

**TIPOS DE MANTENIMIENTOS DE EQUIPOS BIOMÉDICOS UTILIZADOS EN  
SERBIOMED AMBULANCIAS LTDA**

**Periodo Marzo- Agosto 2021**

**ANDREA PAOLA SÁNCHEZ RODRÍGUEZ  
DIANA CAROLINA NEME RINCÓN**

**UNIVERSIDAD ECCI  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
DIRECCIÓN DE INGENIERÍA BIOMÉDICA  
TECNOLOGÍA EN MANTENIMIENTO DE EQUIPOS  
BIOMÉDICOS/ELECTROMEDICINA  
BOGOTÁ D.C  
2021-II**

**TIPOS DE MANTENIMIENTOS DE EQUIPOS BIOMÉDICOS UTILIZADOS EN  
SERBIOMED AMBULANCIAS LTDA**

**ANDREA PAOLA SÁNCHEZ RODRÍGUEZ  
Cód. 95946  
DIANA CAROLINA NEME RINCÓN  
Cód.76176**

**Informe de pasantía como opción de grado para optar el título de Tecnólogas en  
Mantenimiento de Equipos Biomédicos - Electromedicina**

**ASESOR  
LUIS FERNANDO FAJARDO SIERRA  
Ing. Electrónico**

**UNIVERSIDAD ECCI  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
DIRECCIÓN DE INGENIERÍA BIOMÉDICA  
TECNOLOGÍA EN MANTENIMIENTO DE EQUIPOS  
BIOMÉDICOS/ELECTROMEDICINA  
BOGOTÁ D.C  
2021-II**

## Tabla de contenido

<b>Introducción</b> .....	<b>5</b>
<b>Planteamiento Del Problema</b> .....	<b>6</b>
<b>1. Justificación</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Objetivos</b> .....	<b>8</b>
2.1 Objetivos Generales .....	8
2.2 Objetivos Especifico .....	8
<b>3. Marco Referencial</b> .....	<b>9</b>
<b>3.1 Marco de Antecedentes</b> .....	<b>8</b>
<b>3.2 Marco Conceptual</b> .....	<b>12</b>
<b>3.3 Marco de Demográfico</b> .....	<b>14</b>
<b>3.4 Marco Histórico</b> .....	<b>14</b>
<b>3.5 Misión</b> .....	<b>15</b>
<b>3.6 Visión</b> .....	<b>15</b>
<b>3.7 Marco Legal</b> .....	<b>15</b>
<b>3.8 Marco Técnico</b> .....	<b>16</b>
<b>3.8.1 Recursos Humanos y Físicos</b> .....	<b>16</b>
<b>3.8.2 Servicios Prestados y Cobertura</b> .....	<b>16</b>
<b>3.8.3 Recursos Humanos y Físicos</b> .....	<b>18</b>
<b>3.8.1 Mantenimientos</b> .....	<b>19</b>
<b>3.9 Equipos del área de Biomédica</b> .....	<b>20</b>
<b>3.10 Norma de Tecno Vigilancia</b> .....	<b>20</b>
<b>4. Informe de Pasantía</b> .....	<b>24</b>
<b>4.1 Equipos Biomédicos Utilizados</b> .....	<b>24</b>
<b>4.1.1 Bomba de Infusión</b> .....	<b>24</b>
<b>4.1.2 Incubadora de Transporte</b> .....	<b>25</b>
<b>4.1.3 Monitor de Signos Vitales</b> .....	<b>26</b>
<b>4.1.4 Ventilador Mecánico</b> .....	<b>27</b>
<b>4.1.5 Desfibrilador</b> .....	<b>28</b>
<b>4.2 Mantenimientos Realizados</b> .....	<b>29</b>
<b>4.3 Documentación realizada durante el periodo</b> .....	<b>29</b>
<b>4.4 Equipos Biomédicos Utilizados realizado en la pasantía</b> .....	<b>30</b>
<b>4.5 Cronograma de Actividades</b> .....	<b>31</b>

4.5.1 Cronograma de actividades realizados por Andrea Paola Sánchez .....	31
4.5.2 Cronograma de actividades realizados por Diana Carolina Neme .....	33
<b>4.6 Beneficios obtenidos durante el desarrollo de la pasantía .....</b>	<b>34</b>
4.6.1 Beneficios de Andrea Paola Sánchez .....	34
4.6.2 Beneficios de Diana Carolina Neme .....	34
<b>4.7 Aportes en la pasantía .....</b>	<b>35</b>
4.7.1 Aporte de Andrea Paola Sánchez .....	35
4.7.2 Aporte de Diana Carolina Neme .....	35
<b>4.8 Resumen .....</b>	<b>36</b>
<b>5. Recomendaciones .....</b>	<b>36</b>
<b>6. Conclusiones .....</b>	<b>37</b>
<b>7. Bibliografía .....</b>	<b>38</b>

## **ANEXOS**

**ANEXO A. MONITOR DE SIGNOS VITALES LADO FRONTAL.**

**ANEXO B. DESFIBRILADOR LADO FRONTAL.**

**ANEXO C. BOMBA DE INFUSIÓN LADO FRONTAL.**

**ANEXO D. INTERIOR MÓVILES AL SERVICIO DE SERBIOMED LTDA.**

**ANEXO E. SUCCIONADOR.**

**ANEXO F. MÓVIL DE SERVICIO TIPO BÁSICO (TAB).**

**ANEXO G. DOTACION INTERNA EN MÓVILES TIPO BÁSICO (TAB).**

**ANEXO H. TENSÍOMETRO DE TIPO ADULTO.**

**ANEXO I. CAMILLAS AMBULATORIAS.**

## INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene como objetivo presentar un proyecto de mejoramiento realizado durante las pasantías. Actividades que son requisito para culminar con éxito la Tecnología de la Universidad ECCI. Estas han sido realizadas con el propósito de fortalecer y complementar la formación académica con actividades en el campo laboral específicamente en el área de Biomédica. La institución asignada para la realización de pasantías fue la empresa SERBIOMED (Servicios Biomédicos Ingeniería Ltda.). En esta investigación se trabajó con el árbol de problemas, complementando con revisiones teóricas y redacción de resultados. (Ospina, 2020)

Para iniciar, es importante mencionar que la ingeniería Biomédica está vinculada dinámicamente a la medicina e ingeniería, dicha relación se encuentra en la creación y mantenimiento de tecnologías, máquinas o artefactos médicos que ayuden, prolonguen y/o mejoren la calidad de vida de un individuo, es por ello que la documentación juega un papel fundamental. Es posible observar que a nivel mundial la hoja de vida tiene una importancia notable debido a sus lineamientos donde se ven reflejadas características necesarias como: adquisición, estado físico, periodo de tiempo entre mantenimientos, planeación de los mismos, verificación y descarte funcional de los equipos, cabe mencionar que La organización Mundial de la salud, desarrolló una serie de documentos técnicos sobre dispositivos médicos con el fin de prolongar la vida útil de los dispositivos para prevenir eventos adversos e historial de fallas y mantenimiento (Silvana, 2018). En este sentido, se evidenció que los parámetros respecto a la información que debe llevar la hoja de vida se encuentran constituidos por el conjunto de documentos y registros de calidad los cuales han sido planteados por el CECMED (Centro para el Control Estatal de Medicamentos, Dispositivos y Equipos Médicos), quien se encargó de realizar la evaluación y verificación pertinente, con el fin de generar un registro adecuado lo que conlleva a la certificación correspondiente del producto clasificado como equipo médico, es de aclarar que su composición y contenido varían dependiendo de la complejidad, destino, empleo y nivel de riesgo de cada equipo (Silvana, 2018).

Por otro lado, la gestión de mantenimiento tiene como objetivo realizar una verificación al funcionamiento de los equipos médicos cuyo fin es garantizar una operación segura y orientar la metodología a la disminución de los posibles riesgos y eventos adversos, de esta forma permitir un rendimiento óptimo de todos los equipos en uso. Por lo anterior, es factible considerar como herramienta útil la implementación de un programa de mantenimiento con el que se pueda realizar un seguimiento en la operación de la tecnología médica presente en la institución, dicho control se efectuará por medio de inventarios y formatos de registro.

## **PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA**

En el entorno hospitalario se considera necesario contar con un óptimo programa de mantenimiento al interior de las instituciones que prestan servicios de salud y por ende cuentan dentro de sus recursos físicos con dispositivos médicos, los cuales son fundamentales para la atención asistencial a un paciente. Así que es de vital importancia la implementación de los diferentes tipos de mantenimientos para estos en los tiempos estipulados por el fabricante.

Dentro de estos tipos se encuentran el mantenimiento preventivo, el cual se realiza en la primera fase a manera de diagnóstico de la tecnología antes de su uso en los pacientes. Esta evaluación debe ser contemplada con el periodo de tiempo dado por el fabricante para no incurrir en daños innecesarios en el software del dispositivo. Adicionalmente se tiene en cuenta los mantenimientos correctivos y predictivos, los cuales brindan un mejor manejo y corrección de daños electrónicos del dispositivo.

