



**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**

*“Formando líderes para la construcción de un nuevo  
país en paz”*

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE  
EQUIPOS BIOMÉDICOS EN LA E.S.E HOSPITAL SAN  
ANTONIO DEL CERRITO.**

**Autor:**

Gabriel Yesid Peña

**Director:**

José Daniel Ramírez Corzo

**Ingeniería Electrónica  
Departamento de Ingenierías Eléctrica, Electrónica, Sistemas y  
Telecomunicaciones  
Facultad de Ingenierías y Arquitectura Universidad de Pamplona  
Pamplona, Colombia**

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, SISTEMAS Y  
TELECOMUNICACIONES**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA TRABAJO PRESENTADO PARA  
OPTAR POR EL TÍTULO DE  
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**TEMA:**

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE EQUIPOS BIOMÉDICOS EN LA  
E.S.E HOSPITAL SAN ANTONIO DEL CERRITO.**

**27/04/2021: 27/08/2021**

**NOMBRES Y FIRMAS DE AUTORIZACIÓN PARA LA SUSTENTACIÓN:**

---

**GABRIEL YESID PEÑA  
AUTOR**

---

**JOSÉ DANIEL RAMÍREZ  
DIRECTOR PASANTÍA**

---

**YESID EUGENIO SANTAFE  
DIRECTOR DE PROGRAMA**

**JURADO CALIFICADOR:**

---

**LUIS ALBERTO MUÑOZ  
JURADO 1**

---

**VICTOR JULIO VARGAS  
JURADO 2**

**PAMPLONA NORTE DE SANTANDER COLOMBIA**

*Para mis padres  
Samir Peña & Neide Peña*

## Agradecimientos

*El agradecimiento principal de mi trabajo es a Dios quien me ha guiado y me ha dado la fuerza para terminar mi carrera de una manera exitosa,*

*A mi padre, quien ha sido mi ejemplo a seguir, que desde niño estuve a su lado mirando y aprendiendo cada cosa que hacía, en el vi que con humildad y sacrificio se logra llegar a donde queremos estar.*

*A mi madre que envolviéndome en sus oraciones y guiándome por el mejor camino, me enseñó a no olvidarme de nuestro Dios, a educarme de una manera como solo una madre lo sabe hacer, a decirme siempre que todo en la vida se puede lograr, que por difíciles que sean las cosas siempre con fe y oración se sale adelante.*

*A mis hermanos que siempre han estado a mi lado brindándome su apoyo en la distancia, de quienes hoy en día me siento muy orgulloso por ser las personas que son.*

*A mi director de trabajo de grado José Daniel Ramírez Corzo, por todo el apoyo y confianza que siempre tuvo en mi persona para llevar a buen término este trabajo de grado.*

*A los profesores del programa Ingeniería Electrónica, los cuales con su gran conocimiento hicieron de mi un gran ingeniero durante toda la carrera.*

*A mis amigos y compañeros de estudio que, durante toda esa etapa de Universidad, con quienes pase momentos inolvidables que muy seguramente no volverán a suceder.*

## CONTENIDO

<b>Prefacio.....</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>PROBLEMA .....</b>	<b>5</b>
<b>JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>6</b>
Objetivo general .....	6
Objetivos específicos.....	6
<b>ESTADO DEL ARTE.....</b>	<b>6</b>
<b>ACOTACIONES .....</b>	<b>7</b>
<b>Referentes Teóricos .....</b>	<b>8</b>
<b>LEGISLACIÓN DEL MANTENIMIENTO.....</b>	<b>9</b>
<b>INVERSIONES EN EL MANTENIMIENTO. ....</b>	<b>9</b>
<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....</b>	<b>10</b>
Mantenimiento preventivo orientado a riesgos .....	10
Cálculo del nivel de prioridad.....	12
Inventario para el mantenimiento.....	14
Clasificación de los equipos biomédicos.....	14
Procedimiento para la inspección y el mantenimiento preventivo.....	15
<b>MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....</b>	<b>15</b>
Orden de trabajo.....	15
Programa de mantenimiento .....	17
Indicadores de gestión de mantenimiento preventivo.....	18
Eficacia del mantenimiento correctivo .....	19
<b>IMPLEMENTACIÓN DE GESTIÓN DE EQUIPOS MÉDICOS .....</b>	<b>19</b>
<b>LA GESTIÓN AUTOMATIZADA DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS MÉDICO – HOSPITALARIO .....</b>	<b>19</b>
Definición de indicadores de gestión del mantenimiento.....	19

Indicadores de costos de mantenimiento y costo/hora.....	21
PLATAFORMAS DE MANTENIMIENTO Y HOJAS DE VIDA.....	21
Metodología.....	26
INTRODUCCIÓN METODOLÓGICA.....	27
Levantamiento y actualización del inventario de equipos biomédicos en funcionamiento.....	27
Recolección de información y documentación del inventario de equipos biomédicos.....	27
Establecimiento del inventario para el mantenimiento.....	27
Odontología: en esta área de trabajo se encuentran 7 equipos que corresponden a equipos biomédicos, dichos equipos son:.....	28
➤ Unidad odontológica.....	28
➤ Lámpara de foto curado.....	28
➤ Lámpara de foto curado 2.....	28
➤ Cavitron.....	28
➤ Unidad odontológica portátil.....	28
➤ Pieza de alta.....	28
➤ Compresor.....	29
Sala de partos y esterilización: al igual que el área de urgencias, esta área cuenta con 10 equipos biomédicos en estado activo, estos equipos son los siguientes:.....	29
➤ Lámpara auxiliar rodable.....	29
➤ Lámpara de procedimientos.....	29
➤ Báscula digital.....	29
➤ Incubadora de bebés.....	29
➤ Laringoscopio.....	29
➤ Succionador.....	29
➤ Aspirador de mucosidad.....	29
➤ Ultrasonido de latidos fetales.....	29
➤ Cama de partos.....	29
➤ Monitor fetal.....	29
Laboratorio clínico: en esta área se encontraron 17 equipos en funcionamiento, es el área con mayor número de elementos biomédicos los cuales se mencionan a continuación:.....	29
➤ Glucómetro.....	29
➤ Nevera.....	29
➤ Termómetro digital.....	29
➤ Horno de secado.....	29
➤ Microcentrífuga.....	29
➤ Equipo de química.....	29

➤	Baño serológico .....	29
➤	Microscopio .....	29
➤	Cuenta células digital .....	29
➤	Agitador de Mazzini.....	29
➤	Centrifuga .....	29
➤	Horno incubador .....	29
➤	Micropipeta 10 ml.....	29
➤	Micropipeta 1000 ml.....	29
➤	2 micropipetas 100-1000 ml.....	29
➤	Micropipeta 10-100 ml.....	29
	Diseño del protocolo de mantenimientos y hojas de vida de equipos médicos.....	29
	mantenimiento correctivo.....	32
	Resultados.....	33
	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>34</b>
	<i>Recolección de información y documentación del inventario de equipos biomédicos.....</i>	<i>34</i>
	<i>Estado actual de los equipos del hospital San Antonio del Cerrito .....</i>	<i>34</i>
	<i>Inventario .....</i>	<i>34</i>
	Tabla 4. Inventario de equipos (autor) .....	35
	Hoja de vida equipos médicos .....	35
	Protocolos y gestión del mantenimiento.....	35
	<b>IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE .....</b>	<b>39</b>
	<i>Acceso a la plataforma.....</i>	<i>40</i>
	<i>Equipos .....</i>	<i>40</i>
	<i>Equipos agregados .....</i>	<i>42</i>
	<i>Visualización del equipo agregado.....</i>	<i>43</i>
	<i>Mantenimientos. ....</i>	<i>43</i>
	<i>Realizando mantenimiento .....</i>	<i>43</i>
	<i>Mantenimientos realizados.....</i>	<i>45</i>
	<b>MEJORAS EN LA APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LOS EQUIPOS DE LA E.S.E HOSPITAL SAN ANTONIO DEL CERRITO.....</b>	<b>46</b>
	Mantenimiento preventivo en los equipos .....	46
	Conclusiones .....	48
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>51</b>

**TABLAS**

Tabla 1: Asignación de peso por criterio	13
Tabla 2: Peso por criterio según condiciones de explotación	13
Tabla 3: Horas de operatividad al mes de los equipos biomédicos	35
Tabla 4: Inventario de equipos	35
Tabla 5: Inventario de equipos biomédicos (anexo)	53



## FIGURAS

Figura 1: Modelo básico de una orden de trabajo	10
Figura 2: Hoja de vida del equipo	30
Figura 3: Interfaz de acceso a la plataforma	40
Figura 4: Tabla de registro de equipos	40
Figura 5. Agregar nuevo equipo biomédico	41
Figura 6: Información del equipo	42
Figura 7: Lista de equipos agregados	42
Figura 8: Hoja de vida equipo biomédico	43
Figura 9: Realizar mantenimientos	43
Figura 10: Realizando mantenimiento	44
Figura 11: Lista de mantenimientos	45
Figura 12. Botones de visualización y eliminar mantenimiento (autor)	45
Figura 13. indicador de próximo mantenimiento (autor)	46
Figura 14: Hoja de vida del equipo (anexo)	51
Figura 15: Protocolo de mantenimiento (anexo)	52
Figura 16: Mantenimiento correctivo en bomba de infusión	55

---

# Prefacio

---

En este capítulo encontramos el contenido relacionado con las pasantías realizadas, inicialmente una introducción para contextualizar o enfocar el tema, así mismo el problema encontrado y la justificación del mismo, encontraremos los objetivos deseados al terminar las pasantías, también las acotaciones y una investigación relacionada con el tema.

## **INTRODUCCIÓN**

Los equipos biomédicos necesitan un mantenimiento preventivo cada determinado tiempo, esto para comprobar y asegurar su correcto funcionamiento a la hora de ser utilizados de manera intensa y continua. Por ello fue necesario llevar a cabo un cronograma y asegurarnos de cumplir con toda la normativa correspondiente para el buen funcionamiento de dichos equipos, es de vital importancia que estos dispositivos estén 100% funcionales en cualquier momento que requieran ser utilizados por el personal médico. Además, el mantenimiento biomédico es considerado como una herramienta fundamental de apoyo al personal médico y dirección de mantenimiento para los dispositivos de salud.

## **PROBLEMA**

En temas de salud, los equipos biomédicos son elementos de gran importancia como herramientas que facilitan el trabajo del personal médico, Sin embargo, un mal trato o descuido de estos puede llevar a ocasionar daños y por tanto un mal funcionamiento de dichos equipos. por esta razón nos adelantamos y prevemos estos posibles hechos y así evitamos que se presenten en un momento no deseado. Por tanto, es nuestra obligación mantener en buenas condiciones los equipos utilizados en procesos de salud ya que así se previenen accidentes o lesiones al momento de manipularlos.

## **JUSTIFICACIÓN**

En la E.S.E. San Antonio del Cerrito, existía la necesidad de optimizar un sistema de mantenimiento organizado orientado a los riesgos, con el fin de evaluar cada equipo biomédico según su nivel de prioridad. Para ello se creó un cronograma de mantenimiento preventivo para cada equipo instalado en la institución cada determinado tiempo, de igual manera era necesario hacer un estudio de cada máquina y en cuanto a eso se elaboró la hoja de vida de cada una de ellas. Con esto, pudimos establecer cuáles son los mantenimientos preventivos necesarios. Y mantener actualizada la información en todo momento y así tener más conocimiento del estado de los equipos.

Lo que se busco fue implementar una gestión de mantenimiento orientado a equipos dentro de la institución permitiéndole al personal de una manera organizada, mantener la seguridad y funcionalidad de los aparatos instalados en cada área de la institución.

## OBJETIVOS

### Objetivo general

- Desarrollar un sistema de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos biomédicos del hospital san Antonio del Cerrito.

### Objetivos específicos

- Levantar un inventario completo de todos los equipos presentes en la institución.
- Diseñar un protocolo de mantenimiento general, el cual sirve como guía para el mantenimiento biomédico de cualquier equipo presente en la institución.
- Crear una interfaz en software libre aplicad al almacenamiento en línea del protocolo de mantenimiento y hojas de vida para los equipos biomédicos del hospital san Antonio del Cerrito.
- Aplicar los protocolos elaborados para realizar el mantenimiento trimestral exigido por la secretaria de salud.

## ESTADO DEL ARTE

El siguiente texto es una investigación con relación al tema de las pasantías, da a conocer un manual de mantenimiento correctivo de equipos biomédicos en una fundación que ofrece servicios de salud.

### MANUAL PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE EQUIPOS BIOMÉDICOS EN LA FUNDACIÓN VALLE DEL LILI

El mantenimiento correctivo está orientado a corregir los defectos observados en los equipamientos o instalaciones, localizando las averías y reparándolas. Los costos de reparación de un equipo suelen ser mucho mayores en la etapa correctiva que en la etapa preventiva, y la literatura existente está orientada más hacia la prevención que hacia la corrección. Sin embargo, es inevitable que, en una institución hospitalaria como en cualquier otra, se presenten frecuentemente problemas en los equipos que no pudieron ser previstos o evitados mediante el mantenimiento preventivo o correctivo. Por esta razón, se hace necesario contar con protocolos para el mantenimiento correctivo que contengan criterios y procesos claramente definidos para mejorar la eficiencia y la eficacia en la solución de los problemas y que permitan la máxima disponibilidad en la prestación de los servicios. En este trabajo se presenta, como caso de estudio, el desarrollo e implementación de un Manual para la Gestión del Mantenimiento

Correctivo en una de las clínicas de más alto nivel en la ciudad de Cali: La Fundación Valle del Lili. [18]

## **ACOTACIONES**

Durante el desarrollo de las practicas se llevó a cabo tareas relacionadas con el mantenimiento de todos los equipos biomédicos, estas tareas consistían en revisiones tanto en la parte eléctrica como mecánica del dispositivo, cada revisión garantizo que las funciones del aparato se cumplieran de manera correcta, es por ello que la tarea fundamental del encargado es efectuar acciones de mantenimiento preventivo de forma programada a los equipos y hacer que se efectúen de manera correcta y así evitar posibles fallas en los equipos.

