



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PRÁCTICA PROFESIONAL

INSTITUTO HONDUREÑO DE SEGURIDAD SOCIAL- HOSPITAL REGIONAL DEL NORTE

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO:

INGENIERO EN BIOMÉDICA

PRESENTADO POR:

22011066 JOSÉ DANIEL MARTÍNEZ SILVA

ASESOR: ING. ALEJANDRO ZAVALA

CAMPUS SAN PEDRO SULA, MARZO, 2024

RESUMEN EJECUTIVO

Durante un período de diez semanas en el Departamento de Ingeniería Clínica del Hospital Regional del Norte, adscrito al Instituto Hondureño de Seguridad Social, desempeñé un papel activo en el desarrollo y ejecución de protocolos de mantenimiento preventivo, calendarizaciones de servicio, y gestión de proveedores como parte de los objetivos del departamento en el instituto.

El informe generado como resultado de esta experiencia detalla exhaustivamente todas las acciones llevadas a cabo en el Departamento de Ingeniería Clínica, resaltando su impacto en la mejora de los servicios de salud ofrecidos a la comunidad. Asimismo, destaca el valor añadido que esta práctica profesional aportó tanto a mi desarrollo personal como a mi preparación para enfrentar desafíos reales en el ámbito laboral, proporcionándome habilidades prácticas relevantes y una comprensión más profunda de la importancia de la gestión eficiente en entornos de ingeniería clínica. A lo largo del informe se encuentra un respaldo teórico en el cual se fundamenta parte de los procesos y actividades que fueron desarrolladas en todo el periodo, así también en ese desarrollo se presentan retos y logros que fueron alcanzados en la práctica y el desglose de las horas y días que fueron dedicadas a cada una.

Palabras clave: Mantenimiento Preventivo, Protocolos, Gestión clínica, Eficiencia operativa.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	Introducción	Error! Bookmark not defined.
II.	Generalidades de la Empresa	2
2.1	Descripción de la Empresa	2
2.1.1	Misión.....	3
2.1.2	Visión	3
2.1.3	Valores.....	4
2.1.4	Principios.....	4
2.2	Ubicación.....	4
2.3	Descripción del Departamento.....	5
2.4	Objetivos de Puesto	11
2.4.1	Objetivo general.....	11
2.4.2	Objetivos específicos	11
III.	Marco Teórico.....	12
3.1	Departamento de Biomédica.....	12
3.2	Ingeniería Clínica y la Gestión Hospitalaria.....	14
3.2.1	Evaluación de Necesidades.....	15
3.2.2	Gestión de Compras	17
3.2.3	Instalación.....	18
3.2.4	Capacitación.....	18
3.2.5	Mantenimiento.....	19

3.3	Áreas Funcionales del Hospital.....	20
3.3.1	CEYE.....	20
3.3.2	Emergencia.....	20
3.3.3	Estudios Especiales.....	21
3.3.4	Ginecología y Obstetricia.....	21
3.3.5	Labor y Parto.....	22
3.3.6	Medicina Interna.....	22
3.3.7	Paramédicos.....	23
3.3.8	Sala de Operaciones.....	23
3.3.9	Unidad de Cuidados Intensivos.....	24
3.4	Normativa y Regulaciones.....	25
3.4.1	ISO 13485.....	25
3.4.2	NFPA 99.....	26
3.4.3	IEC 60601.....	27
IV.	Desarrollo.....	29
4.1	Descripción del Trabajo Desarrollado.....	29
4.1.1	Semana 1.....	29
4.1.2	Semana 2.....	32
4.1.3	Semana 3.....	35
4.1.4	Semana 4.....	39
4.1.5	Semana 5.....	43
4.1.6	Semana 6.....	48
4.1.7	Semana 7.....	52

4.1.8	Semana 8.....	55
4.1.9	Semana 9.....	58
4.1.10	Semana 10	60
4.2	Cronograma de actividad	63
4.3	Indicadores.....	65
V.	Conclusiones.....	67
5.1	Conclusión general.....	67
5.2	Conclusiones parciales.....	67
VI.	Recomendaciones.....	68
6.1	Recomendaciones para el IHSS-HRN	68
6.2	Recomendaciones para UNITEC	68
VII.	Bibliografía.....	70
VIII.	Anexos.....	73

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Logo del Instituto Hondureño de Seguridad Social.....	3
Ilustración 2. Organigrama General IHSS-2022.....	5
Ilustración 3. Organigrama Departamento de Biomédica a Nivel Nacional.....	6
Ilustración 4. Organigrama Interno de Departamento de Biomédica	7
Ilustración 5. Ciclo de vida de la tecnología sanitaria.....	13
Ilustración 6. Planteamiento General de Evaluación de las Necesidades.....	16
Ilustración 7 Cronograma de actividades Sección 1	63
Ilustración 8 Cronograma de actividades Sección 2	64
Ilustración 9 Indicador de Cantidad de Días asignados por actividad.....	65
Ilustración 10 Indicador de Capacitaciones por empresas en el Q1 2024.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Techos Presupuestarios-Ejemplo	18
---	----

LISTA DE SIGLAS

IHSS: Instituto Hondureño de Seguridad Social

HRN: Hospital Regional de Occidente

TAC: Tomografía Axial Computarizada

Rx: Radiografía

FEUM: Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos

FDA: Administración de Alimentos y Medicamentos (por sus siglas en inglés)

UCI: Unidad de Cuidados Intensivos

UCIP: Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos

UCIA: Unidad de Cuidados Intensivos Adulto

UCIN: Unidad de Cuidados Intensivos Neonatal

NIBIB: Instituto Nacional de Bioimagen y Bioingeniería (por sus siglas en inglés)

ISO: Organización Internacional de Normalización

NFPA: Asociación Nacional de Protección contra Incendios (por sus siglas en inglés)

IEC: Comisión Electrotécnica Internacional

SARS-CoV-2: Síndrome Respiratorio Agudo Severo Coronavirus 2

COVID-19: Enfermedad por Coronavirus 2019

PE: Planificación Estratégica

SOP: Sala de Operaciones

GLOSARIO

Licitación Pública: Procedimiento de selección de contratistas de obras públicas o de suministro de bienes o servicios, consistente en la invitación pública a los interesados que cumplan los requisitos previstos en la Ley y en este Reglamento, para que, sujetándose a los pliegos de condiciones, presenten sus ofertas por escrito, entre las cuales el órgano responsable de la contratación decidirá la adjudicación del contrato, de acuerdo con los criterios previstos en la Ley.

Licitación privada: Procedimiento de selección de contratista de obras públicas o de suministros de bienes o servicios, consistente en la invitación expresa y directa a determinados oferentes calificados, en número suficiente para asegurar precios competitivos y en ningún caso inferior a tres, a fin de que presenten ofertas para la contratación de obras públicas o el suministro de bienes o servicios, ajustándose a las especificaciones, condiciones y términos requeridos.

Contratación directa: Procedimiento aplicable en situaciones de emergencia o en las demás situaciones de excepción previstas en el artículo 63 de la Ley, excluyendo los requerimientos formales de la licitación o el concurso.

Equipo médico: un dispositivo médico que requiere calibración, mantenimiento, reparación, capacitación de los usuarios y retirada del servicio, actividades gestionadas normalmente por ingenieros clínicos. El equipo médico se usa específicamente para el diagnóstico, el tratamiento o la rehabilitación de una enfermedad o lesión, ya sea solo o junto con accesorios, material fungible (también conocido como material consumible) u otros equipos médicos. No se consideran equipos médicos los dispositivos médicos implantables, desechables o de un solo uso.

Tecnología Sanitaria: la aplicación de conocimientos teóricos y prácticos estructurados en forma de dispositivos, medicamentos, vacunas, procedimientos y sistemas elaborados para resolver problemas sanitarios y mejorar la calidad de vida. Es equivalente a la expresión "tecnología para la atención de salud", que se utiliza indistintamente.

I. INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene como propósito presentar una visión integral del trabajo que se llevará a cabo durante mi práctica profesional como ingeniero biomédico, enfocado en la aplicación de la ingeniería clínica. Este campo implica la gestión integral de hospitales, desde la administración de compras de insumos hasta la supervisión de equipos cruciales en entornos de atención médica, especialmente en hospitales. Asimismo, aborda actividades administrativas destinadas a la gestión de tecnología y procesos internos asociados.

La práctica se desarrollará en el Instituto Hondureño de Seguridad Social - Hospital Regional del Norte, específicamente en el departamento de Ingeniería Biomédica. Mi participación abarcará tanto la ingeniería clínica como el soporte técnico del hospital. El objetivo principal será brindar apoyo técnico y aplicar mis conocimientos en ingeniería para contribuir al desarrollo de un programa de mantenimiento preventivo para los equipos del hospital. Además, se buscará colaborar en la implementación y mejora de procesos de control internos.

El informe se estructurará en varias secciones, comenzando con las generalidades de la empresa. Aquí se presentará información detallada sobre el puesto, el departamento y una descripción exhaustiva de la institución. Seguidamente, se abordará el marco teórico, proporcionando la base conceptual necesaria para comprender el trabajo que se realizará durante la práctica. En la sección de desarrollo, se presentarán de manera cronológica cada una de las actividades planificadas, ofreciendo una perspectiva clara del trabajo que se llevará a cabo durante el período de la práctica.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

El Instituto Hondureño de Seguridad Social (IHSS) fue establecido el 3 de julio de 1959 como respuesta a la necesidad de contar con una entidad protectora de la seguridad social para los trabajadores hondureños. Esto se llevó a cabo a través del Decreto Ejecutivo No.159, dando origen a una institución autónoma con personalidad jurídica y patrimonio público.

Este organismo se posiciona como un proveedor de servicios de salud cuya misión es asegurar el derecho humano a la atención médica y a los servicios sociales esenciales para promover el bienestar individual y colectivo. Siendo así el IHSS se compone de tres regímenes distintos: el Régimen de Enfermedad Maternidad (EM), el Régimen de Riesgos Profesionales (RP), y el Régimen de Invalidez, Vejez y Muerte (IVM).

El IHSS se encuentra en 21 ciudades de Honduras, teniendo cobertura a través de los 3 regímenes antes mencionados. Su atención a nivel nacional se divide en varios centros como ser el Hospital Regional del Norte. Hospital que cubre en su mayoría a afiliados de toda la zona noroccidental y atlántico dando atención en todos sus servicios de esta manera.

Su población objetivo es todo aquel llamado cotizante que paga una Cuota y está vigente para recibir los servicios que presta el Régimen. Así también incluye a sus beneficiarios, se son los que reciben los beneficios del sistema y son inscritos por el cotizante, este cubre los niños y niñas hasta los 18 años y a las mujeres de maternidad. Según datos obtenidos del INE (Instituto Nacional de Estadística) para el 2021 Honduras contaba con una población aproximada de 9,500,257 personas, siendo 1,835,814 de estas personas aseguradas en el IHSS, indicando que únicamente el 19.32% de la población nacional se encuentra bajo cobertura del instituto. El Hospital Regional del Norte, ubicado en San Pedro Sula, cubre el 24.3% de la población total asegurada, indicando que es uno de los centros a nivel nacional con más afluencia de pacientes.

El nivel de hospital del Hospital Regional del Norte, según el Modelo Nacional de Salud, se encuentra en el Segundo Nivel de Atención, con una complejidad nivel 7 y siendo un Hospital Tipo 4, ya que es un hospital de referencia nacional, universitario y altamente especializado.

El HRN opera con una amplia cantidad de unidades funcionales para proporcionar a la población la atención que requiere, desde emergencia, sala de operaciones, laboratorio, unidades de cuidados intensivos, entre otros. Así también, se establece una estrecha relación con otras clínicas periféricas y regionales ubicadas en las zonas noroccidental y Atlántica, tales como Puerto Cortés, El Progreso, Roatán, Tela, Tocoa, Villanueva, Choloma, Olanchito, La Ceiba, Naco y Santa Rosa de Copán. El HRN desempeña su función al brindar apoyo en la gestión clínica y al servir como hospital para pacientes referidos de la zona, ya que en su lugar de residencia es posible que no cuenten con servicios más especializados disponibles en San Pedro Sula.



Ilustración 1. Logo del Instituto Hondureño de Seguridad Social

Fuente: (IHSS – Instituto Hondureño de Seguridad Social, 2024)

2.1.1 MISIÓN

“Somos la institución de seguridad social a nivel nacional, comprometida en brindar a la población prestaciones y servicios dignos en materia de salud, pensiones y otras que sean necesarias para proteger el patrimonio familiar de los asegurados, cumpliendo con los estándares de profesionalismo, calidad y calidez en el servicio, en procura de la protección y desarrollo inclusivo de las familias hondureñas.”

