión, ya existente en la toma de pared.
- Manguera desde el regulador al envase. L = 6,20 m; D = 0,01 m.
- Manguera desde el envase de la mesa hasta la punta. L = 3,0 m; D = 0,01 m.
- Tubo de plástico empotrado al piso y a la pared. L = 4,50 m; D = 0,03 m.

• **Accesorios:**

- Soportes y elemento de sujeción para el envase fijo a la mesa quirúrgica.
- Soportes que permiten el deslizamiento de la manguera para la sujeción de ésta a la mesa quirúrgica.
- Dos (2) tapones de goma para tapar la entrada y salida de la manguera al tubo, evita que el polvo y sucio entre a la tubería.

(B.2) Dos Líneas de Succión Independientes.

Consiste en tener dos succiones independientes, una para el anestesiólogo y otra para el cirujano. El sistema de succión del cirujano tiene ubicado un envase colocado debajo de la toma de pared ya existente, como se puede observar en la figura 4.9. El sistema de succión del anestesiólogo viene de la toma de techo, va a la máquina de anestesia a un envase pequeño con regulador de presión, de aquí la manguera se lleva a la mesa quirúrgica unida con la manguera de anestesia. Ver figura en la página siguiente

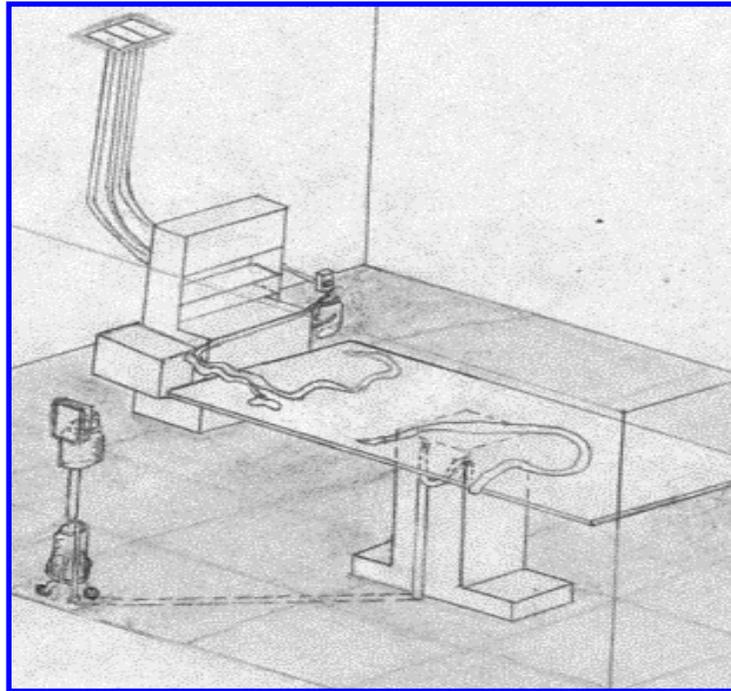


Fig. 4.9. Dos líneas de succión independientes.

Especificaciones:

• Materiales:

Para la Succión del Cirujano.

- Envase de vidrio, de capacidad volumétrica = 2800 cc = 2,8 litros, ya existente en el quirófano.
- Regulador de presión, ya existente en la toma de pared.
- Manguera desde el regulador al envase. $L = 0,80$ m; $D = 0,01$ m.
- Manguera desde el envase hasta la punta. $L = 7,5$ m; $D = 0,01$ m.
- Tubo de plástico empotrado al piso $L = 3,5$ m; $D = 0,05$ m.

Para la Succión del Anestesiólogo.

- Envase de vidrio, de capacidad volumétrica = 1000 cc = 1,0 litros.
- Regulador de presión.
- Manguera de la toma de techo al regulador del envase $L = 2,0$ m, $D = 0,015$ m
- Manguera desde el regulador a la punta. $L = 4,0$ m; $D = 0,02$ m.

• **Accesorios:**

- Soportes y elemento de sujeción para el envase a la pared.
- Soportes y elemento de sujeción para el envase fijo a la máquina de anestesia.
- Soportes que permiten el deslizamiento de la manguera en la mesa quirúrgica.
- Dos (2) tapones de goma para tapar la entrada y salida de la manguera al tubo, evitando que el polvo y el sucio entren a la tubería.
- Conexión de toma de techo a la manguera de succión.
- Filtro en el sistema de succión.

(B.3) División de la Succión en Dos Salidas.

Dividir la succión ya existente utilizando un sistema de válvulas con una “Y”, para que el anesthesiólogo pueda succionar con el mismo equipo pero con una manguera diferente a la del cirujano. Ambos fluidos van al mismo envase ubicado en la parte superior de la mesa quirúrgica, a nivel de la cabecera. La manguera está ubicada por dentro de una tubería empotrada al piso. En la división estarán dos válvulas, una para el anesthesiólogo la cual se cerrará cuando el cirujano esté succionando y otra para el cirujano que igualmente se cerrará cuando el anesthesiólogo esté utilizando la succión. Ver figura en la página siguiente.

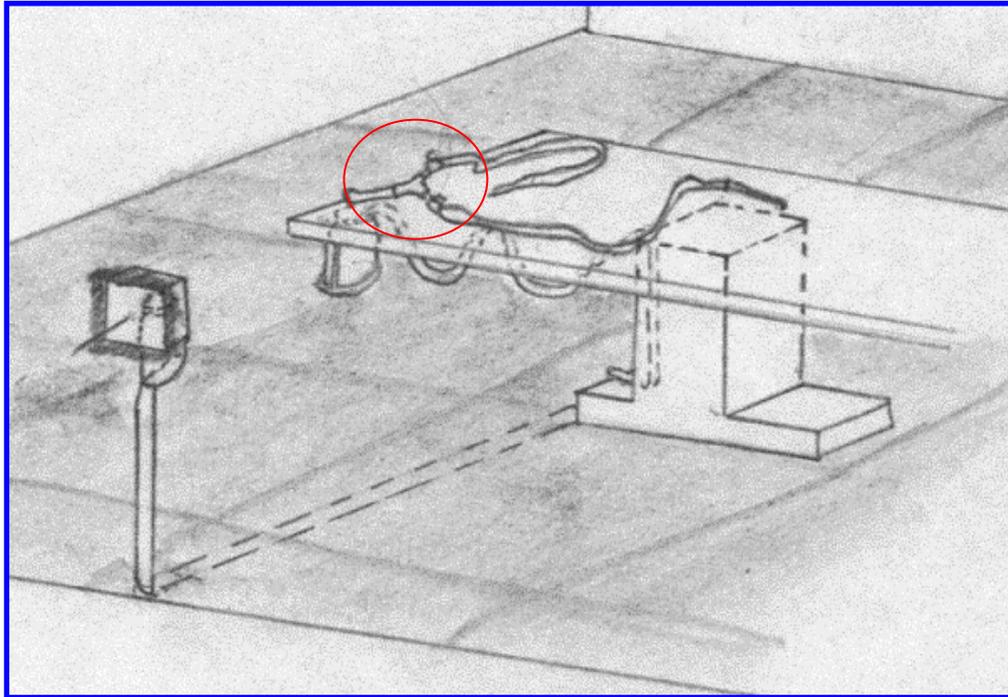


Fig.4.10. División de la succión en dos salidas.

Especificaciones:

• Materiales:

- Envase de vidrio, de capacidad volumétrica = 2800 cc = 2,8 litros, ya existente en el quirófano.
- Regulador de presión, ya existente en la toma de pared.
- Manguera desde el regulador al envase. $L = 5,0$ m; $D = 0,01$ m.
- Dos (2) manguera desde el envase de la mesa hasta la punta. $L = 1,5$ m; $D = 0,01$ m.
- Tubo de plástico empotrado al piso. $L = 3,5$ m; $D = 0,05$ m;
- Dos (2) válvulas de cierre rápido para las mangueras mencionadas anteriormente.

• Accesorios:

- Soportes y elemento de sujeción para el envase fijo a la mesa quirúrgica.
- Soportes que permiten el deslizamiento de la manguera para la sujeción de ésta a la mesa quirúrgica.

- Dos (2) tapones de goma para tapar la entrada y salida de la manguera al tubo, evita que el polvo y sucio entre a la tubería.

(B.4) Succión por el Techo.

La manguera de succión actual, es llevada a la mesa quirúrgica por vía aérea. Ésta está anclada al techo con unos sujetadores y tiene en su recorrido dos (2) válvulas check, una en la punta de la succión y otra a mitad de la manguera, esto para que el fluido no se devuelva a la punta por el efecto de la gravedad.

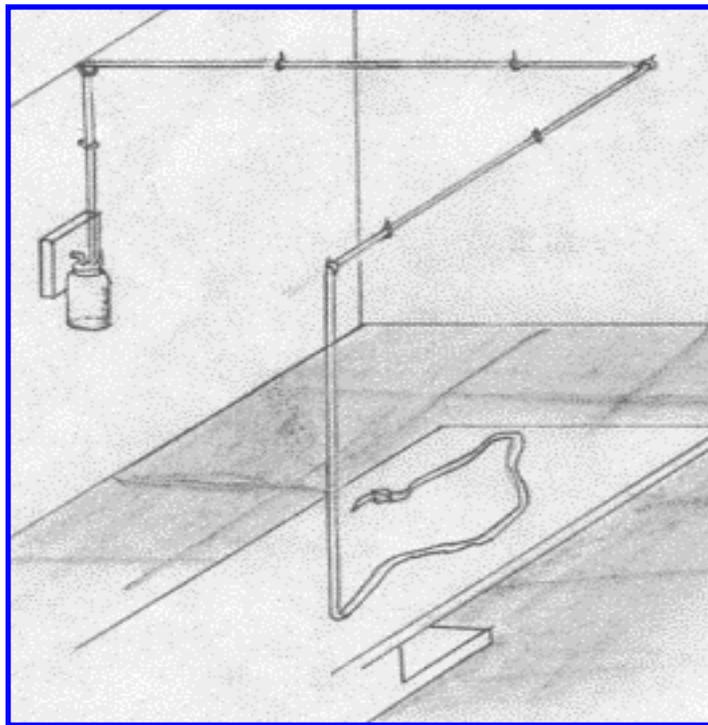


Fig. 4.11. Succión por el techo.

Especificaciones.

• Materiales:

- Envase de vidrio, de capacidad volumétrica = 2800 cc = 2,8 litros, ya existente.
- Regulador de presión, ya existente en la toma de pared.
- Manguera desde el regulador al envase. $L = 7,5$ m; $D = 0,01$ m.

- Dos (2) válvulas check.

- **Accesorios:**

- Elementos de sujeción para la manguera.

(C) Electrocoagulador.

(C.1) Electrocoagulador Debajo de la Mesa Quirúrgica.

El electrocoagulador está debajo de la mesa quirúrgica a nivel de los pies del paciente, soportado por una base de acero inoxidable, el frontal del equipo queda al ras del borde opuesto de la mesa quirúrgica con respecto a la ubicación del instrumentista. El electrocoagulador se alimenta con la misma toma de corriente de la mesa quirúrgica.

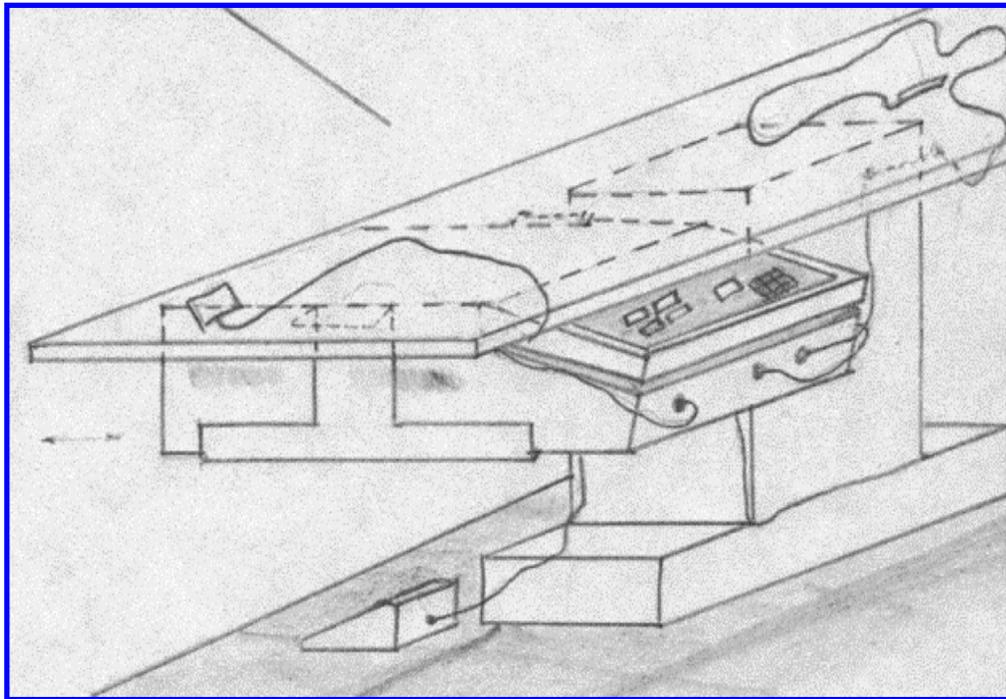


Fig. 4.12. Electrocoagulador debajo a la mesa quirúrgica.

Especificaciones.

- **Materiales:**

- Base de acero inoxidable, con tornillos para la sujeción a la mesa quirúrgica.

(C.2) Electrocoagulador Fijo en el Techo.

El electrocoagulador se ubica en una base fija al techo, a una altura aproximada de dos metros (2 m), y a nivel de los pies del paciente. El cable de alimentación es colocado por el techo y baja por la pared a la toma de corriente.

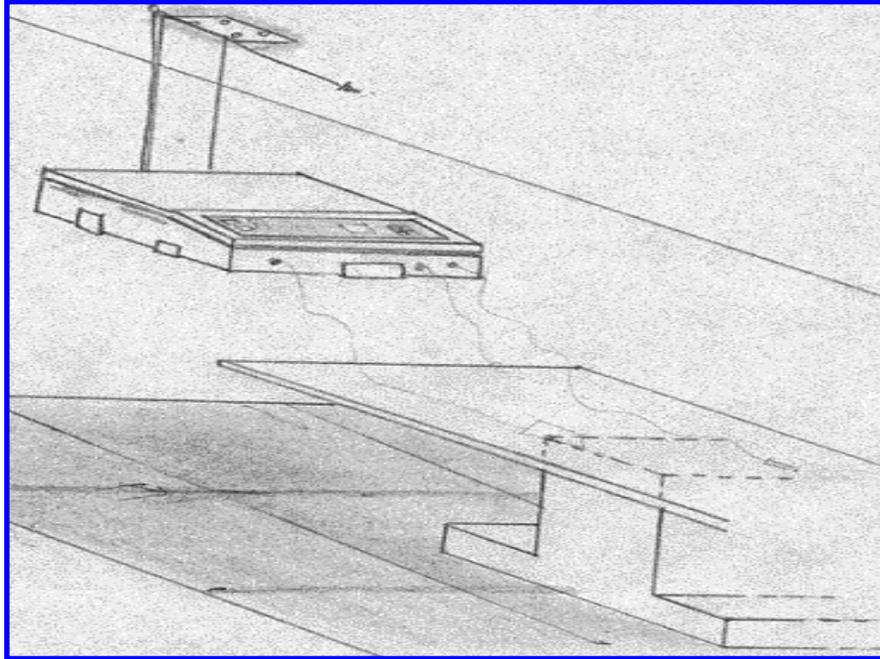


Fig.4.13. Electrocoagulador en el techo.

Especificaciones.

- **Materiales:**

- Base de acero inoxidable, con tornillos para la sujeción al techo.

(C.3) Mesa Rodante para el Electrocoagulador.

Consiste en una mesa con ruedas en las patas, en ella se coloca el electrocoagulador, tienen cuatro (4) tornillos de sujeción a los lados para fijarlo a la mesa, posee también un entrepaño para colocar la pedalera, el brazaletes y el cable de alimentación, cuando no se utiliza o cuando se desplace. Es de baja altura, con la finalidad de ubicarlo bajo la mesa quirúrgica en el momento de la operación.

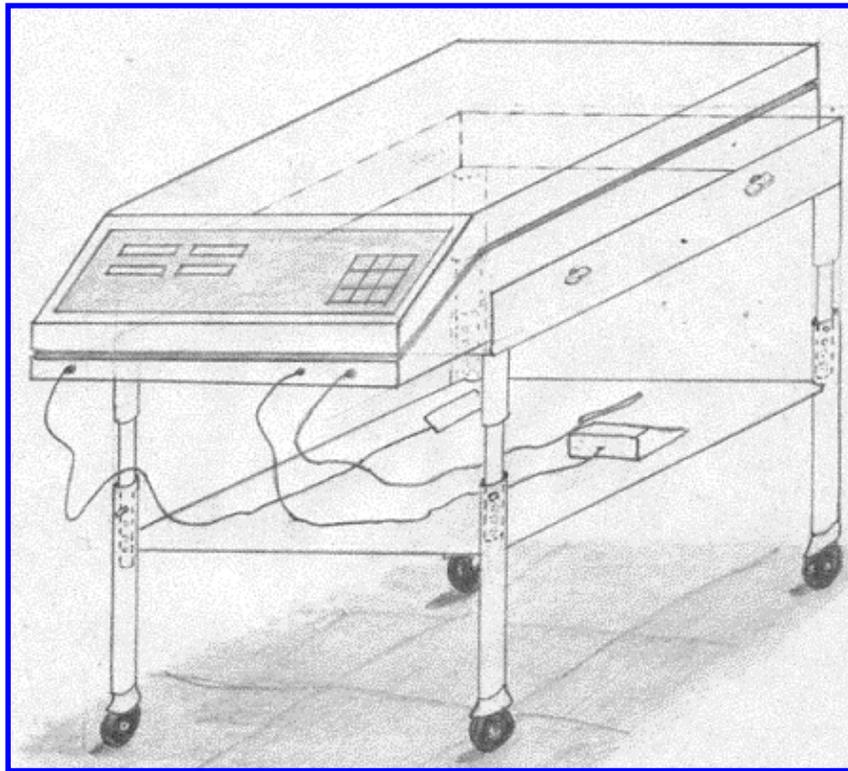


Fig. 4.14. Mesa rodante para el electrocoagulador.

Especificaciones.

• Materiales:

- Una (1) lámina de acero inoxidable de 0,60 m x 0,50 m.
- Una (1) lámina de acero inoxidable de 0,45 m x 0,45 m.
- Cuatro (4) tubos ajustables de acero inoxidable con longitud variable entre 0,35 m y 0,60 m; de diámetro de 0,025 m.
- Cuatro (4) ruedas de gomas, de diámetro 0,08 m.

- Cuatro (4) tornillos ajustables para asegurar el electrocoagulador a la mesa rodante.

(C.4) Electrocoagulador Fijo a la Pared.

Ubicar el electrocoagulador a la pared utilizando unas bases en forma de ángulos que soporten el equipo. La corriente se toma de la pared, y los cables de la punta del electrodo se llevan a la mesa quirúrgica por vía aérea.

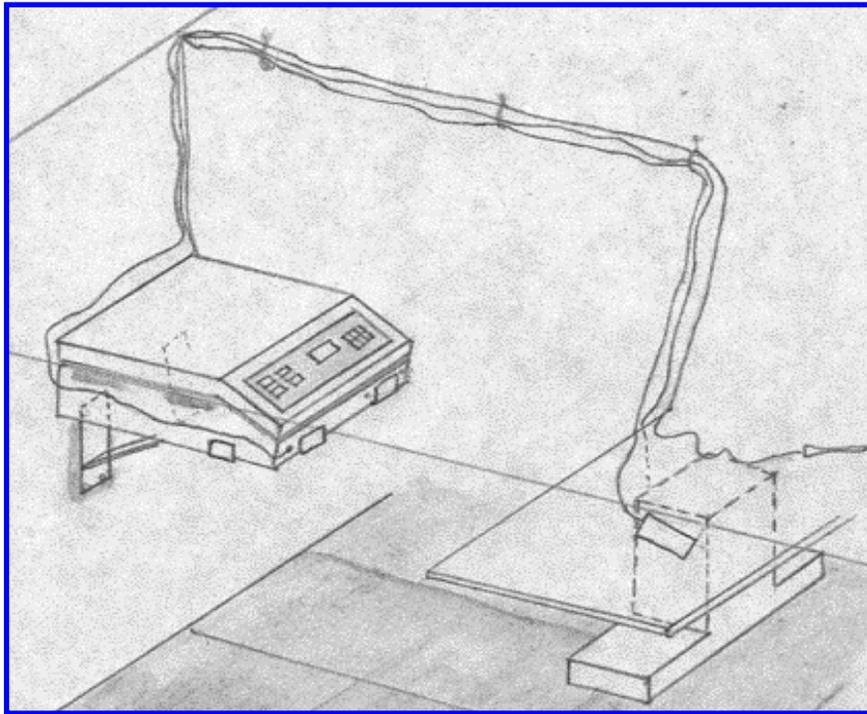


Fig.4.15. Electrocoagulador a la pared.

Especificaciones.

- **Materiales:**

- Base de acero inoxidable, con tornillos para la sujeción a la pared.
- Soporte de pared y de techo para los cables.

(D) Parales Del Quirófano

(D.1) Eslabones a la Mesa Quirúrgica.

Trata de dos (2) cadenas de tres (3) eslabones de tubos cuadrados, unida a la mesa quirúrgica en su parte superior, a nivel de la cabecera del paciente, estos eslabones pueden girar para adquirir un sin fin de posiciones, ajustándose a la posición deseada, con los tornillos y tuercas con mango de plástico, en las uniones de cada par de tubo y en la unión con la mesa quirúrgica. Las dos cadenas van unidas en el extremo superior por un tubo de aluminio que tiene ganchos para colocar las soluciones aplicadas al paciente. Los eslabones tienen un gancho de altura ajustable, para apoyar la manguera de anestesia.

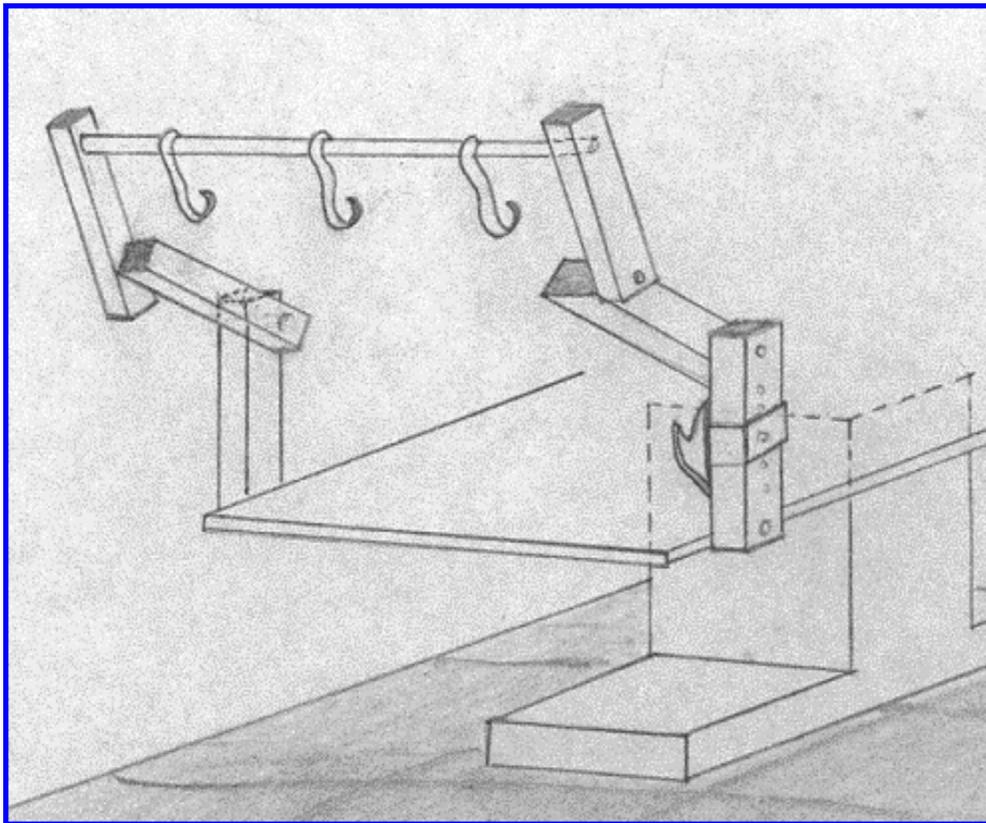


Fig. 4.16. Eslabones a la mesa quirúrgica.

Especificaciones.

• Materiales:

- Seis (6) tubos de aluminio de dimensiones: (2,5 x 2,5 x 45) cm.

- Un tubo de aluminio de 0,55 metros de largo y diámetro = 0,02 metros.
- Tres (3) ganchos para sostener soluciones.
- Un (1) gancho para sostener manguera de anestesia.

• **Accesorios.**

- Seis (6) tornillos con tuercas, y mango de plástico para pasadores.
- Dos tornillos para sujeción del tubo de sección circular.
- Pasadores para sujetar gancho de la manguera de anestesia.

(D.2) Tubo Flexible A La Mesa Quirúrgica.

Adaptar un tubo flexible (corrugado) de sección circular, que pueda adoptar innumerables posiciones, a la parte superior izquierda de la mesa quirúrgica, a nivel de la cabecera del paciente. Éste tiene dos (2) ganchos para colocar soluciones, y un (1) gancho de altura ajustable para la manguera de la máquina de anestesia. El tubo corrugado se cubre con un plástico para que no se acumulen bacterias en su estructura.