Durante la pasantía se evidenció falencia a nivel del área de mantenimiento, el cual pone en alto riesgo a los usuarios y a su vez al personal asistencial encargados de manejar la tecnología, es por tal motivo que se planteó el siguiente interrogante para este documento:

**¿Por qué es de suma importancia que las instituciones prestadoras de servicios de salud cuenten con un efectivo programa de mantenimiento de la tecnología sanitaria bajo la normatividad vigente?**

## 1. JUSTIFICACIÓN

Dentro del proceso formativo como Tecnólogos en Mantenimiento de Equipos Biomédicos es importante no sólo tener presente aspectos técnicos en el manejo, vigilancia y seguimiento de los equipos utilizados en servicios de salud, sino también aquellos aspectos de tipo administrativo que pueden afectar el óptimo mantenimiento de la tecnología biomédica. Todo lo anterior, es indispensable que se aprenda a conocer y a manejar durante la vida laboral del Tecnólogo, cobra su importancia con los aportes que esta disciplina permite hacer a las empresas involucradas en el sector salud y que abren su puerta a la realización de una pasantía, herramienta necesaria para acercar al Tecnólogo en formación con la realidad laboral. Los hallazgos encontrados durante esta práctica, tienen únicamente el fin de contribuir al mejoramiento de aquellas empresas que dedican su servicio al sector de la salud, en este caso a SERBIOMED AMBULANCIAS.

A partir de los hallazgos encontrados durante el tiempo de la pasantía, relacionados con la alta rotación del personal asistencial y de mantenimiento de equipos médicos, así como el manejo inadecuado de la documentación de la tecnología sanitaria, fue necesario plantear soluciones para erradicar las causas que generaban el problema, debido a la incidencia que éste tenía en la prestación del servicio de la empresa y el latente riesgo que corrían los pacientes transportados en las móviles vinculadas a esta.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo General**

- Aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en la universidad durante el tiempo de pasantía. Así como la manipulación del equipamiento biomédico, las técnicas de mantenimiento y manejo de manuales y fichas técnicas.

### **2.2 Objetivo Específicos**

- Comprender la clasificación biomédica de la tecnología al momento de ser manipulados los equipos de la empresa.
- Identificar las fichas técnicas correspondientes a cada equipo usado en la empresa, revisando concordancia de la información frente a las proporcionadas en los manuales de operación.
- Aprender a realizar diferentes tipos de mantenimiento de equipos biomédicos puestos a servicio de la comunidad con mejor eficiencia.
- Elaborar un documento o monografía cumpliendo la norma establecida por la Universidad como opción de grado para obtener el título de Tecnólogas en Mantenimiento de Equipos Biomédicos y Electro medicina.

### **3. Marco De Referencia**

En esta sección del documento se presenta el marco teórico el cual se divide en el marco contextual, conceptual y técnico; donde se relaciona respectivamente sobre la información de la empresa, términos relevantes sobre el documento y la normativa vigente en el campo de mantenimiento de equipos biomédicos.

#### **3.1 Marco de Antecedentes**

##### **Monitor de Signos Vitales**

Los principios de la monitorización se remontan a 1887, cuando Ludwig y Waller fueron los primeros en descubrir el diferencial de potencial eléctrico en el pecho humano, iniciando de esta manera la electrofisiología cardiaca. El electrocardiograma comenzó en 1893 con el trabajo del galvanómetro de cuerda de Einthoven. El cuerpo del trabajo siguió en este campo, pero el desarrollo de dispositivos que permitían una escritura directa en papel revolucionaron y promovieron el uso de una nueva herramienta de diagnóstico, esta herramienta sería el electrocardiógrafo (Einthoven, 1957). En la realización de estas pruebas el paciente debía estar inmóvil o evitar hacer ejercicio, debido a que estaba enchufado a una máquina mediante electrodos. Este problema sirvió de inspiración al profesor Norma J. Holter, quien en los años 40 realizó una serie de estudios en los que consiguió estimular preparaciones de músculo por control remoto y registrar potenciales eléctricos de sistemas biológicos a distancia. Con la colaboración de Joseph A. Gengerelli aprendieron a emitir señales de radio al cerebro de ratas, posteriormente, amplificar la respuesta emitida por el cerebro del animal, transmitiéndola a distancia. En 1947 logran, trabajando ya en humanos, la primera transmisión de un electroencefalograma mientras el sujeto se encontraba realizando ejercicio físico (Einthoven, 1957). Las señales emitidas por el músculo cardiaco eran 10 veces más potentes que las señales de cualquier otro músculo, por lo que decidió continuar sus investigaciones en el campo de la cardiología. Esta decisión fue tomada no sólo por la facilidad que conlleva tratar una señal más fuerte, sino también por el aumento de interés de la comunidad médica por los problemas cardiovasculares (Einthoven, 1957). El primer éxito del profesor Holter fue un transmisor de radio de 38 Kg de peso con un alcance de una manzana de casas, ver fig. 1. Sin embargo, con la colaboración de un físico llamado W.R. Glasscock, desarrolló un transmisor más pequeño con un receptor con grabadora que iba incorporado en un maletín que llevaba el propio sujeto de la investigación (Holter, 1957).

El monitoreo de los signos vitales del cuerpo humano, como se ha comentado, se hace con un dispositivo electrónico llamado monitor de signos vitales. Estos dispositivos son muy aparatosos y costosos, además de requerir de personal entrenado para su manipulación; sin embargo, existe cierta tendencia hacia los monitores portátiles. En el 2004 el MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts) se desarrolla LiveNet (ver fig. 2.3), el cual es un sistema que tiene como monitor un PDA, es capaz de medir el ECG, presión arterial, temperatura y saturación de oxígeno. En este dispositivo, la comunicación entre los sensores micro controlador y PDA (Asistente Personal Digital) es totalmente alámbrica (Sung et al., 2005).

## **Desfibrilador**

Uno de los fundadores de HeartSine, el Profesor John Anderson (Phil., PhD. en Ingeniería Médica) fue por muchos años un miembro fundamental de nuestra Junta Directiva y nuestro Oficial Técnico Principal. En 1960, se le solicitó a Anderson que creara el grupo de ingeniería médica del Hospital Royal Victoria, donde dirigió la iniciativa para fabricar el primer desfibrilador móvil para llevar la experiencia desarrollada en los hospitales al paciente y así mejorar sus probabilidades de supervivencia. El resultado cambió la forma en que se brindan los cuidados de emergencia en todo el mundo, un legado que se mantiene vivo hasta hoy.

La primera unidad coronaria móvil del mundo, que utilizó el primer desfibrilador móvil, se creó en el Hospital Royal Victoria (RVH) de Belfast bajo la dirección médica del Dr. Pantridge y el Dr. Geddes. Así nació la primera unidad móvil de cuidados coronarios

El dispositivo completo pesaba 110 libras y era difícil de mover y operar. Sin embargo, permitió observar mejoras importantes en los resultados de pacientes tratados por paros cardíacos súbitos. Ahora es posible tratar paros cardíacos fuera del hospital. Sin embargo, pronto se hizo evidente que era urgente contar con desfibriladores livianos que funcionen con baterías para generalizar el cuidado coronario móvil.

El profesor John Anderson, que luego sería uno de los fundadores de HeartSine, se unió al equipo del RVH. Anderson trabaja en estrecha colaboración con American Optical, una compañía norteamericana, para desarrollar el primer desfibrilador realmente portátil del mundo, que funciona con baterías y pesa 44 libras, menos de la mitad de lo que pesaban todas las unidades inventadas anteriormente.

## **Tensiómetro**

La invención del esfigmomanómetro como lo conocemos en la actualidad se le atribuye al médico austríaco Samuel Siegfried Karl Von Basch en 1881. Sin embargo, basándose en las investigaciones realizadas a lo largo del siglo XIX, el médico italiano Scipione Riva-Rocci crea el primer tensiómetro con manguito en 1896.

Este modelo de tensiómetro se compone de un brazalete circular inflable que presiona la arteria. Esto se lograba gracias a la pera de goma. Todo iba bien hasta que notamos que este aparato tenía una desventaja: sólo medía la presión sistólica. La presión diastólica no era tomada en cuenta.

Hacia 1905 el ruso Nikolai Korotkoff añadió el uso de un fonendoscopio (o estetoscopio) sobre la arteria braquial para poder escuchar los ruidos de forma más nítida. Los ruidos que se escuchan durante la medida de la presión arterial se conocen desde ese momento como “sonidos de Korotkoff”

## **Fonendoscopio**

Las aptitudes de este aparato eficaz y sencillo han llevado al estetoscopio a mantener su vigencia vinculado a la medicina. Partiendo de un rudimentario ‘cilindro de madera’ de 30 centímetros cuando fue inventado en 1816 por el Doctor francés René Laënnec. Que permitió abandonar la técnica de la auscultación inmediata (posicionar el oído directamente en el cuerpo del paciente).

