



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PRÁCTICA PROFESIONAL**

**BIOtec: SUMINISTROS MÉDICOS, S. DE R.L.**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO:**

**INGENIERO EN BIOMÉDICA**

**PRESENTADO POR:**

**22011294 ARLIN MAYLETH MEJIA BRONFIELD**

**ASESOR METODOLÓGICO: ALEJANDRO ZAVALA**

**SAN PEDRO SULA, CORTÉS, HONDURAS, C.A**

**JUNIO, 2024**

## RESUMEN EJECUTIVO

La empresa BioTec: Suministros Médicos S. de R.L. se especializa en la venta y el mantenimiento de equipos médicos de cardiología, diagnóstico preclínico, especializados en imagenología con la marca Phillips. Cuenta con varias sucursales distribuidas por todo el país, incluyendo ubicaciones principales en San Pedro Sula, Tegucigalpa y La Ceiba. BioTec se destaca por su compromiso con altos estándares de calidad donde se dedica a ofrecer un servicio rápido, eficiente y confiable para satisfacer las necesidades de nuestros clientes.

Durante el periodo de práctica profesional, se realizaron diversas actividades centradas en el mantenimiento correctivo y preventivo de equipos médicos. Estas actividades incluyeron la aplicación de conocimientos avanzados y habilidades técnicas adquiridas durante la formación académica, con el objetivo de asegurar el funcionamiento óptimo y continuo de los equipos.

Una de las principales responsabilidades fue el diagnóstico y la reparación de fallas en los equipos médicos. Se utilizaron técnicas de diagnóstico avanzadas para identificar y resolver problemas técnicos de manera eficiente, garantizando que los equipos estuvieran operativos y seguros para su uso. Además, se ejecutaron planes de mantenimiento preventivo, basados en normativas y estándares internacionales, con el fin de minimizar la ocurrencia de fallos y extender la vida útil de los equipos.

La experiencia durante la práctica profesional también promovió el desarrollo de habilidades en la gestión del tiempo, la resolución de problemas y el trabajo en equipo. Estas competencias fueron fundamentales en el ámbito de la ingeniería biomédica, ya que permitió una coordinación eficaz y una respuesta rápida a los desafíos técnicos que surgieron.

**Palabras Clave:** Equipamiento Médico, Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Correctivo, Gestión Tecnológica

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>II.</b>	<b>GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....</b>	<b>12</b>
2.1.1	LOGO DE LA EMPRESA.....	12
2.1.2	ESTRUCTURA DE LA EMPRESA.....	13
2.1.3	DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO.....	13
<b>2.2</b>	<b>OBJETIVOS DE PUESTO .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2.1</b>	<b>OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2.2</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>15</b>
<b>III.</b>	<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1</b>	<b>ANÁLISIS DEL SECTOR.....</b>	<b>16</b>
<b>3.3</b>	<b>GESTIÓN DEPARTAMENTO DE BIOMÉDICA.....</b>	<b>22</b>
3.3.1	PERSONAL DE MANTENIMIENTO .....	23
3.3.2	POLÍTICAS Y PROCEDIMIENTOS.....	23
3.3.3	HERRAMIENTAS Y SOFTWARE DE GESTIÓN.....	24
3.3.4	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	24
3.3.5	NORMATIVAS Y REGULACIONES.....	25
<b>IV.</b>	<b>DESARROLLO.....</b>	<b>27</b>
<b>4.1.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO .....</b>	<b>27</b>
<b>4.1.1.</b>	<b>SEMANA 1 .....</b>	<b>27</b>
<b>4.1.2.</b>	<b>SEMANA 2 .....</b>	<b>29</b>
<b>4.1.3.</b>	<b>SEMANA 3 .....</b>	<b>33</b>
<b>4.1.4.</b>	<b>SEMANA 4.....</b>	<b>35</b>
<b>4.1.5.</b>	<b>SEMANA 5 .....</b>	<b>38</b>
<b>4.1.6</b>	<b>SEMANA 6.....</b>	<b>40</b>
<b>4.1.7</b>	<b>SEMANA 7 .....</b>	<b>43</b>
<b>4.1.8</b>	<b>SEMANA 8.....</b>	<b>44</b>
<b>4.1.9</b>	<b>SEMANA 9.....</b>	<b>47</b>
<b>4.1.10</b>	<b>SEMANA 10.....</b>	<b>49</b>
<b>4.2</b>	<b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....</b>	<b>51</b>
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>52</b>
	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>53</b>

<b>PARA LA EMPRESA.....</b>	<b>53</b>
<b>PARA UNITEC .....</b>	<b>53</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>54</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>57</b>

## **ÍNDICE DE ILUSTRACIONES**

Ilustración 1- Logo de BioTec .....	12
Ilustración 2- Estructura de la Empresa .....	13
Ilustración 3- Tablero de Organización en Trello .....	25

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1- Actividades Semana 1 .....	29
Tabla 2- Indicadores Semana 1 .....	29
Tabla 3- Actividades Semana 2 .....	32
Tabla 4- Indicadores Semana 2 .....	32
Tabla 5- Actividades Semana 3 .....	35
Tabla 6- Indicadores Semana 3 .....	35
Tabla 6- Actividades Semana 4 .....	37
Tabla 7- Indicadores Semana 4 .....	38
Tabla 8- Actividades Semana 5 .....	40
Tabla 9- Indicadores Semana 5 .....	40
Tabla 10- Actividades Semana 6 .....	42
Tabla 11- Indicadores Semana 6 .....	42
Tabla 12- Actividades Semana 7 .....	44
Tabla 13- Indicadores Semana 7 .....	44
Tabla 14- Actividades Semana 8 .....	46
Tabla 15- Indicadores Semana 8 .....	46
Tabla 16- Actividades Semana 9 .....	48
Tabla 17- Indicadores Semana 9 .....	49
Tabla 18- Actividades Semana 10 .....	50
Tabla 19- Indicadores Semana 10 .....	50

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Tomógrafo GE.....	57
Anexo 2: Calibración del Tomógrafo .....	57
Anexo 3: Levantamiento Hospital Murillo.....	57
Anexo 4: Dispositivo DARC.....	57
Anexo 5: Revisión de Ultrasonido .....	57
Anexo 6: Tomógrafo GE Hospital Los Ángeles.....	58
Anexo 7: Inyección de Aceite Dieléctrico a Tomógrafo .....	58
Anexo 8: Pruebas de Imagen con Tomógrafo OncoRad .....	58
Anexo 9: Pruebas con la WorkStation de OncoRad .....	58
Anexo 10: Entrega de Rayos X portátil Hospital Ferraro .....	58
Anexo 11: Pruebas de Imagen con Rayos X Portátil.....	58
Anexo 12: Placa del monitor de Ultrasonido .....	59
Anexo 13: Entrega y pruebas de WorkStation de OncoRad .....	59
Anexo 14: Mamógrafo de OncoRad .....	59
Anexo15: Resonancia Magnética OncoRad .....	59
Anexo 16: Tomógrafo Philips pequeño, Hospital del Valle.....	59
Anexo 17: Prueba de Ultrasonido Clínica en El Progreso, Yoro .....	59
Anexo 18: Soldadura de Placas Electrónicas .....	60
Anexo 19: Ultrasonido en BioTec .....	60
Anexo 20: Rayos X Portátil Hospital del Valle.....	60
Anexo 21: Tomógrafo GE Centro de Diagnóstico Dr. Mario Pineda .....	60
Anexo 22: Angiógrafo Hospital del Valle .....	60
Anexo 23: Arco en C Hospital del Valle .....	60
Anexo 24: Ultrasonido MediMall .....	61
Anexo 25: Tomógrafo GE OncoRad .....	61
Anexo 26: PDU Angiógrafo .....	61
Anexo 27: Tomógrafo Villanueva .....	61
Anexo 28: Ultrasonido Portátil Chison Eco 6.....	61
Anexo 29: VCT Hospital del Valle .....	61
Anexo 30: Densitómetro Hospital Ferraro .....	62
Anexo 31: Congreso Ginecología y Obstetricia .....	62
Anexo 32: Congreso Ginecología y Obstetricia .....	62
Anexo 33: Resonancia Magnética OncoRad.....	62
Anexo 34: Planos AutoCAD bodega BioTec .....	62

Anexo 35: Transductores Ultrasonido Phillips .....	62
Anexo 36: Prueba de Esfuerzo .....	63
Anexo 37: VCT Hospital del Valle .....	63
Anexo 38: Colimador VCT Hospital del Valle .....	63
Anexo 39: Placa Mojada Ultrasonido CIMER .....	63
Anexo 40: Pruebas en Ultrasonido Centro de Imágenes .....	63
Anexo 41: Computadora Angiógrafo Hospital del Valle .....	63
Anexo 42: Arco en C Hospital del Valle .....	63
Anexo 43: WorkStation REMADELVA.....	63
Anexo 44: Tarjeta de Video WorkStation RMI OncoRad.....	63
Anexo 45: RMI OncoRad .....	63
Anexo 46: Alineación Bucky Rayos X Liga Contra el Cáncer.....	64
Anexo 48: Prueba Rayos X Portátil por MP .....	64

## LISTA DE SIGLAS

CEO	Comisionado Especial de Operaciones de Seguridad
CMMS	Computerized Maintenance Management System (Sistema computarizado de gestión de mantenimiento).
ISO	International Organization Standardization (Organización Internacional para Estandarización).
LP	Licitación Privada
MRI	Resonancia Magnética
MP	Mantenimiento Preventivo
MC	Mantenimiento Correctivo
TC	Tomografía Computarizada
OPS	Organización Panamericana de la Salud
Rx	Rayos X
Qx	Quirófano
DR	Radiografía Digital
CR	Radiografía Computarizada

## GLOSARIO

*Dispositivo Médico:* Son considerados como un componente fundamental de los sistemas de salud; los beneficios que pueden otorgar continúan aumentando ya que son indispensables para prevenir, diagnosticar, tratar y rehabilitar enfermedades de manera efectiva y segura. (*Dispositivos médicos - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud, 2024*)

*Mantenimiento Correctivo:* Se realiza cuando se detecta una falla o problema en el equipo médico, reparando daños y estableciendo el funcionamiento normal del equipo; siendo de manera urgente e imprevisto. (Coronado, 2023)

*Mantenimiento Preventivo:* Proceso donde su objetivo es mantener en buenas condiciones el funcionamiento de los equipos utilizados en los centros de salud; cuidando e inspeccionando con el propósito de que no ocurran fallas a futuro. (*Mantenimiento a equipos médicos, s. f.*)

*Capacitación:* Conjunto de formaciones, entrenamientos o actividades que una empresa realiza para que sus colaboradores adquieran y desarrollen habilidades o conocimientos enfocados a hacer mejor su trabajo. (*Capacitación de personal: qué es, tipos y metodologías | Multiplica Talent, s. f.*)

*Gestión Hospitalaria:* Consiste en lograr una asistencia sanitaria de calidad y lo más eficiente posible mediante la gestión óptima de los recursos y herramientas disponibles. (*La gestión hospitalaria, s. f.*)

*Salud:* Estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades. (*Preguntas más frecuentes, s. f.*)

## **I. INTRODUCCIÓN**

BioTec es una empresa especializada en ofrecer soluciones integrales para hospitales, clínicas y profesionales de la salud. Su oferta abarca desde la comercialización y opciones de compra hasta la instalación, servicios postventa, garantías, contratos de servicio y opciones de financiamiento.