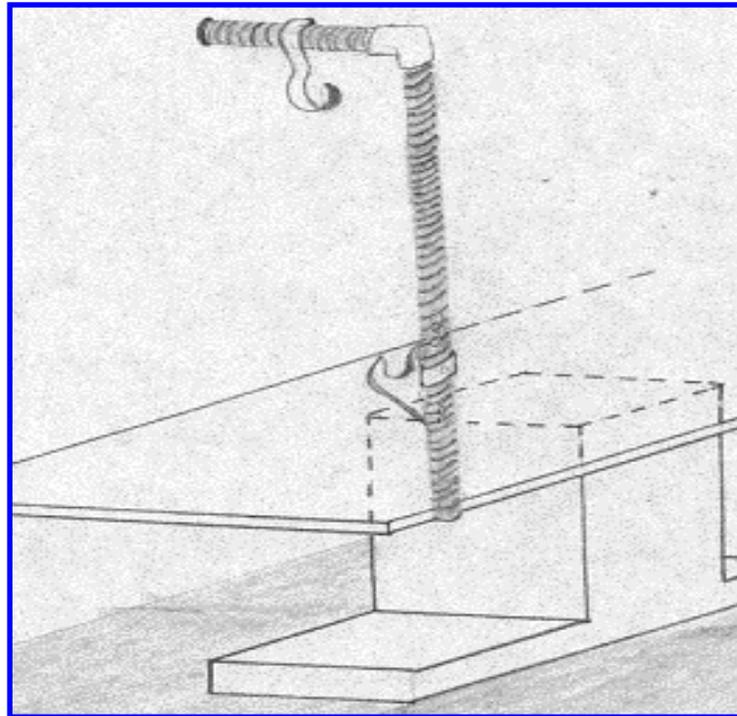


Fig. 4.17. Tubo flexible a la mesa quirúrgica.

Especificaciones.

• **Materiales:**

- Un (1) tubo flexible de acero, de 1,5 metros de largo y diámetro = 0,02 metros.
- Dos (2) ganchos para sostener soluciones.
- Un (1) gancho para sostener manguera de anestesia
- Una (1) manguera plástica para recubrir el tubo de 1,5 metros de largo, de diámetro interno igual al diámetro externo del tubo flexible.

• **Accesorios.**

- Un (1) codo de noventa grados (90°) para el tubo flexible.
- Un (1) tornillo para sujeción del tubo de sección circular a la mesa quirúrgica.
- Pasadores para sujetar gancho de la manguera de anestesia.

(D.3) Tubos Tipo Telescopio a la Mesa Quirúrgica.

Este diseño consiste en dos tubos concéntricos, el tubo de mayor diámetro va unido a la mesa quirúrgica, y el otro dentro de éste se mueve hacia adentro y afuera para así ajustar la altura del paral, manteniéndose fija en la altura elegida con un sujetador de acción rápida. Estos tubos pueden girar en el eje que lo conecta a la mesa quirúrgica para que se pueda pasar al paciente de la camilla a la mesa y viceversa, sin ningún obstáculo. La manguera de anestesia se coloca en un gancho de altura ajustable contenido en el tubo fijo a la mesa quirúrgica, ver figura en la página siguiente.

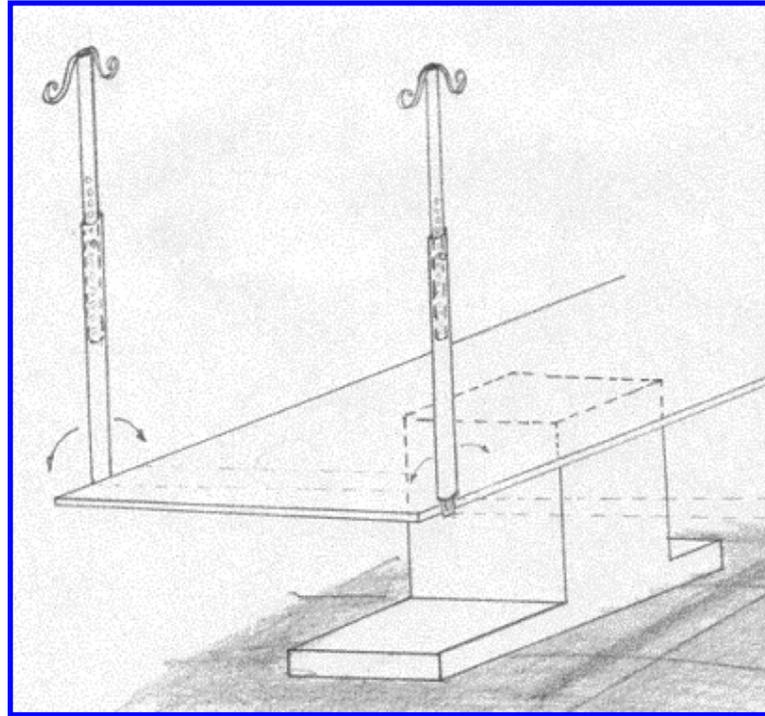


Fig. 4.18. Tubos tipo telescópico a la mesa quirúrgica.

Especificaciones.

• **Materiales:**

- Dos (2) tubos de acero inoxidable de 0,60 metro de largo y diámetro = 0,02 metros.
- Dos (2) tubos de acero inoxidable de 0,60 metro de largo y diámetro exterior igual al diámetro interior de los tubos mencionados anteriormente.
- Cuatro (4) ganchos para sostener soluciones.
- Un (1) gancho para sostener manguera de anestesia

• **Accesorios:**

- Dos (2) tornillos para sujeción de los tubos a la mesa quirúrgica.
- Elemento de fijación de altura de los tubos.

(E) Descarga de los Gases Anestésicos.**(E.1) Equipo Purificador de Gases Anestésicos.**

Equipo que purifica los gases anestésicos antes de la descarga al medio ambiente, es conectado a la máquina de anestesia. Estos gases son purificados por materiales absorbentes de gases y medicamentos, que garanticen un alto porcentaje de pureza, para descargar el aire al quirófano.

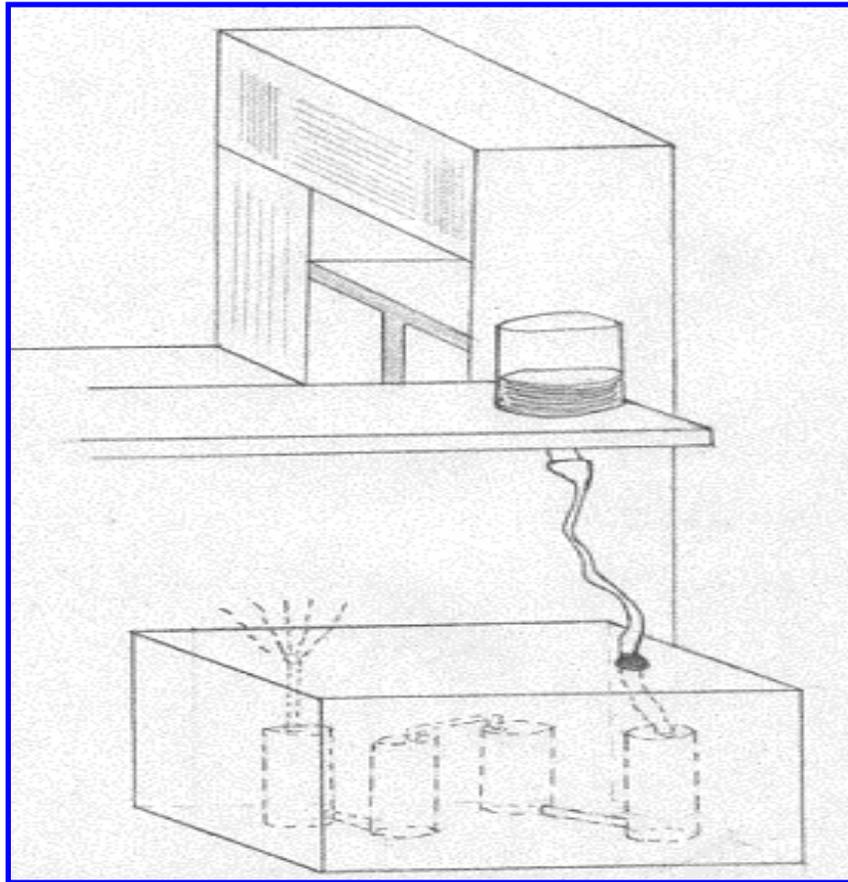


Fig. 4.19. Equipo purificador de gases anestésicos

Especificaciones:**• Materiales:**

- Dos (2) mangueras, una (1) que conecte la máquina de anestesia al equipo purificador de gases y la otra que conecte el último cilindro del equipo al ambiente del quirófano.

- Cuatro (4) cilindros que estén conectados entre sí para que los gases circulen por todo el material absorbente.
 - Una (1) caja de aluminio para proteger los cilindros.
 - Materiales purificadores de los gases.
- **Accesorios:**
- Estructura transparente para observar el desgaste de los materiales absorbentes.

E.2) Membrana de Intercambio Iónico.

Equipo purificador de gases anestésicos que utiliza una membrana de intercambio iónico con ciertos elementos químicos para lograr la limpieza de los gases de descarga de la máquina de anestesia antes de salir al ambiente del quirófano. Este sistema utiliza una trampa de agua para secar los gases antes de entrar a la membrana, dándole más durabilidad al equipo.

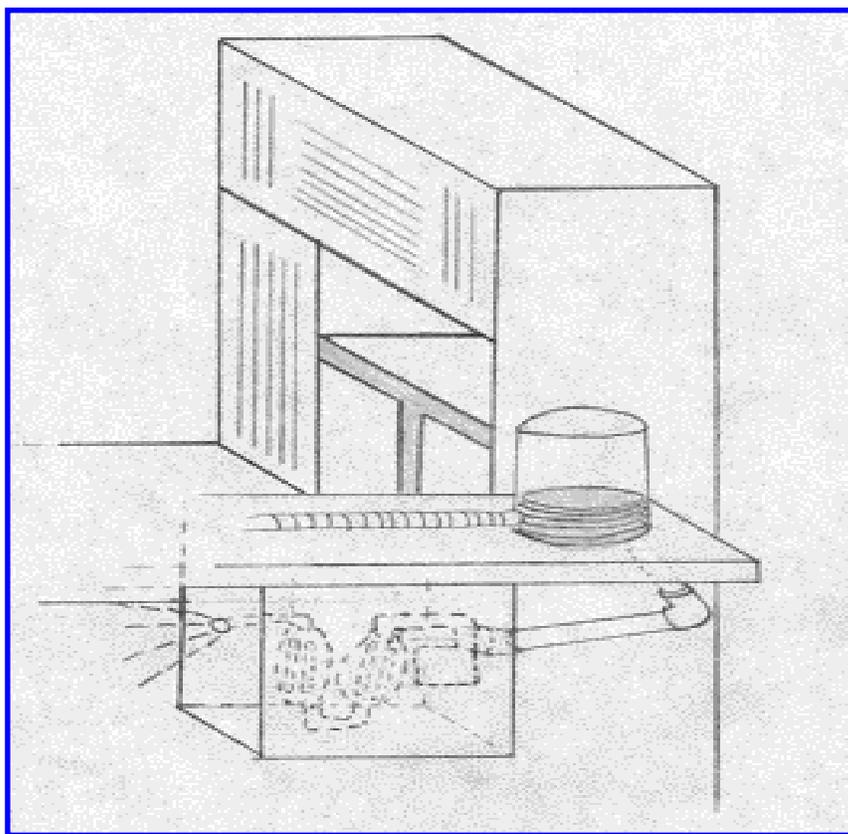


Fig. 4.20. Membrana de intercambio iónico

Especificaciones.**• Materiales:**

- Dos (2) manguera, una (1) que conecte la máquina de anestesia al equipo purificador de gases y la otra que conecte la membrana al medio ambiente del quirófano.
- Membranas de intercambio iónico.
- Trampa de agua.

• Accesorios:

- Estructura transparente para observar el desgaste de los materiales absorbentes.
- Conexión para la corriente.

(E.3) Manguera al Equipo y Descarga al Ambiente Exterior.

Manguera conectada a la descarga de los gases de la máquina de anestesia y su extremo opuesto conectada a una tubería ubicada por dentro del piso, en donde transporta los gases a un medio externo al quirófano.

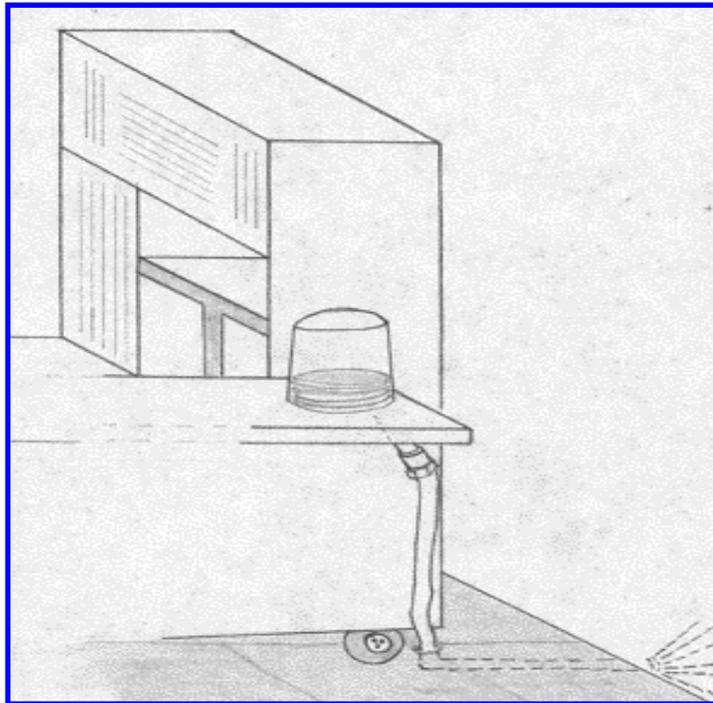


Fig. 4.21. Manguera al equipo y descarga al medio ambiente exterior.

Especificaciones.

• **Materiales:**

- Una (1) manguera, conectada a la descarga de la máquina de anestesia y su extremo opuesto conectada a una (1) tubería de plástico.

• **Accesorios:**

- Dos (2) conectores en los extremos de la manguera.
- Un tubo empotrado al piso.

(F) Gases Producto del Uso del Electrocoagulador.

(F.1) Campana de Extracción de Gases.

Se tiene una campana de extracción de gases ubicada en el techo sobre la mesa quirúrgica, de tal manera que pueda extraer todos los gases producto del uso del electrocoagulador. Tiene un (1) extractor y una (1) rejilla de seguridad.

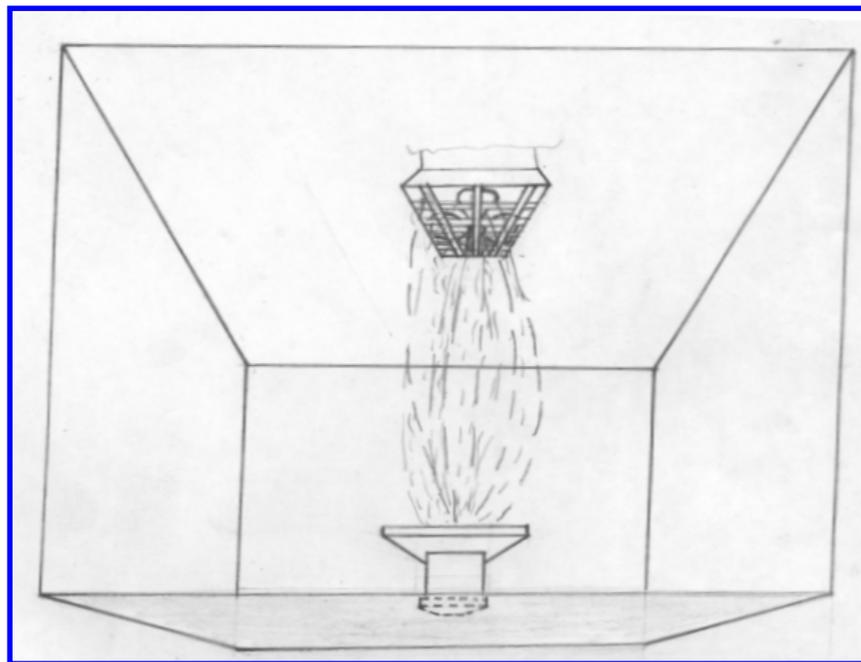


Fig. 4.22. Campana de extracción de gases.

Especificaciones.**• Materiales:**

- Una (1) campana de aluminio de dimensiones $L = 0,20$ m y $H = 0,6$ m.
- Un (1) extractor ubicado dentro de la campana con una rejilla protectora.

(F.2) Succión de los Gases Producto del Uso del Electrocoagulador.

Se coloca una manguera flexible en la mitad de la mesa quirúrgica, a nivel de la cadera del paciente para que succione todos los gases que se originan al usar el electrocoagulador. Esta manguera se conecta a una tubería flexible por debajo de la mesa quirúrgica llevando los gases a la succión que se encuentra en el piso.

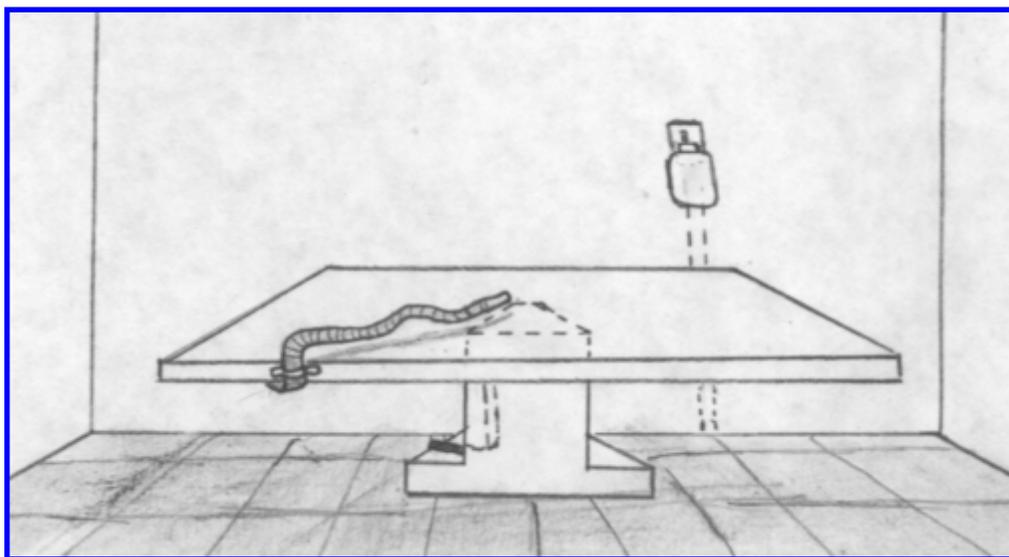


Fig. 4.23. Succión de los gases producto del uso del electrocoagulador.

Especificaciones.**• Materiales:**

- Una (1) manguera flexible, conectada a la tubería empotrada a la mesa quirúrgica.
- Una (1) tubería a la mesa, hasta la succión de la pared.

- **Accesorios:**

- Un (1) conector entre la manguera y la tubería.
- Un (1) soporte para la manguera, acoplado a la mesa quirúrgica.

(G) Distribución de Señales y Fluidos.

(G.1) Sobrepiso Dentro del Quirófano.

Toda la distribución de electricidad, que alimenta a los equipos del quirófano, se encuentra en regletas ubicadas en un sobrepiso, distribuidas de acuerdo a la disposición de los equipos. Los cables y mangueras quedan dentro del sobrepiso.

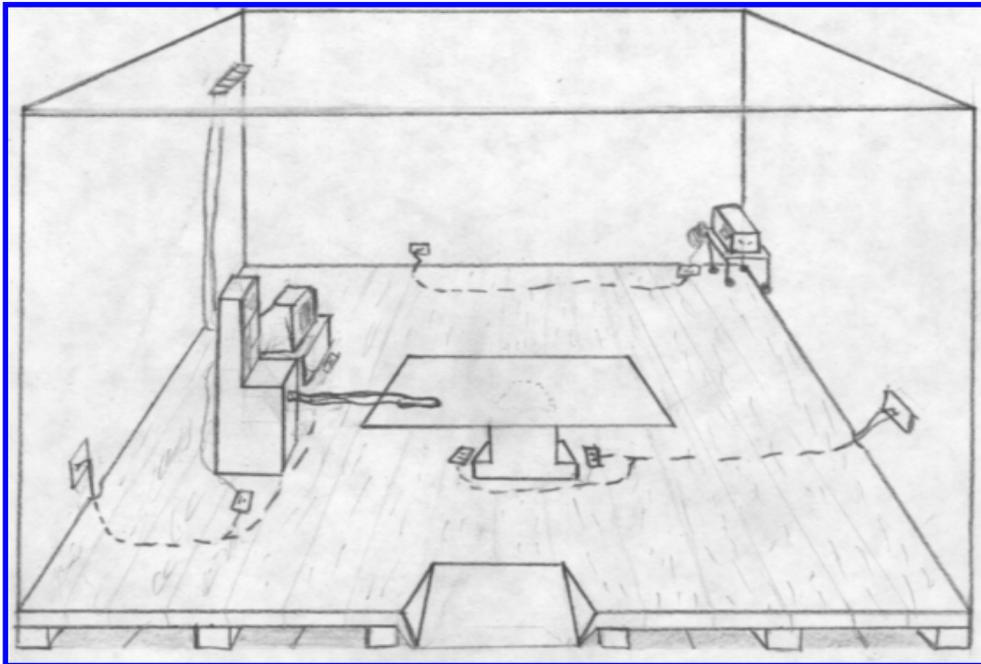


Fig. 4.24. Sobrepiso dentro del quirófano.

Especificaciones.

- Sobrepiso de Madera de espesor 0,10 m.

(G.2) Regletas al Techo.

En el techo del quirófano hay dos regletas en donde se encuentran las conexiones de gases anestésicos, toma de succión y las tomas de corriente. Se ubican a nivel de la cabecera del paciente, en donde está la corriente para la máquina de anestesia y el monitor y la otra se ubica a nivel de los pies del paciente, en donde está la corriente que alimenta a otros equipos del quirófano.

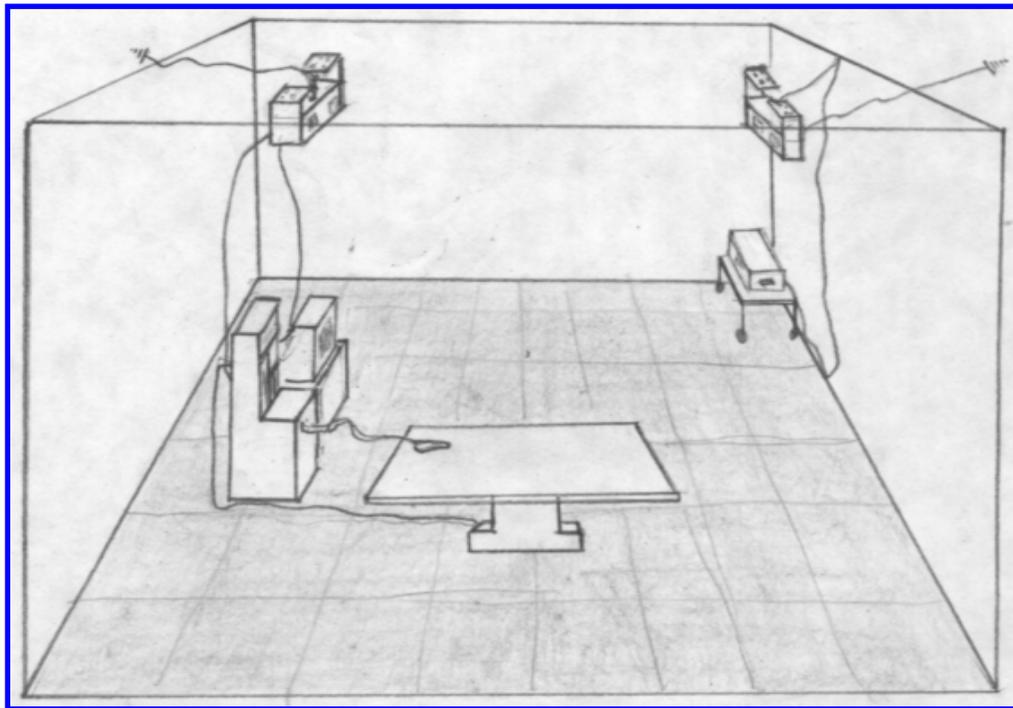


Fig. 4.25. Regletas al techo.

(G.3) Tomas de Corriente Empotradas al Piso.

De las tomas de corrientes ya existentes, se extienden por tuberías empotradas al piso, cables para disponer regletas fijas al piso y cerca de cada equipo.

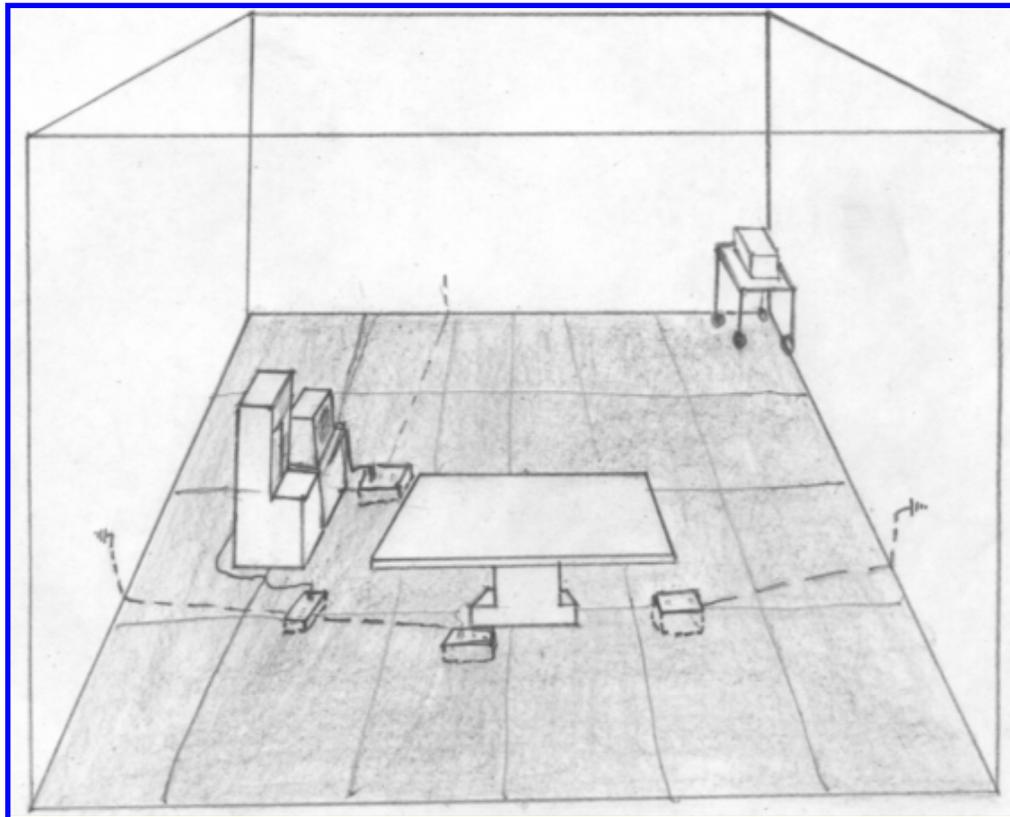


Fig. 4.26. Tomas de corrientes empotradas al piso.