# Referentes Teóricos

---

En este capítulo del libro encontramos todo lo concerniente al tema a investigar, antecedentes relacionados con el mantenimiento de equipos biomédicos, inversiones y alguna legislación para este tipo de mantenimientos, de igual manera se muestra todo lo referente al mantenimiento preventivo y correctivo de equipos médicos, también la clasificación de dichos equipos según diferentes variables, ordenes de trabajo y procedimientos para la inspección del mantenimiento, plataformas de mantenimiento y hojas de vida.

## **LEGISLACIÓN DEL MANTENIMIENTO.**

La ley de 100/93, indica que cada hospital debe invertir en mantenimiento cada año para proteger su infraestructura física y equipamiento. Antes de 1993, las Inversiones dependían del sentido común de los directores. Ahora, el mantenimiento es una actividad obligatoria y se lleva a cabo sobre la base de las estrategias elegidas por la administración del hospital. En 1997, de acuerdo con la Ley 100/93, la Superintendencia Nacional de Salud, como autoridad de gobierno de los Sistemas Generales de Seguridad Social, emitió la circular N ° 29, que define la necesidad de desarrollar en todos los hospitales un plan de mantenimiento anual, para que las autoridades de cada hospital (administrador, jefe de mantenimiento y auditor fiscal) sean responsables. Dicha circular define los objetivos de mantenimiento de la siguiente manera:

- Garantizar la seguridad de los pacientes y el personal quienes administran y utilizan los recursos físicos del hospital.
- Apoyar el servicio de salud en el cumplimiento de los objetivos de calidad ordenados por la ley.
- Asegurar la disponibilidad y el funcionamiento eficiente de los recursos físicos necesarios para prestar servicios de salud y ayudar a reducir los costos de operaciones de la institución.

El plan de mantenimiento es visto como la herramienta de gestión que proporciona directrices a los departamentos de mantenimiento en todos los hospitales. [1]

## **INVERSIONES EN EL MANTENIMIENTO.**

Desde 1994, el Gobierno ha hecho algunas inversiones a través del Ministerio de Salud para ayudar las autoridades regionales y locales a desarrollar servicios de mantenimiento. Esos incluyen programas de entrenamiento y adquisición de herramientas e instrumentación con el objetivo de actualizar la tecnología requerida, en un programa inicial, y así poder asegurar el control de calidad en los servicios de mantenimiento. [2]

En cuanto al hospital San Antonio del Cerrito, al no ser una institución tan fortalecida económicamente además de ser una empresa pública, obtiene ayudas por parte de la alcaldía del municipio acogiéndose a la disponibilidad que esta tenga para suministrarle nuevos equipos, también se apoya de otras empresas prestadoras de servicios biomédicos para acuerdos de pago más accesibles para la institución. En cuanto al mantenimiento dispone de una persona encargada de dicha tarea, laborando bajo un contrato estipulado al iniciar el trabajo. Este se encarga de que todos los dispositivos con que cuenta la institución cumplan sus funciones de manera puntual.

## MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos se debe considerar un proceso, el cual mantiene en buen estado de funcionamiento los equipos o instrumentos en una institución. Se define también como el conjunto de acciones técnicas administrativas que se realizan para el cuidado e inspección sistemática de un equipo o instrumento con el propósito de mantenerlo en buen estado de funcionamiento, evitar y prevenir posibles fallas. La aplicación del mantenimiento preventivo permite que los equipos puedan ser usados de manera permanente o cuando sea requerido su uso para un procedimiento específico disminuyendo los posibles riesgos de paralización prolongada, discontinuidad del servicio y la falta de seguridad al paciente en el entorno hospitalario. El programa de mantenimiento preventivo se basa en la ejecución periódica de actividades que permitan que el equipo funcione correctamente. [3]

### Mantenimiento preventivo orientado a riesgos

El inventario para el mantenimiento orientado a riesgo se basa en la asignación de prioridad a partir de una evaluación integral de cada equipo. Puede haber equipos que por su bajo nivel de riesgo no se incluyen en el inventario para el mantenimiento y son atendidos durante la inspección o mantenimiento programado a su entorno, a solicitud del usuario o en mantenimiento correctivo solamente. La experiencia demuestra que, si el inventario no se hace para los equipos significativos, este se hace inmanejable o ineficiente. Se recomienda dar prioridad al mantenimiento del equipo basándose en criterios de riesgo. [4]

Diferenciación del equipamiento teniendo en cuenta tres niveles de riesgo

- *Alto*: equipos de soporte a la vida, resucitación y aquellos en que un fallo puede causar serios daños a pacientes u operadores.
- *Medio*: una anomalía puede tener un significativo impacto sobre el cuidado del paciente, pero no provoca de manera inmediata daños severos.
- *Bajo*: cualquier anomalía no causa serias consecuencias.

Las siguientes listas están agrupadas de acuerdo a la ECRI (*Emergency Care Research Institute*) clasifican los equipos médicos en estos tres niveles de riesgo, como se puede ver a continuación:



## **Equipos de alto riesgo, según la ECRI [5]**

- Unidad de anestesia y vaporizadores
- Ventiladores de anestesia
- Monitores de apnea (neonatales)
- Unidades de autotransfusión
- Desfibriladores (monitor desfibrilador y monitor marcapaso)
- Sistemas de diagnóstico radiológico
- Equipo de electrocirugía
- Monitor fetal
- Unidad de bypass corazón /pulmón
- Equipo de hemodiálisis
- Humificadores
- Unidad de hipo/hipertermia
- Incubadoras
- Bombas de infusión
- Bombas intra- aorta
- Láseres
- Oxímetros
- Analizadores y monitores de oxígeno
- Marcapasos
- Unidades de diálisis peritoneal
- Unidades fármaco- emulsificación
- Monitores y sistemas para controlar variables fisiológicas
- Calentadores
- Inyectores radiográficos
- Resucitador cardíaco
- Resucitador pulmonar
- Esterilizador
- Regulador de succión traqueal
- Aspiradores
- Torniquete neumático
- Monitor transcutáneo (invasivo)
- Unidad de medición de presión sanguínea invasiva
- Capnometro
- Ventiladores

## **Equipos de medio riesgo, según ECRI [5]**

- Electrocardiógrafos
- Reguladores (aire, oxígeno, succión)
- Analizadores de pH/gas en sangre
- Calentadores de sangre
- Equipos de medición de presión sanguínea
- Centrifugas
- Equipo de laboratorio clínico
- Electroencefalógrafos
- Fono cardiógrafos

- Unidades de fototerapia
- Endoscopios
- Equipo de potenciales evocados
- Transductores de presión
- Analizadores de funciones cardiacas
- Analizadores de funciones pulmonares
- Sistemas de ultrasonido, diagnostico
- Balanzas
- Evacuadores de humo
- Camas de cuidado especial
- Equipo quirúrgico
- Monitor de temperatura
- Vectocardiografos
- Liotriptores
- Laparoscopios

### **Equipos de bajo riesgo, según ECRI [5]**

- Aspiradores (bajo volumen)
- Cortadores, equipo de diatermia
- Receptáculos eléctricos
- Balanzas electrónicas
- Termómetros electrónicos
- Sistemas de potencial aislado
- Oftalmoscopio
- Equipo de ultrasónico terapéutico
- Reguladores (succión de bajo volumen)
- Estimuladores (Alto Y Bajo Volumen)
- Microscopios quirúrgicos
- Luces quirúrgicas
- Mesas quirúrgicas
- Monitores de temperatura
- Nebulizadores
- Ultrasónicos

### **Cálculo del nivel de prioridad.**

Los criterios requeridos para asignar el nivel de prioridad a un equipo médico de la clínica u hospital son los reflejados en las tablas 1 y 2:

**Tabla 1.** Asignación de peso por criterio [7]

<b>Asignación de peso por criterio</b>	<b>Rango numérico</b>
Por la función del equipo (E)	

➤ Soporte de Vida	9
➤ Terapia – Crítico	8
➤ Diagnóstico – Crítico	7
➤ Terapia – Esencial	6
➤ Diagnostico – Esencial	5
➤ Terapia – Auxiliar	4
➤ Diagnóstico – Auxiliar	3
➤ Terapia – Misceláneas	2
➤ Diagnóstico/Otros – Misceláneas	1
Aplicación Clínica (C)	
➤ Puede producir la muerte al paciente	7
➤ Puede producir daño al paciente u operador	6
➤ Terapia inapropiada o falso diagnóstico	5
➤ Interrumpe el servicio al paciente	4
➤ Riesgo mínimo	3
➤ Sin riesgo significativo	1
Requerimientos de Mantenimiento (M)	
➤ Extensivo	3
➤ Promedio	2
➤ Mínimo	1
Historia de fallas (F)	
➤ 0 – 1	1
➤ 2 – 3	2
➤ 4 – 5	3
➤ 6 – 7	4
➤ 8 o más	5

**Tabla 2.** Peso por criterio según condiciones de explotación [7]

Condiciones de explotación	(T)
➤ Sobre utilización	1-2
➤ Condiciones severas del entorno	3-5

Las Tablas 1 y 2 muestran las diferentes variables representativas de un equipo para el respectivo cálculo de nivel de prioridad  $P_i$ . También el rango numérico en que se encuentran.

El nivel de prioridad  $P_i$  se puede calcular a partir del siguiente cuadro como:

$$P_i = E + C + M + F + T \quad (1)$$

Donde:

- *Función del equipo (E)*: El papel del equipo en el cuidado del paciente.
- *Aplicación clínica (C)*: Considera los resultados sobre el paciente o usuario ante una falla del equipo; el riesgo físico asociado con la aplicación clínica.
- *Requisitos del mantenimiento (M)*: Varían con el tipo de equipo; bien sea por su complejidad, funcionamiento y por la seguridad que este le brinda al paciente.

- *Incidentes del equipo/ Historia de fallas (F)*: Se evalúa por los usuarios del equipo, gerentes de la sección y personal del Departamento de Ingeniería Clínica, a partir de una programación a fin de suministrar una base de datos para determinar tendencias y requisitos.
- *Condiciones de Explotación (T)*: Se evalúa por los usuarios del equipo, gerentes de la sección y personal del Departamento de Ingeniería Biomédica a partir de la observación y se refiere a la utilización en exceso comparado con equipos similares de la propia institución o a las condiciones de la locación donde se ubica (áreas húmedas u otras de entorno agresivo). [6]

### **Inventario para el mantenimiento**

El inventario para el mantenimiento de equipos médicos deberá especificar:

- El nombre y código del equipo (según clasificador adoptado por el sistema de salud en el país)
- Número del inventario.
- Ubicación del equipo.
- Nivel de prioridad.
- Frecuencia de inspecciones y mantenimiento preventivo
- Costo de adquisición del equipo. [6]

### **Clasificación de los equipos biomédicos.**

La *International Electrotechnical Commission (IEC)* ha adoptado y establecido los estándares de seguridad para equipos electromédicos. La norma *IEC 60601- 1; Medical electrical equipment - Part 1: General requirements for basic safety and essential performance*, establece grupos en dependencia y nivel de protección. Estos se explican a continuación:

### **Según el tipo de protección contra descargas eléctricas.**

- *Clase I*: Son aquellos equipos en los cuales la protección no solo recae en el aislamiento básico, sino que también disponen de una conexión de las partes conductoras accesibles al conductor de tierra de forma permanente.
- *Clase II*: Son aquellos equipos disponen de un doble aislamiento o se refuerza el aislamiento, sin necesidad de una puesta a tierra o un tercer conductor.
- *Equipo alimentado internamente*: Son aquellos equipos que son alimentados a través de pilas o baterías recargables. [16]

## **Según el grado de protección contra descargas eléctricas.**

- *Equipos B:* Son aquellos equipos médicos que no tienen una parte directamente aplicada al paciente, permitiéndose valores del orden de 0,1 mA de corrientes de fuga en condiciones normales de explotación y de hasta 0,5 mA en la condición de simple falla. Se emplean en aplicaciones con contacto externo o interno que no incluya al corazón.
- *Equipos BF:* Son aquellos con parte aplicada al paciente, flotante eléctricamente, que permiten tener niveles de corrientes idénticos a los del tipo B.
- *Equipos CF:* Son aquellos equipos de clase I o II con alimentación interna que permiten un alto grado de protección, en relación con corrientes de fugas y entrada flotante, que pueden establecer un camino directo al corazón. Se permiten corrientes de fuga hasta 0,01 mA en condición normal de trabajo y 0,05 mA en condiciones de falla simple para pacientes y hasta 0,5 mA para corriente de pérdida de lazo cerrado. [17]

## **Procedimiento para la inspección y el mantenimiento preventivo.**

Un procedimiento para la inspección y el mantenimiento preventivo establece y describe las diferentes tareas de mantenimiento que se realizan sobre un equipo, tales como ajustes, comprobaciones, calibraciones, sustituciones de componentes, limpieza, etc. El procedimiento debe incluir adicionalmente la frecuencia entre intervenciones, tiempo estimado de las intervenciones y de igual manera puede diferenciar por tipo de intervenciones (mayor, menor ó prueba de aceptación, etc.) en función de la cantidad y profundidad de las tareas de mantenimiento que se lleven a cabo, pudiendo diferir en tiempos totales de ejecución y frecuencias. Estos procedimientos se pueden obtener a partir del propio fabricante, agencias especializadas (ECRI (Emergency Care Research Institute), AAMI (asociación para el avance de instrumentación médica), etc.), a partir de la propia experiencia del hospital o como una combinación de las fuentes mencionadas. [8]

## **MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

El mantenimiento correctivo es el trabajo realizado sobre un equipo o parte para restaurar su estado operacional. No es planificado, se lleva a cabo a partir del reporte que hace el usuario, operador del equipo o personal que realiza el mantenimiento programado. cuyo propósito es restaurar o reparar el funcionamiento u operación del equipo médico/hospitalario. [18]

### **Orden de trabajo**

Es el documento a través del cual se lleva control del trabajo de mantenimiento que permite:

- Documentar las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo;
- Llevar un control de las actividades del Departamento de Mantenimiento;

- Evaluar la eficiencia del Departamento de Mantenimiento;
- Elaborar informes.