En el presente informe, se abordó el desarrollo y los resultados que se obtuvieron durante la práctica profesional realizada en las instalaciones de BioTec donde se asumió el rol de ingeniero biomédico en el contexto de una empresa dedicada a la venta y mantenimiento de equipos médicos, proporcionando una visión de las actividades ejecutadas.

El objetivo de la práctica profesional fue comprender el papel de un ingeniero biomédico en campo, especialmente en entornos que utilizan dispositivos y tecnologías médicas. Además, se buscó aportar ideas innovadoras para implementar mejoras significativas en la empresa.

En este documento se detallan las generalidades de la empresa, incluyendo una descripción del departamento donde se llevó a cabo la práctica profesional, así como los objetivos del puesto desempeñado. Se incluye un capítulo dedicado a las actividades realizadas a lo largo de toda la práctica profesional, ofreciendo una visión completa de las tareas y responsabilidades asumidas. Además, se analizarán los logros alcanzados y las habilidades desarrolladas durante este periodo, proporcionando una comprensión integral de la experiencia adquirida.

## **II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

### **2.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

Con más de 12 años de experiencia, BioTec se ha establecido como un referente nacional en la provisión de soluciones médicas a instituciones privadas. La empresa trabaja con un amplio rango de clientes, que incluye prestigiosas organizaciones como el Hospital del Valle, OncoRad y el Hospital Ferraro, entre otras.

BioTec se destaca especialmente por su experiencia en equipos de radiología e imágenes médicas, suministrando tecnología de vanguardia como rayos X, ultrasonidos, tomógrafos y resonancias magnéticas. La empresa no solo proporciona equipos de alta calidad, sino que también ofrece servicios integrales, como instalación, mantenimiento y soporte técnico, asegurando que sus clientes obtengan el máximo rendimiento de sus sistemas médicos.

La empresa es el representante autorizado de equipos médicos PHILIPS en Honduras. Además, colabora con varias otras marcas líderes en el sector, como General Electric, Chison, Welch Allyn, Mortara y Perlove.

BioTec no solo es conocida por la calidad de sus productos y servicios, sino también por su capacidad para innovar y adaptarse a las tendencias emergentes en el campo de la tecnología médica. Esta reputación ha permitido a la empresa expandirse y consolidar su posición como un socio confiable para instituciones médicas a nivel nacional.

#### **2.1.1 LOGO DE LA EMPRESA**



Ilustración 1- Logo de BioTec

### 2.1.2 ESTRUCTURA DE LA EMPRESA

La empresa está estructurada por el consejo de administración en donde incluye al director general (CEO); un director de operaciones (COO), gerente general, departamento de ventas, gerente de operaciones y el nivel operativo (departamento de biomédica) donde trabajan los empleados y equipos que llevan las tareas diarias esenciales; este nivel operativo está formado por un grupo diverso de ingenieros biomédicos, mecánicas, eléctricos y técnicos especializados.

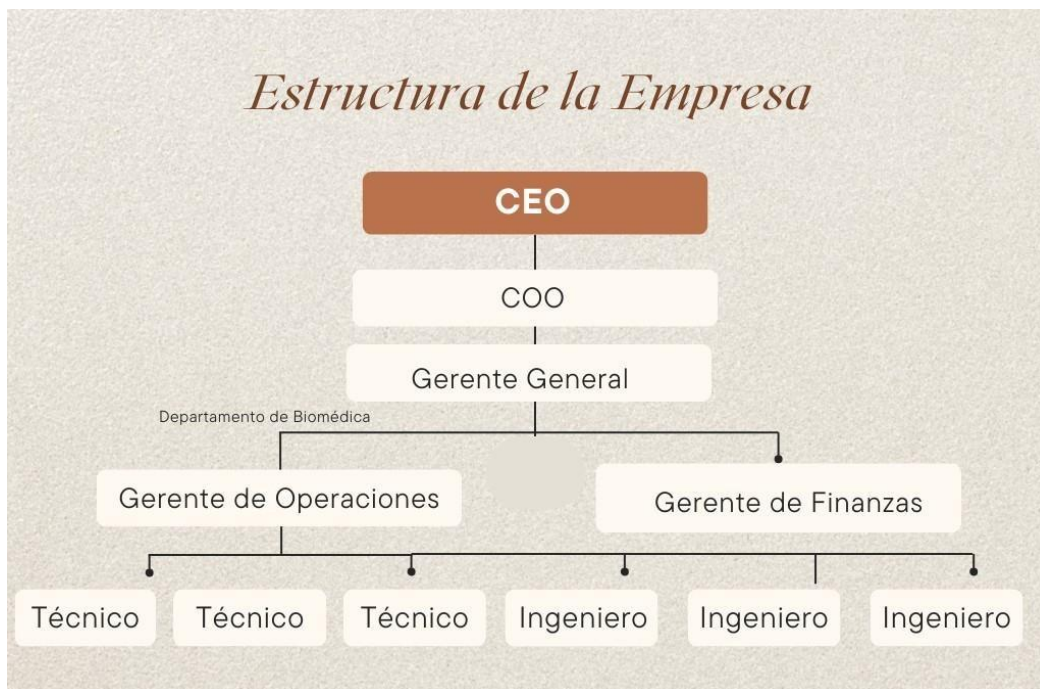


Ilustración 2- Estructura de la Empresa

La sede central se encuentra en San Pedro Sula, Honduras, con una oficina en Tegucigalpa, Honduras; lo que permite ofrecer sus productos y servicios de manera más eficiente en diferentes regiones del país. La empresa se encarga de otorgar sus servicios a clínicas y hospitales privados en La Ceiba, Tocoa, Choluteca, San Marcos Ocotepeque, Santa Rosa de Copan, Santa Barbara, Siguatepeque, entre otros.

### 2.1.3 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

El Departamento de Biomédica está compuesto por un equipo especializado que incluye tres ingenieros de campo, tres técnicos y un coordinador de ingeniería, quien ejerce como jefe directo del departamento y obtiene el puesto de gerente de operaciones. Este equipo se encarga de los servicios postventa, mantenimientos correctivos y preventivos,

instalaciones de equipos y capacitaciones técnicas. Para cada servicio realizado, se elaboran informes detallados que incluyen diagnósticos y registros de mantenimiento, tanto los completados como los pendientes, asegurando así un proceso de trabajo ordenado.

El Gerente de Operaciones es el responsable de la supervisión y la coordinación de todas las actividades del departamento. Los ingenieros de campo son los encargados de llevar a cabo los servicios postventa, mantenimientos correctivos y preventivos, instalaciones y capacitaciones. Por último, los técnicos apoyan en la ejecución de mantenimientos, instalaciones y otras tareas técnicas específicas.

## **2.2 OBJETIVOS DE PUESTO**

### **2.2.1 OBJETIVO GENERAL**

Optimizar el rendimiento y la disponibilidad de los equipos médicos, asegurando su correcto funcionamiento a través de la aplicación de conocimientos técnicos y prácticas de mantenimiento preventivo y correctivo, con el fin de mejorar la calidad del cuidado de los pacientes y la eficiencia operativa de las instalaciones de salud.

### **2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Colaborar con el equipo técnico en la ejecución de actividades de mantenimiento preventivo en los equipos médicos, aprendiendo los procedimientos y técnicas necesarios.
2. Asistir en la reparación de fallos en los equipos, siguiendo los protocolos establecidos bajo la supervisión de ingenieros experimentados.
3. Impartir capacitaciones sobre el uso adecuado y mantenimiento básico de los equipos, adquiriendo conocimientos prácticos y teóricos.
4. Recopilar y registrar datos sobre el rendimiento de los equipos, utilizando sistemas de monitoreo y evaluación para identificar las áreas que requieren atención.

### **III. MARCO TEÓRICO**

En el presente capítulo se abordan diversos aspectos relacionados con el trabajo de BioTec, incluyendo las áreas de especialización, los equipos que utilizan, los procedimientos que implementan y otros elementos clave. El objetivo principal es garantizar que se satisfagan tanto las necesidades de la empresa como las de los pacientes.

#### **3.1 ANÁLISIS DEL SECTOR**

En Honduras existen muchas más empresas especializadas en la venta y mantenimiento de equipo médico; algunas de las competencias de BioTec son Seijiro Yazawa Iwai, HospiTec, e IMECSA.

Seijiro Yazawa Iwai es una empresa donde se enfoca en diferentes rubros, así como la medicina, energía y la industria pesada. Esta empresa se especializa en equipos odontológicos, oftalmológicos, instrumentos de medicina general e imagenología. (*SYI Seijiro Yazawa Iwai*, s. f.)

Al igual que BioTec, las empresas HospiTec e IMECSA se especializan en la venta y mantenimiento de equipos médicos. Estas compañías desempeñan un papel crucial en el sector de la salud en Honduras, ofreciendo servicios esenciales como mantenimientos preventivos y correctivos en diversos hospitales del país. Su labor asegura el funcionamiento óptimo de los equipos médicos, contribuyendo a la calidad y continuidad de la atención médica proporcionada a los pacientes.

#### **3.2 EQUIPOS COLABORATIVOS EN EL ENTORNO LABORAL**

La empresa BioTec es reconocida por su excelencia en la venta y mantenimiento de equipos de imagenología. Ellos trabajan con las marcas Phillips, WelchAllyn, General Electric, Mortara, Chison, entre otros. Los equipos de imagenología en los que trabaja dicha empresa son:

##### *3.2.1 Tomografía Computarizada*

Es un procedimiento computarizado de toma de imágenes con rayos X en el que se proyecta un haz angosto de rayos X a un paciente y se gira rápidamente alrededor del cuerpo, produciendo señales que son procesadas por la computadora de la máquina para generar imágenes transversales, o "cortes". (*Tomografía Computarizada (TC)*, s. f.)

Los cortes llamados "imágenes tomografías" brindan al médico una información detallada que las radiografías convencionales. La computadora recopila varios cortes sucesivos que se apilan digitalmente para crear una imagen tridimensional del paciente, permitiendo así identificar fácilmente las estructuras básicas como tumores o anomalías.

Cada imagen que se crea muestra los órganos, huesos y otros tejidos en cada corte delgado del cuerpo. Los equipos de TC toman imágenes continuas en forma helicoidal (o espiral); además, los equipos más modernos producen imágenes de tercera dimensión (3D) de mejor calidad de regiones internas del cuerpo, detectando anomalías pequeñas de una mejor manera.

### 3.2.1.1 Principio de la Tomografía Computarizada

El principio de una tomografía computarizada se basa en el uso de rayos X para crear imágenes detalladas del interior del cuerpo. El tomógrafo emite un haz de rayos X desde un tubo de rayos X que gira alrededor del paciente. Estos rayos atraviesan el cuerpo del paciente y son atenuados en diferentes grados dependiendo de la densidad y composición de los tejidos que atraviesan. Los datos recogidos por los detectores se envían a una computadora donde utiliza algoritmos matemáticos para construir las imágenes a partir de los datos de los rayos X atenuados.

