



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

AVANCE DE PRÁCTICA PROFESIONAL

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERÍA EN BIOMÉDICA

PRESENTADO POR:

22111044 GABRIELA NAHOMY LÓPEZ HERNÁNDEZ

ASESOR METODOLÓGICO: ABRAHAM PADILLA

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

SEPTIEMBRE, 2025

DEDICATORIA

A Dios por darme todas las capacidades para llegar a este punto y por darme la resiliencia de llegar hasta el final. A mis padres, Yolanda Hernández y Jorge López, quienes hicieron todo por darme las oportunidades que no tuvieron, su ejemplo y educación me han convertido en lo que soy.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, porque me dio la resiliencia necesaria en todo este tiempo, gracias a las oportunidades y el privilegio que me ha permitido he podido culminar esta etapa.

A mi madre, Yolanda Hernández, quien es un ejemplo de disciplina y perseverancia, sin su ejemplo no sería la mujer que soy ahora. A mi padre quien es un ejemplo de trabajo duro y esfuerzo. Gracias por todo lo que han sacrificado y hecho por mí.

A mi hermana mayor, Sinthia López, la persona que me hizo amar la rama de la ingeniería, tu inteligencia y excelencia en todo lo que haces forjan mi pasión y empeño en mi vida diaria.

A todo el equipo del área biomédica de MaccMedical especialmente a mis tutores y compañeros de práctica, quienes me recibieron con paciencia y disposición para enseñarme. Gracias por compartir su experiencia, por responder mis interminables preguntas, y por hacer que cada día fuera una oportunidad para aprender no solo de equipos médicos, sino también de la importancia del trabajo en equipo y el compromiso con la salud.

- Gabriela N. López Hernández

RESUMEN EJECUTIVO

MaccMedical es una empresa privada ubicada en San Pedro Sula, Honduras, dedicada a la venta, instalación, capacitación y mantenimiento de equipos médicos de alta tecnología. Su enfoque en soluciones integrales para el sector salud la ha posicionado como un aliado estratégico de clínicas, hospitales y laboratorios en la región.

En este entorno, la práctica profesional se desarrolló en el área técnica de la empresa, participando de manera activa en labores de instalación, configuración, capacitación y mantenimiento preventivo y correctivo de diversos equipos médicos, tales como autoclaves, sistemas de imagenología, equipos de diagnóstico y dispositivos de monitoreo. Estas actividades incluyeron el acompañamiento en inspecciones técnicas, la ejecución de intervenciones en campo, la configuración de software especializado, la validación funcional de dispositivos y el apoyo en capacitaciones a personal de salud para el uso de nuevos equipos.

El objetivo general fue aplicar y reforzar los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Biomédica, fortaleciendo competencias técnicas, administrativas y de gestión. La experiencia permitió colaborar estrechamente con el equipo de ingenieros de Maccmedical para garantizar la operatividad, seguridad y trazabilidad de los equipos médicos instalados y mantenidos por la empresa, contribuyendo así a la calidad y continuidad de los servicios de salud brindados a sus clientes.

Este proceso se llevó a cabo a lo largo de 10 semanas, consolidando habilidades prácticas y fomentando un entendimiento profundo del trabajo en campo dentro del sector biomédico privado.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO	IV
I. INTRODUCCIÓN	4
II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	5
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	5
2.1.1. HISTORIA.....	6
2.1.2. MISIÓN	7
2.1.3. VISIÓN.....	7
2.1.4. VALORES	7
2.1.5. LOGO DE LA EMPRESA	8
2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO	8
2.2.1. DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	8
2.2.2. DIAGRAMA DE JERARQUÍA	9
2.3 OBJETIVOS DEL PUESTO.....	10
2.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	10
2.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
III. MARCO TEÓRICO.....	11
3.1 ANÁLISIS DEL SECTOR	11
3.1.1. CONTEXTO DEL SECTOR PRIVADO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS MÉDICOS EN HONDURAS	11
3.1.2. COMPETENCIAS Y POSICIONAMIENTO EN EL SECTOR PRIVADO.....	12
3.1.3. SERVICIOS Y PRODUCTOS DE MACCMEDICAL	12

3.2	CONCEPTOS TEÓRICOS APLICADOS EN LA PRÁCTICA	13
3.1.4.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE EQUIPOS MÉDICOS.....	13
3.1.5.	GESTIÓN DE TECNOLOGÍA BIOMÉDICA	13
3.1.6.	SOFTWARE Y ACTUALIZACIONES EN EQUIPOS MÉDICOS.....	14
3.3	TECNOLOGÍA SANITARIA INTERVENIDA	14
VI.	DESARROLLO.....	21
SEMANA 1	(21 DE JULIO – 25 DE JULIO)	21
SEMANA 2	(28 DE JULIO- 1 DE AGOSTO)	24
SEMANA 3	(4 DE AGOSTO – 8 DE AGOSTO)	28
SEMANA 4	(11 DE AGOSTO – 15 DE AGOSTO)	32
SEMANA 5	(18 DE AGOSTO – 22 DE AGOSTO)	35
SEMANA 6	(25 DE AGOSTO – 29 DE AGOSTO)	38
SEMANA 7	(1 DE SEPTIEMBRE – 5 DE SEPTIEMBRE)	41
SEMANA 8	(8 DE SEPTIEMBRE – 12 DE SEPTIEMBRE)	44
SEMANA 9	(15 DE SEPTIEMBRE – 19 DE SEPTIEMBRE)	46
SEMANA 10	(22 DE SEPTIEMBRE – 26 DE SEPTIEMBRE)	48
CONCLUSIONES	51
CONCLUSIONES	52
RECOMENDACIONES	54
6.1	MACCMEDICAL.....	54
6.2	UNIVERSIDAD	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Logo de la empresa	8
Ilustración 2 Diagrama de Jerarquía Organizacional	9
Ilustración 3 Autoclave	14
Ilustración 4 Arco en C.....	15
Ilustración 5 Bioimpedancia	15
Ilustración 6 FeNo	16
Ilustración 7 Balanza Neonatal	16
Ilustración 8 Lámpara Quirúrgica	17
Ilustración 9 Colposcopio	17
Ilustración 10 USG.....	18
Ilustración 11 Audiómetro	19
Ilustración 12 MAPA.....	20
Ilustración 13 Monitor de Signos Vitales	20
Ilustración 14 Salidas de Autoclave.....	22
Ilustración 15 Salidas Post-Instalación.....	22
Ilustración 16 Actualización Software	23
Ilustración 17 Arco en C.....	23
Ilustración 18 Bioimpedancia	24
Ilustración 19 Placa Interna	25
Ilustración 20 Lámpara Quirúrgica	25
Ilustración 21 Interfaz de Colposcopio	26
Ilustración 22 Prueba de ECG.....	27
Ilustración 23 Capacitación FeNo	27
Ilustración 24 Prueba de Esfuerzo	28
Ilustración 25 Balanza Neonatal.....	29
Ilustración 26 MAPA.....	30
Ilustración 27 Prueba de Esfuerzo	31
Ilustración 28 Colposcopio	31
Ilustración 29 Prueba Transductor	32
Ilustración 30 Control de Cama de Operación.....	33
Ilustración 31 Mantenimiento Preventivo USG	34
Ilustración 32 Placa Interna Calentador de Gel	35
Ilustración 33 USG en HNMCR	36
Ilustración 34 Mantenimiento Preventivo en Hospital del Progreso	37
Ilustración 35 Instalación Programa Darwin	38

Ilustración 36 Validación USG	39
Ilustración 37 Capacitación Uso de Autoclave	40
Ilustración 38 Configuración Impresora SONY	41
Ilustración 39 Taller USG.....	42
Ilustración 40 Actualización de Software	43
Ilustración 41 Congreso de Reumatología.....	43
Ilustración 42 Mantenimiento Preventivo Audiómetros	45
Ilustración 43 Ordenes de Trabajo	45
Ilustración 44 Mantenimiento Correctivo Capacitor	46
Ilustración 45 MAPA.....	47
Ilustración 46 Mantenimiento Preventivo MSV	48
Ilustración 47 Analizador Ventilación Mecánica	49
Ilustración 48 Mantenimiento Preventivo USG	50
Ilustración 49 Cronograma de Actividades S1-S5	51
Ilustración 50 Cronograma de Actividades S6-S10	51

LISTA DE SIGLAS

CEYE	Central de Equipos y Esterilización
CNA	Centro Nacional de Alergias
CMMS	Computerized Maintenance Management System
ECG	Electrocardiograma
HNMCR	Hospital Nacional Mario Catarino Rivas
IHSS	Instituto Hondureño de Seguridad Social
IP	Protocolo de Internet
MC	Mantenimiento Correctivo
MP	Mantenimiento Preventivo
MAPA	Monitoreo Ambulatorio de Presión Arterial
OC	Orden de Compra
OT	Orden de Trabajo
PC	Computadora Personal
PP	Práctica Profesional
PX	Paciente
SOP	Procedimiento Operativo Estándar
UPS	Sistema de Alimentación Ininterrumpida
USG	Ultrasonido

GLOSARIO

Calibración: Proceso de ajuste de un equipo biomédico para asegurar que sus mediciones sean precisas y confiables, siguiendo estándares establecidos por el fabricante o normas internacionales (2015).

Instalación: Conjunto de procedimientos necesarios para ubicar, conectar y poner en funcionamiento un equipo biomédico de acuerdo con las especificaciones del fabricante y los protocolos de seguridad hospitalaria.

Actualización de software: Proceso de instalar versiones más recientes de los programas que controlan los equipos médicos, incorporando mejoras de funcionalidad, seguridad y corrección de errores.

Calibración: Proceso de ajuste de un equipo biomédico para asegurar que sus mediciones sean precisas y confiables, siguiendo estándares establecidos por el fabricante o normas internacionales.

Documentación clínica y técnica: Registros escritos o digitales que contienen información sobre la operación, mantenimiento, calibración, reparaciones y resultados de pruebas realizadas con los equipos biomédicos, asegurando transparencia y trazabilidad.

Equipos críticos: Dispositivos biomédicos cuya falla puede comprometer directamente la seguridad o la vida del paciente, como monitores de signos vitales, bombas de infusión o ventiladores.

Inspección técnica: Evaluación sistemática de un equipo para verificar su estado funcional, integridad física y conformidad con las especificaciones del fabricante y los estándares de seguridad.

Instalación: Conjunto de procedimientos necesarios para ubicar, conectar y poner en funcionamiento un equipo biomédico de acuerdo con las especificaciones del fabricante y los protocolos de seguridad hospitalaria.

Mantenimiento correctivo: Intervenciones realizadas cuando un equipo presenta fallas o desperfectos, con el objetivo de restaurar su operatividad y garantizar la seguridad del paciente.

Mantenimiento preventivo: Acciones programadas y periódicas destinadas a inspeccionar, limpiar, lubricar, calibrar y verificar equipos biomédicos, con el fin de prevenir fallas y asegurar su funcionamiento óptimo.

Normas internacionales (ISO 13485:2016): Estándares que establecen los requisitos de un sistema de gestión de calidad para la fabricación y mantenimiento de dispositivos médicos, incluyendo controles de procesos, seguridad y eficacia.