(G.4) Sistemas U.P.S para los Equipos.

Todos los equipos quirúrgicos antes mencionados se conectan a un sistema de almacenamiento de corriente, equipos con baterías recargables (U.P.S.).

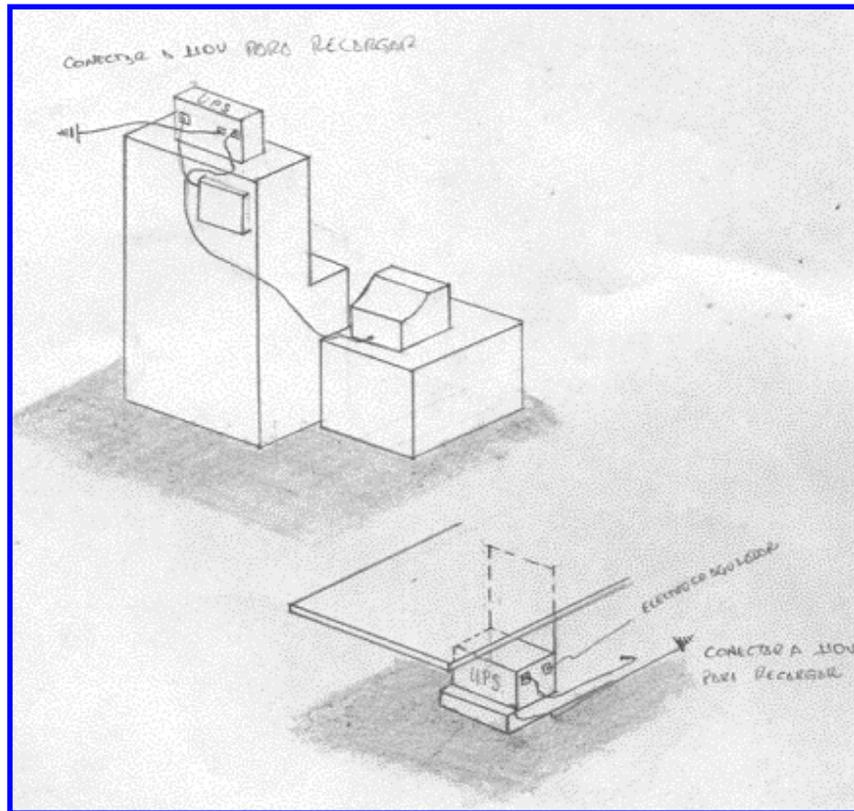


Fig. 4.27. Sistemas U.P.S para los equipos.

4. Criterios de Selección de Alternativas. MATRIZ MORFOLÓGICA.

4.1 Criterios de Evaluación.

Los criterios para evaluar las alternativas propuestas son trece (13) y se definen a continuación:

1. **Facilidad de Uso:** Se refiere a que los usuarios del quirófano puedan utilizar el diseño sin necesidad de recibir un entrenamiento especial.
2. **Costo de Implementación:** Se refiere al costo de los materiales y mano de obra para poner en práctica la alternativa.
3. **Adaptabilidad a Cambios Futuros:** Consiste en la posibilidad de agregar otros equipos y cambio de disposición del equipamiento dentro del quirófano.
4. **Funcionalidad:** Se evalúa que el diseño cumpla con todos los requerimientos de funcionamiento dentro del quirófano.
5. **Mantenibilidad:** Se refiere a la facilidad de mantenimiento del diseño y que no dificulte la limpieza del quirófano.
6. **Aceptabilidad por parte del Usuario:** Está relacionado a la aceptación de la alternativa por parte del personal médico-quirúrgico.
7. **Estética:** Concerniente a la conservación de la línea de diseño del quirófano.
8. **Ergonomía:** Referido a la solución de los problemas ergonómicos, y el cumplimiento de las normas.
9. **Factibilidad:** Que se pueda aplicar lo más pronto posible, preferiblemente con materiales y equipos existentes en el quirófano o de fabricación Nacional.
10. **Compatibilidad con otras Soluciones:** Que la alternativa no interrumpa a otras soluciones posibles y que se pueda unir una con la otra.
11. **Higiene y Seguridad:** Referido a la eliminación de riesgos dentro del quirófano.
12. **Sencillez de Fabricación:** Que la elaboración de la alternativa sea lo más fácil posible.
13. **Aséptico:** Que la alternativa no interfiera con las normas asépticas dentro del quirófano.

En la siguiente tabla se muestra los criterios de evaluación de las alternativas a considerar con el nivel de jerarquía de cada uno de ellos.

Nº	Criterio	Jerarquía
1	Facilidad de uso	4
2	Costo de Implementación	5
3	Adaptabilidad a cambios futuros	3
4	Funcionalidad	5
5	Mantenibilidad	3
6	Aceptabilidad por parte del usuario	5
7	Estética	2
8	Ergonomía	5
9	Factibilidad	5
10	Compatibilidad con otras soluciones	5
11	Higiene y Seguridad	5
12	Sencillez de fabricación	2
13	Aséptico	5

Tabla Nº 4.1. Criterios de Evaluación y Jerarquía.

La jerarquía del criterio se establece según la siguiente escala:

- 1: No importante.
- 2: Poco importante.
- 3: Medianamente importante.
- 4: Importante.
- 5: Muy importante.

La evaluación de las alternativas por cada criterio se realiza con la escala a continuación:

- 1: Pésimo.
- 2: Malo.
- 3: Regular.
- 4: Bueno.
- 5: Excelente.

5. Evaluación de las Alternativas.

A continuación se presenta las ventajas y desventajas de cada alternativa a considerar y la comparación evaluativa entre ellos, según el método de Matriz Morfológica, para así, escoger un diseño para cada problema.

(A) Monitor.

(A.1) Canaleta al Ras del Piso.

Ventajas:

- Acepta otros cables o mangueras para otros diseños.
- Es fácil sacar los cables para su sustitución o limpieza.
- Protección de los cables contra pisada.
- No es profunda la abertura para instalar la canaleta.
- Fácil fabricación.
- Deja la circulación libre por la zona de trabajo de los anesthesiólogos.
- Es el mismo sistema de conexión del equipo.

Desventajas:

- Acumulación de polvo en la unión con el piso.
- Mayor precaución en el manejo de corriente, ya que el acero es conductivo.
- Desactivación mental del usuario al pisar y sentir la diferencia de material pisado entre la canaleta y el piso de granito.
- Limita la altura ajustable de la mesa quirúrgica por la corta longitud del cable de transmisión de señal desde al paciente al monitor.
- Limita movilidad al monitor por la corta longitud de los cables.
- Para alternar la posición del monitor con la máquina de anestesia hay que cambiar los cables de posición.

(A.2) Tubería Empotrada al Piso.

Ventajas:

- Protección de los cables contra pisadas.
- Fácil mantenimiento.
- Es higiénico.
- Circulación libre por la zona de trabajo de los anesestesiólogos.
- Se puede alternar la posición del monitor con la máquina de anestesia sin tener que cambiar la posición de los cables.
- Es el mismo sistema de conexión del equipo.

Desventajas:

- Limita movilidad al monitor por la corta longitud de los cables.
- Limita la altura ajustable de la mesa quirúrgica por la corta longitud del cable de transmisión de señal desde el paciente al monitor.
- Hay que romper y rellenar el piso.

(A.3) Módulos del Monitor Ubicados en la Mesa Quirúrgica.

Ventajas:

- Proporciona libertad de movimiento al monitor.
- La zona de trabajo del anesestesiólogo es mayor y libre de cables.
- Los cables que van del paciente a los módulos pueden ser de menor tamaño que los actuales.
- No hay limitación con la longitud del cable que transmiten las señales.
- Libertad de movimiento de la mesa quirúrgica.
- La tubería empotrada puede admitir otros cables y mangueras.
- Es el mismo sistema de conexión de equipo.

Desventajas:

- Mayor costo de implementación.
- Hay que romper y rellenar el piso.

(A.4) Telemetría.

Ventajas:

- Se eliminan los cables que interfieren en la circulación del equipo de anestesia.
- Movilidad del monitor sin restricción y monitoreo seguido sin interferencias.
- La mesa quirúrgica no queda atada a ningún cable.
- Menor tiempo en la instalación de los equipos antes de la operación.

Desventajas:

- Alto costo de adquisición de equipos, sistema inalámbrico y mantenimiento.
- Entrenamiento previo para el manejo del sistema.

Matriz Morfológica para la Solución del Monitor.

Nº	Criterio	Jq	A.1	A.2	A.3	A.4
1	Facilidad de uso	4	5	5	5	4
2	Costo de implementación	5	4	4	3	1
3	Adaptabilidad a cambios futuros	3	4	4	5	5
4	Funcionalidad	5	4	3	5	5
5	Mantenibilidad	3	5	4	3	2
6	Aceptabilidad por parte del usuario	5	2	2	4	5
7	Estética	2	2	3	4	5
8	Ergonomía	5	3	3	5	5
9	Factibilidad	5	5	5	4	1
10	Compatibilidad con otras soluciones	5	4	4	5	5
11	Higiene y seguridad	5	3	0	4	5
12	Sencillez de fabricación	2	4	5	3	1
13	Aséptico	5	5	5	5	5
Total de la Evaluación			209	190	233	209

Tabla 4.2. Matriz Morfológica para el Monitor.

La matriz morfológica refleja como resultado la alternativa (A.3). Esta resulta ser muy ergonómica, presenta gran aceptación por parte del personal médico quirúrgico, es confiable y resulta de fácil mantenimiento comparado con la alternativa (A.4).

(B) Succionador.

(B.1) Envase del Succionador Fijo a la Mesa Quirúrgica.

Ventajas:

- No hay manguera en la circulación del equipo quirúrgico.
- Seguro e higiénico.
- Facilidad de montaje y desmontaje del envase.
- Mayor capacidad en el envase para los fluidos.
- El envase queda fijo a la mesa quirúrgica.
- Se puede pasar cables de corriente por la tubería empotrada.
- Mejora la estética del quirófano.
- Queda el mismo sistema de succión.

Desventaja:

- Una sola punta de succión para el uso del anesthesiólogo y el cirujano.
- Aumentan las pérdidas en la succión al aumentar la longitud de la manguera.
- Mezcla de los fluidos corporales por acto de anestesia y por acto quirúrgico, lo que implica lecturas más seguidas para el control independiente de estos fluidos.
- Hay que romper y rellenar el piso y la pared para empotrar la tubería plástica.
- Interfieren los campos estériles de la mesa en la lectura del fluido.

(B.2) Dos Líneas De Succión Independientes.

Ventajas:

- Succiones independientes para el cirujano y anesthesiólogo.
- Desaparece el tiempo de espera para el uso de la succión.
- Las mangueras de succión no interfieren en la circulación del equipo quirúrgico.
- Facilidad de mantenimiento.
- Manejo de fluidos independientes con facilidad de lectura.
- Se puede pasar cables de corriente por la tubería empotrada.

Desventajas:

- Se añade un nuevo componente a la máquina de anestesia.
- Hay que romper el piso para empotrar la tubería.

(B.3) División de la Succión en Dos Salidas.

Ventajas:

- Las mangueras de la succión no interfieren en la circulación del equipo quirúrgico.
- Mangueras independientes para el cirujano y anesthesiólogo.
- Queda el mismo sistema de succión.
- Facilidad de mantenimiento.

Desventajas:

- La ubicación del envase dificulta la lectura del fluido.
- Un envase para dos fluidos.
- El manejo de las válvulas.
- El envase está cerca de la zona de asepsia.
- Hay que romper y rellenar el piso para empotrar el tubo plástico.

(B.4) Succión por el Techo.

Ventajas:

- Las mangueras de succión no interfieren en la circulación del equipo quirúrgico.
- Es económica la implementación.
- Utiliza el mismo sistema de succión.

Desventajas:

- Una sola succión para el anesthesiólogo y el cirujano.
- Mezcla de los fluidos corporales en un solo envase.
- El mantenimiento es mayor por tener válvulas check.
- Invade la zona de asepsia.

- Antiestético.

Matriz Morfológica para la Solución del Succionador.

Nº	Criterio	Jq	B.1	B.2	B.3	B.4
1	Facilidad de uso	4	5	5	3	5
2	Costo de implementación	5	3	2	3	4
3	Adaptabilidad a cambios futuros	3	4	4	4	4
4	Funcionalidad	5	3	5	3	2
5	Mantenibilidad	3	5	5	4	4
6	Aceptabilidad por parte del usuario	5	4	5	3	2
7	Estética	2	4	5	3	2
8	Ergonomía	5	4	5	4	5
9	Factibilidad	5	5	4	3	2
10	Compatibilidad con otras soluciones	5	5	5	5	4
11	Higiene y seguridad	5	3	5	3	2
12	Sencillez de fabricación	2	4	3	2	5
13	Aséptico	5	5	5	4	3
Total de la Evaluación			223	243	186	178

Tabla 4.3. Matriz Morfológica para el Succionador.

La alternativa que obtuvo mayor puntaje fue la (B.2), mostrando la ventaja sobre los demás por los criterios de ergonomía, funcionalidad, mantenibilidad, y la aceptación por parte del personal médico.

(C) Electrocoagulador.

(C.1) Electrocoagulador Debajo de la Mesa Quirúrgica.

Ventajas:

- El electrocoagulador, ni sus cables interfieren en la circulación del equipo quirúrgico.
- Facilidad de montaje y desmontaje.
- El Electrocoagulador se conecta a la corriente que tenga la mesa quirúrgica.

Desventajas:

- El equipo está cerca de la zona de asepsia.
- La mesa quirúrgica tiene mayor peso.
- Dificulta los movimientos de la mesa quirúrgica.
- Dificulta el mantenimiento.
- El campo estéril interfiere en el manejo del equipo.
- El acceso del circulante del instrumentista al equipo es más complicado.
- Al equipo le puede caer las soluciones de esterilización, cuando se lava al paciente antes del acto quirúrgico.

(C.2) Electrocoagulador Fijo en el Techo.

Ventajas:

- El electrocoagulador y sus cables no interfieren en la circulación del equipo quirúrgico.

Desventajas:

- El equipo está cerca de la zona de asepsia.
- Aumenta el riesgo de accidente con la posibilidad de caída del equipo.
- Mayor costo de implementación.

(C.3) Mesa Rodante para el Electrocoagulador.

Ventajas:

- El electrocoagulador y sus cables no interfieren en la circulación del equipo quirúrgico.
- El equipo se ajusta a un rango de altura.
- Facilidad de montaje y desmontaje.
- La alimentación se toma de la mesa quirúrgica, cuando el equipo se ubica debajo de la mesa.

Desventajas:

- El equipo está cerca de la zona de asepsia.
- Mayor costo de implementación.

(C.4) Electrocoagulador Fijo a la Pared.

Ventajas:

- El electrocoagulador, ni sus cables interfieren en la circulación del equipo quirúrgico.
- Facilidad de manejo.
- Facilidad de montaje y desmontaje.
- Facilidad de mantenimiento.

Desventajas:

- Aumenta el riesgo de accidente dentro del quirófano por posibles caídas del equipo.
- Aumenta la longitud del cable del electrodo por lo tanto aumenta el costo y la interferencia en las señales de los equipos.

Matriz Morfológica para la Solución del Electrocoagulador.

Nº	Criterio	Jq	C.1	C.2	C.3	C.4
1	Facilidad de uso	4	4	3	5	4
2	Costo de implementación	5	5	4	4	5
3	Adaptabilidad a cambios futuros	3	4	4	5	4
4	Funcionalidad	5	5	5	5	5
5	Mantenibilidad	3	5	4	5	4
6	Aceptabilidad por parte del usuario	5	4	3	5	4
7	Estética	2	5	3	5	3
8	Ergonomía	5	5	3	5	4
9	Factibilidad	5	5	4	5	5
10	Compatibilidad con otras soluciones	5	5	5	5	5
11	Higiene y seguridad	5	3	3	5	3
12	Sencillez de fabricación	2	4	3	4	4
13	Aséptico	5	4	5	4	5
Total de la Evaluación			241	208	258	234

Tabla 4.4. Matriz Morfológica para el Electrocoagulador.

El diseño seleccionado es el (C.3), se observa claramente en la matriz morfológica las ventajas de este diseño sobre las otras alternativas en los criterios de facilidad de uso, adaptabilidad a cambios futuros, aceptabilidad por parte del usuario, pero es menor que otras alternativas en el punto aséptico e igual en otros criterios.

(D) Parales del Quirófano.

(D.1) Eslabones a la Mesa Quirúrgica.

Ventajas:

- Sirve para colocar el campo que divide el área estéril del área de trabajo del anestesiólogo.
- Se pueden colocar tres (3) soluciones.
- Se puede ajustar la altura del gancho de la manguera de anestesia.
- Se puede ajustar la altura y las posiciones.
- Desmontable y de fácil mantenimiento.

Desventajas:

- La cantidad de tuercas para ajustar, genera incomodidad y aumenta el tiempo de acción.
- La estructura se puede colocar y quedar desequilibradamente.
- Ocupa espacio del acceso fácil del anestesiólogo.
- La estructura puede estorbar con la lámpara cialítica.
- Costo de implementación.
- Mayor peso y otro accesorio a la mesa quirúrgica.

(D.2) Tubo Flexible a la Mesa Quirúrgica.

Ventajas:

- Se puede utilizar para dividir el campo estéril.
- Fácil montaje.
- Adaptable a cualquier mesa.
- Cambia su ubicación a cualquier lado de la mesa quirúrgica.

- Movilidad en todas las direcciones adoptando varias posiciones.
- Económico.
- No perturba la zona de trabajo de los anesthesiólogos.

Desventajas:

- Mayor peso y otro accesorio a la mesa quirúrgica.
- Mayor mantenimiento.
- Menor durabilidad por pérdida de las propiedades del material.

(D.3)Tubos Tipo Telescópio a la Mesa Quirúrgica.

Ventajas:

- Se puede colocar el campo estéril para dividir la zona de trabajo del anesthesiólogo.
- Se puede colocar en cualquier lado de la mesa quirúrgica.
- Es desmontable.
- No estorba cuando se va a pasar al paciente a la mesa quirúrgica.
- Se puede colocar la manguera de anestesia.

Desventajas:

- Mayor peso y otro accesorio a la mesa quirúrgica.

Matriz Morfológica para la Solución de los Parales.

Nº	Criterio	Jq	D.1	D.2	D.3
1	Facilidad de uso	4	3	5	5
2	Costo de implementación	5	3	5	4
3	Adaptabilidad a cambios futuros	3	5	5	5
4	Funcionalidad	5	4	5	5
5	Mantenibilidad	3	3	5	5
6	Aceptabilidad por parte del usuario	5	4	4	5
7	Estética	2	3	4	5
8	Ergonomía	5	3	5	5
9	Factibilidad	5	4	4	5
10	Compatibilidad con otras soluciones	5	4	4	4
11	Higiene y seguridad	5	3	4	4
12	Sencillez de fabricación	2	3	5	4
13	Aséptico	5	5	5	5
Total de la Evaluación			198	248	253

Tabla 4.5. Matriz Morfológica para los Parales.

En la matriz morfológica se observa que la alternativa (D.3) es la más óptima para resolver el problema planteado ya que la diferencia con las otras alternativas se basa en la aceptabilidad por parte del usuario, en la estética, ergonómico y en la factibilidad.

E) Descarga de los Gases Anestésicos.**(E.1) Equipo Purificador de Gases Anestésicos.****Ventajas:**

- Adaptable a cualquier máquina de anestesia.
- Fácil mantenimiento.

Desventajas:

- Adición de peso a la máquina de anestesia.
- Otro elemento que requiere de mantenimiento.
- Ocupa espacio dentro del quirófano.

(E.2) Membrana de Intercambio Iónico.

Ventajas:

- Adaptable a cualquier máquina de anestesia.

Desventajas:

- Ocupa espacio dentro del quirófano.
- Más peso para la máquina de anestesia.
- Costo elevado.

(E.3) Manguera al Equipo y Descarga al Ambiente Exterior.

Ventajas:

- Adaptable a cualquier máquina de anestesia.
- Fácil mantenimiento.
- Flexibilidad en la manguera.
- Facilidad de movimiento de la máquina de anestesia.

Desventajas:

- Hay que romper y rellenar el piso y la pared para empotrar la tubería plástica.

Matriz Morfológica para la Solución de Descarga de los Gases Anestésicos

Nº	Criterio	Jq	E.1	E.2	E.3
1	Facilidad de uso	4	5	4	5
2	Costo de implementación	5	3	2	5
3	Adaptabilidad a cambios futuros	3	5	5	3
4	Funcionalidad	5	4	4	5
5	Mantenibilidad	3	3	4	5
6	Aceptabilidad por parte del usuario	5	5	4	4
7	Estética	2	4	4	4
8	Ergonomía	5	5	5	4
9	Factibilidad	5	4	4	5
10	Compatibilidad con otras soluciones	5	5	5	4
11	Higiene y seguridad	5	5	3	4
12	Sencillez de fabricación	2	3	4	5
13	Aséptico	5	5	5	5
Total de la Evaluación			238	219	242

Tabla 4.6 Matriz Morfológica para la Descarga de los Gases Anestésicos.

En la matriz morfológica se observa que el resultado es la opción (E 3), diferenciándose en las demás alternativas en los criterios de costo de implementación, mantenibilidad y sencillez de fabricación.

(F) Gases Producto del Uso del Electrocoagulador.

(F.1) Campana de Extracción de Gases.

Ventajas:

- Extrae los gases por el uso del electrocoagulador.

Desventajas:

- Requiere rediseño del aire acondicionado.
- El sistema afecta la zona de asepsia.

F.2) Succión de los Gases Producto del Uso del Electrocoagulador.

Ventajas:

- Adaptable a cualquier mesa quirúrgica
- Fácil mantenimiento y flexibilidad, adoptando cualquier posición.
- Succión de gases y olores rápidamente.
- Económico.

Desventajas:

- Invade el campo estéril.

Matriz Morfológica para la Solución de la Descarga de los Gases Producto del Uso del Electrocoagulador.

Nº	Criterio	Jq	F.1	F.2
1	Facilidad de uso	4	5	4
2	Costo de implementación	5	4	5
3	Adaptabilidad a cambios futuros	3	5	5
4	Funcionalidad	5	4	5
5	Mantenibilidad	3	3	5
6	Aceptabilidad por parte del usuario	5	4	4
7	Estética	2	5	5
8	Ergonomía	5	4	4
9	Factibilidad	5	3	5
10	Compatibilidad con otras soluciones	5	5	5
11	Higiene y seguridad	5	5	4
12	Sencillez de fabricación	2	3	5
13	Aséptico	5	3	5
Total de la Evaluación			220	251

Tabla 4.7. Matriz Morfológica para la Descarga de los Gases Producto del Uso del Electrocoagulador.

La solución dada por la matriz morfológica es la (F.2), ya que supera al otro en los criterios de asepsia, factibilidad, mantenimiento, costo de implementación.

(G) Distribución de Señales y Fluidos.

(G.1) Sobrepiso Dentro del Quirófano.

Ventajas:

- Los cables y mangueras no interfieren en la circulación del equipo quirúrgico.
- Tomas de corriente disponible para cada equipo.

Desventajas:

- Costo elevado.
- Acumulación de bacterias entre el suelo y el sobrepiso.
- Mayor mantenimiento.

(G.2) Regletas al Techo.

Ventajas:

- Conexiones seguras.
- Tomas de 110 V.
- Económico y de fácil mantenimiento.
- De fácil conexión.

Desventajas:

- Poco estético al verse los cables colgados del techo.

(G.3) Tomas de Corriente Empotradas al Piso.

Ventajas:

- Tomas de corriente para cada equipo.
- Los cables de alimentación no interrumpen la circulación del equipo quirúrgico.

Desventajas:

- Acumulación de bacterias en sus conexiones.
- Mayor mantenimiento.
- Las tomas de corriente obstaculizan la circulación dentro del quirófano.

- Equipos con poca movilidad.

(G.4) Sistemas U.P.S para los Equipos.

Ventajas:

- Se eliminan todas las conexiones de alimentación.

Desventajas:

- Mayor peso a los equipos.
- La energía del U.P.S dura aproximadamente de sesenta (60) a ciento veinte (120) minutos.
- Elevado costo.
- Complica el traslado del equipo.
- Mayor mantenimiento.

Matriz Morfológica para la Solución de la Distribución de las Señales y Fluidos.

Nº	Criterio	Jq	G.1	G.2	G.3	G.4
1	Facilidad de uso	4	5	4	5	2
2	Costo de Implementación	5	3	5	4	1
3	Adaptabilidad a cambios futuros	3	5	5	3	3
4	Funcionalidad	5	5	5	5	3
5	Mantenibilidad	3	3	5	3	2
6	Aceptabilidad por parte del usuario	5	4	5	4	4
7	Estética	2	5	5	5	3
8	Ergonomía	5	3	5	3	3
9	Factibilidad	5	4	5	5	3
10	Compatibilidad con otras soluciones	5	5	5	5	5
11	Higiene y Seguridad	5	3	5	3	4
12	Sencillez de fabricación	2	2	5	3	4
13	Aséptico	5	4	5	4	5
Total de la Evaluación			213	266	219	177

Tabla 4.8. Matriz Morfológica para la Distribución de Señales y Fluidos.

La solución dada por la matriz morfológica es la opción (G.2). Esta, es la más aceptada por el equipo quirúrgico, es económica, segura e higiénica y no interrumpe con la circulación del equipo quirúrgico.

6. Comentario de la Metodología del Diseño.

Por medio de la metodología planteada se precisaron los problemas que presenta el quirófano, luego se clasificaron varias alternativas para solucionar dichos problemas. Se precisaron ciertos criterios, con su respectiva jerarquía, para evaluar las alternativas de cada problema dando como resultado los diseños que mejor cumplen con los criterios de evaluación, además de solucionar los problemas planteados.

En el siguiente capítulo se detallará cada diseño especificando materiales, construcción y costo.

CAPÍTULO V ESPECIFICACIONES DE LOS DISEÑOS

Una vez seleccionados los diseños definitivos que solucionen el problema, según la evaluación realizada, es necesario que se detallen los materiales a adquirir y los elementos a fabricar, para determinar el costo de la implementación del rediseño del quirófano en general.