Las imágenes resultantes son los cortes transversales del cuerpo que pueden ser vistas en diferentes planos (axial, coronal y sagital). Estas imágenes permiten visualizar estructuras internas con gran precisión. Las imágenes obtenidas se pueden observar en monitores y pueden ser analizadas por médicos para diagnosticar diversas condiciones médicas, como tumores, fracturas, infecciones y otras patologías internas.

### 3.2.1.2 Tipos de Tomografías Computarizadas

TC Convencional: Utiliza un haz de rayos X y detectores fijos. La mesa del paciente se mueve en incrementos para obtener imágenes de secciones individuales.

TC Helicoidal (Espiral): El tubo de rayos X y los detectores giran continuamente alrededor del paciente mientras la mesa se mueve a través del escáner, creando una espiral de datos que permite obtener imágenes más rápidas y detalladas.

TC Multicorte: Este tipo de TC utiliza múltiples filas de detectores, lo que permite capturar múltiples cortes del cuerpo simultáneamente. Es más rápido y proporciona imágenes de mayor resolución que los TC convencionales o helicoidales.

TC de Haz Cónico: Utiliza un haz de rayos X en forma de cono utilizado en odontología, ortopedia y radioterapia. Proporciona imágenes 3D de alta resolución de áreas pequeñas como la cabeza y el cuello.

TC de Alta Resolución: Se utiliza principalmente para evaluar enfermedades pulmonares y proporciona imágenes detalladas de los pulmones y estructuras del tórax.

TC Emisión Monofotónica: Combina TC con imágenes de medicina nuclear para proporcionar información funcional y anatómica, lo que es útil para poder evaluar condiciones como enfermedades cardíacas y cáncer.

TC por Emisión de Positrones (PET/CT): Combina la TC con la tomografía por emisión de positrones (PET) para obtener imágenes anatómicas y funcionales. Es utilizado en oncología para la detección y monitoreo del cáncer.

TC de Doble Energía: Utiliza dos tubos de rayos X con diferentes energías, lo que permite diferenciar mejor entre distintos tipos de tejidos y materiales. Es útil para evaluar estructuras complejas como las arterias coronarias.

Angio-TC: Se utiliza para visualizar los vasos sanguíneos y puede ayudar en la detección de aneurismas, estenosis y otras patologías vasculares. Se realiza con la inyección de un medio de contraste.

### 3.2.2 Resonancia Magnética

Recopila imágenes de manera no invasiva donde produce imágenes anatómicas tridimensionales detalladas, sin utilizar radiación. (*Imagen Por Resonancia Magnética (IRM)*, s. f.)

Se utiliza frecuentemente para la detección de enfermedades, el diagnóstico y el monitoreo de tratamientos. Utiliza una tecnología que sofisticada que estimula y detecta el cambio en la dirección del eje de rotación de protones encontradas en el agua que compone los tejidos vivos.

La RMI utiliza imanes potentes para crear un campo magnético fuerte que alinea los protones del cuerpo con dicho campo. Cuando se aplica una corriente de radiofrecuencia al paciente, los protones se estimulan y se desalinean, oponiéndose al campo magnético.

Al apagar la corriente de radiofrecuencia, los sensores de RMI detectan la energía liberada a medida que los protones se vuelven a alinear con el campo magnético. El tiempo que tardan en realinearse y la cantidad de energía liberada varían según el entorno y la composición química de las moléculas. Estas propiedades magnéticas permiten a los médicos distinguir entre diferentes tipos de tejidos.

Para obtener una imagen por RMI, el paciente se coloca dentro de un imán gigante y debe permanecer inmóvil durante el procedimiento para evitar imágenes borrosas. Se pueden administrar medios de contraste por vía intravenosa antes o durante la RMI para acelerar la realineación de los protones con el campo magnético. Cuanto más rápido se realinean los protones, más brillante será la imagen.

La RMI se emplea para obtener imágenes detalladas de los tejidos blandos y las partes no óseas del cuerpo. A diferencia de la TC, la RMI no utiliza radiación ionizante, lo que la hace más segura en comparación con los rayos X. Esto es especialmente importante cuando se necesita una evaluación frecuente.

La RMI ofrece una visualización superior del cerebro, la médula espinal, los nervios, así como de los músculos, ligamentos y tendones en comparación con los rayos X y la TC tradicionales. Por esta razón, es comúnmente utilizada para diagnosticar lesiones en articulaciones como la rodilla y el hombro. En el cerebro, la RMI es capaz de distinguir entre la materia blanca y la materia gris, lo que la hace útil para diagnosticar condiciones como aneurismas y tumores.

Además, debido a que la RMI no utiliza radiación, es la modalidad preferida cuando se requieren imágenes frecuentes para diagnóstico o tratamiento, especialmente en áreas sensibles como el cerebro. La capacidad de la RMI para proporcionar imágenes detalladas sin la exposición a radiación dañina la convierte en una herramienta invaluable en la medicina moderna. Es importante tener en cuenta que la RMI es más costosa que otras modalidades de imagen, como los rayos X o la TC. Esta mayor inversión se justifica por la calidad superior de

las imágenes y la seguridad que ofrece, pero puede ser una consideración en términos de costos de atención médica.

Además de sus aplicaciones en neurología y ortopedia, la RMI también se utiliza en cardiología para evaluar el corazón y los vasos sanguíneos, en oncología para detectar y monitorear tumores, y en muchas otras áreas médicas donde es crucial obtener imágenes detalladas de los tejidos blandos. Su capacidad para ofrecer imágenes en múltiples planos y su precisión en la diferenciación de estructuras anatómicas hacen de la RMI una herramienta esencial para el diagnóstico y la planificación del tratamiento en una amplia variedad de condiciones médicas.

### 3.2.2.1 Principio de la Resonancia Magnética

Un imán potente genera un campo magnético fuerte que alinea los protones en el cuerpo, especialmente los protones de los átomos de hidrógeno presentes en el agua y las grasas de los tejidos.

Se aplica una corriente de radiofrecuencia específica que perturba esta alineación. Los protones absorben esta energía y se desalinean del campo magnético. Al apagar la corriente de radiofrecuencia, los protones comienzan a regresar a su estado alineado original, liberando la energía absorbida en forma de señales de radiofrecuencia.

Los detectores de la RMI recogen estas señales emitidas por los protones a medida que se realinean. Estas señales varían dependiendo del entorno y la composición química de los tejidos.

### 3.2.3 Ultrasonido

Es una técnica de diagnóstico no invasiva que se utiliza para producir imágenes dentro del cuerpo. Los transductores producen ondas sonoras que tienen frecuencias por arriba del umbral del oído humano. (*Ultrasonido*, s. f.)

Las sondas de ultrasonido, conocidas como transductores, generan ondas sonoras con frecuencias superiores al umbral del oído humano (más de 20 kHz). Sin embargo, la mayoría de los transductores actuales operan a frecuencias mucho más altas, generalmente en el rango de los megahercios (MHz). Las sondas de ultrasonido diagnóstico suelen colocarse en la piel para obtener imágenes internas del cuerpo.

Para mejorar la calidad de las imágenes, las sondas también pueden insertarse en el cuerpo a través del tracto gastrointestinal, la vagina o los vasos sanguíneos. Además, durante procedimientos quirúrgicos, se puede usar ultrasonido colocando una sonda estéril directamente en el área operada.

El ultrasonido diagnóstico se clasifica en dos categorías principales: ultrasonido anatómico y ultrasonido funcional. El anatómico produce imágenes detalladas de los órganos internos y otras estructuras del cuerpo. Es ampliamente utilizado para visualizar órganos abdominales, el sistema reproductor femenino, estructuras superficiales, y el sistema cardiovascular.

El ultrasonido funcional no solo proporciona imágenes anatómicas, sino que también integra información adicional sobre las características físicas de los tejidos, como el movimiento y velocidad del tejido o la sangre, elasticidad del tejido, y otras características físicas.

El ultrasonido se utiliza en una amplia variedad de especialidades médicas debido a su versatilidad y seguridad. Es utilizado en la ginecología y obstetricia, cardiología, gastroenterología, radiología intervencionista, y ortopedia.

También es una herramienta esencial en la medicina de emergencia y en la cirugía, donde la colocación de una sonda estéril dentro del campo quirúrgico puede proporcionar información en tiempo real, ayudando a los cirujanos a tomar decisiones informadas durante los procedimientos.

#### *3.2.4 Angiógrafo*

Es un dispositivo médico que utiliza un tinte especial llamado material de contraste, y rayos X para poder observar la forma en que fluye la sangre a través de las arterias en el corazón. (Angiografía coronaria, s. f.).

Para llevar a cabo uno de estos estudios, se inserta un catéter en las arterias, generalmente a través de la ingle, el brazo o el cuello. A través del catéter, se inyecta un líquido de contraste, el cual es esencial para mejorar la visibilidad de las arterias y otros vasos sanguíneos en las imágenes de rayos X. Este proceso permite observar las arterias en tiempo

real, proporcionando una visión clara y detallada de su estructura y cualquier anomalía presente.

La angiografía es una herramienta diagnóstica en la medicina moderna, especialmente en la cardiología y la neurología. Se utiliza para identificar y evaluar condiciones como aneurismas, estrechamientos, bloqueos, malformaciones vasculares y otros problemas relacionados con los vasos sanguíneos. Además, es crucial para planificar intervenciones terapéuticas, como angioplastias, la colocación de stents y cirugías vasculares.

Durante el procedimiento, el paciente es monitorizado constantemente para asegurar su seguridad y bienestar. Después de la inyección del líquido de contraste, se toman una serie de imágenes rápidas que capturan el flujo del contraste a través de los vasos sanguíneos. Esto permite a los médicos evaluar el flujo sanguíneo y detectar cualquier irregularidad.

La información obtenida a través de la angiografía no solo es vital para el diagnóstico preciso de diversas patologías, sino que también guía las decisiones terapéuticas, ayudando a determinar el tratamiento más adecuado para cada paciente. La capacidad de visualizar los vasos sanguíneos con tal precisión permite a los médicos diseñar estrategias de tratamiento personalizadas, mejorando significativamente las probabilidades de éxito y la recuperación del paciente.

### **3.3 GESTIÓN DEPARTAMENTO DE BIOMÉDICA**

La gestión de mantenimiento es crucial para la supervisión, control y conservación de la tecnología biomédica en el entorno hospitalario, ya que mejora la calidad de los servicios y maximiza el costo-beneficio en las operaciones hospitalarias (Primerio et al., 2015).

Establecer procesos estandarizados para el seguimiento y el control de los equipos biomédicos, así como ejecutar correctamente el mantenimiento correctivo, es fundamental para la gestión de mantenimiento en hospitales, ayudando a reducir los tiempos de reparación y aumentar la disponibilidad de los equipos.

