



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PRÁCTICA PROFESIONAL**

**LA LIMA MEDICAL CENTER**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO:**

**INGENIERA EN BIOMÉDICA**

**PRESENTADO POR:**

**21841046      THELMA NICOLLE ARGUETA DURÓN**

**ASESOR: REYNA VALLE**

**CAMPUS: SAN PEDRO SULA**

**MARZO, 2023**

## RESUMEN EJECUTIVO

La práctica profesional se realizó en el hospital La Lima Medical Center, dentro del Departamento de Biomédica. Durante las 10 semanas de duración de la práctica, se tuvo como objetivo principal aplicar herramientas de gestión e ingeniería para el cuidado y mantenimiento de equipo médico. El Departamento de Biomédica dentro de la institución no se encuentra completamente estructurado, por lo tanto, se espera que el apoyo brindado contribuya a la consolidación de un Departamento que se enfoque en la gestión de tecnología médica.

La Lima Medical Center es un hospital de segundo nivel, que requiere de apoyo en equipo médico dentro de sus áreas de radiología, laboratorio, sala de emergencia, sala de maternidad, unidad de cuidados intensivos para adultos, unidad de endoscopia y colonoscopia. Igualmente, terapia física y rehabilitación, unidad de enfermedad vascular periférica y pie diabético. El hospital también cuenta con salas de hospitalización para niños y adultos, sala de operaciones, unidad de aislamiento para COVID-19, entre otros.

**Palabras clave:** *Gestión, Ingeniería Clínica, Mantenimiento*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	Introducción.....	1
II.	Generalidades de la Empresa.....	2
	2.1 Descripción de la empresa .....	2
	2.1.1 Historia de La Lima Medical Center .....	2
	2.2.2 Misión.....	3
	2.2.3 Visión .....	3
	2.2.4 Valores.....	3
	2.2 Descripción del departamento.....	4
	2.3 Objetivos del puesto.....	4
	2.3.1 Objetivo General .....	4
	2.3.2 Objetivos Específicos .....	4
III.	Marco Teórico .....	5
	3.1 Análisis del sector .....	5
	3.2 Ingeniería Clínica.....	6
	3.3 Gestión de Tecnología en Salud .....	6
	3.3.1 Inventario de Equipo médico.....	8
	3.3.2 Mantenimiento de equipo médico .....	9
	3.3.2.1 Inspección y Mantenimiento Preventivo de Equipo Médico .....	9
	3.3.2.2. Mantenimiento Correctivo de equipo médico .....	10
	3.4 Servicios del hospital.....	11
	3.4.1 Imagenología Médica .....	11
	3.4.2 Laboratorio clínico.....	11
	3.4.3 Unidad de Cuidados Intensivos.....	12
	3.4.4 Unidad de emergencia.....	12

3.4.5 Sala de Operaciones .....	13
3.4.6 Sala de Endoscopía y Colonoscopia .....	14
3.4.7 Sala de Hemodinamia .....	14
IV. Desarrollo.....	16
4.1 Semana 1: Enero 16 – 20 .....	16
4.1.1 Objetivos .....	16
4.1.2 Introducción.....	16
4.1.3 Descripción de las actividades.....	16
4.1.4 Anexos Semanales .....	17
4.2 Semana 2: Enero 23 – 27 .....	19
4.2.1 Objetivos .....	19
4.2.2 Introducción.....	19
4.2.3 Descripción de las actividades.....	19
4.2.4 Anexos semanales .....	20
4.3 Semana 3: Enero 30 – Febrero 03 .....	21
4.3.1 Objetivos .....	21
4.3.2 Introducción.....	21
4.3.3 Descripción de las actividades.....	21
4.3.4 Anexos semanales .....	22
4.4 Semana 4: Febrero 06 – 10 .....	23
4.4.1 Objetivos .....	23
4.4.2 Introducción.....	23
4.4.3 Descripción de las actividades.....	23
4.4.4 Anexos semanales .....	24
4.5 Semana 5: Febrero 13 – 17 .....	25

4.5.1	Objetivos .....	25
4.5.2	Introducción.....	25
4.5.3	Descripción de las actividades.....	25
4.5.4	Anexos semanales .....	26
4.6	Semana 6: Febrero 20 – 24.....	27
4.6.1	Objetivos .....	27
4.6.2	Introducción.....	27
4.6.3	Descripción de las actividades.....	27
4.6.4	Anexos semanales .....	28
4.7	Semana 7: Febrero 27 – Marzo 03.....	29
4.7.1	Objetivos .....	29
4.7.2	Introducción.....	29
4.7.3	Descripción de las actividades.....	29
4.7.4	Anexos semanales .....	30
4.8	Semana 8: Marzo 06 – 10.....	31
4.8.1	Objetivos .....	31
4.8.2	Introducción.....	31
4.8.3	Descripción de las actividades.....	31
4.8.4	Anexos semanales .....	31
4.9	Semana 9: Marzo 13-17.....	33
4.9.1	Objetivos .....	33
4.9.2	Introducción.....	33
4.9.3	Descripción de las actividades.....	33
4.9.4	Anexos semanales .....	33
4.10	Semana 10: Marzo 20-24.....	35

4.10.1	Objetivos.....	35
4.10.2	Introducción .....	35
4.10.3	Descripción de las actividades.....	35
4.10.4	Anexos semanales.....	35
4.11	Cronograma.....	37
V.	Conclusiones.....	38
VI.	Recomendaciones .....	39
6.1	Recomendaciones a La Lima Medical Center.....	39
6.2	Recomendaciones a La Universidad .....	39
VII.	Bibliografía.....	40
VIII.	Anexos.....	43

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Logo del hospital .....	3
Ilustración 2 Organigrama de Biomédica en LLMC .....	4
Ilustración 3 Actualización del Inventario de equipo médico.....	17
Ilustración 4 Restauración de monitor de signos vitales con optimización de recursos....	18
Ilustración 5 Creación de Plano para propuesta de taller de biomédica .....	18
Ilustración 6 Supervisión de mantenimiento preventivo a equipos de radiología.....	20
Ilustración 7 Reunión con proveedores para la evaluación de equipos de laboratorio .....	20
Ilustración 8 Evaluación de estado de ultrasonido GE Logiq3 .....	20
Ilustración 9 Evaluación de equipo médico y sensores encontrados por personal de enfermería .....	22
Ilustración 10 Capacitación de uso de desfibriladores.....	22
Ilustración 11 Mantenimiento correctivo a cama hospitalaria UCI.....	22
Ilustración 12 Instalación e inspección de monitor de torre de endoscopia.....	24
Ilustración 13 Limpieza de cabina de bioseguridad.....	24
Ilustración 14 Desarmado y desinfección de módulo de ventilación en máquina de anestesia .....	24
Ilustración 15 Evaluación e inspección de vaporizador de sevoflurano .....	26
Ilustración 16 Armado de módulo de ventilación de máquina de anestesia .....	26
Ilustración 17 Evaluación de equipo médico encontrado abandonado .....	26
Ilustración 18 Calibraciones de máquina de anestesia .....	28
Ilustración 19 Mantenimiento Preventivo de Microscopio.....	28
Ilustración 20 Revisión de mamógrafo.....	30
Ilustración 21 Evaluación sistema de ventilación 7900 .....	30
Ilustración 22 Análisis de desempeño de equipo médico por UNITEC SPS.....	31

Ilustración 23 Oficina Oficial para Departamento de Biomédica .....	32
Ilustración 24 Recepción y revisión de nueva computadora para MRI.....	32
Ilustración 25 Inspección de equipo médico .....	33
Ilustración 26 Reparación de botón de descarga de desfibrilador.....	34
Ilustración 27 Limpieza de electrodos de electrocardiógrafo .....	34
Ilustración 28 Reparación de llantas de camilla.....	34
Ilustración 29 Supervisión de reparación de mamógrafo .....	35
Ilustración 30 Recepción y revisión de equipo nuevo de laboratorio .....	36
Ilustración 31 Mantenimiento preventivo a máquinas de anestesia .....	36

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cronograma de Actividades .....	37
---	----

## ÍNDICE DE ANEXOS

Tabla 2 Estructura de programa de análisis de equipo médico .....	43
Tabla 3 Estructura de programa de inspecciones .....	44
Tabla 4 Estructura de programa de mantenimiento preventivo .....	45

## LISTA DE SIGLAS Y GLOSARIO

### SIGLAS

<b>CAIC</b>	Colegio Americano de Ingeniería Clínica
<b>GTS</b>	Gestión de Tecnología en Salud
<b>IC</b>	Ingeniería Clínica
<b>IDM</b>	Instituto de Medicina
<b>IMP</b>	Inspección y Mantenimiento Preventivo
<b>LLMC</b>	La Lima Medical Center
<b>MP</b>	Mantenimiento Preventivo
<b>MC</b>	Mantenimiento Correctivo

### GLOSARIO

- 1. Gestionar:** Ocuparse de la administración, organización y funcionamiento de una empresa (ASALE & RAE, 2022a).
- 2. Mantenimiento:** Conjunto de operaciones y cuidados aplicados a instalaciones, maquinaria, edificios con el objetivo de que puedan funcionar adecuadamente (ASALE & RAE, 2022).
- 3. Tecnología:** Instrumentos y procedimientos industriales de un sector específico o producto (ASALE & RAE, 2020).
- 4. Preventivo:** Que previene o trata de evitar un daño o peligro (Farlex, s. f.).
- 5. Correctivo:** Que repara o mitiga un conflicto, imperfección o falta (Cambridge Dictionary, 2023).