1. Justificación del Material de las Piezas a Fabricar.

Éstas piezas tienen que ser fabricada en Acero Inoxidable AISI 304, debido a que este acero es el común para aplicaciones en ambientes clínicos y hospitalario porque resiste a la corrosión en ambientes húmedos, el proceso de soldadura es sencillo y seguro, es económico comparado con otros aceros inoxidable y no tiene propiedad magnética que contamine la transmisión de señal dentro del quirófano.

2. Módulos del Monitor a la Mesa Quirúrgica.

Para aplicar este diseño es necesario fabricar el soporte del portamódulo a la mesa quirúrgica, el diseño se presenta a continuación.

2.1 Elementos a Fabricar.

a) Elemento de Sujeción del Portamódulos a la Mesa Quirúrgica.

Este elemento debe soportar el peso del portamódulo del monitor (aprox. 20 kg.), el portamódulo tiene que salir debajo de la mesa quirúrgica fácilmente, el frente donde se colocan los módulos tiene que quedar al extremo de acceso fácil del equipo de anestesiología y no tiene que sobresalir de la mesa quirúrgica. A continuación se presenta el diseño de dicho elemento.

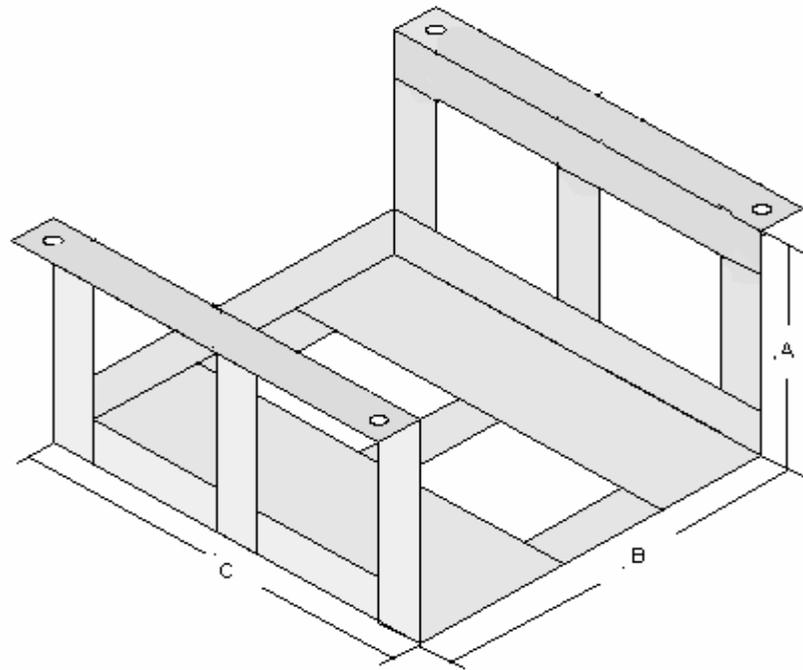


Fig. 5.1. Isometría del elemento de sujeción del portamódulos a la mesa quirúrgica.

Letra	Dimensión (m)	Dimensión (mm)
A	0,25	250
B	0,42	420
C	0,45	450
Espesor	0,00127	1,27

Tabla 5.1. Cuadro de Medidas Solución: Monitor.

Éste elemento consta de 8 piezas unidas por soldadura, como se puede observar en la figura anterior. La soldadura en éste diseño solo cumple con la función de unión, por lo tanto, no se hace un estudio respecto a ese punto. Para mayor detalle observar los planos de construcción de la pieza en el anexo 4: *Planos de construcción*.

b) Agujeros a la Mesa Quirúrgica.

Para unir la pieza descrita anteriormente a la mesa quirúrgica es necesario que a ésta se le fabrique cuatro (4) agujeros pasante en el respaldar, según la disposición que se muestra en la figura 5.2.

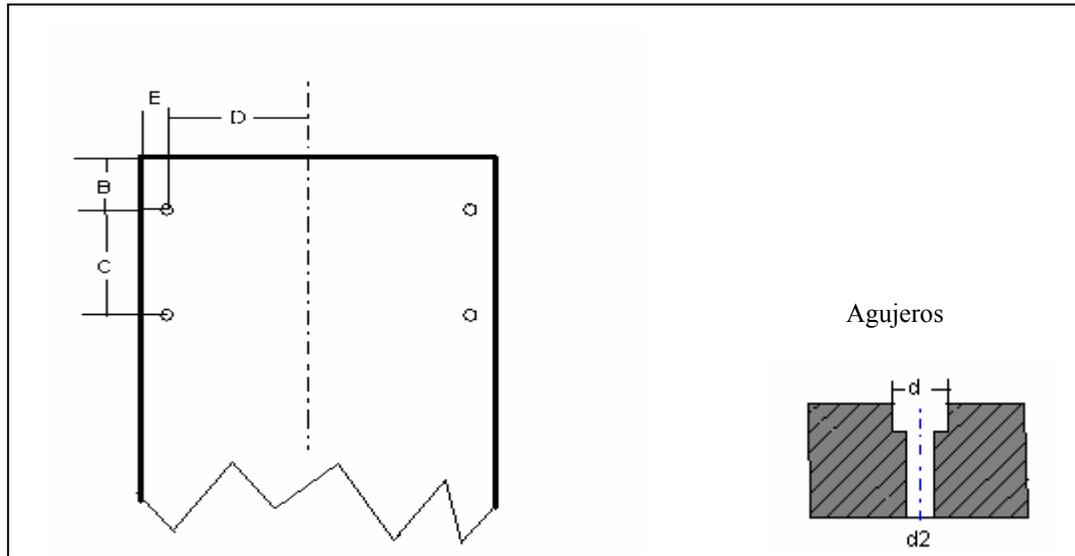


Fig.5.2. Disposición de los agujeros a la mesa quirúrgica.

Letra	Dimensión (m)	Dimensión (mm)
B	0,10	100
C	0,20	200
D	0,235	235
E	0,04	40
d	0,015	15
d2	0,0096	9,6

Tabla 5.2. Medidas de Agujeros.

2.2 Accesorios Necesarios.

- Seis (6) tornillos de Cabeza hexagonal SAE grado 1 3/8" UNC x 2". Cada uno con una arandela de presión y una tuerca, ver cálculos de factor de seguridad.
- Cable para transmisión de señales con conector multiterminal DB 25 y 8m. de longitud.
- Tubería de plástico para empotrar Schedule 40, de 76,2mm (3pulg.) de diámetro y 2 m. de longitud, con dos codos.
- Elementos de sujeción del cable a la mesa quirúrgica.
- Tapones para los extremos de la tubería, con agujero para el cable.

Por la tubería empotrada al piso pasa el cable de transmisión de señales al monitor y un cable de corriente alterna N° 8, con toma de corriente, de la regleta al techo sirviendo de alimentación a la mesa quirúrgica.

3. Dos Líneas de Succión Independientes.

3.1 Elementos a Fabricar.

a) Elemento de Sujeción del Envase de Succión a la Pared.

El envase tiene que quedar a una altura de 1,30 metros sobre el nivel del piso, el elemento debe soportar el envase permitiendo que éste pueda ser retirado y cambiado en cualquier momento, el elemento tiene que dejar visible al envase o al menos la escala de medición para que el personal quirúrgico tome los datos necesarios, además debe tener las medidas para colgar el envase existente en la sala quirúrgica; finalmente el elemento debe ser desmontable para facilitar la limpieza dentro del quirófano

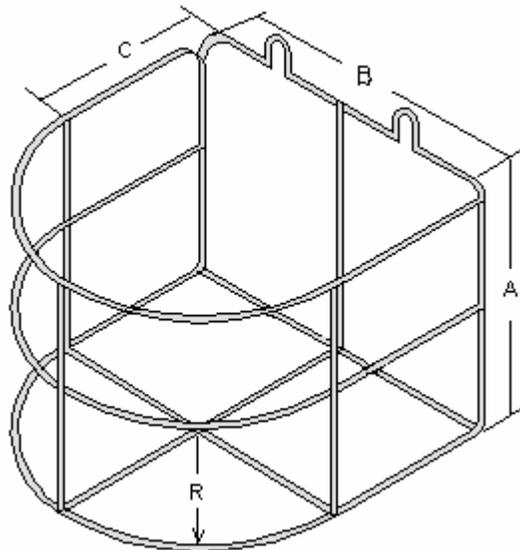


Fig. 5.3. Isometría del elemento de sujeción del envase a la pared.

Letra	Dimensión (m)	Dimensión (mm)
A	0,15	150
B	0,20	200
C	0,10	100
R	0,10	100

Tabla 5.3. Medidas del Portaenvase de Cirujano.

Esta pieza está fabricada con alambre de acero inoxidable de 4 mm. de diámetro. Para mayor detalle observar los planos de la pieza en el anexo 4: *Planos de construcción*.

b) Elemento de Sujeción del envase de Succión a la Máquina de Anestesia.

Este elemento tiene que ser ajustable a cualquier lado de la máquina de anestesia, debe ser de fácil desmontaje, que no dañe la infraestructura de la máquina, que deje visible el envase o al menos la escala de medición, que soporte el peso del envase y permita que sea fácilmente desconectado.

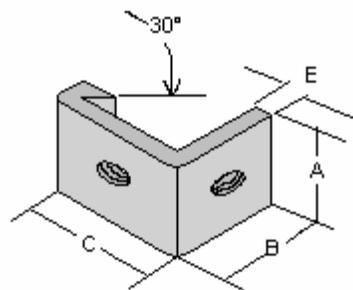


Fig. 5.4. Isometría de la pieza 1

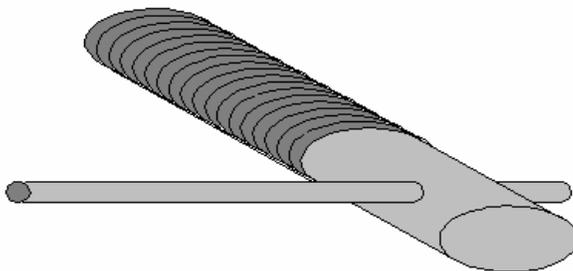


Fig. 5.5. Isometría tornillo de apriete pieza 1

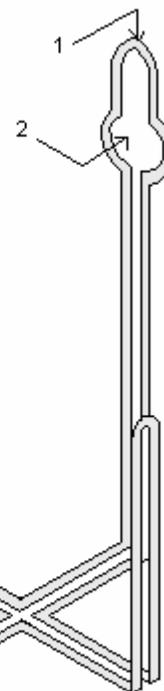


Fig. 5.6. Isometría portaenvase

Letra	Dimensión (m)	Dimensión (mm)
A	0,06	60
B	0,06	60
C	0,08	80
E	0,01	10

Tabla 5.4. Medidas de la Pieza 1.

Este elemento de sujeción consiste de dos piezas unidas entre sí para lograr la sujeción del envase a la máquina de anestesia.

Las dimensiones del portaenvase son, la base de (0,12 x 0,12) m., la altura de los tres laterales iguales es de 0,10 m., y el otro lateral es de 0,20 m., con el agujero 1, de 0,012 m. de diámetro y el agujero 2 de 0,020 m. de diámetro, el portaenvase se une a la pieza N°1 con un tornillo, dándole la propiedad de colocarse y retirarse con facilidad. Esta pieza está fabricada con alambre de acero inoxidable de 4 mm. de diámetro. Para mayor detalle observar los planos de la pieza en el anexo 4: *Planos de construcción*.

3.2. Accesorios Necesarios.

Succión para el Cirujano.

- 7,0 metros de manguera transparente para succión de diámetro ¼ de pulgada.
- Tres (3) metros de tubería de plástico para empotrar Schedule 40, de 50,8mm (2 pulg.) de diámetro, con dos codos.
- Dos (2) tornillos de cabeza con encaje de diámetro de 10mm y 50,8 mm de longitud, con anclaje para la sujeción del elemento a la pared.

Succión para el Anestesiólogo.

- Envase de la máquina de anestesia, de 800ml de capacidad volumétrica, MEDI-PUMP, modelo 24380.
- Regulador de presión de vacío con vacuómetro de 0 – 250 mmhg, MEDI - PUMP
- 4,0 metros de manguera transparente para succión de diámetro ¼ de pulgada.

- Un (1) tornillo de cabeza con encaje de diámetro de 10 mm y 2,54 mm de longitud, para la sujeción del portaenvase a la pieza 1.
- Un filtro higroscópico para mangueras de succión de ¼ de pulgadas.

4. Mesa Rodante para el Electrocoagulador.

4.1 Elemento a Fabricar.

a) Mesa Rodante.

La mesa rodante para el electrocoagulador debe desplazarse con facilidad, su altura tiene que variar de modo que pueda introducirse debajo de la mesa quirúrgica, además debe tener un lugar para colocar la pedalera, las puntas del electrodo, brazaletes y cable de alimentación cuando no se esté utilizando el equipo.

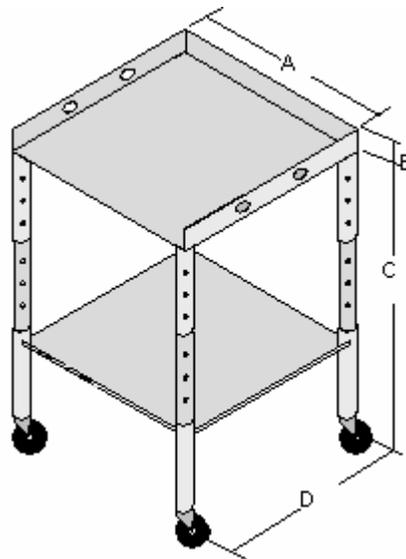


Fig. 5.7. Isometría de la mesa rodante para el electrocoagulador.

Letra	Dimensión (m)	Dimensión (mm)
A	0,43	430
B	0,05	50
C	0,45 – 0,60	400 - 600
D	0,45	450

Tabla 5.5. Medidas de la Mesa Rodante.

Para éste diseño se necesitan ocho (8) tubos de acero inoxidable con costura de 0,0254 m. de diámetro y de longitud 0,20 m. Cuatro (4) tubos de acero inoxidable con

costura de 0,01905 m. de diámetro y de longitud 0,30 m. Esta altura se fija con tornillos roscados a abrazaderas. Para mayor detalle observar los planos de la pieza en el anexo 4: *Planos de construcción*.

4.2. Accesorios Necesarios.

- Cuatro (4) ruedas de goma de 0,05m. de diámetro.

5. Parales de Tubos tipo Telescópico.

5.1 Elemento a Fabricar.

a) Tubos Tipo Telescopio.

Estos parales tienen que tener la capacidad de sostener tres soluciones de 3000 ml que equivale a una masa total aproximada de 9 kg., la altura debe ser ajustable hasta de 2,2 metros sobre el nivel del piso, estos parales no deben ser restricción para el área de trabajo del anestesiólogo ni debe estorbar en el traslado del paciente a la camilla, además estos parales deben colocarse en cualquier lado de la mesa quirúrgica.

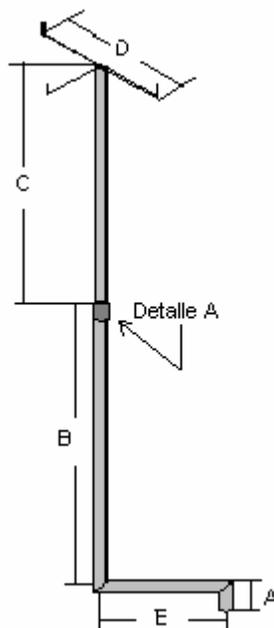


Fig. 5.8. Isometría de los parales.

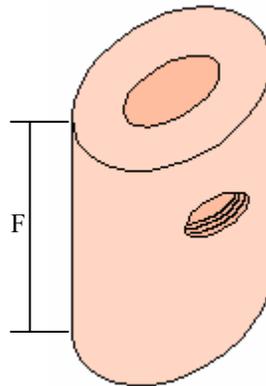


Fig.5.9. Detalle “A”.

Letra	Dimensión (m)	Dimensión (mm)
A	0,07	70
B	0,60	600
C	0,80	800
D	0,10	100
E	0,20	200
F	0,03	30

Tabla 5.6. Medidas de los Parales.

Este sistema consiste en dos tubos concéntricos, Diámetro mayor de 0,0254 m. (1 pulg.) y el de diámetro menor de 0,0195 m. (3/4 pulg.), el de menor diámetro se puede desplazar dentro del otro, para así ajustar a la altura deseada, asegurando ésta altura con el elemento 2, ver detalle “A”. Estos parales se unen a la mesa quirúrgica a través del carro móvil de la misma que sirve para sostener los accesorios de dicha mesa. En las intervenciones quirúrgica tipo abdominal, estos carros no se utilizan, por lo tanto, se estaría dando uso a un sistema propio de la mesa quirúrgica que no es usado. Los parales adquieren los movimientos del carro antes mencionado, se desplaza a todo lo largo de la mesa quirúrgica, pueden girar en el eje perpendicular al lateral de la mesa y con aflojar la sujeción se puede girar en el eje del tubo sujeto.

5.2. Accesorios Necesarios.

- Un (1) tornillo de sujeción como el de la figura 5.5. con diámetro de 10 mm.

6. Manguera al Equipo y Descarga al Ambiente Exterior.

Consiste en una manguera flexible conectada, en uno de sus extremos, a la descarga de los gases de la máquina de anestesia y el otro extremo a una tubería empotrada al piso. Ésta tubería descarga los gases al ambiente externo del quirófano. De esta manera los gases anestésicos no son inhalados por el personal quirúrgico, ver la figura siguiente.

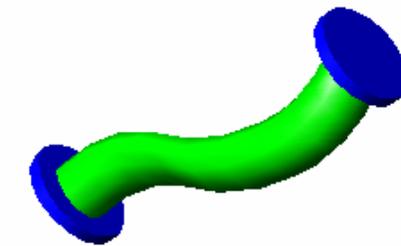


Fig.5.10. Manguera de la descarga de gases anestésicos con conectores.

Letra	Dimensión (m)	Dimensión (mm)
Largo	1,50	1500
Diámetro	0,02	20

Tabla. 5.7. Dimensiones de la Manguera.

6.1. Elementos requeridos.

- 1,5 metro de manguera de plástico, de diámetro 0,01905 m (3/4")
- Dos (2) metros de tubería de plástico para empotrar Schedule 40, de 0,01905 m (3/4 pulg.) de diámetro.
- Un (1) conector roscado, entre la manguera y el tubo empotrado
- Una (1) abrazadera para fijar la manguera al tubo de descarga de la mesa quirúrgica.

7. Succión de los Gases Producto del Uso del Electrocoagulador.

Manguera flexible que está sujeta al carro deslizante de la mesa quirúrgica, éste accesorio se desliza por todo el carril lateral de la mesa, por ésta razón la manguera se puede ubicar en cualquier posición para extraer los gases producto del uso del electrocoagulador en la operación. A esta manguera se le une otra más larga, que se encuentra por debajo de la mesa quirúrgica, ésta va conectada a una tubería empotrada al piso que se conecta al sistema de succión. Este sistema debe tener un regulador ubicado en la pared, que controle la succión de estos gases. Para mayor detalle, ver el anexo 4: *Planos de construcción*. En la siguiente figura se muestra la manguera principal de este sistema.

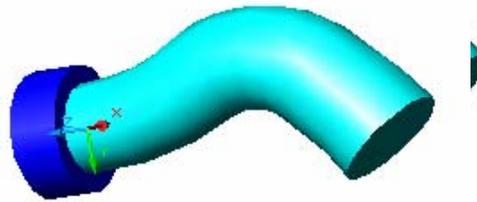


Fig.5.11. Manguera con acople.

Letra	Dimensión (m)	Dimensión (mm)
Largo	0,50	500
Diámetro	0,02	20

Tabla 5.8. Dimensiones de la Manguera Principal.

7.1. Elementos requeridos.

- Una (1) manguera de plástico de diámetro 0,0127 m (1/2”) y longitud 0,50 m
- Una (1) manguera de plástico de longitud 2,00 m y diámetro 0,0127 m (1/2”)
- Un (1) regulador que controla la succión.
- Un (1) unión para las mangueras.

8. Regleta al Techo.

Las regletas deben estar ubicadas en el techo del quirófano, una por encima de la máquina de anestesia y la otra a nivel de la mesa semicircular, cada una pesa aproximadamente veinte y cinco Kg. (20 Kg.). Tiene en su parte superior un sistema de seguridad que regula la intensidad de corriente, con sus indicadores de: alto voltaje, bajo voltaje, tierra, salida, entrada, y dos fusibles que ayudan a la protección de los equipos. Este sistema de regletas tiene ocho (8) tomas de corriente, distribuidas cuatro (4) en cada lado, colocadas en brazos que deslizan lo suficiente para acercar las tomas a todos los equipos que se encuentren cerca de la máquina de anestesia como de la mesa quirúrgica. La regleta se divide en tres partes fundamentales que son: tapa, cajón principal y brazos deslizantes, con un espesor de lámina de 0.0127 m, para todas las piezas. Para mayor detalle, ver el anexo 4: *Planos de Construcción*.

8.1 Elementos a Fabricar.

a) Tapa de la regleta.

Ubicada encima del cajón principal, dentro de la tapa se encuentran los reguladores de corrientes conectados uno para cada lado, con sus respectivos fusibles y los indicadores de señales.

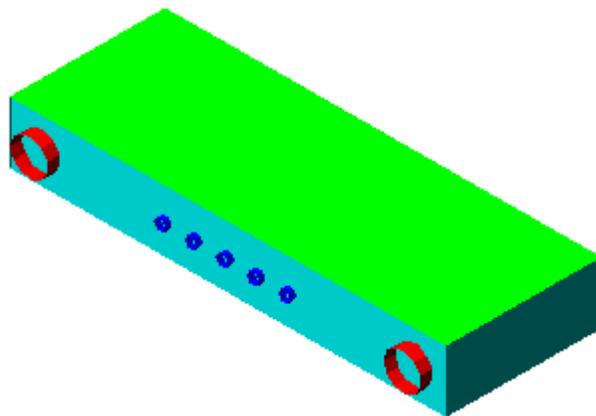


Fig.5.12. Tapa superior de la regleta.

Letra	Dimensión (m)	Dimensión (mm)
Largo	0,70	700
Ancho	0,25	250
Profundidad	0,10	100

Tabla 5.9 Medidas de la Tapa de la Regleta.

b) Cajón Principal.

Consiste en una (1) pieza con cuatro (4) brazos deslizantes entre sí, cada brazos tiene un toma corriente doble de 110 v, conectado a su respectivo regulador. Las uniones, entre los brazos y la caja son flexibles para que estos tengan movilidad en cualquier dirección.

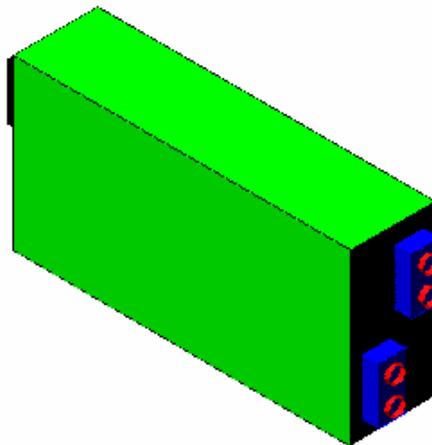


Fig. 5.13. Cajón Principal de la regleta.

Letra	Dimensión (m)	Dimensión (mm)
Largo	0,60	600
Ancho	0,20	200
Profundidad	0,15	150

Tabla 5.10. Medidas del Cajón de la Regleta.

c) Brazos Deslizantes.

Son dos (2) piezas una dentro de otra, que tiene la finalidad de desplazarse hasta una longitud aprox. de 1,00 m, adaptando la altura deseada por el equipo quirúrgico. El cable de la corriente se encuentra recogido dentro de los brazos, para garantizar la

longitud deseada, así el cable de alimentación de los equipos se llevan hasta la regleta de tal manera que no obstaculizan la circulación del equipo quirúrgico. Para mayor detalle ver planos en el anexo 4: *Planos de construcción*. En la figura de la página siguiente se muestra la pieza antes descrita.

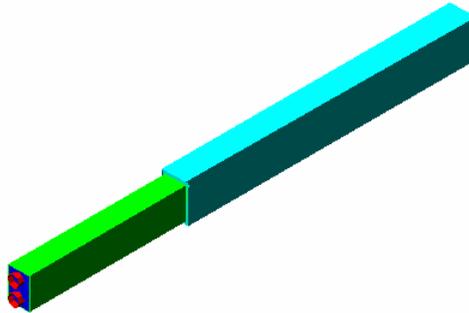


Fig.5.14. Brazos deslizantes uno dentro del otro.

Letra	Dimensión (m)	Dimensión (mm)
Largo	0,55	550
Ancho	0,08	80
Profundidad	0,05	50

Tabla 5.11. Dimensiones del Brazo Deslizantes.

d) Conectores.

Cuatro (4) conectores, con movimientos de rotación, para darle movilidad en cualquier dirección. Une el cajón principal con los brazos deslizantes. Para ver más detalles consultar el anexos 4. *Planos de Construcción*.

8.2. Accesorios.

- Dos (2) reguladores de 110 V c/u, con un sistema de señales, indicando alto voltaje, bajo voltaje, tierra, entrada, salida.
- Dos (2) fusibles de 110 V. y 25 A.
- Cuatro (4) tornillos sujetadores al techo.
- Cuatro (4) toma de corrientes dobles para 110 V.
- Seis (6) metros de cables de electricidad N° 8.

- Ocho (8) tapas de seguridad para las tomas de corriente.

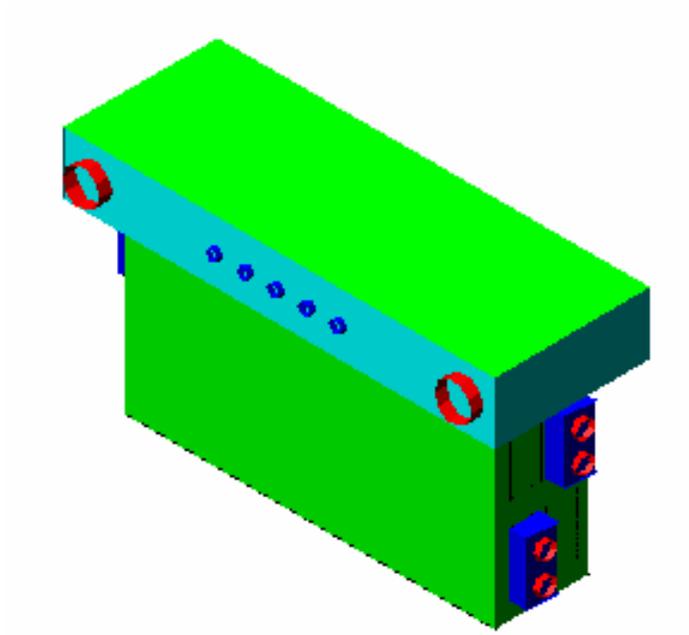


Fig. 5.15. Regleta.