Está compuesto por una campana, generalmente las de acero son las que mejor acústica consiguen. Un binaural (tubo de goma), es una pieza importante. Dependiendo de su grosor se conseguirá aislar mejor o peor el sonido proveniente de la auscultación. Finalmente el arco metálico y las olivas, que permiten el encaje y fijación en el oído así como aislar frente a sonidos externos. El estetoscopio se utiliza para **auscultar al paciente en el nivel cardiaco, pulmonar y abdominal**. Entre otros para explorar: **soplos, presión arterial, aparición de roncus**, prepotencias, ruidos peristálticos, etc. Hay una **amplia gama** en la que se contemplan diferentes modelos. La mayoría responden a calidades en los materiales y composición. Pero su tipología y utilización se segmentan dependiendo del paciente que va a ser sometido a la auscultación. Las principales diferencias de fonendoscopios vienen determinadas por la campana encontramos pediátricos y adultos.

## **Ventilador**

El inventor del ventilador fue el estadounidense Schuyler S. Wheeler. Este hombre inventó en 1882 un dispositivo mecánico capaz de convertir la energía mecánica rotativa en un aumento de la presión del aire. La idea era que este dispositivo funcionará de diferentes maneras, utilizando la dirección del flujo de aire en relación con el entorno ventilado. Pronto, aparecieron los sopladores o extractores. Hoy en día, existen dos tipos de ventiladores que dependen de su aplicación a elegir: axiales y centrífugos.

Además del ventilador, Wheeler era la mente detrás de algunas de las grandes utilidades que usamos hoy en día todos los días. A lo largo de su carrera, el ingeniero se ha especializado en herramientas eléctricas para ahorrar energía. Fue el inventor del ascensor eléctrico, el camión de bomberos eléctrico, el paralelismo de los dinamos y el control múltiple del motor de serie

### 3.2. Marco Conceptual

Una de las falencias presentadas en las empresas relacionadas con la prestación de servicios en salud, son las condiciones y la trazabilidad del mantenimiento de los equipos biomédicos utilizados, generada por diversas causas que se evidencian en la dinámica al interior de procesos internos, como: -dificultades a nivel clima organizacional, -fallas en el manejo de equipamiento médico, -alta rotación de personal, -vacancias permanentes en el área de mantenimiento. Acerca del tema se encontraron una serie de documentos que abordan estas causas recurrentes en instituciones del sector salud.

Según la Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social, es necesario conocer el clima organizacional de una determinada institución, para así proporcionar retroalimentación acerca de los procesos que determinan los comportamientos organizacionales y, a su vez, plantear cambios tanto a nivel de actitud como conductas de cada miembro de la estructura organizacional que está llevando a causas negativas en la prestación de un servicio. De acuerdo con la investigación realizada por Tiagiuri y Litwin según esta revista médica, la conceptualización del clima organizacional, fue Estudiado a través de dos líneas principales: -la objetiva y -la perceptual, y llevó a los investigadores a describir el clima organizacional como una cualidad relativamente permanente en el ambiente interno que experimentan los miembros de una institución y que influye en el comportamiento. (Juárez.Adauta, 2012).

Por otro lado el mal uso de los equipos médicos, se identifica un artículo de investigación clínica sobre la gestión del mantenimiento del equipo biomédico a nivel de dirección, control y desarrollo, como una herramienta de apoyo al personal médico y de ingeniería al momento de realizar tales funciones con el objetivo de contribuir a una óptima y segura operación de la tecnología instalada. (William Orozco Murillo, MSc1, 2013)

Ahora bien, al interior de las instituciones relacionadas con la prestación de servicios de apoyo clínico se ha encontrado un patrón repetitivo con el uso inapropiado de los equipos y dispositivos biomédicos causando mala imagen hacia el personal de mantenimiento de estos (tecnólogos e Ingenieros), a raíz de ésta problemática se han realizado estudios donde se han tenido en cuenta aspectos como: -Equipamiento, -Personal dedicado al mantenimiento de equipos y dispositivos biomédicos, -Gestión y desarrollo del mantenimiento; lográndose observar las principales causas de fallas en los equipos: -La primera causa fue el mal manejo por parte de los operarios, en su defecto el personal asistencial, como segunda causa se encontró fallas por daños en el cableado de los equipos, -la tercer causa de fallas se encontró en los componentes electrónicos de los equipos y por último y no menos importante, está siendo generada por la falta de capacitación hacia el personal asistencial que a diario manipulan los equipos. (William Orozco Murillo, MSc1, 2013). En vista de estos resultados es pertinente el diseño de instrumentos, estrategias y guías por parte del personal de mantenimiento médico, con el fin de disminuir en algún porcentaje las fallas descritas.

Otro aspecto importante revelado en dicho artículo es la antigüedad de los equipos biomédicos al servicio de la salud en las distintas instituciones relacionadas con el tema, en

donde se han encontrado equipos en uso con alta antigüedad a raíz de la factible falta económica.

A partir de esta causa se puede apreciar que cada institución que preste un servicio de equipos médicos debe contar con un personal capacitado en realizar los mantenimientos que se requieren para estos dispositivos así que, se encontró un documento técnico de la Organización Mundial de la Salud en la sección 4.3.3 sobre los recursos humanos, en donde nos muestra el adecuado procedimiento en el programa de mantenimiento, allí nos habla que el primer paso para conformar un equipo de mantenimiento se debe establecer la cantidad y clase del personal necesario para el establecimiento, por ejemplo, si la institución prestadora de servicios en salud es pequeña se puede tener un solo técnico que preste el servicio para un número reducido de dispositivos y/o equipos médicos. Pero al ser una institución de alta complejidad en donde la oferta de servicios es mayor, es necesario crear un grupo amplio entre técnicos, tecnólogos e ingenieros especializados en realizar el mantenimiento a una gran cantidad de equipos biomédico, en este tipo de instituciones se habla de un departamento para el mantenimiento, mientras que para las empresas pequeñas se conoce como simplemente el cargo encargado del mantenimiento en tecnologías sanitarias. (Organización Mundial de la Salud, 2012)

La Organización Mundial de la Salud determina en la categoría del personal técnico a los ingenieros biomédicos o clínicos que tienen conocimientos de ingeniería en general, física y biología y de sus aplicaciones a la tecnología médica. Del mismo modo, los técnicos reciben capacitación en aspectos técnicos del mantenimiento de equipos biomédicos. (Organización Mundial de la Salud, 2012)

Es pertinente aclarar que los ingenieros y técnicos deben realizar capacitaciones adicionales a lo aprendido debido a que el campo de las tecnologías sanitarias es sumamente especializado y el mantenimiento inapropiado de los dispositivos médicos conlleva a consecuencias adversas en los pacientes expuestos a estos. (Organización Mundial de la Salud, 2012) Ahora bien, después de lo expuesto anteriormente sería una grave falencia que alguna institución prestadora de servicios en salud sea de alta, media o baja complejidad debe tener siempre a un personal debidamente capacitado a cargo de las reparaciones que surjan a diario con los equipos, sabiendo que en el campo de la salud no se puede dar el lujo de tener vacantes a nivel de ingeniería debido a la gran demanda que se genera con el uso de dispositivos y equipos médicos.

Partiendo de lo estipulado por la Organización Mundial de la Salud, en donde decretó la presencia de técnicos y/o ingenieros para llevarse a cabo y velar por el buen uso de los dispositivos médicos se debe tener presente la gran demanda en la rotación del personal asistencial, es por esto que la revista de Ciencias Empresariales de la Universidad de San Martín de Porres menciona las principales causas por las cuales se genera una mayor rotación en el entorno empresarial. En primer lugar el autor encuentra como un motivo general la mínima recompensa intrínseca y extrínseca (salario), concluyendo que este factor es el más visto en el entorno laboral, debido a que los trabajadores son tentados por ofertas más altas por parte de la competencia empresarial. (Ccollana-Salazar, 2015)

La segunda causa que el autor determinó son aquellas diferencias presentes entre compañeros en una misma área de trabajo, basadas en discusiones a partir de actitudes, personalidad, motivaciones, entre otros aspectos que hacen deteriorar el ambiente laboral y ocasiona la rotación del talento humano. (Ccollana-Salazar, 2015)

En la última causa de este complejo tema a nivel empresarial se tiene las afectaciones a nivel sanitario, para esto el autor clasificó en tres (3) grupos las características de una determinada cantidad de empleados quedando así. Los activos, quienes son personas que constantemente son participantes de programas psico-físicos, los cuales mantienen una vida altamente saludable durante el periodo laboral permitiendo ser fuertes a nivel fisiológico, lo cual se refiere a tener buenas defensas ante cualquier enfermedad. Los mixtos, son aquellos trabajadores que están entre actividades físicas como también ser sedentarios, para estas características se encuentran en un nivel de riesgo medio a una posible enfermedad. Por último, encontramos a los netamente sedentarios, quienes pasan la mayor parte de su tiempo sentados, ya sea durante el horario laboral como en sus tiempos libres, a este tipo de empleados son los que más están expuestos a faltar a sus actividades laborales por alguna enfermedad, debido a que su cuerpo no está fortalecido con las calorías necesarias y en cambio en la mayoría la acumulación de tejido graso es nocivo para los diferentes procesos fisiológicos normales. (Ccollana-Salazar, 2015).