## **I. INTRODUCCIÓN**

En el presente informe se describirán las actividades de la práctica profesional realizada en el Departamento de Biomédica del hospital La Lima Medical Center. Dicho Departamento aún se encuentra en proceso de fundación, y a causa de esto, es esencial para el hospital contar con personal que brinde un apoyo durante el proceso.

El cargo asumido involucrará los factores que componen la gestión hospitalaria de tecnología médica. Incluirá la programación de mantenimientos preventivos, la planificación de capacitaciones al usuario, el diseño de procesos a seguir por el Departamento, el apoyo en servicio técnico y supervisión de proveedores.

El documento se dividirá en diversas secciones que brindarán mayor comprensión de las actividades ejecutadas en la práctica profesional. El capítulo II estará compuesto de una descripción general de la empresa, incluyendo todos aquellos factores que caracterizan a la misma. Asimismo, se revelarán los objetivos del puesto en el cual se desempeñará.

El capítulo III involucrará una recopilación de literatura que abordará todos los temas relevantes para una mayor comprensión al lector sobre el propósito de la práctica profesional realizada. En el capítulo IV se describirán las tareas realizadas en la empresa de manera cronológica y dividido por semanas.

En el capítulo V y VI se presentarán las conclusiones que evidenciarán el resultado de la experiencia profesional y recomendaciones planteadas para la empresa que permitirán señalar los puntos de mejora esperando generar un aporte de valor en cuánto a futuros proyectos de la organización.

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

En este capítulo se dará a conocer la empresa en la cual se realiza la práctica profesional. Dentro del mismo se describirá la historia de la empresa, su misión, visión, valores y se presentará a profundidad el Departamento al cuál se estará desempeñando.

### **2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

#### **2.1.1 HISTORIA DE LA LIMA MEDICAL CENTER**

El hospital de La Lima se construyó y fundó por la empresa Tela Railroad Company con el objetivo de proveer un establecimiento destinado a la costa norte de Honduras y otorgar una atención y asistencia médica de alta calidad. En el año 2003, el hospital fue adquirido por Hospitales de Honduras, lo que dio lugar a un nombre conocido como La Lima Medical Center. Luego de ser el hospital adquirido por esta empresa el propósito de este se enfocó en ofrecer una nueva alternativa en salud privada (LLMC, 2022).

Desde los inicios de su adquisición por Hospitales de Honduras, el hospital se ha encontrado en remodelaciones internas para ofrecer servicios de mejor calidad. Esto involucró la apertura de nuevos servicios, la adquisición de nueva tecnología y el incremento en habitaciones disponibles.

En conjunto con el personal que conforma la institución y los servicios que ofrece, este ha logrado crecer exponencialmente y ha posicionado al hospital en uno de los 5 mejores del país, con precios razonables y atención personalizada (LLMC, 2022).

Actualmente el hospital dispone de servicios en radiología, laboratorio, sala de emergencia, sala de maternidad, unidad de cuidados intensivos para adultos, unidad de endoscopía y colonoscopía. Igualmente, terapia física y rehabilitación, unidad de enfermedad vascular periférica y pie diabético. El hospital también cuenta con salas de hospitalización para niños y adultos, sala de operaciones, unidad de aislamiento para COVID-19, entre otros. Cuenta con personal altamente calificado en distintas áreas y tecnología médica de alta calidad.



### **Ilustración 1 Logo del hospital**

Fuente: (LLMC, 2022)

El hospital se encuentra ubicado en La Lima, Cortés frente a Zona Americana. Brinda atención las 24 horas y tiene alianzas con asegurados, cuenta con planes que ofrecen facilidades de pago para varios servicios.

#### 2.2.2 MISIÓN

Mantenernos como el hospital líder en servicios médico-hospitalario del país a través de prácticas responsables y éticas por parte de nuestro equipo de trabajo que generen confianza y bienestar en nuestros clientes (LLMC, 2022).

#### 2.2.3 VISIÓN

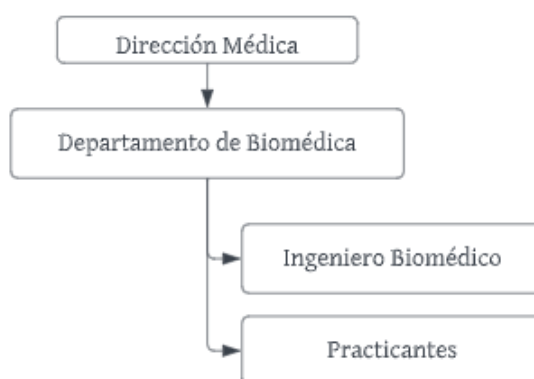
Brindar atención médico-hospitalaria de excelente calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes con el compromiso de mantenernos a la vanguardia de los avances médicos, dotando a nuestro personal de capacitación continua para el cumplimiento de los protocolos de Servicio, Conducta y Seguridad Hospitalaria, contribuyendo así al desarrollo de la comunidad y a la conservación del medio ambiente (LLMC, 2022).

#### 2.2.4 VALORES

- Espiritualidad
- Honestidad
- Respeto
- Ética
- Compromiso

## 2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

El Departamento de Biomédica en La Lima Medical Center aún se encuentra en proceso de formación. Actualmente el hospital cuenta con un Ingeniero Biomédico consultor para el área. Dentro del Departamento se realizan mantenimientos correctivos de equipo médico, supervisión de proveedores, documentación de órdenes de trabajo y bitácoras, actualización del inventario de equipo médico, capacitaciones al usuario de tecnología médica, asesoría en proyectos de remodelación y adquisición de nueva tecnología.



### Ilustración 2 Organigrama de Biomédica en LLMC

Fuente: Elaboración Propia

## 2.3 OBJETIVOS DEL PUESTO

### 2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Desempeñar actividades de gestión y servicio técnico en el área de biomédica, con la finalidad de estructurar el Departamento.

### 2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Actualizar al 100% el Inventario de equipo médico durante la primera semana
- Establecer políticas y procesos para el personal que conforme el Departamento de Biomédica.
- Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para el equipo médico durante el primer trimestre del año.
- Atender un 90% de los mantenimientos correctivos solicitados por el personal de enfermería durante el primer trimestre del año.

### **III. MARCO TEÓRICO**

En el presente capítulo se abordará una recopilación de literatura que profundice en temas relacionados a las actividades que se desempeñarán en el periodo de la práctica profesional. Con el principal objetivo de evidenciar la importancia de estas en instituciones de salud y asimismo para mayor comprensión del lector sobre las actividades realizadas.

#### **3.1 ANÁLISIS DEL SECTOR**

La Lima Medical Center se encuentra posicionado en el municipio de La Lima, Cortés frente a Zona Americana. La Lima es un municipio en la República de Honduras con una población de aproximadamente 80,000 personas. En el área urbana cuenta con aproximadamente 73,449 personas y en el área rural alrededor de 6,955 (INE, 2018).

Dentro de dicho sector se encuentra un competidor directo conocido como Centro Médico La Lima del Hospital del Valle el cual es parte del Hospital del Valle situado en la ciudad de San Pedro Sula. No obstante, ambas instituciones han logrado brindar atención médica a la población del municipio, y asimismo de personas provenientes de ciudades como San Pedro Sula.

La Lima Medical Center es un hospital privado de nivel II, el cual está relacionado a la atención en medicina interna, pediatría, cirugía general y se pueden resolver hasta un 95% de casos clínicos de la población (Vignolo et al., 2011). La institución cuenta con un respaldo del Honduras Medical Center y su dirección administrativa ya que ambos fueron adquiridos por Hospital La Lima, S.A de C.V subsidiaria de Hospitales de Honduras (LLMC, 2022).

El LLMC brinda servicios en áreas de radiología, laboratorio, emergencia, maternidad, cuidados críticos, cirugía estética y reconstructiva. De igual manera, atención en endoscopía y colonoscopía, terapia y rehabilitación, enfermedad vascular periférica, hospitalización y consulta externa.

El hospital también cuenta con una unidad de enfermedades infecciosas y unidad de cirugía ambulatoria. Sin embargo, a raíz de la pandemia del Coronavirus, también se adaptó un área dentro del establecimiento dedicada específicamente a una atención para pacientes con COVID-19.

### **3.2 INGENIERÍA CLÍNICA**

El profesional que promueve la atención adecuada del paciente mediante la aplicación de técnicas de ingeniería y administración hacia la tecnología médica, se le conoce como Ingeniero Clínico según una definición brindada por el Colegio Americano de Ingeniería Clínica (CAIC) (Dyro, 2007). La Ingeniería Clínica es una de las diversas ramas que componen la Ingeniería Biomédica. Esta se compone de un conjunto de estrategias técnicas de la Gestión de Tecnología en Salud (GTS) aplicado a un entorno sanitario.

En siglos anteriores, la gestión de equipos médicos era ejecutada por médicos, enfermeros, Ingenieros Industriales, Ingenieros eléctricos, pero no se lograba una mejora en instituciones de salud. Fue a mediados del siglo XX que surgió la Ingeniería Clínica debido a que la complejidad de la tecnología médica aumentaba (Dyro, 2007) y era fundamental la evolución de una nueva disciplina.

La meta que busca cumplir dicha profesión se basa en aplicar metodologías que permitan al profesional de salud y a las organizaciones hospitalarias una tecnología segura y confiable. La presencia de un Ingeniero clínico es esencial en cada una de las etapas del ciclo de vida de un equipo médico. Sus actividades se conforman de adquisición de dispositivos, control de riesgos, control de costos, aplicación y adaptación de sistemas informáticos hospitalarios, telemedicina, aplicación de estándares de calidad, entre otros (Ritrovato & Faggiano, 2011).