2.1.2 VISIÓN

“Ser una institución moderna en seguridad social con cobertura universal, referente nacional en transparencia, buena gobernanza, excelencia en la calidad y calidez del servicio; comparando favorablemente respecto a las mejores prácticas que rigen la materia, por su suficiencia y sostenibilidad, su alto grado de profesionalismo, así como modernos sistemas y

procesos de mejora continua que perfeccionan su operatividad, para mejorar la calidad de vida de las familias hondureñas. ”

2.1.3 VALORES

- Ética
- Solidaridad
- Calidez
- Humanidad
- Cultura de la Calidad
- Cultura de Riesgos

2.1.4 PRINCIPIOS

- Universalidad
- Prevención
- Mejora continua
- Eficiencia
- Suficiencia y Sostenibilidad
- Planificación
- Transparencia
- Corresponsabilidad

2.2 UBICACIÓN

El IHSS, como se menciona anteriormente, se encuentra distribuido en todo el país, representado por cada centro que brinda servicios de salud bajo su régimen. Para caso específico de esta práctica, corresponde el Hospital Regional del Norte, ubicado en La Tara, San Pedro Sula, Honduras.

2.3 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

El departamento de Ingeniería Biomédica desempeña un papel fundamental en la gestión integral de la tecnología médica y en todos los aspectos relacionados con su funcionamiento. Este departamento, dividido en dos secciones, la administrativa o de ingeniería clínica y la parte de soporte técnico, se dedica a proporcionar apoyo y atención a diversos procesos. El Departamento de Biomédica es una sección interna del hospital que depende de la Gerencia del Régimen del Seguro de Atención a la Salud, según el Organigrama General, presentado en el 2022.

ORGANIGRAMA GENERAL DICIEMBRE 2022

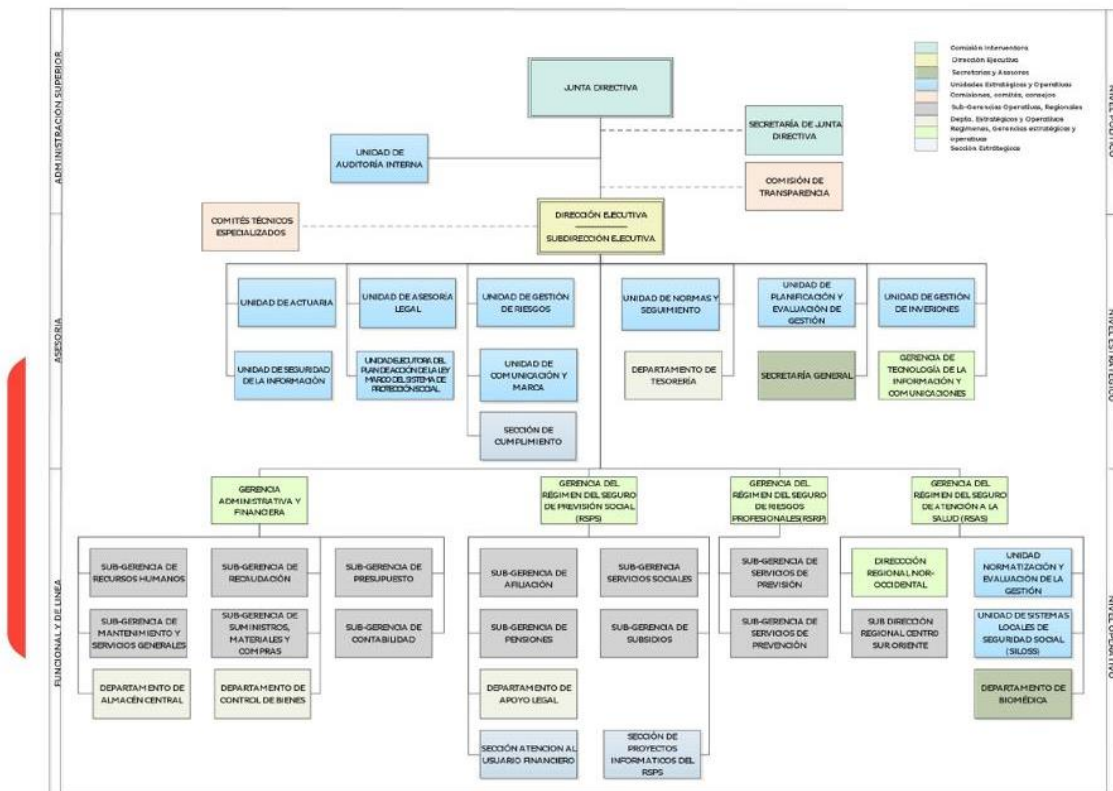


Ilustración 2. Organigrama General IHSS-2022

Fuente: (IHSS – Instituto Hondureño de Seguridad Social, 2024)

Así también es importante resaltar que se cuenta con varias secciones en cuanto a jefatura la cual se divide de la siguiente manera:

- Jefatura de Biomédica Nacional
 - Jefe de Biomédica Sección Noroccidental y Litoral Atlántico
 - Jefe de Biomédica Sección Centro Sur-Oriente

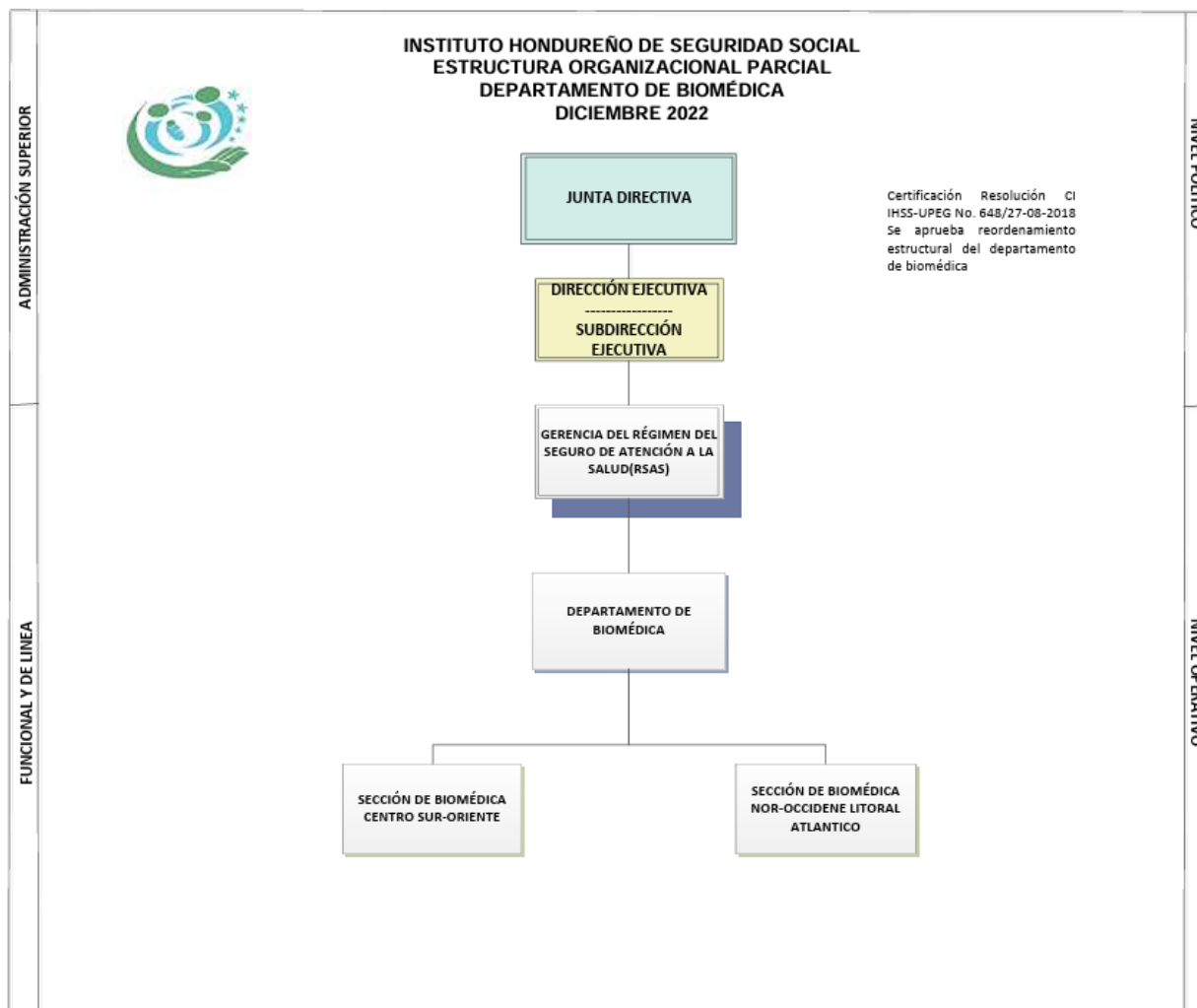


Ilustración 3. Organigrama Departamento de Biomédica a Nivel Nacional

Fuente: (IHSS – Instituto Hondureño de Seguridad Social, 2024)

En el caso del HRN el departamento cuenta con la Jefatura de Biomédica Sección Noroccidental y Litoral Atlántico. Internamente tiene como personal activo 8 personas, 2

ingenieros biomédicos, 1 auxiliar administrativo y 5 técnicos que se dividen en dos tipos Técnico 1 y Técnico 2.

Organigrama Interno del Departamento de Biomédica

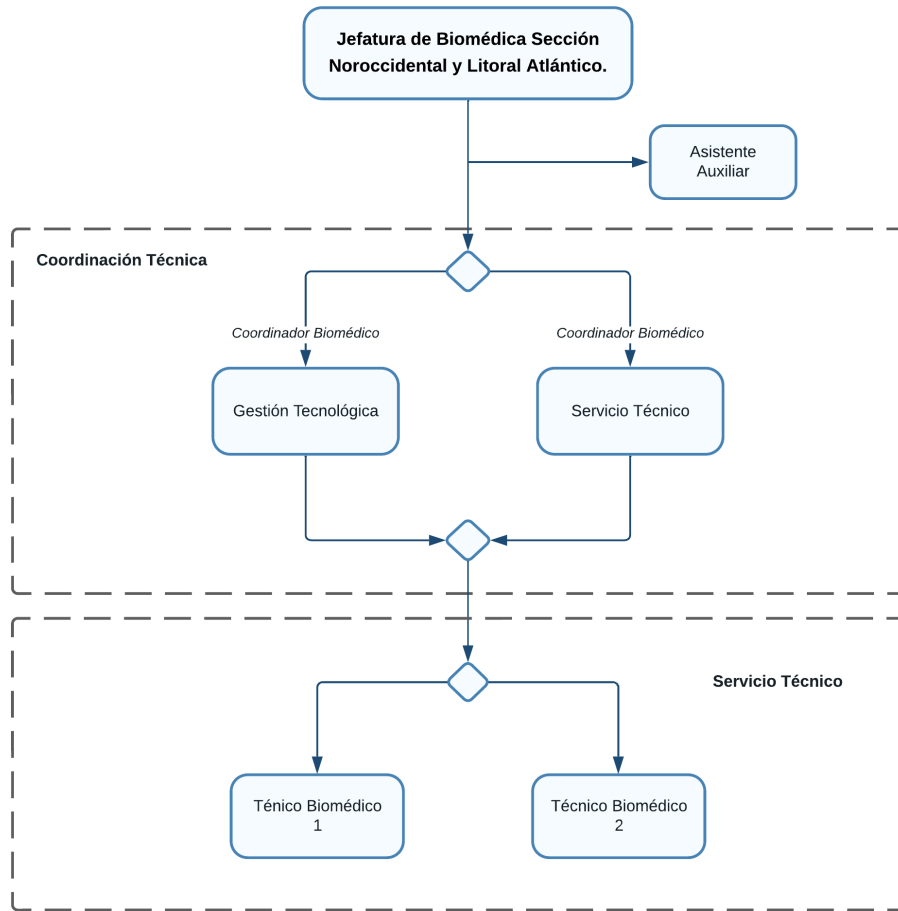


Ilustración 4. Organigrama Interno de Departamento de Biomédica

Fuente: Autoría propia.

- Jefatura de Sección

Tiene como objetivo realizar trabajo técnico de alta complejidad, requiere de competencias para planificar, organizar, supervisar, controlar y ejecutar actividades de reparación y mantenimiento preventivo del equipo médico del hospital. Implementa planes estratégicos y

elabora el Plan Operativo Anual (POA) y el presupuesto de su área. Cada una de esas tareas es contribuyente a la labor general del departamento, dando las bases para que con trabajo en equipo puedan ser ejecutadas.