De acuerdo a lo estipulado en la Resolución 3100 de 2019, la cual trajo consigo cambios importantes en la normativa de habilitación, se establece un instrumento de autoevaluación, llevando a las instituciones a establecer estrategias que permitan verificar el cumplimiento de los estatutos; restableciendo nuevos grupos y servicios (grupo de internación, grupo quirúrgico, y grupo de atención inmediata). (Ángulo, 2020)

### **3.3 Marco Demográfico**

El presente documento incide con el personal técnico y profesional de la empresa SERBIOMED LTDA los cuales son 70 personas los cuales manejan los equipos biomédicos en las 24 móviles las cuales brinda servicios de salud, su principal función es contar con capital humano que cumpla o tenga la responsabilidad para realizar las actividades de la organización, de igual forma para Serbiomed.

### **3.4 Marco Histórico**

Serbiomed es una empresa de ambulancias en Bogotá, conformada por una familia comprometida con la vocación de servicio a sus usuarios, con el objetivo de prestar un excelente servicio a la comunidad, especializándonos en la normativa vigente establecida dentro del Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad de la Atención en Salud de Colombia.

### **3.5 Misión**

Ofrecer una amplia gama de traslado de pacientes en los diferentes niveles de complejidad, garantizando un servicio personalizado, con profesionales altamente calificados, con calidez, responsabilidad y cumplimiento. Apoyando así la gestión de las diferentes entidades que buscan la excelencia en el desarrollo de su servicio. Prestamos servicios de salud, traslado especializado y asesoría en el campo de la urgencia médica, brindándole a nuestros pacientes y a las instituciones un excelente servicio, destacándose como una empresa que refleja un alto sentido de calidez humana. [Servicio de ambulancias en Bogotá y el resto de Colombia | Serbiomed \(serbiomedambulancias.com\)](http://Serbiomed(serbiomedambulancias.com))

### **3.6 Visión**

Ser la empresa de mayor confianza y seguridad, brindando servicios de calidad con responsabilidad y eficacia, apoyando la gestión en el sector salud, y prestando un excelente servicio en traslado especializado a todos los pacientes. Brindar un servicio con apoyo humano, responsabilidad, cumplimiento, calidad y ética, para satisfacer plenamente a todos nuestros usuarios. [Servicio de ambulancias en Bogotá y el resto de Colombia | Serbiomed \(serbiomedambulancias.com\)](http://Serbiomed(serbiomedambulancias.com))

### **3.7 Marco Legal**

En esta sección se hace mención al marco legal, el cual hace referencia a la normativa legal vigente colombiana que rige para labores de mantenimiento a equipos médicos, clasificación según el riesgo de equipos médicos y demás procesos relacionados específicamente con procesos adelantados por empresas prestadoras de servicios de salud

#### **Decreto 4725 de 2005**

“Por el cual se reglamenta el régimen de registros sanitarios, permiso de comercialización y vigilancia sanitaria de los dispositivos médicos para uso humano”. (Presidente & República, 2005)

#### **Resolución 2003 de 2014**

“Por la cual se definen los procedimientos y condiciones de inscripción de los Prestadores de Servicios de Salud y de habilitación de servicios de salud”. (Resolución 2003- 2014.Pdf, n.d., p. 1)

#### **Resolución 1441 de 2013**

“Por la cual se definen los procedimientos y condiciones que deben cumplir los Prestadores de Servicios de Salud para habilitar los servicios y se dictan otras disposiciones”. (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013, p. 1)

## **Resolución 3100 de 2019**

“Por la cual se definen los procedimientos y condiciones de inscripción de los prestadores de servicios de salud y de habilitación de los servicios de salud y se adopta el Manual de Inscripción de Prestadores y Habilitación de Servicios de Salud”. (Ministerio de Salud y Protección Social, 2019, p. 1)

### **3.8 Marco técnico**

#### **3.8.1 Recursos humanos y físicos**

Los recursos humanos en la empresa Serbiomed Ambulancias Ltda. se cuenta con todo el personal operativo con actualización permanente en APH y BLS (soporte vital básico). El personal médico cuenta con los cursos reglamentarios en BLS ACLS (soporte vital básico y soporte vital cardiaco avanzado), así como otros cursos adicionales de reanimación. Nuestros médicos tienen una amplia experiencia en manejo de pacientes en estado crítico. Además contamos con: Director médico; Conductores con gran experiencia y cursos de primeros auxilios; Auxiliares de enfermería certificados en atención pre-hospitalaria; Médicos certificados con capacitación soporte vital básico y avanzado y entrenamiento en atención pre-hospitalaria.

Por parte del talento humano administrativo la empresa cuenta con los siguientes cargos: Gerencia con su respectiva asistente, administrador general, profesional en ingeniería biomédica, pasantes en mantenimiento de equipos biomédicos, coordinador de traslados ambulatorios, auxiliares administrativos y personal de servicios generales.

Los recursos físicos de la empresa Serbiomed Ambulancias Ltda. se cuenta actualmente con veinticuatro (24) móviles al servicio de la comunidad, seis (6) oficinas con total dotación administrativa, dos (2) áreas destinada para el mantenimiento de equipos biomédicos y del mantenimiento mecánico para las móviles, una (1) área para la carga y depósito de equipos biomédicos correspondientes al stock sanitario, cuatro (4) baños clasificados en dos (2) para el personal administrativo - uno (1) para el personal asistencial - uno (1) para la gerencia.

Adicionalmente, la empresa cuenta con un espacio aislado para la desinfección de las móviles por causa de la pandemia por el covid-19, lo cual cumple con las directrices dadas por el ministerio de salud para prestar un óptimo servicio asistencial con la bioseguridad pertinente para garantizar una buena salud social.

Dentro de los recursos físicos Serbiomed Ltda. posee un stock biomédico con dispositivos médicos puestos a servicio asistencial.

Los dispositivos médicos están definidos por la Organización Mundial de la Salud, como cualquier instrumento, aparato, implemento, máquina, artefacto, implante, reactivo para uso in vitro, material u otro artículo similar o relacionado, destinado por un fabricante a ser

utilizado, solo o en combinación, para seres humanos, para uno o más de los fines médicos específicos de:

- Diagnóstico, prevención, monitoreo, tratamiento o alivio de enfermedades.
- Diagnóstico, monitoreo, tratamiento, alivio o compensación por una lesión.
- Investigación, reemplazo, modificación o apoyo de la anatomía o de un proceso fisiológico.
- Apoyar o mantener la vida. Control de la concepción.
- Desinfección de dispositivos médicos.
- Proporcionar información mediante el examen in vitro de muestras derivadas del cuerpo humano.

Ilustración 1. Flotilla de Ambulancias al servicio de la comunidad.



Fuente: Serbiomed Ltda. Tomada el: 09/11/2021

Ilustración. 2 Traslados a nivel nacional.



Fuente: Serbiomed Ltda. Tomada el: 09/11/2021

### 3.8.2 Servicios prestados y cobertura

Serbiomed Ambulancias es una empresa familiar con más de dos décadas de experiencia en el sector salud. Ofrecemos servicios de ambulancia para eventos, particulares y empresas, las 24 horas del día, todos los días del año.

Empresas líder en el segmento del transporte sanitario, que nace a la par con la Ingeniería Biomédica en Colombia como una disciplina que utiliza los conocimientos avanzados en las ciencias de la ingeniería y la medicina para mejorar la salud humana, principalmente a través de su integración en la práctica clínica puesta al servicio del transporte asistencial de pacientes.

Ilustración. 3 Móviles de tipo servicio básico.



Fuente: Serbiomed Ltda. Tomada el: 09/11/2021

### 3.8.3 Mantenimientos

Los mantenimientos en la empresa Serbiomed Ambulancias se realizan planes de mantenimiento de tipo preventivo en el área de ingeniería de acuerdo al manual de usuario de cada equipo. Adicionalmente, la empresa cuenta con convenios con empresas especializadas en las marcas de cada equipo para así brindarle un efectivo mantenimiento correctivo en caso de presentar alguna anomalía de tipo electrónico.

Ilustración 4. Mantenimiento de un pulso-oxímetro.



Fuente: Fotografía tomada por las autoras.

### 3.9 Equipos del área de Ingeniería Biomédica

A continuación se relacionan la tecnología biomédica adquirida por la empresa Serbiomed Ambulancias Ltda. para prestar su servicio a la comunidad colombiana.

Cuadro 1. Equipos biomédicos dentro del stock sanitario.