La Ingeniería Clínica desempeña un papel clave en este ámbito. Esta rama de la Ingeniería Biomédica se centra en la gestión de equipos médicos, coordina inversiones

tecnológicas y maneja otras tareas administrativas y operativas relacionadas con la infraestructura de las instalaciones sanitarias (Medina, s. f.).

La gestión de mantenimiento es una herramienta que apoya tanto al personal médico como al de ingeniería en el desarrollo y la implementación de programas de mantenimiento para equipos médicos, con el fin de asegurar un funcionamiento seguro de la tecnología y optimizar los costos (Orozco Murillo & Cortés Mancera, 2013).

En BioTec, para la gestión del departamento de biomédica se tiene el gerente de operaciones, también llamado "coordinador de ingeniería" quien ejerce como jefe directo del departamento y es el encargado de coordinar y supervisar todas las actividades del departamento; por último, se encuentra el personal de mantenimiento.

### 3.3.1 PERSONAL DE MANTENIMIENTO

Los ingenieros en el hospital prueban, regulan y reparan equipos biomédicos. Inspeccionan y realizan mantenimiento de los equipos médicos con principios mecánicos, hidráulicos, neumáticos, digitales, ópticos y radiológicos. (*Reparadores de equipos médicos — Today's Military*, s. f.)

La principal responsabilidad de un ingeniero biomédico de gestión hospitalaria es supervisar la adquisición y mantenimiento de equipos médicos, incluyendo evaluar la tecnología médica, adquirir y mantener equipos, y capacitar al personal en su uso. (*¿Qué hace un Ingeniero Biomédico de Gestión Hospitalaria?*, s. f.)

En BioTec se encuentran tres ingenieros de campo y tres técnicos encargados de regular y reparar los equipos médicos, realizando asimismo el mantenimiento preventivo y correctivo.

### 3.3.2 POLÍTICAS Y PROCEDIMIENTOS

Cuando se desarrolla una política de mantenimiento, permite que el gestor tenga más control sobre todo lo que está realizando. Los cronogramas ayudan a poder otorgar que todo el equipo se someta a un mantenimiento preventivo dentro de un plazo adecuado, eliminando así la cantidad de fallas y eventos imprevistos. (MKT, 2023)

### 3.3.3 HERRAMIENTAS Y SOFTWARE DE GESTIÓN

Al momento de digitalizar el proceso de mantenimiento de un centro de salud otorga que las actividades se cumplan en el momento establecido. Al utilizar estas herramientas y software de gestión se tiene la seguridad de que todo el proceso se realice de manera correcta. (*Gestión de mantenimiento hospitalario: ¿cómo mejorarla con tecnología?*, s. f.)

Un sistema de gestión de mantenimiento computarizado (CMMS) es una herramienta de software integral diseñada para gestionar activos, programar y realizar un seguimiento del mantenimiento, así como administrar órdenes de trabajo. Este sistema centraliza toda la información relacionada con el mantenimiento, facilitando y optimizando los procesos operativos.

El CMMS ayuda a maximizar la utilización y disponibilidad de los equipos, incluyendo equipos médicos e infraestructuras hospitalarias, al permitir una planificación eficiente y un seguimiento detallado del estado y el rendimiento de los activos. Además, mejora la eficiencia del mantenimiento preventivo y correctivo, reduce los tiempos de inactividad y asegura que las tareas se completen de manera oportuna.

Al centralizar la información y automatizar procesos clave, el CMMS contribuye a la mejora continua de las operaciones de mantenimiento, proporcionando datos y análisis que permiten una toma de decisiones más informada y estratégica. Esto no solo optimiza los recursos y reduce costos, sino que también garantiza un entorno operativo más fiable y seguro. (*¿Qué es un CMMS?*, 2024)

Muchas herramientas que son creadas para ayudar la gestión hospitalaria ofrecen reportes detallados con indicadores de mantenimiento y analíticas en tiempo real. En BioTec se utiliza la plataforma de "Phillips" como herramienta para visualizar los manuales de servicio de cada uno de los equipos médicos. Como software de gestión se utiliza "Trello" para llevar un orden de cada tarea a realizar.

### 3.3.4 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Para crear un plan de mantenimiento preventivo es necesario definir objetivos y prioridades, hacer una lista de los activos, gestionar prioridades, definir indicadores de rendimiento, revisar y mejorar. (Team, 2023)

Un plan de mantenimiento preventivo lo más equilibrado posible puede proteger los activos clave de la empresa, reduce los costos de mantenimiento y garantiza que todo saldrá como lo estipulado.

En la empresa BioTec se realiza el plan de mantenimiento con respecto a los manuales de servicio; se utiliza la aplicación "Trello" para tener una organización de cada mantenimiento y así cada ingeniero y técnico puede visualizar las tareas de día a día.

Trello es una herramienta de colaboración que utiliza tableros, listas y tarjetas para gestionar proyectos y tareas. Es conocida por su interfaz sencilla y visualmente atractiva, que facilita la organización del trabajo y la colaboración entre miembros de un equipo.

Por motivos de confidencialidad, no se puede incluir una imagen de referencia de los datos de la empresa de la organización de mantenimientos preventivos y correctivos en Trello. Esta medida se toma para proteger la información y garantizar el cumplimiento de las políticas de privacidad establecidas por la organización.

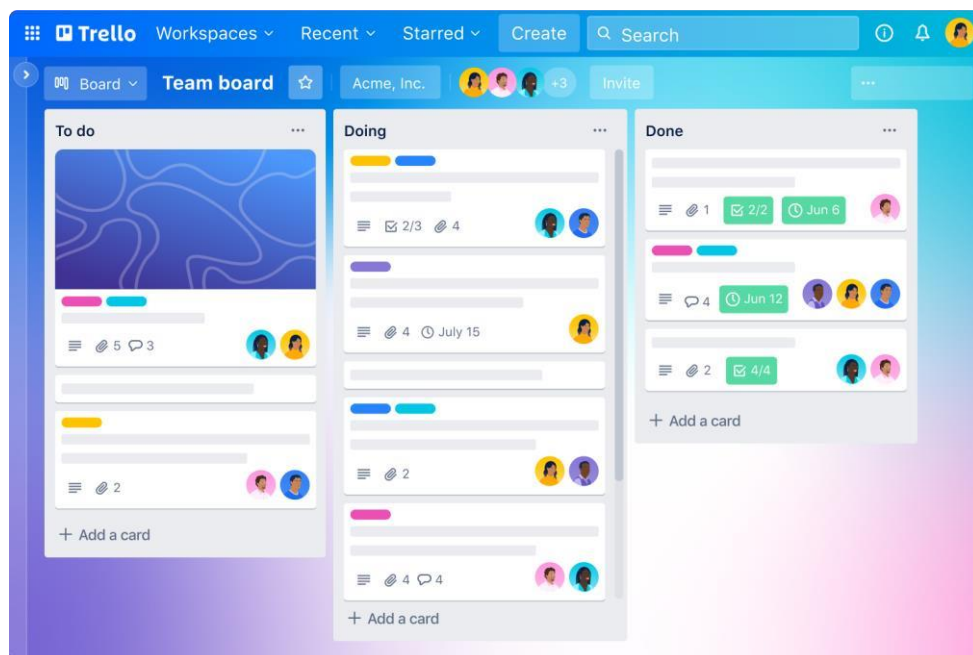


Ilustración 3- Tablero de Organización en Trello

### 3.3.5 NORMATIVAS Y REGULACIONES

Para que el mantenimiento sea bueno y seguro, por ello se establecen normas de procedimientos básicos para el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos médicos

de tal forma que se encuentren en condiciones óptimas de operación. (*Normas para el mantenimiento preventivo de equipos médicos.pdf*, s. f.)

El mantenimiento preventivo se enfoca en realizar inspecciones periódicas, ajustes y reemplazos de componentes según un calendario predeterminado. Esto no solo ayuda a mantener el rendimiento y la fiabilidad de los equipos a lo largo del tiempo, sino que también contribuye a prevenir fallas y reducir los tiempos de inactividad. Por otro lado, el mantenimiento correctivo se lleva a cabo en respuesta a fallos o defectos imprevistos, garantizando que los equipos se reparen de manera rápida y eficiente para minimizar interrupciones en los servicios médicos.

El cumplimiento estricto de estas normativas proporciona múltiples beneficios. Primeramente, que asegura la seguridad eléctrica de los equipos, protegiendo tanto a los pacientes como al personal médico de posibles riesgos derivados de fallos técnicos. Además, promueve una gestión eficiente de recursos al prolongar la vida útil de los equipos y optimizar su rendimiento. Esto resulta en una mejora significativa en la productividad y la calidad del servicio ofrecido por las instituciones médicas.

Estas normativas están diseñadas con un enfoque universal, lo que significa que son aplicables a equipos de diferentes marcas y modelos. Esto asegura la consistencia en los estándares de mantenimiento en todo el sector médico, independientemente de las especificidades técnicas de cada dispositivo. Además, el cumplimiento riguroso de estas normativas ayuda a las organizaciones a mantenerse al día con los avances tecnológicos y las mejores prácticas en la industria, asegurando un entorno de atención médica seguro, eficiente y de alta calidad para todos los pacientes.

## IV. DESARROLLO

### 4.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

#### 4.1.1. SEMANA 1

##### 4.1.1.1. OBJETIVOS DE LA SEMANA

- Aprender a calibrar un tomógrafo
- Cambiar discos duros del DARC
- Revisar Ultrasonido

##### 4.1.1.2. INTRODUCCIÓN A LAS ACTIVIDADES

Durante esta semana, se llevaron a cabo distintas actividades relacionadas al mantenimiento correctivo de varios equipos. Se destacan la calibración de un tomógrafo GE del 2006 del Hospital del Valle y la revisión de un DARC para procesar las imágenes de un tomógrafo de un hospital de Santa Rosa.

También se tuvo la oportunidad de realizar un pequeño levantamiento en el Hospital Murillo y la revisión de un ultrasonido al que no le funcionaba el monitor.

