



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PRÁCTICA PROFESIONAL**

**DIMEX MÉDICA**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO**

**INGENIERO EN BIOMÉDICA**

**PRESENTADO POR:**

**21941340 MILLIET SOFIA ORDOÑEZ ACOSTA**

**ASESOR: REYNA VALLE**

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

**JULIO, 2025**

## **DEDICATORIA**

A mi familia, por su amor incondicional, apoyo constante y por acompañarme con alegría y dedicación en cada paso de mi formación.

A la empresa donde realicé mi práctica profesional, por brindarme la oportunidad de crecer, aprender y aplicar lo aprendido en un entorno real de trabajo.

- Milliet S. Ordoñez Acosta

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme la oportunidad y el privilegio de llegar hasta este punto de culminación de la carrera.

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a mi familia, especialmente Denia Ordoñez, José Romero, Mirna Acosta, Claudia y Karla García, sin cuyo apoyo este logro no habría sido posible. Su constante respaldo, dedicación y sacrificio a lo largo de mi formación académica han sido fundamentales para alcanzar esta etapa.

A mis colegas y amigas, Cleysi Muñoz, Laura Dubón, María Hernández y Nathalie Richards quienes han sido una fuente constante de compañía y ánimo durante todo este proceso.

A la ingeniera Reyna Valle, por sus valiosos consejos y su orientación tanto durante mi formación como en esta etapa final.

Al personal de Grupo Americana, quienes desde el primer día me recibieron con amabilidad.

Finalmente, un agradecimiento especial a los ingenieros Carlos Cruz, Cristian Cruz, José Caballero, Misael Morales y André Rodríguez, por su infinita paciencia. Agradezco sinceramente su comprensión, su disposición para explicarme incluso lo más básico y por compartir con generosidad sus conocimientos y experiencias. Su trato profesional y su voluntad de enseñarme sin reservas fueron una fuente invaluable de aprendizaje e inspiración durante toda mi práctica profesional.

## **RESUMEN EJECUTIVO**

La práctica profesional se llevó a cabo en el departamento de servicio técnico de Dimex Médica, empresa perteneciente al Grupo Americana, que inició operaciones en Honduras en octubre de 2001 y se consolidó como uno de los líderes nacionales en la distribución, comercialización, instalación y mantenimiento de equipos médicos, hospitalarios, de laboratorio, sistemas de gases médicos y consumibles de los mismos, entre otros.

El proceso de práctica profesional tuvo una duración de diez semanas, en las cuales se asumieron diversas responsabilidades, entre ellas, se participó en la ejecución mantenimientos preventivos y correctivos a equipos médicos críticos, se realizaron inspecciones detalladas para el diagnóstico de fallas, de igual forma, se participó en la instalación y calibración de nuevos equipos, incluyendo autoclaves, máquinas de anestesia, ventiladores mecánicos, equipos de laboratorio y unidades de EMG, asegurando su correcto funcionamiento.

El objetivo general consistió en consolidar competencias técnicas y fortalecer habilidades prácticas aplicando conocimientos adquiridos durante la formación académica. La experiencia permitió evidenciar la importancia del trabajo en equipo, la planificación logística, la comunicación efectiva entre ingenieros, técnicos y usuarios finales. Gracias a estas actividades, se contribuyó directamente a optimizar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos médicos, garantizando su operatividad en beneficio de los pacientes y del entorno hospitalario.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	3
<b>II.</b>	<b>GENERALIDADES DE LA EMPRESA</b> .....	4
<b>2.1.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA</b> .....	4
2.1.1.	MISIÓN .....	4
2.1.2.	VISIÓN .....	4
2.1.3.	LOGO DE LA EMPRESA.....	5
<b>2.2.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO</b> .....	5
2.2.1.	DEPARTAMENTO SE SERVICIO TÉCNICO .....	5
2.2.2.	DIAGRAMA DE JERARQUÍA .....	6
<b>2.3.</b>	<b>OBJETIVOS DE PUESTO</b> .....	7
2.3.1.	OBJETIVO GENERAL.....	7
2.3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
<b>III.</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	8
<b>3.1.</b>	<b>ANÁLISIS DE MERCADO</b> .....	8
<b>3.2.</b>	<b>CONCEPTOS TEÓRICOS APLICADOS</b> .....	10
3.2.1.	MANTENIMIENTO .....	10
3.2.2.	PRINCIPIOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS APLICADOS A EQUIPOS MÉDICOS .....	11
3.2.3.	CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN TÉCNICA .....	12
3.2.4.	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA Y TRAZABILIDAD .....	12
<b>3.3.</b>	<b>PRINCIPAL TECNOLOGÍA SANITARIA</b> .....	13
3.3.1.	EQUIPOS DE ESTERILIZACIÓN .....	13
3.3.2.	EQUIPOS DE SOPORTE VITAL Y MONITOREO .....	16
3.3.3.	EQUIPO PARA EL CUIDADO NEONATAL.....	18
3.3.4.	EQUIPOS DE INFUSIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE MEDICAMENTOS .....	19
<b>IV.</b>	<b>DESARROLLO</b> .....	21
<b>4.1.</b>	<b>SEMANA 1 (22 – 25 DE ABRIL 2025)</b> .....	21
<b>4.2.</b>	<b>SEMANA 2 (28 DE ABRIL – 02 DE MAYO 2025)</b> .....	25
<b>4.3.</b>	<b>SEMANA 3 (05-09 DE MAYO 2025)</b> .....	31
<b>4.4.</b>	<b>SEMANA 4 (12-16 DE MAYO 2025)</b> .....	36

4.5.	SEMANA 5 (19-23 DE MAYO 2025)	40
4.6.	SEMANA 6 (26-30 DE MAYO 2025)	46
4.7.	SEMANA 7 (02-06 DE JUNIO 2025)	51
4.8.	SEMANA 8 (09-13 DE JUNIO 2025)	57
4.9.	SEMANA 9 (16-20 DE JUNIO 2025)	61
4.10.	SEMANA 10 (23-27 DE JUNIO 2025)	67
2.1.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	73
III.	CONCLUSIONES	74
3.1.	CONCLUSIÓN GENERAL	74
3.2.	CONCLUSIONES ESPECÍFICAS	74
IV.	RECOMENDACIONES	75
4.1.	A LA UNIVERSIDAD	75
4.2.	A LA EMPRESA	75
V.	REFERENCIAS	76
VI.	ANEXOS	80

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1:	Logo de la empresa	5
Ilustración 2:	Diagrama de jerarquía	6
Ilustración 3	Autoclaves	14
Ilustración 4	Lavadora termo desinfectadora	15
Ilustración 5	Monitor de signos vitales	16
Ilustración 6	ECG de tres derivaciones	17
Ilustración 7	Ventilador mecánico	18
Ilustración 8	Incubadora	19
Ilustración 9	Bomba de infusión	20
Ilustración 10:	Tanque de resina con controlador instalado	22
Ilustración 11:	Equipo CLIA modelo Maglumi X3	23
Ilustración 12:	Bombas Icatu 3ED	24
Ilustración 13:	Equipo de uroanálisis DIRUI modelo FUS-3000 Plus	25
Ilustración 14:	Lavadora termo-desinfectadora modelo MAT LD90	26
Ilustración 15:	Fuga identificada en el MAT LD90	27
Ilustración 16:	Inicialización de bombas Icatu 3ED	28
Ilustración 17:	Placa de teclado en mal estado	29

<b>Ilustración 18. Sensor de flujo de bomba de infusión Icatu 3ED.</b>	29
<b>Ilustración 19. Resultados de glucómetro Plusmed.</b>	30
<b>Ilustración 20. Frontoluz modelo Prolux.</b>	31
<b>Ilustración 21. MSV modelo BeneVision N22.</b>	33
<b>Ilustración 22. Reemplazo de tarjeta de video de MSV.</b>	33
<b>Ilustración 23. Repuesto de batería para bomba de infusión 3ED.</b>	34
<b>Ilustración 24. Cámara de condensación del MAT LD90.</b>	35
<b>Ilustración 25. Endo-cámara PRO-CAM HD.</b>	36
<b>Ilustración 26. Pruebas de mantenimiento realizadas.</b>	37
<b>Ilustración 27. Pantalla de máquina de anestesia modelo WATO EX-35.</b>	38
<b>Ilustración 28. Espacio de instalación del autoclave Matachana.</b>	39
<b>Ilustración 29. Etiqueta de MSV modelo uMEC12.</b>	40
<b>Ilustración 30. Tarjeta principal de bomba de infusión 3ED.</b>	42
<b>Ilustración 31. Turbina de bomba de lavado de MAT LD90.</b>	42
<b>Ilustración 32. Tarjeta principal de concentrador de oxígeno modelo OX-5A.</b>	43
<b>Ilustración 33. Panel eléctrico principal de autoclave.</b>	44
<b>Ilustración 34. Máquina de anestesia Mindray modelo A5.</b>	45
<b>Ilustración 35. Unidad de EMG modelo Neuro-MEP.</b>	45
<b>Ilustración 36. Sensores de monitor Mindray modelo uMEC12.</b>	47
<b>Ilustración 37. Pantalla de calibración de ventilador mecánico Mindray modelo SV300.</b>	48
<b>Ilustración 38. Antes y después de incubadora NatalCare ST-LX.</b>	49
<b>Ilustración 39. Pruebas de control preliminar de incubadora MAQUET.</b>	50
<b>Ilustración 40. Personal de CEYE en capacitación.</b>	51
<b>Ilustración 41. Interior de ECG.</b>	52
<b>Ilustración 42. Camillas por revisar.</b>	53
<b>Ilustración 43. Obstrucción encontrada en salida de agua de la cámara generadora de vapor.</b>	54
<b>Ilustración 44. Interior de aspiradora de secreciones.</b>	55
<b>Ilustración 45. Charla con lo estudiante de Ingeniería Biomédica en CEYE.</b>	56
<b>Ilustración 46. Pruebas de ventilación con analizador de flujo de gas.</b>	58
<b>Ilustración 47. Bombas de infusión por revisar.</b>	59
<b>Ilustración 48. Reemplazo de filtros de cámara de secado.</b>	60
<b>Ilustración 49. Pruebas preliminares aprobadas.</b>	61
<b>Ilustración 50. Mantenimiento de equipo de quimioluminiscencia.</b>	62
<b>Ilustración 51. Mantenimiento a compresor de planta de oxígeno.</b>	63
<b>Ilustración 52. Tarjeta electrónica de ventilador mecánico.</b>	64
<b>Ilustración 53. Tarjeta de alimentación y sensores de incubadora.</b>	65
<b>Ilustración 54 Prueba de glucometría.</b>	65
<b>Ilustración 55. Formulario de calidad de bombas de infusión Samtronic.</b>	66
<b>Ilustración 56. Tarjeta de módulo de pesaje.</b>	67

<b>Ilustración 57. Placa principal de incubadora.</b> .....	68
<b>Ilustración 58. Silla odontológica instalada.</b> .....	69
<b>Ilustración 59. Etiqueta de ECG EDAN revisado.</b> .....	70
<b>Ilustración 60. Etiqueta de monito fetal EDAN revisado.</b> .....	71
<b>Ilustración 61. Panel de suministro eléctrico de planta de oxígeno.</b> .....	72
<b>Ilustración 62. Cronograma de actividades.</b> .....	73

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

<b>Anexo 1. Proceso de instalación de equipo de uroanálisis.</b> .....	80
<b>Anexo 2. Componentes electrónicos de lavadora instrumental.</b> .....	80
<b>Anexo 3. Actualización de software en bomba de infusión.</b> .....	81
<b>Anexo 4. Componentes mecánicos de equipo CLIA.</b> .....	81
<b>Anexo 5. Planta de oxígeno.</b> .....	82
<b>Anexo 6. Prueba de calidad de agua en sistema de tratamiento de agua de autoclave.</b> .....	82
<b>Anexo 7. Finalización de instalación de máquinas de anestesia.</b> .....	83
<b>Anexo 8. Charla a estudiantes.</b> .....	83

## LISTA DE SIGLAS

<b>CEYE</b>	Central de Equipos y Esterilización
<b>CLIA</b>	Inmunoensayo de Quimioluminiscencia
<b>ECG</b>	Electrocardiógrafo
<b>EMG</b>	Electromiografía
<b>FiO<sub>2</sub></b>	Fracción de Oxígeno Inspirado
<b>HEPA</b>	Filtro de Aire de Partículas de Alta Eficiencia
<b>MC</b>	Mantenimiento Correctivo
<b>MP</b>	Mantenimiento Preventivo
<b>MSV</b>	Monitor de Signos Vitales
<b>UCIA</b>	Unidades de Cuidados Intensivos Adultos
<b>UCI</b>	Unidad de Cuidados Intensivos
<b>UCIN</b>	Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales
<b>UCIP</b>	Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos

## GLOSARIO

**Mantenimiento:** conjunto de actividades técnicas y operativas destinadas a preservar el funcionamiento adecuado de instalaciones, edificios, industrias u otros sistemas, asegurando su eficiencia, seguridad y continuidad operativa. (ASALE & RAE, 2025)

**Mantenimiento correctivo:** acciones técnicas realizadas con el objetivo de identificar, reparar o sustituir componentes defectuosos, restaurando el funcionamiento adecuado del equipo o sistema tras la detección de una falla. (*Mantenimiento Correctivo*, 2023)

**Mantenimiento preventivo:** forma efectiva de asegurar el correcto desempeño de las máquinas o equipos y extender su vida útil mediante la ejecución periódica de actividades de mantenimiento programado. (*Preventivo*, 2025)

## I. INTRODUCCIÓN

Este informe presentará una descripción detallada de la práctica profesional que se llevará a cabo en el área de servicio técnico de una empresa dedicada a brindar soporte integral a equipos biomédicos utilizados en entornos clínicos y hospitalarios. A lo largo del documento se abordarán aspectos clave relacionados con el rubro de mantenimiento, instalación y validación de dispositivos médicos de diversas especialidades.

El trabajo a realizar tendrá como propósito fortalecer las habilidades prácticas del practicante mediante la ejecución planificada de actividades de inspección, diagnóstico, calibración y reparación de equipos, así como la participación en procesos de entrega técnica y orientación básica para los usuarios finales. El desarrollo del informe incluirá una descripción general del entorno de trabajo y la estructura organizativa del departamento, un marco teórico que contextualizará la importancia del soporte técnico biomédico, y un apartado que documentará cronológicamente las tareas efectuadas cada semana. De igual forma, se presentará un cronograma de actividades, conclusiones basadas en la experiencia adquirida y recomendaciones dirigidas a optimizar futuras prácticas y fortalecer la colaboración entre la academia y el sector empresarial.

Al final del presente informe se espera demostrar la aplicación real de los conocimientos teóricos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Biomédica y aportar evidencia del crecimiento técnico y profesional logrado en un entorno laboral especializado.

## II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

En siguiente apartado se describen las generalidades de la empresa, funciones, responsabilidades y organización del departamento y del puesto asociado, de igual forma se detallarán los objetivos a cumplir a lo largo del periodo de práctica profesional.

### 2.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Dimex Médica forma parte del Grupo Americana. Inició operaciones en octubre de 2001 y desde entonces ha sido pionera en Honduras en la distribución, comercialización, arrendamiento y comodato de equipos médicos, hospitalarios, de laboratorio, cocina, lavandería, y sistemas de gases médicos, entre otros. Además, ofrece una amplia variedad de insumos, materiales, reactivos y consumibles, así como servicios de mantenimiento para todo el equipo que suministran. (Dimex Médica, 2025)

Un aspecto destacado de su trayectoria es su participación en importantes proyectos a nivel nacional, en áreas clave de los hospitales como quirófanos, centrales de esterilización, laboratorios, redes de oxígeno, cocinas, lavanderías, unidades de hemodiálisis, consultorios, y sistemas de tratamiento de desechos hospitalarios (*Dimex Médica, 2025*).

De igual forma, la empresa se guía por valores fundamentales como la honestidad, la calidad, la pasión, la puntualidad, el trabajo en equipo y la innovación. Estos principios son la base de su compromiso con la excelencia y se reflejan en todos sus productos y servicios (*Dimex Médica, 2025*).

#### 2.1.1. MISIÓN

“Ofrecer soluciones especializadas en salud, accesibles y de alta calidad, cumpliendo los estándares y garantías internacionales.” (*Dimex Médica, 2025*)

#### 2.1.2. VISIÓN

“Ser la mejor alternativa en productos, equipos y servicios innovadores, de última generación en el área de la salud.” (*Dimex Médica, 2025*)

### 2.1.3. LOGO DE LA EMPRESA



**Ilustración 1: Logo de la empresa.**

Fuente: Dimex médica.

## **2.2. DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO**

En esta sección se presenta información clave sobre el departamento en el que se llevará a cabo el proceso de práctica profesional dentro de la empresa Dimex Médica, durante un período de diez semanas.