		FORMATO DE INVENTARIO			
		PROCESO DE INSUMOS Y TECNOLOGIA			
IDENTIFICACION DE ACTIVO					
1	EQUIPO	MARCA	MODELO	RIESGO	TIPO DE COMPLEJIDAD
2	FONENDOSCOPIO	ALPK2	ADULTO	I	BAJA
3	FONENDOSCOPIO	ALPK2	PEDIATRICO	I	BAJA
4	TENSIOMETRO ADULTO	ALPK2	ADULTO	I	BAJA
5	TENSIOMETRO PEDIATRICO	ALPK2	PEDIATRICO	I	BAJA
6	MONITOR DE SIGNOS VITALES	MINDRAY	MEC1200	IIB	MEDIA
7	SUCCIONADOR	THOMAS	1615	IIA	BAJA
8	BOMBA DE INFUSION	BAXTER	LO-GARD-620	IIB	MEDIA
9	EQUIPO DE ORGANOS	WELCH ALLYN	95001	IIB	BAJA
10	VENTILADOR DE TRANSPORTE	UNIVENT	IMPACT 754M	IIB	ALTA
11	DESFIBRILADOR	ZOLL	M SERIES	IIB	MEDIA
12	GLUCOMETRO	NIPRO	TRUE RESULT	IIA	MEDIA

Fuente: Serbiomed Ltda.

### 3.10 Normas de tecno vigilancia

A nivel hospitalario es pertinente hablar sobre la tecno vigilancia la cual está definida como el proceso por medio del cual se determinan de forma objetiva la presentación de efectos adversos o incidentes producidos por los dispositivos médicos, logrando con esto identificar, notificar y realizar trazabilidad a las causas y factores asociados para la presentación de ellos, pudiendo con esto cuantificar la frecuencia, gravedad e incidencia de los eventos y poder prevenirlos.

Ahora bien, las normas de seguridad eléctrica surgieron para mitigar aquellos accidentes ocasionados al interior de las instituciones de prestación de salud, haciendo énfasis en los principales motivos de incidentes adversos clasificados en: Equipos en mal estado, cableado defectuoso y corrientes de fugas en los equipos. Se identifican los problemas eléctricos como la segunda causa de incendios en los hospitales, en mayor medida por la violación de las normas del buen uso de equipo y reglamentos de instalaciones.

Los accidentes con mayor frecuencia incurrir en las siguientes causas:

- **Accidentes que se deben a error humano:** En donde se presentan como una falsa maniobra y a su vez cuando se genera un error en la manipulación de los contactos y protección de los equipos.
- **El creciente uso de equipos tales como:** La utilización de monitores cardiacos, inyectores de tinte, catéteres cardíacos y otros dispositivos auxiliares de cirugía aumenta la amenaza de descargas eléctricas para el sistema circulatorio del paciente.
- **Las corrientes de fuga se pueden originar por diferentes causas:** Este tipo de accidentes pueden ser ocasionados por fallas de aislamiento en cables, acoplamientos electromagnéticos y fallas del sistema eléctrico y las propias de los equipos electrónicos, así éstos trabajen perfectamente. Con esto se debe tener especial cuidado debido a que los equipos biomédicos son muy sensibles a la calidad de la onda de tensión, por eso es necesaria la alimentación desde un sistema IT.

### **Normativa**

- Es habitual que en los países existan reglamentaciones respecto a las buenas prácticas en Ingeniería, en este caso la ingeniería eléctrica.
- Existen recomendaciones, normas nacionales e internacionales, códigos y reglamentos de obligatorio cumplimiento. Lo que significa que la seguridad física de los pacientes está asegurada desde las constituciones de cada país
- Quizás las normas más aceptadas a nivel mundial son las expedidas por Comisión Internacional Electrotécnica o IEC, y en este caso a la fecha tiene la norma más reciente que incluye mayor seguridad al considerar los más recientes adelantos tecnológicos, se trata de la IEC 60364-7-710: 2002-11.
- Existen recomendaciones, normas nacionales e internacionales, códigos y reglamentos de obligatorio cumplimiento. Lo que significa que la seguridad física de los pacientes está asegurada desde las constituciones de cada país.

### **Clasificación de los Equipos**

#### **Clasificación de equipos biomédicos con respecto a la seguridad**

Cuando se desea adquirir o diseñar un equipo biomédico, no sólo deben tenerse en cuenta especificaciones relacionadas con el objetivo de la medida a realizar, sino también que desde el punto de vista de la seguridad debe evitarse o minimizarse el peligro de descarga eléctrica o choque eléctrico por parte del paciente o del personal que pueda Ing. Daniel Thevenet 2008

o choque eléctrico por parte del paciente o del personal que pueda utilizarlo o entrar en contacto con él

Existen varios organismos e instituciones que se dedican a establecer los niveles de seguridad y comprobar que estos se cumplan antes de homologarlos. Entre ellos:

- AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación)
- IEC (International Electrotechnical Commission)
- IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)

### **Clasificación según la IEC**

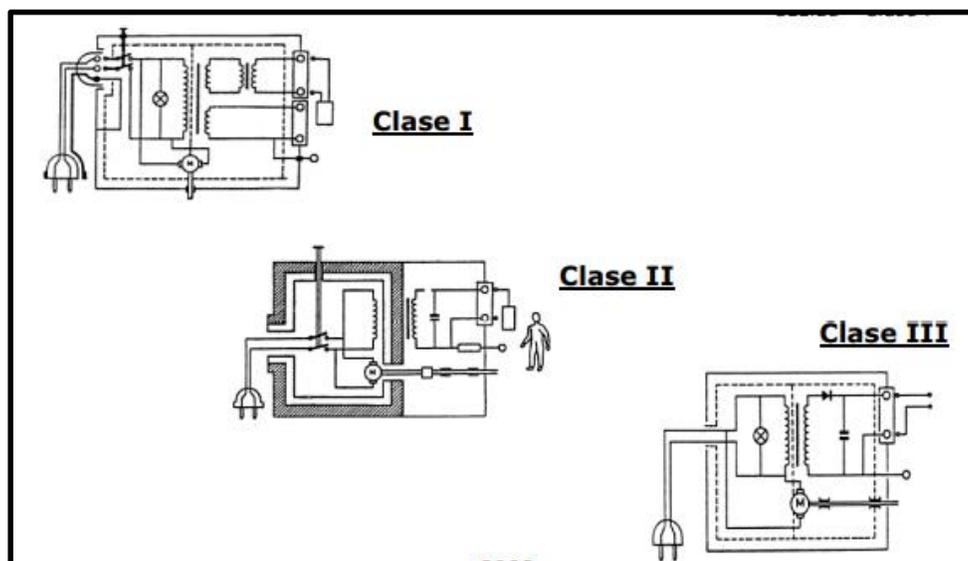
#### **Según la protección utilizada**

**Clase I:** Aquellos equipos en los que la protección no se obtiene sólo del aislamiento básico, sino que se incluyen precauciones auxiliares, de forma que se dispone de una conexión de las partes conductoras accesibles al conductor de tierra de forma permanente, para que puedan estar a tensión elevada en caso de fallo aislamiento.

**Clase II:** Aquellos en los que la protección no recae sólo sobre el aislamiento básico, sino que se dispone de un doble aislamiento o aislamiento reforzado, no existiendo provisión de una puesta a tierra de seguridad. Existen tres tipos generales de equipos de esta clase: los que incorporan una cubierta aislante, los de cubierta metálica y mixtos.

**Clase III:** Aquellos equipos en los que la protección se basa en alimentar a tensiones muy bajas de seguridad, no generando tensiones mayores que está en el equipo.

Ilustración 5. Clasificación de Equipos según la composición.



Fuente: [Microsoft PowerPoint - Clase 07 \[Modo de compatibilidad\] \(fmed.edu.uy\)](#)

Tomada el: 09/11/2021

Según el nivel de protección

- **Tipo B:** Son todos aquellos equipos de las clases I, II, III o con alimentación interna que provean un adecuado grado de protección respecto a corrientes de fugas y fiabilidad de la conexión de tierra (si es el caso). Según la norma IEC, deberán ser equipos tipo B todos aquellos equipos de uso médico que no tengan una parte directamente aplicada al paciente.
- **Tipo BF:** Aquellos de tipo B con la entrada o parte aplicada al paciente mediante circuitos flotantes. Según la norma IEC, deberán ser equipos tipo BF todos aquellos equipos que tengan una parte aplicada al paciente.

**Según el nivel de protección:**

- **Tipo CF:** Aquellos equipos de las clases I,II o alimentados internamente que permitan un alto grado de protección en relación con corrientes de fugas y con entrada flotante. Según la norma IEC, deberán ser equipos tipo CF todos aquellos en que se pueda establecer un camino directo al corazón del paciente.
- **Tipo H:** Aquellos de las clases I,II,III o alimentados internamente que provean protección frente a descargas eléctricas comparables a las que se obtienen en los electrodomésticos.

**Precauciones:** Del estudio realizado sobre riesgos de los pacientes puede observarse que existen dos métodos principalmente para protegerlos y aumentar su seguridad.

- **Principio de aislamiento del paciente:** Tiene como objeto evitar que se pueda cerrar cualquier lazo de corriente a través del paciente, manteniéndolo completamente aislado.
- **Principio de equipotencialidad:** Tiene como objetivo que los equipos que pueden entrar en contacto con el paciente no puedan tener una diferencia de potencial entre masas a 40 mV en las zonas de cuidados (cuidados intensivos, quirófanos, habitaciones, etc.) o 500 mV en las áreas generales.