Protocolos de seguridad: Conjunto de procedimientos estandarizados que buscan minimizar riesgos en la operación de equipos médicos, garantizando la protección del paciente, del personal sanitario y del propio dispositivo.

Seguridad del paciente: Conjunto de medidas y prácticas destinadas a minimizar riesgos asociados a la operación de equipos médicos y a la prestación de servicios clínicos, incluyendo prevención de errores, control de infecciones y monitoreo de condiciones críticas.

Software biomédico: Programa o conjunto de instrucciones digitales que permite operar, monitorear, registrar y analizar información generada por un equipo médico. Su actualización y correcto funcionamiento son esenciales para la eficacia de los dispositivos.

Trazabilidad: Sistema de registro que permite documentar todas las acciones realizadas sobre un equipo biomédico, incluyendo mantenimiento, calibración, reparaciones y actualizaciones, asegurando el cumplimiento de normas y la confiabilidad del historial del equipo.

Validación funcional: Proceso mediante el cual se verifica que un equipo biomédico cumple con su propósito clínico y técnico, garantizando que funcione correctamente antes de ser utilizado en pacientes.

I. INTRODUCCIÓN

El presente informe de práctica profesional tiene como propósito describir las actividades realizadas en la empresa privada MACC Medical, organización dedicada a la importación, distribución, comercialización y mantenimiento de equipos médicos, de laboratorio, lavandería hospitalaria y manejo de desechos sólidos, ubicada en la ciudad de San Pedro Sula, Honduras.

Durante el período de práctica, las labores se llevaron a cabo en el área técnica de la empresa, con enfoque en el acompañamiento de procesos relacionados con la gestión y mantenimiento de tecnología médica. Entre las principales actividades desarrolladas se encuentran: el acompañamiento en instalaciones y revisiones de equipos biomédicos, el apoyo en tareas de mantenimiento preventivo y correctivo, así como la participación en visitas técnicas a distintos centros de salud a nivel nacional.

Estas experiencias permitieron fortalecer competencias clave en el ámbito de la ingeniería biomédica, particularmente en lo referente a la gestión de activos tecnológicos, diagnóstico de fallas, aplicación de protocolos de mantenimiento y comprensión de la logística detrás del suministro y soporte técnico de dispositivos médicos.

El presente informe se estructura en diversas secciones: en primer lugar, se detallan las generalidades de la empresa y del departamento donde se desarrollaron las actividades; posteriormente, se exponen los objetivos de la práctica profesional y el marco teórico que sustenta las competencias aplicadas. A continuación, se describe el desarrollo cronológico de las actividades ejecutadas durante cada semana, para concluir con un apartado de análisis que incluye conclusiones, recomendaciones y anexos que evidencian el trabajo realizado.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

Este capítulo presenta una visión integral de la empresa donde se llevó a cabo la práctica profesional, abordando aspectos fundamentales que permiten comprender su identidad, estructura y funcionamiento. Se detalla la historia y evolución de la organización, así como su misión, visión, valores institucionales y elementos distintivos como su logotipo. Además, se incluye una descripción específica del departamento en el cual se desarrollaron las actividades de práctica, junto con su respectivo diagrama jerárquico, proporcionando un marco contextual que facilita la comprensión del entorno laboral y organizacional en el que se desarrolló la experiencia profesional

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

MACC Medical es una empresa hondureña del sector privado, dedicada a la importación, distribución, comercialización y soporte técnico de equipos médicos especializados. Su enfoque principal es ofrecer soluciones integrales para el sector salud, brindando tanto el suministro de tecnología médica como los servicios técnicos necesarios para su correcta instalación, funcionamiento y mantenimiento.

Actualmente, la empresa cuenta con dos sedes ubicadas estratégicamente en las ciudades de Tegucigalpa y San Pedro Sula, lo que le permite ofrecer cobertura y atención técnica a nivel nacional. En ambas sedes se desarrollan funciones clave organizadas en departamentos especializados que aseguran una operación eficiente y profesional.

Uno de los departamentos más relevantes es el Departamento de Biomédica, responsable de realizar instalaciones de equipos médicos, mantenimientos preventivos y correctivos, actualizaciones de software, análisis de nuevos equipos antes de su distribución, así como capacitaciones a los usuarios finales sobre el uso adecuado de los dispositivos. Este departamento atiende equipos de diversas especialidades clínicas, incluyendo cardiología, neurología, imagenología, cuidados intensivos, neonatología, entre otros. Su labor es esencial para garantizar la funcionalidad, seguridad y durabilidad de los equipos en los centros de salud atendidos.

Asimismo, la empresa cuenta con el Departamento Eléctrico, ubicado en la sede de Tegucigalpa, encargado de la instalación de sistemas eléctricos asociados a los equipos médicos. Entre sus funciones se encuentran la instalación de cajas eléctricas, sistemas de protección, y la integración de controladores lógicos programables (PLC) para dispositivos especializados como autoclaves, cámaras de esterilización, y otros equipos que requieren automatización y control preciso.

Gracias a la estructura organizativa de la empresa y a la alta especialización de su equipo técnico, MACC Medical ha consolidado una sólida trayectoria en la ejecución de proyectos hospitalarios a nivel nacional, siendo reconocida por su compromiso con la calidad, la innovación tecnológica y el acompañamiento técnico continuo. Su presencia activa en diversas instituciones del país la posiciona como un referente clave en el ámbito biomédico en Honduras.

2.1.1. HISTORIA

MACC Network surge en el año 2007 como una iniciativa enfocada en la instalación de equipos de cómputo, comenzando sus operaciones con tan solo dos personas. Con el paso del tiempo, y gracias a la visión de crecimiento y diversificación de sus fundadores, la empresa dio origen a una nueva división especializada en el área de la salud.

Es así como, el 26 de septiembre de 2011, se establece oficialmente MACC Medical, una empresa orientada a la importación, distribución y comercialización de equipos médicos, de laboratorio, lavandería, manejo de desechos sólidos hospitalarios, así como al suministro de materiales, reactivos y consumibles. Además, MACC Medical se especializa en brindar servicio técnico y mantenimiento preventivo y correctivo a todos los equipos que suministra, garantizando un respaldo integral a sus clientes.

A lo largo de su trayectoria, la empresa ha liderado y ejecutado importantes proyectos a nivel nacional, contribuyendo al desarrollo de áreas clave en el sector salud como quirófanos, centrales de esterilización, lavanderías hospitalarias, consultorios médicos y sistemas para el tratamiento de desechos sólidos hospitalarios, consolidando así su presencia y experiencia en el mercado biomédico.

2.1.2. MISIÓN

MACC Medical tiene como misión ser una empresa comprometida con el cuidado de la salud de la población, contribuyendo a salvar vidas mediante la provisión de tecnología médica innovadora y de alta calidad. Su objetivo es brindar atención especializada y un servicio técnico integral, enfocado en satisfacer las necesidades de sus clientes con profesionalismo, responsabilidad y excelencia.

2.1.3. VISIÓN

La visión de MACC Medical es consolidarse como la empresa líder y referente en el mercado nacional de comercialización y soporte técnico de equipos médicos, siendo reconocida por su impacto positivo en el fortalecimiento del sistema de salud y en el bienestar de la comunidad a la que sirve.

2.1.4. VALORES

- El trabajo de MACC Medical se fundamenta en una cultura organizacional orientada por los siguientes valores:
- Orientación al cliente: Priorizar las necesidades de los clientes, brindando soluciones efectivas y un acompañamiento técnico confiable.
- Calidad: Compromiso con la excelencia en cada proceso, producto y servicio ofrecido.
- Trabajo en equipo: Promover la colaboración, la comunicación y el respeto mutuo para alcanzar los objetivos comunes.
- Compromiso: Actuar con responsabilidad, ética y dedicación en cada actividad realizada, buscando siempre contribuir al bienestar social y al fortalecimiento del sector salud.

2.1.5. LOGO DE LA EMPRESA



Ilustración 1 Logo de la empresa

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

El Departamento de Ingeniería Biomédica de MaccMedical es responsable del mantenimiento, calibración y actualización de los equipos médicos utilizados en las instalaciones de sus clientes. Como una empresa pequeña, su estructura permite una atención personalizada y directa, enfocándose en garantizar la operatividad y seguridad de los dispositivos médicos. Este departamento se dedica principalmente a la ejecución de mantenimientos preventivos, correctivos y predictivos, así como a la capacitación del personal operativo y clínico en el uso adecuado de los equipos, asegurando la continuidad de los servicios hospitalarios y el cumplimiento de los estándares de calidad establecidos.

2.2.1. DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

El Departamento de Ingeniería Biomédica de MaccMedical cuenta con una estructura organizativa centralizada. A nivel nacional, está liderado por el jefe general de Biomédica, con sede en Tegucigalpa, quien supervisa y coordina las operaciones técnicas y administrativas del área. Bajo su dirección trabajan dos técnicos encargados de brindar soporte especializado en equipos médicos, abarcando la capital y otras regiones asignadas.

En la sede de San Pedro Sula, donde se desarrolla la presente práctica profesional, el departamento está integrado únicamente por el jefe regional de Biomédica, quien funge como supervisor directo y único miembro del área en esta ciudad. Entre sus funciones se encuentran

la ejecución de mantenimientos preventivos, correctivos y predictivos a equipos médicos, análisis y calibración de dispositivos médicos utilizando simuladores de paciente, actualización de software, así como la realización de capacitaciones técnicas para el personal operativo y clínico. Estas actividades garantizan la operatividad, seguridad y eficiencia de los equipos médicos hospitalarios.

2.2.2. DIAGRAMA DE JERARQUÍA

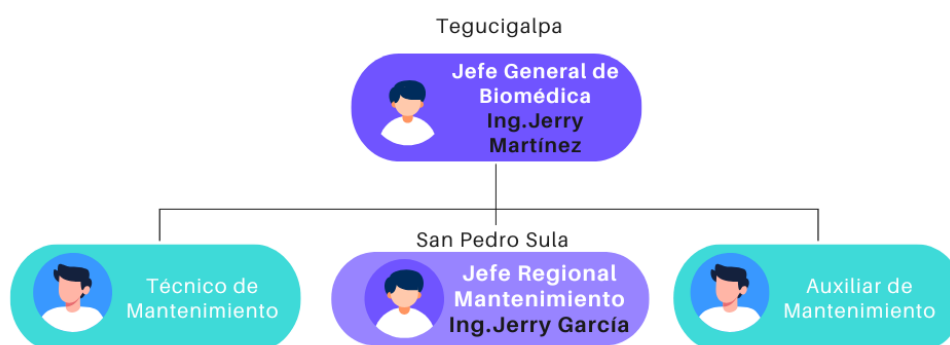
El Departamento de Ingeniería Biomédica de MaccMedical presenta una estructura organizativa jerárquica y especializada, orientada a garantizar la correcta operación y mantenimiento de los equipos médicos hospitalarios.

A nivel nacional, el departamento está encabezado por el jefe general de Biomédica, con sede en Tegucigalpa, quien supervisa y coordina todas las actividades técnicas y administrativas del área. Bajo su responsabilidad directa laboran dos ingenieros técnicos que brindan soporte y atención especializada en diferentes regiones.