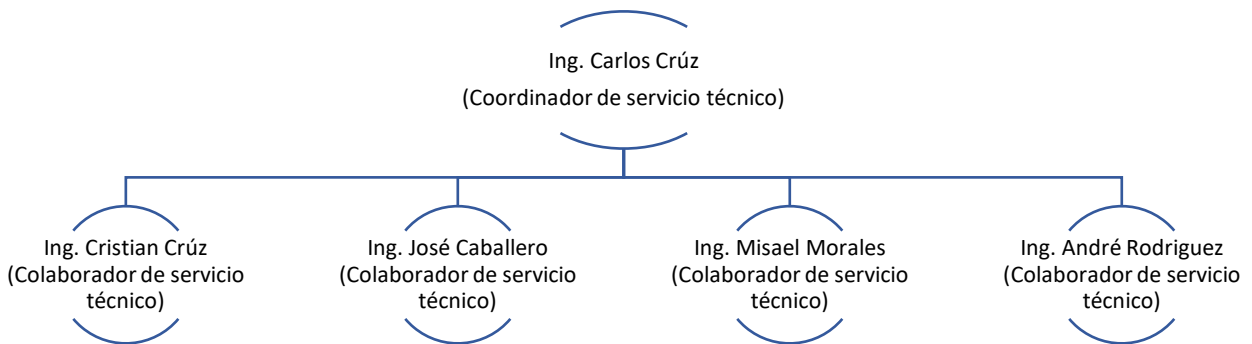
### 2.2.1. DEPARTAMENTO DE SERVICIO TÉCNICO

El departamento de servicio técnico de Dimex Médica desempeña un papel clave dentro de la estructura operativa de la empresa, al encargarse de todas las acciones relacionadas con la atención, soporte y funcionamiento adecuado de los equipos médicos suministrados. Su labor no se limita únicamente a intervenir en situaciones puntuales, sino que abarca una atención constante para garantizar que los equipos estén en condiciones óptimas, tanto en entornos hospitalarios como en laboratorios, clínicas y otras áreas especializadas.

También, se caracteriza por ofrecer soluciones integrales que incluyen la verificación del estado de los equipos, la interacción directa con el personal de salud para resolver dudas técnicas, y la atención oportuna ante cualquier inconveniente que se presente. Además, promueve una cultura de uso adecuado de los dispositivos, brindando asesoría y acompañamiento siempre que sea necesario. Parte de su compromiso incluye asegurar que los clientes comprendan el funcionamiento correcto del equipo, lo que contribuye directamente a un mejor aprovechamiento y una mayor durabilidad del mismo.

El equipo de trabajo está integrado por profesionales técnicos con formación y experiencia en diversas áreas, tales como electrónica, mecánica e hidráulica. Además, se especializan según la línea de aplicación de los equipos, abarcando dispositivos de diagnóstico, sistemas de esterilización, equipos de laboratorio y plataformas de mayor complejidad, como plantas de tratamiento de agua o sistemas de oxígeno medicinal. En la sede de San Pedro Sula, el Departamento de Servicio Técnico está conformado por cinco colaboradores asignados directamente al área, quienes participan activamente en las labores de soporte técnico.

### 2.2.2. DIAGRAMA DE JERARQUÍA



**Ilustración 2. Diagrama de jerarquía.**

## **2.3. OBJETIVOS DE PUESTO**

En el presente apartado se definen el objetivo general y los objetivos específicos que orientan el desarrollo de la práctica profesional, sirviendo como marco de referencia para las actividades a realizar. Estos objetivos buscan facilitar la adquisición de competencias técnicas y el fortalecimiento de conocimientos, alineado con el perfil profesional esperado.

### **2.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Consolidar competencias prácticas y técnicas en el área de ingeniería biomédica a través de la ejecución supervisada de mantenimientos preventivos y correctivos, instalación y calibración de equipos médicos, garantizando su operatividad y seguridad conforme a los estándares técnicos, y documentando cada intervención como evidencia de aprendizaje y aporte profesional.

### **2.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Asistir en al menos el 90 % de los mantenimientos preventivos y correctivos ejecutados en equipos médicos bajo contrato, documentando las intervenciones técnicas y el uso de herramientas y repuestos específicos.
- Participar en al menos 3 procesos de instalación y puesta en marcha de nuevos equipos médicos, colaborando en la verificación de parámetros iniciales, pruebas funcionales y entrega técnica a clientes bajo la supervisión de personal especializado.
- Apoyar en procesos de capacitación básica dirigida a personal clínico o técnico en al menos 1 evento de entrega o instalación, reforzando el correcto uso y manipulación segura de los equipos instalados.

### **III. MARCO TEÓRICO**

En esta sección se abordarán fundamentos conceptuales aplicados, así como a la descripción de las principales tecnologías sanitarias intervenidas a lo largo de la práctica profesional.

#### **3.1. ANÁLISIS DE MERCADO**

El sector de servicios biomédicos y tecnologías médicas en Honduras constituye un componente operativo esencial del sistema nacional de salud, dado que permite garantizar la funcionalidad, continuidad y seguridad de los equipos médicos utilizados en todos los niveles de atención sanitaria (Emmerling, Sholar, et al., 2018).

En el contexto hondureño, el mercado de tecnologías médicas ha experimentado un crecimiento moderado, este crecimiento ha respondido, principalmente, a la expansión de centros de atención hospitalaria, el aumento de clínicas privadas, y la progresiva diversificación del portafolio de equipos médicos utilizados en áreas como diagnóstico por imagen, monitoreo, cuidados intensivos, esterilización, neonatología, anestesia y soporte respiratorio. La demanda de soporte técnico especializado ha incrementado proporcionalmente, obligando a las empresas del rubro a profesionalizar sus operaciones y ampliar su cobertura geográfica (Emmerling, Dahinten, et al., 2018).

En el mercado actual, existen varios actores destacados que han logrado consolidarse a través de contratos sostenidos con instituciones públicas y privadas. Entre las principales empresas proveedoras del país se encuentra Dimex Médica quienes no solo distribuyen dispositivos médicos, sino que también ofrecen servicios de instalación, validación técnica, capacitaciones básicas, mantenimientos preventivos, correctivos y suministro de repuestos originales (Dimex Médica, 2025). En conjunto con otras empresas de la misma índole, dominan una porción significativa del mercado nacional, operando bajo diferentes modalidades: venta directa, licitaciones públicas, arrendamientos, y contratos de mantenimiento por períodos prolongados.

Dimex Médica, una de las empresas más representativas del rubro, cuenta con una trayectoria reconocida en el mercado nacional desde 2001. Su estructura técnica incluye un

departamento de servicio con personal especializado en distintas áreas como gases médicos, esterilización, diagnóstico clínico, monitoreo y equipamiento quirúrgico. La empresa mantiene contratos activos con múltiples hospitales públicos y privados, lo que le permite tener una participación estable y visible en la ejecución de proyectos de infraestructura hospitalaria, remodelación de salas críticas y soporte técnico postventa. Su cobertura se extiende por varias regiones del país, con una logística organizada que le permite responder a requerimientos técnicos tanto en zonas urbanas como semiurbanas.

En el ámbito público, una parte considerable del equipamiento médico opera sin un plan de mantenimiento estructurado o con intervenciones que dependen de la disponibilidad de recursos financieros (Yulika & Nasution Sundari, 2025). En muchos casos las instituciones de salud pública solo pueden acceder a servicios de mantenimiento una vez que los equipos ya presentan fallas críticas, lo que genera periodos prolongados de inactividad, reducción en la calidad del servicio, y una mayor presión sobre las unidades operativas restantes. De igual forma, la rotación de personal técnico y administrativo dentro de los hospitales públicos afecta la continuidad de los programas de gestión tecnológica, dificultando el seguimiento de inventarios, órdenes de trabajo y registros de intervención técnica.

El sector también presenta una segmentación clara entre el soporte técnico prestado por distribuidores autorizados y aquel brindado por técnicos independientes o microempresas locales. Mientras que los primeros suelen trabajar bajo estándares más estructurados, con soporte de marca, protocolos técnicos y herramientas especializadas, los segundos cubren demandas inmediatas o urgencias técnicas con recursos limitados, muchas veces sin documentación formal o certificación específica. Esta dualidad representa tanto una ventaja como una limitación para el sistema de salud, ya que permite una respuesta flexible, pero en ocasiones carente de trazabilidad o garantías sostenibles.

Un aspecto adicional relevante es la dependencia que existe en el país hacia marcas internacionales, especialmente europeas, norteamericanas y asiáticas, que dominan el suministro de equipos médicos de mediana y alta complejidad. La mayoría de las empresas locales funcionan como representantes o distribuidores autorizados de estas marcas, lo que implica que los repuestos, actualizaciones de software y capacitaciones técnicas dependen en gran medida de la

relación con el fabricante. Esta dependencia técnica y logística puede representar un reto ante demoras aduaneras, interrupciones en la cadena de suministro o cambios en las políticas comerciales de los proveedores internacionales.

El rol del ingeniero biomédico en Honduras es esencialmente multifacético, ya que actúa como un nexo entre diversos actores clave del sector salud. Por un lado, representa un vínculo técnico y comercial con las empresas internacionales proveedoras de equipos médicos, facilitando la integración de tecnologías en los centros de atención mediante procesos de asesoría, instalación y validación. Por otro lado, desempeña un papel fundamental en el ámbito nacional, al promover la comprensión y el uso adecuado de dichas tecnologías entre el personal sanitario, a través de capacitaciones, acompañamiento técnico y recomendaciones para la optimización del flujo clínico.

Esta doble responsabilidad exige que el ingeniero biomédico posea habilidades de comunicación interinstitucional y adaptación contextual, convirtiéndose en un mediador entre la oferta tecnológica global y las necesidades operativas locales. En última instancia, su labor repercute directamente en la calidad del servicio que reciben los pacientes, asegurando que los dispositivos médicos se utilicen de manera segura, eficiente y conforme a su propósito clínico

## **3.2. CONCEPTOS TEÓRICOS APLICADOS**

La ingeniería biomédica integra fundamentos de diversas disciplinas, entre ellas la electrónica, la mecánica, la informática, la anatomía y la fisiología, con el objetivo de desarrollar, implementar y mantener tecnologías que contribuyan a mejorar el diagnóstico, tratamiento y seguimiento del estado clínico del paciente.

### **3.2.1. MANTENIMIENTO**

Uno de los ejes centrales del conocimiento teórico en este campo es la gestión del mantenimiento de equipos médicos, que se divide principalmente en dos categorías: el mantenimiento preventivo y el correctivo (Khider & Hamza, 2022). El primero responde a una planificación periódica y busca anticiparse a posibles fallas, a través de la limpieza, calibración, inspección y verificación de componentes críticos (Hernández-López et al., 2020; Khider & Hamza,

2023). El mantenimiento correctivo, por su parte, se aplica una vez identificada una falla o anomalía, y su objetivo es restaurar la operatividad del equipo mediante reparaciones, ajustes o reemplazos de componentes (Khider & Hamza, 2022; Lin et al., 2024). En ambos casos, el ingeniero biomédico debe conocer a profundidad el funcionamiento del equipo, sus sistemas internos, los protocolos de seguridad eléctrica y los criterios técnicos de aceptación definidos por el fabricante.

La gestión del mantenimiento no solo implica ejecución, sino también planificación. Para ello, se aplican criterios como criticidad del equipo, tiempo medio entre fallas, tiempo medio de reparación y ciclos de vida útil (Bahreini et al., 2019; Saleh et al., 2015; Shamayleh et al., 2020). En el contexto hospitalario, esto se traduce en decisiones que priorizan equipos como los de soporte vital, monitoreo continuo o esterilización.

En el contexto de Dimex Medica, se realizan diagnósticos de fallas previo a los mantenimientos correctivos y se tienen protocolos de mantenimientos preventivos con los procedimientos a realizar y los periodos de desarrollo del programa de mantenimiento.

### 3.2.2. PRINCIPIOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS APLICADOS A EQUIPOS MÉDICOS

El funcionamiento de la mayoría de los equipos médicos se basa en principios fundamentales de electricidad, electrónica y bioinstrumentación. Conceptos como resistencia interna, capacitancia, frecuencia, impedancia y polaridad son esenciales para comprender y evaluar el desempeño de dispositivos como desfibriladores, monitores de signos vitales, sistemas de soporte respiratorio y otros equipos que incorporan placas electrónicas. La identificación y diagnóstico de fallas eléctricas requieren un dominio técnico de estos principios, además del uso adecuado de herramientas de medición como multímetros, osciloscopios y analizadores de seguridad eléctrica (Khairullin et al., 2024) .

Muchos de estos equipos incorporan esquemas eléctricos o diagramas electrónicos que describen detalladamente el funcionamiento de sus distintos módulos, por lo que es crucial desarrollar la capacidad para interpretar esta información técnica. Esta competencia facilita el diagnóstico oportuno de fallas, la ejecución precisa de intervenciones correctivas y la reducción de tiempos de inactividad, lo cual es vital en contextos clínicos donde la disponibilidad continua de la tecnología impacta directamente en la atención al paciente.

De manera complementaria, la bioinstrumentación constituye la base para la adquisición, procesamiento y representación de señales fisiológicas por medio de estos equipos médicos. Cada una de estas variables se mide a través de principios físicos específicos: la presión por oscilometría, la frecuencia cardíaca por electrocardiografía, la saturación de oxígeno por espectrofotometría de doble longitud de onda, y la temperatura mediante sensores térmicos como termistores o termopares. La correcta interpretación de estas señales fisiológicas exige conocer los rangos clínicos normales, las condiciones que pueden alterar dichos valores y los factores técnicos que afectan la calidad de la señal.

### 3.2.3. CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN TÉCNICA

La calibración es el proceso mediante el cual se compara el valor medido por un dispositivo con un valor patrón certificado (ASALE & RAE, 2025-a). Este concepto teórico se aplica ampliamente en la verificación de equipos como monitores de signos vitales, ventiladores mecánicos, incubadoras neonatales y autoclaves. La teoría detrás de la calibración incluye conocimientos sobre, tolerancias aceptables, incertidumbre de medición y criterios de rechazo (Department of Pharmaceutics, Government Pharmacy Institute, Patna, Bihar-800007, India & Kumar, 2023; S et al., 2018).

La validación técnica, por su parte, complementa este proceso. Consiste en confirmar que el equipo funciona dentro de los parámetros definidos por el fabricante y por las normas técnicas aplicables. Esto implica ejecutar pruebas bajo condiciones controladas y documentar los resultados en informes que garanticen trazabilidad y cumplimiento. Todo este proceso está normado por principios internacionales como los contenidos en la IEC y la IEC 60601-1 (Алексеев & Пискун, 2023).

### 3.2.4. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA Y TRAZABILIDAD

El conocimiento teórico también se manifiesta en la capacidad de generar, interpretar y mantener documentación técnica. Manuales de operación, hojas de datos técnicos, esquemas eléctricos, protocolos de mantenimiento y registros de calibración son documentos esenciales para cualquier intervención preventiva o correctiva sobre un equipo médico. La comprensión de

estos materiales permite realizar intervenciones basadas en evidencia. La trazabilidad documental es indispensable para auditar procesos, verificar cumplimiento y facilitar la toma de decisiones futuras. Esto implica conocer cómo archivar correctamente las intervenciones, cómo estructurar informes técnicos y cómo establecer sistemas organizados de información.

Otro punto importante es el manejo adecuado de herramientas especializadas para pruebas de funcionamiento, como analizadores de flujo de gas, simuladores de paciente, multímetros, vacuómetros y analizadores eléctricos. De igual forma, otro aspecto importante es el conocimiento teórico sobre los parámetros que se están evaluando, sus unidades de medida, rangos normales, tolerancias aceptables y forma de documentar los resultados de forma ordenada. Este tipo de intervenciones se complementa con la redacción de reportes técnicos, en los que se consignan los hallazgos, las acciones ejecutadas y las recomendaciones al usuario final.

### **3.3. PRINCIPAL TECNOLOGÍA SANITARIA**

En el siguiente apartado se desglosan las tecnologías medicas principales intervenidas durante el período de práctica profesional en Dimex Medica en el lapso de 10 semanas.

#### **3.3.1. EQUIPOS DE ESTERILIZACIÓN**

Una de las tecnologías más críticas dentro del entorno hospitalario es la relacionada con la esterilización de materiales. En este ámbito, las autoclaves y las lavadoras termo desinfectadoras representan dispositivos fundamentales para la prevención de infecciones asociadas a la atención en salud.

Las autoclaves utilizan vapor saturado a alta presión y temperatura para garantizar la eliminación de microorganismos en instrumental quirúrgico, contenedores y textiles. La importancia de su correcta operación radica en que cualquier falla como fugas de presión, ciclos incompletos, fallos en el secado o errores en el cierre lo cuales pueden comprometer la esterilidad del material (Ahmadi & Fadaei, 2021)



**Ilustración 3 Autoclaves.**

Fuente: Elaboración propia.