9. Costos.

Los costos que se presentan a continuación se obtuvieron algunos por vía telefónica, otros por correo electrónico, otros por visitas a casas de distribución de estos materiales. Los implementos médicos de las casas especializadas no tienen un costo exacto debido a la problemática económica actual del país, por lo tanto el costo de los diseños varían (estos costos no incluyen el I.V.A.).

DISEÑO	COSTOS	
	Descripción	Bs.
2. Módulos del Monitor a la Mesa Quirúrgica.	Fabricación.	
	Pieza a).....190.000
	Accesorios.76.000
	Sub – Total 266.000

3. Dos Líneas de Succión Independientes.	Fabricación.	
	Elemento a).....	180.000
	Elementos b).....	320.000
	Accesorios:	
	Para el Cirujano.....	27.500
	Para el Anestesiólogo.....	441.000
	Sub – Total.....	968.500
5. Parales de Tubos tipo Telescópico.	Fabricación.....	320.000 c/u
	Accesorios.....	5.000 c/u
	Sub – Total.....	325.000 c/u
	2 Parales Sub-Total.....	650.000
6. Manguera al Equipo y Descarga al Ambiente Exterior.	Elementos Requeridos.....	7.800
	Accesorios.....	15.000
	Sub – Total.....	22.800
7. Succión de los Gases Producto del Uso del Electrocoagulador.	Elementos Requeridos.....	43.000
	Sub – Total.....	43.000
8. Regleta al Techo.	Fabricación.	
	Pieza a).....	25.000
	Pieza b).....	100.000
	Pieza c).....	25.000
	Pieza d).....	200.000
	Accesorios.....	156.000
	Sub – Total.....	506.000
	TOTAL	2.456.300

Tabla 5.12. Presentación Detallada del Costo de la Solución.

Al costo total, presentado en esta tabla hay que sumarle la instalación, el IVA, y finalmente honorarios por diseño. Precios de los accesorios de todos los diseños, fueron solicitados a las empresas Tecno Web, Importmed, y ferretería Epa.

CAPÍTULO VI

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para realizar la propuesta de rediseño del quirófano es necesario estimar y analizar los resultados si se implantaran los diseños elaborados. El análisis se basa en comparar la disposición de equipamiento actual con el propuesto, en cómo variarían los cursogramas analíticos de operario y el diagrama de recorrido si se aplicasen los diseños planteados.

Para complementar las soluciones planteadas en el capítulo anterior es necesario que el problema de aterramiento de los quirófanos sea solucionado y se debe tomar en cuenta las recomendaciones que se dieron en el estudio ergonómico del capítulo III, para que el ambiente de trabajo mejore.

1. Análisis del Diseño de la Mesa Rodante del Electrocoagulador.

En un principio el diseño, como se especificó en el capítulo anterior, no sería ergonómico por un lado porque la manera de ajustar la altura complicaría el trabajo del circulante del instrumentista, se necesitaría de dos personas para ajustar la altura. Por otro lado, cuando el electrocoagulador sea colocado debajo de la mesa quirúrgica, corre el riesgo de que el líquido de las soluciones asépticas mezcladas con sangre, que generalmente queda en la mesa quirúrgica en todas las intervenciones, pueda gotear y penetrar al equipo, dañando así el sistema eléctrico del mismo. También generaría incomodidad al equipo de cirugía ya que el circulante tendría que interrumpir el campo estéril cuando sea necesario cambiar los parámetros de corte y coagulación del electrocoagulador.

Ahora lo que se propone es cambiar de posición al electrocoagulador como se ve en el Layout de propuesta.

2. Comparación de la Disposición Actual y la Disposición Solución.

Detallando la disposición del quirófano, resultado de la propuesta de rediseño, se observa que el espacio de trabajo del equipo de anestesiología es de mayor tamaño, ya que el monitor es separado de la mesa quirúrgica. Éste espacio quedaría libre de

los cables que transmiten las señales de las condiciones del paciente ya que estos se sustituirían por uno solo que iría empotrado al piso. Por último, el espacio para los pies del equipo de anestesiología que actualmente ocupa los parales quedaría libre si se tomara en cuenta la propuesta de los parales unidos a la mesa quirúrgica. Ver la disposición actual y propuesta del apéndice B: *Disposición, diagramas y cursogramas*.

Los cables de alimentación del monitor, máquina de anestesia y otros adicionales, no estarían en la zona de trabajo del personal quirófano, porque dichos cables estarían ocupando el espacio muerto superior del equipo y no el espacio útil del personal, entendiéndose como espacio muerto superior del equipo el volumen generado al proyectar el equipo al techo.

Así mismo, se observa que el equipo de anestesiología poseerá un sistema de succión independiente del equipo de cirujanos, pudiendo así tomar las mediciones de los fluidos extraídos al paciente de una manera efectiva, por lo tanto, no tendrían que esperar que el cirujano le facilite su succión, al igual que se evita el cambio continuo de la punta de succión y la ininterrupción del campo estéril.

Lo expuesto anteriormente disminuiría: el riesgo de desconexión del paciente, el riesgo de caídas tanto del personal quirúrgico como de los equipos, el daño al monitor y sus cables, de esta manera, facilitaría el trabajo al equipo de anestesiología porque no tendrían que desviar su atención a estos cables.

El espacio detrás del cirujano principal e instrumentistas quedaría desocupado ya que el electrocoagulador se ubica del lado opuesto de su ubicación actual y se conecta a la regleta de techo bajo el mismo principio de conexión de estos equipos mencionado anteriormente, ver la disposición actual y propuesta del apéndice B: *Disposición, diagramas y cursogramas*.

Esto beneficiaría al circulante del instrumentista porque los cables no interrumpirían en su espacio de trabajo, tendría acceso fácil al equipo y no tiene que desviar la atención a los cables de alimentación del electrocoagulador. También

beneficiaría a los cirujanos e instrumentistas porque el espacio para las piernas no estaría invadido por la manguera de succión ni por los cables del electrocoagulador, por esto, ellos no tendrán que desviar su atención a dichas mangueras y cables.

Al empotrar la manguera del succionador, el circulante no tiene que preocuparse por si va a pisar y desconectar ésta manguera o si va a golpear el envase del succionador, esto implicaría que el riesgo de desconexión de éste equipo y el riesgo de caída del circulante disminuya considerablemente. El envase de mayor capacidad de succión estará ubicado en la pared, por debajo del regulador, de esta manera todo el personal quirúrgico tendrá a la vista el envase para su posterior revisión.

Los cirujanos no tendrían que prestar la succión a los anestesiólogos y se ahorrarían el tiempo de espera del succionador y por el cambio de punta.

El aspecto visual del quirófano mejora ya que no perturba a la vista del usuario (personal quirúrgico y paciente) la cantidad de cable dispuestos arbitrariamente por todo el quirófano.

Al colocar la manguera en la descarga de los gases de la máquina de anestesia, mejoraría la succión de estos, de tal manera que el personal del quirófano no inhalaría estos gases tóxicos y no les produciría somnolencia, dolores de cabeza y problemas respiratorios, por lo tanto, este sistema ayuda a eliminar los gases del quirófano mejorando las condiciones del trabajo.

Los gases producidos por el uso del electrocoagulador son muy fuertes, por esta razón se propuso colocar una manguera a nivel del abdomen del paciente, esta succionaría todos estos gases que perturban y producen problemas respiratorios al personal del quirófano.

3. Comparación del Cursograma Analítico Operario Actual con el Cursograma Analítico de Operario a Seguir Según la Solución Propuesta.

Los cursogramas analíticos de operario tanto el actual como el propuesto se pueden observar en el apéndice B: *Disposición, Diagramas de Recorrido y Flujogramas.*

3.1. Instrumentista.

En el cursograma respectivo se observa un ahorro de tiempo de siete minutos (7min.) y un ahorro en distancia de diez metros (10 m.) en las actividades a realizar, lo cual son una contribución a la productividad que se lograría obtener.

3.2. Circulante del Instrumentista.

En el respectivo cursograma se observa un ahorro de veinticinco minutos (25 min.) en las actividades a realizar y veintitrés metros (23m) en la distancia recorridas, esto disminuiría la carga física y mental del circulante, por la inexistencia de cables y mangueras en el espacio de trabajo.

3.3. Anestesiólogo.

Al comparar los cursogramas del anestesiólogo se aprecia un ahorro de trece minutos (13 min.) en las actividades a realizar y veintiún metros (21 m.) en distancia a recorrer, ya que no hay obstáculos que esquivar, cables ni mangueras que saltar en el desempeño de sus actividades. También se reduciría la realización de la toma de dato, ya que ésta hoja estaría hecha.

3.4. Circulante de Anestesiólogo.

Comparando los cursogramas del circulante de anestesiología se observa un ahorro de treinta minutos (30 min.) en las actividades a realizar y quince metros (15 m.) en distancia ya recorridas. Esto se debe a que en la circulación de este personal no se encuentra ningún equipo ni material quirúrgico.

3.5. Cirujano Principal.

Al observar los cursogramas actual y propuesto del cirujano, se aprecia que en las actividades a realizar, se ahorra cinco minutos (5 min.) y cuatro metros (4 m) en las distancias ya recorridas, porque en la circulación del cirujano no se encuentra los cables del electrocoagulador ni la manguera de la succión.

3.6. Cirujano Residente.

Al Detallar los cursogramas del cirujano residente, se observa que el ahorro de tiempo en sus actividades es de cinco minutos (5 min.) y en su distancia recorrida se ahorra cuatro metros (4 m). Este análisis es igual al del cirujano principal, ya que los puestos de este personal se intercambian, asumiendo posiciones similares.

3.7. En General.

Se observa claramente que al aplicar el rediseño propuesto no se cambiarían las actividades del equipo quirúrgico porque dichas tareas son propias de las intervenciones, sólo se disminuiría el tiempo y la distancia a recorrer por parte del personal, aumentando la productividad del desempeño laboral. Igualmente se observa que las actividades en la fase operatoria no es afectada por la aplicación del diseño, sin embargo los anestesiólogos y cirujanos ahorrarían tiempo por el sistema de succión independiente, recordando que el tiempo tomado para la realización de los cursogramas fue de dos (2) horas aproximadamente y este tiempo varia de acuerdo a la operación que se esté realizando.

4. Comparación del Diagrama de Recorrido Actual y el Diagrama de Recorrido a Seguir Según la Solución.

Los diagramas de recorrido tanto el actual como el propuesto se pueden observar en el apéndice B: *Disposición, Diagramas de Recorrido y Flujogramas.*

4.1. Equipo de Anestesiología.

Con el diseño planteado el espacio libre sería mayor, pudiendo este equipo transitar libremente sin tener que desviar la atención hacia los cables y mangueras que normalmente están en su recorrido. Igualmente tendrán más acceso por detrás de la máquina de anestesia ya que ésta tendrá sus mangueras protegidas.

4.2. Equipo de Cirujanos.

Al plantear el diseño propuesto se observa que hay mayor circulación a los lados del cirujano y residentes, ya que los equipos estarán conectados a la regleta y el electrocoagulador tendrá una mesa ajustable para mayor comodidad del personal.

4.3. Equipo de Instrumentista y Circulante.

Los circulantes no tienen a su paso cables que evitar, las lecturas y el cambio de los envases del succionador se harían más fácil tanto por estar a alturas de fácil acceso como por tener línea de succión independiente.

4.4. En general.

Las soluciones planteadas podrían mejorar la circulación del equipo quirúrgico al momento de abordar una emergencia, ya que ésta queda libre de obstáculos y evitaría accidentes tanto al personal quirúrgico como al paciente. Todos los equipos tienen libre disposición, ya que del personal depende la colocación del mismo y queda de parte de ellos tomar en cuenta la propuesta de diseño al problema planteado.

La Circulación de los equipos quirúrgicos cambia de acuerdo a la operación que se esté realizando, ya que las técnicas y los equipos utilizados son diferentes, cambiando el tiempo de la operación.

CONCLUSIONES

Con el estudio ergonómico se abre paso a la investigación detallada de los factores a mejorar y cómo mejorarlos para obtener un ambiente de trabajo confortable, seguro y ergonómico.

Se disminuyó la complejidad del problema al dividirlo en varios subproblemas.

Se estudiaron numerosas alternativas posibles para cada subproblema y se observó que aplicando tecnología de auge actual se logra un ambiente de trabajo agradable, pero esto implica un diseño totalmente nuevo, no sólo del quirófano, sino de la planta completa de quirófano para justificar la inversión, además el costo sería muy elevado.

Los diseños efectuados se hicieron basándose en el aprovechamiento de los equipos existentes en la sala quirúrgica, los cuales son relativamente nuevos y cumplen con todas las funciones para el quirófano.

Para la sala quirúrgica se logró diseñar una distribución de equipos que mejoraría las condiciones y el ambiente de trabajo del personal quirúrgico, reduciría el tiempo en las actividades pre y post operatorias, lo cual la productividad dentro del quirófano aumentaría.

Ninguno de los diseños planteados viola la norma aséptica dentro del quirófano.

Todos los diseños son factibles a aplicar, y la obtención de un ambiente apropiado de trabajo que disminuya los riesgos y patologías que aquejan al personal quirúrgico tal que la vida útil de estos no se vea afectada, justifica la inversión.

Estos diseños se pueden aplicar a otras salas quirúrgicas, con tan solo algunos cambios para que se puedan adaptar a las condiciones requeridas de la sala.

El aspecto visual del quirófano mejoraría.

Con la aplicación de esta propuesta se pretende disminuir el estrés, eliminar olores desagradables en el quirófano, eliminar la descarga de los gases anestésicos

dentro del quirófano para así reducir las patologías presentadas en el personal quirúrgico, aumentando la vida útil de los mismos.

El equipo quirúrgico del Hospital Militar de Caracas “Dr. Carlos Arvelo” está de acuerdo con la implementación de la propuesta realizada.

RECOMENDACIONES

Es conveniente que el sistema de Aire Acondicionado sea rediseñado, ya que éste no cumple con las Normas vigentes de los quirófanos. Con un buen sistema que realice un óptimo cambio de aire por hora y tenga un arrastre de gases pesados (alta densidad) y livianos tal que extraiga todo el aire contaminado dentro del quirófano se evitaría los problemas de las descarga de los gases anestésico y la implementación de equipos y sistemas adicionales como los que se diseñaron en el trabajo.

La pronta solución del aterramiento dentro del quirófano es imprescindible para garantizar el correcto funcionamiento del equipo y poder eliminar los riesgos de descarga eléctrica por corrientes parásitas.

Cambiar el material de la vestimenta por uno que no almacene ni genere carga estática o implementar algún sistema de descarga de la electrostática.

Estudiar la posibilidad de colocar el electrocoagulador en un brazo giratorio colocado en el techo, con un sistema similar al de la lámpara cialítica.

Unir los apoyabrazos de la mesa quirúrgica a ésta, tal que puedan girar y ocultarse debajo de la mesa cuando no se utilicen.

Se recomienda la revisión de las normas referente a quirófanos o la elaboración de una nueva norma que abarque la disposición general del equipamiento y de sus componentes tales como cables y mangueras tanto de alimentación como de salida según el tipo de quirófano.

Que la altura de la mesa Semicircular sea ajustable.

El diseño de la mesa para el electrocoagulador tiene que ser mejorado, ya que éste no satisface completamente los requerimientos ergonómicos para el quirófano. Hay que volver a estudiar el problema.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Apraiz, José. **Aceros Especiales y otras Aleaciones.** (1986). 6ª Edición. Editorial Dossat. Madrid - España.
- [2] Bachmann, Albert. **Dibujo Técnico.** (1973). 2ª Edición. Editorial Labor. Barcelona- España.
- [3] Christopher, Jones. **Métodos de Diseño.** (1982). 3ª Edición Ampliada. Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona - España.
- [4] Di Martino, V. y Corlett, N. **Work Organization and Ergonomics.** (1998). Génova, Suiza: International Labour Office.
- [5] Estrada, Jairo. **Ergonomía.** (2000). 2ª Edición. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín - Colombia.
- [6] Fundación MAPFRE. **Manual de Ergonomía MAPFRE.** (1997). 2ª Edición. Editorial MAPFRE. España.
- [7] Gaceta Oficial de la Republica de Venezuela año CXXVI-mes I. N° 36.574. **Normas que Establecen los Requisitos Arquitectónicos Funcionales del Servicio de Quirófano de los Establecimientos de Salud Medico-Asistenciales Públicos y Privados.** (1998).
- [8] Groover, Mikell. **Fundamentos de Manufactura Moderna.** (1997). 1ª Edición. Editorial Prentice Hall. México.
- [9] Krick, Edward V. **Fundamentos de Ingeniería.** (1991). Editorial Limusa. México.
- [10] Norma COVENIN 2249.93 **Iluminación en Tareas y Áreas de Trabajo.** (1993).
- [11] Norma COVENIN 2273.91 **Principios Ergonómicos de la Concepción de los Sistemas de Trabajo.** (1991).

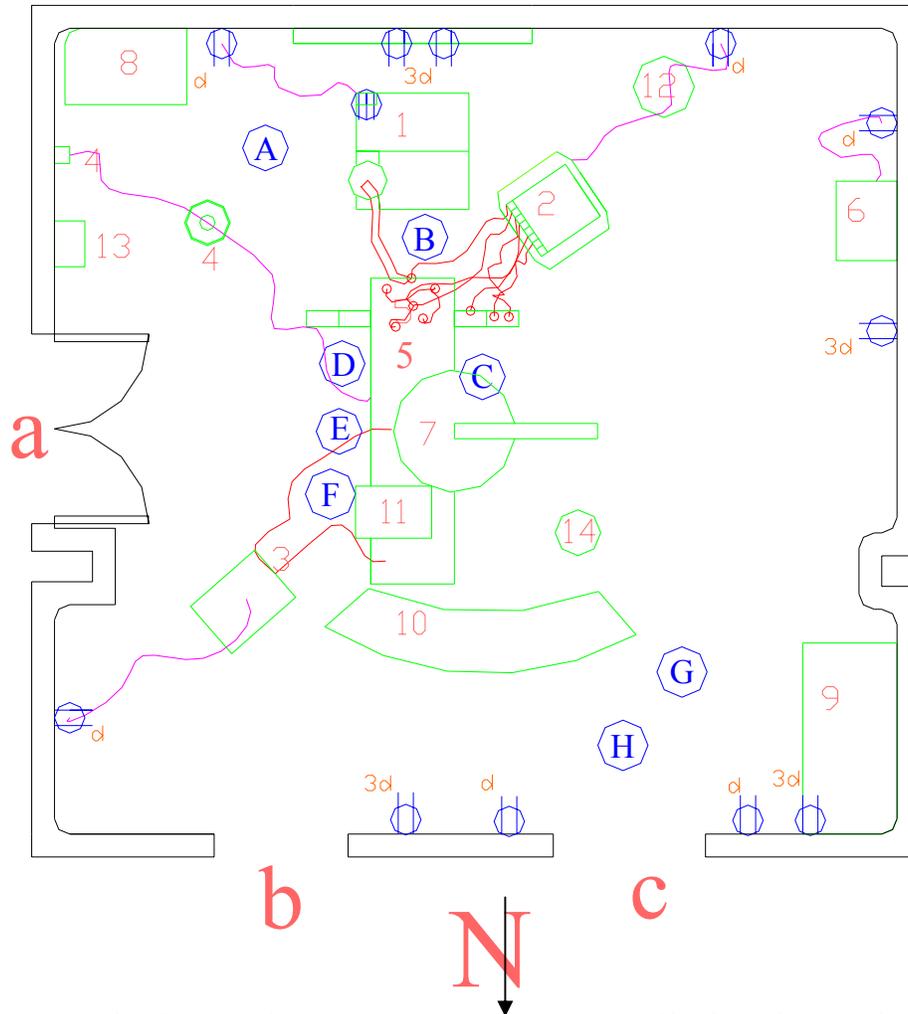
- [12] Norma COVENIN 2339.87 **Clínicas, Policlínicas, Institutos u Hospitales. Privados. Clasificación.** (1987).
- [13] Oficina Internacional del Trabajo. **Introducción al Estudio del Trabajo.** (1973). Edición Revisada. Ginebra - Suiza.
- [14] Shigley, Joseph. **Diseño en Ingeniería Mecánica.** (1998). 5ª Edición. Editorial Mc. GRAW-HILL. México.

Documentos Web.

- 1) *El Estrés del Entorno Hospitalario Y Familiar en Cirugía.* (s.f): [Documento en línea]. Disponible: <http://www.lafacu.com/apuntes/medicina/psic%Fmed.htm>. [Consulta, 2002, mayo23].
- 2) *Enfermedades Ocupacionales.* (s.f) [Documento en línea] Disponible: <http://www.enfermedades ocupacionales. htm>. [Consulta, 2002, Julio 24].
- 3) *Normas Oficiales Mexicanas NOM-170-ssal-1998.* (s.f) [Documento en línea] Disponible: <http://www.anestesia.com.mx/articulo/nom170/page4.htm>. [Consulta, 2002, junio 01].
- 4) *Seguridad e Higiene del Trabajo en los Servicios Medios y de salud.* (s.f) [Documento en línea] Disponible: <http://www.cepis.org.pe/eswww/fulltext/repind61/ectsms.htm>. [Consulta, 2002, Agosto 26].

APÉNDICES

APÉNDICE A.
DISPOSICIÓN GENERAL DE LOS EQUIPOS.



1. Máquina de Anestesia.
2. Monitor.
3. Electrocoagulador.
4. Envase de la succión de pared.
5. Mesa quirúrgica.
6. Electroestimulador.
7. Lámpara Cialítica.
8. Estantes.
9. Mesa de Instrumentos.
10. Mesa Semicircular.
11. Mesa de mayo.
12. Bombona de Oxígeno.
13. Swiche.
14. Ofaina y porta Ofaina.

- A. Circulante de anestesia.
- B. Anestesiólogo.
- C. Cirujano.
- D. Residente 1.
- E. Residente 2.
- F. Instrumentista.
- G. Circulante.
- H. Enfermera Circulante.

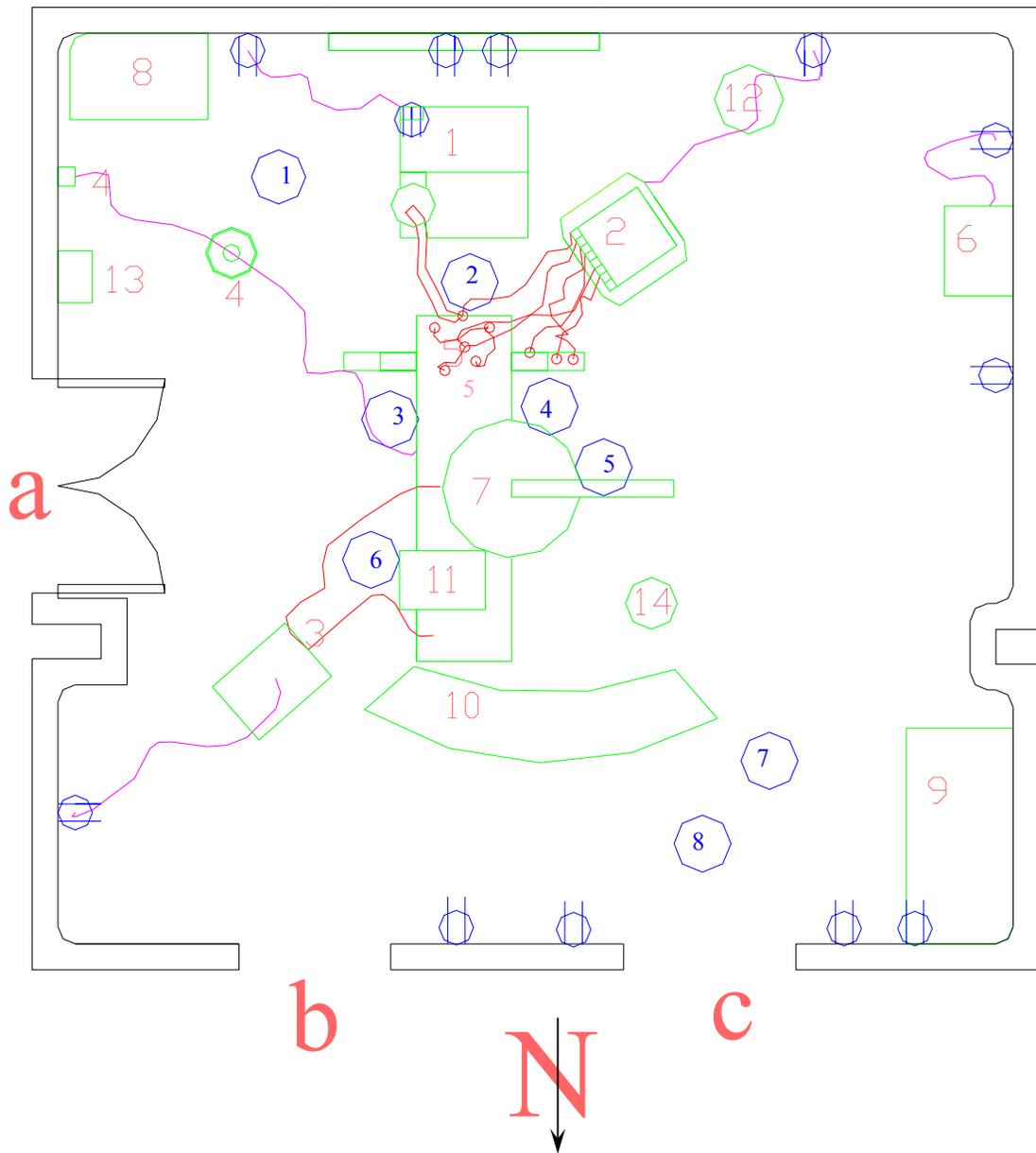
Fig. A.1. Disposición general de los equipos.