Al tener la oportunidad de visualizar la relación entre los equipos médicos y el paciente, los ingenieros cuentan con la posibilidad de analizar, desarrollar y aplicar nuevas herramientas que aporten a la mejora continua de los servicios en un hospital. Asimismo, logran obtener información valiosa de la aplicación de equipos médicos en áreas de radiología, laboratorio, terapia física, cirugías, ortopedia, medicina interna, cuidados críticos, endoscopia y colonoscopia, entre otros.

### **3.3 GESTIÓN DE TECNOLOGÍA EN SALUD**

Los sistemas de gestión en ámbitos hospitalarios buscan una mejora continua y resultados constantes que promuevan el crecimiento de los servicios otorgados. Es por ello que el Instituto de Medicina (IDM) definió seis principales factores de calidad para aplicarlos en sistemas de gestión en salud, estos incluyen: Seguro, Oportuno, Efectivo, Eficiente, Equitativo

y Centrado en el paciente (Dow et al., 2020). No obstante, para lograr alcanzar el cumplimiento de dichos factores, los establecimientos de salud buscan incrementar la capacidad de la tecnología médica.

Por lo tanto, la GTS es uno de los sistemas más esenciales dentro de un establecimiento de salud, e involucra actividades relacionadas al mantenimiento de equipo médico, su evaluación de seguridad y su uso adecuado. Con la finalidad de apoyar el avance del equipo médico para brindar mejores tratamientos y diagnósticos, la misión de la GTS es preservar el equipo en un estado óptimo a un costo accesible.

Los equipos médicos deben ser gestionadas en cada una de las etapas de su ciclo de vida, desde la innovación y manufactura hasta su descarte, esto con el objetivo de reducir aquellos factores que influyan en la eficiencia del dispositivo. Dentro de un entorno hospitalario se pueden generar fallas del equipo que pongan en riesgo tanto la vida del usuario como la del paciente.

Según la revista *Tecnología y Gestión para centros de salud*, la realidad de los hospitales se deriva en tecnología médica adquirida sin un previo análisis adecuado de necesidad y costo-efectividad, falta de capacitación continua al personal, y deficiencia en conocimientos técnicos de los equipos. Sin embargo, también se observa infraestructura inadecuada y falta de una planificación para la disposición final del equipo en conjunto a su reemplazo. Cada uno de estos factores influye negativamente en el cumplimiento del ciclo de vida de la tecnología médica (Ponce, 2018).

A partir de esto, la gestión de tecnología médica busca corregir cada uno de los factores anteriormente mencionados. Es por ello, la importancia de brindar programas que sienten las bases para la adquisición mediante recursos limitados maximice el valor de la inversión realizada en un equipo médico, identifique posibles fallas del mismo, optimice la integración de personal en el uso del equipo. Asimismo se espera que dichos programas reduzcan los costos y los riesgos asociados a los dispositivos, y de igual manera que cumplan con estándares de calidad (Yadin & Jahnke, 2004).

Las actividades generalmente aplicadas en entornos sanitarios para mantener una administración de los dispositivos incluyen, la actualización y revisión del inventario de equipo médico, mantenimientos predictivos, preventivos y correctivos. Asimismo, la externalización

de servicios técnicos, la evaluación de indicadores de eficiencia y finalmente la documentación de cada actividad realizada.

### 3.3.1 INVENTARIO DE EQUIPO MÉDICO

La base de la gestión de tecnología médica dentro de un hospital se compone de la determinación de los artículos con los que cuenta la empresa. Para ello, se ha utilizado la aplicación de inventarios que contengan una documentación integral de los dispositivos biomédicos. Se define un inventario como aquel documento que detalla los activos que posee una organización, este debe mantenerse y actualizarse de modo que refleje la situación actual de cada uno (OMS, 2012a).

Los inventarios de equipo médico dentro de un hospital pueden involucrar cualquier información de referencia que aporte un valor a la gestión eficaz. Esta es una herramienta que permite la evaluación del estado operativo de los dispositivos médicos, la valoración de necesidades, facilita la programación de mantenimientos preventivos, permite reducir los mantenimientos correctivos, brinda un respaldo presupuestal y posibilita la generación de bitácoras de trabajo que tengan correlación (Rivera & Acevedo, 2020).

Existen diversos tipos de inventario, sin embargo, es importante evaluar principalmente el tamaño y la disponibilidad de servicios que otorga el establecimiento para determinar la magnitud del documento. En establecimientos pequeños que no contienen mucho equipo médico, el inventario puede contener la información básica, sin embargo, los hospitales de alto nivel que contienen muchos equipos pueden incluir más información que apoye a la gestión de los artículos.

Puede ser de utilidad contar no solo con un inventario de tecnología médica, sino con uno destinado al registro de herramientas para el taller de la institución. De esta manera monitorear cada uno de los recursos de los cuales un Departamento de Biomédica dispone para la prestación de sus servicios.

La OMS ha creado un libro que funciona como lineamiento para la creación de inventarios en entornos sanitarios. Dentro del mismo menciona los datos mínimos que deben incluirse en esta herramienta. Entre ellos como mínimo se debe agregar el número de identificación del equipo, una breve descripción de su función o finalidad, el fabricante, modelo y serie único

del equipo. De igual manera se puede incluir el Departamento y ubicación actual junto a su estado operativo ya sea si se encuentra en servicio o fuera de servicio (OMS, 2012a).

Se debe agregar el proveedor de mantenimiento, su fecha de compra, la fecha de vencimiento de la garantía, la vida útil del equipo o cualquier otra información que se considere útil para un centro de atención sanitaria (OMS, 2012a).

Este debe actualizarse anualmente y asimismo cada vez que ingrese un equipo nuevo al hospital debe ser agregado al documento. Finalmente, el inventario provee una descripción del equipo médico en una institución y sienta las bases para la programación de mantenimientos e inspecciones.

### 3.3.2 MANTENIMIENTO DE EQUIPO MÉDICO

Luego de realizar una revisión y actualización de los activos fijos relacionados a la tecnología médica con la que cuenta el hospital, se puede proceder a la implementación de programas de mantenimiento para los equipos. Estos pueden ser divididos entre mantenimientos correctivos y preventivos.

#### *3.3.2.1 INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPO MÉDICO*

El área de mantenimiento dentro de un hospital es el encargado de garantizar la seguridad del equipo médico mientras mantiene los costos de operación mínimos (Masmoudi et al., 2017). La inspección es aquella evaluación del estado físico y funcional del equipo, este puede ser realizado diaria o semanalmente ya que no requiere del desarmado o algo de mayor complejidad. No obstante, luego de las inspecciones realizadas por los operadores, se genera un mantenimiento preventivo.

Usualmente el mantenimiento preventivo se calendariza según el tiempo de uso, nivel de riesgo o condición del equipo. Este tipo de actividades es lo que genera confiabilidad en el dispositivo médico. Dichas inspecciones y mantenimientos preventivos pueden ser llevado a cabo por el personal técnico, sin embargo, también es esencial que el usuario realice sus inspecciones diarias previas al uso.

La planificación de un programa de mantenimiento involucra tres factores clave, la actualización del inventario, definición del método a utilizar y recursos financieros, materiales y humanos (OMS, 2012b). Para lograr definir los equipos que entrarán en un plan de

mantenimiento preventivo se analizan elementos de función, nivel de riesgo, tasa de uso, entre otros. Sin embargo, el método a utilizar varía según las necesidades del hospital.

Generalmente se realizarán actividades de lubricación, limpieza, calibración, reemplazo de repuestos, entre otros. Dentro del factor de recursos necesarios, estos pueden ser los que comprometan el cumplimiento integral de un plan de IMP ya que se presentan factores externos como repuestos de alto costo o dificultades de compra por distribución limitada. Con el mantenimiento adecuado, los equipos médicos reducirán su índice de fallas y prolongará la vida útil de estos.

### *3.3.2.2. MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE EQUIPO MÉDICO*

El mantenimiento correctivo también se le conoce como reparación. Incluye todas las actividades relacionadas a la restauración de la funcionalidad usual, seguridad, confiabilidad, eficiencia y principalmente la eliminación de problemas que resulten en un mal funcionamiento de este (Sudip, 2020). Dentro del MC se realiza una evaluación y reparación invasiva en el cual se deben restaurar componentes electrónicos, eléctricos, entre otros.

A diferencia del MP, el MC no se encuentra programado, se distingue por su capacidad de generarse en momentos inesperados. Para atender a una reparación, se deben de contar varios factores, en primer lugar, el nivel de riesgo del equipo, su función y ubicación, ya que de esta manera se puede priorizar el orden de atención de fallas.

Este tipo de fallas en la tecnología médica puede resultar por falta de conocimiento hacia el equipo por el usuario, mantenimientos preventivos inadecuados o carencia de MP. Corciova et al., (2023) en su estudio sobre la priorización del mantenimiento de equipo médico menciona lo siguiente:

El último paso en el proceso de control de equipo médico es tomar todas medidas necesarias para corregir problemas, no conformidades o mejoras. La gestión eficaz es aquella que presta atención a las situaciones que muestran la mayor necesidad de corrección. Ahorra tiempo, energía y otros recursos valiosos, centrándose en las áreas críticas y prioritarias. Los gerentes de mantenimiento deben pagar especial atención a dos tipos de situaciones: una situación problemática en la que el verdadero el desempeño está por debajo del estándar impuesto y una segunda situación, de oportunidad, en la que el desempeño real está por encima del estándar.