Las lavadoras termo desinfectadoras, por su parte, funcionan bajo principios de limpieza mecánica asistida por agua caliente, detergentes enzimáticos y fases controladas de enjuague y desinfección térmica. Su correcta operación no solo garantiza la remoción de carga biológica, sino que también protege el instrumental contra corrosión y daño prematuro. Desde la perspectiva técnica, estas tecnologías requieren intervenciones especializadas para verificar parámetros como temperatura, presión de bomba, tiempo de ciclo, consumo de productos químicos y respuesta de sensores internos.



**Ilustración 4 Lavadora termo desinfectadora.**

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2. EQUIPOS DE SOPORTE VITAL Y MONITOREO

Otra categoría relevante de tecnologías intervenidas está compuesta por equipos de monitoreo fisiológico y soporte vital.

Los monitores de signos vitales representan una herramienta clave para la vigilancia continua del estado clínico del paciente. Estos dispositivos integran módulos para la medición de presión arterial no invasiva, frecuencia cardíaca, electrocardiografía, saturación de oxígeno, temperatura corporal y, en ocasiones, capnografía o presión arterial invasiva (Selvaraju et al., 2022)

En ocasiones se requieren intervenciones para verificar y validar la precisión de sus mediciones, funcionamiento de alarmas, la integridad de sus cables y sensores, y la correcta visualización de curvas. Un desajuste en los valores puede llevar a errores diagnósticos o retrasos en la toma de decisiones clínicas. Por ello, su verificación se considera una prioridad.



**Ilustración 5 Monitor de signos vitales.**

Fuente: Elaboración propia.

El ECG es un equipo de diagnóstico no invasivo de uso extendido en entornos clínicos, es empleado para registrar la actividad eléctrica del corazón mediante la colocación estratégica de electrodos sobre la superficie corporal. Este procedimiento permite captar la conducción eléctrica que regula la contracción cardíaca, representándola en gráficas conocidas como derivaciones (Houghton & Gray, 2020). El ECG estándar de 12 derivaciones ofrece una visión integral del comportamiento eléctrico cardíaco desde distintas perspectivas anatómicas, lo que facilita la identificación de alteraciones en el ritmo, la frecuencia, la conducción intracardiaca y la posible presencia de hipertrofias o isquemias (Houghton & Gray, 2020; Magjarević & Badnjević, 2024)



**Ilustración 6 ECG de tres derivaciones**

Fuente: Dimex médica.

En cuanto al soporte vital, equipos como los ventiladores mecánicos representan otra tecnología esencial. Su función es asistir o reemplazar la respiración espontánea del paciente mediante el control de parámetros como volumen tidal, frecuencia respiratoria, presión inspiratoria máxima, relación inspiración-espiración y  $FiO_2$ . La intervención técnica en estos equipos implica pruebas con simuladores pulmonares, evaluación de alarmas, revisión de válvulas internas y verificación de sensores de flujo. Su precisión y capacidad de respuesta determinan la estabilidad clínica de pacientes críticos.



**Ilustración 7 Ventilador mecánico.**

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.3. EQUIPO PARA EL CUIDADO NEONATAL

Las incubadoras neonatales están diseñadas para mantener condiciones térmicas estables en neonatos prematuros o con bajo peso al nacer. Estas unidades funcionan mediante sensores de temperatura cutánea y ambiental, sistemas de calefacción controlada y alarmas integradas para evitar hipertermia o hipotermia (Frolov et al., 2023).

Es esencial estar al tanto de cualquier anomalía de funcionamiento, cualquier desviación en el sistema de control térmico puede generar complicaciones metabólicas, infecciosas o neurológicas en los recién nacidos. Los procedimientos de revisión incluyen la medición de la temperatura efectiva, calibración y verificación de celdas de oxígeno, la verificación del funcionamiento de alarmas, la inspección del sistema de humidificación y la limpieza profunda de componentes internos.



**Ilustración 8 Incubadora.**

Fuente: Elaboración propia.

#### 3.3.4. EQUIPOS DE INFUSIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE MEDICAMENTOS

Las bombas de infusión volumétricas y de jeringa son equipos esenciales en el manejo preciso de fármacos intravenosos, especialmente en unidades críticas. Estas tecnologías permiten regular el volumen y la velocidad de infusión de medicamentos, soluciones y nutrientes, con una precisión milimétrica (Health, 2018; Kalstein, 2022; Torres Cortes, 2022). Desde una perspectiva

técnica, los errores en su funcionamiento pueden provocar sobre infusiones, interrupciones del tratamiento o administración incorrecta de dosis.

Las intervenciones en este tipo de equipos requieren conocimientos sobre la calibración de caudal, detección de burbujas, funcionamiento de sensores de oclusión, y pruebas de alarmas. Además, la actualización de firmware y la validación de módulos internos son prácticas comunes en empresas de servicios técnicos que garantizan la continuidad y seguridad de su uso clínico.



**Ilustración 9 Bomba de infusión.**

Fuente: Dimex médica.

## IV. DESARROLLO

En el siguiente capítulo se detalla de forma ordenada y cronológica el conjunto de actividades realizadas durante el período de práctica profesional en Dimex Médica, abarcando las diez semanas de participación.

### 4.1. SEMANA 1 (22 – 25 DE ABRIL 2025)

#### Objetivos

- Conocer la estructura, funciones y áreas operativas del Departamento de Servicio Técnico de Dimex Médica mediante una inducción inicial.
- Participar en actividades básicas de inspección, mantenimiento e instalación de equipos médicos bajo la supervisión del personal técnico.
- Desarrollar habilidades en el uso de herramientas y equipos de medición empleados en tareas de soporte técnico.

#### Introducción

Durante la primera semana de práctica profesional en el área de Servicio Técnico de Dimex Médica, se dio inicio con una inducción general sobre las funciones, áreas operativas y objetivos de la empresa. Posteriormente, se participó activamente en tareas técnicas que incluyeron inspecciones a sistemas de filtrado de agua utilizados en la Central de Equipos y Esterilización (CEYE), mantenimiento preventivo a bombas de infusión, instalación de un equipo de uroanálisis y verificación del funcionamiento de un equipo de inmunoensayo de quimioluminiscencia. Estas actividades permitieron una primera aproximación al entorno técnico, el uso de herramientas específicas y el acompañamiento de personal especializado en campo.

1. **Actividad:** Inspección se sistema de tratamiento de agua

**Encargados:** Ing. André Rodríguez , Milliet Ordoñez

Se participó en una inspección técnica del sistema de filtrado de agua utilizado en la CEYE, específicamente en los sistemas de suavizador y ósmosis. Durante esta revisión se identificaron componentes clave del sistema, se evaluó su estado general de funcionamiento y se detectaron

fallas, como el mal estado del controlador de uno de los cilindros del suavizador. Esta actividad sirvió como introducción al trabajo de campo y permitió el uso inicial de instrumentos de medición y diagnóstico.



**Ilustración 10. Tanque de resina con controlador instalado.**

Fuente: Imagen propia.

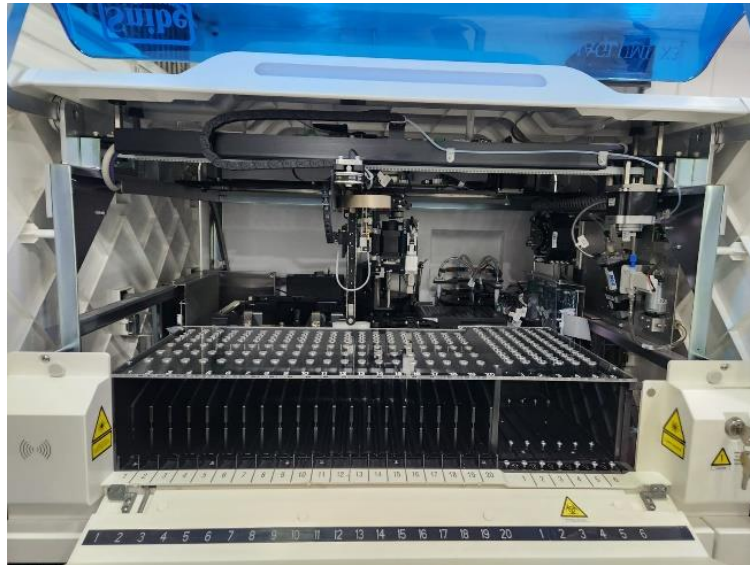
2. **Actividad:** Inspección de equipo de inmunoensayo de quimioluminiscencia automático. Maglumi x3

**Encargados:** Ing. André Rodríguez , Milliet Ordoñez

Dado que este equipo había sido recientemente instalado, se llevó a cabo una inspección técnica para evaluar su desempeño operativo. Como parte del proceso, se realizó una consulta directa con los usuarios finales para indagar sobre su nivel de satisfacción, identificar posibles desafíos enfrentados durante el uso y registrar cualquier falla reportada. Los usuarios confirmaron no haber experimentado fallas ni insatisfacciones hasta ese momento, lo cual permitió avanzar a la siguiente fase de pruebas.

Posteriormente, se ejecutaron pruebas específicas para determinar la desviación estándar de los resultados obtenidos, comparándolos con las métricas establecidas por el fabricante, utilizando las herramientas y funciones provistas en el software del equipo. Los resultados

obtenidos fueron consistentes y favorables, indicando que el desempeño del equipo se encontraba dentro de los parámetros aceptables. Como medida adicional para asegurar la integridad de la información y mantener una base de datos actualizada, se realizó un respaldo completo de toda la información almacenada en el equipo hasta la fecha, garantizando así la trazabilidad de los registros y reforzando las buenas prácticas de mantenimiento y gestión de datos.



**Ilustración 11. Equipo CLIA modelo Maglumi X3.**

Fuente: Imagen propia.

3. **Actividad:** Mantenimiento preventivo a bombas de infusión.

**Encargados:** Ing. André Rodríguez , Milliet Ordoñez

Se llevaron a cabo pruebas de funcionamiento con el propósito de evaluar el rendimiento y la respuesta de las bombas de infusión frente a condiciones simuladas. Asimismo, se realizó la calibración correspondiente utilizando instrumentos como el vacuómetro, junto con una probeta milimétrica y bolsas de solución salina conectadas mediante un sistema de venoclisis adaptado al modelo 3ED, el cual opera con casetes específicos para la infusión controlada.



**Ilustración 12. Bombas Icatu 3ED.**

Fuente: Imagen propia.

4. **Actividad:** Instalación de equipo de uroanálisis

**Encargados:** Ing. Misael Morales , Milliet Ordoñez

Para llevar a cabo esta instalación, primero fue necesario realizar un mantenimiento correctivo y ejecutar pruebas de funcionamiento dentro de las instalaciones de Dimex. Durante este proceso, se verificó detalladamente que las partes mecánicas, los sensores y la calibración de los diferentes componentes operaran de manera adecuada, asegurándose de que al momento de realizar las pruebas con agentes reactivos se garantizara la exactitud en los resultados obtenidos. Una vez concluidas estas verificaciones iniciales, se procedió con la organización logística para la entrega del equipo, así como la coordinación para su colocación en el espacio previamente dispuesto por el laboratorio. Finalmente, una vez instalado el equipo en su ubicación definitiva, se realizaron nuevamente pruebas de calibración y funcionamiento, con el objetivo de confirmar que todas las configuraciones y parámetros técnicos se encontraran alineados para su correcto desempeño en las operaciones del laboratorio.



**Ilustración 13. Equipo de uroanálisis DIRUI modelo FUS-3000 Plus.**

Fuente: Imagen propia.

#### **4.2. SEMANA 2 (28 DE ABRIL – 02 DE MAYO 2025)**

##### **Objetivos**

- Consolidar habilidades prácticas en el diagnóstico, mantenimiento y aseguramiento de la calidad de equipos biomédicos mediante intervenciones en equipos críticos de uso hospitalario.
- Fortalecer la capacidad de análisis para identificar fallas técnicas recurrentes y proponer soluciones efectivas que minimicen el impacto en la operatividad clínica.
- Aplicar criterios de inspección y control de calidad en procesos de revisión y validación de equipos nuevos o en rotación, asegurando su óptimo estado antes de su uso.

##### **Introducción**

La segunda semana de práctica profesional estuvo orientada al fortalecimiento de habilidades técnicas y analíticas mediante la ejecución de actividades prácticas en el área de servicio técnico. Las tareas planificadas incluyeron intervenciones correctivas en equipos esenciales, como bombas de infusión y lavadoras termo-desinfectadoras, así como evaluaciones de calidad en dispositivos de diagnóstico y equipos ingresados a almacén. Esta semana representó una oportunidad para poner en práctica conocimientos adquiridos previamente,

enfrentar desafíos técnicos reales y reforzar el compromiso con la calidad y seguridad de los procesos biomédicos.

1. **Actividad:** MC a lavadora termo-desinfectadora en CEYE.

**Encargados:** Ing. Carlos Cruz, Ing. José Caballero , Milliet Ordoñez

Se recibió un reporte de fugas durante los ciclos de lavado de los instrumentos en la lavadora termo-desinfectadora, debido a que este equipo es esencial para garantizar los procesos de esterilización y su parada representa un atraso significativo en la cadena de suministro de instrumental limpio, fue prioritario atender la solicitud de mantenimiento con rapidez y eficiencia. Al realizar la inspección técnica, se identificó que una de las mangueras pertenecientes a la bomba de desagüe presentaba un daño visible: la estructura plástica estaba picada, lo que ocasionaba filtraciones de agua durante el funcionamiento. Durante el proceso de manipulación de la manguera para evaluar su estado, el agujero existente se expandió, confirmando la necesidad inmediata de reemplazo.

Con el diagnóstico establecido, se procedió a retirar la manguera dañada y sustituirla por una nueva. Es importante destacar que, dado que el equipo trabaja con agua a altas temperaturas, es normal que con el tiempo las mangueras se debiliten y presenten deterioro, generando eventualmente este tipo de fugas. De igual forma se realizaron múltiples ciclos de lavado para observar la integridad de los demás componentes, así como las demás mangueras del equipo.



**Ilustración 14. Lavadora termo-desinfectadora modelo MAT LD90.**

Fuente: Imagen propia.

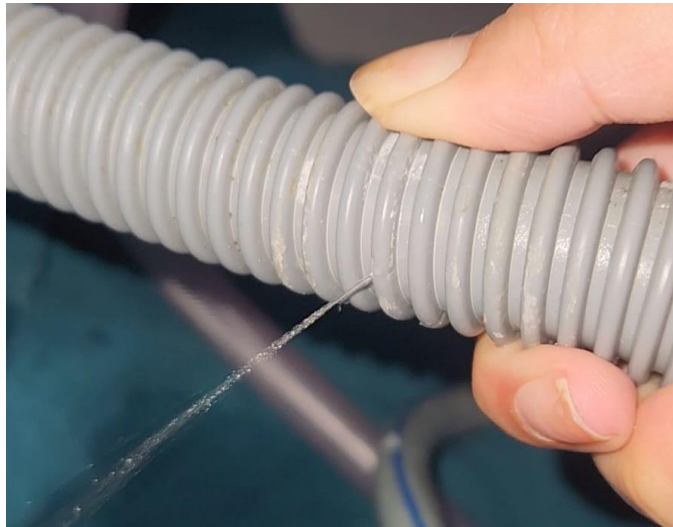
2. **Actividad:** MC a lavadora termo-desinfectadora en CEYE.

**Encargados:** Ing. José Caballero , Milliet Ordoñez

Durante el turno nocturno en la CEYE, se recibió nuevamente un reporte de fuga de agua. Es probable que, debido a la manipulación realizada durante el mantenimiento correctivo del día anterior, se haya pasado por alto otra fuga proveniente de una manguera de desagüe diferente.

Para abordar esta situación, se procedió a realizar una inspección exhaustiva del estado de todas las mangueras del equipo. Se ejecutaron ciclos completos de lavado con el objetivo de identificar el punto exacto de fuga, ya que el orificio era casi imperceptible a simple vista. Una vez localizada la falla, se aplicaron procedimientos específicos de sellado para corregir la filtración, asegurando que el equipo pudiera continuar operando sin interrupciones y evitando la necesidad de reemplazar de inmediato toda la manguera.

Este seguimiento no solo permitió resolver la fuga puntual, sino que también reforzó la importancia de realizar inspecciones detalladas y minuciosas durante las intervenciones técnicas, destacando el aprendizaje adquirido respecto al manejo de componentes sometidos a desgaste por altas temperaturas y presión constante.



**Ilustración 15. Fuga identificada en el MAT LD90.**

Fuente: Imagen propia.

3. **Actividad:** MC a bombas de infusión hospitalización.