APÉNDICE B

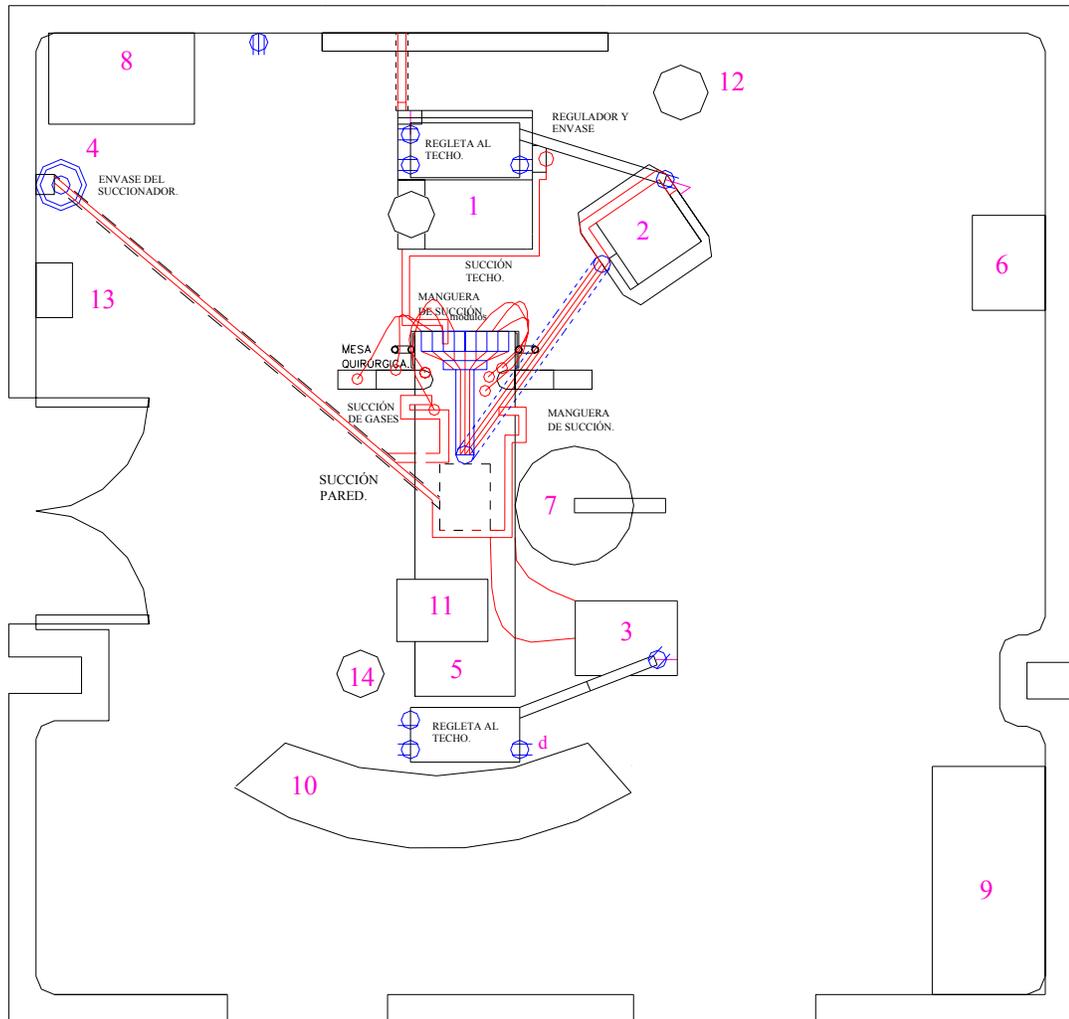
DISPOSICIÓN, DIAGRAMAS Y CURSOGRAMAS.

B.1 DISPOSICIÓN.

Disposición actual:



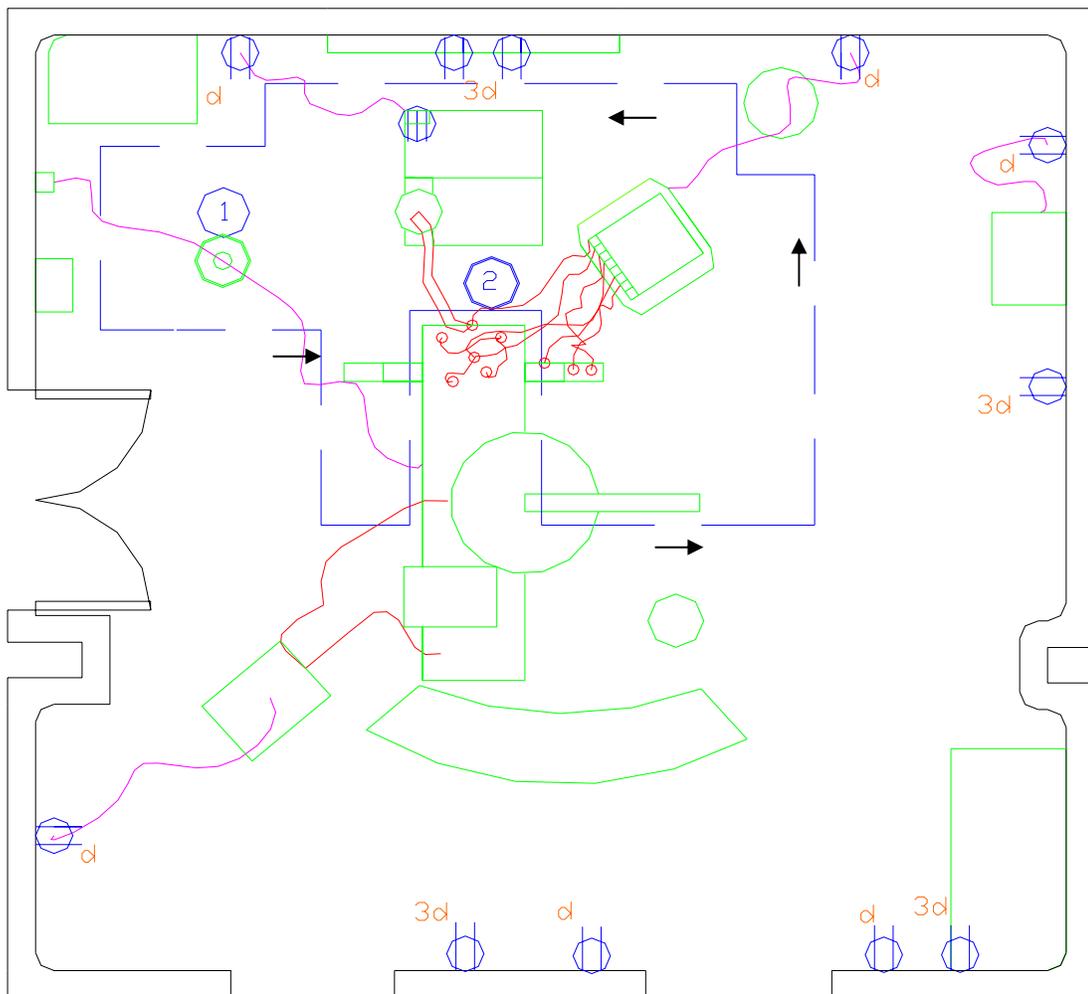
Disposición propuesta:



B.2 DIAGRAMAS DE RECORRIDO

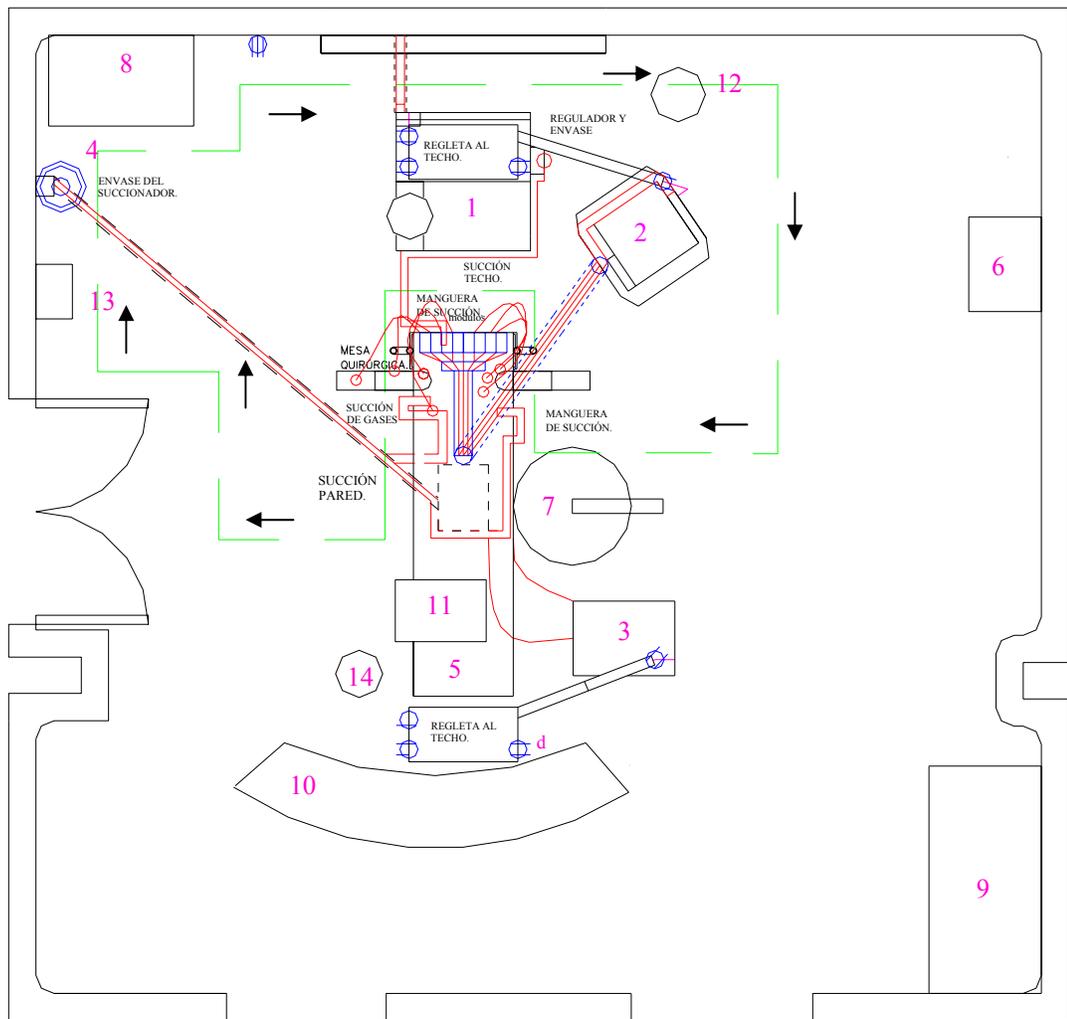
Equipo de Anestesiología.

Diagrama Actual:



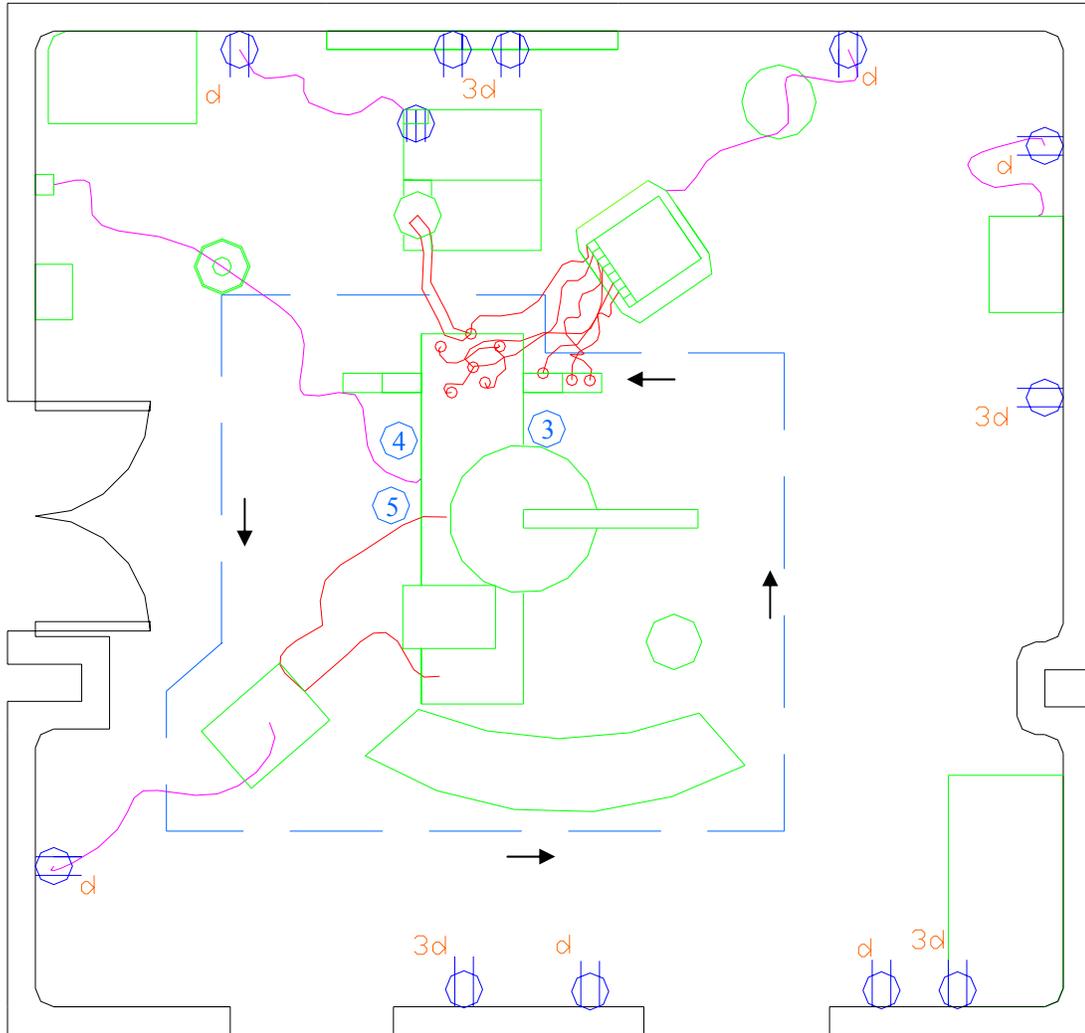
1. Circulante de Anestesiología.
2. Anestesiólogo.

Diagrama Propuesto:



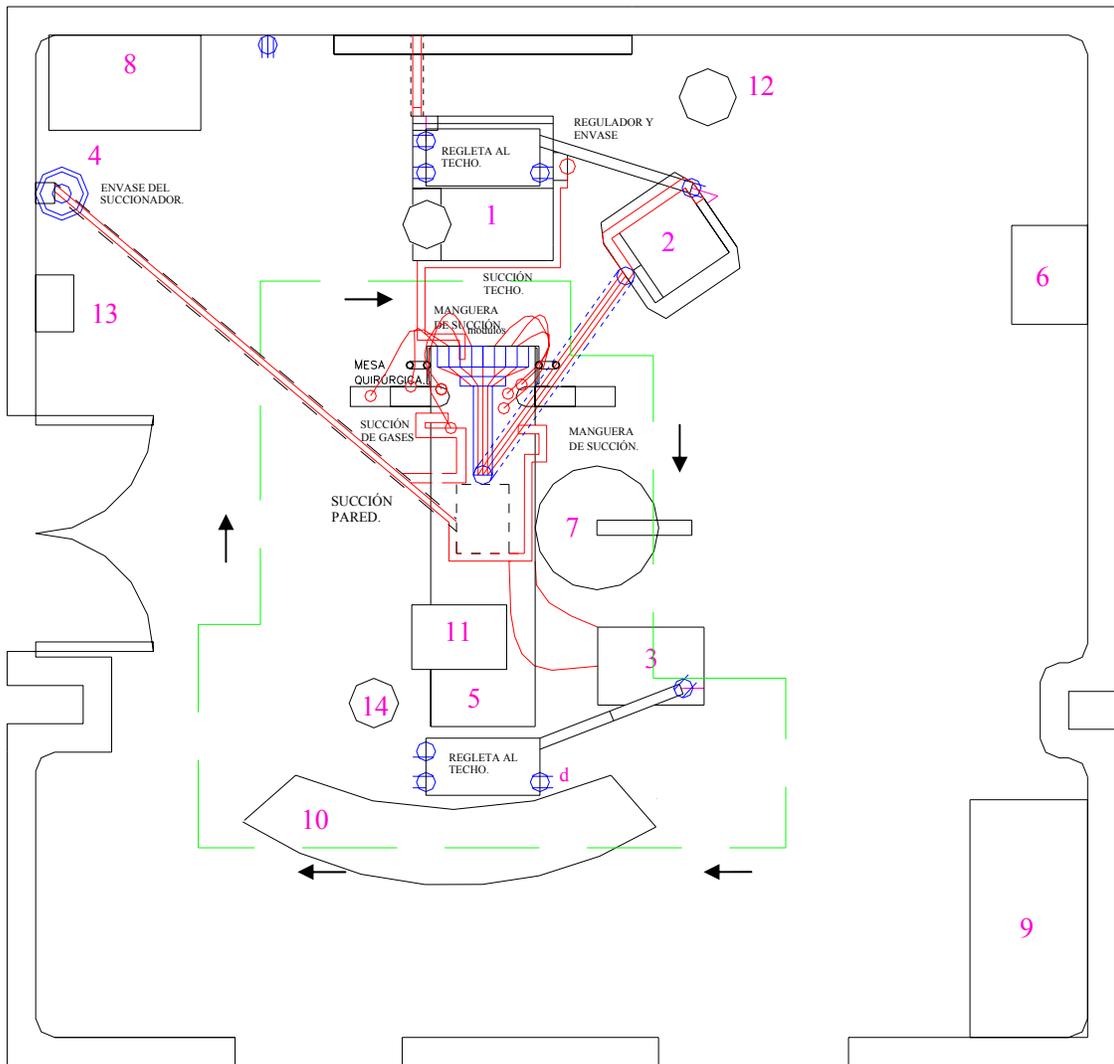
Equipo de Cirujanos y Residentes.

Diagrama Actual:



- 3. Cirujano.
- 4. Residente I.
- 5. Residente II.

Diagrama Propuesto:



Equipo de Instrumentista y Circulante.

Diagrama Actual.

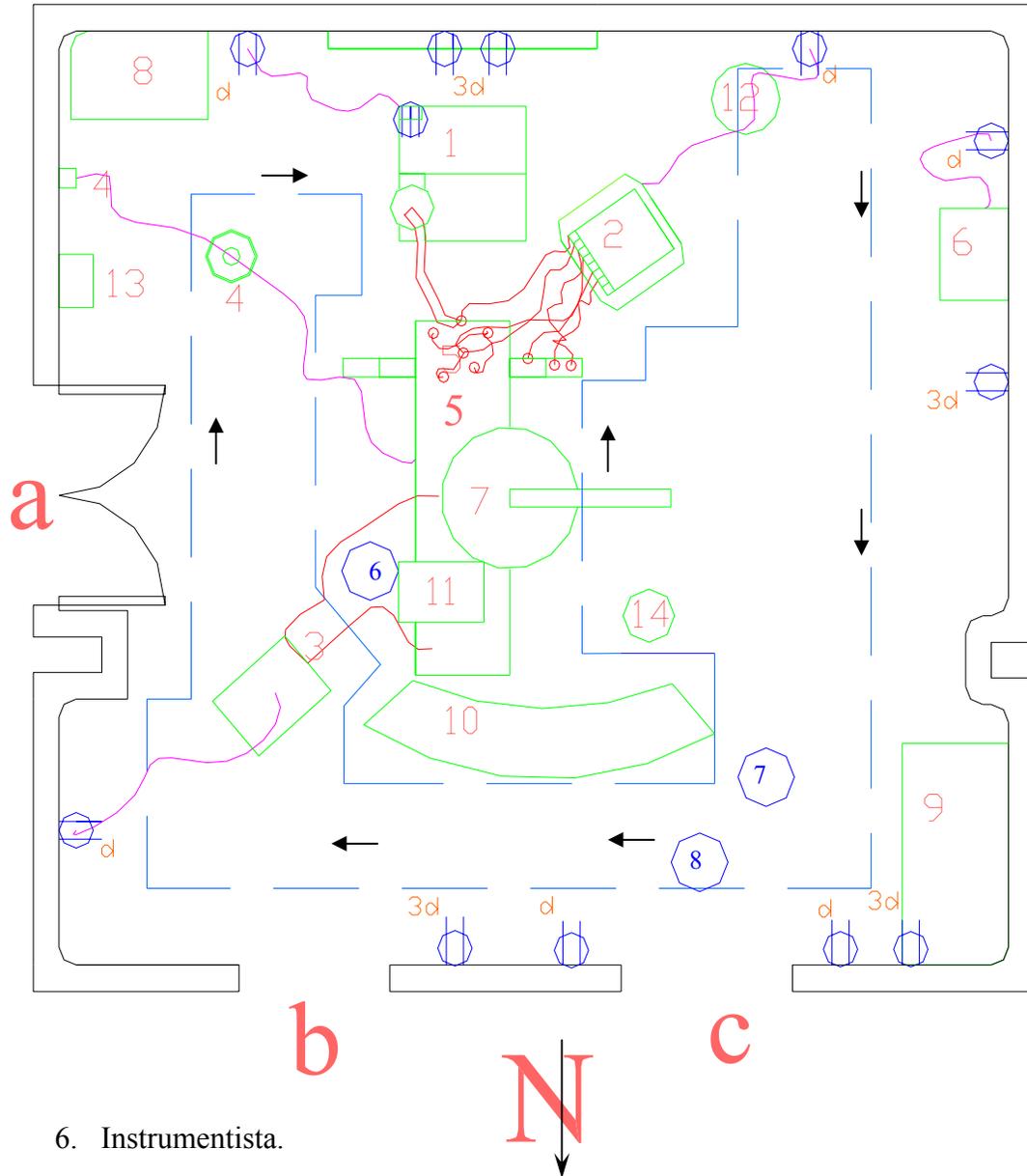
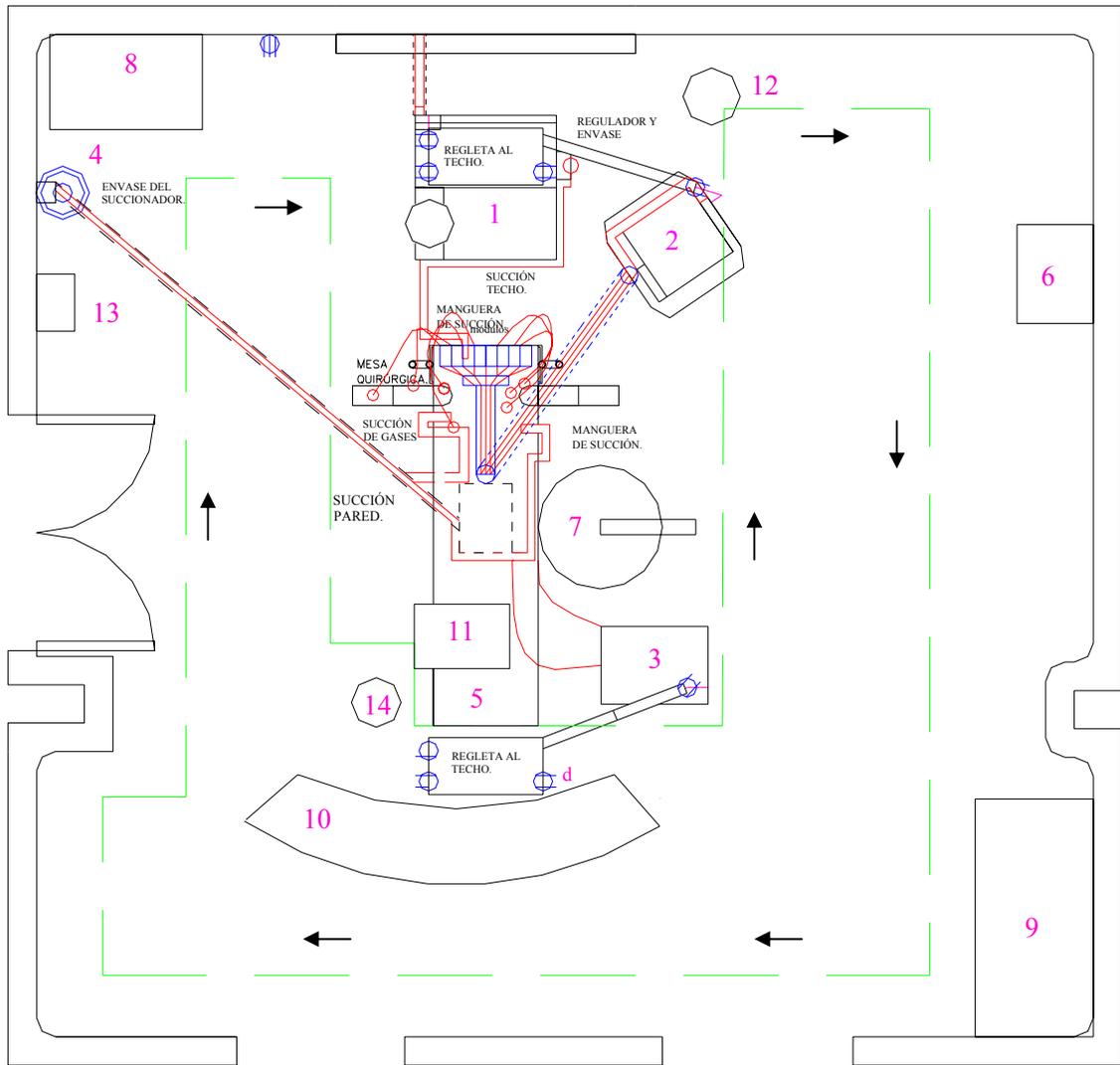


Diagrama Propuesto:



B.3 CURSOGRAMAS ANALÍTICO DE OPERARIO

Los cursogramas analíticos están basados en las operaciones presenciadas, tomando de todas ellas el comportamiento general en las actividades del personal y el tiempo promedio de su duración. Los flujogramas propuestos se basan en una estimación de cómo varían los parámetros si se implementase los diseños anteriormente especificados.

La identificación de las etapas de la operación se resalta como se muestra a continuación:



Fase Pre-operatoria.



Fase Operatoria.



Fase Post-operatoria.