La figura 1 es un formato básico de una OT (orden de trabajo) consta de tres partes:

La primera recoge la solicitud de servicio, centro de costo, fecha y hora, nombre y ubicación del equipo, problema que presenta y persona que emite la orden.

La segunda parte se llena por el técnico encargado y refleja su nombre, la hora en que se comienza atender la solicitud, identifica al equipo con su código y número de inventario y las acciones llevadas a cabo para restablecer el funcionamiento normal del equipo.

La tercera parte recoge la fecha y hora de la entrega al servicio del equipo de alta, la persona que lo recibe, la cual puede reflejar cualquier observación que considere pertinente. De esta manera la orden de servicio debe permitir calcular, el tiempo de respuesta, el tiempo de la intervención y el tiempo total de cambio de estado, debe servir además para calcular el costo de servicio y relacionarlo con un centro de costo y reflejar la historia de cada equipo médico. [9]

<b>SOLICITUD DE SERVICIO TÉCNICO.</b>		IPM____ MC____
Servicio: _____		Centro de Costo #: _____
Fecha: _____	Hora: _____	
Equipo: _____		
Problema o Síntoma: _____		
<b>Representante del Servicio:</b>		
Nombre: _____		Firma _____
<b>REPORTE SERVICIO TÉCNICO</b>		
Fecha: _____		Hora: _____
Equipo: _____		
# inventario: _____		
Problema encontrado y acción tomada: _____		
<b>Representante del Servicio Técnico:</b>		
Nombre: _____		Firma _____
<b>ALTA DEL EQUIPO</b>		
Fecha: _____		Hora: _____
Recibido por: _____		Firma _____
Observaciones: _____		

Figura 1. Modelo básico de una orden de trabajo [10]

## Programa de mantenimiento

La carga para el plan de mantenimiento preventivo, se determina a partir del inventario de mantenimiento y la frecuencia de mantenimiento e inspecciones de cada equipo. Una vez determinado el número de horas a planificar en el año, se compara con el fondo de tiempo que el personal técnico puede dedicar al mantenimiento preventivo. Un criterio práctico, para organizaciones con poca experiencia, es planificar alrededor del 35 % del fondo de tiempo del personal técnico al mantenimiento preventivo. En el caso que el 35 % del fondo de tiempo del personal técnico no sea suficiente para cubrir el plan de mantenimiento preventivo, deben considerarse otras alternativas tales como el contrato de servicios externos, aumentar el personal, el pago de tiempo extra o retirar los equipos de más bajo índice de prioridad del inventario de mantenimiento.

Una vez que se logra un balance entre la carga planificada y los recursos humanos y

materiales disponibles, se hace la planificación anual. Es recomendable la planificación semanal y organizar el trabajo de manera tal, que las tareas de mantenimiento preventivo se inicien en los primeros días de cada semana, así si se producen órdenes de correctivo con prioridad superior, éstas pueden ser atendidas y después se continúa con el preventivo planificado. No se recomienda iniciar trabajos de preventivos al final de la jornada semanal, si estos pudieran comprometer la disponibilidad del equipo durante el fin de semana [10].

El programa de mantenimiento que se lleva a cabo en la institución es trimestral, teniendo en cuenta que al inicio se hace un mantenimiento preventivo de todos los equipos para verificar su estado, en caso de que algún equipo este en estado crítico se procede inmediatamente a realizarle un mantenimiento correctivo, de igual manera esta temática varía dependiendo de la situación, en caso que alguien del personal médico solicite una revisión de cierto equipo, el personal encargado se presenta de manera inmediata para dar una solución al fallo en el equipo.

### **Indicadores de gestión de mantenimiento preventivo.**

#### *Disponibilidad*

Es la propiedad de un sistema que representa la continuidad del servicio prestado, se define como la probabilidad de que el componente o sistema se encuentre apto o listo para operar en el momento que sea requerido. El indicador se refiere al cumplimiento de la disponibilidad (100 % de la operatividad, se use o no) de la tecnología biomédica instalada, durante la prestación de los servicios de salud programados. Se considera Buena una disponibilidad superior al 90%. [11]

#### *Cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo*

Se refiere al cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo e inspecciones planificado para el año. Este se calcula con respecto a horas ejecutados vs horas planificadas; y eventos de mantenimiento realizados vs planificados. Se considera un cumplimiento Bueno mayor o igual al 95 %. [11]

#### *Indicadores de costos*

El indicador de costo de mantenimiento compara los costos de mantenimiento, contra los costos de adquisición del equipo. El indicador de costo/hora, permite conocer el costo de la hora de servicio y se utiliza además para facturar las tareas de mantenimiento por centros de costo. Se considera que el costo del mantenimiento está entre el 1.75 % y el 5 % del costo de adquisición del equipamiento, si este se mantiene dentro de límites aceptables. [11]

#### *Eficiencia de la utilización del fondo de tiempo*

Se refiere a la eficiencia en la utilización del fondo de tiempo y refleja que parte de este se emplea en las actividades de mantenimiento del equipo instalado en el hospital, ya sea por preventivo o correctivo. Se considera que la eficiencia (o productividad) debe estar entre el (70 – 75) %, para que esta pueda calificarse como buena y resulte competitivo el



colectivo o departamento de mantenimiento. [11]

### **Eficacia del mantenimiento correctivo**

Este indicador permitirá una evaluación de la eficacia del mantenimiento correctivo y a la red comparar a los distintos Integrantes a fin de perfeccionar el trabajo de cada uno de ellos. [11]

#### *Indicador de falsas solicitudes*

Este indicador es útil para registrar las falsas solicitudes, es decir aquellas llamadas que se producen estando el equipo 100 % operacional, tal es el caso que puede producirse con un equipo desfibrilador/cardioversión, en el que el operador selecciona para desfibrilar cuando el paciente presenta complejo QRS (representación gráfica de la despolarización de los ventrículos del corazón formando una estructura picuda en el electrocardiograma), no es el equipo el que falla, es error del operador. Este registro, mide la necesidad de superación del personal del servicio médico en relación con la tecnología instalada.[11]

## **IMPLEMENTACIÓN DE GESTIÓN DE EQUIPOS MÉDICOS**

El primer paso y uno de los más críticos en la implementación de un sistema de gestión (computarizado o no computarizado) es completar un inventario preciso de todos los equipos que estarán bajo el programa de mantenimiento, incluyendo los dispositivos que prestarán servicio a otras organizaciones, pero cuyos servicios necesitan tener un seguimiento. Cada dispositivo que necesita un seguimiento debe tener asignado un número de control por equipo y ser marcado sobre el dispositivo. Sin un sistema de inventario efectivo, es imposible hacer un seguimiento de mantenimiento y reparaciones, alertas y llamados y la mayoría de las otras funciones de la gestión de equipos. [13]

## **LA GESTIÓN AUTOMATIZADA DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS MÉDICO – HOSPITALARIO**

La Gestión de Mantenimiento es una herramienta para apoyar al personal médico y de ingeniería en el desarrollo, control y dirección de un programa de mantenimiento de equipos médico garantizando su operación segura a máximas prestaciones y costo efectivo.

Los objetivos primordiales de una gestión automatizada de mantenimiento son:

- Proporcionar un entorno seguro y funcional, mediante el mantenimiento adecuado de todos los equipos y espacios.
- Proporcionar la documentación esencial y necesaria de todos los equipos y espacios.
- Minimizar la cantidad de tiempo requerido para generar y archivar la documentación de mantenimiento de todos los equipos y espacios. [4]

## **Definición de indicadores de gestión del mantenimiento**

La definición de indicadores permite llevar un control y evaluación de la gestión de mantenimiento de equipos médicos para mejorar los resultados de la misma. Con el objetivo de llevar a cabo lo anterior, se realizaron las siguientes actividades:

➤ *Indicador de disponibilidad.*

El indicador de disponibilidad se definió teniendo en cuenta la información recopilada de las horas programadas de operatividad al mes (HPOM) de los entornos y de los equipos ubicados en cada uno de estos. Por otro lado, para las horas reales se tuvo en cuenta el horario de operatividad por día de los equipos médicos ubicados en sus respectivas áreas, para lo cual se consideraron dos condiciones:

- *Primera condición:* Se pone en fuera de servicio el equipo biomédico debido a que este tiene una falla que afecta el funcionamiento y operatividad normal del mismo en el servicio donde se encuentra ubicado. Teniendo en cuenta el horario de operatividad por día, se definió una variable denominada tiempo fuera de servicio, que es el tiempo que el equipo biomédico deja de prestar servicios durante el tiempo que debería estar disponible en el día y para definir el indicador a nivel mensual, se lleva a cabo una sumatoria de los tiempos fuera de servicio que el equipo dejó de prestar servicios durante el mes. Por lo tanto, este indicador se definió de la siguiente manera:

$$\% \text{disponibilidad} = \frac{\text{real}}{\text{programado}} 100 = \frac{\text{hpom} - \Sigma \text{tiempo fuera de servicio}}{\text{hpom}} 100 \quad (2)$$

- *Segunda condición:* El técnico deja en servicio el equipo médico/ hospitalario debido a que este no tiene una falla mayor que afecte la operatividad normal del mismo en el entorno donde se encuentra ubicado. Sin embargo, se debe considerar el tiempo en el cual se le hizo el mantenimiento correctivo (tiempo de no disponibilidad), teniendo en cuenta el horario de operatividad por día del equipo médico/hospitalario bajo cuestión. Para establecer el indicador a nivel mensual, se debe realizar una sumatoria de los tiempos de no disponibilidad que el equipo presentó al mes. Para esta condición el indicador se definió de la siguiente manera:

$$\% \text{disponibilidad} = \frac{\text{real}}{\text{programado}} 100 = \frac{\text{hpom} - \Sigma \text{tiempo no disponibilidad}}{\text{hpom}} 100 \quad (3)$$

➤ *Indicador Eficacia De Mantenimiento Correctivo*

En el caso del indicador de eficacia de mantenimiento correctivo se efectuará a partir de los datos registrados en la orden de trabajo de datos como fecha y hora de solicitud, reporte de servicio técnico y alta del equipo; los cuales a su vez permiten definir:

- Tiempo de respuesta = fecha y hora de solicitud del servicio - fecha y hora reporte del servicio técnico.
- Tiempo de trabajo o mantenimiento correctivo = fecha y hora de alta del equipo - fecha y hora de reporte técnico
- Tiempo de cambio de estado = fecha y hora de alta del equipo - fecha y hora de solicitud del servicio; ó Tiempo de cambio de estado = Tiempo de respuesta +

## Tiempo de correctivo

Para la definición de este indicador se tendrán en cuenta las siguientes ecuaciones:

$$T \text{ promedio del correctivo \%} = \frac{\Sigma \text{ tiempo correctivo}}{\# \text{ solicitudes}} 100 \quad (4)$$

$$T \text{ promedio cambio de estado \%} = \frac{\Sigma \text{ tiempo cambio de estado}}{\# \text{ solicitudes}} 100 \quad (5)$$

$$T \text{ respuesta promedio \%} = \frac{\Sigma \text{ tiempo de respuesta}}{\# \text{ solicitudes}} 100 \quad (6)$$

## Indicadores de costos de mantenimiento y costo/hora.

El indicador de costo de mantenimiento sólo aplicó para los equipos médicos que fueron adquiridos de forma directa por la institución, para conocer si estos son más elevados que los costos de adquisición. Para obtener esta información, se recurrió al área administrativa de la institución.

En cuanto al gasto total semestral y anual se tuvo en cuenta:

Insumos (materiales para mantenimiento preventivo y correctivo)

Mano de obra del técnico del área de mantenimiento (costo de mano de obra/ hora).

Costos de repuestos (dato de la orden de trabajo que será actualizado, una vez el sistema sea implementado).

Para el indicador costo/hora se consideró el gasto total anual y semestral, sin tener en cuenta los costos de repuestos.

Indicador de eficacia del mantenimiento preventivo-correctivo.

Para la recopilación de la información requerida en el desarrollo del indicador de eficacia de mantenimiento preventivo-correctivo, es necesario que en un futuro se desarrolle un sistema, en el cual el personal técnico pueda ingresar datos tales como: las fechas de solicitud del servicio (es cuando el área de administrativa solicita un servicio de mantenimiento correctivo al personal técnico), reporte del servicio técnico (es cuando el personal técnico registra el problema encontrado y la acción tomada para realizar el mantenimiento correctivo), alta del equipo (es cuando el técnico repara el equipo médico/hospitalario). Además, se sugiere que dicho sistema permita el conteo de número de solicitudes.

## PLATAFORMAS DE MANTENIMIENTO Y HOJAS DE VIDA

Luego de obtener toda la información correspondiente al marco teórico, vamos a proceder a detallar información acerca del software determinado que utilizamos para la creación de nuestra base de datos, es un enlace entre lenguajes de programación y modelos - Vista

controlador los cuales mencionaremos a continuación.