**Encargados:** Ing. José Caballero , Milliet Ordoñez

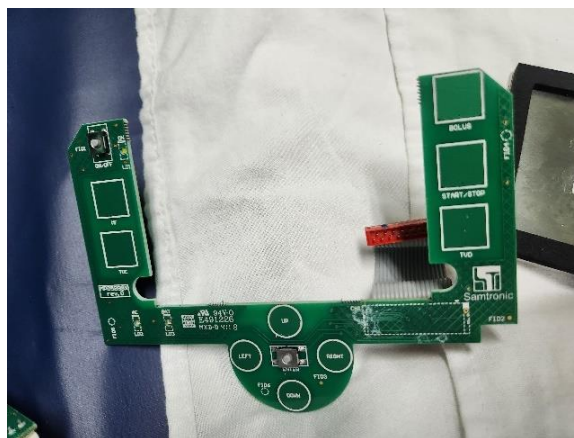
Se recibió el reporte de dos bombas de infusión que se encontraban fuera de servicio debido a errores diversos, durante las inspecciones técnicas realizadas, se identificaron fallas específicas en los teclados de control y en las membranas que recubren los brazos del motor peristáltico lineal. Ante esta situación, se procedió al reemplazo de las piezas defectuosas, asegurando la correcta instalación de los nuevos teclados y membranas. Además, se realizó la actualización de software en cada una de las bombas, dado que este paso es indispensable para habilitar los procedimientos de infusión y garantizar la compatibilidad de los componentes recién instalados. Sin dicha actualización, los equipos no pueden ejecutar los protocolos de funcionamiento programados.

Una vez completados los reemplazos y actualizaciones, se llevaron a cabo pruebas generales de funcionamiento, poniendo especial atención en la verificación del desempeño de los componentes intervenidos. Se realizó también una limpieza exhaustiva de las bombas para asegurar su óptimo estado operativo y su presentación adecuada para el uso clínico.



**Ilustración 16. Inicialización de bombas Icatu 3ED.**

Fuente: Imagen propia.



**Ilustración 17. Placa de teclado en mal estado.**

Fuente: Imagen propia.

4. **Actividad:** MC a bombas de infusión.

**Encargados:** Ing. André Rodríguez , Milliet Ordoñez

Se recibió un reporte de error en el sensor de flujo, reflejado en la pantalla de inicialización la bomba de infusión. Durante el diagnóstico, se realizaron pruebas funcionales que permitieron confirmar que efectivamente el sensor presentaba una falla, comprometiendo la capacidad del equipo para detectar y regular adecuadamente el paso del fluido. Ante este hallazgo, se procedió al reemplazo del sensor dañado, asegurándose de que la instalación del nuevo componente cumpliera con las especificaciones técnicas establecidas por el fabricante. Posteriormente, se ejecutaron las calibraciones pertinentes, así como las pruebas de verificación necesarias para garantizar que la bomba se encontrara en óptimas condiciones operativas.



**Ilustración 18. Sensor de flujo de bomba de infusión Icatu 3ED.**

Fuente: Imagen propia.

5. **Actividad:** Pruebas de funcionamiento glucómetro digital.

**Encargados:** Ing. Misael Morales , Milliet Ordoñez

Se llevaron a cabo múltiples pruebas de medición de glucosa utilizando tiras reactivas específicas para la marca y modelo del glucómetro digital en evaluación. Para validar el correcto desempeño del equipo, se empleó una solución de control, diseñada para verificar la precisión y consistencia de los resultados obtenidos bajo condiciones estándar. El procedimiento consistió en realizar varias mediciones consecutivas, esperando que la variabilidad entre los resultados fuese mínima. Sin embargo, durante las pruebas se observaron fluctuaciones excesivas entre las lecturas obtenidas, lo cual es indicativo de un mal funcionamiento interno.

Considerando la naturaleza de este tipo de equipos y la criticidad de su exactitud para el manejo clínico, se determinó que lo más recomendable era retirar el glucómetro de servicio y proceder a su reemplazo, dado que una reparación interna no suele garantizar la recuperación de la precisión requerida.



**Ilustración 19. Resultados de glucómetro Plusmed.**

Fuente: Imagen propia.

6. **Actividad:** Inspección de estado y funcionamiento de frontoluz

**Encargados:** Ing. Carlos Cruz , Milliet Ordoñez

Como parte del protocolo de ingreso de equipos a almacén, se llevó a cabo una inspección completa del estado físico y funcional del frontoluz. Esta revisión incluyó una evaluación visual detallada para verificar la integridad estructural de la carcasa, los componentes eléctricos, las conexiones, los sistemas de ajuste y la lente óptica.

Posteriormente, se realizaron pruebas operativas para comprobar el correcto funcionamiento del sistema de iluminación, verificando la intensidad de luz, la uniformidad del haz proyectado y la estabilidad de los controles. Este procedimiento aseguró que el equipo cumpliera con los estándares de calidad requeridos antes de ser almacenado o redistribuido.



**Ilustración 20. Frontoluz modelo Prolux.**

Fuente: Imagen propia.

#### **4.3. SEMANA 3 (05-09 DE MAYO 2025)**

##### **Objetivos**

- Fortalecer las competencias en diagnóstico, reparación y actualización de software y hardware en equipos biomédicos críticos, como monitores de signos vitales y bombas de infusión.

- Aplicar procedimientos de inspección detallada y pruebas de funcionamiento para garantizar la integridad física y operativa de equipos especializados antes de su redistribución o uso clínico.
- Implementar buenas prácticas de mantenimiento preventivo y correctivo en equipos hospitalarios de alta precisión, asegurando su confiabilidad, seguridad y cumplimiento de estándares técnicos.

### **Introducción**

La tercera semana se pudieron observar diferentes intervenciones técnicas de alta complejidad, que exigieron no solo conocimientos sólidos, sino también una capacidad analítica para enfrentar situaciones imprevistas. Además, se llevaron a cabo inspecciones de control de calidad sobre equipos especializados, como endo-cámaras, para asegurar su integridad física antes de ser almacenados.

#### 1. **Actividad:** MC de monitor de signos vitales

**Encargados:** Ing. Misael Morales , Milliet Ordoñez

Se reportó que tres MSV se encontraban fuera de servicio debido a problemas relacionados con el software y las licencias de operación. Para resolver la situación, se procedió a realizar un mantenimiento correctivo avanzado que incluyó el reemplazo de componentes internos esenciales. Entre los elementos sustituidos se encuentran la tarjeta principal y la tarjeta gráfica. Estas actualizaciones de hardware fueron necesarias para garantizar la compatibilidad con las versiones más recientes del software y para permitir la reinstalación correcta de las licencias, asegurando que el equipo cumpliera nuevamente con las funciones habilitadas de fábrica. Tras el reemplazo de los componentes, se verificó la versión del sistema operativo y se realizaron pruebas de reinicio, navegación por el menú y actualización de licencias.



**Ilustración 21. MSV modelo BeneVision N22.**



**Ilustración 22. Reemplazo de tarjeta de video de MSV.**

Fuente: Imagen propia.

2. **Actividad:** MC de bombas de infusión UCIA.

**Encargados:** Ing. José Caballero , Milliet Ordoñez

Se recibió el reporte de múltiples bombas de infusión que se encontraban fuera de servicio debido a errores diversos. Durante la inspección y diagnóstico técnico, se identificaron tres problemas principales recurrentes: fallas en los teclados de control, deterioro y agotamiento de las baterías internas, y desajustes en los parámetros de calibración. Adicionalmente, en algunos equipos se detectó la necesidad de reemplazar el cable BUS, un componente fundamental que asegura la correcta transmisión de datos entre la placa principal y el sistema de visualización en pantalla.

Para resolver estas incidencias, se procedió al reemplazo de las piezas defectuosas. Una vez finalizados los reemplazos, se realizaron calibraciones completas para restablecer los niveles de exactitud en la administración de fluidos. Posteriormente, se ejecutaron infusiones para comprobar que todos los sistemas y componentes respondieran adecuadamente bajo condiciones operativas reales. Como parte final del proceso, se realizó una limpieza general de cada equipo.



**Ilustración 23. Repuesto de batería para bomba de infusión 3ED.**

Fuente: Imagen propia.

3. **Actividad:** MC lavadora termo-desinfectadora.

**Encargados:** Ing. André Rodríguez, Ing. Cristian Cruz, Milliet Ordoñez

Durante la ejecución de ciclos de lavado, la lavadora termo-desinfectadora presentó una alarma que indicaba una falla en la cámara de condensación, acompañada de una fuga de agua proveniente del mismo componente. Tras una inspección, se identificó que el empaque de la cámara se encontraba deteriorado. Se procedió al reemplazo del empaque por uno nuevo, asegurando un cierre hermético adecuado. Adicionalmente, se realizaron pruebas de continuidad al sensor de nivel ubicado dentro del envase, para verificar su correcto funcionamiento. Este sensor, configurado como normalmente abierto, debía cerrarse correctamente al alcanzar el nivel determinado. Las pruebas confirmaron que el sensor operaba de forma adecuada, por lo que, después de una limpieza profunda del mismo, se reinstaló en su posición original.

Posteriormente, se ejecutaron nuevos ciclos de prueba para verificar que no se generaran alarmas adicionales y que el sistema operara con normalidad.



**Ilustración 24. Cámara de condensación del MAT LD90.**

Fuente: Imagen propia.

4. **Actividad:** Inspección de Endo-cámara.

**Encargados:** Ing. Carlos Cruz, Milliet Ordoñez

Se realizó una inspección para verificar que todos los componentes estuvieran completos y que el estado físico general del equipo cumpliera con los estándares requeridos. Durante la revisión, se evaluó la integridad del cuerpo óptico, los conectores, los accesorios, y los sistemas de acoplamiento, asegurando que no presentaran daños visibles ni signos de desgaste prematuro.

Una vez confirmada la integridad del equipo, se procedió a su registro e ingreso formal al almacén de Dimex Médica.



**Ilustración 25. Endo-cámara PRO-CAM HD**

Fuente: Imagen propia.

#### **4.4. SEMANA 4 (12-16 DE MAYO 2025)**

##### **Objetivos**

- Realizar mantenimientos preventivos y correctivos en equipos biomédicos críticos, asegurando su correcto funcionamiento y prolongando su vida útil.
- Ejecutar procesos de inspección, ensamblaje e instalación de equipos médicos considerando aspectos logísticos, técnicos y de infraestructura hospitalaria.
- Validar el desempeño y la precisión de equipos biomédicos mediante pruebas funcionales y el uso de analizadores especializados, garantizando su seguridad antes del ingreso a operación clínica o almacén.

##### **Introducción**

Durante la cuarta semana de práctica profesional, se desarrollaron actividades que abarcaron desde el mantenimiento preventivo de equipos como el analizador de uroanálisis, hasta tareas de ensamblaje, pruebas iniciales y calibración en máquinas de anestesia. Asimismo, se realizó la instalación logística de una autoclave de alta capacidad y la inspección detallada de monitores de signos vitales previos a su ingreso a inventario. Estas actividades pusieron a prueba habilidades técnicas, organizativas y de diagnóstico, permitiendo aplicar conocimientos avanzados en mantenimiento biomédico, manejo de infraestructura hospitalaria y aseguramiento

de la calidad, con el objetivo de garantizar que cada equipo estuviera en óptimas condiciones para su uso clínico seguro.

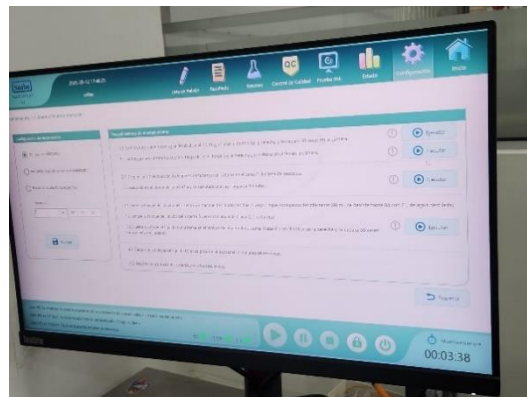
1. **Actividad:** MP equipo de uroanálisis.

**Encargados:** Ing. André Rodríguez, Milliet Ordoñez

Se reportó un sobrecalentamiento lo que generaba preocupaciones sobre su rendimiento y seguridad operativa. Como parte del mantenimiento preventivo, se realizó una limpieza exhaustiva de las ventiladoras internas, eliminando acumulaciones de polvo y obstrucciones que limitaban el flujo de aire. Además, se ejecutaron pruebas específicas de mantenimiento desde el sistema del equipo, siguiendo los procedimientos programados para evaluar su desempeño general y garantizar el correcto funcionamiento de todos los módulos.

A nivel físico, se procedió a reubicar estratégicamente el equipo, asegurando un espacio libre suficiente para facilitar la disipación del calor, ya que se identificó que la ventiladora principal se encontraba ubicada a menos de 10 cm de una pared, lo cual dificultaba el escape del aire caliente. También se tuvo en cuenta que, en el entorno del área de trabajo, solo una de las dos unidades de aire acondicionado estaba en funcionamiento, factor que pudo haber contribuido al sobrecalentamiento observado.

Finalmente, se realizó una limpieza general de la estructura externa del equipo, prestando atención especial a las áreas de almacenamiento de reactivos, inserción de muestras y los compartimentos destinados a los contenedores de desechos, dejando el equipo en óptimas condiciones tanto funcionales como higiénicas.



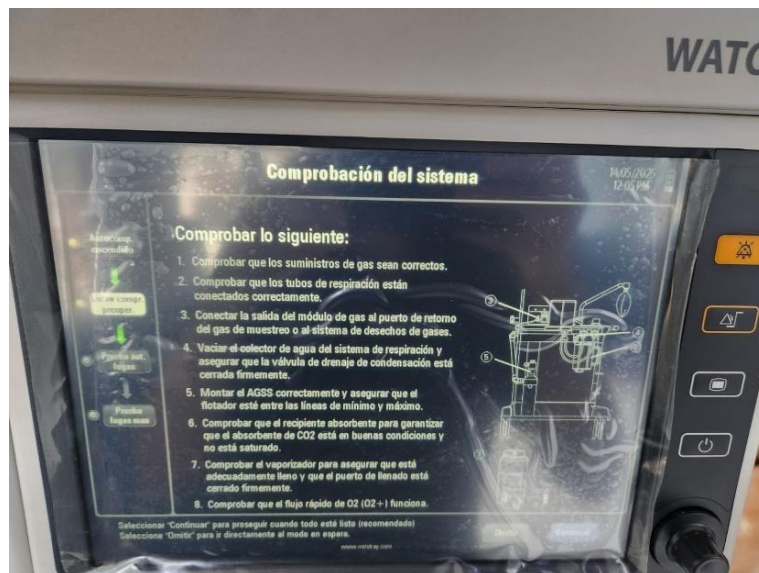
**Ilustración 26. Pruebas de mantenimiento realizadas.**

Fuente: Imagen propia.

2. **Actividad:** Pruebas de funcionamiento a máquina de anestesia.

**Encargados:** Ing. Misael Morales, Milliet Ordoñez

Se llevó a cabo el ensamblaje, asegurando la instalación correcta de todos los componentes principales. Una vez montado, se realizaron las pruebas iniciales de comprobación del sistema, que incluyeron la detección de posibles fugas en las líneas y conexiones, la verificación de la calibración de los flujos configurados y la comprobación de que los volúmenes entregados coincidieran con los parámetros establecidos. También, se ejecutó una prueba específica que requirió desmontar uno de los sensores de oxígeno para comparar el porcentaje de oxígeno ambiental con el porcentaje sentido por la máquina, asegurando así que las mediciones fueran precisas y confiables. De igual forma, se utilizó un analizador de flujo de gas para evaluar la precisión general del equipo, comparando los parámetros configurados en la máquina contra los valores reales entregados.



**Ilustración 27. Pantalla de máquina de anestesia modelo WATO EX-35.**

Fuente: Imagen propia.

3. **Actividad:** Instalación de autoclave

**Encargados:** Ing. Carlos Cruz, Ing. Cristian Cruz, Ing. André Rodríguez, Ing. José Caballero, Ing. Misael Morales, Milliet Ordoñez.

Debido a las limitaciones de espacio físico en las instalaciones del hospital, fue necesario, como primer paso, desinstalar el equipo anterior y realizar mediciones precisas de las dimensiones de la nueva autoclave, así como de los accesos y espacios por donde debía ser movilizado. Esta actividad incluyó la consideración de aspectos logísticos, tales como rutas de traslado, maniobras seguras y compatibilidad con las dimensiones de pasillos, puertas y áreas de trabajo.