##### 4.1.1.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Semana 1					
Fecha		Descripción de actividad	Horas	Responsables	Observaciones/ Conclusiones
Día 1	15/4/2024	Calibración Tomógrafo Hospital del Valle	08am-2pm	Ing. Francisco Vaquero	Se logró calibrar el tomógrafo GE año 2006 del Hospital del Valle; se realizaron pruebas con el phantom. (Ver Anexo 1-2).
		Recorrido por la oficina y bodega de BioTec	2pm-5pm	Ing. Francisco Vaquero	
Día 2	16/4/2024	Revisión de electrocardiogramas del Hospital Militar	8am-12pm	Ing. Francisco Vaquero	Se revisaron los electrocardiogramas debido a que la lectura del V6 no funcionaba

					de manera correcta/ se utilizó un simulador de pacientes para ECG y hacer pruebas con el mismo.
		Levantamiento zona de gases medicinales del Hospital Murillo	2pm-5pm	Ing. Francisco Vaquero	Se realizaron mediciones de la parte trasera del hospital murillo para el área de gases medicinales. (Ver Anexo 3).
Día 3	17/4/2024	Revisión del dispositivo DARC del tomógrafo del hospital de Santa Rosa de Copan	8am-5pm	Ing. Francisco Vaquero- Ing. Rubén Bermúdez	Se cambiaron los discos duros del DARC, se cambió la ventiladora de la placa de video; se cambiaron las. No se encontró el problema. (Ver Anexo 4).
Día 4	18/4/2024	Revisión del dispositivo DARC del tomógrafo del hospital de Santa Rosa de Copan	8am-2pm	Ing. Francisco Vaquero- Ing. Rubén Bermúdez	Se limpiaron las placas del DARC, se examinaron los manuales de mantenimiento y se realizaron pruebas en el monitor. No se encontró el problema, se piensa que son los discos duros.
		Revisión de Ultrasonido	2pm-5pm	Ing. Fernando Franco	Monitor principal de ultrasonido no

					mostraba video. Se hicieron pruebas conectando el conector para el video en un monitor nuevo y no se mostró cambio alguno; se examinaron las placas de video. (Ver Anexo 5).
Día 5	19/4/2024	Día de Terna (Defensa de Tesis)			
Día 6	20/4/2024				
Día 7	21/4/2024				

Tabla 1- Actividades Semana 1

#### 4.1.1.4 TABLA DE INDICADORES

Indicadores	Coficiente de Tiempo a la Semana
Horas de Mantenimiento Correctivo	32 horas
Horas de Mantenimiento Preventivo	5 horas
Horas dedicadas a levantamiento	3 horas
<i>Total Horas de Trabajo</i>	40 horas

Tabla 2- Indicadores Semana 1

### 4.1.2. SEMANA 2

#### 4.1.2.1. OBJETIVOS DE LA SEMANA

- Poner en práctica lo aprendido de calibrar un tomógrafo
- Aprender a realizar un inventario de los equipos
- Poner en práctica los conocimientos de electrónica

#### 4.1.2.2. INTRODUCCIÓN A LAS ACTIVIDADES

Durante esta semana se enfocó en los tomógrafos, haciendo mantenimientos correctivos de los mismos. El primer tomógrafo del hospital los ángeles de El Progreso, Yoro presentaba fallas al momento de mover la camilla; se tuvo que cambiar la placa de Kv y se hizo el mantenimiento necesario, cambiando el aceite dieléctrico y haciendo pruebas en el mismo. Como ya se obtuvo un conocimiento previo en cuanto a la calibración de un tomógrafo, se logró calibrarlo en el tiempo estipulado y asimismo realizar las pruebas con el phantom.

#### 4.1.2.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Semana 2					
Día 8	22/4/2024	Revisión de Tomógrafo GE Hospital Los Ángeles (El Progreso, Yoro)	8am-10pm	Ing. Francisco Vaquero	La camilla del tomógrafo no se movía; se cambió la placa de kV ya que presentaba un error al momento de realizar la calibración y no estaba comunicándose entre sí. Al momento de cambiar la placa se movió la camilla. Se utilizó la herramienta de air purge tool para sacar todas las burbujas del aceite dieléctrico. Al final se tuvo que realizar todas las calibraciones necesarias que pide el equipo. (Ver Anexo 6-7).
Día 9	23/4/2024	Revisión de Tomógrafo de Oncorad	8am-12pm	Ing. Fernando Franco	Se cambiaron las placas de kV del tomógrafo ya que presentaba fallas en comunicación con la consola de control. Se realizó una calibración rápida y se probó el disparo de Rayos X. (Ver Anexo 8).

		Inventario de los Equipos	2pm-5pm	Ing. Fernando Franco	Se realizó el inventario de los equipos por medio del Excel de la empresa. Se aprendió a utilizar la plataforma de Philips para saber cómo descargar los manuales de servicio para todos los equipos con los que trabaja la empresa. Se revisaron todos los mantenimientos (preventivos y correctivos) que se han realizado durante el mes de marzo-abril 2024.
Día 10	24/4/2024	Revisión del dispositivo DARC del tomógrafo del hospital de Santa Rosa de Copan	8am-5pm	Ing. Francisco Vaquero-Ing. Fernando Franco	Se volvieron a cambiar los discos duros del DARC. Se encontró que la banda de cables no estaba comunicando de manera adecuada así que se procedió a cambiarla.
Día 11	25/4/2024	Entrega de Rayos X portátil a Hospital Ferraro	8am-5pm	Ing. Fernando Franco	El Hospital Ferraro necesitaba un rayo x portátil para el área de UCI ya que ellos compraron uno, pero llega dentro de 1 mes; la empresa les hizo un préstamo de un Rayos X Chison. Se realizaron las pruebas en el área de radiología, pero al momento de llevarlo a UCI, la imagen del tórax no se visualizaba de manera adecuada ya que salía muy granulada, significando que tenía

					poco kV, mA y poca radiación. (Ver Anexo 10).
Día 12	26/4/2024	Entrega de Ultrasonidos al aeropuerto/ Retiro de Arco en C del Hospital del Valle	8am- 5pm	Ing. Francisco Vaquero	Se fue a recibir los nuevos ultrasonidos al aeropuerto. En la tarde se tuvo que retirar el arco en C del hospital del valle ya que el equipo estaba obsoleto. El equipo fue del año 1980, se instaló en el año 2000; se tuvo mucho cuidado con las conexiones subterráneas ya que querían que la camilla quedara funcionando.
Día 13	27/4/2024				
Día 14	28/4/2024				

Tabla 3- Actividades Semana 2

4.1.2.4. TABLA DE INDICADORES

Indicadores	Coficiente de Tiempo a la Semana
Horas de Mantenimiento Correctivo	25 horas
Horas de Desinstalación y Retiro de Arco en C-HDV	12 horas
Horas de Trabajo Administrativo	3 horas
<i>Total Horas de Trabajo</i>	40 horas

Tabla 4- Indicadores Semana 2

### 4.1.3. SEMANA 3

#### 4.1.3.1. OBJETIVOS DE LA SEMANA

- Poner en práctica el conocimiento adquirido en electrónica.
- Aprender a realizar mantenimientos preventivos en tomógrafos.
- Realizar mantenimientos preventivos en ultrasonidos.

#### 4.1.3.2. INTRODUCCIÓN A LAS ACTIVIDADES

En esta semana se presentó la oportunidad de adquirir un conocimiento del mantenimiento preventivo a dispositivos como tomógrafos, ultrasonidos y monitores de signos vitales. Se realizaron pocos mantenimientos correctivos como el cambio de discos duros de una estación de trabajo y el cambio de una banda de movimiento up-down DMR+ del mamógrafo de OncoRad. También se puso a prueba el conocimiento previo de electrónica ayudando a soldar y a armar una placa del monitor de un ultrasonido que aún no se obtiene video.

#### 4.1.3.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Semana 3					
Día 15	29/4/2024	Arreglo Estación de trabajo de Oncorad/ Revisión de Ultrasonido	8am- 5pm	Ing. Francisco Vaquero-Ing. Fernando Franco- Ing. Rubén Bermúdez	La estación de trabajo de la Dra. Mirna de oncorad estaba fallando y se tuvo que hacer una limpieza de las placas y un cambio de discos duros. Se tuvo que instalar las aplicaciones nuevamente desde el Linux para poder utilizarse nuevamente. En cuanto al ultrasonido, el monitor no funcionaba y se sabía que no eran las placas de video. Se tuvo que desarmar el monitor y se encontraron capacitores

					hinchados casi explotados. Se tuvo que medir con el multímetro la continuidad y voltaje para ver si todo lo demás estaba bien. Se quitaron las soldaduras del capacitor en mal estado para proceder a cambiarlo. (Ver Anexo 13).
Día 16	30/4/2024	OncoRad	8am-5pm	Ing. Rubén Bermúdez	Se entregó la estación de trabajo de la Dra. Mirna. Se hizo un mantenimiento correctivo en el mamógrafo, ajustando la banda ya que estaba fallando la parrilla móvil al momento de bajar. Se hizo un mantenimiento preventivo en la resonancia magnética. (Ver Anexo 13-15).
Día 17	1/5/2024	Día del Trabajador			
Día 18	2/5/2024	Mantenimiento Preventivo Tomógrafo Hospital del Valle	8am-5pm	Ing. Kevin Chirinos	Se hizo el mantenimiento preventivo en el tomógrafo del hospital del valle para evitar futuras fallas del equipo. Se hizo una limpieza profunda en el interior del equipo. Asimismo, se hizo un mantenimiento preventivo en el monitor de signos vitales en

					el área de radiología. (Ver Anexo 16).
Día 19	3/5/2024	Revisión de Holter Hospital del Valle/ Mantenimiento Preventivo Ultrasonido en El Progreso, Yoro	8am-5pm	Ing. Francisco Vaquero	Se utilizó el simulador de ECG para probar que el Holter funcionara de manera correcta. Se realizó el mantenimiento preventivo de un ultrasonido en una clínica de Progreso. (Ver Anexo 17).
Día 20	4/5/2024				
Día 21	5/5/2024				

Tabla 5- Actividades Semana 3

#### 4.1.3.4. TABLA DE INDICADORES

Indicadores	Coficiente de Tiempo a la Semana
Horas de Mantenimiento Correctivo	16 horas
Horas de Mantenimiento Preventivo	16 horas
Horas de Trabajo Administrativo	4 horas
<i>Total Horas de Trabajo</i>	40 horas

Tabla 6- Indicadores Semana 3

#### 4.1.4. SEMANA 4

##### 4.1.4.1. OBJETIVOS DE LA SEMANA

- Poner en práctica el conocimiento adquirido en electrónica.
- Poner en práctica el conocimiento adquirido en cuanto a ultrasonidos
- Aprender sobre el software de los tomógrafos de GE.

#### 4.1.4.2. INTRODUCCIÓN A LAS ACTIVIDADES

En esta semana se tuvo la oportunidad de soldar unos capacitores y resistencias del monitor de un ultrasonido; se aprendió a entrar al BIOS del sistema debido a que se quitó la batería de reloj del mismo ultrasonido. Se tuvo la oportunidad de conversar más con doctores y radiólogos para la entrega de los equipos. Se aprendió sobre cómo utilizar y hacer pruebas en el tomógrafo para calentar el tubo y realizarlo sin ayuda de nadie.