- Técnico Biomédico I

Su función es mantener el funcionamiento adecuado del equipo biomédico del IHSS, implementando mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo en los Hospitales, Clínicas Periféricas, Clínicas Regionales y Centros Especializados. Algunas de sus funciones son las siguientes:

- Departamento de biomédica

Las responsabilidades del departamento varían según la sección en la que se enfoque, respondiendo a las necesidades que identifica el personal técnico y se hacen llegar a la administración o las que solicitan las salas del hospital al técnico con relación a la tecnología médica instalada. El departamento funge como sección de ingeniería clínica, el cual como objetivo principal tiene asegurarse que tanto el entorno como los dispositivos médicos sean seguros para utilizarse durante la atención a un paciente. Sus funciones según el manual de organización y funciones dependencias administrativas, centros especializados, clínicas periféricas, regionales locales y dirección regional nor-occidente a diciembre 2022, son las siguientes:

1. Planificación, organización, supervisión y ejecución de las actividades de esta sección.
2. Contar con inventario de equipo biomédico por cada área de hospital o clínica periférica o regional.
3. Contar con inventario de repuestos y consumibles de equipo biomédico por cada área de hospital, clínica periférica, centros especializados y regionales de la Nor-Occidental Litoral Atlántico con su respectiva ficha.
4. Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo del equipo biomédico por parte del personal del Instituto.
5. Brindar mantenimiento preventivo al equipo biomédico, fuera de contrato de mantenimiento, de acuerdo a los programas establecidos conforme especificaciones del fabricante.

6. Brindar atención en situaciones de emergencia que se presenten en equipos biomédicos.
7. Realización de reparaciones de moderada complejidad, en los equipos biomédicos en su área de responsabilidad.
8. Supervisión, verificación, control y seguimiento en las visitas de mantenimientos preventivos y correctivos de parte de empresas proveedoras.
9. Verificación del cumplimiento de los deberes y responsabilidades de los proveedores de servicios de mantenimiento preventivo y correctivo a equipos biomédicos.
10. Mantener el funcionamiento de la biblioteca y archivo de referencia técnica en su área de responsabilidad.
11. Aplicación de las hojas de seguridad (MSDS – Material safety data sheets) en caso de que existan materiales especiales que se manejen.
12. Implementación de los manuales técnicos de procedimientos operativos estándar, manuales de instructivos de trabajo y rutinas de mantenimiento.
13. Implementación de las hojas de seguridad (MSDS – Material safety data sheets) en caso de que existan materiales especiales que se manejen.
14. Evaluación técnica del funcionamiento del equipo biomédico con la finalidad de dictaminar la viabilidad de su operación dentro de la Institución.
15. Participación en la elaboración de las especificaciones técnicas durante los procesos de adquisiciones o de subrogación de servicios.
16. Implementación de programas de capacitación y formación con el objetivo de asegurar el manejo eficiente, correcto y seguro del equipo biomédico.

Las funciones detalladas abarcan un espectro integral de actividades cruciales para el correcto funcionamiento y mantenimiento del equipo biomédico en la institución. Desde la planificación, organización y ejecución de actividades hasta la implementación de protocolos de seguridad y evaluación técnica, cada tarea contribuye significativamente al objetivo general de asegurar un entorno hospitalario eficiente y seguro. La gestión de inventarios, la elaboración de planes de mantenimiento preventivo, la respuesta a situaciones de emergencia y la supervisión de visitas de mantenimiento externas demuestran un enfoque proactivo para garantizar la continuidad operativa y la integridad del equipo. Asimismo, la participación en procesos de

adquisición y la implementación de programas de capacitación reflejan un compromiso constante con la excelencia y la mejora continua en el manejo del equipo biomédico, fortaleciendo así la calidad y seguridad en la atención médica.

2.4 OBJETIVOS DE PUESTO

2.4.1 OBJETIVO GENERAL

Contribuir en la gestión tecnológica que permita el óptimo funcionamiento de los equipos médicos en el Hospital Regional del Norte, mediante la provisión de apoyo técnico especializado y la aplicación de conocimientos de ingeniería durante un período de diez semanas, con el propósito principal de desarrollar un programa de mantenimiento preventivo eficiente y trazable.

2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar la tecnología médica existente en el Hospital Regional del Norte para identificar áreas críticas que requieran atención en el programa de mantenimiento preventivo.
2. Colaborar estrechamente con el personal médico y de ingeniería clínica para desarrollar procedimientos y protocolos específicos destinados a optimizar el rendimiento de los equipos médicos y minimizar posibles fallas.
3. Implementar un sistema de seguimiento detallado para monitorear la ejecución del programa de mantenimiento preventivo, asegurando la puntualidad y eficacia en la realización de las tareas planificadas, y ajustando el programa según sea necesario para garantizar la máxima eficiencia operativa.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 DEPARTAMENTO DE BIOMÉDICA

El departamento de Biomédica se describe como aquel que tiene la capacidad de permitir el uso óptimo de todos los recursos tecnológicos con que cuenta la institución prestadora de servicios de salud. Se encarga de brindar apoyo al personal médico y a los servicios clínicos que lo requieran, con el objetivo de mejorar los niveles de actuación y la calidad de los servicios de salud. (CESALUD, 2020)

Como unidad o departamento tiene que cumplir con varias funciones que lo hacen ser un pilar de gran importancia dentro de la institución donde se encuentra. Se requiere una relación cercana y una comunicación efectiva con los demás departamentos del hospital para que este pueda conocer en dónde encontrar apoyo y donde corresponderá actuar para resolver cualquier problema que se presente. Según (WHO, 2017) podemos decir que el ingeniero biomédico se ha convertido en el puente entre la medicina moderna y la ingeniería igualmente moderna, complementado con una combinación de educación en ciencias de la vida, factores humanos, análisis de sistemas, terminología médica, mediciones, sistemas de comunicación e instrumentación. Todo este conocimiento y aplicación de habilidades permite que se pueda garantizar la seguridad y la integración efectiva de los dispositivos médicos e innovaciones con sistemas de la información existentes, sistemas de negocios y procesos organizacionales.

El ingeniero biomédico como tal, tiene la oportunidad de aplicar sus conocimientos en varios rubros, manejando lo que es la tecnología médica en cualquiera de sus áreas. Algunas de estas son:

- Administración hospitalaria
- Investigación clínica
- Ventas
- Agencias regulatorias
- Ambientes hospitalarios

Entre otras en las que se pueden aplicar conocimientos adquiridos en la educación superior y una vez que se labora en campo.

En este contexto, se pueden enlistar las actividades del Ingeniero Biomédico (IB) con base al ciclo de vida de los dispositivos como se muestra en la ilustración 5.



Ilustración 5. Ciclo de vida de la tecnología sanitaria

Fuente: (World Health Organization, 2012a)

Los IB no solo realizan actividades del día a día, sino que también se aseguran de que la infraestructura de los dispositivos este desempeñándose correctamente, a demás son responsables de entender y manejar problemas a largo plazo, instalaciones, integraciones con los sistemas informáticos del hospital y demás situaciones que aportan al funcionamiento integro de toda la tecnología.

Algunas de las funciones que más resaltan como responsabilidad de los IB en cualquier entorno son las siguientes:

- Gestión de riesgos en salud (GRS)
- Tecnologías de la Información en Salud

- Mantenimiento de la Tecnología en Salud

Esas actividades engloban el trabajo general de un ingeniero biomédico en cualquier área en la que este se desenvuelva, en las secciones siguientes se describe más a detalle el trabajo de estos elementos esenciales para la garantización del uso seguro y eficiente de la tecnología de la cual están a cargo.

3.2 INGENIERÍA CLÍNICA Y LA GESTIÓN HOSPITALARIA

Según Hernández & Uribe, s.f., se define la ingeniería clínica o ingeniería biomédica hospitalaria como la amalgama de conocimientos científicos, tecnológicos y administrativos, orientada a su aplicación segura y efectiva en los servicios de atención de la salud. Los ingenieros clínicos, protagonistas en esta área, desempeñan un papel esencial al integrar las tecnologías médicas, garantizar su funcionamiento seguro y cumplir con los estándares normativos necesarios.

Esta especialidad surgió en un momento crucial del desarrollo hospitalario en los años de 1967, cuando se identificó la necesidad de gestionar la creciente complejidad tecnológica. El término "Ingeniería Clínica" fue acuñado por el doctor César Cáceres, quien se convirtió en un referente en el campo. La formalidad de la existencia de Ingenieros Clínicos fue reconocida por la Joint Commission on Accreditation of Hospital en su Manual de Acreditación en 1976, marcando un hito en la consolidación y reconocimiento oficial de esta disciplina (*Rodriguez, 2003*).

En un entorno clínico o hospitalario, la intensa actividad se manifiesta en todos los profesionales que contribuyen directa o indirectamente a la atención de los pacientes. Los desafíos son numerosos y variados, lo que implica que un ingeniero clínico se ve expuesto a diversas situaciones. La complejidad de este entorno no solo radica en la ejecución exitosa de tareas, sino también en la capacidad de adaptarse a las circunstancias cambiantes y enfrentar los retos inherentes a la gestión de tecnología médica. Según *Rodriguez, 2003*, se espera que el ingeniero clínico esté debidamente preparado para:

- Desarrollar soluciones innovadoras para abordar diversos desafíos en el entorno médico-hospitalario.

- Planificar y supervisar la ejecución del mantenimiento preventivo de los equipos médicos instalados, siguiendo las normativas oficiales y las recomendaciones del fabricante.
- Realizar intervenciones de mantenimiento correctivo en los equipos que lo requieran.
- Coordinar y gestionar contratos de mantenimiento para la tecnología biomédica instalada.
- Seguir rigurosamente los procedimientos metrológicos establecidos para la verificación de la instrumentación biomédica.

3.2.1 EVALUACIÓN DE NECESIDADES

Previo a la adquisición de tecnología, es esencial comprender el motivo detrás de la inversión y evaluar si los recursos del departamento se justifican para el activo o servicio planeado. La sección debe realizar una evaluación de las necesidades de los posibles usuarios, asegurando la provisión de herramientas tecnológicas adecuadas, con el fin de poder brindar equipos que vayan a beneficiar todas las partes como ser el paciente, facilidad de uso para el usuario y personal técnico.

La World Health Organization, 2012, define la evaluación de necesidades en determinar qué recursos posee el centro, la región o el país y compararlos con los que debería poseer, teniendo en cuenta la demanda y la situación específicas de la zona de influencia o el grupo objetivo. En esta etapa, se establece lo que el equipo tiene que ser capaz de asistir, resolver o mejorar, con base a las especificaciones presentadas por cada sala o unidad que presentó sus necesidades. Queriendo decir que la efectividad de los resultados que brinde el dispositivo que se adquiera, dependerá fielmente de que fue lo especificado cuando se solicitaron las necesidades.

A continuación, se presenta una tabla en donde se plantea el proceso de evaluación de las necesidades según sea el caso de manera general. Se divide en cuatro secciones, preguntas, datos necesarios, instrumentos y resultado, permitiendo así de manera ordenada tener un condensado de las necesidades una vez que estas ya han sido filtradas y acordemente elegidas.

	Preguntas	Datos necesarios	Instrumentos ^a	Resultado
1	¿Qué servicios de salud se desean o se necesitan?	<ul style="list-style-type: none"> • Demográficos (población objetivo, zona de influencia) • Disponibilidad de proveedores de servicios de salud • Epidemiológicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de "certificación de la necesidad" (véase el Apéndice A) • Guías de práctica clínica (GPC) • Encuestas • Estándares asistenciales • Programa integrado de gestión de tecnologías sanitarias (iHTP) 	
2	¿De qué se dispone? (condiciones y limitaciones locales)	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de servicios de salud • Listas de dispositivos médicos disponibles • Disponibilidad de recursos humanos 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionarios de cartografía de los servicios disponibles (SAM) • Manuales e instrumentos de evaluación • Instrumento de gestión de inventarios • Sistema computarizado de gestión del mantenimiento 	
3	¿Qué normas o prácticas óptimas recomendadas pueden aplicarse o adaptarse?	<ul style="list-style-type: none"> • Normas o recomendaciones sobre la cobertura (zonas de influencia) de la prestación sanitaria • Normas o recomendaciones sobre dispositivos médicos • Normas o recomendaciones sobre los recursos humanos necesarios para la utilización, el mantenimiento y la gestión de equipos médicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Listas de dispositivos médicos (esenciales), clasificados por tipo de centro y servicio o por procedimientos clínicos 	
4=3-2	Diferencia global:			Lista de necesidades generales
5	¿De qué recursos económicos y humanos se dispone? (limitaciones)	<ul style="list-style-type: none"> • Presupuesto (operacional y de inversión de capital) • Recursos humanos 		
6=4-5	Necesidades priorizadas:			Lista de necesidades por orden de prioridad

Ilustración 6. Planteamiento General de Evaluación de las Necesidades

Fuente: (Organización Mundial de la Salud, 2012b)

Este recurso sienta las bases para poder determinar de manera general y segura en donde se encuentran esos servicios de salud y a donde planean llegar, que tecnología o equipamiento logrará hacer que ese camino sea más fácil.