Asimismo, se evaluaron las condiciones de los suministros eléctricos y de agua necesarios para el correcto funcionamiento del nuevo equipo, verificando su compatibilidad con las especificaciones técnicas de la autoclave a instalar. Durante esta jornada específica, se llevó a cabo únicamente el desplazamiento físico del nuevo equipo hasta la CEYE, dejándolo posicionado para continuar con las conexiones e instalaciones técnicas en los días posteriores. Aquí se destacó la importancia de la planificación logística y del conocimiento de las necesidades de infraestructura antes de la instalación de un equipo de alta demanda hospitalaria.



**Ilustración 28. Espacio de instalación del autoclave Matachana.**

Fuente: Imagen propia.

#### 4. **Actividad:** Inspección MSV.

**Encargados:** Ing. Misael Morales, Ing. André Rodríguez, Milliet Ordoñez

Se realizó la inspección de dos MSV como parte del protocolo previo a su ingreso al almacén. La revisión incluyó la evaluación detallada de sus partes físicas (carcasa, conectores, cables, módulos y accesorios), verificando que no presentaran daños visibles ni signos de desgaste prematuro. Adicionalmente, se llevaron a cabo pruebas funcionales utilizando un analizador especializado, con el objetivo de comprobar que los parámetros clínicos mostrados por los monitores coincidieran con los valores de referencia generados por el analizador.



**Ilustración 29. Etiqueta de MSV modelo uMEC12.**

Fuente: Imagen propia.

#### 4.5. **SEMANA 5 (19-23 DE MAYO 2025)**

##### **Objetivos**

- Ejecutar intervenciones técnicas de mantenimiento correctivo y preventivo en equipos biomédicos, garantizando su correcto funcionamiento y alineación con las especificaciones del fabricante.
- Realizar instalaciones eléctricas y ensamblajes especializados, asegurando la integración segura de nuevos equipos al entorno hospitalario.
- Aplicar pruebas de verificación y calibración para confirmar la operatividad y precisión de los equipos intervenidos, garantizando su disponibilidad para uso clínico.

## **Introducción**

En las actividades de semana 5 se llevaron a cabo una serie de actividades altamente especializadas orientadas a fortalecer la operatividad y seguridad de los equipos biomédicos en diversas áreas del hospital. Las tareas realizadas incluyeron mantenimientos correctivos que abordaron desde reemplazos de componentes críticos hasta ajustes de calibración, así como procesos de instalación eléctrica, ensamblaje y puesta en marcha de nuevos equipos.

Estas actividades además de requerir habilidades técnicas específicas, también requieren de un alto grado de coordinación entre los integrantes del equipo, aplicando criterios de seguridad, normativas de instalación y procedimientos de validación funcional. Al final de la semana, se logró no solo restablecer el funcionamiento óptimo de los dispositivos intervenidos, sino también garantizar que los nuevos equipos quedaran listos para operar.

1. **Actividad:** MC bombas de infusión.

**Encargados:** Ing. José Caballero, Milliet Ordoñez

Se llevó a cabo el diagnóstico técnico de varias bombas de infusión que presentaban fallas funcionales. Entre los elementos sustituidos se incluyeron la tarjeta principal, el teclado, el motor y el cable bus, todos fundamentales para garantizar la comunicación interna, el control de los flujos y la respuesta del equipo. Una vez realizados los reemplazos, se efectuaron las calibraciones necesarias para asegurar que los parámetros de infusión fueran precisos y estuvieran alineados con las especificaciones del fabricante. Finalmente, se realizó una limpieza general de los equipos, dejando las bombas listas para ser puestas en marcha y reincorporadas al entorno clínico. Esta actividad reflejó la importancia de combinar diagnóstico, intervención técnica y verificación final para asegurar la funcionalidad y seguridad de los dispositivos médicos.



**Ilustración 30. Tarjeta principal de bomba de infusión 3ED.**

Fuente: Imagen propia.

2. **Actividad:** MC lavadora termo-desinfectadora.

**Encargados:** Ing. Cristian Cruz, Ing. André Rodríguez, Milliet Ordoñez

Se realizó el mantenimiento correctivo de una lavadora termo-desinfectadora, específicamente reemplazando el impulsor de la bomba de agua, el cual presentaba signos evidentes de deterioro que comprometían el rendimiento del equipo. Tras la instalación del nuevo impulsor, se procedió al montaje completo de la carcasa del equipo, asegurando que todos los componentes quedaran correctamente ensamblados.

Finalmente, se ejecutaron ciclos de prueba para verificar el correcto funcionamiento del sistema bajo condiciones operativas reales, confirmando que la sustitución realizada resolviera el problema inicial.



**Ilustración 31. Turbina de bomba de lavado de MAT LD90.**

Fuente: Imagen propia.

3. **Actividad:** MC concentrador de oxígeno.

**Encargados:** Ing. André Rodríguez, Milliet Ordoñez

Se realizaron pruebas unitarias a los componentes internos del concentrador de oxígeno, verificando el correcto funcionamiento de las tarjetas electrónicas, el sistema de válvulas, el compresor y las unidades de filtrado. Inicialmente, todos los sistemas respondían de manera adecuada de forma aislada; sin embargo, al realizar la conexión completa del equipo, este no encendía, a pesar de contar con una alimentación eléctrica correcta. Se procedió a reemplazar la tarjeta principal, lo que permitió restablecer el encendido y la operatividad básica del equipo. Una vez puesto en marcha, se utilizó un analizador de flujo de gas para evaluar el nivel de pureza del oxígeno entregado, determinándose que la concentración alcanzaba apenas el 21 %, un valor por debajo del esperado. Este resultado indicó que, además de la intervención electrónica, era necesario realizar un reemplazo de la unidad de filtrado para restaurar la capacidad funcional completa del concentrador.



**Ilustración 32. Tarjeta principal de concentrador de oxígeno modelo OX-5A.**

Fuente: Imagen propia.

4. **Actividad:** Instalación eléctrica de autoclave Matachana.

**Encargados:** Ing. Cristian Cruz, Milliet Ordoñez

Se llevó a cabo la conexión eléctrica de la autoclave Matachana, integrando el equipo a la red eléctrica general del hospital conforme a los lineamientos de instalación segura. Además, se realizó la conexión específica del sistema UPS integrado del equipo, diseñado para garantizar la continuidad del suministro eléctrico durante posibles fluctuaciones o cortes de energía.

Adicionalmente, se efectuó la conexión independiente del compresor, asegurando que su línea eléctrica estuviera separada para evitar interferencias y sobrecargas en el circuito principal de la autoclave.



**Ilustración 33. Panel eléctrico principal de autoclave.**

Fuente: Imagen propia.

5. **Actividad:** Instalación máquinas de anestesia.

**Encargados:** Ing. Carlos Cruz, Ing., André Rodríguez, Ing. José Caballero, Ing. Misael Morales, Milliet Ordoñez

Se realizó el transporte, ensamblaje y puesta en marcha de seis máquinas de anestesia. Se verificaron los componentes principales, asegurándose de que cada pieza estuviera correctamente instalada y alineada con las especificaciones técnicas del fabricante. Posteriormente, se ejecutaron las pruebas iniciales de comprobación, que incluyeron la prueba

automática de fugas en el circuito, la prueba manual de fugas en el circuito y la lista de comprobación preoperatoria.



**Ilustración 34. Máquina de anestesia Mindray modelo A5**

Fuente: Imagen propia.

6. **Actividad:** Instalación unidad de EMG.

**Encargados:** Ing. Carlos Cruz, Ing. José Caballero Milliet Ordoñez

Se realizó el ensamblaje completo del electro-miógrafo, asegurando la correcta instalación de cada uno de los módulos, cables y accesorios incluidos. Como parte del proceso, se llevó a cabo el chequeo detallado de los módulos de adquisición de señal, las unidades de procesamiento, los periféricos de control y los sistemas de visualización.



**Ilustración 35. Unidad de EMG modelo Neuro-MEP.**

Fuente: Imagen propia.

#### **4.6. SEMANA 6 (26-30 DE MAYO 2025)**

##### **Objetivos**

- Ejecutar inspecciones y pruebas de funcionamiento en equipos, garantizando su operatividad conforme a los parámetros establecidos por el fabricante.
- Realizar mantenimientos preventivos y correctivos en dispositivos de soporte vital y monitorización.
- Capacitar al personal clínico en la operación segura y eficiente de equipos de esterilización.

##### **Introducción**

Durante la sexta semana de práctica profesional se llevaron a cabo actividades centradas en la inspección, diagnóstico, mantenimiento y calibración de equipos de soporte vital tales como monitores de signos vitales, ventiladores mecánicos, bombas de infusión e incubadoras neonatales. Además, se brindó capacitación técnica al personal de la CEYE, reforzando sus conocimientos sobre la operación adecuada de la autoclave instalada recientemente. Consolidando habilidades prácticas en intervenciones técnicas de equipos de soporte vital y contribuyendo el fortalecimiento de la comunicación y transferencia de conocimiento entre el equipo de ingeniería biomédica y el usuario final.

1. **Actividad:** Inspección MSV.

**Encargados:** Ing. André Rodríguez, Milliet Ordoñez

Se recibieron tres MSV para su inspección, la cual incluyó la revisión de sus componentes físicos y la ejecución de pruebas de funcionamiento de los sensores integrados. Para verificar el desempeño del cable troncal de ECG, se realizaron simulaciones de señal utilizando un analizador de seguridad eléctrica, asegurando la correcta transmisión y recepción de datos fisiológicos. Asimismo, se elaboró un reporte técnico individual por cada monitor, documentando los componentes presentes y el estado general del equipo, con el propósito de mantener un registro preciso para futuras intervenciones o redistribución.



**Ilustración 36. Sensores de monitor Mindray modelo uMEC12.**

Fuente: Imagen propia.

2. **Actividad:** Inspección de ventilador mecánico.

**Encargados:** Ing. Misael Morales, Milliet Ordoñez

Se verificó el estado de los componentes críticos, como la celda de oxígeno y los filtros, para asegurar que se encontraran en condiciones óptimas de funcionamiento. Posteriormente, se llevaron a cabo pruebas operativas utilizando un analizador de flujo de gas, simulando la ventilación del equipo con el fin de detectar posibles fugas o inconsistencias en la entrega de parámetros respiratorios. Además, se realizaron calibraciones de flujo, presión de las válvulas espiratorias y ajuste de la concentración de oxígeno, garantizando que cada módulo del ventilador cumpliera con los valores especificados por el fabricante. Adicionalmente, se registraron las horas totales de operación acumuladas, considerando que el equipo había sido utilizado previamente en demostraciones clínicas y presentaciones en congresos organizados por la empresa. Esta actividad permitió validar la idoneidad del equipo para futuras asignaciones hospitalarias.



**Ilustración 37. Pantalla de calibración de ventilador mecánico Mindray modelo SV300.**

Fuente: Imagen propia.

3. **Actividad:** MC de bombas de infusión emergencias.

**Encargados:** Ing. José Caballero , Milliet Ordoñez

Se recibió el reporte de múltiples bombas de infusión que se encontraban fuera de servicio debido a errores diversos. Durante la inspección y diagnóstico técnico, se identificaron problemas principales recurrentes: fallas en los teclados de control y fallas en el sensor de rotación.

Para resolver estas incidencias, se procedió al reemplazo de las piezas defectuosas. Una vez finalizados los reemplazos, se realizaron calibraciones completas para restablecer los niveles de exactitud en la administración de fluidos. Posteriormente, se ejecutaron infusiones para comprobar que todos los sistemas y componentes respondieran adecuadamente bajo condiciones operativas reales. Como parte final del proceso, se realizó una limpieza general de cada equipo.

4. **Actividad:** MC de incubadoras neonatales.

**Encargados:** Ing. Misael Morales , Milliet Ordoñez

Se realizó la limpieza general de la incubadora neonatal y el reemplazo de componentes críticos, como el calderín, con el objetivo de restaurar su funcionalidad y condiciones de operación

seguras. Posteriormente, se ejecutaron pruebas primarias para identificar posibles fallos adicionales en el sistema. Durante estas verificaciones, se detectó una falla en el botón de control de inclinación de la cuna, el cual generaba un accionamiento indebido. Para corregir temporalmente el problema y evitar daños mayores, se intervino directamente en la placa electrónica, deshabilitando la pista correspondiente al botón defectuoso. Tras este diagnóstico, se determinó la necesidad de reemplazar componentes adicionales no contemplados en la intervención inicial, por lo que será necesario programar una segunda visita técnica para completar la sustitución de piezas y validar el funcionamiento integral del equipo.



**Ilustración 38. Antes y después de incubadora NatalCare ST-LX.**

Fuente: Imagen propia.

5. **Actividad:** MP de incubadora neonatal UCIN.

**Encargados:** Ing. Carlos Cruz , Milliet Ordoñez

La intervención incluyó la limpieza detallada de los compartimentos donde se alojan los filtros, seguida del reemplazo de los mismos para asegurar la correcta filtración de aire y mantener un ambiente controlado y seguro para el neonato. Posteriormente, se ejecutaron las pruebas de funcionamiento establecidas por el fabricante, verificando que todos los parámetros operativos y sistemas de alarma respondieran conforme a los estándares requeridos tras la intervención.





**Ilustración 40. Personal de CEYE en capacitación.**

Fuente: Imagen propia.

#### **4.7. SEMANA 7 (02-06 DE JUNIO 2025)**

##### **Objetivos**

- Ejecutar inspecciones técnicas en equipos de diagnóstico, esterilización y soporte general, verificando su funcionalidad y condiciones de seguridad.
- Realizar mantenimientos preventivos en dispositivos críticos para prolongar su vida útil y asegurar la continuidad operativa en ambientes hospitalarios.
- Evaluar el estado mecánico y estético de mobiliario clínico, garantizando su idoneidad para la redistribución en distintas áreas asistenciales.

##### **Introducción**

Durante la séptima semana de práctica profesional se realizaron actividades orientadas a la inspección, mantenimiento preventivo y verificación de funcionamiento de diversos equipos y mobiliario biomédico. Estas actividades permitieron aplicar procedimientos técnicos para asegurar que los dispositivos se encuentren en condiciones óptimas de uso, cumplan con los estándares de seguridad y estén listos para ser redistribuidos o reintegrados a las áreas clínicas

correspondientes. De igual forma, se atendieron reportes específicos de funcionamiento y se implementaron acciones correctivas puntuales, contribuyendo a la continuidad y calidad de los servicios hospitalarios.

1. **Actividad:** Inspección ECG

**Encargados:** Ing. André Rodríguez, Milliet Ordoñez

Se atendió el reporte de un electrocardiógrafo que, tras ser encendido, no permitía su apagado mediante el botón de control. Durante la inspección interna, se identificó una acumulación considerable de residuos orgánicos e insectos, lo que podría estar generando interferencias en la placa electrónica. Se procedió a realizar una limpieza minuciosa de los circuitos y a retirar todos los elementos extraños presentes en el interior del equipo. Posteriormente, se ejecutaron pruebas funcionales para validar el correcto encendido y apagado del dispositivo, confirmando que operaba conforme a lo esperado. Además, se verificó el estado del cable troncal mediante un analizador de seguridad eléctrica, evaluando la transmisión de señal en cada una de las derivaciones. Se concluyó que tanto la unidad principal como el cable de derivaciones se encontraban en condiciones óptimas de funcionamiento.



**Ilustración 41. Interior de ECG.**

Fuente: Imagen propia.

2. **Actividad:** Inspección camillas

**Encargados:** Ing. Misael Morales, Milliet Ordoñez

Se llevó a cabo la inspección técnica de siete camillas destinadas a ser entregadas a diferentes establecimientos de salud. La revisión incluyó la evaluación de aspectos mecánicos, verificando la estabilidad de la estructura, el correcto funcionamiento de los sistemas de ajuste y bloqueo, así como la integridad de ruedas y frenos. Además, se examinó el estado estético general, asegurando que no presentaran daños visibles, rasgaduras en tapicería o defectos que comprometieran su presentación y uso seguro en entornos clínicos.



**Ilustración 42. Camillas por revisar.**

Fuente: Imagen propia.

3. **Actividad:** MP en autoclave

**Encargados:** Ing. Cristian Cruz, Milliet Ordoñez

La autoclave requiere mantenimiento preventivo tras acumular más o menos 500 horas de operación. En esta intervención, se realizó el reemplazo de las electroválvulas y los filtros principales. Durante los ciclos de prueba posteriores, se detectó que el equipo no estaba

recibiendo el suministro de agua de forma adecuada por lo que se procedió a inspeccionar las mangueras internas, identificándose la presencia de calcificaciones que obstruían el flujo normal hacia la cámara generadora de vapor. Para solucionar la anomalía, se efectuó la limpieza exhaustiva de dichas mangueras, restaurando la circulación de agua en la cámara de generación de vapor y asegurando la correcta ejecución de los ciclos de esterilización. Este problema se originó debido a que el hospital opera actualmente con agua dura, ya que el sistema de tratamiento de agua se encuentra fuera de servicio, lo que favorece la acumulación de minerales y formación de depósitos en los conductos del equipo.