En la sede regional de San Pedro Sula, el departamento está conformado por el jefe regional de Biomédica, quien funge como supervisor directo y único integrante del área en esta ciudad. Actualmente, la práctica profesional se desarrolla bajo la supervisión de este jefe regional, siendo la única persona a cargo en la sede regional.

La Ilustración 2 presenta el diagrama jerárquico que refleja la distribución de funciones y niveles de supervisión dentro del departamento de biomédica, facilitando la comunicación, supervisión y ejecución eficiente de las labores técnicas.

Ilustración 2 Diagrama de Jerarquía Organizacional



2.3 OBJETIVOS DEL PUESTO

Esta sección establece los objetivos del puesto desempeñado durante la práctica profesional en MaccMedical, empresa privada dedicada a la venta y mantenimiento de equipos de ingeniería biomédica. Los objetivos fueron formulados bajo la metodología SMART, garantizando que sean específicos, medibles, alcanzables, relevantes y con un tiempo determinado.

2.3.1. OBJETIVO GENERAL

Aplicar conocimientos teóricos y prácticos de ingeniería biomédica para apoyar en la gestión y ejecución de actividades técnicas relacionadas con equipos médicos, tales como mantenimientos preventivos y correctivos, instalación de dispositivos, uso de analizadores funcionales y capacitaciones técnicas, durante el período de práctica de 10 semanas, con el fin de garantizar la operatividad segura y eficiente de la tecnología biomédica bajo la responsabilidad de la empresa.

2.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar mantenimientos preventivos y correctivos en equipos médicos, asegurando su correcto funcionamiento y prolongando su vida útil durante el período de práctica.
- Instalar y verificar el funcionamiento de nuevos equipos médicos, empleando pruebas funcionales y analizadores especializados para garantizar su desempeño antes de la entrega al cliente.
- Ejecutar actualizaciones de software en equipos médicos, verificando la compatibilidad con sistemas existentes y documentando los cambios realizados.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 ANÁLISIS DEL SECTOR

El presente apartado tiene como objetivo contextualizar el sector privado de mantenimiento de equipos médicos en Honduras, presentar los conceptos teóricos fundamentales asociados a la ingeniería biomédica y describir la tecnología sanitaria intervenida durante la práctica profesional. Esta sección permitirá comprender la relevancia de las actividades ejecutadas y su impacto en la gestión de la tecnología médica en un entorno hospitalario.

3.1.1. CONTEXTO DEL SECTOR PRIVADO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS MÉDICOS EN HONDURAS

El sector privado de mantenimiento de equipos médicos en Honduras ha evolucionado significativamente en las últimas décadas, consolidándose como un componente esencial para garantizar la operatividad y seguridad de los dispositivos utilizados en la atención sanitaria. Este sector incluye servicios de instalación, calibración, mantenimiento preventivo y correctivo, capacitación del personal técnico y clínico, gestión de repuestos y consumibles, así como soporte en software de equipos médicos, permitiendo que los hospitales mantengan estándares de calidad y eficiencia.

Marco normativo y regulatorio

La Agencia de Regulación Sanitaria (ARSA) regula y supervisa los dispositivos médicos en Honduras, estableciendo normas que aseguran la calidad y seguridad en la prestación de servicios relacionados (2020) . Entre estas, la Norma Hondureña OHN-ISO 13485:2016 (2016) lanzada oficialmente por la Secretaría de Desarrollo Económico el 22 de julio de 2025, define los requisitos de un sistema de gestión de calidad para la fabricación y mantenimiento de dispositivos médicos. La adopción de esta norma es fundamental para que las empresas privadas cumplan con estándares internacionales, asegurando la trazabilidad, eficacia y seguridad de los equipos y protegiendo así a los pacientes (2022).

MaccMedical se ha consolidado como un actor clave dentro de este sector, ofreciendo servicios integrales que incluyen instalación y venta de equipos médicos, mantenimiento preventivo y correctivo, capacitación especializada, actualización de software y préstamo de

dispositivos para demostraciones o participación en congresos y talleres. Esta diversificación de servicios permite a la empresa garantizar la operatividad de los equipos, fomentar la actualización tecnológica del personal de salud y fortalecer la calidad de la atención médica en instituciones privadas y clínicas especializadas. La alineación con la OHN-ISO 13485 posiciona a MaccMedical como referente en gestión de tecnología biomédica, evidenciando su compromiso con la excelencia, la innovación y la responsabilidad frente a las normativas vigentes.

Importancia del sector privado

El sector privado de mantenimiento de equipos médicos complementa los servicios públicos, expandiendo la cobertura sanitaria, especialmente en áreas con acceso limitado a la atención médica (2022). La competencia entre empresas impulsa la innovación, mejora continua de los servicios y garantiza que los pacientes reciban atención segura y oportuna, mientras los profesionales de la salud cuentan con equipos funcionales y confiables.

3.1.2. COMPETENCIAS Y POSICIONAMIENTO EN EL SECTOR PRIVADO

MaccMedical se encuentra dentro del rubro de servicios hospitalarios especializados, compitiendo con empresas privadas que también ofrecen mantenimiento, distribución e instalación de equipos médicos. La empresa ha desarrollado competencias distintivas, como la integración de soporte técnico con actualización de software, mantenimiento preventivo y correctivo, y capacitación especializada, asegurando la operatividad continua de los dispositivos médicos en hospitales privados y clínicas especializadas (2007).

Su posición en el mercado se refuerza mediante la colaboración con proveedores nacionales e internacionales, lo que garantiza acceso a innovaciones tecnológicas, repuestos originales y certificaciones de calidad (2020). Esta estrategia fortalece la capacidad de respuesta de MaccMedical, asegurando que los hospitales cuenten con equipos seguros y funcionales para diagnóstico, tratamiento y monitoreo de pacientes, consolidando su reputación como soporte confiable dentro del sector privado en Honduras (2022).

3.1.3. SERVICIOS Y PRODUCTOS DE MACCMEDICAL

MaccMedical se especializa en ofrecer servicios integrales de mantenimiento y soporte técnico a hospitales privados, garantizando la operatividad de los equipos médicos y la

seguridad de los pacientes. Sus servicios incluyen mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo, permitiendo identificar fallas antes de que afecten la atención clínica y asegurando la prolongación de la vida útil de los dispositivos (2025)

La empresa también realiza instalación de equipos nuevos, actualización de software, calibración y pruebas funcionales, asegurando que cada dispositivo cumpla con los estándares de seguridad, precisión y compatibilidad con las normativas nacionales e internacionales (ISO 13485:2016). Además, brinda apoyo técnico mediante capacitación al personal operativo y clínico, fortaleciendo las competencias del personal hospitalario y promoviendo la correcta utilización de los equipos.

Estas actividades permiten a MaccMedical mantener la continuidad y seguridad de los servicios hospitalarios, al reducir tiempos de inactividad, prevenir errores clínicos y garantizar que los equipos operen dentro de sus especificaciones técnicas.

3.2 CONCEPTOS TEÓRICOS APLICADOS EN LA PRÁCTICA

3.1.4. MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE EQUIPOS MÉDICOS

El mantenimiento preventivo consiste en acciones programadas para conservar la operatividad óptima de los equipos, mediante limpieza, calibración, verificación de alarmas y chequeo de conexiones eléctricas y mecánicas (2024). Por otro lado, el mantenimiento correctivo se realiza cuando un equipo presenta fallas, buscando restaurar su funcionalidad mediante reparaciones o ajustes técnicos (2021)

El registro de estas intervenciones en bitácoras y sistemas de trazabilidad es fundamental, ya que permite documentar fechas, acciones realizadas y resultados de pruebas, garantizando un seguimiento continuo y facilitando auditorías internas o externas

3.1.5. GESTIÓN DE TECNOLOGÍA BIOMÉDICA

La gestión de tecnología biomédica abarca el ciclo de vida completo de los equipos: planificación, adquisición, operación, mantenimiento, calibración y disposición final (2021). Esto incluye la utilización de sistemas de inventario y software de gestión hospitalaria, que permiten monitorizar el estado de los equipos, historial de fallas, fechas de mantenimiento y actualizaciones de software.

Además, la gestión adecuada implica la evaluación de proveedores, documentación de garantías y protocolos de actualización de software, asegurando que los equipos médicos cumplan con los estándares de seguridad y calidad durante toda su vida útil (Melvin, 2022).

3.1.6. SOFTWARE Y ACTUALIZACIONES EN EQUIPOS MÉDICOS

La instalación y actualización de software en equipos médicos es crucial para garantizar compatibilidad, seguridad y funcionamiento óptimo. Cada actualización debe ir acompañada de pruebas de validación funcional, asegurando que el equipo cumpla con las especificaciones del fabricante y no comprometa la atención del paciente (2025)

Ejemplos de software utilizados en los equipos intervenidos incluyen sistemas de imágenes, monitoreo de signos vitales, control de bombas de infusión y plataformas de análisis en dispositivos de laboratorio, todos los cuales requieren actualización periódica y pruebas de desempeño (2010).

3.3 TECNOLOGÍA SANITARIA INTERVENIDA

El autoclave es fundamental para la esterilización de instrumental quirúrgico y material médico mediante vapor a presión y altas temperaturas (2018). Este equipo asegura que los instrumentos estén libres de microorganismos, previniendo infecciones asociadas a la atención hospitalaria y contribuyendo a la seguridad y recuperación de los pacientes.



Ilustración 3 Autoclave

El arco en C proporciona imágenes radiográficas en tiempo real durante procedimientos quirúrgicos y diagnósticos intervencionistas. Su uso permite al personal médico guiarse con precisión en cirugías ortopédicas, traumatológicas y vasculares, reduciendo la necesidad de procedimientos invasivos y acortando los tiempos quirúrgicos, lo que disminuye riesgos y mejora el pronóstico del paciente (2017).



Ilustración 4 Arco en C

La bioimpedancia permite medir la composición corporal, incluyendo grasa, masa muscular y agua corporal (2015). Este equipo es útil para evaluar el estado nutricional, controlar la evolución de pacientes con enfermedades crónicas, obesidad o desnutrición, y guiar terapias nutricionales y planes de tratamiento individualizados.



Ilustración 5 Bioimpedancia

El FeNO mide la fracción exhalada de óxido nítrico, un biomarcador de inflamación de las vías respiratorias (2020). Es especialmente valioso en pacientes asmáticos, ya que permite ajustar tratamientos antiinflamatorios y prevenir crisis respiratorias, mejorando el control de la enfermedad y la calidad de vida del paciente.

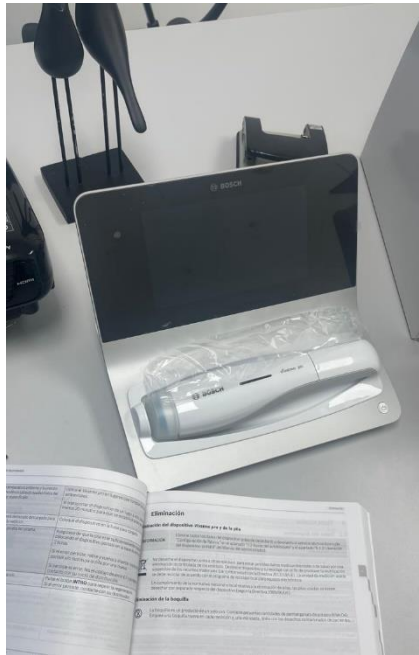


Ilustración 6 FeNo

La balanza seca 355 y la balanza neonatal facilitan la medición precisa del peso en pacientes adultos y neonatos (2019) . Estos datos son esenciales para determinar dosis de medicamentos, evaluar crecimiento y desarrollo, y controlar el estado nutricional de manera segura y objetiva.