3.2.2 GESTIÓN DE COMPRAS

Una vez se ha determinado que necesidades son las que hay que suplir, se ha enlistado una cantidad adecuada de especificaciones técnicas y se ha observado el mercado en el que se podría adquirir esta tecnología, entra el proceso de gestión de compras.

En el contexto del IHSS como instituto depende de La Ley de Contratación del Estado, ya que como se establece en la misma, esta aplica a todo aquel ente estatal que se financie con recursos públicos.

Para la adquisición de activos o contratación de servicios, la ley establece que se debe adquirir a través de los siguientes procesos:

- Licitación Pública
- Licitación Privada
- Concurso Público
- Concurso Privado
- Contratación directa

Cada uno de ellos va según el tipo de contrato que se quiera adquirir y según el presupuesto que se tiene para cada uno de ellos. Cada año el instituto presenta, los límites presupuestarios y en que categoría de contratación entran, a continuación, se presenta en la tabla 1 los relevantes al departamento de biomédica.

No.	Tipo de contrato	Monto exigible en lempiras	Modalidad de Contratación
1	Contratos de suministros de Bienes y Servicios	L1,000,000.01 en adelante	Licitación Pública
		L300,000.01 a L1,000,000.00	Licitación Privada
		L100,000.01 a L300,000.00	Compra Menor con un mínimo de tres (3) cotizaciones válidas
		L50,000.01 a L10,000.00	Compra Menor con un mínimo de dos (2) cotizaciones válidas
		L0.01 a L50,000.00	Compra Menor con un mínimo de una (1) cotización válida

Tabla 1. Techos Presupuestarios-Ejemplo

Fuente: Autoría Propia

Esto presenta una pauta de información respecto a si se hará un proceso para compra menor, si es necesario una contratación directa en caso de emergencia o si llego al nivel de realizar una licitación en cualquiera de sus tipos. Para esto es necesario haber realizado la etapa de evaluación para así determinar inteligentemente cuanto de mi presupuesto voy a destinar a esa compra para cumplir con la necesidad de la sala.

3.2.3 INSTALACIÓN

La fase de instalación en la gestión de tecnología médica implica la implementación física y funcional de equipos médicos. Es crucial garantizar que la instalación se lleve a cabo de manera precisa y eficiente, siguiendo las normativas y procedimientos establecidos para asegurar un entorno seguro y operativo.

3.2.4 CAPACITACIÓN

3.2.4.1 Capacitación al Personal Técnico

Se debe proporcionar formación detallada al personal técnico encargado de operar y mantener la tecnología médica. Esto incluye instrucciones sobre la configuración, calibración, y

resolución de problemas para garantizar un uso eficiente y seguro de los equipos. Verificar que recomendaciones brinda el fabricante en cuanto a la periodicidad de los mantenimientos necesarios para el equipo, así se prolonga la vida útil del equipo instalado.

3.2.4.2 *Capacitación al personal médico*

El personal médico debe recibir instrucciones específicas sobre la correcta utilización de la tecnología médica en su práctica diaria. Esto abarca desde la interpretación de resultados hasta la comprensión de las funcionalidades avanzadas para una atención óptima al paciente.

3.2.5 MANTENIMIENTO

El mantenimiento lo podemos determinar como la serie de actividades e intervenciones que se le realizan a un activo para que este se encuentre operativo y seguro para su uso. La ASALE & RAE, n.d., definen el mantenimiento como el conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente. Indicando que el propósito principal de esta actividad es asegurar el funcionamiento óptimo de los elementos antes mencionados.

El mantenimiento se puede dividir en tres categorías según su actividad o el fin de esta. Se definen a continuación:

3.2.5.1 *Mantenimiento Preventivo*

El mantenimiento preventivo consiste en la realización de acciones planificadas con anticipación con el objetivo de prevenir posibles fallos o averías en los activos. Se ejecutan actividades de inspección, limpieza, lubricación y ajuste de equipos en intervalos regulares. Un ejemplo de mantenimiento preventivo sería el cambio periódico de aceite y filtros en un vehículo para evitar el desgaste prematuro del motor.

3.2.5.2 *Mantenimiento Predictivo*

El mantenimiento predictivo implica la utilización de técnicas y herramientas para monitorear el estado de los activos y predecir posibles fallos con base en indicadores o datos recopilados. Se emplean tecnologías como el análisis de vibraciones, termografía infrarroja o

análisis de aceite para detectar anomalías. Un ejemplo sería el uso de sensores de vibración en maquinaria industrial para detectar desviaciones en el comportamiento que puedan indicar un fallo inminente.

3.2.5.3 *Mantenimiento Correctivo*

El mantenimiento correctivo se realiza como respuesta a una falla o avería en un activo, con el objetivo de restablecer su funcionamiento normal lo antes posible. Se ejecutan acciones de reparación o sustitución de componentes dañados una vez que ha ocurrido el problema. Por ejemplo, la reparación de una tubería rota en un sistema de abastecimiento de agua para restaurar el flujo y evitar daños adicionales.

3.3 ÁREAS FUNCIONALES DEL HOSPITAL

3.3.1 CEYE

La Central de Esterilización y Equipos (CEYE) es una unidad especializada en instituciones de salud como hospitales y clínicas, dedicada a gestionar y supervisar el proceso de esterilización de instrumentos médicos y equipos utilizados en procedimientos médicos y quirúrgicos. Su objetivo principal es asegurar la eliminación de microorganismos dañinos para prevenir infecciones en los pacientes. Esto implica seguir protocolos específicos y mantener los equipos de esterilización en óptimas condiciones.

3.3.2 EMERGENCIA

Los servicios de emergencia abarcan actividades como atención, transporte y comunicación, para proporcionar cuidados médicos en situaciones críticas. Estos servicios desempeñan un papel de importancia al responder de manera rápida y efectiva ante crisis o riesgos para la salud, implicando la coordinación de diversos profesionales y recursos médicos. La disponibilidad y eficacia de estos servicios son cruciales para salvar vidas y mitigar los efectos negativos de situaciones médicas urgentes.

La sala de emergencias, dentro de un centro de atención médica, constituye un elemento clave de estos servicios, al proveer un ambiente altamente equipado y personal capacitado para

atender pacientes con condiciones médicas agudas o que requieren atención urgente. Desde la evaluación inicial hasta la estabilización y, en algunos casos, la derivación a otras áreas del hospital, la sala de emergencias proporciona atención médica inmediata y esencial para asegurar el bienestar de los pacientes en momentos críticos. (Castiglione, 2020)

3.3.3 ESTUDIOS ESPECIALES

Los estudios especiales se refieren a exámenes médicos específicos y técnicas de diagnóstico avanzadas que se realizan para evaluar con mayor precisión la salud y detectar posibles problemas médicos. Estos estudios pueden incluir pruebas de laboratorio, como análisis de sangre, orina o muestras de tejido, así como también procedimientos de imagenología, como resonancias magnéticas, tomografías computarizadas, ecografías y radiografías.

Estos pueden abarcar pruebas funcionales y pruebas de rendimiento, como pruebas de esfuerzo cardíaco o estudios de función pulmonar, que ayudan a evaluar el funcionamiento de órganos y sistemas específicos del cuerpo. Estos estudios son fundamentales para obtener información detallada sobre la salud de un individuo, ayudando a los médicos a realizar diagnósticos precisos y a planificar el tratamiento adecuado para cada paciente. (*Palermo Imagen*, n.d.)

3.3.4 GINECOLOGÍA Y OBSTETRICIA

La ginecología y obstetricia es una rama especializada de la medicina que se centra en la salud reproductiva de las mujeres, abordando tanto aspectos relacionados con la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades ginecológicas, como también en el cuidado durante el embarazo, parto y postparto. Los ginecólogos se especializan en el diagnóstico y tratamiento de trastornos y enfermedades del sistema reproductor femenino, como endometriosis, cáncer de ovario, cáncer cervical, entre otros. Por otro lado, los obstetras están dedicados al cuidado de las mujeres embarazadas, brindando atención prenatal, asistencia durante el parto y seguimiento postnatal tanto para la madre como para el bebé, garantizando un embarazo saludable y un parto seguro (Cabrera & Astudillo, n.d.).

Esta especialidad médica es fundamental para la salud de las mujeres en todas las etapas de sus vidas reproductivas, desde la adolescencia hasta la menopausia. Además de tratar enfermedades y complicaciones, los profesionales de la ginecología y obstetricia también desempeñan un papel crucial en la educación sobre salud sexual y reproductiva, la planificación familiar y la promoción de la salud femenina en general. La combinación de la ginecología y obstetricia asegura una atención integral para las mujeres, abordando tanto las necesidades médicas relacionadas con la salud reproductiva como el bienestar emocional y físico durante el embarazo y más allá.

3.3.5 LABOR Y PARTO

La sala de labor y parto es un espacio específicamente diseñado dentro de un centro médico, especialmente en áreas como obstetricia y ginecología, dedicado al cuidado de las mujeres durante el proceso de parto y nacimiento. Este entorno está equipado con tecnología médica especializada, como monitores fetales y equipos de resucitación neonatal, junto con comodidades para proporcionar un entorno seguro y cómodo para la madre y el bebé.

Cuenta con un equipo multidisciplinario de profesionales de la salud, que incluye obstetras, enfermeras especializadas en parto, neonatólogos y anestesiólogos, capacitados para brindar atención médica personalizada y de alta calidad durante el parto. La sala de labor y parto no solo es un lugar donde se lleva a cabo el proceso de parto, sino que también ofrece un ambiente de apoyo emocional y físico para las mujeres durante este momento crucial, con el objetivo de garantizar una experiencia segura y satisfactoria para la madre y el bebé (USAC, n.d.).

3.3.6 MEDICINA INTERNA

La medicina interna es una especialidad médica dedicada al diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades en adultos. Los médicos internistas, también conocidos como internistas, se centran en el manejo integral de enfermedades que afectan a múltiples órganos y sistemas del cuerpo, incluyendo enfermedades crónicas, agudas y complejas. Estos profesionales médicos están capacitados para abordar una amplia variedad de condiciones médicas, desde

trastornos cardiovasculares y pulmonares hasta problemas gastrointestinales, renales, endocrinos y hematológicos, entre otros.

La medicina interna se caracteriza por su enfoque holístico, que busca comprender y tratar al paciente en su totalidad, considerando factores genéticos, ambientales y de estilo de vida que puedan influir en su salud. Los internistas trabajan con otros especialistas médicos y equipos de atención médica para proporcionar una atención coordinada y centrada en el paciente, para mejorar la calidad de vida y promover la salud a largo plazo (Borstnar & Cardellach, 2020).

3.3.7 PARAMÉDICOS

Los paramédicos son profesionales de la salud altamente capacitados que brindan atención médica de emergencia en el lugar de los incidentes y durante el transporte de pacientes hacia instalaciones médicas apropiadas. Estos profesionales, también conocidos como técnicos en emergencias médicas (TEM) o técnicos en atención médica de emergencia (TAME), están entrenados para evaluar rápidamente la situación de un paciente, administrar tratamientos de emergencia y estabilizar a los pacientes en condiciones críticas, como lesiones traumáticas, problemas cardíacos, accidentes cerebrovasculares, y otras emergencias médicas. Los paramédicos están equipados con habilidades avanzadas, como la administración de medicamentos intravenosos, el uso de desfibriladores, la intubación y la realización de procedimientos invasivos para controlar la vía aérea, entre otros.

Los paramédicos trabajan en estrecha colaboración con otros profesionales de la salud, como médicos de emergencia y personal de enfermería, para garantizar una atención médica efectiva y oportuna en situaciones críticas. Su rápida respuesta y habilidades avanzadas hacen de los paramédicos un componente vital del sistema de atención médica de emergencia, ayudando a salvar vidas y brindar cuidados cruciales en momentos de crisis.(Asesoría Global, n.d.)

3.3.8 SALA DE OPERACIONES

La sala de operaciones, conocida como quirófano, es un espacio especializado en un hospital o centro médico diseñado para realizar procedimientos quirúrgicos. Este ambiente está meticulosamente equipado con tecnología médica avanzada y cuenta con un equipo

especializado de cirujanos, anestesiólogos, enfermeras quirúrgicas y técnicos para realizar intervenciones quirúrgicas de manera segura y efectiva.