**Cubiertas y protecciones:** El equipo se deberá construir de forma tal que exista una protección adecuada contra el contacto accidental con las partes sometidas a tensión. Esta protección deberá mantenerse durante el funcionamiento normal del equipo, en caso de cambio de ubicación o apertura de cubierta o tapas para las que no se requiera ningún tipo de herramienta.

**Aislamiento e impedancias de protección:** Las partes del equipo aplicadas al paciente deberán aislarse de las partes sometidas a tensión y en particular de la red eléctrica. Nunca se permitirán mayores fugas que las correspondientes a un “primer fallo”. Las formas en las que esto se puede conseguir con variadas y entre ellas pueden citarse: aislamiento básico y puesta a tierra, cubriendo la parte del equipo aplicada con un conductor a tierra, separando la parte aplicada del equipo con otro circuito de puesta a tierra, por doble aislamiento, utilizando impedancias de protección colocadas en los sitios adecuados y uso de amplificadores de aislamiento

## 4. INFORME DE PASANTÍA

### 4.1 Equipos Biomédicos utilizados

#### 4.1.1 Bomba de Infusión

Una bomba de infusión inyecta fluidos, medicación en el sistema circulatorio del paciente. Las bombas de infusión pueden administrar líquidos que de otra manera podrían ser bastante difícil o impracticables si se realizan manualmente por personal por inyecciones con bolos repetitivos requeridas por el paciente, hasta un máximo por hora o fluidos cuyos volúmenes varían con el tiempo a lo largo del día.

Cuadro 2. Ficha técnica de la Bomba de infusión.

	<b>BOMBA DE INFUSIÓN</b>	
	<b>MARCA</b>	BAXTER
	<b>MO DELO</b>	FLO-GARD 6201
<b>DIENSIONES</b>		
<b>ALTURA</b>	11,4 pulg (29 cm)	
<b>ANCHURA</b>	8 pulg (20 cm)	
<b>PROFUNDIDAD</b>	3,1 pulg (13 cm)	
<b>PESO</b>	11,6 lbs (5,3 kg)	
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>		
<b>Rango de flujo</b>	1 – 99,9 mL/hr en incrementos de 0,1 mL/hr y 1 – 1,999	
<b>Rango de VTBI</b>	mL/h en incrementos de 1 mL/h	
<b>Registro de alarmas</b>	Últimas 10 alarmas	
<b>Batería</b>	12 voltios, 2,0 amperios, plomo ácido sellado	
<b>Cargador de batería</b>	80% cargado en 8 horas	
<b>Duración de la batería</b>	6 horas a 1,400 mL/h	
<b>Cable de alimentación</b>	Reemplazable por Biomed 2,9 m (9 pies)	
<b>Corriente de fuga</b>	Menos de 30 uA	
<b>Fusible</b>	1/2 amperio, 250 voltios, lento	
<b>Puerto de comunicaciones</b>	Puerto serie RS232	
<b>Requisitos de alimentación</b>	115 VAC, 60Hz, 30W	
<b>Tiempo para mantenimiento</b>	Trimestral	

Fuente: Autoras.

### 4.1.2 Incubadora de Transporte

Es un equipo fundamental de una unidad de tratamiento intensivo neonatal. Consiste en una cámara cerrada de material transparente que incluye un acolchado esterilizado para acostar al bebé, con calefacción por convección, filtro de aire exterior, ventanas para manipular al paciente, y diversos y sofisticados sistemas de monitoreo que incluyen control de peso, respiración, cardíaco y de actividad cerebral

Cuadro 3. Ficha técnica de la incubadora de transporte.

INCUBADORA DE TRANSPORTE	
	MARCA Ningbo David
	MODELO TI- 2000
ESPECIFICACIONES	
FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE CA	AC220V±230V/50Hz
FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE DC	DC12V/10A ó DC24V/6A
ENERGÍA DE ENTRADA	400 VA
MODOS DE CONTROL	El modo de aire y el bebé controlados por micro-ordenador.
GAMA DE TEMPERATURA AIRE	25°C - 37°C (modo Override: 37°C - 38°C)
GAMA DE TEMPERATURA BEBÉ	34°C - 37°C (modo Override: 37°C a 37,5°C)
PRECISIÓN DEL SENSOR DE TEMPERATURA DE PIEL	<0,3°C
VARIABILIDAD DE LA TEMPERATURA	<1,0°C
Uniformidad de la temperatura	<0,5°C (con el colchón en posición horizontal)
Ruido dentro de la cabina	< 5 dB (A) (Medio Ambiente ruidos 45dB(A))
Indicadores de alarma	Alarma de exceso de temperatura, alarma de desviación de la temperatura, sensor de alarma, alarma de error de motor del ventilador, alarma de fallo de energía y así sucesivamente.
Operación en equilibrio de temperatura	< 3,5 hrs (en condiciones de temp. estable). Una batería adicional puede ser incluida para brindar más de 6 horas de trabajo en condiciones de temperatura estable.
TEMPERATURA DE AMBIENTE	
Rango de operación	10°C - 30°C
Ajuste de temperatura debe ser mayor de 3°C a la temperatura ambiente	
Rango de movimiento de aire en ambiente	< 1,0 m/s

Fuente: Autoras.

### 4.1.3 Monitor de Signos Vitales

Es un dispositivo que permite detectar, procesar y desplegar en forma continua los parámetros fisiológicos del paciente. Consta además de un sistema de alarmas que alertan cuando existe alguna situación adversa o fuera de los límites deseados

Cuadro 4. Ficha técnica del Monitor de Signos Vitales Multiparámetros.

MONITOR MULTIPARAMETROS	
MARCA	Mindray
MODELO	iMECS
ESPECIFICACIONES	
DIMENSIONES	260 mm(L) x 140 mm (W) x 205 mm(H)
PESO	Configuración normal: 3,6 kg
TIPO	LCD a color de 8,4" (Pantalla táctil) opción
RESOLUCIÓN	800 x 600 dpi
NUMERO DE ONDAS	Hasta 8
VISUALIZACIÓN DE FORMAS DE ONDA	Hasta 11
INTERFAZ SELECCIONABLE	Pantalla estándar; Pantallas letras grandes para cuidados intensivos; Representación de curvas, gráfico y
VELOCIDAD DE BARRIDO	12,5 mm/s, 25mm/s, 50mm/s
PARÁMETROS	
CONFIGURACIÓN ESTÁNDAR	ECG, NIBP, SpO2 Edm, Temperature (2 canales, una sonda de forma predeterminada)
OPCIONALES	SpO2 Nellcor, Temperatura rápida, IBP (2-canales), CO2, Impresora
INTERFAZ I/O	Puerto RJ-45 Ethernet, IEEE 802.3, Salida VGA, Analógicas y salida de llamadas de enfermería, Conexión inalámbrica (opcional), WLAN 802.11 de 54Mbps, Salida para sincronización con

Fuente: Autoras.

#### 4.1.4 Ventilador Mecánico

La ventilación mecánica es un tratamiento de soporte vital, en el que utilizando una máquina que suministra un soporte ventilatorio y oxigenatorio, facilitamos el intercambio gaseoso y el trabajo respiratorio de los pacientes con insuficiencia respiratoria. El ventilador mecánico, mediante la generación de un gradiente de presión entre dos puntos (boca / vía aérea – alvéolo) produce un flujo por un determinado tiempo, lo que genera una presión que tiene que vencer las resistencias al flujo y las propiedades elásticas del sistema respiratorio

Cuadro 5. Ficha técnica del Ventilador de transporte.

	<b>VENTILADOR DE TRANSPORTE</b>	
	<b>MARCA</b>	Uni-vent
	<b>MODELO</b>	Impact Uni-vent 754
<b>ESPECIFICACIONES</b>		
<b>RANGO DE VOLUMEN TIDAL</b>	0 a 3000ml	
<b>RELACIÓN</b>	E 1:1 Preestablecida, Ajustable: 1:1 a 1:399	
<b>SENSIBILIDAD</b>	Predeterminada, 1.5 a 2.0 cmH2O; Ajustable, 1.0 a 6.0 cmH2O	
<b>VELOCIDAD DE FLUJO AJUSTABLE</b>	0 a aprox 60 LPM (de 0 a aprox 1000ml/seg)	
<b>VELOCIDAD DE VENTILACIÓN AJUSTABLE</b>	1 a 150 bpm, en incrementos de 1 bpm ( $\pm 1$ dígito en el panel de la pantalla).	
<b>TIEMPO DE INSPIRACIÓN AJUSTABLE</b>	0,1 a 3 seg, en incrementos de 0,1 seg ( $\pm 1$ dígito en el panel de la pantalla); Relación I: E 1:2 preestablecida	
<b>FI O<sub>2</sub> AJUSTABLE</b>	21% a 100% (mezclador interno de aire/oxígeno), resolución en incrementos de 1%, con una precisión de $\pm 10\%$ .	
<b>ALARMA DE BAJA PRESIÓN AJUSTABLE</b>	0 a 50 cmH2O; en incrementos de 1 cmH2O	
<b>ALARMA DE ALTA PRESIÓN AJUSTABLE</b>	15 a 100 cmH2O; en incrementos de 1 cmH2O	
<b>ALIVIO DE PRESIÓN INSPIRATORIA AJUSTABLE</b>	15 a 100 cmH2O; en incrementos de 1 cmH2O	
<b>SENSIBILIDAD DE ASISTENCIA/SIMV Predeterminada</b>	1,5 a 2,0 cmH2O de presión final	
<b>SUSPIRO SE PRODUCE UNA VEZ CADA 100 VENTILADORES O 7 MINUTOS, LO QUE OCURRA PRIMERO</b>	Duración del suspiro = 150% Vt (truncado a un máximo combinado de 3 segundos)	

Fuente: Autoras.