Ilustración 7 Balanza Neonatal

Las lámparas quirúrgicas proporcionan iluminación intensa y uniforme en el campo operatorio, asegurando visibilidad para procedimientos precisos (2021). Su correcta utilización minimiza riesgos de errores durante cirugías y procedimientos invasivos.



Ilustración 8 Lámpara Quirúrgica

El colposcopio es utilizado en ginecología para observar el cuello uterino con gran ampliación, permitiendo la identificación temprana de lesiones precancerosas y cáncer. Facilita la realización de biopsias dirigidas y la toma de decisiones terapéuticas oportunas, lo que puede salvar vidas y mejorar los resultados clínicos (2018).



Ilustración 9 Colposcopio

El ultrasonógrafo USG una herramienta de diagnóstico no invasiva que permite visualizar órganos y tejidos blandos en tiempo real. Es ampliamente utilizado en obstetricia, ginecología, cardiología y medicina interna, y permite guiar procedimientos como biopsias o seguimiento de tratamientos, ofreciendo información rápida y segura para la toma de decisiones clínicas.

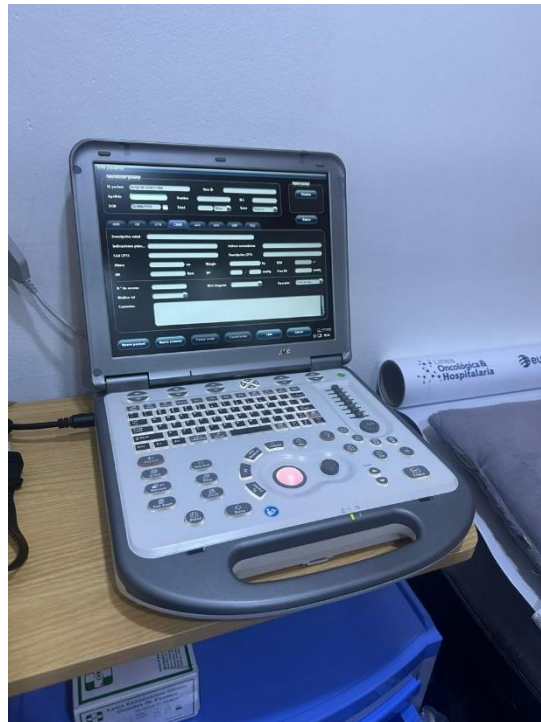


Ilustración 10 USG

El **audiómetro** es un dispositivo utilizado para evaluar la capacidad auditiva de una persona mediante pruebas de tonos puros y estímulos sonoros controlados. Permite medir la sensibilidad auditiva en diferentes frecuencias y detectar pérdidas auditivas de distintos grados y tipos. Es ampliamente utilizado en audiología clínica, estudios ocupacionales y programas de detección temprana de hipoacusia, facilitando la orientación en el manejo y tratamiento de trastornos auditivos.



Ilustración 11 Audiómetro

El **MAPA** es un dispositivo de monitoreo continuo de la presión arterial que permite registrar mediciones durante 24 horas o más, mientras el paciente realiza sus actividades cotidianas. Es una herramienta no invasiva que ofrece información detallada sobre la variabilidad de la presión arterial a lo largo del día y la noche, siendo fundamental para el diagnóstico de hipertensión, evaluación de tratamientos antihipertensivos y detección de eventos de riesgo cardiovascular.

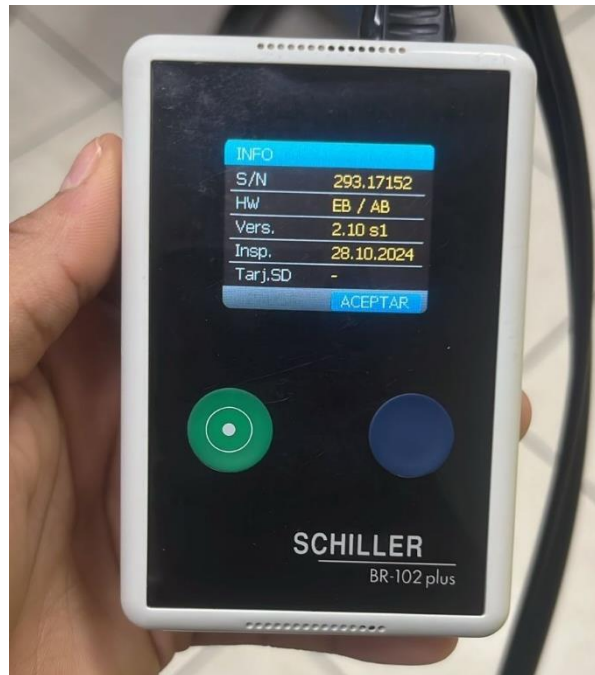


Ilustración 12 MAPA

Los Monitores de Signos Vitales son dispositivos médicos que permiten la medición continua o periódica de parámetros fisiológicos fundamentales, como frecuencia cardíaca, presión arterial, saturación de oxígeno, temperatura y, en algunos modelos, frecuencia respiratoria. Son herramientas esenciales en unidades de cuidado crítico, salas de recuperación y entornos clínicos generales, ya que proporcionan información en tiempo real sobre el estado del paciente, permitiendo la detección temprana de alteraciones y apoyando la toma de decisiones médicas oportunas.



Ilustración 13 Monitor de Signos Vitales

VI. DESARROLLO

En el siguiente capítulo se aborda la metodología aplicada en la investigación, enfocada en el análisis de viabilidad de los softwares para trazabilidad y gestión de dispositivos médicos. Se describe el enfoque metodológico adoptado, así como el alcance y diseño de la investigación. Asimismo, se definen las variables que orientan el estudio y las técnicas e instrumentos empleados para la recolección y análisis de datos. Finalmente, se presentan los métodos de estudio y validación utilizados, al igual que la distribución de actividades que conforman la investigación.

SEMANA 1 (21 DE JULIO – 25 DE JULIO)

Objetivos de la Semana:

1. Completar la instalación de un autoclave en el Hospital Militar, realizando los ajustes necesarios en las tuberías de desagüe y conexiones hacia el compresor para su entrega óptima.
2. Instalar balanzas de bioimpedancia de grado médico, realizando el armado físico y la configuración inicial del software para el usuario.
3. Ejecutar mantenimientos correctivos y preventivos en equipos biomédicos, asegurando su funcionamiento ideal.
4. Participar en capacitaciones técnicas para ampliar el dominio de equipos especializados como FeNo y de Señales EEG.

Introducción:

Durante la primera semana de prácticas profesionales se realizaron actividades orientadas a la instalación, mantenimiento y puesta en marcha de equipos biomédicos. Entre las tareas destacadas se encuentran la instalación completa de un autoclave con fecha de entrega comprometida, el armado y configuración de balanzas de bioimpedancia, la ejecución de mantenimientos correctivos y preventivos en equipos como arcos en C y lavadoras hospitalarias, así como capacitaciones en sistemas de diagnóstico.

Desarrollo de Actividades:

Actividad 1: Medición de Instalación de tuberías para Desagüe de Autoclave

Se realizaron las mediciones necesarias para la instalación de tuberías del sistema de desagüe del autoclave en el Hospital Militar. Se consideró el recorrido más eficiente y la selección de materiales resistentes a las altas temperaturas y presión de trabajo del equipo. Estas mediciones permitieron definir la longitud y el tipo de tubería para asegurar una instalación segura y duradera. Posteriormente, se procedió al montaje de las tuberías, verificando las uniones para evitar fugas y garantizar el correcto funcionamiento del autoclave.

Ilustración 14 Salidas de Autoclave



Ilustración 15 Salidas Post-Instalación



Actividad 2: Actualización de software y mantenimiento correctivo en Arco en C

Se realizó la actualización del software del equipo Arco en C, que presentaba congelamiento en la interfaz del monitor. Para ello, se reinstalaron los drivers correspondientes y se verificó la funcionalidad del sistema tras la intervención. Esta acción permitió restablecer la comunicación entre el monitor y la unidad principal, asegurando la continuidad operativa del equipo para su uso clínico.

Ilustración 17 Arco en C



Ilustración 16 Actualización Software



Actividad 3: Instalación y configuración de balanza de bioimpedancia

Se llevó a cabo el armado completo de la balanza de bioimpedancia desde sus componentes físicos, incluyendo la fijación de sensores y estructura. Posteriormente, se realizó la configuración inicial del software de la balanza, realizando pruebas con un modelo demo para garantizar la correcta calibración y uso para el usuario final.

Ilustración 18 Bioimpedancia



SEMANA 2 (28 DE JULIO- 1 DE AGOSTO)

Objetivos de la Semana:

- Realizar mantenimientos preventivos y correctivos en diversos equipos biomédicos para asegurar su correcto funcionamiento.
- Participar en la capacitación y entrega de equipos especializados, familiarizándose con su manejo y características técnicas.
- Ejecutar pruebas funcionales en equipos de diagnóstico para verificar su operatividad y calidad en los resultados.

Introducción:

Durante la segunda semana de prácticas profesionales se continuó con la labor de mantenimiento y pruebas en equipos biomédicos, incluyendo colposcopios, equipos de ultrasonido y pruebas de esfuerzo. Además, se participó en la capacitación y entrega de equipos de medición de óxido nítrico exhalado (FeNo). Estas actividades fortalecieron el conocimiento técnico y la capacidad para identificar y corregir fallas, así como para validar el funcionamiento de equipos médicos.

- **Desarrollo de Actividades:**

Actividad 1: Mantenimiento correctivo en lámpara quirúrgica

Durante esta actividad se identificó que la lámpara quirúrgica no encendía correctamente. Tras una inspección técnica se detectó que una de las borneras internas estaba mal colocada, provocando un falso contacto que interrumpía el flujo de corriente hacia el sistema de iluminación. Se procedió a recolocar adecuadamente la bornera, asegurar el cableado y realizar pruebas de encendido para validar la correcta restitución de la funcionalidad. El procedimiento finalizó con la verificación de todos los modos de iluminación y la estabilidad mecánica de la lámpara para garantizar la seguridad en su uso quirúrgico.

Ilustración 20 Lámpara Quirúrgica



Ilustración 19 Placa Interna



Actividad 2: Mantenimiento preventivo y conexión de colposcopio

Se llevó a cabo la conexión e instalación de un colposcopio, verificando su compatibilidad con los accesorios y el sistema eléctrico del área de uso. El mantenimiento preventivo incluyó limpieza externa e interna de componentes ópticos, revisión de tornillería, lubricación de partes móviles y comprobación del enfoque y del sistema de iluminación.

También se evaluó el estado de los filtros y se verificó que la calidad de imagen cumpliera con los estándares clínicos requeridos para exploraciones ginecológicas.