## ***Framework laravel***

Laravel es un popular framework de PHP. Permite el desarrollo de aplicaciones web totalmente personalizadas de elevada calidad. Es uno de los frameworks más utilizados y de mayor comunidad en el mundo de Internet. Como framework resulta bastante moderno y ofrece muchas utilidades potentes a los desarrolladores, que permiten agilizar el desarrollo de las aplicaciones web. Laravel pone énfasis en la calidad del código, la facilidad de mantenimiento y escalabilidad, lo que permite realizar proyectos desde pequeños a grandes o muy grandes. Además, permite y facilita el trabajo en equipo y promueve las mejores prácticas.[12]

### **Características de laravel**

El framework Laravel trabaja con una arquitectura de carpetas avanzada, de modo que promueve la separación de los archivos con un orden correcto y definido, que guiará a todos los integrantes del equipo de trabajo y será un estándar a lo largo de los distintos proyectos. Por supuesto, dispone también de una arquitectura de clases también muy adecuada, que promueve la separación del código por responsabilidades. Su estilo arquitectónico es MVC. Contiene además un amplio conjunto de características, que sirven para realizar la mayoría de las aplicaciones web. Entre ellas podemos encontrar:

- Un sistema de rutas, mediante las cuales es fácil crear y mantener todo tipo de URLs amistosas a usuarios y buscadores, rutas de API, etc.
- Un sistema de abstracción de base de datos, con un ORM potente pero sencillo de manejar, mediante el que podemos tratar los datos de la base de datos como si fueran simples objetos.
- Un sistema para creación de colas de trabajo, de modo que es posible enviar tareas para ejecución en background y aumentar el rendimiento de las aplicaciones.
- Varias configuraciones para envío de email, con proveedores diversos
- Un sistema de notificaciones a usuarios, mediante email, base de datos y otros canales
- Una abstracción del sistema de archivos, mediante el cual podemos escribir datos en proveedores cloud, y por supuesto en el disco del servidor, con el mismo código.
- Gestión de sesiones
- Sistema de autenticación, con todo lo necesario como recordatorios de clave, confirmación de cuentas, recordar un usuario logueado, etc.
- La posibilidad de acceder a datos en realtime y recibir notificaciones cuando éstos se alteran en la base de datos. [12]

## ***Lenguaje de programación PHP***

PHP es un lenguaje de código abierto muy popular, adecuado para desarrollo web y que puede ser incrustado en HTML. Es popular porque un gran número de páginas y portales

web están creadas con PHP. Código abierto significa que es de uso libre y gratuito para todos los programadores que quieran usarlo. Incrustado en HTML significa que en un mismo archivo vamos a poder combinar código PHP con código HTML, siguiendo unas reglas.

PHP se utiliza para generar páginas web dinámicas. Recordar que llamamos página estática a aquella cuyos contenidos permanecen siempre igual, mientras que llamamos páginas dinámicas a aquellas cuyo contenido no es el mismo siempre. Por ejemplo, los contenidos pueden cambiar en base a los cambios que haya en una base de datos, de búsquedas o aportaciones de los usuarios, etc.

¿Cómo trabaja PHP? El lenguaje PHP se procesa en servidores, que son potentes ordenadores con un software y hardware especial. Cuando se escribe una dirección tipo `http://www.aprenderaprogramar.com/index.php` en un navegador web como Internet Explorer, Firefox o Chrome, ¿qué ocurre? Se envían los datos de la solicitud al servidor que los procesa, reúne los datos (por eso decimos que es un proceso dinámico) y el servidor lo que devuelve es una página HTML como si fuera estática. [13]

### **Base de datos MySQL**

MySQL es el sistema de gestión de bases de datos relacional más extendido en la actualidad al estar basada en código abierto. Desarrollado originalmente por MySQL AB, fue adquirida por Sun Microsystems en 2008 y está su vez comprada por Oracle Corporation en 2010, la cual ya era dueña de un motor propio InnoDB para MySQL. MySQL es un sistema de gestión de bases de datos que cuenta con una doble licencia. Por una parte, es de código abierto, pero por otra, cuenta con una versión comercial gestionada por la compañía Oracle. [14]

### **Características de MySQL**

MySQL presenta algunas ventajas que lo hacen muy interesante para los desarrolladores. La más evidente es que trabaja con bases de datos relacionales, es decir, utiliza tablas múltiples que se interconectan entre sí para almacenar la información y organizarla correctamente. Al ser basada en código abierto es fácilmente accesible y la inmensa mayoría de programadores que trabajan en desarrollo web han pasado usar MySQL en alguno de sus proyectos porque al estar ampliamente extendido cuenta además con una ingente comunidad que ofrece soporte a otros usuarios. Pero estas no son las únicas características como veremos a continuación:

- *Arquitectura Cliente y Servidor:* MySQL basa su funcionamiento en un modelo cliente y servidor. Es decir, clientes y servidores se comunican entre sí de manera diferenciada para un mejor rendimiento. Cada cliente puede hacer consultas a través del sistema de registro para obtener datos, modificarlos, guardar estos cambios o establecer nuevas tablas de registros, por ejemplo.
- *Compatibilidad con SQL:* SQL es un lenguaje generalizado dentro de la industria. Al ser un estándar MySQL ofrece plena compatibilidad por lo que si has trabajado en otro motor de bases de datos no tendrás problemas en migrar a MySQL.
- *Vistas:* Desde la versión 5.0 de MySQL se ofrece compatibilidad para poder

configurar vistas personalizadas del mismo modo que podemos hacerlo en otras bases de datos SQL. En bases de datos de gran tamaño las vistas se hacen un recurso imprescindible.

- *Procedimientos almacenados*: MySQL posee la característica de no procesar las tablas directamente, sino que a través de procedimientos almacenados es posible incrementar la eficacia de nuestra implementación.
- *Desencadenantes*: MySQL permite además poder automatizar ciertas tareas dentro de nuestra base de datos. En el momento que se produce un evento otro es lanzado para actualizar registros u optimizar su funcionalidad.
- *Transacciones*: Una transacción representa la actuación de diversas operaciones en la base de datos como un dispositivo. El sistema de base de registros avala que todos los procedimientos se establezcan correctamente o ninguna de ellas. En caso por ejemplo de una falla de energía, cuando el monitor falla u ocurre algún otro inconveniente, el sistema opta por preservar la integridad de la base de datos resguardando la información. [14]

## **HTML 5 Y CSS 3**

El HTML5 y CSS3 son compatibles con múltiples navegadores. En primer lugar, cabe decir que el HTML es un lenguaje utilizado para estructurar y presentar el contenido en la web constantemente, a través de los navegadores. Este ha ido evolucionando con el tiempo hasta llegar al HTML5 actual, para satisfacer las crecientes demandas, adaptándose al nacimiento de nuevos dispositivos. Por su parte, el CSS3 (Cascading Style Sheets) es un lenguaje de diseño de páginas web, interpretado por todos los navegadores web gráficos, independientemente del dispositivo o sistema operativo. Permite una división lógica entre la estructura de una página web (que maneja el HTML) y la forma en que la vemos. En definitiva, se trata del idioma utilizado para la aplicación de diseño de páginas web front-end. [15]

Ahora bien, centrándonos en el HTML5 basado en los estándares y el enfoque CSS3, ¿qué ventajas tiene?

- Reducción de la inversión en el desarrollo y el mantenimiento

De esta manera se puede utilizar un único código en todas las plataformas y dispositivos.

- Ayuda al SEO

Con el HTML5 basado en los estándares y el enfoque CSS3 conseguiremos una web semánticamente exacta, fácilmente legible por los motores de búsqueda y con una estructura lógica del documento, sobre todo si se corrigen los posibles errores.

- Se puede usar sin conexión a Internet

El HTML5 es compatible con el almacenamiento local de código de aplicaciones web y contenidos. Esto se produce a través de la caché de la aplicación sin conexión. - 24

- Compatible con múltiples navegadores

La implementación de HTML5 y CSS3 permite al diseñador crear un sitio compatible con todos los navegadores.[15]

---

# Metodología

---

En este capítulo se encuentra la metodología utilizada para cumplir con los objetivos de la pasantía, encontramos las tareas realizadas durante todo el proceso, información de hojas de vida, estado de los equipos biomédicos, inventarios, mantenimientos y demás información pertinente con la realización de las practicas.

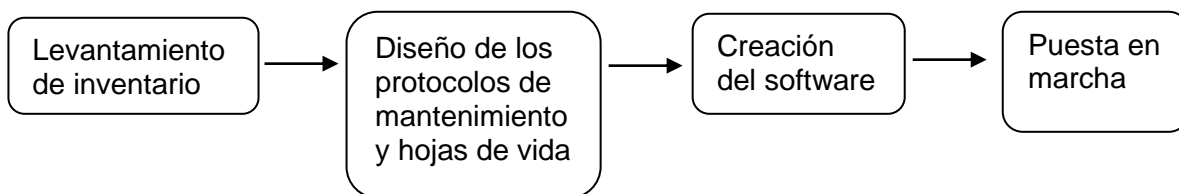


## INTRODUCCIÓN METODOLÓGICA

Dada la necesidad de actualizar y mejorar la gestión de mantenimiento, se buscó primeramente tener un buen conocimiento del inventario de los equipos médicos que se encuentran en la institución, los reportes de servicio, y los expedientes de los equipos. Además, se vio la necesidad de establecer un protocolo de mantenimiento y la creación de las hojas de vida de los equipos tecnológicos. Implementar sistema o gestión de mantenimiento orientado a riesgos es de suma importancia en la E.S.E Hospital san Antonio del cerrito, debido a que formaliza la institución como un hospital en óptimas condiciones de funcionamiento.

Debido a las constantes visitas del ministerio de salud y la cantidad de equipos Biomédicos con los que cuenta la E.S.E se tiene la opción de implementar un software para tener mayor control, organización y poder acceder de manera más rápida a la información de los equipos a intervenir y de esta manera hacer las respectivas anotaciones de los daños encontrados, también poder registrar que tipo de mantenimiento se le realizo al equipo según el caso.

### Diagrama en bloques



El anterior diagrama de bloques, explica la metodología para alcanzar los objetivos de nuestras pasantías. Cada ítem será explicado de manera más detallada a continuación.

### Levantamiento y actualización del inventario de equipos biomédicos en funcionamiento

Se realizó un recorrido por la E.S.E Hospital san Antonio del Cerrito, con el objetivo de conocer la infraestructura física de las áreas, y los principios de funcionamiento, después, se solicitó el inventario actual de los equipos en funcionamiento en la institución.

### Recolección de información y documentación del inventario de equipos biomédicos

Inicialmente, con base en el inventario proporcionado por el hospital, se visitó cada área las cuales están comprendidas como área de partos y esterilización, urgencias, fisioterapia, odontología y laboratorio clínico y se verifico cada uno de los instrumentos médicos que allí se encontraban, analizando sus nombres, modelos, marcas, seriales y otras características que se identifican en un producto, seguidamente se fueron anotando para así realizar sus respectivas hojas de vida.

### Establecimiento del inventario para el mantenimiento

Para realizar un mantenimiento más eficiente en los equipos se tiene en cuenta las siguientes condiciones:

- Asignación de prioridad a partir de una evaluación integral de cada equipo, según el riesgo.

Para realizar la evaluación integral de cada uno de los equipos del inventario se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Función del equipo (E)
- Aplicación clínica (C)
- Requerimientos de mantenimiento (M)
- Condiciones de explotación (T)

Finalmente se realizó el inventario para el mantenimiento y se agruparon por entornos algunos equipos médicos/ hospitalarios.

En este análisis se encontró que las áreas mencionadas sumaban un total de 49 equipos en estado de funcionamiento, los cuales en su clasificación por áreas corresponden a la siguiente lista:

**Urgencias:** en el área de urgencias se observó que contaba con 10 equipos en buen estado y correcto funcionamiento, estos equipos son los mencionados a continuación:

- Desfibrilador
- Electrocardiógrafo
- Electrocauterio
- Glucómetro
- Lámpara cuello cisne
- Nebulizador
- Oxímetro de pulso
- Aspirador de mucosidad
- Bomba de infusión
- Nevera

**Fisioterapia:** en esta área el número de equipos es bastante bajo, debido a que cuenta con equipos que no requieren mantenimientos, aun así, cuenta con 5 equipos biomédicos que si requieren atención. Estos son mencionados a continuación.

- Ultrasonido para fisioterapia
- Masajeador eléctrico
- Lámpara infrarroja
- Tens
- Bicicleta elíptica

**Odontología:** en esta área de trabajo se encuentran 7 equipos que corresponden a equipos biomédicos, dichos equipos son:

- Unidad odontológica
- Lámpara de foto curado
- Lámpara de foto curado 2
- Cavitron
- Unidad odontológica portátil
- Pieza de alta

- Compresor

**Sala de partos y esterilización:** al igual que el área de urgencias, esta área cuenta con 10 equipos biomédicos en estado activo, estos equipos son los siguientes:

- Lámpara auxiliar rodable
- Lámpara de procedimientos
- Báscula digital
- Incubadora de bebés
- Laringoscopio
- Succionador
- Aspirador de mucosidad
- Ultrasonido de latidos fetales
- Cama de partos
- Monitor fetal

**Laboratorio clínico:** en esta área se encontraron 17 equipos en funcionamiento, es el área con mayor número de elementos biomédicos los cuales se mencionan a continuación:

- Glucómetro
- Nevera
- Termómetro digital
- Horno de secado
- Microcentrífuga
- Equipo de química
- Baño serológico
- Microscopio
- Cuenta células digitales
- Agitador de Mazzini
- Centrifuga
- Horno incubador
- Micropipeta 10 ml
- Micropipeta 1000 ml
- 2 micropipetas 100-1000 ml
- Micropipeta 10-100 ml

## **Diseño del protocolo de mantenimientos y hojas de vida de equipos médicos.**

El plan se diseñó con base en el inventario obtenido, ya que era necesario hacer un seguimiento a todos los equipos médicos con que cuenta la institución.