Finalmente, el MC se puede realizar en componentes, placas de circuitos o en el dispositivo o sistema. La realización de dichas actividades permitirá mantener en servicio sobre el menor tiempo posible a aquellos equipos que lo requieran.

### **3.4 SERVICIOS DEL HOSPITAL**

Cada hospital está conformado por distintas áreas donde se otorgan diversos servicios. Entre ellos los que generalmente se encuentran son laboratorio, diagnóstico por imágenes, medicina interna, hospitalización, sala de operaciones, entre otros. El Departamento de Ingeniería Clínica se mantiene en colaboración con cada una de las áreas del hospital ya que en ellas existe una manipulación de tecnología médica.

#### **3.4.1 IMAGENOLOGÍA MÉDICA**

Las imágenes anatómicas se han convertido en una herramienta fundamental de diagnóstico. La imagen médica es el principal método no invasivo para obtener información funcional del cuerpo humano (Delgado, Diaz, España, et al., 2022). Dentro del área de imágenes en un ámbito hospitalario, se encuentran usualmente equipos como tomografía computarizada, radiografía por rayos x, imagen por resonancia magnética y ultrasonidos.

Las radiografías y tomografías computarizadas requieren el uso de radiación ionizante, mientras que equipos como la resonancia magnética utiliza campos magnéticos para detectar protones del cuerpo (Delgado, Diaz, Nieto, et al., 2022). El ultrasonido utiliza la reflexión de ondas sonoras para generar señales eléctricas que logren crear una imagen en el equipo. Cada una de dichas técnicas han sido creadas con el objetivo de brindar un mejor diagnóstico al paciente.

Estos equipos requieren de un mantenimiento complejo y exhaustivo, generalmente en entornos sanitarios, los servicios de MP y MC de equipos de imagenología son externalizados debido a que se requiere el trabajo de especialistas en el área.

#### **3.4.2 LABORATORIO CLÍNICO**

El laboratorio clínico es un área dentro del hospital que se dedica igualmente al diagnóstico y tratamiento de pacientes. Generalmente está conformado por especialistas en

química y biología, personal capacitado para realizar diversas pruebas de muestras biológicas recolectadas de sus pacientes (Bayot, 2020).

Dentro de dicho Departamento se realizan actividades como extracción de sangre, evaluación de muestras de orina y heces, pruebas de glucosa, entre otras, para luego ser examinadas por médicos que logren brindar mediante los resultados de las pruebas un diagnóstico de la patología de un paciente.

La tecnología médica utilizada dentro de los servicios de laboratorio es equipo especializado y preciso. El equipo médico que generalmente se encuentra dentro de dicha área son centrifugas, cabinas de bioseguridad, equipos de gases arteriales, equipos de hematología, esterilizadores, equipos de química sanguínea, analizadores de inmunofluorescencia, microscopios, entre otros. Los servicios de MP y MC generalmente son externalizados debido a su alta complejidad y requerimiento de asistencia técnica especializada.

### 3.4.3 UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS

La Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) es un área terapéutica para el monitoreo y tratamiento de pacientes en estado crítico. Dicha área se encuentra equipada con tecnología avanzada y profesionales capacitados para brindar una atención eficaz racional e individualizada (Ghai & Sharma, 2019).

Los pacientes en UCI experimentan enfermedades mortales y requieren de un monitoreo y tratamiento continuo. La tecnología médica comúnmente utilizada en dicha área incluye monitores de signos vitales, ventiladores mecánicos, bombas de infusión, equipos de succión, desfibriladores, entre otros. Estos requieren de inspecciones y mantenimientos preventivos regulares, que puede ser realizado por el personal biomédico, con la finalidad de garantizar la seguridad y confiabilidad de estos.

### 3.4.4 UNIDAD DE EMERGENCIA

La Unidad de Emergencia hospitalaria tiene como objetivo la admisión, evaluación, estabilización y tratamiento inmediato de diversos tipos de pacientes no programados (Ministerio De Salud, 2019). Dicha unidad debe prestar servicios permanentes las 24 horas del

día ya que lo que identifica la atención otorgada en este servicio es la atención oportuna a pacientes que llegan inesperadamente.

Dicha área debe estar interconectada con otros Departamentos del hospital incluyendo hospitalización, laboratorio, radiología, endoscopía, entre otros. Idealmente una Unidad de Emergencia debe reducir la cantidad de traslados a otras instituciones y reducir tiempos de respuesta. Debido al estado crítico en el que se encuentran los pacientes dentro de la unidad, la tecnología médica debe encontrarse en buen estado y preparado para ser utilizado.

Generalmente se encuentran dispositivos médicos como monitores de signos vitales, bombas de infusión, desfibriladores, tensiómetros, bombas de succión, electrocardiógrafos, entre otros. El mantenimiento de dichos equipos puede ser realizado por el personal biomédico y se requiere la capacitación del usuario para que logren utilizar la tecnología correctamente y de esa manera obtener diagnósticos y tratamientos adecuados para solucionar emergencias.

#### 3.4.5 SALA DE OPERACIONES

Una Sala de Operaciones también puede ser conocido como área de quirófanos, dentro de las cuales se realizan todo tipo de cirugías. Todo acto quirúrgico se realiza en áreas específicas de los hospitales, donde las instalaciones se encuentran diseñadas para evitar los agentes bacteriológicos (Archundia, 2017).

Los quirófanos cuentan con alta tecnología que permite la posibilidad de realizar diversos tipos de procedimientos de manera segura y eficiente. Las cirugías pueden clasificarse entre mayor o menor, dependiendo de la gravedad y complejidad del acto quirúrgico requerido. El equipo médico administrado dentro de dicha área debe encontrarse calibrado y en estado operativo.

La tecnología médica utilizada en el área involucra monitores de signos vitales, máquinas de anestesia, electrocauterios, bombas de infusión, torniquete quirúrgico, máquina corazón-pulmón, entre otros. La mayoría de los equipos dentro de una sala de operaciones debe ser calibrado por el usuario o técnico previo a su uso, ya que esto permite una seguridad en que el equipo se encuentra en buen estado para evitar fallas ocurrientes durante los procedimientos.

### 3.4.6 SALA DE ENDOSCOPIA Y COLONOSCOPIA

La endoscopia y colonoscopia son procedimientos quirúrgicos que surgen por la especialidad de gastroenterología. La diferencia entre ambos métodos se debe al área anatómica estudiada. En esta unidad se realizan técnicas diagnósticas y terapéuticas dentro de las cuales el médico puede ver el interior del cuerpo humano mediante un procedimiento mínimamente invasivo.

La endoscopia digestiva es la herramienta más efectiva en el diagnóstico de muchas enfermedades del tracto digestivo (SEED, 2018). De igual manera, la colonoscopia se ha considerado como un procedimiento óptimo para la detección del cáncer intestinal (Andujar et al., 2018). Debido al tipo de actos realizados en la unidad, la tecnología médica abordada es de un costo muy elevado por su composición altamente compleja.

En una Sala de Endoscopia y Colonoscopia se utilizan torres de endoscopia con sus endoscopios y colonoscopios, monitores de signos vitales, máquinas de anestesia, que requieren de un mantenimiento minucioso. Usualmente los servicios de MP y MC en endoscopios se terceriza debido a su complejidad y falta de conocimiento especializado.

### 3.4.7 SALA DE HEMODINAMIA

Se conoce Hemodinamia a una técnica mínimamente invasiva dentro de la cual se introducen catéteres por fluoroscopia y se obtienen imágenes para estudiar patologías. Una sala de hemodinamia es un área que contiene equipo médico de alta tecnología usualmente incluyendo fluoroscopios o rayos x cuyas imágenes son digitalizadas y estudiadas para diagnosticar enfermedades cardiovasculares (Allin, 2014).

La hemodinamia parte de la cardiología intervencionista y ha logrado evolucionar debido a la reducción de riesgos en cuanto a los procedimientos realizados en el paciente. La fluoroscopia es aquella imagen en tiempo real que tienen calidad para permitir la manipulación de catéteres y guías que viajan por los vasos del paciente (Allin, 2014). Este se considera un equipo de imagenología y su mantenimiento es de alta complejidad lo que requiere de un servicio técnico especializado para su cuidado.

Existe una gran cantidad de otras áreas hospitalarias aparte de las anteriormente mencionadas, sin embargo, estas son algunas de las que se puede encontrar en un entorno sanitario ya que abordan distintos procedimientos a diversas áreas del cuerpo humano.

## **IV. DESARROLLO**

En el presente capítulo se presentarán las actividades realizadas semanalmente dentro del Departamento de Biomédica durante la práctica profesional. Estas serán una evidencia del trabajo realizado durante varios meses. Cada actividad estará compuesta de objetivos semanales, introducción y descripción de la actividad.

### **4.1 SEMANA 1: ENERO 16 – 20**

#### 4.1.1 OBJETIVOS

- Actualización del inventario de equipo médico
- Generar una lista del equipo médico con el que cuenta el hospital detallando su estado operativo
- Brindar asesoría técnica en plano para la construcción del taller de biomédica
- Atender reportes de fallas en equipo médico
- Creación de un Plan Operativo Anual para el Departamento de Biomédica

#### 4.1.2 INTRODUCCIÓN

Durante los primeros días de la primera semana en la práctica profesional se realizó una familiarización de las instalaciones del hospital y asimismo del equipo médico involucrado en cada una de las áreas. Al finalizar la semana se realizaron mantenimientos correctivos y se atendieron reparaciones de equipo médico.