Ilustración 21 Interfaz de Colposcopio



Actividad 3: Pruebas funcionales a monitores de signos vitales con analizador de paciente

En esta actividad se realizaron pruebas a monitores multiparámetro, conectando electrodos y simulando señales fisiológicas mediante un analizador de paciente. Se verificó la correcta lectura de parámetros como ECG, temperatura y saturación de oxígeno. Además, se revisó el funcionamiento de la impresora interna, comprobando la nitidez de la impresión y la alineación del papel.

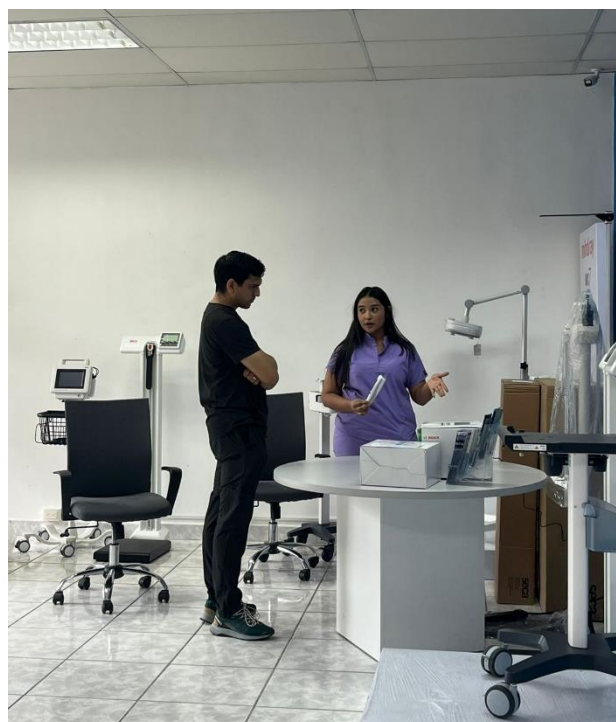
Ilustración 22 Prueba de ECG



Actividad 4: Capacitación y verificación funcional de FENO

Se realizó la capacitación al médico que adquirió el equipo de medición de fracción exhalada de óxido nítrico (FENO), explicando la interfaz de usuario, el funcionamiento del dispositivo y los cuidados necesarios para su correcto uso. Posteriormente, se efectuó la verificación funcional mediante pruebas de lectura, confirmando que los resultados se registrarán de forma precisa en el sistema.

Ilustración 23 Capacitación FeNo



Actividad 5: Prueba de esfuerzo: Diagnóstico y solución de falla de comunicación

Se realizó la visita técnica al Centro Nacional de Alergias (CNA) para evaluar un equipo de prueba de esfuerzo que presentaba problemas de comunicación entre la caminadora y el monitor. Se efectuaron pruebas de voltaje y verificación de señal en el cable de interconexión, determinándose que la falla se debía a una mala conexión física. Se corrigió la conexión y se comprobó el restablecimiento de la comunicación, dejando el equipo en correcto funcionamiento.

Ilustración 24 Prueba de Esfuerzo



SEMANA 3 (4 DE AGOSTO – 8 DE AGOSTO)

Objetivos de la Semana:

- Capacitar en el manejo y mantenimiento de dispositivos biomédicos esenciales.
- Realizar evaluaciones técnicas y diagnósticos de fallas en equipos biomédicos.
- Apoyar en la instalación y puesta en marcha de equipos médicos durante eventos clínicos.

Introducción:

Durante la tercera semana de mi práctica profesional, participé en diversas actividades técnicas y de mantenimiento en equipos biomédicos, destacando la capacitación en el uso de la bomba de infusión, la evaluación de la prueba de esfuerzo y la inspección técnica de un transductor convexo con daño reportado. Además, tuve la oportunidad de colaborar en el XVIII Congreso Nacional de Ginecología, donde instalé y supervisé un colposcopio utilizado en demostraciones en vivo.

Actividades realizadas

Actividad 1: Armado de Balanza Neonatal

Se realizó el ensamblaje completo de una balanza neonatal, asegurando la correcta instalación y ajuste de cada uno de sus componentes mecánicos y electrónicos. Se verificó la calibración inicial y la estabilidad del dispositivo, utilizando herramientas manuales como desatornillador y llaves hexagonales para asegurar una construcción precisa y funcional. Esta actividad es fundamental para garantizar mediciones confiables y seguras en la atención neonatal.

Ilustración 25 Balanza Neonatal



Actividad 2: Mantenimiento Correctivo de MAPA

Se ejecutó un mantenimiento correctivo en un equipo MAPA que presentaba fallas relacionadas con su software. Se procedió a la actualización del sistema operativo y de la aplicación para mejorar su desempeño y corregir errores. Posteriormente, se realizaron

pruebas funcionales para verificar la estabilidad y precisión del dispositivo, asegurando que cumpliera con los estándares necesarios para su uso en monitoreo de presión arterial.

Ilustración 26 MAPA



Actividad 3: Evaluación de Prueba de Esfuerzo en IHSS

Participé en la evaluación técnica del equipo destinado a pruebas de esfuerzo en el Instituto Hondureño de Seguridad Social (IHSS). La actividad incluyó una inspección física detallada, ajuste de componentes y realización de pruebas funcionales para garantizar la exactitud y confiabilidad de las mediciones durante las pruebas clínicas. Esta evaluación es clave para asegurar que el equipo ofrezca resultados precisos que contribuyan al diagnóstico y seguimiento adecuado de los pacientes.

Ilustración 27 Prueba de Esfuerzo



Actividad 4: Instalación de Colposcopio en Congreso Nacional

Durante el XVIII Congreso Nacional de Ginecología, estuve a cargo de la instalación, puesta en marcha y calibración de un colposcopio utilizado para demostraciones en vivo. Se verificó la correcta configuración óptica y funcional del equipo, asegurando una visualización clara y detallada del tejido cervical. Esta tarea fue fundamental para el éxito de las actividades académicas y para demostrar la importancia de esta tecnología en la detección temprana y diagnóstico del cáncer de cérvix.

Ilustración 28 Colposcopio



Actividad 5: Observación Técnica de Transductor Convexo

Se realizó una inspección técnica exhaustiva de un transductor convexo que presentaba una falla reportada. Tras la evaluación del estado físico y funcional del equipo, se concluyó que el daño fue ocasionado por un evento externo, lo cual permitió orientar las acciones correctivas necesarias para su reparación o reemplazo. Este análisis técnico es vital para mantener la calidad y seguridad en los estudios de imagenología médica.

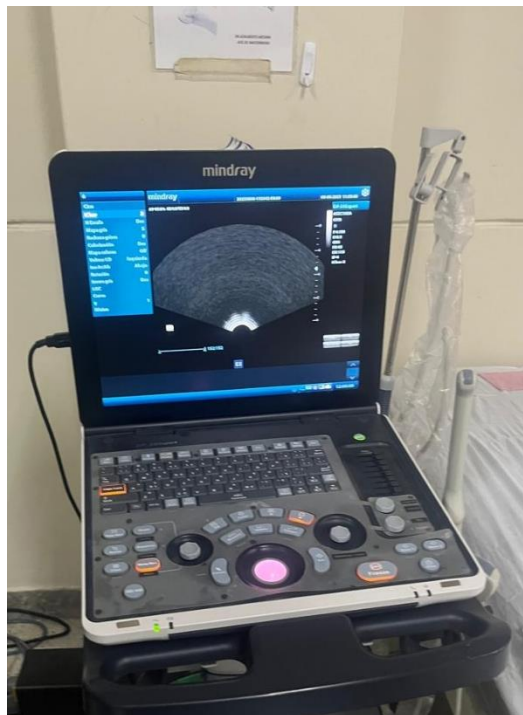


Ilustración 29 Prueba Transductor

SEMANA 4 (11 DE AGOSTO – 15 DE AGOSTO)

Objetivos de la Semana:

- Ejecutar un mantenimiento correctivo en una cama de operación, asegurando la funcionalidad del control de mando y la estabilidad de sus movimientos.
- Realizar mantenimientos preventivos en equipos biomédicos, incluyendo limpieza, inspección técnica y verificación de desempeño.
- Instalar y actualizar software en equipos de monitoreo y verificando compatibilidad, desempeño y precisión en las mediciones.

Introducción:

Durante la cuarta semana de mi práctica profesional, participé activamente en labores de mantenimiento, instalación y capacitación, reforzando mi experiencia en la gestión integral de equipos biomédicos. Se destacan la intervención correctiva en una cama de operación, el mantenimiento preventivo y demostración funcional de un ultrasonógrafo, así como la instalación y actualización de software en equipos de monitoreo cardíaco. Estas actividades no solo fortalecieron mis habilidades técnicas, sino que también permitieron garantizar la seguridad y operatividad de los equipos en contextos clínicos.

Actividades realizadas

Actividad 1: Mantenimiento Correctivo en Cama de Operación

Se realizó el mantenimiento del control de la camilla quirúrgica, utilizando desatornillador y herramientas manuales para ajustar los sistemas eléctricos y mecánicos. Se verificó la estabilidad y precisión de los movimientos, asegurando la funcionalidad completa del dispositivo para su uso seguro durante procedimientos clínicos. Este tipo de intervención es crucial para prevenir fallas durante operaciones y garantizar la seguridad del paciente y del personal médico.

Ilustración 30 Control de Cama de Operación



Actividad 2: Mantenimiento Preventivo de Ultrasonógrafo (USG)

Se ejecutó un mantenimiento preventivo integral del ultrasonógrafo, que incluyó limpieza de componentes internos y externos, revisión de transductores, pruebas de calidad de imagen y ejecución del autotest sin transductores conectados. Estas acciones son esenciales para asegurar la confiabilidad y precisión del equipo en la práctica clínica, evitando fallas durante los estudios diagnósticos y prolongando la vida útil del dispositivo. Se utilizaron herramientas especializadas como toallitas húmedas, contact cleaner, duster y llaves Allen, garantizando que todos los sistemas electrónicos y mecánicos operen en condiciones óptimas y que los transductores estén disponibles y calibrados correctamente.

Ilustración 31 Mantenimiento Preventivo USG



Actividad 3: Mantenimiento Correctivo del Calentador de Ultrasonógrafo (USG)

Se atendió de manera independiente el fallo en el calentador del ultrasonógrafo, el cual no calentaba el gel adecuadamente. Inicialmente se realizó una inspección general del equipo y se aplicaron pruebas de voltaje y continuidad para identificar posibles fallos eléctricos. Posteriormente, se abrió la carcasa del ultrasonógrafo para revisar la placa

electrónica interna, confirmando que una bornera se había aflojado, probablemente como consecuencia del mantenimiento preventivo realizado previamente. La intervención permitió restaurar el funcionamiento del calentador y garantizar el correcto desempeño del equipo en procedimientos clínicos.

Ilustración 32 Placa Interna Calentador de Gel



SEMANA 5 (18 DE AGOSTO – 22 DE AGOSTO)

Objetivos de la Semana:

- Ejecutar un mantenimiento correctivo en una cama de operación, asegurando la funcionalidad del control de mando y la estabilidad de sus movimientos.
- Realizar mantenimientos preventivos en equipos biomédicos, incluyendo limpieza, inspección técnica y verificación de desempeño.
- Instalar y actualizar software en equipos de monitoreo y verificando compatibilidad, desempeño y precisión en las mediciones.