**Ilustración 43. Obstrucción encontrada en salida de agua de la cámara generadora de vapor.**

Fuente: Imagen propia.

4. **Actividad:** MP en aspirador de secreciones

**Encargados:** Ing. André Rodríguez, Milliet Ordoñez

Se atendió el reporte de un aspirador de secreciones que no entraba en funcionamiento al ser encendido en su lugar de uso. Durante las pruebas realizadas en las instalaciones de la

empresa, el equipo respondió correctamente al encendido, descartándose fallos mayores en la alimentación eléctrica. Como medida preventiva, se procedió a efectuar una limpieza general del equipo, prestando especial atención a los filtros y compartimentos del motor. Adicionalmente, se realizó la lubricación del motor para optimizar su rendimiento.



**Ilustración 44. Interior de aspiradora de secreciones.**

Fuente: Imagen propia.

5. **Actividad:** Charla a estudiantes de Ingeniería Biomédica.

**Encargados:** Milliet Ordoñez

Se impartió una charla dirigida a estudiantes de Ingeniería Biomédica sobre los equipos presentes en la CEYE, con énfasis en el funcionamiento, mantenimiento básico y principios de operación de la autoclave. Durante la actividad también se realizó una visita al sistema de tratamiento de agua que alimenta al equipo, explicando los procesos de filtración, desmineralización y control de calidad del agua utilizados para garantizar la efectividad del ciclo de esterilización.



**Ilustración 45. Charla con lo estudiante de Ingeniería Biomédica en CEYE.**

Fuente: Imagen propia.

#### 4.8. SEMANA 8 (09-13 DE JUNIO 2025)

##### Objetivos

- Verificar la integridad técnica de equipos biomédicos previo a su traslado y puesta en funcionamiento en nuevos centros hospitalarios.
- Realizar reemplazo preventivo de filtros HEPA y limpieza profunda de componentes en sistemas de ventilación y esterilización, optimizando su rendimiento.
- Atender incidencias específicas en equipos de infusión y esterilización, aplicando diagnósticos detallados y correctivos oportunos para garantizar su operatividad continua.

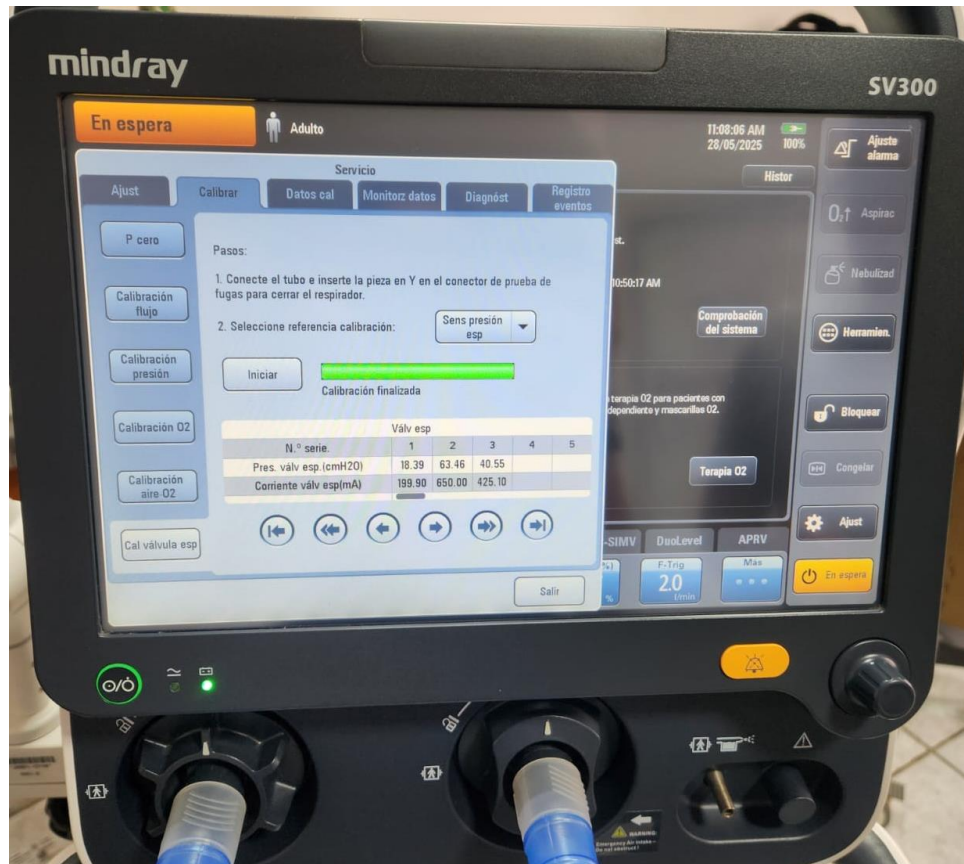
##### Introducción

A lo largo de la octava semana se realizaron intervenciones orientadas a reforzar la seguridad operativa y prolongar la vida útil de equipos médicos vinculados a soporte vital, administración de fármacos y procesos de desinfección hospitalaria. Se atendieron mantenimientos preventivos en ventiladores mecánicos y lavadoras termo-desinfectadoras, así como reparaciones y calibraciones en bombas de infusión utilizadas en áreas de oncología pediátrica. Cada actividad permitió optimizar el desempeño de los dispositivos y garantizar su correcta disponibilidad para su uso inmediato en diferentes unidades clínicas.

1. **Actividad:** Inspección ventilador mecánico

**Encargados:** Ing. Misael Morales, Milliet Ordoñez

Se efectuó la inspección técnica de un ventilador mecánico que debía ser trasladado a otro centro de salud en una ciudad diferente. Como parte de la preparación para su transporte y entrega, se realizaron pruebas preliminares para verificar su operatividad general. Asimismo, se llevaron a cabo las calibraciones correspondientes, incluyendo el ajuste de flujo, la calibración de la concentración de oxígeno y la verificación de la presión en las válvulas de inspiración y espiración, asegurando que todos los parámetros estuvieran dentro de los valores recomendados para su uso instalación y capacitación de usuarios finales en el nuevo destino.



**Ilustración 46. Pantalla de calibración de ventilador mecánico Mindray.**

Fuente: Imagen propia.

2. **Actividad:** MC bombas de infusión oncología pediátrica

**Encargados:** Ing. José Caballero, Milliet Ordoñez

Se recibió el reporte de múltiples bombas de infusión que se encontraban fuera de servicio debido a errores diversos. Durante la inspección y diagnóstico técnico, se identificaron tres problemas principales recurrentes: fallas en el sensor de rotación, deterioro y agotamiento de las baterías internas y fusibles que se encontraban cortocircuitados. Para resolver estas incidencias, se procedió al reemplazo de las piezas defectuosas. Una vez finalizados los reemplazos, se realizaron calibraciones completas para restablecer los niveles de exactitud en la administración de fluidos. Posteriormente, se ejecutaron infusiones para comprobar que todos los sistemas y componentes respondieran adecuadamente bajo condiciones operativas reales. Como parte final del proceso, se realizó una limpieza general de cada equipo.



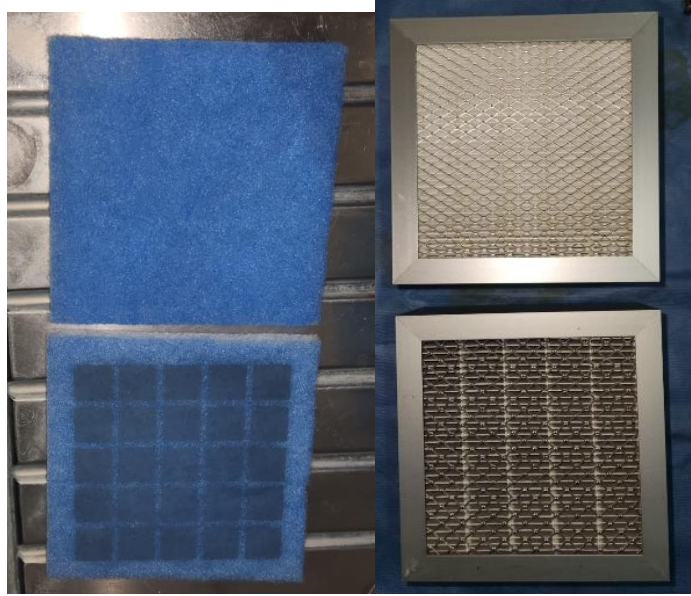
**Ilustración 47. Bombas de infusión por revisar.**

Fuente: Imagen propia.

3. **Actividad:** MP en lavadora termo desinfectadora

**Encargados:** Ing. Cristian Cruz, Milliet Ordoñez

Tras alcanzar aproximadamente 250 ciclos de operación, se realizó el mantenimiento preventivo requerido por el equipo. Este procedimiento incluyó el reemplazo del filtro HEPA para garantizar la adecuada calidad del aire dentro de la cámara para las etapas de secado. Asimismo, se inspeccionaron y limpiaron los filtros ubicados en las entradas y salidas de agua, asegurando la ausencia de obstrucciones que pudieran afectar la presión y el flujo durante los ciclos de limpieza. Finalmente, se ejecutó un ciclo de prueba completo para validar el correcto funcionamiento del equipo.



**Ilustración 48. Reemplazo de filtros de cámara de secado.**

Fuente: Imagen propia.

4. **Actividad:** MP en ventilador mecánico

**Encargados:** Ing. Carlos Cruz, Milliet Ordoñez

El ventilador mecánico generó una notificación indicando la necesidad de realizar el mantenimiento preventivo programado. En respuesta, se procedió al reemplazo de los filtros HEPA para garantizar una adecuada calidad de aire durante los ciclos de ventilación. Además, se efectuó la limpieza de los componentes electrónicos y de las piezas que alojan los filtros, así como la limpieza de las mangueras internas responsables del suministro de aire hacia los circuitos respiratorios. Finalmente, se llevaron a cabo pruebas preliminares de funcionamiento para verificar que todos los parámetros y sistemas operaran de acuerdo con las especificaciones del fabricante, asegurando la seguridad y confiabilidad del equipo para su uso clínico.



**Ilustración 49. Pruebas preliminares aprobadas.**

Fuente: Imagen propia.

#### **4.9. SEMANA 9 (16-20 DE JUNIO 2025)**

##### **Objetivos**

- Desarrollar habilidades técnicas en la ejecución de mantenimientos preventivos y correctivos.
- Aplicar procedimientos de inspección, diagnóstico y reparación en equipos de soporte vital y laboratorio.
- Fortalecer la capacidad de documentación técnica mediante la elaboración de reportes y registros de mantenimiento.

##### **Introducción**

Durante la penúltima semana de práctica profesional, se llevaron a cabo diversas actividades de mantenimiento preventivo, correctivo e inspección funcional en diversos equipos del área hospitalaria, abarcando tanto dispositivos de soporte vital como de laboratorio. Estas labores permitieron aplicar conocimientos técnicos en electricidad, electrónica, mecánica e

instrumentación, fortaleciendo la comprensión sobre la operatividad y diagnóstico de fallas en equipos médicos. Las intervenciones incluyeron desde mantenimientos rutinarios programados hasta procedimientos correctivos.

1. **Actividad:** MP a equipo CLIA

**Encargados:** Ing. André Rodríguez, Milliet Ordoñez

El procedimiento incluyó la ejecución de las rutinas de mantenimiento programadas según lo solicitado por el software del equipo, con el objetivo de asegurar la precisión en la lectura de los marcadores bioquímicos y garantizar la estabilidad de los resultados. De igual forma se realizó la limpieza integral del sistema hidráulico, incluyendo las tuberías de reactivos y líneas de desecho, para evitar obstrucciones y posibles contaminaciones cruzadas. Adicionalmente, se efectuó la limpieza externa del equipo, asegurando condiciones óptimas de higiene y operación. Una vez finalizado el mantenimiento físico, se llevaron a cabo pruebas funcionales mediante el uso de controles y reactivos, verificando la correcta aspiración, dosificación y lectura de muestras.



**Ilustración 50. Mantenimiento de equipo de quimioluminiscencia.**

Fuente: Imagen propia.

2. **Actividad:** MP a planta de oxígeno

**Encargados:** Ing. Cristian Cruz, Ing. José caballero, Ing. André Rodríguez, Milliet Ordoñez, Ing. Carlos Cruz, Ing. Misael Morales

Se realizó la limpieza externa del cilindro de aire medicinal, cilindro de oxígeno y cámara de tamizado de zeolita. Se llevó a cabo el reemplazo de los filtros HEPA en la línea de suministro de oxígeno y filtros en la cámara de secado, además del cambio de filtros de admisión, pre-filtros y filtros del compresor. Se sustituyó el aceite del compresor y se revisó el nivel de aceite del mismo inspeccionando a su vez válvulas solenoides, sensores de presión, mangueras y el estado del aceite viejo.

Se realizó la limpieza de los extractores de aire, tanto del cuarto técnico como del cuarto donde está ubicada la planta. Adicionalmente, se verificaron presiones de trabajo, caudal de salida, temperatura de operación, nivel de pureza de oxígeno en la salida y estado del analizador de oxígeno. Se ejecutaron pruebas de funcionamiento general para comprobar el arranque automático, el sistema de alarmas y la estabilidad del sistema en producción continua.



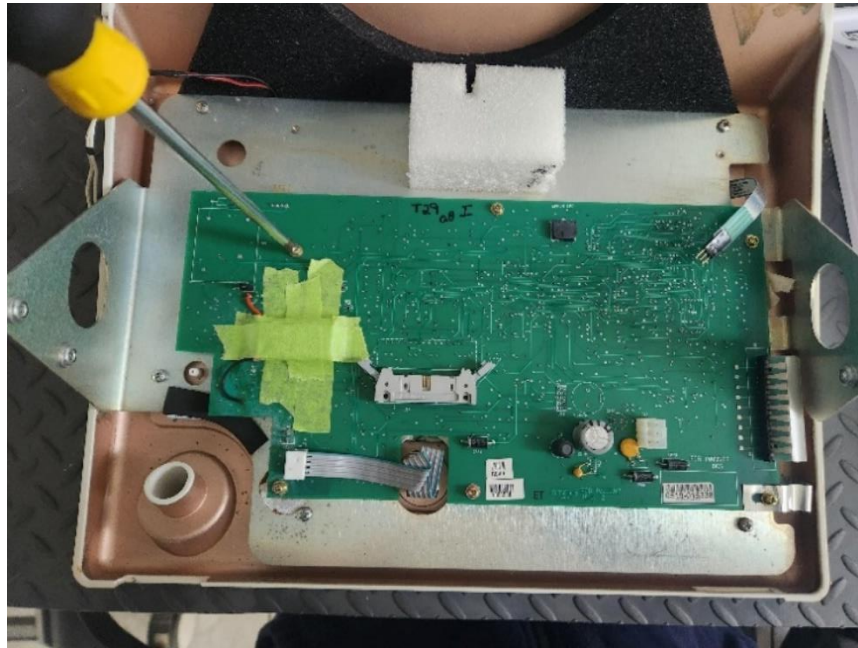
**Ilustración 51. Mantenimiento a compresor de planta de oxígeno.**

Fuente: Imagen propia.

3. **Actividad:** MC a ventilador mecánico

**Encargados:** Ing. Misael Morales, Milliet Ordoñez

Se realizó un mantenimiento correctivo al ventilador mecánico que incluyó la apertura del equipo y la evaluación de la tarjeta principal para revisión de conexiones internas. Se realizaron pruebas de funcionamiento en la pantalla, identificando fallos de comunicación entre la interfaz gráfica y la tarjeta madre. Se procedió a modificar y asegurar manualmente las líneas de conexión, verificando continuidad y fijación de los puntos de contacto con multímetro.



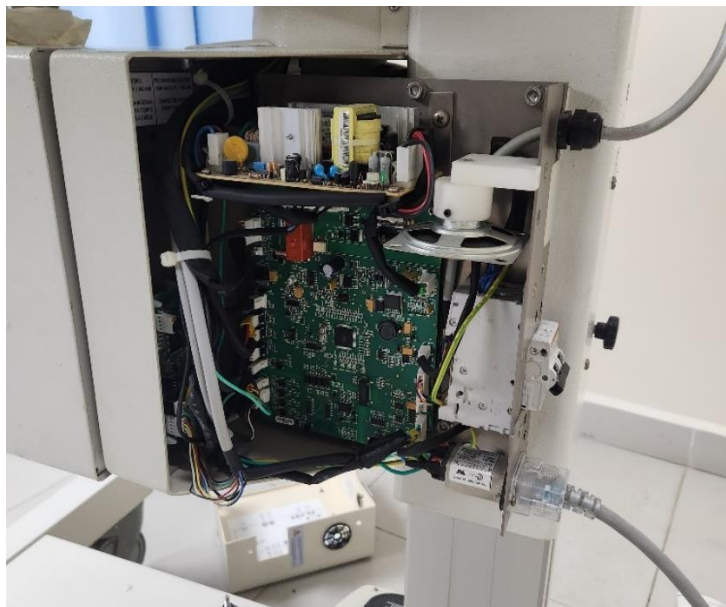
**Ilustración 52. Tarjeta electrónica de ventilador mecánico.**

Fuente: Imagen propia.