### 4.1.5 Desfibrilador

Es un tipo de desfibrilador computarizado que analiza automáticamente el ritmo cardíaco de una persona que está sufriendo un paro. Cuando sea necesario, libera una descarga eléctrica al corazón para restablecer su ritmo normal.

Cuadro 6. Ficha técnica del Desfibrilador.

		DESFIBRILADOR	
		MARCA	ZOLL
		MODELO	M Series
ESPECIFICACIONES			
TAMAÑO DE LA PANTALLA	6,3 pulgadas (17 cm) en diagonal		
TAMAÑO	25,9 cm (10,2 pulgadas) de alto x 25,9 cm (10,2 pulgadas) de ancho x 22,10 cm (8,7 pulgadas) de profundidad.		
Peso	7,92 kg (17,2 lb) con cable multifunción y batería 8,71 kg (19,2 lb) con palas y batería.		
TIPO DE BATERÍA	Recargable, de plomo ácido, sellada.		
TIEMPO DE RECARGA	4 horas o menos con cargador integrado		
ESTÁNDARES DE DISEÑO	Cumple o supera las normas UL 2601, AAMI DF-39, IEC 601-2-27 e IEC 601-2-28		
SEGURIDAD DEL PACIENTE	Todas las conexiones de paciente están aisladas desde el punto de vista eléctrico.		
ESPECIFICACIONES AMBIENTALES	Humedad: 5 a 95% de humedad relativa, sin condensación; Vibración: Mil Std 810E, prueba de integridad mín; shock: IEC 625, IP24; compatibilidad electromagnética (CEM): CISPR11 Clase B Emisiones radiadas y conducidas; IEC 60601-1-2 a 20 V/m; descarga electrostática: IEC 1000-4-2; Susceptibilidad conducida: IEC 1000-4-4, 1000-4-5, 1000-4-6.		
ALIMENTACIÓN DE CA	Satisface todos los requisitos de seguridad de IEC, UCL y AAMI.		
CONTROL ON/OFF	Panel frontal y palas		
OPCIONALES	Caja de transporte Xtreme Pack 1, caja de caucho resistente Xtreme Pack 2 para obtener mayor protección.		

Fuente: Autoras.

## **4.2 Mantenimientos Realizados**

Al hablar de mantenimientos realizados en el equipamiento biomédico se debe tener en cuenta los conceptos de cada tipo de estos presentes en el área de ingeniería, como lo es el mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo.

- **Mantenimiento Preventivo**

Aquella acción que se realiza con el fin de prolongar la vida útil de un dispositivo, así mismo es aquel que busca prevenir desperfectos o averías en los mismos.

- **Mantenimiento Correctivo**

Aquella técnica con la cual se corrigen los defectos observados en los equipamientos o instalaciones, es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos para corregirlos o repararlos.

- **Mantenimiento Predictivo**

Se conoce como el conjunto de técnicas instrumentales de medida y análisis de variables para caracterizar en términos de fallos potenciales la condición operativa de los equipos productivos.

Ahora bien durante el tiempo de pasantía se colocó en práctica los conocimientos realizando semanalmente mantenimientos preventivos a los equipos existentes en la empresa Serbiomed Ambulancias, generando un excelente estado de estos al momento de ser empleados durante los traslados asistenciales. Por otra parte se tuvo la fortuna de aprender sobre el mantenimiento correctivo a mano de los proveedores de los equipos vinculados con la institución, haciendo crecer aún más nuestra experiencia como tecnólogas en mantenimiento de equipos biomédicos.

## **4.3 Documentación realizada durante el periodo como pasantes en el área mantenimiento de Equipos Biomédicos**

Durante la pasantía con la familiarización con la documentación de la empresa se propuso un nuevo formato según la norma 3100 de 2019 adicionando el código del equipo, registro invima, fecha de compra del equipo, organización en un solo formato según lo planteado al Ingeniero Biomédico Jaime Zalamea.

Cuadro 7. Formato hoja de vida de equipos biomédicos.

	<b>Hoja de Vida Equipos Biomedicos</b>				03-PT1-F2 Versión:2	
	<b>Proceso de Insumos y Tecnología</b>				Actualización: Enero de 2016 Página 1 de 3	
<b>I. IDENTIFICACION</b>						
CODIGO DEL EQUIPO			SEDE			
CODIGO DEL PRESTADOR			DISTRITO			
<b>II. IDENTIFICACION DEL EQUIPO</b>						
NOMBRE:					FOTO EQUIPO MEDICO	
MARCA:						
MODELO:			SERVIDIO Y AREA:			
INVENTARIO:			INYMA    SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			
FECHA DE FABRICACION:			SERE    SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			
VIDA UTIL						
TIPO						
<b>III. REGISTRO TECNICO DE INSTALACION</b>						
FUENTE DE ALIMENTACION		VOLTAJE MIN		POTENCIA		VELOCIDAD
TEC. PREDOMINANTE		CORRIENTE MAX		FRECUENCIA		PESO
VOLTAJE MAX		CORRIENTE MIN		PRESION		TEMPERATURA
<b>III. REGISTRO TECNICO DE INSTALACION</b>						
RANGO DE VOLTAJE		RANGO DE CORRIENTE		RANGO DE TEMPERATURA		
RANGO DE PRESION		RANGO DE VELOCIDAD		FRECUENCIA		
RANGO DE HUMEDAD		RANGO DE POTENCIA		PESO		
<b>III. REGISTRO TECNICO DE INSTALACION</b>						
APOYO TECNOLOGICO		FECHA DE COMPRA		FABRICANTE		PROVEEDOR
COMPRA DIRECTA		FECHA DE INSTALACION		PAIS		PAIS
TRANSFERENCIA		TIEMPO DE GARANTIA		CIUDAD		CIUDAD
DONACION		FECHA INICIO GARANTIA		TELEFONO		TELEFONO
N° CONTRATO		FECHA FIN GARANTIA		CORREO		CORREO
<b>REGISTRO DE APOYO TECNICO</b>						
MANUALES: OPERACION <input type="checkbox"/> MTO <input type="checkbox"/> PARTES <input type="checkbox"/> DESPREE <input type="checkbox"/> PLANOS: ELECTRONICO <input type="checkbox"/> ELECTRICO <input type="checkbox"/> NEUMATICO <input type="checkbox"/> MECANICO <input type="checkbox"/>						
CLASIFICACION BIOMEDICA: <input type="checkbox"/> DIAGNOSTICO <input type="checkbox"/> PREVENCION <input type="checkbox"/> REHABILITACION <input type="checkbox"/> ANALISIS DE LAB <input type="checkbox"/> TTO Y MTO DE LA VIDA <input type="checkbox"/>						
CLASIFICACION POR RIESGO: I <input type="checkbox"/> IIA <input type="checkbox"/> IIB <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/>						
MANTENIMIENTO PERIODICIDAD DEL MANTENIMIENTO: 4-6 MESES <input type="checkbox"/> REQUIERE CALIBRACION: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> PERIODICIDAD CALIBRACION						
<b>COMPONENTES</b>						
NOMBRE		MARCA		MODELO		SERIE
<b>LISTA DE CHEQUEO DE DOCUMENTOS SOPORTES ANEXOS A LA HOJA DE VIDA</b>						
NO.	DOCUMENTO	ANEXO	NO ANEXO	NO APLICA	OBSERVACIONES	
1	COPIA REGISTRO SANITARIO					
2	COPIA FACTURA					
3	MANUAL TECNICO					
4	MANUAL DE USUARIO					
5	GUIA RAPIDA DE OPERACION					
6	RECOMENDACION DEL FABRICANTE PARA USO DE ACCESORIOS Y					
7	RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE PARA CALIBRACION					
8	ACTA DE INGRESO					
9	REGISTRO DE CAPACITACIONES					
10	REGISTRO HISTORICO					
11	REGISTRO DE SERVICIO					
12	CERTIFICADO DE CALIBRACION					

Fuente: Autoras.

Analizando los inconvenientes con el personal operativo se implementó un formato para informar en qué momento se conectan y se descargan los equipos ya que en el proceso se encontró que no se estaba llevando el proceso correctamente.