Introducción:

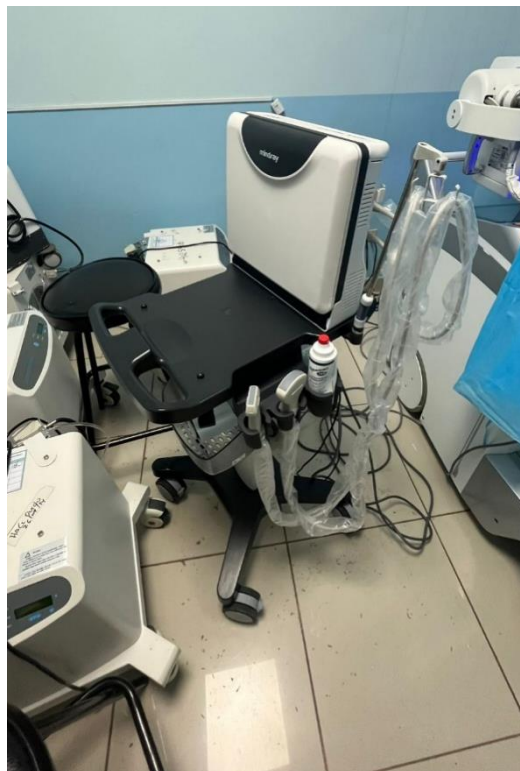
Durante la cuarta semana de mi práctica profesional, participé activamente en labores de mantenimiento, instalación y capacitación, reforzando mi experiencia en la gestión integral de equipos biomédicos. Se destacan la intervención correctiva en una cama de operación, el mantenimiento preventivo y demostración funcional de un ultrasonógrafo, así como la instalación y actualización de software en equipos de monitoreo cardiaco. Estas actividades no solo fortalecieron mis habilidades técnicas, sino que también permitieron garantizar la seguridad y operatividad de los equipos en contextos clínicos.

Actividades realizadas

Actividad 1: Mantenimiento Preventivo de Ultrasonógrafo en el HNMCR

En el Hospital Mario Catarino Rivas se llevó a cabo un mantenimiento preventivo completo a un ultrasonógrafo. Las tareas incluyeron limpieza interna y externa, expulsión de logs y pruebas de calidad de imagen. Con ello se optimizó la respuesta de los sensores y se validaron parámetros técnicos, eliminando fallos menores y garantizando la seguridad en los diagnósticos por imagen. Esta intervención fue esencial en un entorno hospitalario de alta demanda.

Ilustración 33 USG en HNMCR



Actividad 2: Mantenimiento Preventivo de Ultrasonógrafo en el Hospital del Progreso

De manera complementaria, se ejecutó un mantenimiento preventivo en el ultrasonógrafo del Hospital del Progreso. Se aplicaron procesos de limpieza, revisión de transductores y verificación de la calidad de imagen, confirmando la confiabilidad de los registros. La intervención permitió asegurar que el equipo se mantuviera en condiciones óptimas de uso, reforzando la continuidad de los servicios clínicos en un centro hospitalario regional.

Ilustración 34 Mantenimiento Preventivo en Hospital del Progreso



Actividad 3: Instalación y Configuración de Holter

Se realizó la instalación de software y activación de licencia en un Holter, validando su compatibilidad y la integración correcta con el sistema hospitalario. Asimismo, se configuraron

verificación y mantenimiento correctivo de diversos equipos biomédicos. Se destacan la validación del ultrasonógrafo, la capacitación del personal en autoclaves y la verificación de parámetros Doppler, así como la intervención correctiva en la impresora del ultrasonido. Estas actividades fortalecieron mis competencias técnicas, aseguraron la calidad en los diagnósticos por imagen y reforzaron las prácticas de seguridad y manejo de equipos en el hospital.

Actividades realizadas

Actividad 1: Validación de Ultrasonógrafo

Se realizó la validación de un ultrasonógrafo, verificando su correcto funcionamiento y asegurando la comunicación con el software clínico. Para ello se emplearon pruebas técnicas y herramientas de diagnóstico, lo que permitió garantizar la confiabilidad del equipo y su disponibilidad inmediata para la atención de pacientes. Esta labor fue esencial para mantener la calidad en los procesos de diagnóstico por imagen.

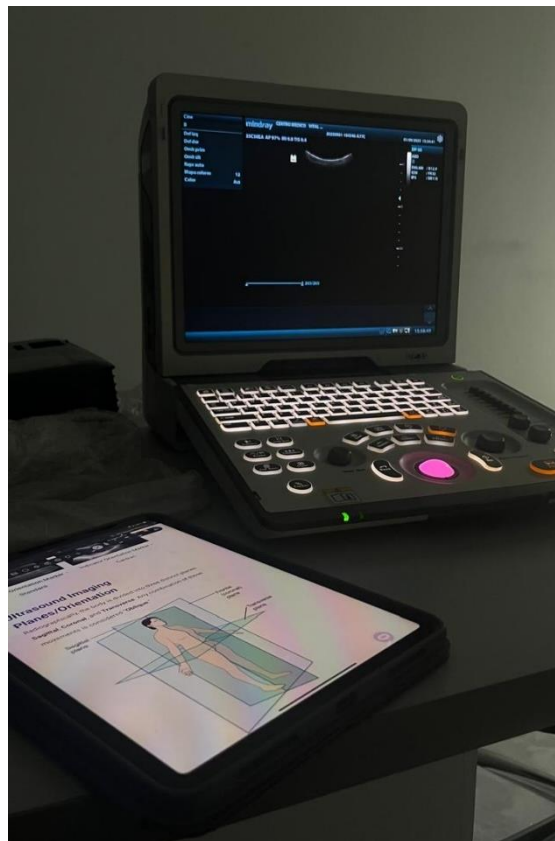


Ilustración 36 Validación USG

Actividad 2: Capacitación al Personal en el Uso de Autoclaves

Durante dos jornadas consecutivas se brindó capacitación al personal del hospital en el manejo de autoclaves, abarcando tanto la operación segura como las rutinas de mantenimiento básico. La formación permitió reforzar las prácticas de esterilización hospitalaria, garantizando la bioseguridad en los procedimientos y la correcta gestión del equipo en áreas de alta demanda. Esta actividad contribuyó directamente a la seguridad del paciente y al fortalecimiento de las competencias del personal clínico.



}

Ilustración 37 Capacitación Uso de Autoclave

Actividad 3: Verificación de Parámetros Doppler y Mantenimiento Correctivo en Ultrasonógrafo

En el área de imágenes se llevó a cabo la verificación de los parámetros Doppler de un ultrasonógrafo, confirmando la precisión de las mediciones y la calidad de las imágenes obtenidas. Además, se efectuó un mantenimiento correctivo en la impresora Sony del equipo, logrando restablecer su operatividad para la emisión de reportes diagnósticos. Estas

intervenciones garantizaron la confiabilidad de los estudios y la continuidad en los procesos clínicos.

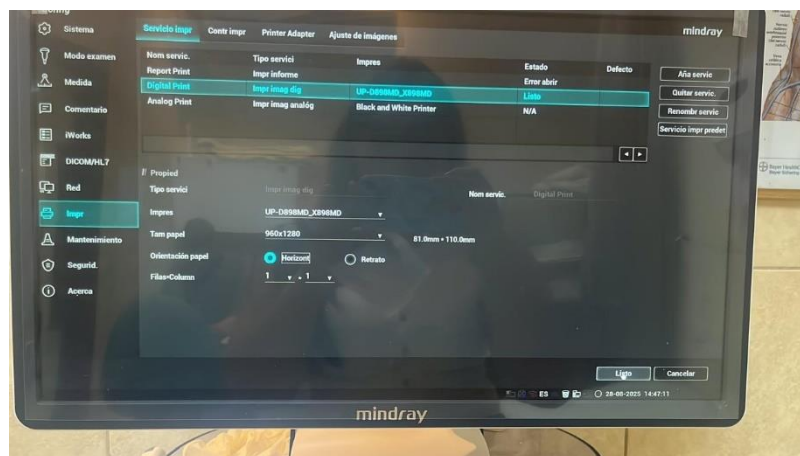


Ilustración 38 Configuración Impresora SONY

SEMANA 7 (1 DE SEPTIEMBRE – 5 DE SEPTIEMBRE)

Objetivos de la Semana:

- Desarrollar un taller práctico de imagenología en ultrasonido, reforzando los principios técnicos y el aprendizaje aplicado en la verificación de transductores.
- Ejecutar un mantenimiento correctivo mediante la actualización de software en ultrasonógrafos, garantizando precisión y nuevas funcionalidades clínicas.
- Presentar y demostrar el funcionamiento de equipos biomédicos en un congreso, fortaleciendo la difusión de conocimientos y la capacitación del personal.

Introducción:

Durante esta semana de práctica profesional se realizaron actividades que integraron la parte técnica, formativa y de divulgación en el área biomédica. Entre ellas destacan la conducción de un taller de imagenología en ultrasonido, la actualización de software en equipos para ampliar sus capacidades clínicas y la participación en un congreso con la presentación de equipos biomédicos. Estas experiencias no solo contribuyeron al aseguramiento de la calidad diagnóstica de los dispositivos, sino que también permitieron reforzar el aprendizaje práctico de estudiantes y brindar orientación a personal clínico en un entorno académico y hospitalario.

Actividades realizadas

Actividad 1: Taller Práctico de Imagenología en Ultrasonido

Se desarrolló un taller enfocado en los principios de imagenología con ultrasonido, orientado a estudiantes y personal en formación. Para ello se utilizó un analizador *phantom*, lo que permitió realizar prácticas de verificación del funcionamiento de los transductores y evaluación de la calidad de imagen. Esta actividad fortaleció la comprensión técnica del equipo y consolidó la relación entre la teoría y la práctica en el área de diagnóstico por imagen.



Ilustración 39 Taller USG

Actividad 2: Actualización de Software en Ultrasonógrafo

En coordinación con el área de ingeniería, se llevó a cabo la actualización de software en un ultrasonógrafo con el objetivo de incorporar una nueva configuración para el análisis de la válvula TVA. Esta intervención, considerada de carácter correctivo, permitió ampliar las capacidades clínicas del equipo y asegurar mayor precisión en estudios específicos. La actualización optimizó el desempeño del dispositivo y reforzó su utilidad en la atención de pacientes con requerimientos especializados.



Ilustración 40 Actualización de Software

Actividad 3: Congreso y Demostración de Equipos Biomédicos

Se participó en un congreso de reumatología con la presentación del funcionamiento de equipos de ultrasonido y electrocardiografía. Durante la demostración se evidenció la operatividad de los dispositivos y se brindó orientación a los asistentes sobre sus principales funciones. Esta actividad tuvo un carácter formativo y de difusión, contribuyendo a la capacitación de profesionales de la salud y destacando la importancia de la gestión biomédica en entornos clínicos y académicos.