Las salas de operaciones están diseñadas para mantener altos estándares de asepsia y esterilidad, minimizando el riesgo de infecciones durante los procedimientos. Además, proporcionan un entorno controlado donde se pueden realizar muchas cirugías, desde procedimientos simples hasta intervenciones complejas y de alta complejidad, para diagnosticar, tratar o corregir diversas condiciones médicas y mejorar la salud y el bienestar de los pacientes.(*Clínica U. Navarra, 2023*)

3.3.9 UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS

La unidad de cuidados intensivos (UCI), presente en hospitales y centros médicos, constituye un área especializada destinada a brindar atención médica avanzada y vigilancia continua a pacientes gravemente enfermos. Dotada con tecnología médica de punta y un equipo altamente calificado de profesionales de la salud, esta unidad se reserva para aquellos pacientes cuyas condiciones médicas representan una amenaza inminente para su vida o requieren cuidados intensivos para estabilizar su situación. La UCI ofrece un entorno altamente controlado donde los pacientes son monitoreados las 24 horas del día, y reciben tratamientos especializados, como ventilación mecánica y terapia de soporte vital, para abordar sus necesidades médicas críticas (*Perdomo, 1992*).

Este entorno especializado pretende proporcionar la atención más avanzada y personalizada a los pacientes. Con un equipo multidisciplinario altamente capacitado y una infraestructura médica sofisticada, la UCI se esfuerza por mantener un nivel óptimo de cuidado, controlando constantemente los signos vitales y proporcionando tratamientos específicos para cada paciente

3.4 NORMATIVA Y REGULACIONES

3.4.1 ISO 13485

La norma ISO 13485 define los requisitos para un sistema de gestión de calidad para la industria de dispositivos médicos. Estos requisitos tienen como objetivo garantizar que las organizaciones que diseñan fabrican y distribuyen dispositivos médicos mantengan altos estándares de calidad y seguridad en sus procesos y productos.

Algunos aspectos clave de la norma incluyen:

- Enfoque en la gestión de la calidad: ISO 13485 enfatiza la importancia de establecer y mantener un sistema de gestión de calidad sólido y efectivo en todas las etapas del ciclo de vida del producto.
- Cumplimiento regulatorio: La norma ayuda a las organizaciones a cumplir con los requisitos regulatorios específicos de la industria de dispositivos médicos en diferentes jurisdicciones, como la FDA en Estados Unidos o las regulaciones de la UE.
- Gestión de riesgos: Se requiere que las organizaciones implementen procesos de gestión de riesgos para identificar, evaluar y mitigar los riesgos asociados con los dispositivos médicos.
- Documentación y trazabilidad: Se exige la documentación completa de todos los procesos, procedimientos y registros relevantes para garantizar la trazabilidad y la transparencia en todas las operaciones.
- Mejora continua: ISO 13485 promueve la mejora continua de los procesos y productos a través de la evaluación regular del desempeño del sistema de gestión de calidad.
- Enfoque al cliente: Se hace hincapié en la importancia de comprender y satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes, así como en la comunicación efectiva con los usuarios finales y otras partes interesadas.
- Auditorías y certificación: Las organizaciones pueden someterse a auditorías realizadas por organismos de certificación independientes para demostrar el cumplimiento de los requisitos de la norma y obtener la certificación ISO 13485, lo que puede mejorar su reputación y acceso al mercado.

La norma ISO 13485 es una gran ventaja para las organizaciones que producen productos sanitarios y servicios relacionados, asegurar el compromiso con la calidad y aumentar la eficiencia dentro de la organización. Obtener la certificación ISO 13485 puede aumentar su base de clientes y reducir las barreras de entrada a los mercados extranjeros, la responsabilidad del producto y el tiempo de inactividad de la producción (NQA, 2022).

3.4.2 NFPA 99

El código o norma NFPA99 es un documento que establece estándares que los centros de atención médica deben cumplir al considerar el riesgo de incendio o explosión para los pacientes, el personal médico o sus visitantes (Sierra, 2020).

Los puntos principales de la norma incluyen:

- Gases Medicinales: Cubre el diseño, instalación y mantenimiento de sistemas de gases medicinales como oxígeno, aire comprimido y óxido nitroso, garantizando su seguridad y fiabilidad para su uso en entornos médicos.
- Seguridad Eléctrica: Establece pautas para la seguridad eléctrica en instalaciones de atención médica, incluyendo la prevención de descargas eléctricas y la protección de equipos sensibles.
- Prevención de Incendios: Define medidas para prevenir incendios en entornos médicos, desde la selección adecuada de materiales hasta la instalación de sistemas de supresión de incendios.
- Seguridad en la Administración de Gases y Anestésicos: Detalla los requisitos para garantizar la seguridad en la administración de gases medicinales y anestésicos, minimizando el riesgo de errores y accidentes.
- Protección contra Descargas Electroestáticas: Proporciona directrices para proteger contra descargas electrostáticas, que podrían representar un riesgo en entornos con equipos médicos sensibles.
- Ventilación de Gases y Vapores Peligrosos: Establece normas para la ventilación adecuada de áreas donde se manejan gases y vapores peligrosos, protegiendo al personal y a los pacientes de posibles riesgos para la salud.

- Requisitos para Salas Específicas: Detalla los requisitos específicos para áreas como salas de cirugía, salas de recuperación y otras áreas críticas en instalaciones de atención médica.

El código NFPA 99 "Healthcare Facilities Code" (Código de establecimientos de cuidado de la salud), establece criterios para niveles de servicios o sistemas de lugares de cuidado de la salud, basado en el riesgo hacia los pacientes, personal o visitantes en dichos establecimientos, para minimizar peligros como incendios, explosiones y electricidad (*Grupo ORS, 2021*). La NFPA 99 se revisa periódicamente para incorporar avances tecnológicos y mejores prácticas. Su cumplimiento es esencial para garantizar la seguridad de pacientes y personal en entornos de atención médica.

3.4.3 IEC 60601

Según IEC 60601-1 es la norma técnica que los equipos y dispositivos eléctricos médicos deben cumplir antes de comercializarse para que se consideren seguros y eficaces. Este es un requisito para la aprobación de la FDA y el dispositivo debe cumplir con los estándares para su venta en EE.UU. y Europa (*IEC, 2020*). La norma IEC 60601-1 establece los requisitos mínimos de seguridad y rendimiento que deben cumplir los dispositivos médicos antes de ser comercializados. Los estándares adicionales, que abordan aspectos específicos del dispositivo, requieren procesos de prueba o evaluación propios.

Algunos puntos clave sobre la norma IEC 60601 incluyen:

- Seguridad Eléctrica: Establece requisitos para garantizar la seguridad de los pacientes, operadores y terceros en entornos médicos donde se utilizan equipos eléctricos. Esto incluye protección contra choques eléctricos, sobrecalentamiento y otros riesgos eléctricos.
- Compatibilidad Electromagnética (EMC): Define criterios para garantizar que los equipos médicos no interfieran con otros dispositivos eléctricos o electrónicos en su entorno y viceversa, evitando posibles riesgos para la salud de los pacientes.
- Rendimiento Funcional: Establece requisitos para el funcionamiento seguro y efectivo de los equipos médicos, asegurando que cumplan con las funciones para las cuales fueron diseñados y que proporcionen resultados precisos y confiables.

- **Diseño Ergonómico:** Considera aspectos de diseño que afectan la usabilidad y la facilidad de uso del equipo médico, como la accesibilidad para personas con discapacidad y la ergonomía del dispositivo para el personal médico.
- **Gestión de Riesgos:** Incluye requisitos para la identificación, evaluación y mitigación de riesgos asociados con el uso de equipos médicos, asegurando que se tomen medidas adecuadas para minimizar cualquier peligro potencial.

La norma IEC 60601 se aplica a una amplia gama de equipos médicos, desde dispositivos simples como termómetros hasta equipos más complejos como sistemas de imágenes médicas y dispositivos de cirugía asistida por computadora. Cumplir con esta norma es fundamental para garantizar la seguridad y eficacia de los dispositivos médicos utilizados en todo el mundo.

IV. DESARROLLO

4.1 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

4.1.1 SEMANA 1

Objetivo:

- Integrarse al entorno hospitalario, conocer al personal y ejecutar tareas introductorias que contribuirán a la comprensión del departamento desde una perspectiva clínica administrativa y técnica.

Introducción:

- Durante la primera semana del periodo de práctica profesional, se llevó a cabo una exploración de las instalaciones clínicas del HRN. El objetivo principal era obtener una comprensión tangible de la infraestructura esencial para la prestación de servicios médicos a través de un recorrido de las instalaciones y los equipos distribuidos en las diferentes salas de atención médica.

Se realizó integración activa en las actividades clínicas y administrativas. Conociendo al personal involucrado como ser las jefas de las salas, personal técnico, entre otros que tienen relación con el uso de la tecnología médica. Comprendiendo así la importancia de las relaciones dentro del entorno para facilitar la gestión de la tecnología médica, así también la necesidad de manejar un mismo lenguaje técnico para comprender la información que se recibe o se brinda a las demás personas.

Cada una de las actividades a continuación dieron una perspectiva global de lo que se espera de parte de un ingeniero clínico, demostrando el rol principal en ser ese enlace entre maquina y personal clínico para poder hacer uso de la tecnología de una manera eficaz y eficiente.

Trabajo realizado:					
Fecha		Descripción de actividad	Horas	Responsables	Observaciones/ Conclusiones
Día 1	1/15/2024	Supervisión de entrega de Ultrasonido con cambio de pieza por empresa IMECSA. Ver Imagen 1.	1	José Martínez Técnico 2	Se realizó supervisión de la entrega del equipo a la sala de imagenología, verificando funcionamiento óptimo del equipo en conjunto con el personal de la empresa proveedora y el personal de la sala donde pertenece el equipo.
		Limpieza y comprobación de funcionamiento bomba de vacío. Ver Imagen 2.	1	José Martínez Técnico 2	Se realizó limpieza externa a la bomba de vacío, así también se observó el funcionamiento de los motores cuando se llegaba a una presión en la que se requería succión. Así también se revisó el panel de control del equipo, con sus guardamotores, contactores, alarmas, pantallas y demás componentes que hacen el funcionamiento del equipo el mejor para los servicios que lo utilizan.
Día 2	1/16/2024	Asignación de caja de herramientas	1	Supervisor del IHSS José Martínez	Se realizó el conteo de herramientas asignadas a mi persona.
		Creación de protocolo de mantenimiento para MSV	3	José Martínez	Implicó la creación de un formato para poder hacer los mantenimientos preventivos a los

					MSV, con referencia a lo sugerido en varios manuales de servicio.
		Supervisión de MP a VM por DIMEX. Ver Imagen 3.	2:30	Técnico 1 José Martínez	Se supervisó al personal de DIMEX en el MP realizado al VM marca Mindray, en el cual se cambió la turbina porque ya había llegado al nivel de las 20,000 horas necesarias para realizar el cambio de la pieza.
Día 3	1/17/2024	Revisión y levantamiento de equipo	8	José Martínez Técnico 1	Todo ese día se trabajó en la sala de pediatría en la revisión de los MSV marca BLT modelo Q5. Se les realizó limpieza externa e interna y se comprobó la existencia de sus accesorios y condición física externa. Con esa información se entregó informe para la compra de los accesorios correspondientes.
Día 4	1/18/2024	Calendarización de MP para LPN-035-2021	8	José Martínez	Se realizó la calendarización programada para los MP correspondientes a los equipos de la LPN-035-2021.
Día 5	1/19/2024	Revisión y levantamiento de equipo	8	José Martínez	Todo ese día se trabajó en la sala de pediatría en la revisión de los MSV marca BLT modelo Q5. Se les realizó limpieza externa e interna y se comprobó la existencia de sus accesorios y condición física externa. Con esa información se entregó informe para la compra de los accesorios correspondientes.

4.1.2 SEMANA 2

Objetivo:

- Familiarización con la LPN-035-2021, con la Ley de Contratación del Estado y los Procesos internos de adquisición y compra.

Introducción:

Durante este periodo, se llevarán a cabo actividades esenciales para el mejoramiento de las instalaciones médicas. En una visita al Centro Especializado de Medicina Física y Rehabilitación en San Pedro Sula, el equipo de INFRA participará en el proceso previo a la propuesta de licitación para el proyecto de gases medicinales, observando instalaciones y diseñando preliminarmente la propuesta.

En el área de Patología del HRN, se evaluarán condiciones antes de la instalación de equipos, considerando la posible ampliación de cubículos y requisitos eléctricos. También se supervisará el trabajo en las lámparas cielíticas en SOP, asegurando el cumplimiento de la LPN-035-2021.

Se llevarán a cabo inspecciones detalladas de equipos, como ventiladores mecánicos, generando informes y solicitando kits de mantenimiento. Además, se seleccionarán, etiquetarán e inventariarán insumos para el taller.