4. **Actividad:** MC a incubadora

**Encargados:** Ing. Misael Morales, Milliet Ordoñez

Se reemplazó la tarjeta del sistema de humidificación y se efectuó limpieza general del equipo. También se identificó un fallo en el sistema de pesaje, por lo que se programó el cambio de la tarjeta de la balanza. Además, se hicieron pruebas cruzadas con tarjetas de sensores de otras incubadoras para verificar el funcionamiento de los módulos electrónicos.



**Ilustración 53. Tarjeta de alimentación y sensores de incubadora.**

Fuente: Imagen propia.

5. **Actividad:** Inspección a glucómetro

**Encargados:** Ing. Misael Morales, Milliet Ordoñez

Se efectuó una inspección funcional al glucómetro mediante pruebas de reproductibilidad utilizando agente de control. Se determinó que el equipo no presentaba resultados consistentes, por lo que se concluyó que requiere ser reemplazado.



**Ilustración 54 Prueba de glucometría.**

Fuente: Imagen propia.

6. **Actividad:** Reporte de bombas de infusión

**Encargados:** Ing. José Caballero, Milliet Ordoñez

Se elaboraron reportes técnicos correspondientes a procedimientos de calibración y pruebas de flujo en bombas de infusión. En estos formularios se registraron parámetros técnicos como volumen comprobado, error porcentual, factor de corrección, condiciones ambientales y herramientas utilizadas, como vacuómetros y multímetros. También se documentó el reemplazo de repuestos. Esta documentación permite mantener trazabilidad y control sobre el mantenimiento realizado y los componentes sustituidos para ser reportados directamente con la marca.

**Samtronic** **Dimex**  
médica

FORMULARIO DE CALIDAD / QUALITY FORM  
Reporte de Servicio de Mantenimiento / Maintenance Service Report

**INFORMACIÓN / ID**

Producto / Product: Prueba de infusión Modelo / Model: Teato 4.0 Numero de Serie / Serial Number: 22764 BE/00  
 Cliente / Customer: Hospital del valle Servicio, Ubicación / Service Location: San Pedro Sula  
 Fecha de entrada en el taller / Date of entry into the service: PREVENTIVA / PREVENTIVE  CORRECTIVA / CORRECTIVE

Accesorios / Accessories: CABLE DE PODER / POWER CORD SI/YES  NO   
 SENSOR DE GOTEO / DROPS SENSOR SI/YES  NO   
 OTROS / OTHERS:

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO / REPUESTOS USADOS  
JOB DESCRIPTION / USED SPARE PARTS

CÓDIGO/CODE	DESCRIPCIÓN/DESCRIPTION	CANTIDAD/QUANTITY	LOTE/LOT
WPN4450 R00	Tabla fuente	1	
	Fusible	1	

OBSERVACIÓN TÉCNICA / TECHNICAL OBSERVATION

HERRAMIENTAS USADAS / TOOLS USED

Manovacuómetro / Pressure gauge ID: 916339  
 Multímetro / Multimeter ID: S4221488MIV Otros / Others:

PRUEBAS ELÉCTRICAS / ELECTRICAL TEST

Conforme / Satisfactory  No Conforme / No conformity  Equipo / Equipment ID:

PRUEBA DE FLUJO / FLOW TEST

PARÁMETROS / PARAMETERS:	PARÁMETROS / PARAMETERS:
Volumen comprobado / Measured volume: 20.0 mL/h	Error (%) 1 %
Incertidumbre / Uncertainty:	Factor K: 2.0
Cronómetro / Chronometer ID:	Probeta / Test tube ID: P204-17
Termohigrómetro / Thermohygrometer ID:	
Temperatura / Temperature (°C): 23 °C	HR / RH (%): 70 %

COMENTARIOS / COMMENTS:

Ejecutado por / Executed by: Jose Caballero Fecha / Date: 16 / 06 / 25

**Ilustración 55. Formulario de calidad de bombas de infusión Samtronic.**

Fuente: Imagen propia.

#### 4.10. SEMANA 10 (23-27 DE JUNIO 2025)

##### Objetivos

- .

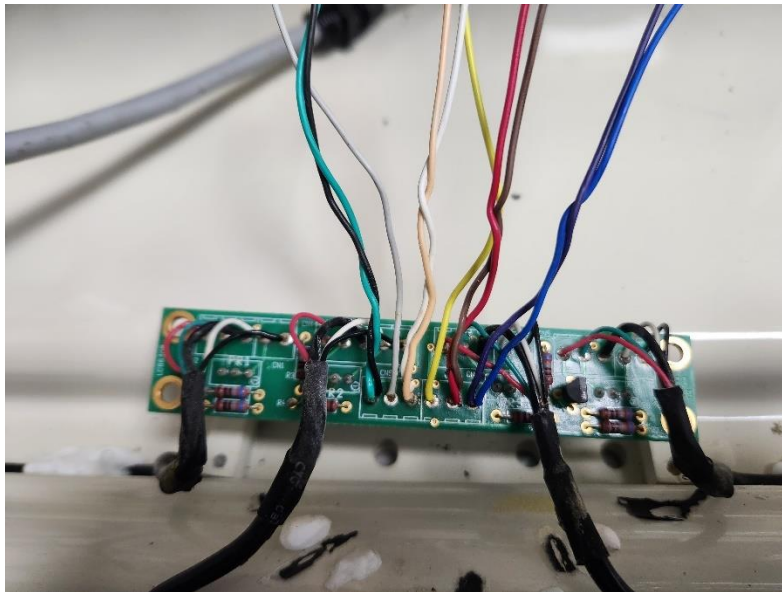
##### Introducción

A .

1. **Actividad:** MC a incubadora

**Encargados:** Ing. Misael Morales, Milliet Ordoñez

Se realizó una limpieza general del equipo y una revisión detallada de componentes como parte del re-diagnóstico. Se efectuó el reemplazo de la tarjeta del sistema de pesaje y se llevaron a cabo ciclos de prueba para verificar parámetros como calibración de celdas de oxígeno, pruebas de funcionamiento de sensores de temperatura y humedad. Asimismo, se realizaron pruebas cruzadas con tarjetas de sensores en otras incubadoras con el fin de identificar posibles fallas en los módulos electrónicos.



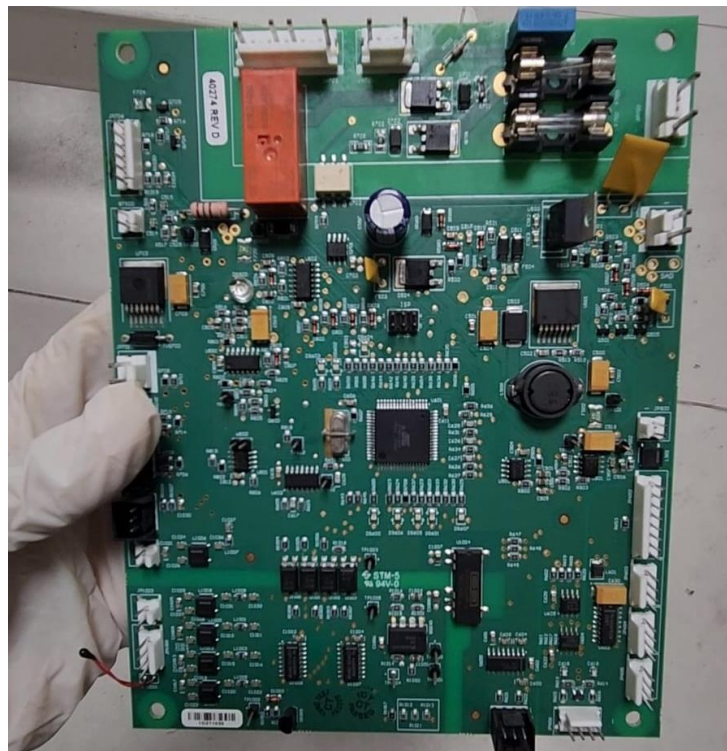
**Ilustración 56. Tarjeta de módulo de pesaje.**

Fuente: Imagen propia.

2. **Actividad:** MC a incubadora

**Encargados:** Ing. Misael Morales, Milliet Ordoñez

Se elaboró un reporte técnico detallado sobre el estado funcional de seis incubadoras revisadas, documentando las principales fallas encontradas en cada unidad. Entre los hallazgos se identificaron cables de conexión dañados en celdas de oxígeno, sistemas de calefacción inoperativos, placas principales deterioradas y placas de teclado deterioradas o ausentes. Esta información fue entregada al personal de biomédica de la institución con el objetivo de programar futuras intervenciones correctivas y gestionar la solicitud de repuestos correspondientes.



**Ilustración 57. Placa principal de incubadora.**

Fuente: Imagen propia.

3. **Actividad:** Instalación de silla odontológica

**Encargados:** Ing. Cristian Cruz, Ing. José Caballero , Milliet Ordoñez

La instalación incluyó la colocación de la silla clínica, la conexión del compresor de aire, y la integración de dispositivos auxiliares como la cámara intraoral y el cavitron. Se realizó el montaje físico de los equipos, el conexionado a las líneas neumáticas y eléctricas.



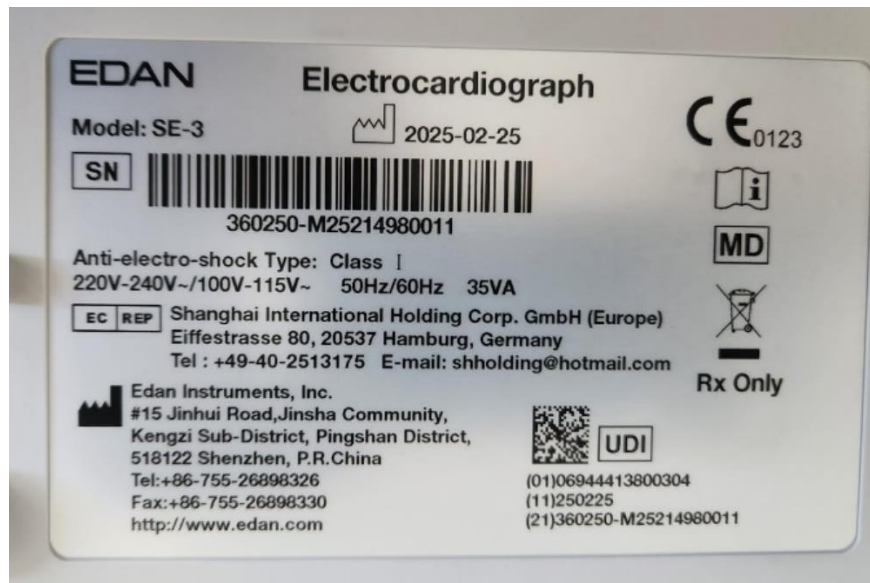
**Ilustración 58. Silla odontológica instalada.**

Fuente: Imagen propia.

4. **Actividad:** Inspección ECG

**Encargados:** Ing. Carlos Cruz, Milliet Ordoñez

Se realizó la verificación del correcto desempeño del cable troncal y sus derivaciones. Utilizando un analizador se comprobó que las derivaciones captaran adecuadamente la señal simulada, evaluando que los valores de frecuencia cardíaca mostrados por el ECG coincidieran con los emitidos por el simulador. Asimismo, se inspeccionó el estado de la impresora térmica del equipo para asegurar la correcta salida gráfica de los registros, validando así su funcionamiento general y la legibilidad de los trazos. De igual forma se verificó el funcionamiento del cable de alimentación y batería.



**Ilustración 59. Etiqueta de ECG EDAN revisado.**

Fuente: Imagen propia.

5. **Actividad:** Inspección de monitor fetal

**Encargados:** Ing. Carlos Cruz, Milliet Ordoñez

Se realizó la inspección general del monitor fetal, verificando el estado físico de los componentes externos y accesorios. Posteriormente, se llevaron a cabo pruebas de los transductores de ultrasonido y la conectividad del sensor tocodinámico, con el fin de evaluar la correcta detección de la frecuencia cardíaca fetal y la actividad uterina. De igual forma se verificó el estado del cable de alimentación y batería.



**Ilustración 60. Etiqueta de monito fetal EDAN revisado.**

Fuente: Imagen propia.

6. **Actividad:** Inspección de planta de oxígeno

**Encargados:** Ing. Carlos Cruz, Ing. Cristian Cruz, Milliet Ordoñez

Se realizó una inspección al sistema eléctrico de la planta de oxígeno tras reportarse el disparo del breaker principal del cuarto técnico, acompañado de olor a quemado. Durante la revisión, se identificó un sobrecalentamiento en los cables de la segunda fase (L2), localizando una línea quemada en el panel principal y una bornera floja en el panel secundario. Como medida correctiva, se procedió con el cambio del breaker dañado y el reemplazo de las líneas de alimentación eléctrica en el panel de suministro principal.

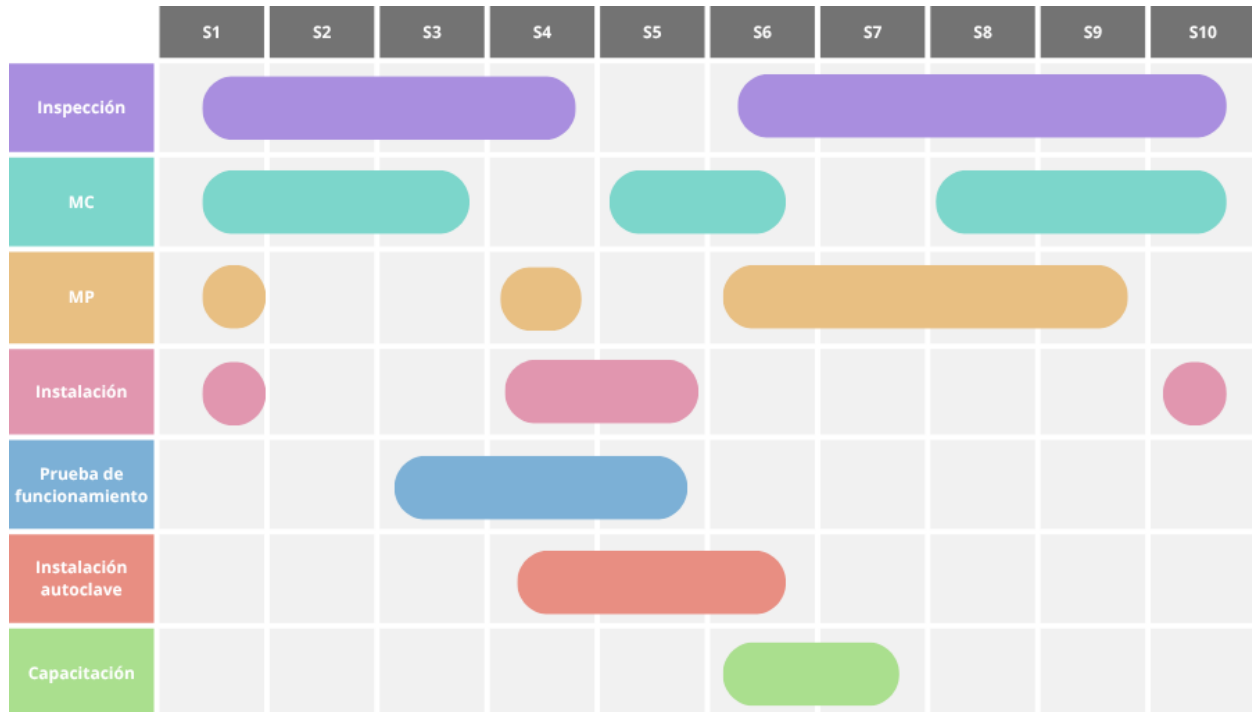


**Ilustración 61. Panel de suministro eléctrico de planta de oxígeno.**

Fuente: Imagen propia.

## 2.1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación, se presenta una representación en forma de diagrama de Gantt sobre las actividades realizadas divididas por el tipo de tarea realizada.



**Ilustración 62. Cronograma de actividades.**

Fuente: Elaboración propia en Canva.

### **III. CONCLUSIONES**

#### **3.1. CONCLUSIÓN GENERAL**

La práctica profesional permitió consolidar y aplicar de forma integral los conocimientos adquiridos durante la formación académica en Ingeniería Biomédica, mediante la ejecución supervisada de inspecciones, mantenimientos preventivos y correctivos, calibraciones, instalaciones y capacitaciones dirigidas al personal clínico. Esta experiencia fortaleció habilidades técnicas, organizativas y de comunicación, y puso de manifiesto la relevancia de contar con oportunidades reales de inmersión en el campo laboral, enriqueciendo la visión profesional y potenciando la capacidad de adaptación a los desafíos del entorno.