Ilustración 41 Congreso de Reumatología

SEMANA 8 (8 DE SEPTIEMBRE – 12 DE SEPTIEMBRE)

Objetivos de la Semana:

- Ejecutar mantenimientos preventivos en audiómetros, ajustando parámetros de fábrica y garantizando precisión en las pruebas de audición.
- Desarrollar la gestión documental y logística mediante órdenes de trabajo, etiquetado y empaquetado de equipos biomédicos mantenidos.
- Realizar un mantenimiento correctivo en una autoclave, asegurando su correcto funcionamiento mediante la reparación de componentes electrónicos

Introducción:

Durante la semana se realizaron actividades orientadas a la intervención técnica y a la gestión administrativa de equipos biomédicos, destacando principalmente el trabajo con audiómetros y autoclaves. Se efectuaron mantenimientos preventivos a múltiples equipos de audiometría, verificando parámetros de fábrica con instrumentos especializados. Asimismo, se elaboraron órdenes de trabajo y se gestionó la devolución de los equipos mantenidos a sus respectivas clínicas. Finalmente, se ejecutó un mantenimiento correctivo en un autoclave, resolviendo una falla en su placa de regulación de voltaje. Estas actividades fortalecieron mis competencias en calibración, documentación y reparación de equipos biomédicos, asegurando su funcionalidad y la continuidad de los servicios clínicos

Actividades realizadas

Actividad 1: Mantenimiento Preventivo de Audiómetros

Se llevaron a cabo mantenimientos preventivos en nueve audiómetros de distintas marcas y modelos. Las tareas incluyeron la revisión de parámetros de fábrica, pruebas en la membrana ósea, auriculares *headsets* y la unidad principal de audiometría. Para ello se utilizaron equipos especializados como sonómetro, osciloscopio y parlante de verificación. Este proceso fue esencial para garantizar la precisión en las pruebas de audición y asegurar la confiabilidad de los equipos en su uso clínico.



Ilustración 42 Mantenimiento Preventivo Audiómetros

Actividad 2: Gestión de Órdenes de Trabajo y Retorno de Audiómetros

Tras finalizar el proceso de mantenimiento, se elaboraron las órdenes de trabajo individuales de cada audiómetro, incluyendo el etiquetado de mantenimiento, empaquetado y generación de reportes técnicos. Esta gestión permitió organizar el proceso de retorno de los equipos a las clínicas asociadas, asegurando un control administrativo claro y trazable en cada intervención biomédica.

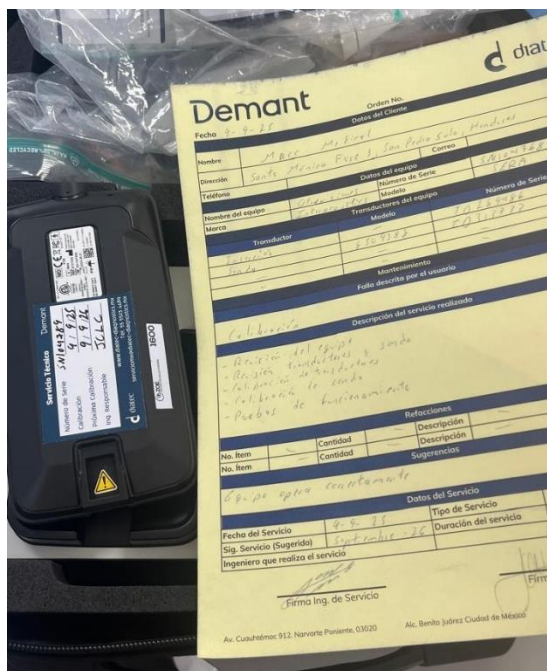


Ilustración 43 Ordenes de Trabajo

Actividad 3: Mantenimiento Correctivo en Autoclave

En el área de esterilización se realizó un mantenimiento correctivo a un autoclave, el cual presentaba una falla en la placa de regulación de voltaje. La intervención consistió en la verificación de la tarjeta electrónica, el retiro de un capacitor dañado y la soldadura de un nuevo componente. Esta reparación permitió restablecer el funcionamiento del equipo, garantizando la continuidad de procesos de esterilización hospitalaria bajo condiciones seguras.



Ilustración 44 Mantenimiento Correctivo Capacitor

SEMANA 9 (15 DE SEPTIEMBRE – 19 DE SEPTIEMBRE)

Objetivos de la Semana:

- Realizar mantenimientos preventivos y correctivos en equipos médicos para asegurar su óptimo funcionamiento.
- Implementar actualizaciones y configuraciones técnicas que permitan prolongar la vida útil de los equipos.
- Fortalecer la confiabilidad de dispositivos de monitoreo clínico en áreas críticas del hospital.

Introducción:

Durante esta semana se realizaron labores de mantenimiento preventivo, correctivo y de configuración en distintos equipos médicos. Estas acciones se orientaron a garantizar la

operatividad y la seguridad en el uso de equipos de diagnóstico y monitoreo. Se destacan particularmente las intervenciones en un equipo de Monitoreo Ambulatorio de Presión Arterial (MAPA) y en Monitores de Signos Vitales, dispositivos indispensables para el seguimiento y evaluación clínica de los pacientes.

Actividades realizadas

Actividad 1: Mantenimiento Preventivo en MAPA

Se efectuó **Mantenimiento Preventivo en Equipo MAPA**

Se realizó un ajuste de parámetros y pruebas de funcionalidad en un MAPA. El procedimiento incluyó la revisión de componentes como el brazalete y el manguito, asegurando la precisión en las mediciones y la confiabilidad del equipo para el seguimiento de pacientes con enfermedades cardiovasculares. Esta actividad fue una de las más relevantes de la semana por la importancia del equipo en la práctica clínica.



Ilustración 45 MAPA

Actividad 2: Mantenimiento Preventivo en Monitores de Signos Vitales

Se llevó a cabo un mantenimiento preventivo en monitores de signos vitales, que incluyó limpieza interna y externa, revisión de conexiones, pruebas de operatividad y

calibración básica. Esta actividad fue crucial para garantizar la disponibilidad de datos confiables sobre frecuencia cardíaca, saturación de oxígeno y presión arterial, optimizando la seguridad de los pacientes y la eficiencia del personal clínico.



Ilustración 46 Mantenimiento Preventivo MSV

SEMANA 10 (22 DE SEPTIEMBRE – 26 DE SEPTIEMBRE)

Objetivos de la Semana:

- Ejecutar un análisis funcional de un ventilador mecánico, verificando los parámetros de flujo y asegurando su desempeño en ventilación asistida.
- Realizar un mantenimiento preventivo en un equipo de ultrasonido, garantizando la calidad de imagen y la confiabilidad del diagnóstico clínico.
- Implementar actualizaciones y configuraciones técnicas que permitan prolongar la vida útil de los equipos.

Introducción:

Durante la décima semana de mi práctica profesional, participé en actividades relacionadas con la gestión clínica y el mantenimiento preventivo de equipos médicos. Se destacan dos intervenciones principales: el análisis de ventilación mecánica en un equipo SV-300 y el mantenimiento preventivo de un ultrasonógrafo portátil. Ambas experiencias reforzaron mis competencias en la evaluación técnica y optimización de dispositivos biomédicos de alta relevancia en el entorno hospitalario, contribuyendo a la seguridad y calidad en la atención de los pacientes.

Actividades realizadas:

Actividad 1: Análisis de Flujo de Ventilación Mecánica

Se realizó una evaluación técnica al ventilador mecánico modelo SV-300, utilizando un analizador de flujo. Durante el procedimiento se verificaron los parámetros de volumen corriente, presión y frecuencia respiratoria, lo que permitió garantizar un desempeño adecuado del equipo en la asistencia ventilatoria. Esta actividad resultó fundamental para confirmar la precisión del dispositivo y reducir riesgos en su uso clínico.



Ilustración 47 Analizador Ventilación Mecánica

Actividad 2: Mantenimiento Preventivo de Ultrasonógrafo Portátil

Se llevó a cabo un mantenimiento preventivo en un equipo de ultrasonido portátil, que incluyó limpieza interna y externa, revisión de conectores, así como la ejecución de un autotest del sistema operativo. Gracias a estas acciones se aseguraron imágenes de calidad diagnóstica y se descartaron fallos técnicos que pudieran comprometer la atención médica. Esta labor fue esencial en un hospital de alta demanda, donde la confiabilidad de los equipos es prioritaria.

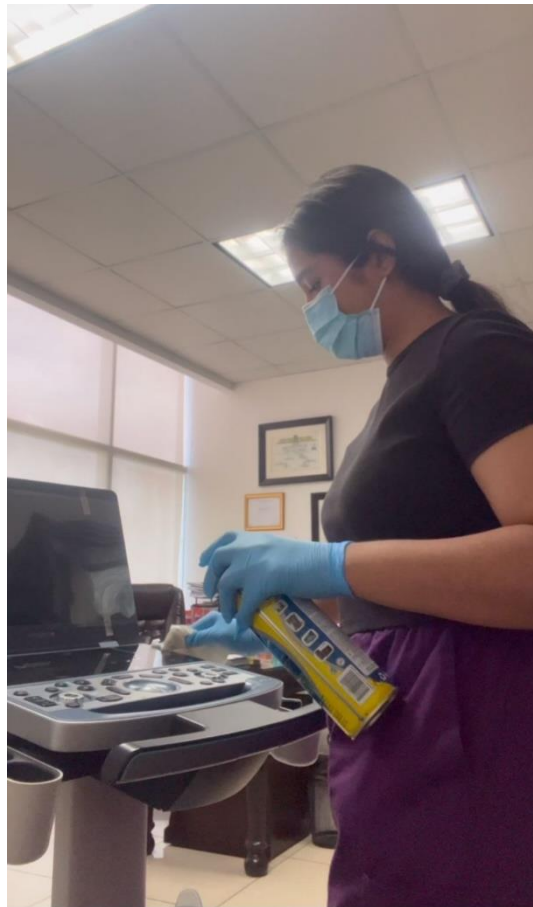


Ilustración 48 Mantenimiento Preventivo USG

La Ilustración 49 e Ilustración 50 presentan el diagrama de Gantt que resume cronológicamente las actividades realizadas durante la práctica profesional. En este periodo se ejecutaron mantenimientos preventivos y correctivos en diversos equipos médicos, instalación y configuración de nuevos dispositivos, actualizaciones de software, calibraciones y capacitaciones al personal operativo y clínico. El gráfico permite visualizar la distribución temporal de cada tarea, la secuencia de intervenciones y el progreso alcanzado.