La instalación de una resistencia para la caldera de la autoclave BMT será supervisada, abordando problemas de corrosión y mal tratamiento del agua. La jornada concluirá con la revisión en la sala de pediatría, proporcionando informes para la adquisición de accesorios. También se participará en una capacitación sobre la máquina de anestesia, impartida por el proveedor DIMEX en Shanti Café. Estas acciones reflejarán el proceso desde actividades pequeñas que contribuyen a la mejora continua de la gestión de la tecnología en el hospital.

Trabajo realizado:					
Fecha		Descripción de actividad	Horas	Responsables	Observaciones/ Conclusiones
Día 1	1/22/2024	Revisión de condiciones preinstalación de equipos para patología.	1	José Martínez Supervisor del IHSS Ing. Biomédico	Se realizó supervisión de la entrega del equipo a la sala de imagenología, verificando funcionamiento óptimo del equipo en conjunto con el personal de la empresa proveedora y el personal de la sala donde pertenece el equipo.
		Visita al Centro especializado de Medicina Física y Rehabilitación. Ver Imagen 4.	1	José Martínez Ing. Biomédico	Se realizó la visita al centro junto al equipo de INFRA para poder revisar las instalaciones previo a la oferta para licitación del proyecto de gases medicinales del centro.
Día 2	1/23/2024	Asignación de actividades	3	Supervisor del IHSS José Martínez	Se realizó la planeación de actividades, según considerado por el supervisor para cumplir con los objetivos del programa. Se organizaron los planes de mantenimiento preventivo y actividades pre-brigada.
		Supervisión de MP a lámparas cialíticas. Ver Imagen 5.	3	José Martínez Supervisor del IHSS	Se supervisó el MP realizado a las lámparas por el personal de DICOSA, observando detalladamente a los protocolos de MP que siguen como empresa.
Día 3	1/24/2024	Revisión del estado técnico de los VM Maquet Servo Air. Ver Imagen 6.	7	José Martínez	Se confirmó el estado y condición de los ventiladores, verificando las horas de funcionamiento de cada

					equipo, la capacidad restante de la celda de oxígeno.
Día 4	1/25/2024	Instalación de una resistencia para la caldera de la autoclave BMT. Ver Imagen 7	8	José Martínez	Abordando problemas de corrosión y mal tratamiento del agua, se determinó necesario el cambio de la resistencia por fallas en la regulación de temperatura del equipo. Ver Imagen 8; Imagen 9.
Día 5	1/26/2024	Revisión y levantamiento de equipo	8	José Martínez	Todo ese día se trabajó en la sala de pediatría en la revisión de los MSV marca BLT modelo Q5. Se les realizó limpieza externa e interna y se comprobó la existencia de sus accesorios y condición física externa. Con esa información se entregó informe para la compra de los accesorios correspondientes.

4.1.3 SEMANA 3

Objetivo:

- Implementar rondas en áreas críticas, finalizar revisión de MSV en pediatría para compra de accesorios. Preparar el departamento para brigada cardiológica pediátrica. Proponer plan de MP para osmosis con Water Technologies y avanzar en la verificación de adaptación de software para ventiladores SV300. Coordinar recepción y traslado de Bomba extracorpórea donada.

Introducción:

Durante este período, nuestro enfoque se centró en acciones clave para fortalecer las operaciones hospitalarias. En los primeros días de la semana iniciamos implementando rondas en áreas críticas, siguiendo un recorrido inicial, y concluimos la revisión de MSV en la sala de pediatría para planificar la compra de accesorios esenciales.

Además, nos preparamos para la llegada de una brigada cardiológica pediátrica en febrero, gestionando salas y equipos. Verificamos la condición de ventiladores en UCIA y UCIP para una actualización de software, adaptamos soportes de monitores en SOP y continuamos evaluando y reparando equipos en diversas áreas.

Se recibió una visita para la generación de un plan de Mantenimiento Preventivo para el sistema de osmosis con Water Technologies. Así también, coordinamos la recepción y traslado de una Bomba extracorpórea donada, asegurando su revisión detallada.

En esta semana se logró comprender la gestión clínica de varias perspectivas tanto en la intervención de mantenimientos correctivos en algunos equipos como en la planeación de proyectos próximos en los que se involucran varias áreas en conjunto con el fin de obtener resultados óptimos y eficientes para el mejoramiento de los servicios que brinda en hospital.

Trabajo realizado:					
Fecha		Descripción de actividad	Horas	Responsables	Observaciones/ Conclusiones
Día 1	1/29/2024	Recorrido por el Hospital	2	Ing. Gabriela R. Ing. Diego F. José Martínez	Se realizó un recorrido por las áreas críticas del hospital, ejemplificando lo que en su momento se llamaba ronda. Para así poder aplicarla en los días posteriores
		Culminación de levantamiento y revisión de MSV	2	José Martínez	Se culminó con la revisión de los MSV en la sala de pediatría con el informe completo en cuanto a observación y especificaciones por equipo para compra de accesorios.
		Panificación y asignación de actividades para brigada cardiológica pediátrica. Avances	4	Ing. Gabriela R. Ing. Diego F. José Martínez	Se hizo de conocimiento que se aproximaba una brigada cardiológica pediátrica en el mes de febrero, para la cual se debía de preparar como departamento en la preparación de las salas a utilizar, gestión de los equipos que se van a requerir y manejo de la información en cuanto a unos equipos que vienen por donación.
Día 2	1/30/2024	Revisión de versiones en Ventiladores Mindray SV 300 para posible integración de software con soporte a neonatos.	2	Ing. Gabriela José Martínez	Se hizo una revisión de los equipos encontrados en las salas de UCIA y UCIP para verificar la información de los ventiladores y verificar si están aptos para recibir una nueva versión

					de software adaptable para funcionar con neonatos.
		Revisión y verificación de ventiladores mecánicos Maquet Servo Air. Ver Imagen 11.	1	José Martínez	Se realizó un nuevo levantamiento de la información del estado del equipo tanto de UCIA como de UCIP. Para verificar el estado de compra de los kits de mantenimiento y recambio de celda de oxígeno.
Día 3	1/31/2024	Ingreso de las solicitudes de compra para los Módulos Multiparamétricos de los MSV en UCIA.	4	José Martínez	Se realizó el ingreso de la solicitud de compra a la base de datos interna que se maneja para el control de estas, con el objetivo de tener un seguimiento más directo con cada una de las compras que se pretenden realizar.
		Pruebas y mediciones de ensamblaje de MSV a máquina de anestesia.	2	Ing. Gabriela R. José Martínez	Se realizó el desmontaje de uno de los monitores Mindray en UCIA para verificar si ese mismo soporte podría ser utilizado en el riel de las máquinas de anestesia Penlon en SOP a petición de las personas de la brigada, ya que se requiere un monitor más grande y a una mayor altura. Se concluyó que se requiere la adaptación del soporte que conecta al satélite ya que este no encaja de manera correcta en el riel lateral de la máquina.
Día 4	2/1/2024	Revisión de equipos reportados por sala de Labor y Parto	2	José Martínez	Se visitó la sala de Labor y Parto ya que se había solicitado la reparación de unas lámparas cuello de ganso, se tomaron las especificaciones

					técnicas del equipo y se enviaron a cotización para la pronta solicitud de las piezas a cambiar.
		Visita de Water Technologies para evaluación de la planta de tratamiento de agua en el hospital.	1	Ing. Diego F. José Martínez	Se recibió al personal de Water Technologies para realizar evaluación de la osmosis y plantear una propuesta de MP para la misma y generación de un posible contrato con la empresa, ya que es uno de los temas más importantes del momento para evitar seguir teniendo fallas en los equipos que requieren un suministro de agua tratada.
		Continuación del levantamiento VM SV300	3	José Martínez	Se continuó con el levantamiento de la información técnica referente a los VM para evaluar la posible adaptación de un nuevo software.
Día 5	2/2/2024	Recepción de equipo por donación en Aduana La Mesa, San Pedro Sula. Ver Imagen 10.	7	José Martínez Técnico 1	Se acompañó al personal administrativo a la recepción de la Bomba extracorpórea donada por una fundación española. Se realizó el traslado al IHSS donde se ubicó el equipo en SOP para ser revisada por el personal de Bienes Nacionales y personal de Biomédica en los días posteriores.

4.1.4 SEMANA 4

Objetivo:

- Continuar con la coordinación de los mantenimientos preventivos, asegurando disponibilidad con los responsables de las salas. Tomar en consideración la evaluación prioritaria de equipos fuera de contrato, como los ecógrafos en el área de CE. Además, dar seguimiento a informes detallados sobre la condición del equipo recibido por donación, destacando necesidades y hallazgos. Mantener la coordinación con proveedores pendientes para el cumplimiento de lo planificado según la LPN-035-2021.

Introducción:

En esta semana, el enfoque se dirige a mejorar la coordinación de mantenimientos preventivos (MP) en colaboración con los encargados de las salas, asegurando disponibilidad y agendando fechas acordadas con los proveedores. Además, se priorizará la evaluación de equipos, con especial atención en aquellos fuera de contrato, como los ecógrafos en el área de CE.

Se trabajará en la creación de informes detallados sobre la condición y datos generales de los equipos en SOP, resaltando hallazgos y necesidades. Paralelamente, se dará seguimiento al MP en mesas quirúrgicas y demás equipos en SOP, así también dar seguimiento a la coordinación con proveedores pendientes. También continuaremos la evaluación de la bomba extracorpórea con la asesoría de un experto en el manejo de estos equipos.

Trabajo realizado:					
Fecha		Descripción de actividad	Horas	Responsables	Observaciones/ Conclusiones
Día 1	2/5/2024	Seguimiento y coordinación de los MP planificados con los proveedores y jefes de sala en el HRN y clínicas Regionales.	8	José Martínez	Se trabajó en la coordinación de los mantenimientos con los encargados de las salas para consultar con ellos la disponibilidad del equipo en cuestión para agendar el MP que corresponde según lo acordado con los proveedores. Se buscó hablar con cada uno de ellos para verificar las fechas posibles de trabajo.
Día 2	2/6/2024	Desempaque y Revisión de la Bomba Extracorpórea recibida por donación.	3	Ing. Diego Funes José Martínez Personal de Bienes Nacionales	Se revisó el equipo de manera superficial verificando su condición física, encontrando como detalles un poco de corrosión en la carcasa y una de sus llantas estaba dañada. Se revisó con que componentes esta venia y captura de la información que se encontraba en las etiquetas del equipo para realizar un estudio sobre el equipo. Así también se obtuvo información de la empresa que realizaba los MP al equipo para consultar si se tenía un historial de este, para tomarlo en cuenta a futuro.
		Coordinación de los MP con los consultorios en CE.	2	José Martínez	Se visitó el área de CE para coordinar los mantenimientos correspondientes a los equipos que no se encuentran bajo contrato siendo estos en su mayoría ecógrafos.
		Comprobación de la ubicación de equipos fuera de contrato.	2	José Martínez	Se visitó varias salas del hospital, como ser Emergencia y Observación Adulto, Sala de

					Hemodinamia y Estudios Especiales. Confirmando la existencia y ubicación de los equipos en el listado de equipos fuera de contrato, para así poder evaluar su condición y justificar si se pudiesen incluir en uno nuevo.
Día 3	2/7/2024	Limpieza y observación a equipo recibido por donación. Bomba extracorpórea.	6	José Martínez	Se realizó la limpieza general del equipo en SOP, ya que, al momento de ser desempacada, el polvo y aserrín de la caja ensuciaron su carcasa. Así también se tomó la oportunidad de revisar nuevamente sus componentes e identificar los accesorios con los que esta venia para posteriormente entregar un informe de la condición y datos generales del equipo a jefatura.
		Supervisión de MP por DIMEX en SOP. Ver Imagen 12.	1	José Martínez Personal DIMEX	Se supervisó el mantenimiento preventivo realizado a las mesas quirúrgicas en los Qx5 y Qx6, así también a la sierra de esternón que se encuentra bajo contrato y es parte del cumplimiento de la LPN-035-2021.
Día 4	2/8/2024	Elaboración y presentación de informe según lo observado del equipo recibido por donación. Ver Imagen 27; Imagen 28.	5	José Martínez	Se trabajo en la creación del informe a presentar a la jefatura de biomédica en la cual se especificaban los datos generales del equipo con referencia al manual de servicio y al catálogo, en el cual se realiza una comparación de los componentes que trae el equipo y cuales otros serían necesarios para un correcto funcionamiento de este. Así también, se incluyen los hallazgos físicos en el equipo

					para tomar en cuenta la condición en cual este se recibe.
Día 5	2/9/2024	Seguimiento a la planificación de MP por parte de los proveedores.	2	José Martínez	Se le dio seguimiento a la coordinación de los MP con varios proveedores que hasta ese momento no habían dado respuesta con respecto a lo solicitado
		Visita de experto en Bombas extracorpóreas. Ver Imagen 14.	4	Ing. Diego F. José Martínez	Se recibió la visita de un experto en el manejo de bombas extracorpóreas para dar una evaluación del equipo según su criterio y conocimiento. Lastimosamente por cuestiones de seguridad no se pudo llevar la bomba a uno de los quirófanos, pero si se logró encender el equipo y verificar que su batería funciona correctamente.