#### 4.1.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

El lunes se realizó una actualización del inventario de equipo médico la cual ya se encontraba parcialmente actualizada, sin embargo, se requería de apoyo con algunas de las áreas que todavía no habían sido evaluadas. Las áreas visitadas fueron hospitalización, unidad de COVID-19 y quirófano. Dentro del mismo día se inició la elaboración de un listado del equipo médico según su ubicación y estado operativo, con la finalidad de brindar un conteo del equipo actual en las instalaciones.

El martes se finalizó el conteo del equipo médico y la elaboración de un informe que describe la actividad. Igualmente, se inició la asesoría técnica para el plano del taller de Biomédica en colaboración con el Departamento de Mantenimiento. Luego se editó el plano

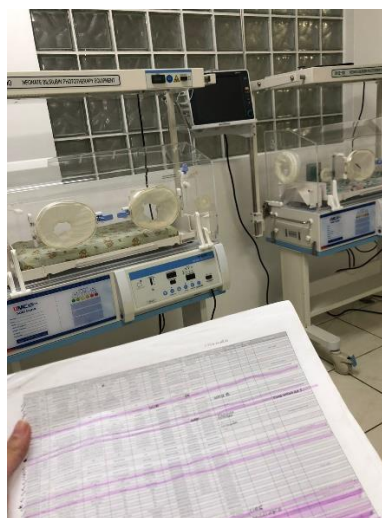
del taller en formato DWG para colocar las especificaciones discutidas y así presentarlo a la empresa encargada de su construcción.

El miércoles se inició la elaboración del Plan Operativo Anual para el Departamento de Biomédica, incluyendo cada uno de los objetivos y metas estratégicas que se realizarán. El jueves se restauró un monitor de signos vitales encontrado en una caja etiquetada con la descripción que el equipo estaba en mal estado, no obstante, se realizó la revisión del mismo encontrado que estaba en un buen estado.

Se acudió a la optimización de recursos para elaborar un carro de transporte en el cual se pudiera trasladar el equipo ya que fueron requerimientos brindados por el jefe de enfermería. En colaboración con el Departamento de Mantenimiento se realizó una limpieza y pintado de un carro de transporte encontrado en una bodega y se logró poner en marcha el equipo médico el cuál fue ubicado en el Departamento de Emergencia en el área de observación.

Finalmente, el viernes se realizó el cambio de una camilla de transporte en el área de recuperación de Sala de Operaciones ya que se encontraba en mal estado. Se realizó el intercambio con una camilla que se encontraba en buen estado. Asimismo, se acudió a una reunión con proveedores de equipo de laboratorio.

#### 4.1.4 ANEXOS SEMANALES



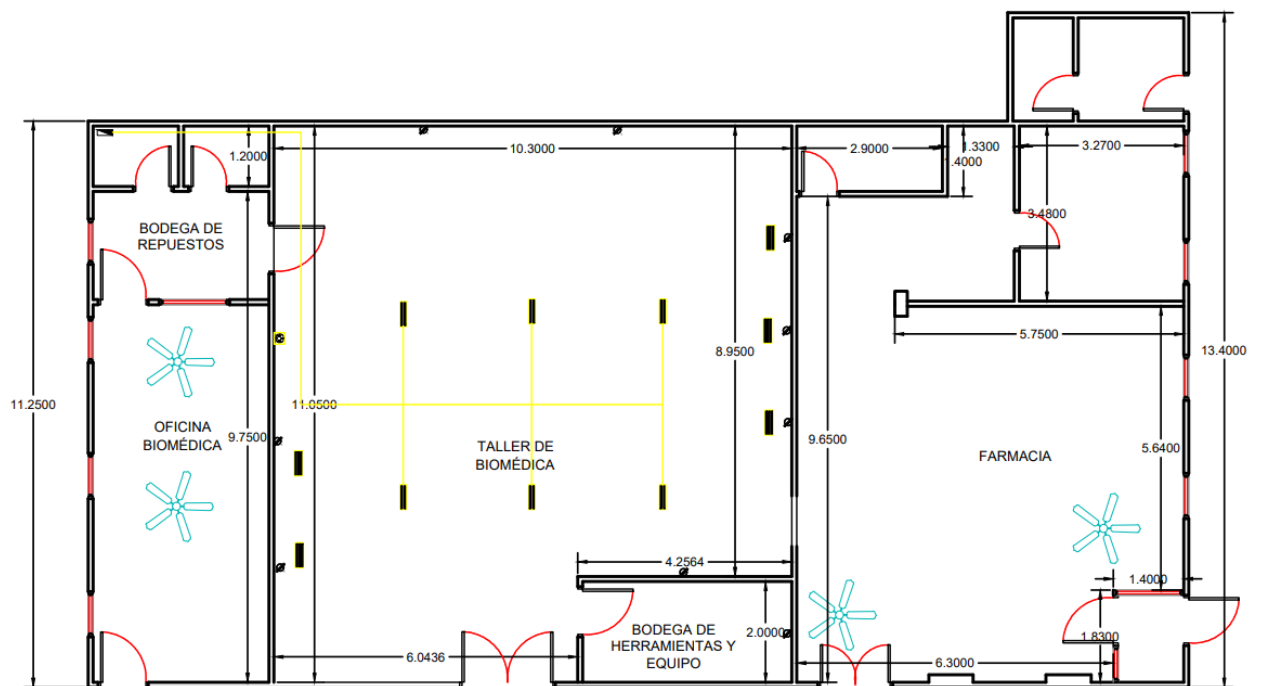
**Ilustración 3 Actualización del Inventario de equipo médico**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 4 Restauración de monitor de signos vitales con optimización de recursos**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 5 Creación de Plano para propuesta de taller de biomédica**

Fuente: Elaboración Propia

## **4.2 SEMANA 2: ENERO 23 – 27**

### 4.2.1 OBJETIVOS

- Asistir a reuniones con proveedores de equipo de laboratorio para evaluar la tecnología médica ofrecida
- Supervisión de mantenimientos preventivos realizados por empresa externa al equipo de imagenología
- Recibir capacitación para el uso de un Analizador de Composición Corporal
- Atender reportes de fallas en equipo médico

### 4.2.2 INTRODUCCIÓN

La segunda semana de la práctica profesional se conformó de supervisiones, reuniones y capacitaciones ya que se están evaluando nuevos proyectos para el hospital. Sin embargo, en cada semana se debe de estar al pendiente de cualquier reporte de falla con respecto a equipo médico.

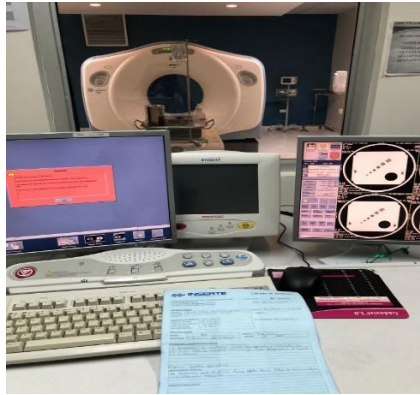
### 4.2.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

El lunes se realizó la supervisión de mantenimientos preventivos realizados por una empresa externa al equipo de imagenología. Los equipos que recibieron el MP fueron dos rayos x de piso, dos rayos x portátil y un mamógrafo. El martes continuó la supervisión de mantenimientos preventivos de un angiógrafo, la resonancia magnética y un tomógrafo.

El miércoles se atendió a reuniones con distintos proveedores de equipo de laboratorio debido a que se realizará un reacondicionamiento del área y de su tecnología médica. Varias empresas como Tecnomedic, Quality, Analítica, Promedic se presentaron para realizar una exposición.

El jueves se realizó una evaluación de un ultrasonido GE que se encontraba fuera de servicio. Se realizó una revisión del estado físico del equipo y sus transductores, de igual manera del estado operacional del mismo, la calidad de la imagen y la revisión de artefactos o interferencias. Finalmente, se recibió una capacitación en conjunto con el personal de enfermería sobre el uso de un Analizador de Composición Corporal otorgado por la empresa Dicosa.

#### 4.2.4 ANEXOS SEMANALES



**Ilustración 6 Supervisión de mantenimiento preventivo a equipos de radiología**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 7 Reunión con proveedores para la evaluación de equipos de laboratorio**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 8 Evaluación de estado de ultrasonido GE Logiq3**

Fuente: Elaboración Propia

### **4.3 SEMANA 3: ENERO 30 – FEBRERO 03**

#### 4.3.1 OBJETIVOS

- Definir procesos de los que se encargará el Departamento
- Establecer políticas para cada actividad realizada por el personal de Biomédica
- Realizar mantenimientos correctivos al equipo médico.

#### 4.3.2 INTRODUCCIÓN

Las actividades realizadas durante la tercera semana de la práctica profesional incluyeron actividades de gestión. Durante este tiempo se definieron los procesos y políticas de cada actividad de la que formará parte el personal del Departamento. Asimismo, se atendieron reportes de fallas semanales y evaluación de equipo médico encontrado en la institución.

#### 4.3.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

El personal de enfermería del hospital encontró una caja de equipo médico en una oficina, lo cuál trajo intriga a saber el estado de estos y su posible utilidad en los servicios de la institución. El lunes y martes se realizó una evaluación de los equipos encontrados dentro de dicha caja, esto incluyó: monitor fetal, sensores de temperatura, cables de alimentación, termómetros digitales, electrodos de electrocardiógrafo, una fuente de luz y un procesador de imágenes para torre Olympus 160.