Cuadro 9. Cronograma de actividades realizadas en la pasantía.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PASANTÍA DICIEMBRE 2020 A MARZO 2021																
REALIZADO POR ANDREA PAOLA SÁNCHEZ RODRÍGUEZ																
ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA PASANTÍA	dic-20				ene-21				feb-21				mar-21			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Observación objetiva de la estructura empresarial en Serbiomed Ambulancias Ltda.	■	■														
Familiarización con el entorno operativo de la empresa.		■	■													
Organización y chequeo del stock biomédico perteneciente a la empresa.					■	■										
Realización de mantenimiento preventivos a los equipos biomédicos y realización de auditorías de insumos pertenecientes a las móviles (ambulancias).							■	■	■	■						
Planteamiento de mejoras a nivel operativo en la empresa en pro de un óptima vida útil de los equipos biomédicos.											■	■	■	■	■	■
CONVERSIONES	S1				Primera Semana											
	S2				Segunda Semana											
	S3				Tercera Semana											
	S4				Cuarta Semana											

Fuente: Andrea Paola

#### 4.4.2 Cronograma de actividades realizado por Diana Carolina

Cuadro 10. Cronograma de actividades realizadas

Actividades Realizadas de Enero a Marzo de 2021												
ACTIVIDAD	Enero			Feb			Marzo					
Planteamiento del problema	■	■	■									
Objetivos	■	■	■	■								
Organización				■	■	■						
Marco de Referencia					■	■	■					
Metodología					■	■	■	■				
Resultados						■	■	■	■			
Conclusiones											■	■

Fuente: Diana Carolina.

#### 4.5 Beneficios obtenidos durante el desarrollo de la pasantía

##### 4.5.1 Beneficios de Andrea Paola

A partir de lo vivido durante esta experiencia pude obtener un mayor aprendizaje en cuánto a la operación e importancia que tienen los equipos biomédicos en el entorno hospitalario, siendo una herramienta fundamental para garantizar una excelente calidad de vida en el ser humano. Además, puse en práctica todos aquellos conocimientos adquiridos sobre el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo que se debe tener en cuenta al trabajar con tecnología sanitaria.

A nivel personal la pasantía me hizo aún más responsable y comprometida con la carrera que hace un tiempo elegí, comprendí que el éxito para lograr las cosas bien hechas se basa en la disciplina y organización de las tareas.

##### 4.5.2 Beneficios de Diana Carolina

Cuadro 11. Beneficios adquiridos durante la pasantía.

<b>BENEFICIOS DIANA</b>	
<b>1</b>	Aprender más acerca de la tecnología biomédica , casos de la vida real y su aplicaciones
<b>2</b>	Fortalecer habilidades orales y escritas al interactuar y practicar en un entorno de profesionales.
<b>3</b>	Obtener una mayor conciencia de tus atributos, cualidades, habilidades y valores personales
<b>4</b>	Enfrentarás problemas reales que te convertirán en un profesional más competente y te darán luces para cuando te insertes formalmente en el mercado laboral.
<b>5</b>	Fortalecer habilidades de mantenimiento
<b>6</b>	Podrás aplicar las teorías aprendidas en clases en situaciones reales de trabajo y sentirás que aprendes igual o más que en la universidad.

Fuente: Diana Carolina.

#### **4.6 Aportes en la pasantía**

##### **4.6.1 Aportes de Andrea Paola**

Al momento de llegar a Serbiomed Ambulancias Ltda pude darme cuenta que se hallaba un gran desorden a todo nivel, así que uno de mis aportes fue darle un cambio al espacio de Biomédica que recibí para poner en práctica mis habilidades y conocimientos, el cambio radica en organizar y limpiar la herramienta que se tenía a disposición del departamento de Ing. Biomédica, así mismo organicé los documentos de cada móvil los cuales se encontraban distribuidos por toda la oficina, colocándolos en sus respectivas carpetas.

A nivel de mantenimiento mi aporte se radicó en revisar las camillas del stock y de cada móvil, limpiándolas y arreglando lo que tenía en malas condiciones para estar en uso diario.

#### **4.6.2 Aportes de Diana Carolina**

De acuerdo a lo observado en la empresa Serbiomed Ambulancias Ltda., se realiza el aporte de un formato para el registro de carga de los equipos según las habilidades y conocimientos, se realiza esta adecuación por la situación de encontrar los equipos descargados sin ningún control y capacitación al personal para el buen uso de los equipos

A nivel de equipos se presentó varias propuestas para la marcación de los equipos ya que la marcación que se tenía se había realizado hace mucho tiempo y sin ningún control con la actualización de los equipos

#### **4.7 Resumen**

**Normativa:** Norma o conjunto de normas por las que se regula o se rige determinada materia o actividad.

**Capacidad:** Se refiere a los recursos o actitudes que tiene un individuo, entidad o institución, para desempeñar una determinada tarea o cometido.

**Servicio:** Es un conjunto de actividades que buscan satisfacer las necesidades de un cliente.

**Mantenimiento:** Programa de conservación de un equipo para su buen estado o en una situación determinada para evitar su degradación.

**Implementación:** Acción o efecto de implementar una mejora.

**Asistencia:** Se refiere a las actividades asistenciales de prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación que se realicen en centros sanitarios o socio sanitario, así como el transporte.

## **5. Recomendaciones**

Como pasantes en Tecnología en Mantenimiento de Equipos Biomédicos y Electro medicina consideramos pertinente expresar a manera de recomendación para la empresa Serbiomed Ltda, crear un programa interno que ofrezca permanentemente las capacitaciones necesarias para todo el personal vinculado a la institución desde el cargo de servicios generales hasta la gerencia, esto con el fin de garantizar el óptimo funcionamiento bajo la normativa vigente en todo el campo de operación de la empresa.

Adicionalmente consideramos adecuado mencionar que es necesario por parte de la empresa brindar un mejor acompañamiento a los futuros pasantes, guiándolos en una buena práctica de sus conocimientos académicos adquiridos desde la Universidad, con el fin de formar Tecnólogos y/o Profesionales perfectamente capacitados en el ámbito laboral.

## **6. Conclusiones**

Durante el tiempo asignado para realizar la pasantía se logró aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en la universidad, realizando una adecuada del equipamiento biomédico con el cual se pudo comprender sobre la importancia que tiene la clasificación biomédica al momento de ser manipulados los equipos de la empresa y a su vez se logró identificar aquellas fichas técnicas donde se consigna aquella información proporcionada por el fabricante de la tecnología.

Por parte de la actividad como Tecnólogas en mantenimiento se adquirieron nuevos conocimientos tanto teóricos como prácticos al momento de realizar los diferentes tipos de mantenimientos requeridos para los equipos y así obteniendo una mejor eficiencia en su funcionamiento.

Por último se cumplió con el cincuenta por ciento (50%) del requisito de grado estipulado por la Universidad al realizar el presente documento bajo la norma establecida para obtener el título de Tecnólogas en Mantenimiento de Equipos Biomédicos y Electro medicina.

## BIBLIOGRAFÍA

- Thevenet, Daniel (2008). *Curso de Electricidad, Electrónica e Instrumentación Biomédica con Seguridad -CEEIBS-*. Presentación power-point.Pdf. Available: [Microsoft PowerPoint - Clase 07 \[Modo de compatibilidad\] \(fmed.edu.uy\)](https://fmed.edu.uy)
- Serbiomed Ambulancias (2021). Pág. Web. Available: [Servicio de ambulancias en Bogotá y el resto de Colombia | Serbiomed \(serbiomedambulancias.com\)](https://serbiomedambulancias.com)
- Ccollana-Salazar, Y. (2015). Rotación del personal, absentismo laboral y productividad de los trabajadores. *Revista de Ciencias Empresariales de la Universidad de San Martín de Porres*, 50-59.
- Juárez.Adauta, S. (2012). Clima organizacional y satisfacción laboral. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 307-314.
- Organización Mundial de la Salud. (04 de Febrero de 2012). Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos. *Serie de documentos técnicos de la OMS sobre los dispositivos médicos*, págs. 24-38.
- William Orozco Murillo, MSc1. (27 de Febrero de 2013). Caracterización de la gestión del mantenimiento de equipo biomédico en servicios de urgencia de clínicas y hospitales de Medellín en el periodo 2008-2009. *Artículo de investigación clínica o experimental*, págs. 35-44.

# ANEXOS



**ANEXO A. MONITOR DE SIGNOS VITALES LADO FRONTAL.**



**ANEXO B. DESFIBRILADOR LADO FRONTAL.**



**ANEXO C. BOMBA DE INFUSIÓN LADO FRONTAL.**



**ANEXO D. INTERIOR MOVILES AL SERVICIO DE SERBIOMED LTDA.**



**ANEXO E. SUCCIONADOR.**



**ANEXO F. MÓVIL DE SERVICIO TIPO BÁSICO (TAB).**



**ANEXO G. DOTACIÓN INTERNA EN MÓVILES TIPO BÁSICO(TAB).**



**ANEXO I. CAMILLAS AMBULATORIAS.**