4.1.5 SEMANA 5

Objetivo:

- Implementar rondas en áreas críticas, finalizar revisión de MSV en pediatría para compra de accesorios. Preparar el departamento para brigada cardiológica pediátrica. Proponer plan de MP para osmosis con Water Technologies y avanzar en la verificación de adaptación de software para ventiladores SV300. Coordinar recepción y traslado de Bomba extracorpórea donada.

Introducción:

Verificamos la condición de ventiladores en UCIA y UCIP para una actualización de software, adaptamos soportes de monitores en SOP y continuamos evaluando y reparando equipos en diversas áreas.

Se recibió una visita para la generación de un plan de Mantenimiento Preventivo para el sistema de osmosis con Water Technologies. Así también, coordinamos la recepción y traslado de una Bomba extracorpórea donada, asegurando su revisión detallada.

En esta semana se logró comprender la gestión clínica de varias perspectivas tanto en la intervención de mantenimientos correctivos en algunos equipos como en la planeación de proyectos próximos en los que se involucran varias áreas en conjunto con el fin de obtener resultados óptimos y eficientes para el mejoramiento de los servicios que brinda en hospital.

Trabajo realizado:					
Fecha		Descripción de actividad	Horas	Responsables	Observaciones/ Conclusiones
Día 1	2/12/2024	Este día me encontraba mal de salud, y me excusé con mi jefe inmediato.	N/A	N/A	N/A
Día 2	2/13/2024	Ingreso de equipos al programa de Gestión de OT.	8	José Martínez	Este día se dedicó a la implementación del programa propuesto para la gestión digital de OT con el uso de la herramienta Maintain X, en la cual hice el registro de los equipos, la creación de las ubicaciones y personalización del programa para la gestión de los mantenimientos en sus dos categorías MP y MC. El programa permite la asignación de las actividades al personal técnico teniendo una gestión dentro de un mismo programa para facilitar el trabajo y reducir pérdidas de recursos a través del método tradicional que se maneja en el departamento.
Día 3	2/14/2024	Supervisión de MP en SOP por Seijiro Yazawa Iwai.	3	José Martínez	Se realizó supervisión al trabajo de MP realizado por el proveedor SYI

				Técnico 2	a los equipos de microscopio quirúrgico y de litotricia. Se observó la manera en la que ejecutan sus protocolos y la verificación del funcionamiento de los equipos. En cuanto a los equipos de litotricia, se sigue a la espera de unos componentes para realizar la puesta a punto de los equipos bajo contrato con ellos.
		Movimiento de camillas en mal estado a Pediatría A.	2	José Martínez Técnico 2	Se realizó el movimiento de las camillas en mal estado de la sala de Recuperación a Pediatría A, ya que en Gestión de Pacientes se solicitó el despeje del área en la que estos se encontraban para disponer de un espacio libre para el personal de la brigada.
Día 4	2/15/2024	Evaluación de MSV tentativo para equipamiento de sala a utilizarse en la brigada.	4	José Martínez	Se trabajó en la evaluación de los MSV BLT Q5 ubicados en Medicina de Hombres para su posterior traslado a la sala tentativa donde estarán los pacientes de la brigada cardiaca pediátrica, verificando el estado físico y condición de accesorios. Se eligieron dos, considerando su estado y funcionamiento.
Día 5	2/16/2024	Recepción de equipo por donación en Aduana La Mesa, San Pedro Sula. Ver Imagen 13.	6	José Martínez	Nuevamente se realizó recepción de dos equipos que complementan la bomba extracorpórea, siendo estos dos

					intercambiadores de temperatura. Se llevó la mayoría del tiempo esperando que se coordinara la entrega por parte del agente aduanero. Seguidamente, se transportó el equipo al hospital donde se recibió junto con la jefatura y se entregó en SOP para su almacenamiento mientras se realizan las observaciones y evaluaciones necesarias por parte del departamento de biomédica.
		Presentación del programa de gestión de Mantenimiento o CMMS. Maintain X.	1	José Martínez	<p>Se realizó la presentación de la personalización y adaptación del CMMS a la jefatura de biomédica, mostrando la efectividad y el uso del programa en la gestión de OT y personal, observando como brinda un mejor manejo de la información y la agilidad en el reportaje de situaciones tanto de parte de las salas solicitantes como el personal técnico del que están a cargo.</p> <p>Se obtuvo una buena retroalimentación por parte de la jefatura, de lo presentado y se propuso seguir trabajando en ello para poder implementarlo a futuro tanto en la Dirección Nor-occidental y Litoral Atlántico, así</p>

					como en la Dirección Centro-Sur del IHSS.	
--	--	--	--	--	---	--

4.1.6 SEMANA 6

Objetivo:

- Garantizar el funcionamiento óptimo y seguro de los equipos médicos durante la semana de actividades, mediante la revisión exhaustiva, reparación y soporte técnico oportuno, contribuyendo así al éxito de la brigada médica y al bienestar de los pacientes atendidos.

Introducción:

Durante la semana de actividades, se llevó a cabo un riguroso proceso de revisión y mantenimiento de los equipos médicos clave, con un enfoque especial en la bomba extracorpórea y sus intercambiadores. Se identificaron desafíos técnicos, como la falta de acopladores de mangueras adecuados, lo que requirió soluciones ingeniosas, como la fabricación manual de piezas en un torno. Además, se brindó soporte integral a la brigada médica, desde la instalación y verificación de equipos hasta el apoyo técnico durante cirugías críticas. En la siguiente tabla se detalla las actividades realizadas y los logros alcanzados para garantizar la funcionalidad y seguridad de los dispositivos médicos utilizados en la atención de los pacientes.

Trabajo realizado:					
Fecha		Descripción de actividad	Horas	Responsables	Observaciones/ Conclusiones
Día 1	19/2/2024	Revisión y verificación de partes en bomba extracorpórea.	6	José Martínez	Se hizo una revisión y limpieza completa de la bomba extracorpórea y sus intercambiadoras. Se identifico que no había acopladores de mangueras para el tipo de conector con el que venía la máquina, por lo que se recurrió a un torno a realizar las piezas manualmente.
Día 2	20/2/2024	Continuación y verificación de partes en bomba extracorpórea. Ver informe Imagen 25.	8	José Martínez	Se continuo con la revisión del equipo, asegurando que este era apto para su uso en la brigada médica para la cual se trajo. Se instalaron las piezas realizadas en el torno, pero no se logró hacer pruebas de funcionamiento como tal.
Día 3	21/2/2024	Acompañamiento a estudiantes de UNITEC en el análisis y revisión técnica de los MSV en Modulo 3. Ver Imagen 15.	4	José Martínez Ing. Biomédico	Se trabajo en conjunto a los alumnos de UNITEC en la revisión y análisis de los MSV, dando así un diagnóstico más fiable de la condición de tales dispositivos.

		Análisis del Mixer de gases en la BE	3	José Martínez Ing. Biomédico	Se verificó el funcionamiento correcto del mixer de gases (O2 y Aire Médico) utilizando el analizador de flujo Certifier FA Plus.
Día 4	22/2/2024	Traslado de MSV de UCIA a SOP. Ver Imagen 26.	4	José Martínez	Se realizó el traslado del MSV de UCIA a SOP y se instaló en la máquina de anestesia.
		Comprobación de funcionamiento de la bomba y los intercambiadores. Imagen 14.	3	José Martínez Personal Perfusionista	Se realizó el llenado del tanque de los intercambiadores y se probó que funcionara correctamente. Lastimosamente los conectores realizados en el torno presentaban fuga y toco aplicar un silicón sellante, resolviendo temporalmente la situación.
Día 5	22/2/2024	Acompañamiento y soporte a la brigada	16	José Martínez	Se estuvo presente en las primeras 3 cirugías de la brigada, dando soporte en cuestiones relacionadas a los equipos como la BE, los intercambiadores, el Desfibrilador entre otras situaciones que requerían soporte técnico inmediato. Así también se visitó la sala de UCIP para verificar que los equipos de monitoreo se encontraran bien. Surgió la incógnita de que si se podían esterilizar las placas internas del desfibrilador y en conjunto con la Ing. Gabriela se logró determinar

					que sí y se dieron las respectivas instrucciones para su uso.
Día 6	23/2/2024	Acompañamiento y soporte a la brigada	8	José Martínez	Día de acompañamiento y soporte para la brigada en cuestión. Se abordaron situaciones como el intercambio inmediato de una de las pantallas en el módulo de control del sistema, ya que una presentaba fallas en el táctil y no se podía configurar algunos parámetros.

4.1.7 SEMANA 7

Objetivo:

- Proporcionar un soporte técnico integral y eficiente a la brigada médica, garantizando el funcionamiento óptimo de los equipos médicos, completando registros de mantenimiento y ofreciendo capacitación sobre sistemas de gestión de mantenimiento asistido por computadora (CMMS), mientras se colabora activamente con estudiantes universitarios en el análisis de dispositivos médicos y se promueve el intercambio de conocimientos durante eventos educativos.

Introducción:

Durante este período, se mantuvo un compromiso constante con el apoyo técnico a la brigada médica, asegurando una respuesta rápida ante cualquier incidencia técnica. Se reforzó la preparación antes de las cirugías mediante una nueva verificación de los equipos y la entrega de instrucciones detalladas para enfrentar posibles contratiempos, asegurando así la disponibilidad continua de soporte técnico. Además, se avanzó significativamente en la gestión de registros de mantenimiento al completar la base de datos de Maintain X con el listado de equipos actualizados. El trabajo colaborativo con estudiantes universitarios permitió un análisis más detallado de los dispositivos médicos, mejorando la fiabilidad de los diagnósticos y contribuyendo al desarrollo académico. Se llevó a cabo una limpieza exhaustiva del equipo médico, aunque se encontró un problema con la celda de oxígeno que requerirá atención adicional. Además, se preparó y presentó material didáctico sobre CMMS, recibiendo una respuesta positiva y programando la implementación del programa de mantenimiento. Finalmente, se participó activamente en eventos educativos, como el taller de ventilación mecánica durante la Biomed Homecoming, promoviendo el intercambio de conocimientos y fortaleciendo la colaboración entre profesionales del sector.

Trabajo realizado:					
Fecha		Descripción de actividad	Horas	Responsables	Observaciones/ Conclusiones
Día 1	26/2/2024	Acompañamiento y soporte a la brigada	8	José Martínez	Se continuó con el apoyo a la brigada, estando pendiente ante cualquier incidencia técnica.
Día 2	27/2/2024	Asistencia media a la brigada	3	José Martínez	Se hizo una visita antes de comenzar las cirugías para volver a verificar el funcionamiento del equipo y se dio instrucciones en caso ocurriera algo al igual que contaban con nuestro soporte. Ver Imagen 16.
		Continuación programa de mantenimiento preventivo y actualización de base de datos.	4	José Martínez	Se logró terminar de completar el listado de equipos dentro de la base de datos de Maintain X.
Día 3	28/2/2024	Acompañamiento a estudiantes de UNITEC en el análisis y revisión técnica de los MSV en Módulo 3. Ver Imagen 19.	4	José Martínez	Se trabajo en conjunto a los alumnos de UNITEC en la revisión y análisis de los MSV, dando así un diagnóstico más fiable de la condición de tales dispositivos.
		Limpieza y revisión técnica de VM Maquet Servo Air	3	José Martínez	Se realizó la limpieza general del equipo y se limpiaron cada uno de sus componentes internos. Se

				Ing. Gabriela Rodríguez	encontró que la celda de oxígeno estaba quemada y no se podía desconectar.
Día 4	29/2/2024	Preparación de la presentación de la exposición del programa de MP en Maintain X.	2	José Martínez	Se preparó el material didáctico, a través de capturas de pantalla, flujogramas de trabajo y una breve introducción a los CMMS.
Día 5	1/3/2024	Presentación de programa de gestión de la tecnología médica al director del hospital y personal de sala UCIP en el IHSS.	3	José Martínez	Se realizó la presentación del programa de mantenimiento y las herramientas de las que se dispondrá para poder ejecutarlo. Se obtuvo una muy buena respuesta de parte de los participantes y se determinó fecha para la puesta en marcha.
		Biomed Homecoming: Aprendiendo sobre la intervención del Ingeniero Clínica en equipos de soporte vital. Ver Imagen 18.	2	José Martínez Ing. Gabriela Rodríguez	Ese día se realizó la actividad de Biomed Homecoming junto con el Ing. Diego F y la Ing. Gabriela, impartiendo un taller relacionado a la ventilación mecánica muy enriquecedora. Se obtuvo muy buena participación de parte de los inscritos.