A finales del martes e iniciado el miércoles, se inició la elaboración de un documento que describe las actividades que debe desempeñar el personal que forme parte del Departamento de Biomédica. Dicho informe incluyó indicadores, descripción de procesos, diagramas de flujo, responsabilidades del personal, entre otros.

El jueves se brindó una capacitación de desfibriladores al personal de enfermería en conjunto con el supervisor de la práctica profesional. La capacitación fue de tipo teórico-práctico, demostrando el principio de funcionamiento, mantenimiento, pruebas preliminares, entre otros temas. Con la finalidad de abarcar al personal de turno A, B y C, se otorgaron dos capacitaciones, una en la mañana y otra en la tarde.

Finalmente, el viernes se completó el documento que incluye las políticas y actividades del Departamento. De igual manera, se logró realizar un mantenimiento correctivo a dos camas

hospitalarias ubicadas en UCI que se encontraban bloqueadas. Se realizó una evaluación del manual para corregir la falla.

#### 4.3.4. ANEXOS SEMANALES



**Ilustración 9 Evaluación de equipo médico y sensores encontrados por personal de enfermería**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 10 Capacitación de uso de desfibriladores**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 11 Mantenimiento correctivo a cama hospitalaria UCI**

Fuente: Elaboración Propia

## **4.4 SEMANA 4: FEBRERO 06 – 10**

### 4.4.1 OBJETIVOS

- Crear un programa de inspecciones y mantenimiento preventivo de equipo médico
- Realizar desinfección del ventilador 7100 Datex Ohmeda de una máquina de anestesia
- Atender fallas de equipo médico

### 4.4.2 INTRODUCCIÓN

Durante la cuarta semana de la práctica profesional, se realizó un plan de inspección y mantenimiento preventivo para el equipo médico, según indicaciones de la OMS. Asimismo, se realizó una desinfección del ventilador 7100 de una máquina de anestesia. Finalmente se formó parte en atender emergencias ante fallas de equipo médico.

### 4.4.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

El lunes se inició con el programa de mantenimiento de equipo médico, clasificando cada uno de los equipos según indicaciones de la OMS. Asimismo, se realizó un calendario de los equipos que serían revisados según el mes. El martes se realizó la instalación de un monitor para una torre de endoscopia, configurando su encendido automático.

El miércoles se hizo la limpieza de una cabina de bioseguridad ubicada en la sala de bacteriología de laboratorio. Asimismo, se realizó un mantenimiento correctivo a un set de otoscopio y oftalmoscopio y de igual manera, se continuó elaborando el plan para la inspección de equipo médico.

El jueves se atendió la falla del CPU de un Rayos X Computarizado (CR), ya que este no encendía. Para ello, se realizó una evaluación de su estado interno. Se ejecutó una limpieza de tarjetas RAM y de la tarjeta principal. Esto permitió que el equipo lograra encender completamente restaurando su estado óptimo. Finalmente, el viernes se inicio con el desarmado del módulo de ventilación de una máquina de anestesia para su desinfección según indicaciones del fabricante. Durante todos los días de la semana, se estuvo trabajando en completar el plan de mantenimiento de equipo médico.

#### 4.4.4. ANEXOS SEMANALES



**Ilustración 12 Instalación e inspección de monitor de torre de endoscopia**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 13 Limpieza de cabina de bioseguridad**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 14 Desarmado y desinfección de módulo de ventilación en máquina de anestesia**

Fuente: Elaboración Propia

## **4.5 SEMANA 5: FEBRERO 13 – 17**

### 4.5.1 OBJETIVOS

- Finalizar un programa de inspecciones y mantenimiento preventivo de equipo médico
- Realizar revisión de equipo médico
- Apoyo en traslado de equipo médico de sala de endoscopía y colonoscopía

### 4.5.2 INTRODUCCIÓN

La quinta semana fue enfocada en concluir con el programa de inspecciones y mantenimiento preventivo de equipo médico. Asimismo, se brindó apoyo en revisión del estado de equipo encontrado en bodegas y ayuda en un reacondicionamiento del área de endoscopía y colonoscopía.

### 4.5.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Durante el lunes y martes las principales actividades se enfocaron en concluir el plan de IMP el cuál se estará presentando en un futuro a la Dirección Administrativa del hospital. Sin embargo, se atendieron situaciones de emergencia en Sala de Operaciones involucrado en la reparación de vaporizadores de sevoflurano. Para ello, se contactó a los proveedores de este y se identificó que estos se encontraban contaminados y requerían de un cambio completo. El miércoles se realizó la entrega de un monitor de presión arterial y la evaluación de equipos encontrados sin uso en una bodega entre ellos, monitores de signos vitales y laringoscopios.

El jueves se realizó un traslado de todo el equipo encontrado en el área de endoscopía y colonoscopía, ya que actualmente se está trabajando en una remodelación del espacio. Esto implicó desinstalación e instalación de una máquina de anestesia, una torre de endoscopía con su PC, camillas de transporte y monitores de signos vitales. Finalmente, el viernes se inició la elaboración de listas de verificación que se estarán utilizando en conjunto con el plan de IMP.

#### 4.5.4 ANEXOS SEMANALES



**Ilustración 15 Evaluación e inspección de vaporizador de sevoflurano**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 16 Armado de módulo de ventilación de máquina de anestesia**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 17 Evaluación de equipo médico encontrado abandonado**

Fuente: Elaboración Propia

## **4.6 SEMANA 6: FEBRERO 20 – 24**

### 4.6.1 OBJETIVOS

- Finalizar un plan de certificaciones de equipo médico
- Realizar inventario de bodega de insumos y repuestos en Biomédica
- Mantenimiento Preventivo a máquina de anestesia
- Mantenimiento Preventivo a microscopios del área de laboratorio

### 4.6.2 INTRODUCCIÓN

Durante la sexta semana de la práctica profesional, se tuvo como objetivo completar un plan de certificaciones para el equipo médico del hospital. Asimismo, realizaron mantenimientos preventivos a varios equipos del hospital.

### 4.6.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

El lunes se realizó una organización de todo el equipo médico, repuestos, accesorios e insumos con los que cuenta Biomédica en el hospital. De igual manera, se registró cada uno en un inventario solo para este tipo de artículos. Asimismo, se inició la elaboración de un programa para el análisis de desempeño de equipo médico.

El martes se realizó una revisión de la cantidad, ubicación y estado de equipos de succión de todo el hospital debido a que este tiene mucha demanda y es necesario controlar dichas especificaciones. Durante el mismo día se realizó una supervisión de proveedores de mantenimiento de equipo de radiología, entre ellos, el mantenimiento preventivo de un mamógrafo, un rayos x portátil y dos estacionarios.

El miércoles se realizaron calibraciones de sensores de flujo, celda de oxígeno, sensibilidad de presión y purga a una máquina de anestesia. No obstante, se descubrió una microfuga dentro del sistema neumático de ventilación, debido a que este fallaba calibraciones de presión y purga. El jueves se presentó una empresa a ofrecer un sistema RIS/PACS para el hospital en la cual se detalló su uso, importancia, costo y se abordó en conjunto con los especialistas de la empresa. De igual manera realizaron una demostración del uso de bombas de infusión ENMIND V7.

El jueves se ejecutó un mantenimiento preventivo de un microscopio del área de laboratorio. La actividad involucró la limpieza con papel lente de los oculares y cada uno de los objetivos. Así también se realizó una limpieza externa del equipo y verificación de lubricación. Finalmente, el viernes se finalizó cada uno de los programas de inspección, mantenimiento, certificación y capacitaciones para el Departamento de Biomédica.

#### 4.6.4 ANEXOS SEMANALES



**Ilustración 18 Calibraciones de máquina de anestesia**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 19 Mantenimiento Preventivo de Microscopio**

Fuente: Elaboración Propia

## **4.7 SEMANA 7: FEBRERO 27 – MARZO 03**

### 4.7.1 OBJETIVOS

- Realizar organización y documentación de órdenes de trabajo
- Atender solicitudes de reparación de equipo médico
- Resolver microfuga de máquina de anestesia

### 4.7.2 INTRODUCCIÓN

La séptima semana de la práctica profesional se enfocó en organizar y documentar órdenes de trabajo realizadas por el personal de Biomédica, así también aquellas entregadas por proveedores externos. De igual manera se atendieron solicitudes de servicio técnico para equipo médico.

### 4.7.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Durante el lunes se atendió la reparación de una cama hospitalaria la cual tenía un bloqueo anormal y era requerida para su uso. Sin embargo, en conjunto con la revisión del manual correspondiente se logró restaurar el funcionamiento óptimo del equipo. Asimismo, se realizó un reacondicionamiento de un CR y su impresora de placas a una nueva área.

El martes y miércoles se enfocó en la revisión de una máquina de anestesia, su funcionamiento, y la posible región de fuga. De igual manera se atendieron reparaciones de un mamógrafo que se encontraba fallando repentinamente.

Finalmente, el jueves y viernes se dedicó a completar las herramientas de verificación para las inspecciones. Esto con el objetivo de poner en marcha los planes de inspección, mantenimiento y certificación a partir de la siguiente semana de la práctica profesional.