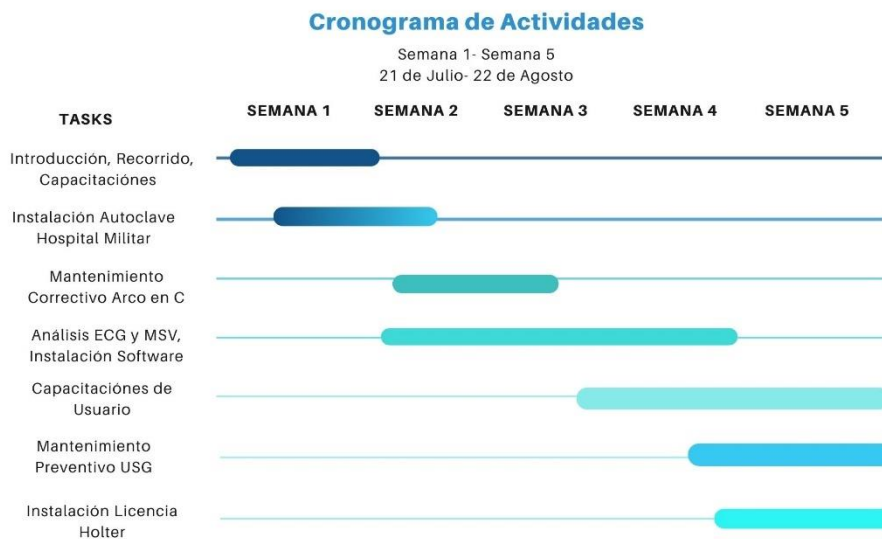


Ilustración 49 Cronograma de Actividades S1-S5

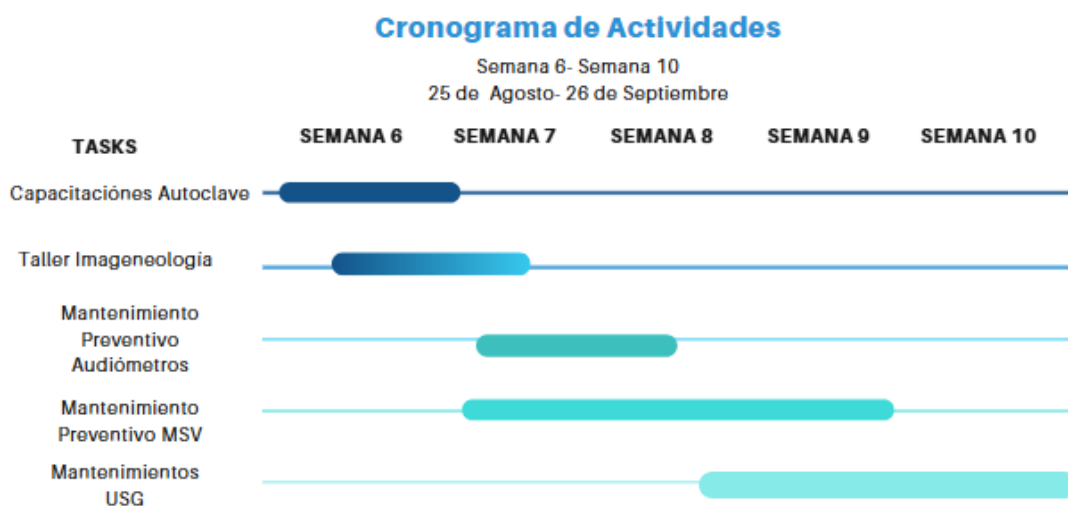


Ilustración 50 Cronograma de Actividades S6-S10

CONCLUSIONES

Durante mi práctica profesional en el área de Ingeniería Biomédica tuve la oportunidad de integrar de manera directa los conocimientos teóricos adquiridos en la carrera con la experiencia práctica en campo. Las actividades abarcaron desde mantenimientos preventivos y correctivos hasta procesos de instalación, validación, actualización de software, uso de analizadores funcionales y capacitaciones técnicas. Estas intervenciones contribuyeron de forma significativa a la seguridad, eficiencia y continuidad operativa de los equipos médicos en diferentes entornos hospitalarios y clínicos.

Las labores de mantenimiento preventivo y correctivo constituyeron una parte central de la experiencia, destacándose la atención a equipos de uso frecuente y alta relevancia clínica como ultrasonógrafos, audiómetros, monitores de signos vitales, equipos de bioimpedancia, lavadoras hospitalarias, autoclaves y dispositivos de monitoreo ambulatorio de presión arterial (MAPA). En estos procesos se llevaron a cabo inspecciones técnicas detalladas, ajustes de parámetros de fábrica, pruebas funcionales con analizadores especializados, correcciones de fallas de conectividad, limpieza interna y externa, así como verificaciones de desempeño. Con ello se aseguró no solo la confiabilidad de los equipos, sino también la prolongación de su vida útil y la reducción de riesgos asociados a fallas en el entorno clínico.

En cuanto a la instalación y verificación de nuevos equipos, se aplicaron protocolos de pruebas funcionales previas a la entrega, garantizando la compatibilidad con sistemas existentes y reforzando la importancia de la trazabilidad técnica en cada proceso. Asimismo, se ejecutaron actualizaciones de software en ultrasonógrafos, lo que permitió optimizar su rendimiento diagnóstico, mejorar configuraciones de imagen y aumentar la eficiencia de su operación en la práctica médica.

Otro aspecto relevante fue la participación en talleres y capacitaciones técnicas. Destaca la experiencia en el área de imagenología con el uso de Phantom, donde se reforzaron habilidades prácticas en ultrasonografía y se compartieron conocimientos clave con profesionales y estudiantes del área. Además, la participación en congresos médicos con demostraciones en vivo de equipos como USG y ECG enriqueció la formación en comunicación

técnica y orientación a usuarios, fortaleciendo la capacidad de transmitir información compleja de forma clara y práctica.

La práctica profesional también permitió el fortalecimiento de competencias transversales como la gestión de documentación técnica (órdenes de trabajo, reportes de mantenimiento, trazabilidad de equipos y etiquetado), la capacidad de resolución de problemas en situaciones reales, el incremento de la autonomía en la toma de decisiones y la interacción efectiva con el personal clínico durante procesos de asistencia y capacitación.

En conclusión, este período representó una etapa de aprendizaje integral y crecimiento profesional, consolidando mi perfil como ingeniera biomédica. La combinación de experiencias técnicas, formativas y de interacción en entornos hospitalarios refuerza mi compromiso con la seguridad del paciente, la innovación tecnológica y la eficiencia en la gestión de equipos médicos, competencias que serán esenciales en mi futuro desempeño profesional.

RECOMENDACIONES

6.1 MACCMEDICAL

- Adquirir analizadores especializados para la verificación funcional de equipos de soporte de vida como ventiladores, desfibriladores y monitores multiparámetro con el fin de garantizar la precisión de los mantenimientos preventivos y correctivos.
- Implementar checklists de procesos estandarizados en los mantenimientos preventivos, que permitan homogenizar procedimientos, reducir la variabilidad en las intervenciones y mejorar la trazabilidad de resultados.
- Optimizar la gestión y asignación de actividades mediante un programa CMMS, lo cual facilitaría la calendarización de mantenimientos con estándares claros de calidad, frecuencia definida y cumplimiento de indicadores de desempeño.

6.2 UNIVERSIDAD

- Dar mayor énfasis a la actualización de software en equipos biomédicos dentro de los contenidos académicos, ya que estos procesos suelen involucrar compatibilidad de versiones y actualizaciones de interfaz de usuario, aspectos críticos en entornos clínicos.
- Impulsar un mayor involucramiento práctico en la parte técnica, reforzando la participación del estudiante en actividades de instalación, mantenimiento y pruebas funcionales con equipos reales, para complementar la formación teórica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARSA - Agencia de Regulación Sanitaria. (2020). ARSA. <https://arsa.gob.hn/>
- Calibration | Perspectives on Science | MIT Press.* (2015). <https://direct.mit.edu/posc/article-abstract/5/1/31/111734/Calibration>
- Cao, Y., Hu, C., Ma, B., Hao, H., Li, L., & Wang, W. (2010). Secure method for software upgrades for implantable medical devices. *Tsinghua Science and Technology*, 15(5), 517–525. [https://doi.org/10.1016/S1007-0214\(10\)70095-X](https://doi.org/10.1016/S1007-0214(10)70095-X)
- Demystifying Medical Equipment Software: Updates vs. Upgrades | Biomedical Instrumentation & Technology.* (2025). <https://array.aami.org/doi/full/10.2345/0899-8205-44.6.495>
- Dzulkifli, N., Sarbini, N. N., Ibrahim, I. S., Abidin, N. I., Yahaya, F. M., & Nik Azizan, N. Z. (2021). Review on maintenance issues toward building maintenance management best practices. *Journal of Building Engineering*, 44, 102985. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102985>
- Effectiveness of autoclaving in sterilizing reusable medical devices in healthcare facilities | The Journal of Infection in Developing Countries.* (2018). <https://jidc.org/index.php/journal/article/view/32084015>
- Fordham, B., Hardie, K., Church, J., Marchetti, L., & Trancho, G. (2024). A comprehensive trade study of asset and maintenance management tools for the TMT International Observatory. *Modeling, Systems Engineering, and Project Management for Astronomy XI*, 13099, 221–234. <https://doi.org/10.1117/12.3020719>
- Health Sector Reform in Honduras: Privatization as Institutional Bad Faith: Medical Anthropology: Vol 42, No 1.* (2022). <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01459740.2022.2125388>
- ISO 13485:2016. (2016). ISO. <https://www.iso.org/standard/59752.html>

- Maccmedical. (2025). <https://www.maccmedical.com/>
- Malkin, R. A. (2007). Barriers for medical devices for the developing world. *Expert Review of Medical Devices*, 4(6), 759–763. <https://doi.org/10.1586/17434440.4.6.759>
- Mulasi, U., Kuchnia, A. J., Cole, A. J., & Earthman, C. P. (2015). Bioimpedance at the Bedside. *Nutrition in Clinical Practice*, 30(2), 180–193. <https://doi.org/10.1177/0884533614568155>
- Olson, K. L. (2019). *Body Composition Methods* [The Ohio State University]. https://etd.ohiolink.edu/acprod/odb_etd/etd/r/1501/10?clear=10&p10_accession_number=osu1555412102811725
- Purchasing high-cost medical devices and equipment in hospitals: A systematic review | BMJ Open*. (2022). <https://bmjopen.bmj.com/content/12/9/e057516.abstract>
- Reglamento para el Control Sanitario de Dispositivos Médicos y otros Dispositivos de interés Sanitario*. (2022). <https://www.tsc.gob.hn/biblioteca/index.php/reglamentos/1356-reglamento-para-el-control-sanitario-de-dispositivos-medicos-y-otros-dispositivos-de-interes-sanitario>
- Reiser, E. W., Desai, R., Byrd, S. A., Farber, H., Chi, D., Idler, C. S., & Isaacs, R. E. (2017). C-arm Positioning Is a Significant Source of Radiation in Spine Surgery. *Spine*, 42(9), 707. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000001869>
- Sellers, J. W., Winkler, J. L., & Kreysar, D. F. (2018). Illumination, optics, and clinical performance of a hand-held magnified visual inspection device (AviScope™): A comparison with colposcopy. *JAIDS Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes*, 37, S160.
- Strategic purchasing in the market of advanced medical equipment: An applied model for developing countries—ScienceDirect*. (2020). <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2211883720300496>

Thieme E-Journals—Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine / Abstract. (2020).

<https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/s-0042-1743290>

Thieme E-Journals—The Surgery Journal / Full Text. (2021). [https://www.thieme-](https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/html/10.1055/s-0040-1710529)

[connect.com/products/ejournals/html/10.1055/s-0040-1710529](https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/html/10.1055/s-0040-1710529)