#### 4.1.4.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS

<b>Semana 4</b>					
Día 22	6/5/2024	Soldadura de Placas Electrónicas	8am- 5pm	Ing. Kevin Chirinos	Se soldaron capacitores y resistencias de unas placas que estaban en mal estado del monitor de un ultrasonido. También se soldaron unos componentes de la tarjeta de video del mismo ultrasonido. <i>(Ver Anexo 18).</i>
Día 23	7/5/2024	Ultrasonido en BioTec	8am- 5pm	Ing. Kevin Chirinos	Se continuo con la soldadura de placas y se realizaron pruebas en el ultrasonido. Se tuvo que entrar al BIOS del sistema debido a que accidentalmente se quitó la batería de una placa. <i>(Ver Anexo 19).</i>

Día 24	8/5/2024	Rayos X Portátil Hospital del Valle & Ultrasonido Hospital Militar	8am- 5pm	Ing. Fernando Franco	Se realizó el préstamo de un rayo X portátil al Hospital del Valle; se realizaron las pruebas y se colocó la dirección IP del internet para que imprimiera las imágenes desde quirófano. Se hizo un mantenimiento preventivo en el ultrasonido del hospital militar en donde se recomendó cambiar el transductor sectorial ya que los cristales estaban dañados. (Ver Anexo 20).
Día 25	9/5/2024	Ultrasonido en BioTec	8am- 5pm	Ing. Francisco Vaquero	Se buscó en el manual el "BIOS SetUp Utility" para ver si todas las configuraciones estaban en el orden correcto.
Día 26	10/5/2024	Tomógrafo GE Centro de Diagnóstico Dr. Mario Pineda	8am- 7pm	Ing. Francisco Vaquero	Se realizaron calibraciones del tomógrafo y se instalaron las aplicaciones por medio de la llave de servicio y los CDs. Se tardó en realizar la operación debido a cortes de energía inesperados. (Ver Anexo 21).
Día 27	11/5/2024				
Día 28	12/5/2024				

Tabla 6- Actividades Semana 4

4.1.4.4. TABLA DE INDICADORES

Indicadores	Coefficiente de Tiempo a la Semana
Horas de Mantenimiento Correctivo	32 horas
Horas de Gestión	4 horas
Horas de Mantenimiento Preventivo	4 horas
<i>Total Horas de Trabajo</i>	40 horas

Tabla 7- Indicadores Semana 4

#### 4.1.5. SEMANA 5

##### 4.1.5.1. OBJETIVOS DE LA SEMANA

- Poner en práctica el conocimiento adquirido en tomógrafos marca GE.
- Aprender las funciones y a utilizar un angiógrafo.
- Aprender las funciones y a utilizar un arco en C.

##### 4.1.5.2. INTRODUCCIÓN A LAS ACTIVIDADES

En esta semana se tuvo la oportunidad de conocer lo que es un angiógrafo, las funciones que este realiza y para qué es utilizado. Se realizó una revisión del equipo ya que desde hace varios días presentaba una falla al momento de realizar la imagen en 3D. Se tuvieron que revisar los cables de conexión y realizar las pruebas y calibraciones necesarias. Se realizaron mantenimientos preventivos en ultrasonidos y tomógrafos.

##### 4.1.5.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Semana 5					
Día 29	13/5/2024	Mantenimiento Preventivo Ultrasonido GINE	8am- 5pm	Ing. Fernando Franco	Se realizó el mantenimiento preventivo de un ultrasonido marca chison en GINE. Se hicieron todas las pruebas necesarias para ver si todos los transductores funcionaban de manera correcta. (Ver Anexo 22).

Día 30	14/5/2024	Mantenimiento Correctivo de Angiografo Phillips y Mantenimiento Preventivo de Ultrasonido Samsung HDV	8am- 8pm	Ing. Rubén Bermúdez, Ing. Kevin Chirinos	Se realizó un mantenimiento correctivo en el angiógrafo debido a que no estaba funcionando el 3D. Se realizó el mantenimiento preventivo del ultrasonido Samsung en MediMall. <i>(Ver Anexo 22)</i> .
Día 31	15/5/2024	Arco en C, Ultrasonido	8am- 8pm	Ing. Rubén Bermúdez, Ing. Fernando Franco	Una de las tarjetas del Arco en C del HDV La Lima estaba fallando, en el HDV SPS tienen el mismo arco en C y se quiso probar la tarjeta en el equipo para ver si funcionaba de manera correcta; solo se cambió un jumper de 50Hz a 60Hz. Se movió un ultrasonido desde SCAN hasta MediMall. Se hizo mantenimiento preventivo a un arco en C y al monitor colocado en la sala de hemodinamia. Se cambió la batería de litio del arco en C de quirófano; se tuvo que trasladar a la parte de radiología. Se quitaron unos contactores de una PDU quemada ya que en la empresa se necesitaban unos de 380V. <i>(Ver Anexo 23-24)</i> .

Día 32	16/5/2024	Tomógrafo GE OncoRad	8am- 5pm	Ing. Rubén Bermúdez	Se realizó el mantenimiento preventivo de un tomógrafo en OncoRad. El ingeniero estuvo explicando cada parte del tomógrafo para que se estudiaran. Se realizaron las pruebas necesarias con el phantom. (Ver Anexo 25).
Día 33	17/5/2024	Angiografo HDV	8am- 5pm	Ing. Fernando Franco	Se retiró el PDU ya que como se retiró el angiografo; no se necesita más el PDU. (Ver Anexo 26).

Tabla 8- Actividades Semana 5

#### 4.1.5.4. TABLA DE INDICADORES

Indicadores	Coficiente de Tiempo a la Semana
Horas de Mantenimiento Correctivo	6 horas
Horas de Mantenimiento Preventivo	29 horas
Horas de Trabajo Administrativo	3 horas
Horas de Gestión	2 horas
<i>Total Horas de Trabajo</i>	40 horas

Tabla 9- Indicadores Semana 5

### 4.1.6 SEMANA 6

#### 4.1.6.1. OBJETIVOS DE LA SEMANA

- Poner en práctica el conocimiento adquirido en tomógrafos y ultrasonidos
- Aprender las funciones y a utilizar un mamógrafo.
- Aprender las funciones y a utilizar un densitómetro.

#### 4.1.6.2. INTRODUCCIÓN A LAS ACTIVIDADES

En esta semana se tuvo la oportunidad de conocer lo que es un densitómetro, las funciones que este realiza y para qué es utilizado. Se realizó una revisión del equipo ya que estuvo

presentando problemas en el software. Asimismo, se obtuvo un conocimiento acerca de los mamógrafos, sus funciones y cada parte mecánica que este conlleva.

4.1.6.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Semana 6					
Día 36	20/5/2024	Mantenimiento Mamógrafo OncoRad	8am- 5pm	Ing. Kevin Chirinos	Se realizó un mantenimiento correctivo en el mamógrafo de OncoRad debido a que el equipo estaba presentando fallas al momento de subir y bajar. Se optó por comprar una nueva banda. (Ver Anexo 27).
Día 37	21/5/2024	Cambio de Placa Tomógrafo HDV	8am- 5pm	Ing. Cristian Pinto	En REMADELVA del Hospital del Valle se tuvo que cambiar la placa de un tomógrafo debido a que el colimador y la parte del tubo de rayos X estaba presentando fallas. (Ver Anexo 29).
Día 38	22/5/2024	Impresora Ultrasonido HDV- Resonancia Magnética REMADELVA- Densitómetro Ferraro	8am- 7pm	Ing. Fernando Franco	La impresora del Ultrasonido de SCAN no estaba imprimiendo de manera correcta y se tuvo que realizar un diagnóstico. En la RMI no estaba mandando información a salas, se tuvo que realizar bien una conexión de cables. El densitómetro de Ferraro no realizaba de manera correcta las calibraciones y se tuvo que de posición un sensor

					que mide la distancia. (Ver Anexo 30).
Día 39	23/5/2024	Densitómetro y Tomógrafo Ferraro	8am- 5pm	Ing. Fernando Franco	El densitómetro seguía presentando la misma falla. El tomógrafo de Ferraro no estuvo realizando bien los estudios ya que la consola tenía un delay para cada paciente y se tuvo que realizar su respectivo mantenimiento correctivo.
Día 40	24/5/2024	Clínicas Express HDV	8am- 6pm	Ing. Rubén Bermúdez	Se realizó mantenimiento preventivo respecto a manual de servicio: fluoroscopios, sets de diagnóstico, estetoscopios, ultrasonidos y electrocardiogramas.
Día 41	25/5/2024				
Día 42	26/5/2024				

Tabla 10- Actividades Semana 6

4.1.6.4. TABLA DE INDICADORES

<b>Indicadores</b>	<b>Coficiente de Tiempo a la Semana</b>
Horas de Mantenimiento Correctivo	22 horas
Horas de Mantenimiento Preventivo	16 horas
Horas de Trabajo Administrativo	2 horas
<i>Total Horas de Trabajo</i>	40 horas

Tabla 11- Indicadores Semana 6

#### 4.1.7 SEMANA 7

##### 4.1.7.1. OBJETIVOS DE LA SEMANA

- Poner en práctica el conocimiento adquirido en ultrasonidos
- Aprender a realizar ventas con el personal de salud.
- Aprender cada una de las funciones de los ultrasonidos marca Chison y Phillips para realizar su venta

##### 4.1.7.2. INTRODUCCIÓN A LAS ACTIVIDADES

En esta semana se tuvo la oportunidad de asistir a un congreso de ginecología y obstetricia, donde se pudieron vender varios ultrasonidos al personal de la salud. Se tuvo la oportunidad de interactuar con otras empresas y poner a prueba el conocimiento adquirido en los ultrasonidos marca Chison y Phillips.

##### 4.1.7.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Semana 7					
Día 43	27/5/2024	Instalación del Software Carestream- MP electrocardiograma	8am-5pm	Ing. Francisco Vaquero	Se compró una Workstation para implementar el software de CareStream para las imágenes de Rayos X, lo cual se mandó a Tegucigalpa. Se realizó un mantenimiento preventivo a un electrocardiograma.
Día 44	28/5/2024	Instalación de Ultrasonidos para congreso medico	8am-5pm	Licenciado Holvan, Doctora Luisa	Viaje a Tegucigalpa para Congreso de Ginecología y Obstetricia; instalación de equipos en la Plaza Juan Carlos.
Día 45	29/5/2024	Congreso Ginecología & Obstetricia	8am-5pm	Licenciado Holvan, Doctora Luisa	Venta de Ultrasonidos. (Ver Anexo 31).

Día 46	30/5/2024	Congreso Ginecología & Obstetricia	8am- 5pm	Licenciado Holvan, Doctora Luisa	Venta de Ultrasonidos. (Ver <i>Anexo 32</i> ).
Día 47	31/5/2024	Desinstalación de Ultrasonidos del Congreso Medico	8am- 5pm	Licenciado Holvan, Doctora Luisa	Venta de Ultrasonidos
Día 48	1/6/2024				
Día 49	2/6/2024				

Tabla 12- Actividades Semana 7

4.1.7.4. TABLA DE INDICADORES

Indicadores	Coficiente de Tiempo a la Semana
Horas de Instalación de Ultrasonidos en el Congreso	5 horas
Horas del Congreso Ginecología & Obstetricia	22 horas
Horas de Mantenimiento Preventivo	9 horas
Horas de Desinstalación de Ultrasonidos en el Congreso	4 horas
<i>Total Horas de Trabajo</i>	40 horas

Tabla 13- Indicadores Semana 7

**4.1.8 SEMANA 8**

4.1.8.1. OBJETIVOS DE LA SEMANA

- Poner en práctica el conocimiento adquirido en el software AutoCAD.
- Conocer y realizar una prueba de esfuerzo.
- Conocer las partes del colimador de un tomógrafo.