#### 4.7.4 ANEXOS SEMANALES



**Ilustración 20 Revisión de mamógrafo**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 21 Evaluación sistema de ventilación 7900**

Fuente: Elaboración Propia

## 4.8 SEMANA 8: MARZO 06 – 10

### 4.8.1 OBJETIVOS

- Remodelación nueva área para Departamento de Ingeniería en Biomédica
- Atender solicitudes de reparación de equipo médico
- Aplicar programa de análisis de equipo médico

### 4.8.2 INTRODUCCIÓN

Durante la octava semana de la práctica profesional se acondicionó finalmente una nueva área oficial para el Departamento de Ingeniería en Biomédica. De igual manera se inicia con la aplicación de todos los programas de mantenimiento a equipo médico desarrollados durante la práctica.

### 4.8.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Durante el lunes y martes se realizó un acondicionamiento de la oficina oficial para el Departamento de Ingeniería en Biomédica donde se cuenta con un espacio adecuado para las actividades a realizar. El miércoles y jueves se realizó una recepción de computadora General Electric para resonancia magnética para su instalación y revisión por el proveedor encargado. Finalmente, el viernes se inició el plan de análisis de desempeño de equipo médico en colaboración con estudiantes de Ingeniería en Biomédica de UNITEC SPS.

### 4.8.4 ANEXOS SEMANALES



**Ilustración 22 Análisis de desempeño de equipo médico por UNITEC SPS**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 23 Oficina Oficial para Departamento de Biomédica**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 24 Recepción y revisión de nueva computadora para MRI**

Fuente: Elaboración Propia

## 4.9 SEMANA 9: MARZO 13-17

### 4.9.1 OBJETIVOS

- Atender solicitudes de reparación de equipo médico
- Aplicar programa de inspecciones de equipo médico

### 4.9.2 INTRODUCCIÓN

Durante la penúltima semana para concluir la práctica profesional, se ejecutó el plan de inspecciones de equipo médico en conjunto con el plan de mantenimiento preventivo. De igual manera se atendieron situaciones de emergencia en cuanto a reparación y revisión de equipo médico.

### 4.9.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Durante toda la semana se aplicó el programa de inspecciones de equipo médico para el mes de marzo. El lunes y martes fue dedicado a la verificación física y funcional de camillas ubicadas en la sala de emergencia. El miércoles se realizó la inspección de electrocardiógrafos en sala de emergencia y aislamiento por COVID-19. El jueves y viernes se realizaron correcciones de todas las observaciones generadas a partir de las inspecciones realizadas en el mes, incluyendo limpieza de electrodos de EKG, reparación de llantas para camillas, aplicación de aceite a sistema de camillas.

### 4.9.4 ANEXOS SEMANALES



**Ilustración 25 Inspección de equipo médico**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 26 Reparación de botón de descarga de desfibrilador**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 27 Limpieza de electrodos de electrocardiógrafo**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 28 Reparación de llantas de camilla**

Fuente: Elaboración Propia

## 4.10 SEMANA 10: MARZO 20-24

### 4.10.1 OBJETIVOS

- Atender solicitudes de reparación de equipo médico
- Aplicar programa de mantenimiento preventivo de equipo médico

### 4.10.2 INTRODUCCIÓN

En la última semana para concluir la práctica profesional, se realizaron los mantenimientos preventivos correspondientes al programa desarrollado para ese mes. De igual manera se atendieron situaciones de emergencia en cuanto a reparación y revisión de equipo médico.

### 4.10.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

El lunes y martes se realizó un mantenimiento preventivo a las máquinas de anestesia colocadas en sala de operaciones y sala de endoscopia y colonoscopia. El mantenimiento incluyó calibraciones, limpieza, revisión de piezas y necesidad de reemplazo. El miércoles se realizó una supervisión a una reparación de un mamógrafo y un rayos x que debía realizar el proveedor.

El jueves se realizó el mantenimiento preventivo para un succionador de secreciones lo que incluyó actividades de limpieza de membrana, revisión de filtros, estado de manómetro y fusibles. De igual manera se hizo una recepción y revisión de una centrifuga y un procesador de tejidos nuevo para el área de laboratorio Finalmente el viernes se realizó una instalación de un procesador de video CV-150 para torre de endoscopia Olympus.

### 4.10.4 ANEXOS SEMANALES



**Ilustración 29 Supervisión de reparación de mamógrafo**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 30 Recepción y revisión de equipo nuevo de laboratorio**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 31 Mantenimiento preventivo a máquinas de anestesia**

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.11 CRONOGRAMA

**Tabla 1 Cronograma de Actividades**

Actividades	Semana									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Actualización y conteo del equipo médico										
Supervisión de proveedores para mantenimiento preventivo de equipo de imagenología										
Establecer políticas para los procesos que se realizarán en el Departamento de Biomédica										
Elaborar un plan de mantenimiento preventivo										
Crear plan de análisis de equipo médico										
Generar un programa de capacitaciones para el usuario										
Aplicar programas de inspección y mantenimiento preventivo										
Atender reparaciones de equipo médico										

Fuente: Elaboración Propia

## V. CONCLUSIONES

La práctica profesional realizada en La Lima Medical Center se enfocó en aplicar conocimientos de ingeniería y administración para el control de la tecnología médica del hospital. Esto con la finalidad de consolidar un Departamento de Biomédica que atienda las necesidades ante el equipo médico en áreas de radiología, laboratorio, cuidados intensivos, entre otros.

1. El hospital contaba con un inventario de equipo médico desactualizado, no obstante, se determinaron distintos mecanismos para realizar una actualización completa de la tecnología sanitaria. Por lo tanto, durante la práctica profesional se alcanzó la actualización de un inventario al 100% que contiene datos como números de serie, marca, modelo, proveedor de mantenimiento, ubicación, estado y observaciones del equipo médico.
2. Dentro de un Departamento de Biomédica es esencial la realización de actividades que sigan un flujo continuo para garantizar una secuencia ininterrumpida de acciones. Para ello se desarrolló a un 100% un documento que define las responsabilidades y actividades de las cuales se encargará el personal de biomédica.
3. El mantenimiento de equipo médico incluye, calibraciones, limpieza, reemplazo de piezas, entre otras acciones que contribuyan a la prolongación de su vida útil. Por lo tanto, se desarrolló un plan de inspecciones, mantenimiento preventivo y análisis de desempeño de equipo médico íntegro y según las necesidades del hospital.
4. Del mantenimiento correctivo solicitado por el personal clínico, se logró solucionar un 98% de los mismos. Apoyando en reparaciones de emergencia para permitir la restauración de su estado óptimo. El nivel de solicitud de mantenimientos correctivos evidenció la necesidad de contar con personal técnico especializado en equipo médico para otorgar un apoyo en la reparación de tecnología sanitaria.

## **VI.RECOMENDACIONES**

Con base en las conclusiones planteadas en el capítulo anterior, se presentan recomendaciones dirigidas a La Lima Medical Center y a la universidad.

### **6.1 RECOMENDACIONES A LA LIMA MEDICAL CENTER**

Implementar un software que contenga módulos para la gestión de órdenes de trabajo y el control de equipo médico dentro del hospital. De esta manera se estará documentando en un sistema las acciones realizadas por el Departamento.

De igual manera, se sugiere que el personal biomédico pueda recibir capacitaciones de tecnologías médicas que requieren de servicio especializado. Esto con el objetivo de garantizar un apoyo técnico y una supervisión a todo el equipo médico del hospital.

### **6.2 RECOMENDACIONES A LA UNIVERSIDAD**

Realizar frecuentemente prácticas y laboratorios en clases que involucren el conocimiento de equipo médico, así como, Tecnologías de Laboratorio, para afianzar la teoría recibida y en conjunto con la práctica asegurar un entendimiento integral del equipo médico. Específicamente equipos de hematología, electrolitos y pruebas especiales.

Debido a la pandemia uno de los factores que no se lograron cubrir completamente, es electrónica y circuitos eléctricos para equipo médico. Es por ello que se recomienda realizar talleres específicamente de los temas mencionados anteriormente ya que será útil para la labor del Ingeniero Biomédico.

Asimismo, se recomienda que se generen charlas sobre la gestión de tecnología médica motivando a los estudiantes a conocer sobre la Ingeniería Biomédica en el campo laboral. Esto con el fin de dar a conocer el ámbito en el que se deberán desempeñar en un futuro, tomando en cuenta cada uno de los retos que deberán enfrentar ante la solución correspondiente al equipo médico.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Allin, M. (2014). *Sala de Hemodinamia: Aspectos físicos y funcionales para una buena práctica.*
2. Andujar, M., García, M., & Manrique, M. (2018). *Rendimiento diagnóstico del dispositivo Endocuff en la detección de adenomas.*
3. Archundia, A. (2017). *Cirugía 1 | Educación quirúrgica.* McGraw-Hill.
4. ASALE & RAE. (2020). Tecnología. En *Diccionario de la lengua española.*
5. ASALE & RAE. (2022a). Gestionar. En *Diccionario de la lengua española.*
6. ASALE & RAE. (2022b). Mantenimiento. En *Diccionario de la lengua española.*
7. Bayot, M. (2020). *Clinical Laboratory.*
8. Cambridge Dictionary. (2023, febrero 8). *Correctivo.*  
<https://dictionary.cambridge.org/es/diccionario/espanol-ingles/correctivo>
9. Corciova, C., Andritoi, D., & Catalina, L. (2023). *A modern approach of maintenance prioritization of medical equipment.*
10. Delgado, P., Diaz, F., España, D., & Mogrovejo, V. (2022). *Beneficios médicos de la imagenología no invasiva.* <https://doi.org/10.26820/reciamuc/6>
11. Delgado, P., Diaz, F., Nieto, D., & Mogrovejo, V. (2022). *Imagenología médica y anatomía radiológica.* <https://doi.org/10.26820/recimundo/6>