En cuanto a las **hojas de vida** de los equipos biomédicos, se tuvo en cuenta una serie de características principales que brindan los equipos, estas características permiten de una manera mucho más fácil conocer el dispositivo, las características principales incluidas en las hojas de vida son las correspondientes a nombre, marca, modelo, número de activo, y serial del equipo. De igual manera una breve descripción del producto. También características como fuentes de alimentación, nivel de riesgo y datos de propiedad son parte de la hoja de vida de los equipos biomédicos.

En la siguiente figura se muestra la información mencionada anteriormente, es el modelo de hoja de vida correspondiente a un equipo biomédico.

HOJA DE VIDA EQUIPO BIOMÉDICO E.S.E HOSPITAL SAN ANTONIO			
		<b>4. CARACTERÍSTICAS DE FABRICACION</b>	
		VOLTAJE 115 V	POTENCIA
<b>DESCRIPCION DEL EQUIPO</b>  		CORRIENTE	PRESION
		FRECUENCIA 60 HZ	CAPACIDAD
<b>1. UBICACIÓN DEL EQUIPO</b> AREA LABORATORIO CLINICO		<b>5. CLASIFICACION DE LA TECNOLOGIA POR RIESG</b>	
		CLASE I <input type="checkbox"/>	CLASE II B <input checked="" type="checkbox"/>
<b>2. CARACTERÍSTICAS PROPIAS DEL EQUIPO</b> NOMBRE MICROCENTRIFUGA MARCA BOECO MODELO H240 SERIE 0000204-02 No ACTIVO 114 FABRICANTE PROVEEDOR LAMUELA TEL PROVEEDOR 313890684 FECHA DE COMPRA 1/07/2014 TIEMPO DE GARANTIA 1AÑO CICLO DE VIDA UTIL 10 AÑOS		CLASE II A <input type="checkbox"/>	CLASE III <input type="checkbox"/>
		<b>6. CLASIFICACION DE LA TECNOLOGIA POR USO</b>	
<b>3. FUENTES DE ALIMENTACION</b> ELECTRICIDAD <input checked="" type="checkbox"/> AGUA <input type="checkbox"/> COMBUSTIBLE <input type="checkbox"/> AIRE <input type="checkbox"/> GAS PROPANO <input type="checkbox"/> VAPOR <input type="checkbox"/> OTRAS <input type="checkbox"/> OXIGENO <input type="checkbox"/>		DIAGNOSTICO <input type="checkbox"/> TRATAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LA VIDA <input type="checkbox"/> REHABILITACION <input type="checkbox"/> PREVENCION <input type="checkbox"/> ANALISIS DE LABORATORIO <input checked="" type="checkbox"/>	
		<b>7. DATOS DE PROPIEDAD</b>	
<b>8. TIPO DE MANTENIMIENTO</b> PROPIO <input type="checkbox"/> GARANTIA <input type="checkbox"/> CONTRATADO <input checked="" type="checkbox"/> COMODATO <input type="checkbox"/>		PROPIO <input checked="" type="checkbox"/>	COMODATO <input type="checkbox"/>
		RENTA <input type="checkbox"/>	OTRA <input type="checkbox"/>
<b>9. FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b> MENSUAL <input type="checkbox"/> SEMESTRAL <input type="checkbox"/> TRIMESTRAL <input checked="" type="checkbox"/> ANUAL <input type="checkbox"/>		<b>10. MANUALES</b>	
		DESPIECE <input type="checkbox"/>	USUARIO <input type="checkbox"/>
<b>11. MODULOS ANEXOS</b> NOMBRE _____ SERIE _____ MODELO _____ No ACTIVO _____		TECNICO <input type="checkbox"/>	NO POSEE <input type="checkbox"/>

Figura 2. Hoja de vida del equipo (autor)

Para el **protocolo de mantenimientos** tuvimos en cuenta que dicho protocolo parte de una orden de trabajo seguido de una ejecución y finalmente un reporte de terminación del trabajo, de esta manera, en cuanto a la orden de servicio se muestra en dicha orden la fecha y numero de solicitud, también se da a conocer el nombre, marca, modelo y falla del equipo a intervenir, de igual manera muestra el cliente beneficiado, el área de trabajo y el tipo de mantenimiento. Seguido de esta orden de servicio encontramos un manual de procedimientos para intervenir un equipo biomédico, finalmente se lleva a cabo el reporte de finalización donde se observan cada una de las posibles tareas que se le pueden realizar a todos los equipos y de manera general se listaron en el protocolo diseñado para hacer los respectivos mantenimientos, posteriormente se mencionan los trabajos o posibles tareas que se le hacen a un equipo biomédico, de esta manera se firma el servicio realizado y se concluye con la tarea. las tareas mencionadas anteriormente son las siguientes:

**Prueba de encendido:** en esta prueba se verifica que el equipo encienda correctamente

**Verif, estructura general:** se debe observar la imagen física del equipo y ver que no presente ningún daño.

**Revisión de accesorios:** algunos equipos tienen accesorios externos como termómetros o relojes que ayudan al funcionamiento, la revisión de dichos accesorios hace parte del mantenimiento completo del equipo.

**Revisión de cables:** la mayoría de equipos tienen cables ya sea de alimentación o de comunicación con terminales, la manipulación continua lleva al deterioro de los mismos y por ende necesitan revisión.

**Funcionamiento general:** se debe evaluar cómo está funcionando el equipo y proceder según corresponda

**Limpieza interna y externa:** esta limpieza corresponde a mantener el equipo muy aseado al momento de utilizarlo.

**Revisión de válvulas:** en equipos como compresores se hace necesario la revisión de válvulas y su perfecta calibración.

**Revisión de baterías:** la revisión de baterías corresponde a equipos portátiles, se debe verificar su correcto funcionamiento

**Pruebas spo2:** en equipos como oxímetros esta prueba se realiza para verificar el nivel de oxígeno que hay en la sangre.

**Pruebas ecg:** es una Prueba automática en equipos como electrocardiógrafos para verificar su funcionamiento.

**Presión no invasiva:** esta revisión se hace en equipos que contengan oxígeno o aire.

**Revisión de pantalla:** esta revisión se hace para verificar que los display de aparatos pequeños que muestran información estén en perfectas condiciones, así mismo los monitores con pantallas más grandes.

**Revisión impresora:** algunos equipos muestran un resultado inmediato de su análisis de manera física, hay que verificar su configuración de impresión.

**Revisión de termómetro:** los termómetros ya sean independientes o dependientes se deben calibrar para obtener una buena medición.

**Prueba de hojillas:** existen equipos con hojillas fijas y desechables que deben permanecer limpias y esterilizadas.

**Revisión de mangueras:** esta revisión evita alguna fuga de aire o agua en algún equipo

**Revisión de bandas:** se debe verificar que estas no estén rotas o quebradas

**Revisión de seguros:** los seguros automáticos previenen accidentes al momento de manipular un equipo

**Revisión de básculas:** las básculas se deben calibrar para obtener la medida exacta

**Revisión de ruedas:** en camas o sillas se debe hacer mantenimiento a sus ruedas

**Revisión panel frontal:** algunos equipos poseen pantalla digital para mostrar resultados, estas pantallas deben estar en perfecto estado.

**Revisión de manómetros:** este reloj debe estar bien calibrado para medir la presión

**Revisión gato hidráulico:** esta revisión se hace en equipos como camas, o aquellos que requieren de fuerza

**Revisión de bombillos:** ya sean indicadores o lámparas de procedimientos, el bombillo debe encender correctamente

**Fuente de alimentación:** algunos equipos dependen de una fuente externa la cual debe estar funcionando correctamente, a esta también se le deben hacer pruebas en sus cables y encendido

**Lubricación:** esta revisión se aplica en equipos de movimiento.

En las tareas anteriormente mencionadas se llevan a cabo las revisiones generales de los equipos médicos, siguiendo con el protocolo de mantenimiento se deben hacer observaciones del equipo en mantenimiento y solicitar algún repuesto o cambio en caso de ser necesario.

### **mantenimiento correctivo**

Luego de realizar el determinado mantenimiento preventivo en los equipos, existe la posibilidad que algunos de ellos presenten fallas que deben ser corregidas de manera inmediata, por esta razón estos equipos deben ser diagnosticados como equipos fuera de servicio de manera temporal mientras se realiza el respectivo mantenimiento correctivo sobre ellos. de esta manera se garantiza que un equipo vuelva a ser incorporado y vuelva a cumplir con su tarea en el menor tiempo posible. Para esta tarea se lleva a cabo el mismo procedimiento con la diferencia que se especifica el tipo de mantenimiento y los daos reparados en el equipo, así mismo si se necesitó algún cambio de pieza o repuesto.

### **Creación del software**

El software determinado para realizar el proyecto permite guardar información detallada de las hojas de vida y historial de mantenimientos de los equipos biomédicos presentes en la E.S.E hospital San Antonio del Cerrito.

Para la creación del software se llevó a cabo un modelo de programación el cual se llama modelo vista controlador, este modelo enlaza un servidor local con un programa leído mediante un editor de código en HTML. Esta configuración me permite alojar datos en la base de datos MySQL que finalmente me muestra en formato vista mediante un navegador web.

Para la realización de dicha base de datos utilizamos programación HTML, leída con el software sublime text 3, este nos muestra toda la programación del proyecto, en un software alterno como lo es XAMPP control panel, abrimos la interfaz que nos permite inicial una base de datos MySQL de manera local en nuestro ordenador.

Seguidamente tenemos que operar nuestro ordenador en modo servidor por lo que es necesario mediante el CMD activar dicho modo, esto permite que el navegador web reconozca el link de acceso a nuestra base de datos.

De este modo tenemos acceso al navegador y podemos colocar la información en la base de datos que será guardada en el servidor.

### **Puesta en marcha**

Según los protocolos de mantenimiento, se llevaron a cabo una serie de mantenimientos tanto preventivos como correctivos de manera periódica siguiendo los parámetros de dichos protocolos, los mantenimientos preventivos corresponden a todos los equipos presentes en la institución, a diferencia de los mantenimientos correctivos que se han realizado solamente a aquellos equipos que los requieran.

---

# Resultados

---

Este capítulo muestra los resultados obtenidos durante la pasantía y como se lograron los objetivos, nos muestra información de la implementación del software para la realización de una base de datos que se encarga de guardar toda la información que corresponde los equipos biomédicos presentes en la institución.

También nos muestra diagramas de flujo, inventarios, tablas de datos y las mejoras obtenidas durante las prácticas.

## RESULTADOS

### *Recolección de información y documentación del inventario de equipos biomédicos.*

Después de obtener el inventario de equipos biomédicos de la institución, se observó y actualizó datos tales como: equipo, marca, modelo, serie, número de activo, ubicación, fabricante, proveedor, y la descripción del producto. también datos como: fuentes de alimentación, características de fabricación, nivel de riesgo, clasificación por uso, datos de propiedad, tipo de mantenimiento, frecuencia de mantenimiento, manuales y módulos anexos.

Con la información agregada en el inventario, se logró considerar otros aspectos importantes tales como: Determinar que equipos médicos/hospitalarios cuentan con manual/es (usuario, servicio, entre otros); esto con el fin de brindar una ayuda técnica al personal de mantenimiento e información sobre posibles dudas acerca del principio de funcionamiento, mantenimiento y operación de los equipos.

### *Estado actual de los equipos del hospital San Antonio del Cerrito*

Teniendo en cuenta el estado actual de los equipos de mayor criticidad del hospital, la mayoría se encuentran en excelente estado, siendo prácticamente nuevos y estando en óptimas condiciones de manejo.

#### *Indicador de disponibilidad.*

La tabla número 3 mencionada a continuación muestra el horario de operación mensual de cada equipo con respecto a su área de trabajo.

área	N° de horas diarias	Horario de operación por días	N° de días al mes	Horas programadas al mes (horas/mes)
odontología	6	lunes-viernes	20	120
Sala de Partos	24	lunes-domingo	30	720
fisioterapia	8	lunes-viernes	40	320
Urgencias	24	lunes-domingo	30	720
laboratorio	8	lunes-viernes	40	320

Tabla 3. Horas de operatividad al mes de los equipos biomédicos (Autor)

### *Inventario*

En esta opción podemos encontrar la Tabla 4 que muestra la lista de todos los equipos con que cuenta el Hospital San Antonio del Cerrito. Además de su información más relevante. (anexo C)

En la tabla encontramos el número de posición, el nombre que identifica el equipo, la marca correspondiente, así mismo encontramos en la siguiente casilla el modelo del equipo seguido de su referencia. En la siguiente casilla se evidencia el estado de la garantía del equipo seguido de la ubicación según su sitio de operación dentro de la



institución, seguidamente tenemos la casilla donde seleccionamos la opción si está o no funcionando y por último tenemos el estado en que se encuentra el equipo.

#	Equipos	Marca	Modelo	Ref.	Garantía			Ubicación	Func.		Estado		
					si	no	venc.		si	no	b	r	m

Tabla 4. Inventario de equipos (autor)

## Hoja de vida equipos médicos

Con el inventario de equipos biomédicos obtenido durante la primera semana, se pudo clasificar por áreas los equipos con que contaba la institución, seguidamente se fueron recolectando diferentes datos de los mismos para de ahí obtener su respectiva hoja de vida. En el anexo A vemos como queda la hoja de vida de un equipo biomédico en la base de datos.

Por otra parte, esta hoja de vida además de tener las características principales del equipo, también nos muestra otras características de fabricación y clasificación según su nivel de riesgo, así mismo los datos de propiedad y el tipo de mantenimiento.