CURSOGRAMA ANALÍTICO OPERARIO									
Actividad: <i>Intervención Quirúrgica tipo Abdominal</i>	Resumen								
	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
	Operación ○	11	11	0					
Método: <i>Actual</i>	Transporte ⇨	0	0	0					
	Espera □	2	2	0					
Lugar: <i>Hospital Militar de Caracas "Dr. Carlos Arvelo"</i>	Inspección □	3	3	0					
	Almacenamiento ▽	1	1	0					
	Distancia (m)	24	14	10					
Operario: <i>Instrumentista</i>	Tiempo (hora / hombre)	2,15	2,03	0,12					
Instrumentista		Fecha:			Ene-03				
Descripción del Proceso	Cant	Dist (m)	t (min)	○	⇨	□	▽		
Leer historia del paciente	1	—	2	●					
Colocar instrumentos en mesas	30	—	10	●					
Limpieza de manos y vestidura	4	6	10	●					
Esperar instrumentos de faena limpia	3	—	4			●			
Ordenar mesa de Mayo	1	—	5	●					
Ordenar mesa Semicircular	1	—	8	●					
Revisar que no falte instrumentos	1	—	2					●	
Vestir cirujanos	3	—	3	●					
Asiste a los cirujanos	30	—	25	●					
Espera ordenes de los cirujanos	30	—	10			●			
Asiste a los cirujanos	30	—	15	●					
Contar material descartable (gasas y compresas)	30	—	10					●	
Ordenar y contar instrumentos	30	6	5					●	
Enviar a esterilizar instrumentos	30	—	2	●					
Desechar instrumentos y material descartable	30	4	3	●					
Quitar y desechar batas y guantes	3	—	5	●					
Ordenar estantes de instrumentos	20	8	10						●
PROPUESTA									
Leer historia del paciente	1	—	2	●					
Colocar instrumentos en mesas	30	—	9	●					
Limpieza de manos y vestidura	4	4	6	●					
Esperar instrumentos de faena limpia	3	—	4			●			
Ordenar mesa de Mayo	1	—	5	●					
Ordenar mesa Semicircular	1	—	8	●					
Revisar que no falte instrumentos	1	—	2					●	
Vestir cirujanos	3	—	3	●					
Asiste a los cirujanos	30	—	25	●					
Espera ordenes de los cirujanos	30	—	8			●			
Asiste a los cirujanos	30	—	15	●					
Contar material descartable (gasas y compresas)	30	—	10					●	
Ordenar y contar instrumentos	30	4	5					●	
Enviar a esterilizar instrumentos	30	—	2	●					
Desechar instrumentos y material descartable	30	2	3	●					
Quitar y desechar batas y guantes	3	—	5	●					
Ordenar estantes de instrumentos	20	4	10						●

Tabla B.1. Cursograma Analítico Operario del Instrumentista.

CURSOGRAMA ANALÍTICO OPERARIO									
Actividad: <i>Intervención Quirúrgica tipo Abdominal</i>	Resumen								
	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
	Operación ○	12	12	0					
Método: <i>Actual</i>	Transporte ⇨	4	4	0					
	Espera □	2	2	0					
Lugar: <i>Hospital Militar de Caracas "Dr. Carlos Arvelo"</i>	Inspección □	1	1	0					
	Almacenamiento ▽	1	1	0					
	Distancia (m)	232	209	23					
Operario: <i>Circulante de Instrumentista</i>	Tiempo (hora / hombre)	2,70	2,28	0,42					
		Fecha:			Ene-03				
Descripción del Proceso	Cant	Dist (m)	t (min)	○	⇨	□	▽		
Leer historia del paciente	1	—	2	●					
Buscar instrumentos en faena limpia	3	35	8	●					
Colocar instrumentos en mesas	3	6	10	●					
Asiste en la vestidura del instrumentista	3	2	10	●					
Busca material descartable esterilizados	2	35	5	●	●				
Espera que el instrumentista revise material	1	—	5			●			
Asiste al instrumentista en vestir cirujano	8	—	3	●					
Conexión de equipos	4	7	6	●					
Revisa los equipos	4	7	4				●		
Graduación de los equipos	3	7	6	●					
Espera orden del instrumentista	7	—	30			●			
Limpia sudor de cirujanos e instrumentista	4	8	6	●					
Coloca materiales en mesa Semicircular	10	4	10	●					
Busca otros materiales en faena limpia	2	35	10	●	●				
Recoge y separa material descartable usado	10	4	5	●					
Cuenta el material con el instrumentista	30	—	10	●					
Lleva instrumentos a faena sucia	30	30	5	●	●				
Lleva material descartable a la basura	1	30	5	●	●				
Retira equipos de la mesa quirúrgica	4	6	4	●					
Ordena estante de instrumentos	20	6	10					●	
Realiza limpieza del quirófano	1	10	10	●					

Tabla B.2 Cursograma Analítico Operario del Circulante del Instrumentista (Continúa en la próxima página).

Continuación de Tabla B.2. Cursograma Analítico del Circulante del Instrumentista.

PROPUESTA								
Leer historia del paciente	1	—	2	●				
Buscar instrumentos en faena limpia	3	35	8	●				
Colocar instrumentos en mesas	3	2	10	●				
Asiste en la vestidura del instrumentista	3	2	6	●				
Busca material descartable esterilizados	2	35	5	●	●			
Espera que el instrumentista revise material	1	—	4			●		
Asiste al instrumentista en vestir cirujano	8	—	3	●				
Conexión de equipos	4	5	3	●				
Revisa los equipos	4	5	3				●	
Graduación de los equipos	3	5	4	●				
Espera orden del instrumentista	7	—	30			●		
Limpia sudor de cirujanos e instrumentista	4	4	2	●				
Coloca materiales en mesa Semicircular	10	2	8	●				
Busca otros materiales en faena limpia	2	35	10	●	●			
Recoge y separa material descartable usado	10	2	4	●				
Cuenta el material con el instrumentista	30	—	10	●				
Lleva instrumentos a faena sucia	30	30	5	●	●			
Lleva material descartable a la basura	1	30	5			●		
Retira equipos de la mesa quirúrgica	4	6	3	●				
Ordena estante de instrumentos	20	4	8				●	
Realiza limpieza del quirófano	1	7	6	●				

CURSOGRAMA ANALÍTICO OPERARIO								
Actividad: <i>Intervención Quirúrgica tipo Abdominal</i>	Resumen							
	Actividad	Actual	Propuesta	Economía				
	Operación ○	30	29	1				
Método: <i>Actual</i>	Transporte ⇨	0	0	0				
	Espera □	2	2	0				
Lugar: <i>Hospital Militar de Caracas "Dr. Carlos Arvelo"</i>	Inspección □	5	5	0				
	Almacenamiento ▽	2	2	0				
	Distancia (m)	108	87	21				
Operario: <i>Anestesiólogo</i>	Tiempo (hora / hombre)	2,7	2,48	0,22				
Fecha:		Ene-03						
Descripción del Proceso	Cant	Dist (m)	t (min)	○	⇨	□	▽	
Leer historia del paciente	1	—	2	●				
Busqueda del monitor	1	40	5	●				
Instalación del monitor	1	5	5	●				
Revisión de la máquina de anestesia	1	2	5			●		
Revisión de la succión	2	3	2			●		
Lavarse las manos y colocar guantes	4	6	5	●				
Espera del paciente	1	—	1			●		
Recibir paciente y cambiarlo a la mesa quir.	1	4	2	●				
Abordaje intravenoso al paciente	2	5	7	●				
Conexión de cables al paciente	6	6	5	●				
Conexión de equipos	4	4	4	●				
Graduación de la pantalla del monitor	5	—	2	●				
Ordenar cables y parales	7	2	3	●				
Voltear al paciente	1	2	1	●				
Enfocar la lámpara cialfíca	1	—	1	●				
Preparar soluciones	1	—	2	●				
Aplicar Peridural	4	—	24	●				
Enderezar al paciente	1	2	1	●				
Colocar vaporizadores	2	—	1	●				
Regular condiciones de la máq. anestesia	4	—	8	●				
Colocar intermitentemente manguera al pcte.	10	—	5	●				
Succionar secreciones de la boca del pcte.	2	—	2	●				
Fijar la manguera a la boca del paciente	1	1	2	●				
Fijar campos esteriles a los parales	2	1	1	●				
Realizar hoja de toma de datos del paciente	1	—	5	●				
Toma datos del paciente durante la operación	40	—	30			●		
Pausa para registro de datos	5	—	6			●		
Revisa las soluciones	1	—	1			●		
Cambia las soluciones	2	2	1	●				
Ordena medicina y materiales	20	4	5			●		
Quita anestesia y suministra solo oxígeno	2	1	3	●				
Despertar al paciente	1	2	3	●				
Verificar las condiciones del paciente	5	—	1			●		
Registrar signos vitales	3	—	1	●				
Desconectar cables y mangueras del paciente	8	6	3	●				
Cambiar paciente a la camilla	1	2	1	●				
Enviar material reutilizable a faena sucia	15	—	1	●				
Desechar material descartable	5	—	1	●				
Apagar equipos	3	4	3	●				
Ordenar los equipos y los materiales	5	4	3				●	

PROPUESTA									
Leer historia del paciente	1	—	2	●					
Busqueda del monitor	1	40	5	●					
Instalación del monitor	1	4	5	●					
Revisión de la máquina de anestesia	1	2	5	●					
Revisión de la succión	2	1	2	●					
Lavarse las manos y colocar guantes	4	4	5	●					
Espera del paciente	1	—	1	●					
Recibir paciente y cambiarlo a la mesa quir.	1	3	2	●					
Abordaje intravenoso al paciente	2	3	7	●					
Conexión de cables al paciente	5	2	2	●					
Conexión de equipos	4	2	3	●					
Graduación de la pantalla del monitor	5	—	2	●					
Ordenar cables y parales	2	1	1	●					
Voltear al paciente	1	2	1	●					
Enfocar la lámpara cialfítica	1	—	1	●					
Preparar soluciones	1	—	2	●					
Aplicar Peridural	4	—	24	●					
Enderezar al paciente	1	2	1	●					
Colocar vaporizadores	2	—	1	●					
Regular condiciones de la máq. anestesia	4	—	8	●					
Colocar intermitentemente manguera al pcte.	10	—	5	●					
Succionar secreciones de la boca del pcte.	2	—	2	●					
Fijar la manguera a la boca del paciente	1	1	2	●					
Fijar campos esteriles a los parales	2	1	1	●					
Realizar hoja de toma de datos del paciente	0	0	0	●					
Toma datos del paciente durante la operación	40	—	30	●					
Pausa para registro de datos	5	—	6	●					
Revisa las soluciones	1	—	1	●					
Cambia las soluciones	2	1	1	●					
Ordena medicina y materiales	20	2	4	●					
Quita anestesia y suministra solo oxígeno	2	1	3	●					
Despertar al paciente	1	2	3	●					
Verificar las condiciones del paciente	5	—	1	●					
Registrar signos vitales	3	—	1	●					
Desconectar cables y mangueras del paciente	8	4	3	●					
Cambiar paciente a la camilla	2	2	1	●					
Enviar material reutilizable a faena sucia	15	—	1	●					
Desechar material descartable	5	—	1	●					
Apagar equipos	3	4	3	●					
Ordenar los equipos y los materiales	5	3	2	●					

Tabla B.3. Cursograma Analítico del Anestesiólogo.

CURSOGRAMA ANALÍTICO OPERARIO							
Actividad: <i>Intervención Quirúrgica tipo Abdominal</i>	Resumen						
	Actividad	Actual	Propuesta	Economía			
	Operación ○	13	0	0			
Método: <i>Actual</i>	Transporte ⇌	4	0	0			
	Espera □	3	0	0			
Lugar: <i>Hospital Militar de Caracas "Dr. Carlos Arvelo"</i>	Inspección □	2	0	0			
	Almacenamiento ▽	2	0	0			
	Distancia (m)	149	134	15			
Operario: <i>Circulante del Anestesiólogo.</i>	Tiempo (hora / hombre)	2,62	2,3	0,32			
	Fecha:	Ene-03					
Descripción del Proceso	Cant	Dist (m)	t (min)	○	⇌	□	▽
Leer la operación programada	1		2	●			
Buscar soluciones y equipos de anestesia	10	30	10		●		
Organizar el equipo de anestesia	5	5	5	●			
Asiste en la colocación de guantes al anest.	2		1	●			
Verificar que todos los equipos estén listo	3	5	2			●	
Asiste al anest. al abordaje intravenoso	3		5	●			
Esperar instrucciones del anestesiólogo	1		1			●	
Participar en la conexión del paciente	3	4	5	●			
Asiste al anestesiólogo en aplicación peridural	2		20	●			
Esperar instrucciones del anestesiólogo	1		5			●	
Buscar soluciones para el paciente	3	4	5		●		
Asiste al anest.en la aplicación de anestesia	10	5	18	●			
Coloca a mano materiales del anestesiólogo	3	7	4	●			
Esperar instrucciones del anestesiólogo	1		2			●	
Asiste en las actividades del anestesiólogo	15	10	40	●			
Ordena medicinas y materiales	20		5				●
Ayudar a despertar al paciente	2		4	●			
Asiste al anest. en regular condiciones pact.	5		4	●			
Participar en la desconexión del paciente	3	4	4	●			
Ayuda a cambiar al pcte. a la camilla	1		2	●			
Llevar material reutilizable a faena sucia	15	30	5		●		
Botar el material descartable usado	5	30	3		●		
Verificar que todo esté recogido y limpio	3		1				●
Ordenar materiales y equipos	5	15	4				●

PROPUESTA									
Leer la operación programada	1	—	2	●					
Buscar soluciones y equipos de anestesia	10	30	8	●	●				
Organizar el equipo de anestesia	5	4	4	●					
Asiste en la colocación de guantes al anest.	2	—	1	●					
Verificar que todos los equipos estén listo	3	4	2	●				●	
Asiste al anest. al abordaje intravenoso	3	—	4	●					
Esperar instrucciones del anesthesiólogo	1	—	1	●				●	
Participar en la conexión del paciente	3	3	4	●					
Asiste al anesthesiólogo en aplicación peridural	2	—	20	●					
Esperar instrucciones del anesthesiólogo	1	—	5	●				●	
Buscar soluciones para el paciente	3	3	3	●				●	
Asiste al anest.en la aplicación de anestesia	10	4	15	●					
Coloca a mano materiales del anesthesiólogo	3	3	3	●				●	
Esperar instrucciones del anesthesiólogo	1	—	2	●				●	
Asiste en las actividades del anesthesiólogo	15	6	35	●					
Ordena medicinas y materiales	20	—	5	●					●
Ayudar a despertar al paciente	2	—	4	●					
Asiste al anest. en regular condiciones pact.	5	—	4	●					
Participar en la desconexión del paciente	3	3	3	●					
Ayuda a cambiar al pcte. a la camilla	1	—	2	●					
Llevar material reutilizable a faena sucia	15	30	4	●				●	
Botar el material descartable usado	5	30	3	●				●	
Verificar que todo esté recogido y limpio	3	—	1	●					●
Ordenar materiales y equipos	5	14	3	●					●

Tabla B.4. Cursograma Analítico del Circulante del Anesthesiólogo.

CURSOGRAMA ANALÍTICO OPERARIO								
Actividad: <i>Intervención Quirúrgica tipo Abdominal</i>	Resumen							
	Actividad	Actual	Propuesta	Economía				
	Operación ○	10	0	0				
Método: <i>Actual</i>	Transporte ⇔	0	0	0				
	Espera □	2	0	0				
Lugar: <i>Hospital Militar de Caracas "Dr. Carlos Arvelo"</i>	Inspección □	3	0	0				
	Almacenamiento ▽	0	0	0				
	Distancia (m)	19	15	4				
Operario:	Tiempo (hora / hombre)	1,92	1,85	0,07				
<i>Cirujano Principal.</i>	Fecha:	Ene-03						
Descripción del Proceso	Cant	Dist (m)	t (min)	○	⇔	□	▽	
Leer historia del paciente	1	—	2	●				
Verificar personal del quirófano	5	1	2				●	
Verificar equipo quirúrgico	2	4	2				●	
Lavado de manos	4	5	5	●				
Es vestido por el instrumentista	1	1	3	●				
Esperar la señal del anesthesiólogo	1	—	5				●	
Espera que el residente prepare al paciente	1	2	13				●	
Dar instrucciones al residente	3	—	5	●				
Iniciar de la intervención quirúrgica	5	—	25	●				
Espera que el residente culmine su actividad	2	—	5		●			
Intervenir en la operación	15	—	18	●				
Intercambiar lugar con el residente	2	4	5	●				
Dar instrucciones al residente	2	—	5	●				
Verificar estado del paciente	2	—	6				●	
Finaliza la intervención quirúrgica	4	—	11	●				
Se desviste	1	2	3	●				
PROPUESTA								
Leer historia del paciente	1	—	2	●				
Verificar personal del quirófano	5	1	2				●	
Verificar equipo quirúrgico	2	3	2				●	
Lavado de manos	4	3	4	●				
Es vestido por el instrumentista	1	1	3	●				
Esperar la señal del anesthesiólogo	1	—	5				●	
Espera que el residente prepare al paciente	1	2	11				●	
Dar instrucciones al residente	3	—	5	●				
Iniciar de la intervención quirúrgica	5	—	25	●				
Espera que el residente culmine su actividad	2	—	5		●			
Intervenir en la operación	15	—	18	●				
Intercambiar lugar con el residente	2	3	4	●				
Dar instrucciones al residente	2	—	5	●				
Verificar estado del paciente	2	—	6				●	
Finaliza la intervención quirúrgica	4	—	11	●				
Se desviste	1	2	3	●				

Tabla B.5. Cursograma Analítico del Cirujano Principal.

CURSOGRAMA ANALITICO OPERARIO									
Actividad: <i>Intervención Quirúrgica tipo Abdominal</i>	Resumen								
	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
	Operación ○	9	0	0					
Método: <i>Actual</i>	Transporte ⇨	0	0	0					
	Espera □	5	0	0					
Lugar: <i>Hospital Militar de Caracas "Dr. Carlos Arvelo"</i>	Inspección □	4	0	0					
	Almacenamiento ▽	0	0	0					
	Distancia (m)	25	21	4					
Operario:	Tiempo (hora / hombre)	2,17	2,1	0,07					
<i>Cirujano Residente.</i>	Fecha:		Ene-03						
Descripción del Proceso	Cant	Dist (m)	t (min)	○	⇨	□	▽		
Leer historia del paciente	1	—	2	●					
Verificar personal del quirófano	5	1	2			●			
Verificar equipos quirúrgicos	5	3	5			●			
Lavado de manos	4	4	5	●					
Es vestido por el instrumentista	1	1	3	●					
Esperar la señal del anesthesiólogo	1	—	5				●		
Verificar que el paciente esté anestesiado	3	2	2			●			
Preparar al paciente para la operación	3	4	9	●					
Limpiar la zona de operación (Colocar campos)	2	4	9			●			
Avisar al cirujano cuando el paciente esté listo	1	—	1	●					
Esperar instrucciones del cirujano	2	—	25				●		
Intervenir en la operación	15	—	25	●					
Intercambiar de lugar con el cirujano	2	4	5	●					
Esperar instrucciones del cirujano	2	—	10				●		
Verificar estado del paciente	2	—	6				●		
Esperar señal del cirujano	2	—	2				●		
Finalizar la Intervención quirúrgica	4	—	11	●					
Se desviste	1	2	3	●					
PROPUESTA									
Leer historia del paciente	1	—	2	●					
Verificar personal del quirófano	5	1	2			●			
Verificar equipos quirúrgicos	5	2	4			●			
Lavado de manos	4	3	4	●					
Es vestido por el instrumentista	1	1	3	●					
Esperar la señal del anesthesiólogo	1	—	5				●		
Verificar que el paciente esté anestesiado	3	2	2			●			
Preparar al paciente para la operación	3	4	9	●					
Limpiar la zona de operación (Colocar campos)	2	3	8			●			
Avisar al cirujano cuando el paciente esté listo	1	—	1	●					
Esperar instrucciones del cirujano	2	—	25				●		
Intervenir en la operación	15	—	25	●					
Intercambiar de lugar con el cirujano	2	3	4	●					
Esperar instrucciones del cirujano	2	—	10				●		
Verificar estado del paciente	2	—	6				●		
Esperar señal del cirujano	2	—	2				●		
Finalizar la Intervención quirúrgica	4	—	11	●					
Se desviste	1	2	3	●					

APÉNDICE C. ILUMINACIÓN

Según la Norma COVENIN 2249.93: “Iluminación en Tareas y Áreas de Trabajo”, el procedimiento de medición es el siguiente:

Se hace una medición con la iluminación general únicamente. Las lecturas deben hacerse con el usuario de la iluminación en la posición normal de su actividad y el instrumento debe ubicarse de manera que la superficie de la medición se encuentre en el plano de trabajo, en el punto de visión más crítico en una posición horizontal, vertical o inclinada según sea el caso, luego el valor de la iluminancia en Lux es hallado según el arreglo de las luminarias, como se presenta a continuación:

C.1. Ecuaciones.

Caso I: Área rectangular con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas. (Lámparas Redondas).

$$E = \frac{R * (N - 1) * (M - 1) + Q * (N - 1) + T * (N - 1) + P}{N * M}$$

Donde:

E: Iluminancia en Lux.

N: número de luminarias por filas.

M: Número de Filas.

R, Q, T y P: dependen de la disposición de las luminarias según aparece en la figura C.1.

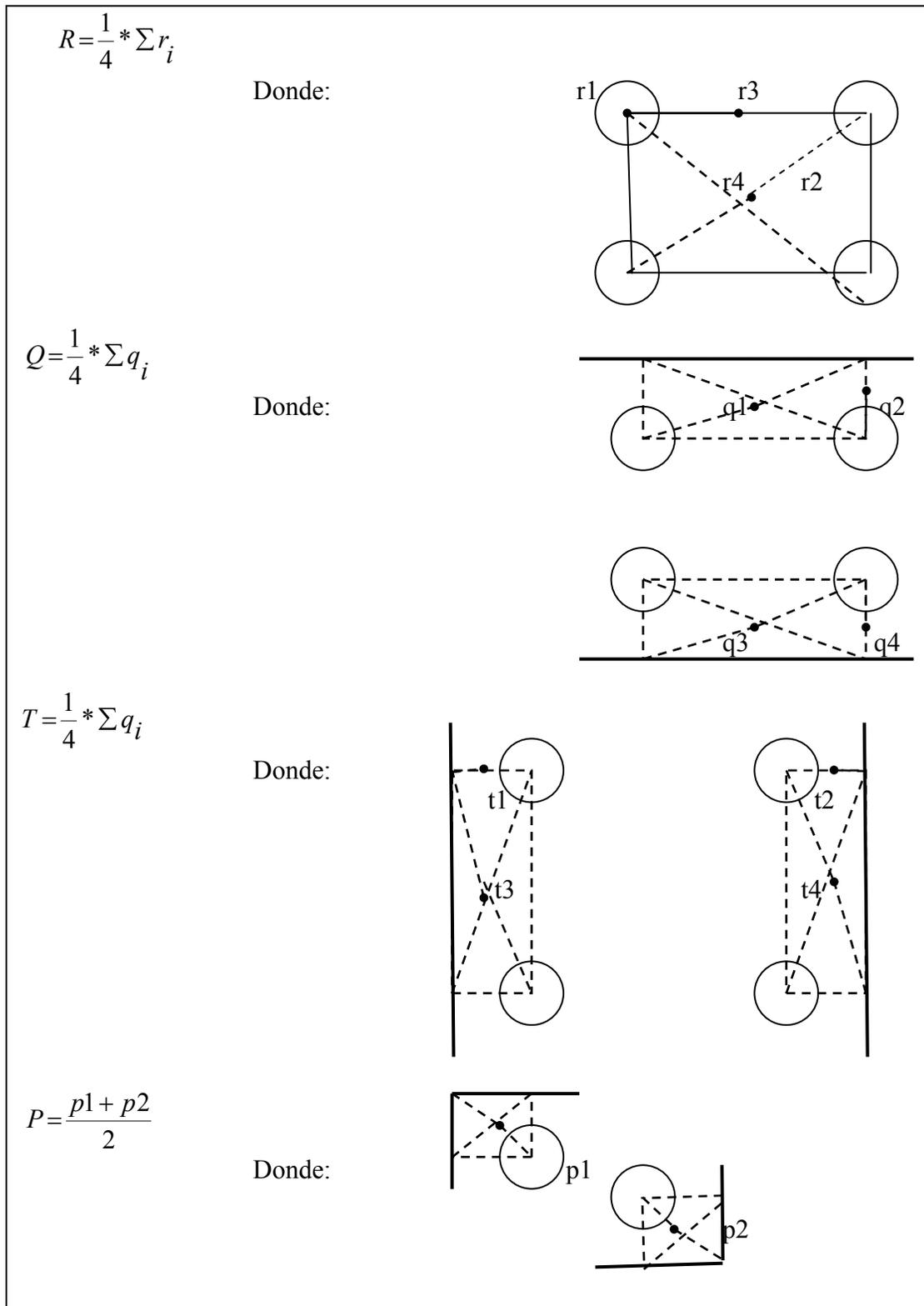


Fig. C.1. Disposición de luminarias para el caso I.

C.2. Datos y Resultados.

Lámparas Redondas.

	r'	r''	r'''	r
1	90	89	90	89,67
2	88	87	86	87,00
3	101	106	107	104,67
4	353	348	352	351,00
			Rtotal=	158,08

	q'	q''	q'''	q
1	75	78	77	76,67
2	76	75	74	75,00
3	58	59	57	58,00
4	116	118	117	117,00
			Qtotal =	81,67

	t'	t''	t'''	t
1	78	77	76	77,00
2	96	95	98	96,33
3	135	136	135	135,33
4	145	132	134	137,00
			Ttotal =	111,42

	P'	P''	P'''	P
1	114	113	116	114,33
2	113	114	114	113,67
			Ptotal =	114,00

N	2
M	2

E1 = 116,29 lux

Tablas C.1. Hoja de Cálculo de Lámparas Redondas.

Lámparas Largas

	q1	q2	q3	Q
1	115	112	113	113,33
2	129	121	122	124,00
3	127	130	130	129,00
4	100	102	101	101,00
5	102	103	101	102,00
6	95	96	95	95,33
Qtotal =				110,78

	P'	P''	P'''	P
1	37	38	38	37,67
2	90	89	92	90,33
Ptotal =				64,00

N	4
M	3

E2= 101,42 Lux

Tablas C.2. Hoja de Cálculo de Lámparas Largas.