12. Dow, A., Chopski, B., Cyrus, J., Hobbs, L., & Qayyum, R. (2020, octubre). A STEEEP Hill to Climb: A Scoping Review of Assessments of Individual Hospitalist Performance. *Society of Hospital Medicine*, 15(10).
13. Dyro, J. (2007). *The Clinical Engineering Handbook*. Elsevier.
14. Farlex. (s. f.). Preventivo. En *The Free Dictionary*.
15. Ghai, S., & Sharma, N. (2019). *Critical Care Unit: Stressors & Patient Outcome*.  
[https://doi.org/10.5005/jp/books/12229\\_31](https://doi.org/10.5005/jp/books/12229_31)
16. INE. (2018, agosto 30). *La Lima, Cortés*. <https://www.ine.gob.hn/V3/imag-doc/2019/07/La-Lima-Cortes.pdf>
17. LLMC. (2022). *La Lima Medical Center*.
18. Masmoudi, M., Ikram, K., Hanbali, A., & Masmoudi, F. (2017). *Quantitative techniques for medical equipment maintenance management*.
19. Ministerio De Salud. (2019). *Guía de diseño para establecimientos hospitalarios de mediana complejidad*.
20. OMS. (2012a). *Introducción a la gestión de inventarios de equipo médico*. OMS.
21. OMS. (2012b). *Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos*.
22. Ponce, S. (2018, febrero 25). *Ciclo de vida de la tecnología médica*.
23. Ritrovato, M., & Faggiano, F. (2011, agosto 1). *Clinical Engineering*. 10.1007/978-0-387-76495-5\_12

24. Rivera, L., & Acevedo, D. (2020). *OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE INVENTARIO Y PLAN DE MANTENIMIENTO DEL EQUIPO ELECTROMÉDICO DEL HOSPITAL GENERAL DE QUERÉTARO*. Universidad Autónoma de Querétaro.
25. SEED. (2018). *Endoscopía Digestiva Básica*.
26. Sudip, P. (2020). *Biomedical engineering and its applications in healthcare*.  
<https://doi.org/10.1007/978-981-13-3705-5>
27. Vignolo, J., Vacarezza, M., Álvarez, C., & Sosa, A. (2011). Niveles de atención, de prevención y atención primaria de la salud. *Archivos de Medicina Interna*, 33(1), 7-11.
28. Yadin, D., & Jahnke, E. (2004, julio). Planning Hospital Medical Technology Management. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Management*.

## VIII. ANEXOS

**Tabla 2 Estructura de programa de análisis de equipo médico**

	CÓDIGO	EQUIPO	MARCA	MDL	S/N	UBICACIÓN	ANÁLISIS
<b>MARZO</b>	<b>CERTIFICACIONES</b>						
	<b>REHABILITACIÓN</b>						
	LMMP-0244	EQUIPO DE TERAPIA COMBINADO	CHATTANOOGA	2738	T4864	-	ELÉCTRICA
	LMMP-0243	EQUIPO DE TERAPIA COMBINADO	CHATTANOOGA	2738	T4309	-	ELÉCTRICA
	<b>UCIA</b>						
	LMMP-0116	CAMA HOSPITALARIA	MARCMILL	NA	8666	AISLAMIENTO	ELÉCTRICA
	LMMP-0112	CAMA HOSPITALARIA	CHG	SPIRIT	7349	CUBICULO 2	ELÉCTRICA
	LMMP-0113	CAMA HOSPITALARIA	CHG	SPIRIT	13808	CUBICULO 1	ELÉCTRICA
	LMMP-0108	DEFIBRILADOR	ADVANCED	D-100	EN-79039539	UCIA	ELÉCTRICA / DEFIBRILACIÓN
	LMMP-0125	DEFIBRILADOR	ADVANCED	D-100	EL-64025896	UCIA	ELÉCTRICA / DEFIBRILACIÓN
	<b>UCIN</b>						
	LMMP-0168	INCUBADORA CERRADA	CI HEALTHCARE	YP-100B	3151101002	SALA CUNA	ELÉCTRICA
	LMMP-0170	INCUBADORA CERRADA	CI HEALTHCARE	YP-100B	3151101001	SALA CUNA	ELÉCTRICA
	LMMP-0167	MONITOR DE SIGNOS VITALES	MINDRAY	UMEC12	KQ-9A027989	SALA CUNA	ELÉCTRICA / SPO2 / NIBP
	LMMP-0169	MONITOR DE SIGNOS VITALES	MINDRAY	UMEC12	KQ-9A027994	SALA CUNA	ELÉCTRICA / SPO2 / NIBP
	<b>TOTAL DE EQUIPOS:</b>		<b>11</b>				

**Tabla 3 Estructura de programa de inspecciones**

MES	CÓDIGO	EQUIPO	MARCA	MODELO	UBICACIÓN
MARZO	<b>INSPECCIONES</b>				
	<b>EMERGENCIA</b>				
	LMMP-0039	CAMA MANUAL	NA	NA	CUBICULO 5
	LMMP-0040	CAMA MANUAL	NA	NA	CUBICULO 6
	LMMP-0312	CAMILLA DE TRANSPORTE	STRYKER	1007	CUARTO DE PROCEDIMIENTOS 2
	LMMP-0009	CAMILLA DE TRANSPORTE	STRYKER	1501 STRETCH CHAIR	CUBICULO 2
	LMMP-0315	CAMILLA DE TRANSPORTE	STRYKER	1007	CUARTO DE PROCEDIMIENTOS 1
	LMMP-0015	CAMILLA DE TRANSPORTE	STRYKER	1001 STRETCH CHAIR	CUBICULO 7
	LMMP-0325	CAMILLA DE TRANSPORTE	STRYKER	721 STRETCHER	CUBICULO 1
	LMMP-0313	CAMILLA DE TRANSPORTE	STRYKER	1007	CUBICULO PEDIATRIA
	LMMP-0316	CAMILLA DE TRANSPORTE	STRYKER	1007	TRAUMA
	LMMP-0317	CAMILLA DE TRANSPORTE	STRYKER	1007	TRAUMA
	LMMP-0318	CAMILLA DE TRANSPORTE	STRYKER	1007	CUBICULO 3
	LMMP-0016	DEFIBRILADOR	SCHILLER	DEFIGARD HD-7	TRAUMA
	LMMP-0042	DOPPLER	VCOMIN	FD-220B	BODEGA
	LMMP-0062	ELECTROCARDIOGRAFO	SCHILLER	AT-2 PLUS	OBSERVACIÓN
	LMMP-0324	MONITOR DE SIGNOS VITALES	COMEN	NC3	OBSERVACIÓN
	LMFP-0008	MONITOR DE SIGNOS VITALES	COMEN	STAR 8000	CUARTO DE PROCEDIMIENTOS 2
LMFP-0009	MONITOR DE SIGNOS VITALES	EDAN	IM8	CUARTO DE PROCEDIMIENTOS 1	

CÓDIGO	EQUIPO	MARCA	MODELO	UBICACIÓN
LMFP-0010	MONITOR DE SIGNOS VITALES	MINDRAY	UMEC 12	TRAUMA
LMFP-0011	MONITOR DE SIGNOS VITALES	EDAN	IM8	TRAUMA
LMFP-0017	MONITOR DE SIGNOS VITALES	EDAN	IM8	OBSERVACION 1
LMFP-0018	MONITOR DE SIGNOS VITALES	GOLDWAY	UT4000F	OBSERVACION 2
LMFP-0130	MONITOR DE SIGNOS VITALES	COMEN	STAR 8000	PROCEDIMIENTOS
<b>SALA COVID</b>				
LMMP-0274	ELECTROCARDIOGRAFO	BTL	BTL 08 MT PLUS	ESTACIÓN ENFERMERÍA
LMMP-0295	MONITOR DE SIGNOS VITALES	COMEN	C50	ESTACIÓN ENFERMERÍA
LMMP-0019	MONITOR DE SIGNOS VITALES	EDAN	M8B	ESTACIÓN ENFERMERÍA
<b>TOTAL DE EQUIPOS:</b>				<b>25</b>

**Tabla 4 Estructura de programa de mantenimiento preventivo**

MES	CÓDIGO	EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	UBICACIÓN
<b>NOVIEMBRE</b>	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>					
	<b>AMBULANCIA</b>					
	LMMP-0045	EQUIPO DE SUCCION	ORIGIN	MV30	12123237	COMPARTIMIENTO DEL PACIENTE
	LMMP-0048	EQUIPO DE SUCCION	YUWELL	7E-A	20152540772	COMPARTIMIENTO DEL PACIENTE
	<b>EMERGENCIA</b>					
	LMMP-0031	EQUIPO DE SUCCION	GOMCO	300	717003864	CUBICULO 1
	LMMP-0173	EQUIPO DE SUCCION	GOMCO	300	21780	TRAUMA
	<b>UCIA</b>					
	LMMP-0120	VENTILADOR MECANICO	DRAGER	EVITA XL	ASBB-0354	AISLAMIENTO
	LMMP-0322	VENTILADOR MECANICO	MINDRAY	SV300	GB-0A031740	CUBICULO 1
LMMP-0321	VENTILADOR MECANICO	MINDRAY	SV300	GB-0A031737	CUBICULO 2	
<b>TOTAL DE EQUIPOS:</b>						<b>7</b>