## Protocolos y gestión del mantenimiento

Durante las pasantías realizadas en el hospital san Antonio del Cerrito se han venido realizando una serie de mantenimientos preventivos en los equipos, implementando el sistema de mantenimiento para ver los resultados que se podían obtener en esta etapa, realizado su respectivo mantenimiento se ajustó un protocolo donde se observaron cada una de las posibles tareas que se le pueden realizar a todos los equipos y de manera general se listaron en el mismo para hacer los respectivos mantenimientos.

### PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO

#### Orden de trabajo:

Fecha: \_\_\_\_\_ Orden de servicio #: \_\_\_\_\_ Cliente: \_\_\_\_\_ Área: \_\_\_\_\_

Tipo de mantenimiento: \_\_\_\_\_ responsable del área: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ Dirección: \_\_\_\_\_ Ciudad: \_\_\_\_\_

Nombre del equipo: \_\_\_\_\_ Marca: \_\_\_\_\_ Modelo: \_\_\_\_\_

Falla reportada: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Nivel de Riesgo: \_\_\_\_\_ Tiempo de mantenimiento: \_\_\_\_\_

Técnico encargado: \_\_\_\_\_  
 teléfono: \_\_\_\_\_

## PROCEDIMIENTO GENERAL

El mantenimiento de equipos es una serie de ajustes, lubricaciones, limpieza, calibración análisis que se realiza de manera periódica, para minimizar el riesgo de fallo y asegurar la continua operación de los equipos, logrando que se encuentren en óptimas condiciones durante su tiempo de vida útil.

El mantenimiento de los equipos médicos provee los siguientes beneficios

- Prevención de fallas en los equipos o instalaciones
- Reducción del reemplazo de equipos durante su vida útil.
- Reducción de la cantidad de repuestos de reserva.
- El buen estado de los equipos e instalaciones durante su vida útil.

## FRECUENCIA DEL MANTENIMIENTO

Un equipo médico debe estar sujeto a un programa de inspecciones, mantenimiento o verificación de su funcionamiento, sólo si existen varias razones que lo sustenten como:

1. Prevenir fallas en el equipo o en las instalaciones eléctricas del establecimiento de salud
2. Mantener el buen estado del equipo.
3. Minimizar el tiempo del equipo fuera de funcionamiento.
4. Corregir problemas de operación menores, antes que ellos resulten en fallas mayores del sistema o resultados imprecisos.
5. Evitar reparaciones excesivamente costosas.
6. Producir un ahorro, de modo que el gasto en mantenimiento de un equipo durante su vida útil sea muy inferior a la adquisición de uno nuevo.
7. Reducir la cantidad de repuestos de reserva.
8. Cumplir con códigos, estándares y regulaciones o las recomendaciones rigurosas de los fabricantes.
9. Reducir los riesgos de shock eléctrico en pacientes, operadores o visitantes.

## PROCEDIMIENTO GENERAL DE MANTENIMIENTO BIOMEDICO

Debido a la importancia del mantenimiento de los equipos electrónicos de uso médico, se han determinado algunos pasos generales que debe poseer una rutina de mantenimiento:

- i. Inspección de condiciones ambientales del equipo: Humedad, vibraciones mecánicas, polvo, seguridad de la instalación eléctrica, temperatura.
- ii. Inspección externa e interna del equipo.
- iii. Limpieza externa e interna del equipo.
- iv. Lubricación y engrase de partes del equipo.
- v. Reemplazo de ciertas partes del equipo.
- vi. Ajuste y calibración de partes del equipo.
- vii. Inspección de seguridad eléctrica.
- viii. Pruebas de funcionamiento.

## DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Inicia el procedimiento

- **Detectar necesidades de mantenimiento:** Con base en el programa de mantenimiento el titular del departamento determina que un equipo biomédico requiere mantenimiento y se comunica con el encargado del servicio y propone fecha para la realización del mismo.

- **Recolección de equipo:** El día acordado el personal encargado acude al área usuaria a recoger el equipo.
- **Traslado del equipo:** El personal asignado traslada el equipo a los talleres de mantenimiento.
- **Mantenimiento del equipo y elaboración de orden de servicio:** Al llegar el equipo el personal asignado realiza un análisis visual y revisa el funcionamiento, posteriormente se limpia la suciedad y se lubrica. De considerarlo necesario se hace cambio de piezas dañadas o deterioradas. Al concluir el mantenimiento, el personal encargado del mismo realiza el llegado de la orden de servicio anotando los datos del equipo y las características y observaciones del trabajo ejecutado.
- **Traslado del equipo:** El equipo es regresado al área por el personal encargado.
- **Recepción de equipo:** El personal asignado recibe el equipo y revisa que funcione correctamente.
- **Firma acuse de recibo:** El personal responsable del equipo firma de recibido en la orden de servicio
- **Archivo de documentos:** El personal del área recibe la orden de servicio y la entrega para archivar

Termina el procedimiento

HERRAMIENTAS UTILIZADAS:

---

---

---

---

## REPORTE DE FINALIZACIÓN

Cliente: E.S.E. HOSPITAL SAN ANTONIO Ciudad: CERRITO Fecha: XX/XX/XXXX

Tipo de Mantenimiento: Preventivo  Correctivo  Evaluación técnica  Garantía

### DATOS DEL EQUIPO

Equipo: \_\_\_\_\_ Marca: \_\_\_\_\_ Modelo: \_\_\_\_\_

Serie: \_\_\_\_\_ Voltaje: \_\_\_\_\_ Frecuencia: \_\_\_\_\_

**FALLAS:** N/A

### DIAGNOSTICO:

#### TRABAJOS REALIZADOS

- Prueba de encendido
- Verif, estructura general
- Revisión de accesorios
- Revisión de cables
- Funcionamiento general
- Limpieza interna y externa
- Revisión de válvulas
- Revisión de baterías
- Pruebas spo2
- Pruebas ekg
- Presión no invasiva
- Revisión de pantalla
- Revisión impresora
- Revisión de termómetro
- Prueba de hojillas
- Revisión de mangueras
- Revisión de bandas
- Revisión de seguros
- Revisión de basculas
- Revisión de ruedas
- Revisión panel frontal
- Revisión de manómetros
- Revisión gato hidráulico
- Revisión de bombillos
- Fuente de alimentación
- Lubricación
- Requiere calibración anual

<b>OBSERVACIONES:</b> _____
_____
_____

<b>REPUESTOS UTILIZADOS</b>	
<b>Cantidad</b>	<b>Repuesto</b>

\_\_\_\_\_  
Firma encargado mantenimiento

\_\_\_\_\_  
Firma Encargado del Área

Modelo de protocolo de mantenimientos, autor

El modelo de protocolos final como mostrado en la base de datos que solicita información puntual del equipo como: nombre, marca, modelo, serial, voltaje, frecuencia de funcionamiento y el tipo de mantenimiento a realizar. Así mismo solicita el diagnóstico y mencionar si presenta alguna falla, y posteriormente mencionar los trabajos o posibles tareas que se le hacen a un equipo biomédico, lo podemos encontrar en el anexo B.

**IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE**

En esta parte se explica el funcionamiento del software, los pasos a seguir para el ingreso de la información de los equipos que cuenta la E.S.E y los equipos a los cuales se le va a realizar los respectivos tipos de mantenimiento.

**Interfaz de usuario**

Inicialmente tendremos una interfaz web que nos permitirá acceder a la plataforma por medio de un usuario y contraseña.

## Acceso a la plataforma

La figura 3 muestra la interfaz de inicio para ingresar a la plataforma.

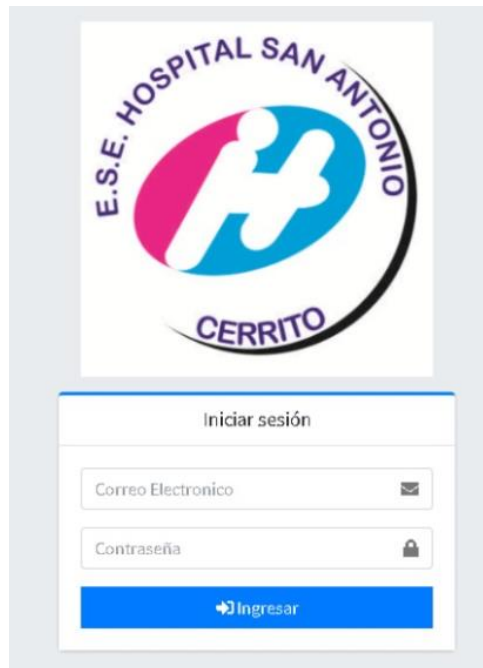


Figura 3. Acceso a la plataforma (autor)

## Equipos

Una vez hayamos ingresado a la plataforma encontramos una interfaz la cual muestra la lista de equipos agregados a la base de datos.

En esta lista podemos encontrar todos los equipos del inventario.

El dashboard muestra una lista de equipos biomédicos. En la parte superior, hay un botón "Nuevo Equipo Biomedico". Debajo, hay un selector "Mostrar 10 registros" y un campo de búsqueda. La lista de equipos tiene las siguientes columnas: #, Area, Numero de Activo, Nombre, Marca, Modelo, Serie, próximo Mantenimiento y Acciones. Las acciones incluyen "Visualizar", "Mantenimiento" y "Eliminar".

#	Area	Numero de Activo	Nombre	Marca	Modelo	Serie	próximo Mantenimiento	Acciones
4	Urgencias	272	BOMBA DE INFUSION	NIPRO	SUREFUSSION	13C1863385	6/14	Visualizar Mantenimiento Eliminar
5	Laboratorio clínico	471	GLUCOMETRO	ACON	ON CAN PLUS	103L18DF52	5/12	Visualizar Mantenimiento Eliminar
6	Laboratorio clínico	116	NEVERA	MARE	RML250VIC5	1436286	0/17	Visualizar Mantenimiento Eliminar
7	Urgencias	303	DESFIBRILADOR	PRIMEDIC	XD110	7350502231	0/0	Visualizar Mantenimiento Eliminar

Figura 4. Tabla de registro de equipos (autor)

De igual manera en esta misma pantalla encontramos el botón para agregar un nuevo equipo biomédico, dando clic sobre dicho botón podemos realizar este procedimiento como se muestra a continuación.

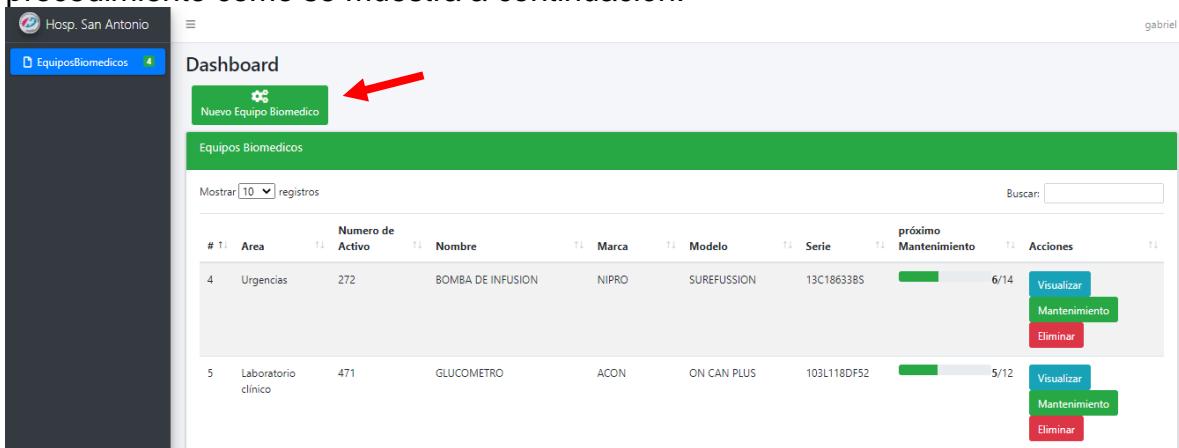


Figura 5. Agregar nuevo equipo biomédico

Al momento de agregar un nuevo equipo se nos muestra en la interfaz una serie de campos que solicitan información, estos deben ser llenados de manera manual por el usuario, como se puede ver en la figura 6 mencionada a continuación, esta muestra la información requerida para agregar un nuevo equipo a la base de datos, al momento en que colocamos la información finalmente tenemos 2 opciones las cuales nos permiten devolvernoss a la página principal o guardar la información.

The screenshot shows the 'Nuevo Equipo Biomédico' form. It is divided into several sections:
 

- Imagen del Equipo Biomédico:** A 'Choose file' button and a 'Browse' button.
- Ubicación equipo:** An 'Area' dropdown menu with 'odontología' selected.
- Descripción Equipo:** A text area labeled 'descripción'.
- Características Propias del Equipo:** A grid of input fields for:
  - Nombre, Marca, Modelo, Serie, Numero de Activo, Fabricante, Proveedor, Tel Proveedor, Fecha Compra (with a date picker), Tiempo Garantía(Años), and Ciclo de vida util((años)).

Figura 6. Información del equipo (autor)

Luego de haber insertado la lista de equipos en la base de datos, la interfaz le permite al usuario una serie de opciones como visualizar, hacer mantenimiento o eliminar un equipo de la base de datos. Como se observa en la siguiente figura 7

### *Equipos agregados*

En esta parte se encuentra plasmado el nombre de los equipos agregados en general. Con información de sus características más relevantes.

#	Area	Numero de Activo	Nombre	Marca	Modelo	Serie	próximo Mantenimiento	Accion
4	Urgencias	272	BOMBA DE INFUSION	NIPRO	SUREFUSSION	13C18633BS	6/14	Visualizar Mantenimiento Eliminar
5	Laboratorio clínico	471	GLUCOMETRO	ACON	ON CAN PLUS	103L118DF52	5/12	Visualizar Mantenimiento Eliminar
6	Laboratorio clínico	116	NEVERA	MABE	RML250VJCS	14362883	0/17	Visualizar Mantenimiento Eliminar

Figura 7. Lista de equipos agregado (autor)



## Visualización del equipo agregado

Al momento de dar clic en la opción de visualizar se mostrara la hoja de vida con todas las características que posee un equipo en particular como se puede ver en la siguiente figura.