4.1.8.2. INTRODUCCIÓN A LAS ACTIVIDADES

En esta semana se tuvo la oportunidad de asistir a un congreso de ginecología y obstetricia, donde se pudieron vender varios ultrasonidos al personal de la salud. Se tuvo la

oportunidad de interactuar con otras empresas y poner a prueba el conocimiento adquirido en los ultrasonidos marca Chison y Phillips.

4.1.8.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Semana 8					
Día 50	3/6/2024	Resonancia Magnética OncoRad, Fluoroscopio y RMI del HDV	8am-5pm	Ing. Francisco Vaquero-Ing. Fernando Franco	La resonancia magnética de OncoRad estuvo presentado fallas en la camilla; se descubrió que el plástico de las ruedas estaba roto y se tuvo que pedir uno nuevo para su instalación. Se realizó MP al fluoroscopio y se le agrego helio a la RMI ya que sus niveles de helio estaban bajos. (Ver Anexo 33).
Día 51	4/6/2024	Planos AutoCAD	8am-5pm	Ing. Francisco Vaquero	Se realizaron unos planos en AutoCAD para la organización de la bodega de BioTec y colocar de manera ordenada el equipo. (Ver Anexo 34).
Día 52	5/6/2024	Prueba de Esfuerzo en SCAN-HDV	8am-5pm	Ing. Rubén Bermúdez	Se hizo un mantenimiento correctivo en la ergometría y la caminadora ya que este no estaba en estado funcional-operatorio. Al momento de colocar los cables de alimentación y cambiarle las placas eléctricas; se realizó la prueba de esfuerzo en la caminadora, colocando los electrodos en los respectivos

					lugares del pecho. (Ver Anexo 36).
Día 53	6/6/2024	Workstation TC Ferraro	8am-5pm	Ing. Rubén Bermúdez	Se realizó el mantenimiento preventivo de la Workstation del tomógrafo del hospital Ferraro, en el cual se tuvo que cambiar la pasta térmica, limpiar las placas eléctricas y la ventiladora. (Ver Anexo 37).
Día 54	7/6/2024	Mantenimiento Preventivo Densitómetro - Tomógrafo OncoRad/ Mantenimiento Correctivo Tomógrafo GE HDV	8am-10pm	Ing. Francisco Vaquero	Se realizó mantenimiento preventivo respecto a manual de servicio al Densitómetro y al Tomógrafo de OncoRad. Se realizó mantenimiento correctivo del colimador y el encoder del VCT del Hospital del Valle. Aun no se ha encontrado solución al problema. (Ver Anexo 37).
Día 55	8/6/2024				
Día 56	9/6/2024				

Tabla 14- Actividades Semana 8

4.1.8.4. TABLA DE INDICADORES

Indicadores	Coficiente de Tiempo a la Semana
Horas de Mantenimiento Correctivo	25 horas
Horas de Gestión	16 horas
Horas de Mantenimiento Preventivo	12 horas
<i>Total Horas de Trabajo</i>	53 horas

Tabla 15- Indicadores Semana 8

#### 4.1.9 SEMANA 9

##### 4.1.9.1. OBJETIVOS DE LA SEMANA

- Utilizar y profundizar en las competencias técnicas y operativas específicas de los equipos de ultrasonido de Philips
- Aplicar las habilidades y técnicas aprendidas en el manejo y mantenimiento de angiógrafos contribuyendo a la optimización del diagnóstico y tratamiento en procedimientos cardiovasculares.
- Llevar a cabo tareas de mantenimiento preventivo de equipos médicos, asegurando su funcionamiento óptimo y prolongando su vida útil.

##### 4.1.9.2. INTRODUCCIÓN A LAS ACTIVIDADES

En esta semana se trabajaron con varios ultrasonidos de las marcas Philips y Chison, dándoles su mantenimiento preventivo correspondiente. Se obtuvo un mejor conocimiento acerca del angiógrafo ya que es un equipo complejo y grande, se tuvo que estudiar a profundidad. Se realizaron de manera correcta los mantenimientos preventivos de las estaciones de trabajo de REMADELVA.

##### 4.1.9.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Semana 9					
Día 57	10/6/202 4	Ultrasonido CIMER- Ultrasonido Centro de Diagnóstico	8am- 5pm	Ing. Fernando Franco- Ing. Rubén Bermúdez	Se realizó un mantenimiento preventivo en un ultrasonido marca Philips Affinity 30 debido a que por las lluvias se mojó la parte del teclado y se tuvo que abrir y secar. Aparte, se hizo una revisión del ultrasonido de Centro de Diagnóstico del Bueso Arias ya que no conectaba con el Wifi del lugar. <i>(Ver Anexo 39-40).</i>
Día 58	11/6/202 4	Angiógrafo Hospital del Valle	8am- 5pm	Ing. Rubén Bermúdez-	Se realizó un mantenimiento preventivo al angiógrafo del HDV, al mismo tiempo se cambió una pieza

				Ing. Kevin Chirinos	de la procesadora y reconstrucción de imágenes IPPC. <i>(Ver Anexo 41).</i>
Día 59	12/6/2022 4	Mantenimiento Preventivo Workstation Tomógrafo REMADELVA	8am-5pm	Ing. Rubén Bermúdez	Se realizó el mantenimiento preventivo de la Workstation del Tomógrafo del Hospital del Valle en REMADELVA. También se realizó un mantenimiento preventivo al arco en C en el área de hemodinamia. <i>(Ver Anexo 43).</i>
Día 60	13/6/2022 4	Mantenimiento Preventivo Workstation Resonancia Magnética REMADELVA	8am-5pm	Ing. Rubén Bermúdez	Se realizó el mantenimiento preventivo de la Workstation de la Resonancia Magnética del Hospital del Valle en REMADELVA.
Día 61	14/6/2022 4	Diagnostico Monitor Consola de angiógrafo HDV	8am-5pm	Ing. Fernando Franco	Se realizó un diagnostico al monitor izquierdo de la consola del angiógrafo del Hospital del Valle ya que no tenía video.
Día 62	15/6/2022 4				
Día 63	16/6/2022 4				

Tabla 16- Actividades Semana 9

#### 4.1.9.4. TABLA DE INDICADORES

Indicadores	Coefficiente de Tiempo a la Semana
Horas de Mantenimiento Correctivo	4 horas
Horas de Gestión	4 horas
Horas de Mantenimiento Preventivo	28 horas
Horas de Trabajo Administrativo	4 horas
<i>Total Horas de Trabajo</i>	40 horas

Tabla 17- Indicadores Semana 9

### 4.1.10 SEMANA 10

#### 4.1.10.1. OBJETIVOS DE LA SEMANA

- Realizar el inventario y gestionar la logística de la empresa de manera eficiente.
- Aplicar los conocimientos adquiridos en resonancia magnética para llevar a cabo las calibraciones requeridas por el equipo.
- Utilizar los conocimientos en rayos X para realizar las pruebas necesarias con este tipo de tecnología.

#### 4.1.10.2. INTRODUCCIÓN A LAS ACTIVIDADES

En esta semana se tuvo la oportunidad de visualizar el funcionamiento de la resonancia magnética de OncoRad, realizándole su respectivo mantenimiento preventivo. También se ayudó en la parte de la logística y el inventario de los equipos que están dentro de las oficinas de BioTec para llevar un control y un orden.

#### 4.1.10.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Semana 10					
Día 64	17/6/2024	Resonancia Magnética OncoRad	8am- 5pm	Ing. Rubén Bermúdez- Ing. Fernando Franco	Se realizó un mantenimiento preventivo a la resonancia magnética de OncoRad. Asimismo, se realizó un mantenimiento preventivo a la Workstation de la RMI. (Ver Anexo 45).

Día 65	18/6/2024	Inventario Oficinas BioTec	8am-5pm	Ing. Fernando Franco	Se estuvo inventariando todo el equipo que está en bodega de BioTec, colocando cada número de serie, marca, modelo en un documento de Excel.
Día 66	19/6/2024	SCAN HDV	8am-5pm	Ing. Fernando Franco	Se realizó un mantenimiento correctivo a la prueba de esfuerzo de SCAN.
Día 67	20/6/2024	Liga Contra el Cáncer	8am-5pm	Ing. Fernando Franco	Se movió el bucky de rayos X de la liga contra el cáncer debido a que no estaba centrado. Se realizó su respectivo mantenimiento preventivo. <i>(Ver Anexo 46).</i>
Día 68	21/6/2024	Rayos X Portátil	8am-5pm	Ing. Fernando Franco	Se realizó un mantenimiento preventivo al rayos X portátil que se le había prestado al HDV. Se realizaron pruebas para ver si este funcionaba de manera correcta. <i>(Ver Anexo 48).</i>
Día 69					
Día 70					

Tabla 18- Actividades Semana 10

4.1.10.4. TABLA DE INDICADORES

Indicadores	Coficiente de Tiempo a la Semana
Horas de Mantenimiento Correctivo	8 horas
Horas de Gestión	2 horas
Horas de Mantenimiento Preventivo	24 horas
Horas de Trabajo Administrativo	8 horas
<i>Total Horas de Trabajo</i>	42 horas

Tabla 19- Indicadores Semana 10

## 4.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

### Cronograma Práctica Profesional

Actividades	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4					Semana 5				
	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V
Familiarización con labores en la empresa	■	■	■	■	■																				
Mantenimientos Correctivos					■	■	■	■	■	■															
Mantenimientos Correctivos											■	■	■	■											
Desarrollo de Formatos																■	■	■	■						
Mantenimientos Preventivos																					■	■	■	■	
	Semana 6					Semana 7					Semana 8					Semana 9					Semana 10				
	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V
Análisis de Implementación de Gestión Biomédica	■	■	■	■																					
Desarrollo de Capacitaciones						■	■	■	■	■															
Mantenimientos Correctivos											■	■	■	■	■										
Desarrollo de Inventario y de Logística																■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

## CONCLUSIONES

1. La participación en las actividades de mantenimiento preventivo ha permitido una comprensión profunda de los procedimientos y técnicas necesarias para garantizar el correcto funcionamiento de los equipos médicos, contribuyendo así a su optimización y disponibilidad constante.
2. La asistencia en la reparación de fallos de los equipos, bajo la supervisión de ingenieros experimentados, ha facilitado la adquisición de habilidades prácticas en la identificación y resolución de problemas técnicos, mejorando la eficiencia operativa del departamento.
3. La impartición de capacitaciones sobre el uso adecuado y el mantenimiento básico de los equipos médicos ha enriquecido el conocimiento teórico y práctico, a la vez ha contribuido a la formación del personal de salud, promoviendo un uso eficiente y seguro de los equipos.
4. La recopilación y el registro sistemático de datos sobre el rendimiento de los equipos médicos permitió identificar áreas críticas que requieren atención, contribuyendo a la mejora continua de los procesos de mantenimiento y a la maximización del tiempo de actividad de los equipos.