C.3. Extracción de la Tabla 1B, Interiores destinados a Uso Comercial, Instituciones o Reuniones Públicas de la Norma COVENIN 2249.93: “Iluminación en Tareas y Áreas de Trabajo”.

	A	B	C	TIPO
Áreas de operaciones, partos, recuperación, laboratorios y servicios	500	750	1000	G
Iluminación en tareas quirúrgicas	5000	7500	10000	G+L
Bandeja de Instrumentos	500	750	1000	L
Sobre el equipo	100	150	200	L
Quirófano en general	1000	1500	2000	G
Lavado de manos	1000	1500	2000	L

Tabla C.3. Extracción de la Tabla 1B, Interiores destinados a Uso Comercial, Instituciones o Reuniones Públicas de la Norma COVENIN 2249.93: “Iluminación en Tareas y Áreas de Trabajo”.

Todos los valores están dados en Lux.

A: Valor inferior, menor que A representa un desempeño visual deficiente.

B: Valor medio: es la iluminación media en servicio recomendado de acuerdo a los requisitos visuales de la tarea.

C: Valor superior, mayor que C es derroche de energía.

L, Iluminación Local: Es diseñada para obtener un cierto valor de iluminancia en un área o espacio confinado relativamente pequeño, sin proveer ningún aporte significativo de iluminación para el área circundante.

G, Iluminación General: Es la iluminación diseñada para obtener una iluminación suficientemente uniforme para toda un área, aparte de cualquier iluminación que se provea por requisitos locales especiales.

ANEXOS

ANEXO 1. FICHAS TÉCNICAS

<i>I. MÁQUINA DE ANESTESIA</i>	
Marca / Modelo	DATEX / Ohmeda, Excel 210 SE
Función Básica	<i>Aplicación de la anestesia por vía respiratoria al paciente, con el uso de drogas, oxígeno (O₂), óxido nitroso (N₂O) y aire; La droga es suministrada a través de vaporizadores y los otros tres gases son parte de la alimentación de la máquina, que se encarga de realizar la mezcla idónea según la anestesia que se requiera.</i>
Conexiones de Entrada	<ul style="list-style-type: none"> • Corriente alterna 110 V. • Gases tales como: Oxígeno, óxido nitroso, aire.
Conexiones de Salida	<ul style="list-style-type: none"> • Dos (2) ductos concéntricos que van a la máscara que se coloca al paciente, se usa en operaciones que se requiera anestesia total del paciente y esta cumple la función de “respirar” por el paciente. • Un (1) ducto que va a la nariz del paciente, se usa en operaciones que se requiere anestesia parcial del paciente y este respira por sí mismo.
Ubicación en el Quirófano	<i>Para las operaciones tipo abdominal se coloca en la cabecera del paciente o de la mesa quirúrgica.</i>
Usuario	<i>Anestesiólogos</i>
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • Altura: 1,68 m. desde el piso a la parte más alta. • Fondo: 0,76 m. con las ruedas orientables y barra de freno. • Ancho: 0,736 m. con las ruedas orientables.
Otros	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene tres cajones corredizos de 0,355 m. de fondo x 0,38 m. de ancho, con cojinetes de bolas y revestimiento de goma. El cajón inferior tiene 0,203 m. de altura. Los otros dos cajones tienen 0,101 m. de altura. • Conectores de gases del tipo de bayoneta, de encaje trabado. El conector de la salida común de gases también admite conectores de fricción cónica de 0,022 m. de diámetro exterior ó 0,015 m. de diámetro interior.



Fig. 1. Máquina de anestesia.



Fig. 2. Máquina de anestesia (segunda vista).

II. MONITOR DE PACIENTE	
Marca / Modelo	HP / 54S
Función Básica	<i>Registra la información sobre los signos vitales del paciente, electrocardiograma, tensión arterial, oxígeno, dióxido de carbono (CO₂) en la sangre, temperatura corporal; algunos parámetros son registrados continuamente y otros registrados periódicamente según lo requiera el usuario.</i>
Conexiones de Entrada	<ul style="list-style-type: none"> • Corriente alterna 110 V.
Conexiones de Salida	<p><i>Siete (7) módulos con cables que van al paciente, un cable que va al teclado para el manejo de las funciones del monitor desde un lugar apartado y uno que va conectado a tierra.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Módulo 1: <i>identificado con el color azul. Es un sensor fotocolorímetro, que registra la cantidad de oxígeno en la sangre del paciente y va colocado en un dedo de la mano (generalmente el dedo índice de la mano derecha).</i> • Módulo 2: <i>identificado con el color rojo. Registra la tensión arterial o presión no invasiva del paciente por medio de un brazalete que se coloca en el brazo del paciente (generalmente el brazo derecho).</i> • Módulo 3: <i>identificado con el color blanco. Es un electroscopio que registra los signos vitales del paciente, que tiene de tres (3) a cinco (5) electrodos en la parte pectoral y llega a un centro que recolecta la información y es transmitida por un cable al monitor.</i> • Módulo 4: <i>identificado con el color gris. Este es un capnógrafo que registra la cantidad de dióxido de carbono (CO₂) contenida en la sangre del paciente, va colocada en la máscara de anestesia.</i> • Módulo 5: <i>identificado con el color marrón. Registra la temperatura del paciente, es un sensor que se coloca en el esófago del paciente.</i> • Módulo 6: <i>también identificado con el color rojo. Registra la presión invasiva del paciente, se coloca en una arteria del paciente, generalmente en la radial.</i> • Módulo 7: <i>otro identificado con el color rojo. No está disponible en el Hospital..</i>
Ubicación en el Quirófano	<i>Para las operaciones tipo abdominal se coloca al lado derecho de la máquina de anestesia, viendo a ésta de frente.</i>
Usuario	Anestesiólogos.
Dimensiones	Altura: 0,49 m. Fondo: 0,47 m. Ancho: 0,41 m.

Otros	<p>Se coloca sobre un gabinete rodante de cuatro gavetas, de una altura, desde el nivel del suelo, de 0,83 m., 0,51 m. de profundidad y 0,89 m. de ancho (incluyendo las ruedas). El conjunto mesa monitor tiene una altura total de (1,32 x 0,51 x 0,89) m.</p> <p>Los módulos se pueden colocar en cualquier espacio disponible, destinado a los módulos, en el monitor ya que las conexiones de todos los módulos son idénticas.</p>
--------------	---

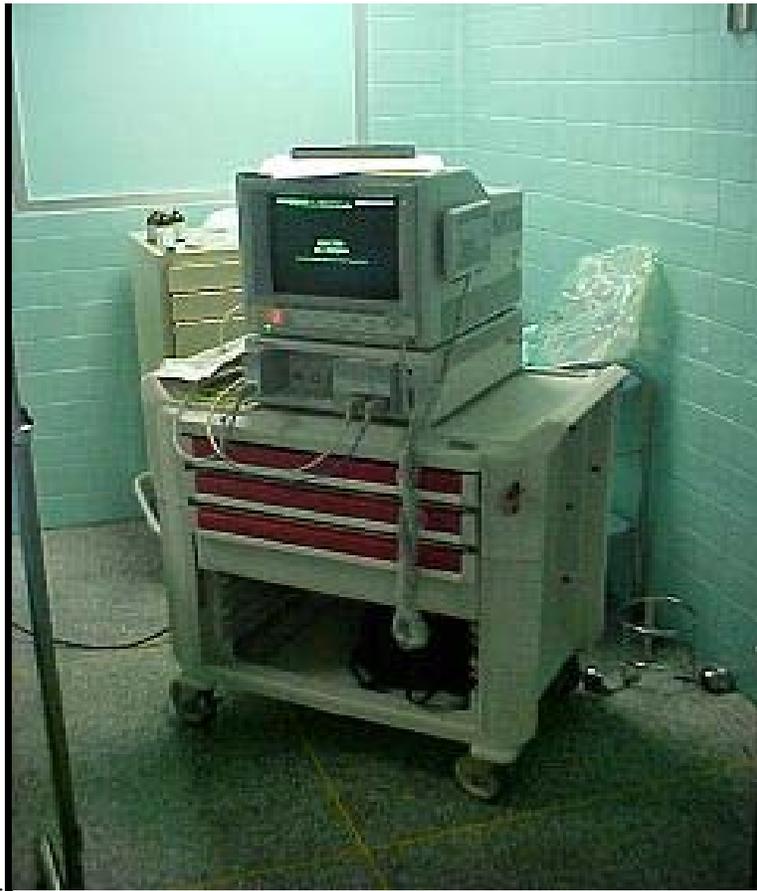


Fig. 3. Monitor

III. ELECTROCOAGULADOR O ELECTROBISTURÍ	
Marca / Modelo	ASPEN / excalibur
Función Básica	<i>Cortar la piel del paciente para llegar al problema y coagular los vasos sanguíneos que han sido cortados, para detener las hemorragias, según decida o requiera el cirujano</i>
Conexiones de Entrada	<i>Corriente alterna 110 V.</i>
Conexiones de Salida	<i>Posee tres cables de salida que sirve: Uno para aterrar al paciente, otro que llega a un lápiz de punta donde se selecciona la función de cortar o coagular (corriente alterna de alta frecuencia de 1 a 4 MHz, y una potencia de 20 a 120 W) y otro que va a una pedalera con dos (2) pedales donde se selecciona también la función de cortar o coagular, este se utiliza cuando se amerite.</i>
Ubicación en el Quirófano	<i>Para las operaciones tipo abdominal se coloca en el lado diestro del cirujano que va a proceder a cortar o coagular.</i>
Usuario: Cirujano.	
Dimensiones: Altura = 0,20 m. Fondo = 0,56 m. Ancho = 0,41 m.	
Otros <i>La pedalera es usada en operaciones donde haya dos cirujanos principales y estén operando simultáneamente dos partes del cuerpo del paciente. Se coloca sobre una mesa rodante de 0,87 m. de altura, 0,40 m. de profundidad y 0,52 m. de ancho, dicha mesa tiene un entrepaño a 0,30 m. Esto da como resultado que el volumen que ocupa dentro del quirófano sea de: $h = 1,07$ m.; $p = 0,56$ m.; $a = 0,52$ m.</i>	

Fig. 4. Electrobisturí

IV. SUCCIONADOR	
Marca / Modelo	<i>Tri-Tech, Medical Inc.</i>
Función Básica	<i>Evacuar las secreciones salivales de la boca del paciente así como extraer los fluidos corporales (sangre, agua y grasas y contenido intestinal) hallados en la zona de operación del paciente. Está compuesto por dos envases, uno conectado a la toma de succión de la pared y conectado al otro, ubicado en el suelo, por medio de una manguera en la parte superior de ambos envases.</i>
Conexiones de Entrada	<i>Presión manométrica negativa, producida por una bomba de vacío, con conexión en la pared y en el techo.</i>
Conexiones de Salida	<i>Manguera que va al campo estéril en la cual se coloca una punta estéril para su utilización.</i>
Ubicación en el quirófano	<i>La conexión está en la pared adyacente a la entrada del paciente y el envase recolector está en el suelo al lado derecho de la mesa quirúrgica la cual hace que la manguera se encuentre en el mismo lado.</i>
Usuarios	<i>Cirujanos y anestesiólogos.</i>
Dimensiones	<i>Altura de la conexión en la pared: 1,50 m Volumen envase 1 (pared): 1200 cc = 1,2 l. Volumen envase 2 (suelo): 2800 cc = 2,8 l Largo de la manguera 1 (la que conecta ambos envases): 3,0 m. Largo de la manguera 2 (la que va al paciente): 2,5 m.</i>
Otros	<i>Tiene un regulador de la capacidad de succión (vacío) en la conexión de pared con un vacuómetro que registra un vacío de 10 a 200 milímetro de mercurio (mmhg).</i>
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Fig. 5. Succionador</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Fig. 6. Regulador del succionador</p> </div> </div>	

V. MESA QUIRÚRGICA	
Marca / Modelo	BELMONT
Función Básica	<i>Coloca la posición del paciente adecuadamente para la operación, ajusta el plano de trabajo de acuerdo a la altura y posición del cirujano principal.</i>
Conexiones de Entrada	<i>Corriente alterna 110 V.</i>
Conexiones de Salida	<i>Teclado para realizar los movimientos adecuados para ajustar el plano de trabajo</i>
Ubicación en el Quirófano	<i>En la parte central.</i>
Usuario: Usuarios	<i>Circulante, cirujanos y anestesiólogos.</i>
Dimensiones:	<p>Altura: 0,83 m. Largo: 2,00 m. Ancho: 0,55 m.</p>
<p>Otros:</p> <p><i>Sistema electromecánico: son para lograr los movimientos que tiene la cama quirúrgica.</i></p> <p><i>Ruedas: para su traslado y un sistema de freno en las dos ruedas que corresponde a la cabecera.</i></p>	

Fig. 7. Mesa quirúrgica

VI. ELECTROESTIMULADOR O DESFIBRILADOR	
Marca / Modelo	HP / M173A
Función Básica	<i>Genera una descarga eléctrica para la resucitación del paciente que ha entrado en arritmia cardiaca durante la operación.</i>
Conexiones de Entrada	<i>Corriente alterna 110 V.</i>
Conexiones de Salida	<p>Cable gris, que es un brazalete que va al paciente y sirve para aterrizar al mismo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Dos (2) mangos o pulsadores, que se colocan en el pecho del paciente y al activarlo produce la descarga eléctrica.</i>
Ubicación en el Quirófano	<i>Mientras no se requiera su uso está en una esquina del quirófano, cuando se tiene que utilizar, se coloca al lado izquierdo del paciente a la altura del pecho.</i>
Usuario	<i>Cirujanos y anesestesiólogos</i>



Fig. 8. Desfibrilador.

VII. LÁMPARA CIALÍTICA	
Marca / Modelo	<i>SURGI LUX. FAMED / to'dz'</i>
Función Básica	<i>Generar iluminación artificial local sobre la zona operatoria del paciente en el ángulo de incidencia que requiera el cirujano para su mejor observación.</i>
Conexiones de Entrada	<i>Corriente alterna 110 V.</i>
Ubicación en el Quirófano	<i>En la parte central del techo.</i>
Usuario	<i>Circulantes, cirujanos y anestesiólogos.</i>
Dimensiones	<i>Diámetro:0,62 m. Largo de los brazos: 2,00 m. (incluye ambos brazos)</i>
Otros	<i>Tiene dos eslabones (brazos) unidos entre sí en uno de sus extremos, en el otro extremo uno se une al techo y el otro a la lámpara en sí, este sistema permite que la lámpara tenga un desplazamiento circular y radial de 2,00 m.</i>



Fig. 9. Lámpara cialítica.

VIII. MESA DE MAYO	
Material	<i>Acero inoxidable</i>
Función Básica	<i>Sostener y mantener organizados los instrumentos, de mayor uso (o uso continuo) durante toda la intervención quirúrgica.</i>
Ubicación en el Quirófano	Dispuesta encima del paciente a nivel de las piernas, a la altura del plano de trabajo del instrumentista.
Usuario <i>Instrumentistas</i> Dimensiones: Altura ajustable: entre 0,80 y 1,45 m. Largo: 0,50 m. Ancho: 0,34 m	
Otros: <i>Se recubre con un campo estéril, ya que ella forma parte del área aséptica.</i>	

Fig. 10. Mesa de Mayo.

IX. MESA SEMICIRCULAR	
Material	<i>Acero Inoxidable</i>
Función Básica	<i>Es utilizado para tener ordenados y mantenerlos dentro del campo estéril, los materiales quirúrgicos durante la operación.</i>
Ubicación en el Quirófano	Es colocada a la altura de los pies del paciente
Usuario <i>Instrumentistas</i> Dimensiones: Altura: 0,94 m. Largo: 1,66 m. Ancho: 0,36 m.	
Otros: <i>Se recubre con un campo estéril, ya que ella forma parte del área aséptica.</i>	

Fig. 11 Mesa Semicircular.

X. MESA DE INSTRUMENTOS	
Material	<i>Acero Inoxidable</i>
Función Básica	<i>Tiene dos entrepaños que son utilizados para colocar instrumentos y materiales quirúrgicos necesarios en este tipo de operaciones.</i>
Ubicación en el Quirófano	Está ubicado en una esquina del quirófano.
Usuario <i>Instrumentistas y circulantes.</i> Dimensiones: Altura: 0,94 m. Ancho: 1,25 m. Profundidad: 0,62 m.	
Otros: Está apoyada sobre cuatro ruedas.	

Fig. 12. Mesa de instrumentos.

XI. BOMBONA DE OXÍGENO	
Función Básica	<i>Es un cilindro que contiene oxígeno a presión mayor a la atmosférica entre, es de color gris y es utilizada para accionar ciertos equipos neumáticos usados en la cirugía.</i>
Ubicación en el Quirófano: <i>Está en una esquina del quirófano</i>	
Usuario <i>Cirujanos y circulantes</i> Dimensiones: Altura: 1,20 m. Diámetro base: 0,20 m.	
Otros: <i>Se recubre con un campo estéril, ya que ella forma parte del área aséptica.</i>	

Fig. 13. Bombona de oxígeno.

XII. ESTANTES	
Material	<i>Acero Inoxidable</i>
Función Básica	<i>Es utilizado para almacenar material quirúrgico y de anestesia tales como: Soluciones debidamente identificadas, gasas, compresas y otros materiales estériles empaquetados.</i>
Ubicación en el Quirófano	Esta ubicado en una esquina del quirófano.
Usuario <i>Anestesiólogos, instrumentistas y circulantes.</i> Dimensiones: Altura: 1,50 m. Ancho: 0,40 m. Profundidad: 0,50 m.	
Otros: <i>Posee dos gavetas, dos compartimientos y dos entrepaños de 0,35; 0,50 y 0,30 m. de profundidad, respectivamente.</i> <i>Está apoyado en ruedas para desplazar el mueble.</i>	

Fig. 14. Estantes.

XIII. OFAÍNAS CON CARROS	
Material	<i>Acero Inoxidable con portaofaínas</i>
Función Básica	<i>Estos recipientes son usados para depositar materia orgánica extraída del paciente y que va a ser llevada al laboratorio para su estudio o van a ser desechados.</i>
Ubicación en el Quirófano	Lo colocan cerca de la mesa quirúrgica en el momento de la operación.
Usuario <i>Instrumentistas, cirujanos y circulantes.</i> Dimensiones: Altura: 0,85 m. Ancho: 0,30 m. Profundidad: 0,30 m	
Otros: Está apoyada sobre cuatro ruedas.	

Fig.15. Ofaína y carro.

ANÁLISIS ERGONÓMICO POR PUESTO DE TRABAJO.											<i>MAPFRE</i>
Empresa: _____					División: _____						
Sección: _____					Fecha: _____						
Puesto de Trabajo: _____					Código: _____						
Cualificación Profesional: _____											
Equipos, máquinas, útiles, materiales: _____											
Breve descripción de las tareas: _____											

Valoraciones											
Profesiograma del puesto de trabajo	Análisis					Trabajador					Observaciones
	1	2	3	4	5	++	+	•	-	--	
1. Equipamiento. Disposic. espacio											
2. Carga física estática-postural											
3. Carga física dinámica											
4. Atención. coordin. sensomotriz											
5. Complejidad. Contenido trabajo											
6. Autonomía y decisiones											
7. Monotonía y repetitividad											
8. Comunicación y relacion. social.											
9. Turnos. Horarios. Pausas											
10. Riesgos de accidentes											
13. Condiciones térmicas											
14. Iluminación. Ambiente cromát.											
1. Equipamiento. Disposición del espacio de trabajo. (croquis, fotografía).											
VALORACIÓN: 1 Equipamiento.					Análisis	1	2	3	4	5	
Disposición del espacio de trabajo.					Trabajador	++	+	•	-	--	

3. Carga física dinámica.

NOTAS

Trabajo Manual _____

Trabajo Mecanizado _____

Trabajo Mixto _____

Peso medio: _____ Kg. Frecuencia: _____

Peso máximo: _____ Kg. Frecuencia: _____

Carga Dinámica.

Concepto	Carga metabólica media [Kcal/hora]
Carga estática postural	
Carga dinámica desplazamientos	
Carga de esfuerzos musculares	
Transporte y elevación de cargas	
Metabolismo basal	
METABOLISMO TOTAL	

Movimiento de cargas. (Método NIOSH - Estándar ó Simplificado)

Operación: _____

OBSERVACIONES: _____

VALORACIÓN : 3 Carga física dinámica	Análisis	1	2	3	4	5
	Trabajador	++	+	•	-	--

6. Autonomía y decisiones

		Alto	Med	Bajo	NOTAS
- Autonomía sobre el orden de las operaciones.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
- Autonomía sobre el ritmo.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
- Necesidad de iniciativa.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
- Enlazamientos de trabajo.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
- Normas de calidad estrictas.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Control sobre:	- Propias piezas o trabajos.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
	- Retoques.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
	- Puesta punto máquina.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
	- Incidentes.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
	- Otros.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Consecuencia de los errores	Omisibles			<input type="checkbox"/>	_____
	Poca repercusión			<input type="checkbox"/>	_____
	Repercusión media			<input type="checkbox"/>	_____
	Repercusión importante			<input type="checkbox"/>	_____

OBSERVACIONES: _____

VALORACIÓN: 6. Autonomía y decisiones.	Análisis	1	2	3	4	5
	Trabajador	++	+	●	-	--

CONDICIONES FÍSICO-AMBIENTALES**10. Riesgos de accidentes:** _____

Accidentes ocurridos: _____

OBSERVACIONES: _____

VALORACIÓN: 10. valoración de los riesgos de accidentes	Análisis	1	2	3	4	5
	Trabajador	++	+	•	-	--

13. Condiciones Térmicas.

Fecha de Medición	Temp. seca [°C]	Humedad relativa [%]	Velocidad del aire [m/seg]	Temp. Globo [°C]	Temp. equiv. [°C]	Índice W.B.G.T. (ISO-7243)		Índice P.M.V. (ISO-7730)	
						Temp.	Índic.	P.M. V	P.P.D.

OBSERVACIONES: _____

Tabla N° 1. Análisis del Puesto de Trabajo.

ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO

Evaluación de la Carga Física (Resumen)

Tabla N.º2. Carga Física de Trabajo: Principales Componentes.

Tarea o puesto de trabajo: _____

Concepto	Carga metabólica media [Kcal/hora]
Carga estática postural	
Carga dinámica desplazamientos	
Carga de esfuerzos musculares	
Transporte y elevación de cargas	
Metabolismo basal	
Total	

Tabla N.º3. Duración Total a Cada Postura de Trabajo.

Principales posturas de Trabajo	Duración de cada postura [min]	Frecuencia de la postura [veces/hora]	Dur. total de la postura [min/hora]
SENTADO: <ul style="list-style-type: none"> • Normal • Inclinado • Brazos por encima de los hombros 			
DE PIE: <ul style="list-style-type: none"> • Normal • Brazos en extensión frontal • Brazos por encima de los hombros • Inclinado • Muy inclinado 			
AGACHADO: <ul style="list-style-type: none"> • Normal • Brazos por encima de los hombros 			

OBSERVACIONES: _____

Tabla N.º4. Evaluación de la Carga Estática Postural.

Posturas de Trabajo	Duración postura [min]	N.º de horas [trabajo/día]	Consumo [kcal/min]	Consumo [kcal/día]
SENTADO: • Normal • Curvado • Brazos por encima de los hombros			0,06 0,09 0,10	
DE PIE: • Normal • Brazos por encima de los hombros • Curvado o brazos en extensión frontal • Fuertemente curvado			0,16 0,14 0,21 0,40	
EN CUCLILLAS: • Normal • Brazos por encima de los hombros			0,26 0,001	
Total carga estática				

Tabla N.º5. Evaluación de la Carga Física Muscular.

Músculos empleados	Intensidad del esfuerzo	Duración del esfuerzo [min/hora]	N.º de horas Trabajo/día	Consumo [kcal/min]	Consumo [kcal/día]
Manos	Ligero			0,5	
	Medio			0,8	
	Pesado			1,0	
1 brazo	Ligero			0,9	
	Medio			1,4	
	Pesado			2,0	
2 brazos	Ligero			1,7	
	Medio			2,2	
	Pesado			2,8	
1 pierna	Ligero			0,7	
	Medio			1,1	
	Pesado			1,5	
Total					

Tabla N.º6. Evaluación de la Carga Física del Desplazamiento.

(Excluyendo manejo de pesos)

Desplazamiento Del operador		Nª metros hora	Nª horas día	Consumo En Kcal/m	Consumo de Kcal/día	Total
Horizontales				0,048		
vertical	Ascenso			0,73		
	Descenso			0,20		
Total						

OBSERVACIONES: _____

Tabla 7. Evaluación de la carga Física por transporte y manipulación de materiales

(Transporte de carga)

Peso de cada carga En kg	Nª transporte/ hora	Nº metros cargados en cada recorrido	Consumo en Kcal/m	Consumo de Kcal/hora	Consumo de Kcal/día	
A)Total						

Peso de cada carga En kg	Nª transporte/ hora	Altura en metros elevación/ descenso	Consumo en Kcal/m	Consumo de Kcal/hora	Consumo de Kcal/día	
B)Total						

TOTAL A+B: _____

EVALUACIÓN DE LA CARGA FÍSICA POR TRANSPORTE Y
MANIPULACIÓN DE MATERIALES

Tabla N° 8. Consumo según la Importancia de la carga desplazada, levantada o subida (en kcal/metro)

CARGA (Kg.)	k. llevar (Kt)	K .levantar (Kt)	K .bajar (Kb)	K .subir (Ks)	k descender (Kd)
0	0,047	0,32	0,08	0,73	0,20
2	0,049	0,35	0,09	0,74	0,21
5	0,051	0,38	0,11	0,75	0,22
7	0,052	0,41	0,14	0,77	0,24
10	0,054	0,49	0,18	0,80	0,27

ANEXO 4. PLANOS DE CONSTRUCCIÓN

Lista de planos:

- [Plano 1](#): Módulos del monitor ubicados en la mesa quirúrgica.
Soporte del Portamódulos, tres (3) planos.
- [Plano 2](#): Dos Líneas de Succión Independientes.
Porta envase. Succión del Cirujano.
- [Plano 3](#): Dos Líneas de Succión Independientes.
Porta envase. Succión del Anestesiólogo.
- [Plano 4](#): Dos Líneas de Succión Independientes.
Elemento de Sujeción del envase del succionador de la Máquina de Anestesia.
- [Plano 5](#): Tubos tipos telescopio a la mesa quirúrgica.
Parales.
- [Plano 6](#): Regletas al Techo, tres (3) planos.
Regleta.