Figura 8. Hoja de vida del equipo (autor)

## Mantenimientos.

Al momento de seleccionar el botón de mantenimientos se encontrará la opción de realizar un mantenimiento así mismo se ve el protocolo creado que deben ser tenido en cuenta a la hora de realizar dicha tarea, ya que cada equipo cuenta con características diferentes. Para ello damos clic en la opción realizar mantenimiento

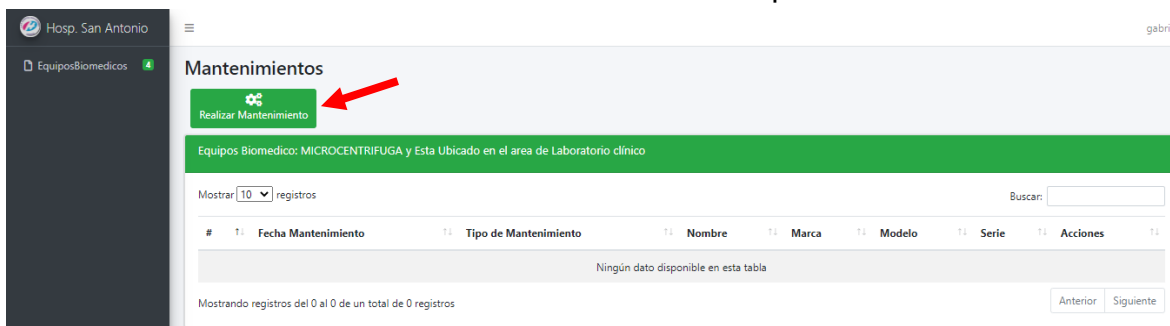


Figura 9. Realizar mantenimiento (autor)

## Realizando mantenimiento

En la figura 10 mencionada a continuación se visualiza el formato de protocolo de mantenimientos requerido para realizar dicha tarea, encontramos las diferentes variables que se deben revisar a la hora de hacer un mantenimiento biomédico.


Hosp. San Antonio
gabriel

EquiposBiomedicos

## Protocolo de Mantenimiento

Orden de trabajo:

Fecha	2021-08-24	Cliente	<input type="text"/>
Area	Urgencias	Tipo de Mantenimiento	Preventivo
Responsable del área:	<input type="text"/>		
Teléfono:	<input type="text"/>	Dirección:	<input type="text"/>
Ciudad:	<input type="text"/>		



Nombre : BOMBA DE INFUSION

Serie :

Marca : NIPRO

Voltaje : 115 V

Modelo : SUREFUSION

Frecuencia : 60 HZ

descripción :

Falla reportada

Nivel de Riesgo: Alto  Tiempo de mantenimiento:

Técnico encargado:  teléfono del Técnico encargado:

MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS BIOMEDICOS.


### PROCEDIMIENTO GENERAL

El mantenimiento de equipos es una serie de ajustes, lubricaciones, limpieza, calibración análisis que se realiza de manera periódica, para minimizar el riesgo de fallo y asegurar la continua operación de los equipos, logrando que se encuentren en óptimas condiciones durante su tiempo de vida útil.

El mantenimiento de los equipos médicos provee los siguientes beneficios

Prevenición de fallas en los equipos o instalaciones
Reducción del reemplazo de equipos durante su vida útil.
Reducción de la cantidad de repuestos de reserva
El buen estado de los equipos e instalaciones durante su vida útil

REPORTE DE FINALIZACIÓN



Nombre : BOMBA DE INFUSION

Serie :

Marca : NIPRO

Voltaje : 115 V

Modelo : SUREFUSION

Frecuencia : 60 HZ

Fallas:

Diagnostico:

Figura 10. Realizando mantenimiento (autor)

## Mantenimientos realizados

Al momento de realizar un mantenimiento y que haya sido guardado, la base de datos guarda el historial de mantenimientos de cada equipo según corresponda, como se muestra en la figura 11, cabe resaltar que cada equipo tiene su lista por separado dentro de su propia posición.

#	Fecha Mantenimiento	Tipo de Mantenimiento	Nombre	Marca	Modelo	Serie	Acciones
1012	2021-08-18	Preventivo	BOMBA DE INFUSION	NIPRO	SUREFUSION	13C186338S	<a href="#">Visualizar</a> <a href="#">Eliminar</a>
1011	2021-08-18	Preventivo	BOMBA DE INFUSION	NIPRO	SUREFUSION	13C186338S	<a href="#">Visualizar</a> <a href="#">Eliminar</a>

Figura 11. Lista de mantenimientos (autor)

Dentro de esta misma pantalla como se muestra a continuación en la figura 12, tenemos botones para visualizar y eliminar cada uno de los mantenimientos realizados

#	Fecha Mantenimiento	Tipo de Mantenimiento	Nombre	Marca	Modelo	Serie	Acciones
1012	2021-08-18	Preventivo	BOMBA DE INFUSION	NIPRO	SUREFUSION	13C186338S	<a href="#">Visualizar</a> <a href="#">Eliminar</a>
1011	2021-08-18	Preventivo	BOMBA DE INFUSION	NIPRO	SUREFUSION	13C186338S	<a href="#">Visualizar</a> <a href="#">Eliminar</a>

Figura 12. Botones de visualización y eliminar mantenimiento (autor)

Dentro de la pantalla principal donde se lista el inventario de equipos, también encontramos un tipo de contador como se observa a continuación en la figura 14,

este indica los días restantes para el nuevo mantenimiento programado, esto como recordatorio para dicha tarea.

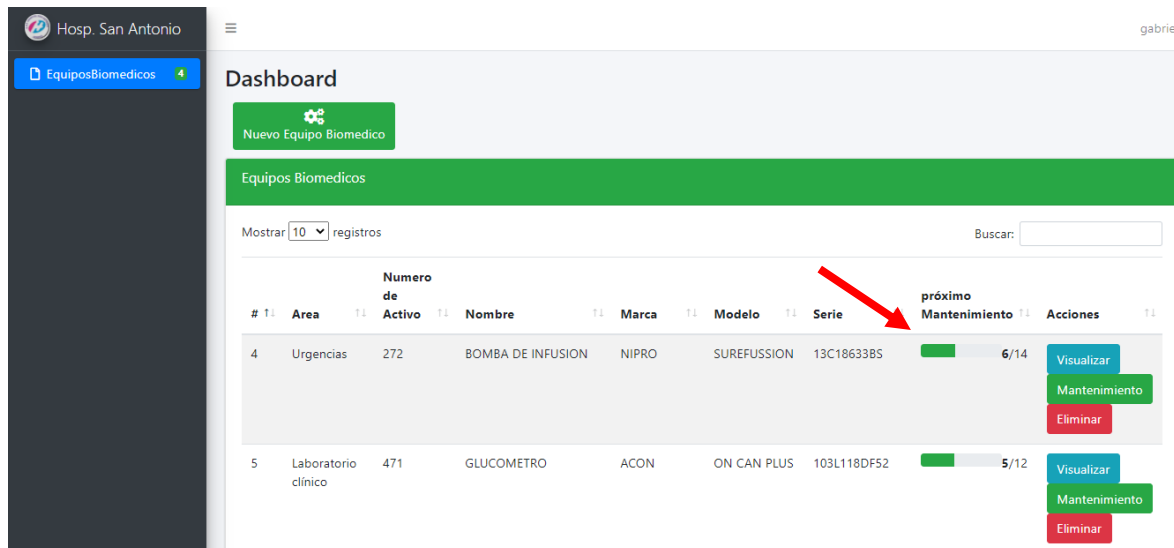


Figura 13. indicador de próximo mantenimiento (autor)

## MEJORAS EN LA APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LOS EQUIPOS DE LA E.S.E HOSPITAL SAN ANTONIO DEL CERRITO

La E.S.E Hospital San Antonio del Cerrito, cuenta con un gran número de equipos médicos para sus diferentes servicios, la utilización de empresas contratistas cuestan una gran cantidad de dinero y es lo que se quiere evitar, debido a esto se creó un grupo con la presencia de profesionales en el área y estudiantes que se les da la oportunidad de mostrar las habilidades adquiridas en sus estudios previos para realizar pasantías en este tipo de trabajos, reduciendo de una manera muy significativa los costos en la reparación.

El hospital no cuenta con un sistema de trabajo muy sofisticado, y es por esta razón que se buscó utilizar herramientas tecnológicas a favor del proyecto y así convertir esta actividad en una tarea mucho más fácil de resolver.

Durante el tiempo como pasante, note que se podía emplear un tipo de plataforma web donde se pudiera observar dicha información sin necesidad de estar buscando en la sesión de archivos.

### Mantenimiento preventivo en los equipos

Se realizó un mantenimiento preventivo en los equipos siguiendo los parámetros establecidos en el reporte de servicio, verificamos el correcto funcionamiento de cada una de las partes correspondientes a cada dispositivo biomédico, se analizó las posibles fallas que pudieran presentar más adelante y se restauraron de manera efectiva. A cada equipo se le realizan tareas como: Prueba de encendido, Verificación de su estructura general, Revisión de accesorios, Revisión de cables, Funcionamiento general, Limpieza interna y externa, Revisión de válvulas,

Revisión de baterías, Pruebas spo2, Pruebas ekg, Presión no invasiva, Revisión de pantalla, Revisión impresora, Revisión de termómetro, Prueba de hojillas, Revisión de mangueras, Revisión de bandas, Revisión de seguros, Revisión de basculas, Revisión de ruedas, Revisión panel frontal, Revisión de manómetros, Revisión gato hidráulico, Revisión de bombillos, Fuentes de alimentación y Lubricación.

---

# Conclusiones

---

- El Mantenimiento preventivo de equipos médicos, se hace con el fin de que los equipos biomédicos funciones en condiciones óptimas y que estos muestren muestras confiables y seguras. El no tener un servicio de Mantenimiento preventivo de equipos médicos, puede ocasionar problemas en el diagnóstico de los mismos, dando como resultados muestras defectuosas o el daño irreparable de los equipos.
- Para la facilitar el análisis de toda actividad que se realice en cualquier escenario sea público o privado, se debe de poseer un sistema de almacenamiento de información ya sea físico o digital con el fin de tener el soporte necesario para la correcta utilización de las herramientas adecuadas para este proceso. Dicho esto, dentro del hospital San Antonio del Cerrito se implementó un software para llevar el control del mantenimiento preventivo y correctivo de equipos biomédicos.
- La implementación de herramientas digitales en este tipo de trabajos, convierten a la institución en un lugar con proyecciones y visiones que le van a permitir en un futuro una mayor calidad en el servicio prestado. Esta herramienta ayuda a una mejor intervención en los equipos médicos por parte del personal encargado, Así mismo por parte de los agentes encargados del mantenimiento.
- Es muy importante que el hospital tenga muy actualizada toda la información referente a los equipos o suministros con que cuenta, esto permite conocer a detalle las capacidades que posee para el desarrollo de sus obligaciones. De esta manera se convierte ante el ministerio de salud en una institución reconocida por su evolución en las nuevas tecnologías.

## BIBLIOGRAFIA

- [1]DYRO F, Joseph. Clinical Engineering Handbook. 1a edición. Estados Unidos: Elsevier Academic Press, 2004, pp. 88 – 89
- [2]DYRO F, Joseph. Clinical Engineering Handbook. 1a edición. Estados Unidos: Elsevier Academic Press, 2004, pp. 74
- [3]RODRIGUEZ, E. Gestión de Mantenimiento de Equipos Médicos [en línea]. La Habana: II Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica.
- [4]RODRIGUEZ DENIS, Ernesto B. Ingeniería Clínica SOCBIO. Ciudad de La Habana, Cuba. 2007, p.69-70
- [5]RODRIGUEZ DENIS, Ernesto B. La praxis en la gestión de equipos médicos SOCBIO. Ciudad de La Habana, Cuba. 2003. p. 1 - 2
- [6]RODRIGUEZ DENIS, Ernesto B. “Ingeniería Clínica” SOCBIO. Ciudad de La Habana, Cuba. 2007, p.71
- [7]RODRIGUEZ DENIS, Ernesto B. “Ingeniería Clínica” SOCBIO. Ciudad de La Habana, Cuba. 2007. p.74.
- [8]RODRIGUEZ DENIS, Ernesto B. “Ingeniería Clínica” SOCBIO. Ciudad de La Habana, Cuba. 2007. p.75.
- [9]RODRIGUEZ DENIS, Ernesto B. “Ingeniería Clínica” SOCBIO. Ciudad de La Habana, Cuba. 2007. p.77.
- [10]RODRIGUEZ DENIS, Ernesto B. Indicadores para el Control de la Gestión Equipos Médicos [en línea]. La Habana: V Congreso de la Sociedad Cubana de Bioingeniería.
- [11]LARAVEL, desarrolladorweb.com
- [12]QUE ES PHP, php.net
- [13]ROBLEDANO ANGEL, open webinars, septiembre 2019
- [14]TOOLTYP, beneficios del html5 y css3, enero 2019
- [15]D.F. Primero, J.C. Diaz, L.F. García, A. González-Vargas, Manual para la Gestión del Mantenimiento Correctivo de Equipos Biomédicos en la Fundación Valle del Lili. En: Revista Ingeniería Biomédica: (ISSN 1909-9762 / Volumen 9 / Número 18 / Julio-diciembre de 2015 / pp. 81-87 Escuela de Ingeniería de Antioquia-Universidad CES / Envigado, Colombia. Disponible en:

<http://www.scielo.org.co/pdf/rinbi/v9n18/v9n18a21.pdf>

[16] Decreto 4725 de 2005. Dispositivos médicos [en línea]. Bogotá: Ministerio de Protección Social, 2005. [Consultado el 6 de marzo de 2008]. Disponible en [www.minproteccionsocial.gov.co/VBeContent/NewsDetail.asp?ID=15472&IDCompany](http://www.minproteccionsocial.gov.co/VBeContent/NewsDetail.asp?ID=15472&IDCompany)

[17] IEC, International Electrotechnical Commission. Norma 60601-1. Medical electrical equipment. Part 1: General requirements for basic safety and essential performance [en línea]. Bogotá: IEC, 1997. [Consultado el 9 de Abril de 2008]. Disponible en [http://www.iec.ch/searchtech/tc\\_wkdoc.htm](http://www.iec.ch/searchtech/tc_wkdoc.htm)

[18] COLCIENCIAS. El Mantenimiento en Colombia. [en línea]: Fondo Nacional Hospitalario. Bogotá: COLCIENCIAS, 1989. [Consultado el 15 de Abril de 2007]. Disponible en [www.colciencias.gov.co](http://www.colciencias.gov.co)



# ANEXOS

## Anexo A

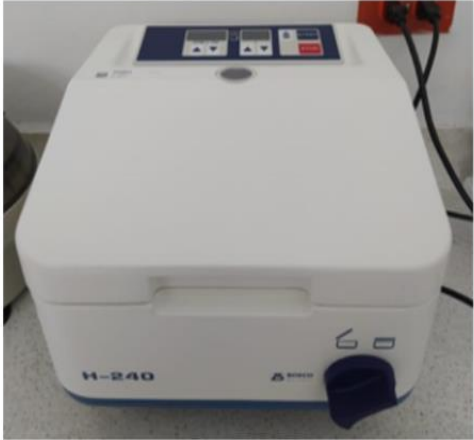
Hoja de Vida Equipo Biomedico	
	Area : Laboratorio clínico
	Características Propias del equipo
	Nombre : MICROCENTRIFUGA
	Marca : BOECO
	Modelo : H240
	Fabricante :
	Proveedor : LA MUELA
	Tel Proveedor : 3138890684
	Fecha de Compra : 2014-07-01
	Tiempo de Garantia : 1 Años
Ciclo de vida Util : 10 Años	
Fuente de Alimentacion : ELECTRICIDAD	
Características de Fabricación	
Voltaje : 115 V	
Corriente :	
Frecuencia : 60 HZ	
Potencia :	
Presión :	
Capacidad :	
Clasificación de la Tecnología por riesgo: CLASE II B	
Clasificación de la Tecnología por uso: ANALISIS DE LABORATORIO	
Dato de propiedad: PROPIO	
Tipo de Mantenimiento: CONTRATADO	
Frecuencia de Mantenimiento Preventivo: MENSUAL	
Manuales: NO POSEE	
Características de Fabricación	
Nombre :	
Serie :	
Modelo :	
Numero Activo :	

Figura 14. Hoja de vida de un equipo biomédico, autor

# Anexo B protocolo de mantenimiento


Hosp. San Antonio g3061

D EquiposMedicos **Realizar Mantenimiento**

**Tipo de Mantenimiento**  
Preventivo

**Fecha del Mantenimiento**  
Fecha Mantenimiento: dd/mm/aaaa

**Datos del Equipo**



Área : Urgencias  
 Nombre : DESFIBRILADOR  
 Serie :  
 Marca : PRIMEDIC  
 Voltaje : 100-240 V Ac  
 Modelo : 1D110  
 Frecuencia : 50/60 HZ

**Fallas**  
Fallas: \_\_\_\_\_

**Trabajos Realizados**

- Prueba de encendido
- Limpieza interna equipo
- Revisión de pantalla
- Revisión Seguro
- Revisión bombillos
- Verif. general estructura
- Revisión vehiculos
- Revisión impresora
- Revisión básculas
- Revisión fuente alimentación
- Revisión accesorios
- Revisión batería
- Revisión temperatura
- Revisión ruedas
- Requiere calibración Anual
- Revisión cables
- Pruebas SpO2
- Pruebas de hojillas
- Revisión panel frontal
- Lubricac. partes móviles
- Funcionamiento general
- Prueba xig
- Revisión mangueras
- Revisión de manómetros
- Limpieza general equipo
- Presión no invasiva
- Revisión bandejas
- Revisión gato hidráulico

**Descripción** \_\_\_\_\_

**Observación** \_\_\_\_\_

Repuesto	<input type="text"/>	cantidad	<input type="text"/>
Repuesto	<input type="text"/>	cantidad	<input type="text"/>
Repuesto	<input type="text"/>	cantidad	<input type="text"/>

Figura 15. protocolo de mantenimiento, autor

Anexo C

Tabla 5. Inventario de equipos biomédicos

#	EQUIPOS	MARCA	MODELO	REF	GARANTIA			UBICACION	FUNC		ESTADO		
					SI	NO	VENC.		SI	NO	B	R	M
1.	AGITADOR DE MAZZINE	LAB ROTATOR	DSR2100	84042028			X	LABORATORIO	X		X		
2.	ANALIZADOR DE QUIMICA	BIOSYSTEMS	BTS 350	801756300			X	LABORATORIO	X		X		
3.	BAÑO DE MARIA	MEMMERT	WB7	12950092			X	LABORATORIO	X		X		
4.	CENTRIFUGA DE MESA 6 TUBOS	CLAY ADAMS	COMPACT II	2960421			X	LABORATORIO	X		X		
5.	CONTADOR DE CELULAS	KRAMER	IM POOL	599			X	LABORATORIO	X		X		
6.	HORNO DE SECADO	MERMERT	UN 300	B3430212			X	LABORATORIO	X		X		
7.	INCUBADORA PARA LAB 37°	MEMMERT	UM 100	B1940121			X	LABORATORIO	X		X		
8.	MICROCENTRIFUGA	CLAY ADAMS	AUTOCRIT ULTRA 3	2810054			X	LABORATORIO	X		X		
9.	MICROPIPETA	BOECO	100-1000	10040772			X	LABORATORIO	X		X		
10.	MICROPIPETA	BIOHIT	1000 BA BIOHIT	8109370			X	LABORATORIO	X		X		
11.	MICROPIPETA	BOECO	10 100ML	11031074			X	LABORATORIO	X		X		
12.	MICROPIPETA	BOECO	10 ML	9653			X	LABORATORIO	X		X		
13.	MICROPIPETA	BOECO	1000 ML	31776			X	LABORATORIO	X		X		
14.	MICROPIPETA	BOECO	10 100ML	9896			X	LABORATORIO	X		X		
15.	GLUCOMETRO	ACON	ON CAN PLUS	103L118DF			X	LABORATORIO	X		X		
16.	MICROSCOPIO	OLYMPUS	CHT	OE0207			X	LABORATORIO	X		X		
17.	DESFIBRILADOR CON MONITOREO	PRIMEDIC	XD 110	7350500223 1			X	URGENCIAS	X		X		
18.	ELECTROCAUTERIO	HILL MED	HM 880				X	URGENCIAS	X		X		
19.	LAMPARA AUXILIAR RODABLE	WELCH ALLYN	LS 100	44100			X	URGENCIAS	X		X		
20.	NEBULIZADOR	DEVILBISS	5650D	D2740124			X	URGENCIAS	X		X		
21.	OXIMETRO DE PULSO	HILL MED		8321161061			X	URGENCIAS	X		X		
22.	CAVITRON	NSK	VARIOS 550	03X01502			X	ODONTOLOGIA	X		X		
23.	LAMPARA DE FOTOCURADO	DENTALMERICA	LITEX 600	116132			X	ODONTOLOGIA	X		X		
24.	UNIDAD ODONTOLOGICA	GNATUS					X	ODONTOLOGIA	X		X		
25.	UNIDAD ODONTOLOGICA PORTATIL	KROMADENT	MP 250				X	ODONTOLOGIA	X		X		
26.	COMPRESOR	FIAC	1HP				X	ODONTOLOGIA	X		X		
27.	ELECTROCARDIOGRAFO	WELCH ALLYN	CP 50 AD				X	URGENCIAS			X		
28.	FONENDOSCOPIO	WELCH ALLYN	ADULTO				X	URGENCIAS	X		X		
29.	GLUCOMETRO						X	URGENCIAS	X		X		
30.	LAMPARA AUXILIAR RODABLE	WELCH ALLYN	44100	LS 100			X	URGENCIAS	X		X		
31.	ASPIRADOR	THOMAS	1635	1214000			X	URGENCIAS	X		X		
32.	BOMBA DE INFUSIÓN	NIPRO	SURE FISION	63385			X	HOSPITALIZACIÓN	X		X		
33.	ASPIRADOR	HILL MED	PHLGEM SUCTIN	9020055			X	HOSPITALIZACION	X		X		
34.	FONENDOSCOPIO	TYCOS	PEDIÁTRICO				X	SALA DE PARTOS	X		X		
35.	LARINGOSCOPIO	WELCH ALLYN	60814				X	SALA DE PARTOS	X		X		

36.	ASPIRADOR	THOMAS	1635			X	SALA DE PARTOS	X	X		
37.	MESA DE PARTOS	LOS PINOS	970 OB	503125		X	SALA DE PARTOS	X	X		
38.	MONITOR FETAL	HUNTLEIGH	BD 4000 XS	25014		X	SALA DE PARTOS	X	X		
39.	PESA BEBES DIGITAL	HEALTH O METHER	522 KL	0032		X	SALA DE PARTOS	X	X		
40.	DETECTOR ULTRASONICO	HILL MED	HM 520			X	SALA DE PARTOS	X	X		
41.	INCUBADORA PEDIATRICA	ATOM	V 85	6085107		X	SALA DE PARTOS	X	X		
42.	LAMPARA AUXILIAR RODABLE	WELCH ALLYN	44200	LS 200		X	SALA DE PARTOS	X	X		
43.	ULTRASONIDO FIJO	HTM	SONIC COMPAC	88972		X	FISIOTERAPIA	X	X		
44.	TENS	INGELSAD	EMS TENS L1			X	FISIOTERAPIA	X	X		
45.	VIBRADOR	WHALL				X	FISIOTERAPIA	X	X		
46.	LAMPARA INFRARROJA	INTERFISICA				X	FISIOTERAPIA	X	X		
47.	BICICLETA ELIPTICA	EVOLUTION FITNESS	OR 2700			X	FISIOTERAPIA	X	X		

Anexo D

Mantenimiento correctivo en bomba de infusión

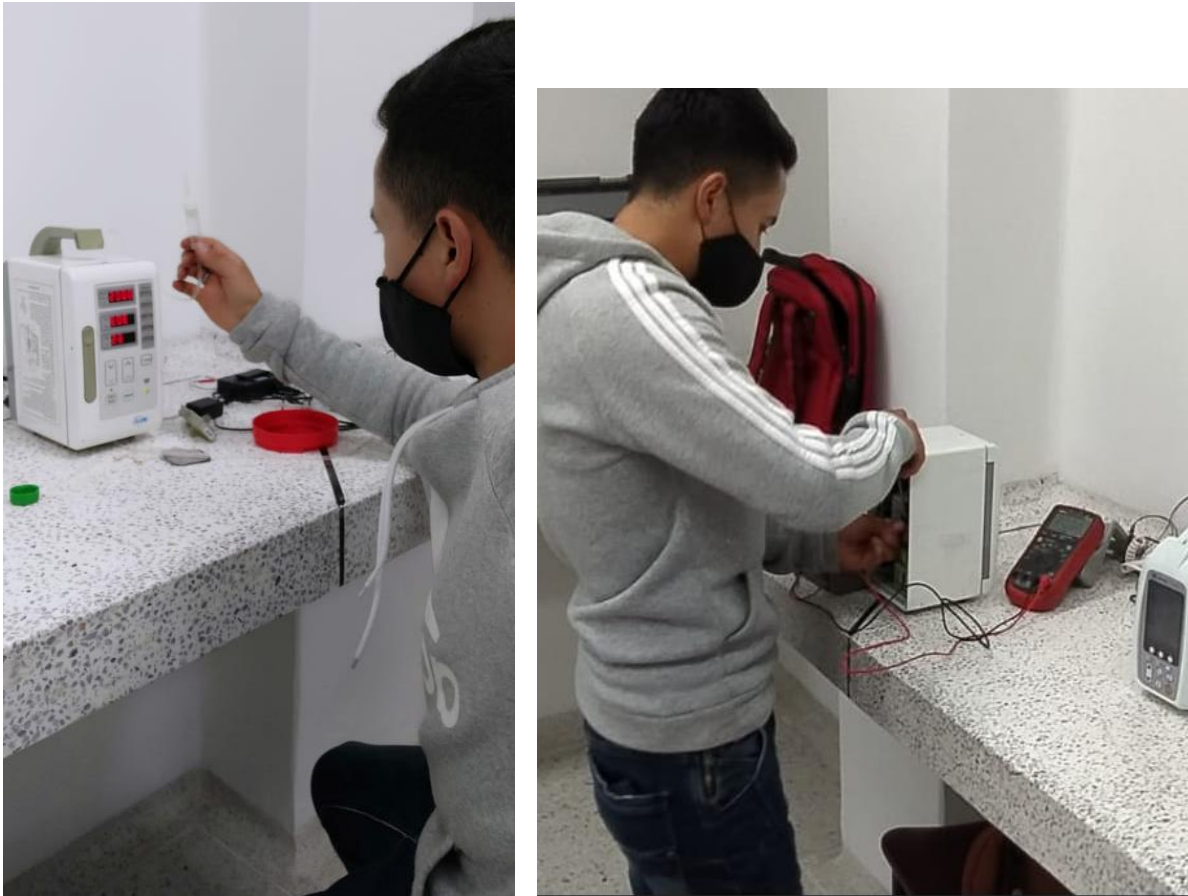


Figura 16: Mantenimiento correctivo en bomba de infusión, autor