## **RECOMENDACIONES**

### **PARA LA EMPRESA**

1. Implementar un sistema de código de barras para la gestión de inventario, esto con el fin de transformar las operaciones de la empresa, ofreciendo una gama de beneficios optimizando la eficiencia, precisión y productividad.
2. Efectuar una base de datos para las ordenes de servicio para aumentar la eficacia de las operaciones empresariales, otorga una organización y seguimiento de las ordenes de servicio y ayudara a mejorar la atención al cliente.
3. Desarrollar una base de datos para poder acelerar el proceso de soluciones para mejorar la satisfacción del cliente. Ayudará a facilitar el acceso rápido a la información relevante, permitiendo a los equipos de trabajo resolver problemas de una manera eficiente.

### **PARA UNITEC**

1. Enseñar cómo funcionan los softwares de los equipos médicos para la operación segura de la tecnología y para mejorar los resultados clínicos.
2. Ampliar un taller de electrónica obligatorio donde se haga la correcta elaboración de soldaduras, limpieza de placas, aislamiento, etcétera.
3. Ofrecer la oportunidad a los estudiantes para realizar visitas técnicas y pasantías en hospitales y clínicas donde tengan equipos de imagenología, para que tengan la oportunidad de saber cómo es el ambiente laboral en los hospitales; e incluso hacer colaboraciones con empresas distribuidoras de equipos médicos para realizar dichas pasantías.

## **BIBLIOGRAFÍA**

*Angiografía coronaria: MedlinePlus enciclopedia médica.* (s. f.). Recuperado 8 de junio de

2024, de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003876.htm>

*Capacitación de personal: Qué es, tipos y metodologías | Multiplica Talent.* (s. f.). Recuperado 4

de mayo de 2024, de <https://www.multiplicatalent.com/blog/gestion-talento/capacitacion-personal/>

Coronado, R. (2023, junio 14). *Cómo gestionar el mantenimiento de equipos médicos.* -

*Gestión de equipo médico.* Biomédica Aplicada. <https://bioap.com.mx/como-gestionar-el-mantenimiento-de-equipos-medicos-con-bioap-cmms/>

*Dispositivos médicos—OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud.* (2024, marzo 29).

<https://www.paho.org/es/temas/dispositivos-medicos>

*Gestión de mantenimiento hospitalario: ¿cómo mejorarla con tecnología?* (s. f.). Recuperado 4

de mayo de 2024, de <https://www.prysmex.com/blog/gestion-de-mantenimiento-hospitalario>

*Imagen por Resonancia Magnética (IRM).* (s. f.). National Institute of Biomedical Imaging and

Bioengineering. Recuperado 6 de junio de 2024, de

<https://www.nibib.nih.gov/espanol/temas-cientificos/imagen-por-resonancia-magn%C3%A9tica-irm>

*La gestión hospitalaria: Claves e importancia.* (s. f.). UNIR. Recuperado 4 de mayo de 2024, de

<https://www.unir.net/salud/revista/gestion-hospitalaria/>

*Mantenimiento a equipos médicos: Por qué y cómo hacerlo | Promedco.* (s. f.). Recuperado 2

de mayo de 2024, de <https://www.promedco.com/noticias/importancia-mantenimiento-de-equipos-medicos>

MKT. (2023, mayo 10). *Mantenimiento Hospitalario: Comprenda la importancia* | Engeman®.

Blog Engeman® Software de Mantenimiento GMAO/CMMS.

<https://blog.engeman.com/es/mantenimiento-hospitalario/>

*Normas para el mantenimiento preventivo de equipos medicos.pdf*. (s. f.). Recuperado 4 de mayo de 2024, de

<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5353/1/Normas%20para%20el%20mantenimiento%20preventivo%20de%20equipos%20medicos.pdf>

*Preguntas más frecuentes*. (s. f.). Recuperado 4 de mayo de 2024, de

<https://www.who.int/es/about/frequently-asked-questions>

*¿Qué es un CMMS? Definición, funcionamiento y beneficios* | IBM. (2024, enero 8).

<https://www.ibm.com/mx-es/topics/what-is-a-cmms>

*¿Qué hace un Ingeniero Biomédico de Gestión Hospitalaria?* (s. f.). Recuperado 4 de mayo de 2024, de <https://www.igibsa.com/a-que-se-dedica-un-ingeniero-biomedico-de-gestion-hospitalaria/>

*Reparadores de equipos médicos—Today's Military*. (s. f.). Recuperado 4 de mayo de 2024, de

<https://www.todaysmilitary.com/es/careers-benefits/careers/medical-equipment-repairers>

*SYI Sejiro Yazawa Iwai*. (s. f.). syi. Recuperado 18 de mayo de 2024, de

<https://www.sejiroyazawaiwai.com/>

Team, I. (2023, octubre 10). Plan de mantenimiento preventivo en 5 pasos • Infraspak Blog.

*Infraspak Blog*. <https://blog.infraspak.com/es/plan-de-mantenimiento-preventivo/>

*Tomografía Computarizada (TC)*. (s. f.). National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering. Recuperado 6 de junio de 2024, de

<https://www.nibib.nih.gov/espanol/temas-cientificos/tomograf%C3%ADa-computarizada-tc>

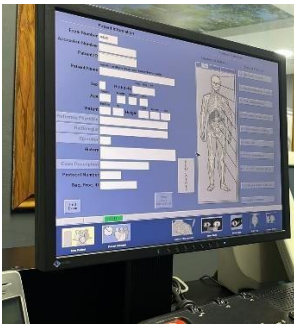
*Ultrasonido*. (s. f.). National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering. Recuperado 6 de junio de 2024, de <https://www.nibib.nih.gov/espanol/temas-cientificos/ultrasonido>

# ANEXOS

Semana 1



Anexo 1: Tomógrafo GE



Anexo 2: Calibración del Tomógrafo



Anexo 3: Levantamiento Hospital Murillo



Anexo 4: Dispositivo DARC



Anexo 5: Revisión de Ultrasonido

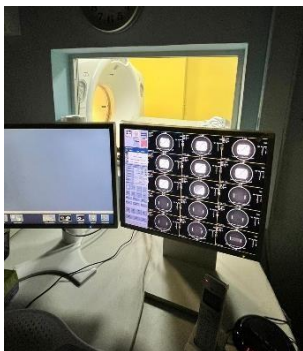
Semana 2



Anexo 6: Tomógrafo GE Hospital Los  
Ángeles



Anexo 7: Inyección de Aceite Dieléctrico a  
Tomógrafo



Anexo 8: Pruebas de Imagen con  
Tomógrafo OncoRad



Anexo 9: Pruebas con la WorkStation de  
OncoRad



Anexo 10: Entrega de Rayos X portátil  
Hospital Ferraro

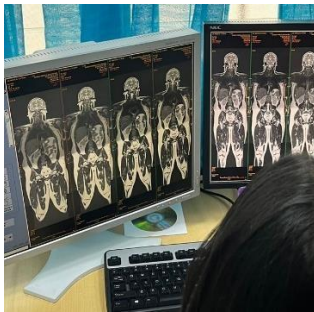


Anexo 11: Pruebas de Imagen con Rayos X  
Portátil

Semana 3



Anexo 12: Placa del monitor de Ultrasonido



Anexo 13: Entrega y pruebas de WorkStation de OncoRad



Anexo 14: Mamógrafo de OncoRad



Anexo 15: Resonancia Magnética OncoRad

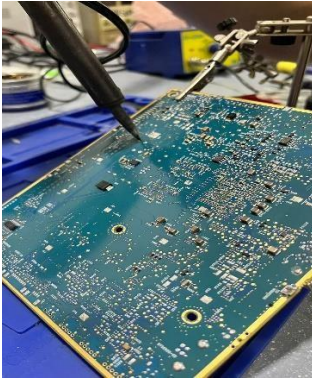


Anexo 16: Tomógrafo Philips pequeño, Hospital del Valle



Anexo 17: Prueba de Ultrasonido Clínica en El Progreso, Yoro

Semana 4



Anexo 18: Soldadura de Placas  
Electrónicas



Anexo 19: Ultrasonido en BioTec



Anexo 20: Rayos X Portátil Hospital del  
Valle



Anexo 21: Tomógrafo GE Centro de  
Diagnóstico Dr. Mario Pineda



Anexo 22: Angiógrafo Hospital del Valle



Anexo 23: Arco en C Hospital del Valle



Anexo 24: Ultrasonido MediMall



Anexo 27: Tomógrafo Villanueva

Seemana 5



Anexo 25: Tomógrafo GE OncoRad



Anexo 28: Ultrasonido Portátil Chison Eco

6



Anexo 26: PDU Angiógrafo



Anexo 29: VCT Hospital del Valle

Semana 6



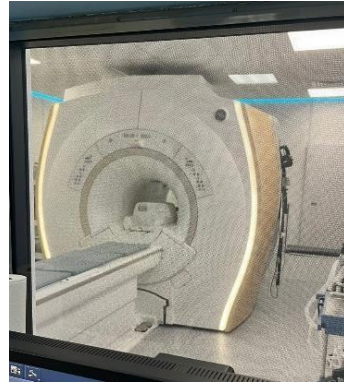
Anexo 30: Densitómetro Hospital Ferraro



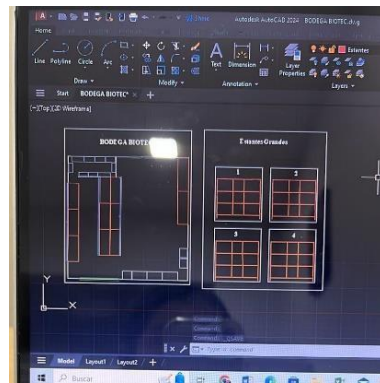
Anexo 31: Congreso Ginecología y Obstetricia



Anexo 32: Congreso Ginecología y Obstetricia



Anexo 33: Resonancia Magnética OncoRad



Anexo 34: Planos AutoCAD bodega BioTec

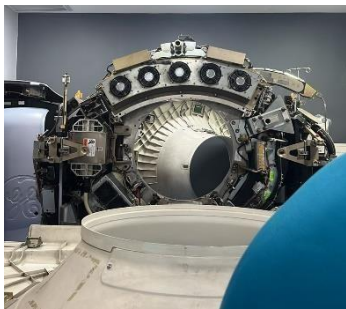
Semana 7



Anexo 35: Transductores Ultrasonido  
Phillips



Anexo 36: Prueba de Esfuerzo



Anexo 37: VCT Hospital del Valle



Anexo 38: Colimador VCT Hospital del Valle

Semana 8



Anexo 39: Placa Mojada Ultrasonido

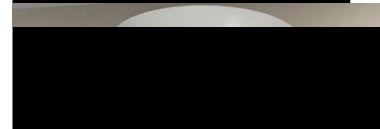
CIMER



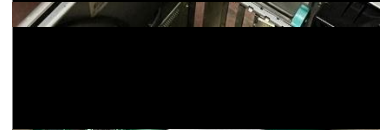
Anexo 40: Pruebas en Ultrasonido Centro de Imágenes



angiógrafo



del Valle



DELVA



orkStation



Anexo 45: RMI OncoRad

Semana 10



Anexo 46: Alineación Bucky Rayos X Liga  
Contra el Cáncer



Anexo 48: Prueba Rayos X Portátil por MP