#### **3.2. CONCLUSIONES ESPECÍFICAS**

- Se ha participado en al menos el 90% de las actividades programadas de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Las actividades de inspección y verificación funcional, apoyadas por el uso de analizadores y herramientas de calibración, refuerzan la comprensión sobre los estándares de calidad requeridos y los criterios técnicos de aceptación antes de liberar un equipo para operación clínica y hasta el momento se han ejecutado pruebas de funcionamiento en más de 10 equipos biomédicos.
- Las instalaciones de nuevos equipos demuestran la relevancia de una planificación logística adecuada y del cumplimiento de protocolos técnicos para asegurar que las máquinas quedaran listas para su uso seguro y eficiente en entornos hospitalarios.
- La experiencia vivida permite evidenciar la importancia del trabajo colaborativo entre ingenieros y personal especializado, así como la necesidad de una comunicación clara entre los distintos actores involucrados, incluyendo técnicos, ingenieros, usuarios finales y clientes.
- La práctica profesional representó un espacio de crecimiento y reflexión sobre el rol del ingeniero biomédico dentro del sistema hospitalario, reafirmando el compromiso con la mejora continua y el desarrollo profesional a través de la experiencia práctica.

## **IV. RECOMENDACIONES**

### **4.1. A LA UNIVERSIDAD**

Se recomienda fomentar activamente la participación de los estudiantes en actividades de aprendizaje práctico desde periodos tempranos, asignándoles tareas progresivas bajo la supervisión directa del personal especializado, con el fin de potenciar su desarrollo de habilidades técnicas y fortalecer su confianza profesional.

Incentivar proyectos finales que se enfoquen en la mejora de procesos de mantenimiento o trazabilidad de equipos médicos, vinculando directamente la academia con las necesidades reales del sector hospitalario.

### **4.2. A LA EMPRESA**

Es esencial promover una comunicación continua entre el equipo técnico y los usuarios finales, para identificar desafíos operativos, brindar retroalimentación sobre el uso adecuado de los equipos y reducir errores derivados de un manejo inadecuado o del desconocimiento de las especificaciones técnicas.

Se considera oportuno promover reuniones periódicas de revisión entre ingenieros y personal clínico o de ventas para compartir hallazgos recurrentes, proponer soluciones conjuntas y mantener actualizado el plan de mantenimiento e instalaciones, fomentando así la mejora continua de los procesos técnicos y operativos.

Brindar acceso anticipado a los manuales técnicos de los equipos que serán intervenidos en la medida de lo posible, para que el estudiante pueda prepararse previamente y planificar su intervención con mayor seguridad.

## V. REFERENCIAS

1. Ahmadi, D., & Fadaei, A. (2021). Efficiency Evaluation of Hospitals Sterilization by Biological and Chemical Methods. *QUALITY OF LIFE (BANJA LUKA) - APEIRON*, 20(1–2), Article 1–2.  
<https://doi.org/10.7251/QOL2101023A>
2. ASALE, R.-, & RAE. (2025.-a). *Calibrar | Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. Retrieved June 30, 2025, from  
<https://dle.rae.es/calibrar>
3. ASALE, R.-, & RAE. (2025-b). *Mantenimiento | Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. Retrieved May 10, 2025, from  
<https://dle.rae.es/mantenimiento>
4. Bahreini, R., Doshmangir, L., & Imani, A. (2019). Influential factors on medical equipment maintenance management: In search of a framework. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 25(1), 128–143. <https://doi.org/10.1108/JQME-11-2017-0082>
5. *Conoce Todo Sobre Nuestra Empresa | Dimex Médica*. (n.d.). Retrieved April 30, 2025, from  
<https://www.dimexmedica.com/sobre-nosotros/>
6. Department of Pharmaceutics, Government Pharmacy Institute, Patna, Bihar-800007, India, & Kumar, R. (2023). Calibration of Medical Devices: Method and Impact on Operation Quality. *Internationale Pharmaceutica Scientia*, 16(1), 1–14. <https://doi.org/10.31531/2231-5896.1000128>
7. Emmerling, D., Dahinten, A., & Malkin, R. A. (2018). Problems with systems of medical equipment provision: An evaluation in Honduras, Rwanda and Cambodia identifies opportunities to strengthen healthcare systems. *Health and Technology*, 8(1), 129–135.  
<https://doi.org/10.1007/s12553-017-0210-6>

8. Emmerling, D., Sholar, P. W., & Malkin, R. A. (2018). A sustainability evaluation of a biomedical technician training program in Honduras. *Health and Technology*, 8(4), 291–300.  
<https://doi.org/10.1007/s12553-018-0241-7>
9. Frolov, S. V., Potlov, A. Yu., Korobov, A. A., & Savinova, K. S. (2023). Neural Network Control of Environmental Parameters in Neonatal Incubators. *2023 IV International Conference on Neural Networks and Neurotechnologies (NeuroNT)*, 21–24.  
<https://doi.org/10.1109/NeuroNT58640.2023.10175837>
10. Health, C. for D. and R. (2018). What Is an Infusion Pump? *FDA*. <https://www.fda.gov/medical-devices/infusion-pumps/what-infusion-pump>
11. Hernández-López, L. A., Pimentel-Aguilar, A. B., & Ortiz-Posadas, M. R. (2020). An index to prioritize the preventive maintenance of medical equipment. *Health and Technology*, 10(2), 399–403. <https://doi.org/10.1007/s12553-019-00371-y>
12. Houghton, A. R., & Gray, D. (2020). Electrocardiography. In J. Dwight, J. Firth, C. Conlon, & T. Cox (Eds.), *Oxford Textbook of Medicine* (p. 0). Oxford University Press.  
<https://doi.org/10.1093/med/9780198746690.003.0342>
13. Kalstein. (2022, November 10). ¿Cómo funciona una bomba de infusión? *Kalstein*.  
<https://www.kalstein.com.pa/como-funciona-una-bomba-de-infusion/>
14. Khairullin, R. N., Shigaev, S. Yu., Mukhamedyarov, L. N., Denisova, A. R., Semenova, O. D., & Gibadullin, R. R. (2024). Quality Control of Electricity for Specialized Electrical Equipment in a Medical Institution. *2024 6th International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering (REEPE)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/REEPE60449.2024.10479667>
15. Khider, M. O., & Hamza, A. O. (2022). Medical Equipment Maintenance Management System: Review and Analysis. *Journal of Clinical Engineering*, 47(3), 151.  
<https://doi.org/10.1097/JCE.0000000000000538>

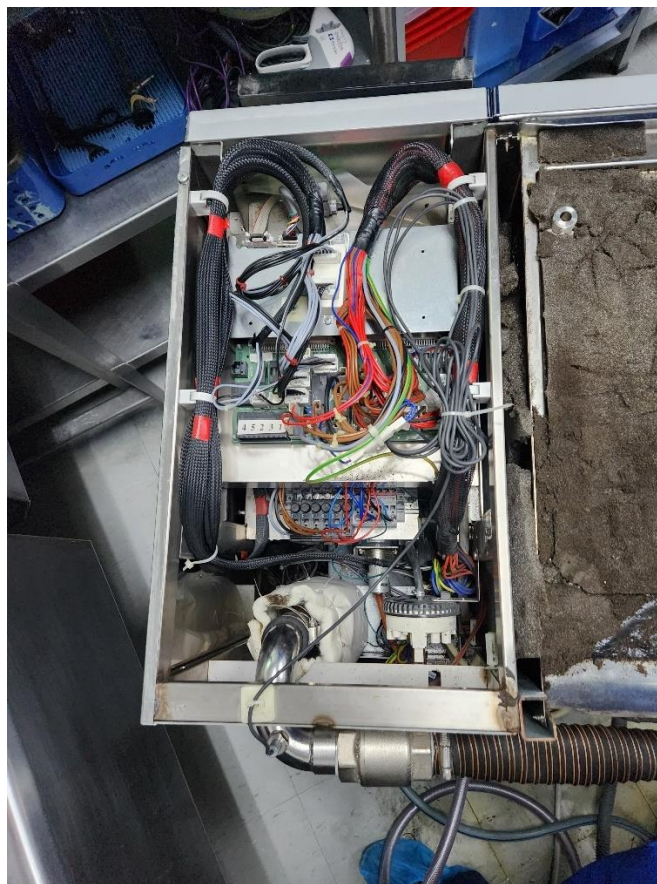
16. Khider, M. O., & Hamza, A. O. (2023). Medical Equipment Maintenance Management System: Design and Implementation. *Journal of Clinical Engineering*, 48(3), 107.  
<https://doi.org/10.1097/JCE.0000000000000592>
17. Lin, Z., Kang, J., Wei, Y., & Zou, B. (2024). Maintenance management strategies for medical equipment in healthcare institutions: A review. *BME Horizon*, 2(3), Article 3.  
<https://doi.org/10.70401/bmeh.2024.135>
18. Magjarević, R., & Badnjević, A. (2024). Inspection and Testing of Electrocardiographs (ECG) Devices. In A. Badnjević, M. Cifrek, R. Magjarević, & Z. Džemić (Eds.), *Inspection of Medical Devices: For Regulatory Purposes* (pp. 139–171). Springer Nature Switzerland.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-031-43444-0\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-031-43444-0_7)
19. *Mantenimiento Correctivo—Qué es el Mantenimiento Correctivo*. (n.d.). Retrieved May 10, 2025, from <https://www.cegid.com/ib/es/soluciones/software-mantenimiento/correctivo/>
20. *Preventivo*. (n.d.). Mantenimiento Industrial RAE, SLU. Retrieved May 10, 2025, from <https://raesl.net/servicios1/preventivo>
21. S, A. S., Ma, M., Am, A., Ae, N., & Mo, A. (2018). The impact of calibration on medical devices performance and patient safety. *Biomedical Research*, 29(12).  
<https://doi.org/10.4066/biomedicalresearch.29-18-550>
22. Saleh, N., Sharawi, A. A., Elwahed, M. A., Petti, A., Puppato, D., & Balestra, G. (2015). Preventive Maintenance Prioritization Index of Medical Equipment Using Quality Function Deployment. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 19(3), 1029–1035.  
<https://doi.org/10.1109/JBHI.2014.2337895>
23. Selvaraju, V., Spicher, N., Wang, J., Ganapathy, N., Warnecke, J. M., Leonhardt, S., Swaminathan, R., & Deserno, T. M. (2022). Continuous Monitoring of Vital Signs Using Cameras: A Systematic Review. *Sensors*, 22(11), Article 11. <https://doi.org/10.3390/s22114097>

24. Shamayleh, A., Awad, M., & Farhat, J. (2020). IoT Based Predictive Maintenance Management of Medical Equipment. *Journal of Medical Systems*, 44(4), 72. <https://doi.org/10.1007/s10916-020-1534-8>
25. Torres Cortes, A. M. (2022). *Diseño e implementación de una bomba de infusión peristáltica rotatoria con motor DC para uso académico*.  
<https://red.uao.edu.co/entities/publication/9b0b0eba-decc-4a27-aed4-b865d9d4bd29>
26. Yulika, D., & Nasution Sundari, M. (2025). Health Equipment Maintenance Management at Arifin Achmad Regional General Hospital, Riau Province. *ResearchGate*.  
<https://doi.org/10.57235/jetish.v3i2.3178>
27. Алексеев, В. Ф., & Пискун, Г. А. (2023). Особенности проектирования медицинских электронных устройств. *Доклады БГУИР*, 21(1), Article 1. <https://doi.org/10.35596/1729-7648-2023-21-1-51-57>

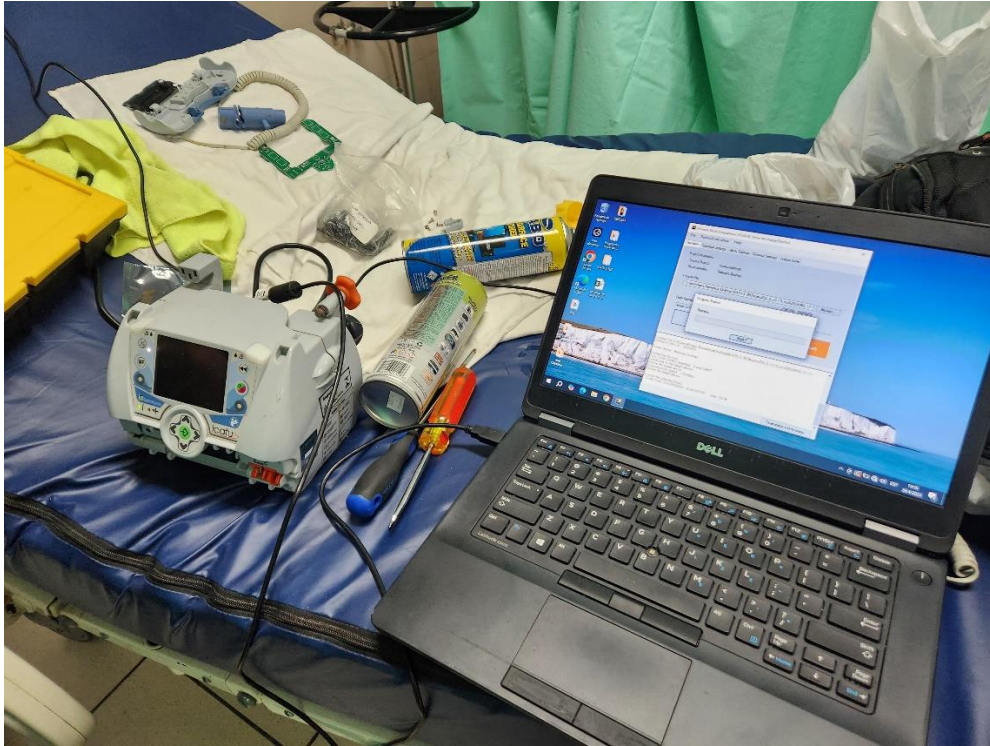
## VI. ANEXOS



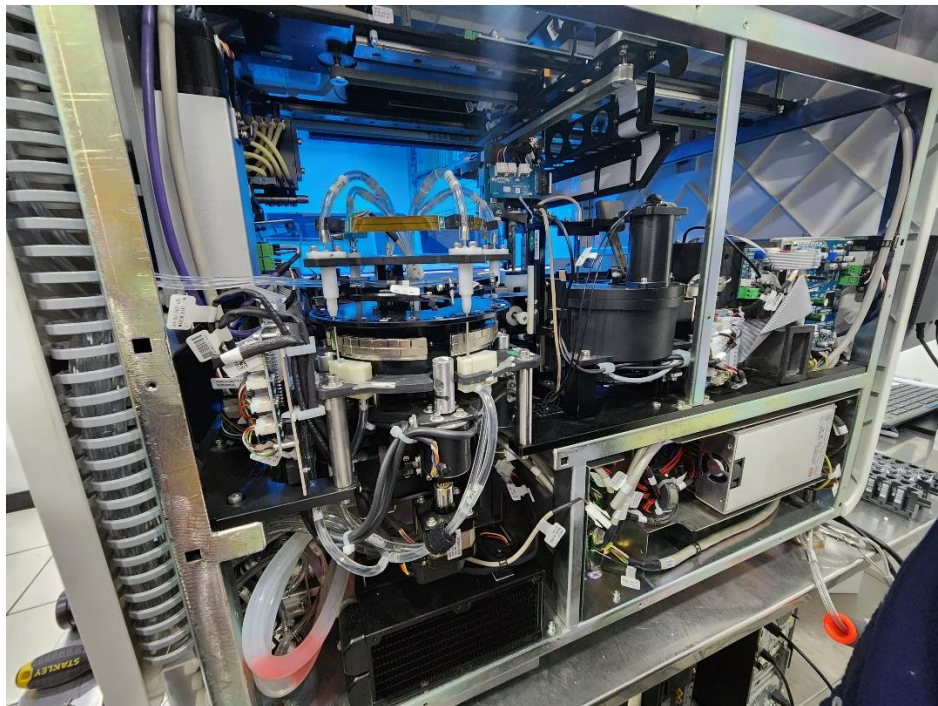
**Anexo 1. Proceso de instalación de equipo de uroanálisis.**



**Anexo 2. Componentes electrónicos de lavadora instrumental.**



**Anexo 3. Actualización de software en bomba de infusión.**



**Anexo 4. Componentes mecánicos de equipo CLIA.**



**Anexo 5. Planta de oxígeno.**



**Anexo 6. Prueba de calidad de agua en sistema de tratamiento de agua de autoclave.**



**Anexo 7. Finalización de instalación de máquinas de anestesia.**



**Anexo 8. Charla a estudiantes.**