4.1.8 SEMANA 8

Objetivo:

- Facilitar la implementación eficiente de la plataforma de gestión de equipos y solicitudes, así como mejorar la identificación y coordinación de los dispositivos médicos, mientras se brinda apoyo técnico durante procedimientos críticos y se fomenta la interacción con estudiantes universitarios para mejorar el análisis de dispositivos médicos.

Introducción:

Durante este día, se enfocó en la organización y preparación para la implementación de la plataforma de gestión de equipos y solicitudes en la sala. Se trabajó en la creación de un formato de sticker adhesivo para identificar claramente los equipos dentro del programa, y se estableció un portal de solicitudes para mejorar el seguimiento de las actividades pendientes. La colaboración con estudiantes universitarios continuó, lo que permitió un análisis más detallado de los dispositivos médicos y un diagnóstico más confiable de su condición. Además, se brindó soporte técnico durante una cirugía cardíaca crucial y se coordinaron ordenes de trabajo en la plataforma, asegurando una comprensión clara del proceso entre el personal técnico. Se promovió la interacción con los alumnos inscritos, proporcionando un ambiente ameno y educativo. Finalmente, se participó en la ceremonia de finalización de la brigada por las autoridades del IHSS, destacando el compromiso y la contribución a la brigada cardiovascular pediátrica a través de la recepción de un diploma de reconocimiento.

Trabajo realizado:					
Fecha		Descripción de actividad	Horas	Responsables	Observaciones/ Conclusiones
Día 1	4/3/2024	Organización en la aplicación de MaintainX. Ver Imagen 24	6	José Martínez	Ese día se trabajó en la organización de los equipos, ordenes de trabajo, informes y portal de solicitudes de la plataforma, previo a implementación en la sala.
Día 2	5/3/2024	Se realizó el arte para las etiquetas con código QR para los equipos. Ver Imagen 20.	6	José Martínez Ing. Gabriela Rodríguez	Se trabajo en un formato de canva para poder realizar el sticker adhesivo para la identificación de los equipos dentro del programa.
		Colocación de QR para el portal de solicitudes de la sala.	1	José Martínez Ing. Gabriela Rodríguez	Se dejó colocado el portal de solicitudes para que la sala realice sus solicitudes a través del portal y se pueda llevar un mejor seguimiento de las actividades pendientes.
Día 3	6/3/2024	Acompañamiento a estudiantes de UNITEC en el análisis y revisión técnica de los MSV en Módulo 3.	8	José Martínez	Se trabajo en conjunto a los alumnos de UNITEC en la revisión y análisis de los MSV, dando así un diagnóstico más fiable de la condición de tales dispositivos.
Día 4	7/3/2024	Soporte a llamado en SOP	1	José Martínez	Se recibió llamado de parte del equipo perfusionista para revisar la conexión a la toma de gases

					para el mixer. Se espero un tiempo para estar pendiente en caso de que surgiera algún problema, ya que era la primera cirugía cardiaca de adulto después de haber culminado la brigada pediátrica.
		Continuación de proyecto de MP con Maintain X	3	José Martínez	Se trabajo en la coordinación de ordenes de trabajo en el programa, mostrando al personal técnico como se utiliza la plataforma de manera general, ya que surgieron algunas dudas.
		Conversatorio UNITEC: Terminé la carrera ¿Qué me espera?	4	Grupo de practicantes Q1 2024	Se logró tener un conversatorio con los alumnos inscritos, se escucharon sus dudas y comentarios haciendo de que la actividad fuera amena y entretenida.
Día 5	8/3/2024	Supervisión de Instalación de procesador de tejidos por LABHOSPY	2	José Martínez Técnico 1	Se pudo observar el proceso de instalación del procesador de tejidos, tanto en la parte eléctrica como colocación de los componentes y la puesta en marcha del equipo.
		Ceremonia de Reconocimiento por haber participado en la brigada médica cardiaca "Sanando Pequeños Corazones"	3	José Martínez	Se asistió a la ceremonia y se recibió el diploma por compromiso y contribución a la brigada cardiovascular Pediátrica "Sanando Pequeños Corazones".

4.1.9 SEMANA 9

Objetivo:

- Continuar con el avance de la gestión de equipos médicos mediante la implementación de etiquetas con códigos QR y la elaboración de protocolos de mantenimiento preventivo (MP).

Introducción:

Durante esta semana, se priorizó la organización y etiquetado de los equipos en la sala con códigos QR correspondientes, lo que facilitará su identificación y seguimiento en el futuro. Además, se completaron los protocolos de mantenimiento preventivo para una variedad de equipos médicos clave, garantizando su funcionamiento óptimo y prolongando su vida útil. Estos protocolos fueron documentados y compartidos en el drive para facilitar el acceso y la gestión de la información. Se aprovechó una capacitación ofrecida por GASPRO sobre gases medicinales para mejorar el conocimiento sobre su manejo seguro, lo que incluyó la identificación de riesgos asociados con un mal manejo de los cilindros. Además, se supervisó el mantenimiento preventivo realizado en un aspirador ultrasónico por personal especializado de la casa matriz de la marca Sörin, recibiendo capacitación sobre su uso adecuado y la resolución de posibles problemas técnicos. Estas actividades contribuyeron a fortalecer la gestión y mantenimiento de los equipos médicos, así como a mejorar la seguridad en el manejo de gases medicinales en el entorno hospitalario.

Trabajo realizado:					
Fecha		Descripción de actividad	Horas	Responsables	Observaciones/ Conclusiones
Día 1	2/12/2024	Etiquetamiento de equipos en sala UCIP	8	José Martínez	Todo el día se enfocó en etiquetar los equipos en la sala con el código QR correspondiente.
Día 2	2/13/2024	Este día me encontraba mal de salud, y me excusé con mi jefe inmediato.	N/A	N/A	N/A
Día 3	2/14/2024	Avance en los protocolos de MP para los equipos fuera contrato.	8	José Martínez	Se realizaron los protocolos de MP para los siguientes equipos: MSV, BI, MAAI, INC, LC, LFT, VM y entre otros.
Día 4	2/15/2024	Avance y entrega los protocolos de MP para los equipos fuera contrato	8	José Martínez	Se realizaron y subieron al drive los protocolos de MP para los siguientes equipos: MSV, BI, MAAI, INC, LC, LFT, VM y entre otros.
Día 5	2/16/2024	Capacitación de Gases Medicinales. Ver Imagen 21; Imagen 22.	4	GASPRO	Se recibió una capacitación de gases medicinales impartida por GASPRO. Se aprendió sobre el manejo y uso de los cilindros y que riesgos están ligados al mal cuidado de estos.
		Supervisión de MP de DIMEHOS a aspirador ultrasónico. Ver Imagen 23.	3	José Martínez	Se supervisó el MP realizado al aspirador ultrasónico por personal de la casa matriz de marca Sörin. Se recibió una capacitación sobre el uso y cuidado del equipo y algunos posibles errores y como resolverlos.

4.1.10 SEMANA 10

Objetivo:

- Concluir de manera efectiva las actividades pendientes, asegurar un seguimiento completo de los activos en la sala mediante etiquetado y presentar informes detallados de las tareas realizadas durante el período de trabajo, incluyendo asignaciones pendientes y la verificación del formato de la orden de trabajo, mientras se recopilan y presentan los documentos finales.
-

Introducción:

En esta última semana de trabajo, nos enfocamos en finalizar las tareas restantes para la entrega exitosa de nuestro proyecto. Se completó la etiquetación de los equipos pendientes en la sala, lo que nos permitirá tener un seguimiento completo de todos los activos. Además, se elaboró un informe detallado que documenta todas las actividades realizadas a lo largo del periodo, incluyendo las tareas que quedaron pendientes según fueron asignadas. Se verificó el formato de la orden de trabajo y se realizaron ajustes según fuera necesario para asegurar su efectividad. También se presentaron los documentos finales, que incluyen protocolos, pruebas, calendarizaciones y otros trabajos realizados durante el proyecto. Quiero expresar mi sincero agradecimiento al equipo por su dedicación y colaboración durante este tiempo. Además, se llevó a cabo una pequeña despedida durante el almuerzo, lo cual aprecio mucho como un gesto de camaradería y trabajo en equipo. Con estos pasos finales, nos preparamos para concluir nuestro trabajo de manera satisfactoria y entregar resultados de calidad.

Trabajo realizado:					
Fecha		Descripción de actividad	Horas	Responsables	Observaciones/ Conclusiones
Día 1	2/12/2024	Continuación de etiquetación de equipos médicos en UCIP.	7	José Martínez	Se realizó la etiquetación de los equipos pendientes en la sala, para así poder tener seguimiento completo de todos los activos dentro de la sala.
Día 2	2/13/2024	Creación del informe de actividades realizadas para entregar a jefatura y RRHH.	6	José Martínez	Se realizó un informe donde se detallaban las actividades realizadas a lo largo de todo el periodo y se presentan las que quedaron pendientes según estas fueron asignadas.
Día 3	2/14/2024	Continuación de etiquetación de equipos médicos en UCIP	6	José Martínez	Se continuó con la etiquetación de los equipos pendientes en la sala, para así poder tener seguimiento completo de todos los activos dentro de la sala.
Día 4	2/15/2024	Presentación de los trabajos realizados y resolución de preguntas sobre el programa implementado.	3	José Martínez	Se requiere agregar que asignaciones quedan pendientes y verificar el formato de la orden de trabajo.
		El resto del día se solicitó permiso para asistir a los actos de graduación de mi pareja.	N/A	N/A	N/A
Día 5	2/16/2024	Se presentaron los arreglos finales y la culminación del trabajo realizado a lo largo de todo el periodo de práctica, con una despedida muy amena.	8	José Martínez Ing. Gabriela R	Se presentaron los documentos finales donde se recopilan los trabajos realizados, como ser protocolos, pruebas, calendarizaciones, entre otros. Así

				Dpto. de Biomédica IHSS-HRN	también el grupo se tomó el tiempo de realizar una pequeña despedida en el almuerzo, la cual agradezco mucho por el detalle.
--	--	--	--	-----------------------------	--

4.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES | SECCIÓN 1

ACTIVIDADES	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6
FAMILIARIZACIÓN CON EL ENTORNO HOSPITALARIO	■					
GENERACIÓN DE BASE DE DATOS PARA PLAN DE MANTENIMIENTO	■					
CALENDARIZACIÓN DE MP Y COMUNICACIÓN CON PROVEEDORES		■				
GESTIÓN DE COMPRAS PARA LOS EQUIPOS MENCIONADOS EN LOS MEMORANDOS			■			
EVALUACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE EQUIPOS FUERA DE CONTRATO EN EL HRN				■		
SOCIALIZACIÓN DEL CHMS EMPLEADO PARA EL MANEJO DEL MP CON PERSONAL TÉCNICO					■	
REVISIÓN Y VERIFICACIÓN DE PARTES EN BOMBA EXTRACORPÓREA						■
ACOMPANAMIENTO Y SOPORTE A LA BRIGADA MÉDICA CARDIOLÓGICA PEDIÁTRICA						■
ACOMPANAMIENTO A PROYECTO DE VINCULACIÓN DE ESTUDIANTES DE UNITEC						■

Ilustración 7 Cronograma de actividades | Sección 1

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES | SECCIÓN 2

ACTIVIDADES	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10
ACOMPANAMIENTO Y SOPORTE A LA BRIGADA MÉDICA CARDIOLÓGICA PEDIÁTRICA	[Barra de actividad que cubre toda la semana 7]			
PUESTA EN MARCHA DE BASE DE DATOS MAINTAIN X PARA PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	[Barra de actividad que cubre toda la semana 8]			
CONVERSATORIO UNITEC: TERMINÉ LA CARRERA ¿QUÉ ME ESPERA?	[Barra de actividad que cubre toda la semana 9]			
ACONDICIONAMIENTO DE UCIP PARA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MP CON MAINTAINX	[Barra de actividad que cubre toda la semana 10]			
PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE DOCUMENTOS FINALES A JEFATURA DEL DPTO. DE BMD EN EL IHSS	[Barra de actividad que cubre toda la semana 10]			

Ilustración 8 Cronograma de actividades | Sección 2

El cronograma de actividades brinda un panorama general de las actividades por realizarse durante el desarrollo de la práctica profesional. El diagrama permite visualizar de manera gráfica el tiempo en semanas que tomará la actividad para poder ejecutarse.

4.3 INDICADORES

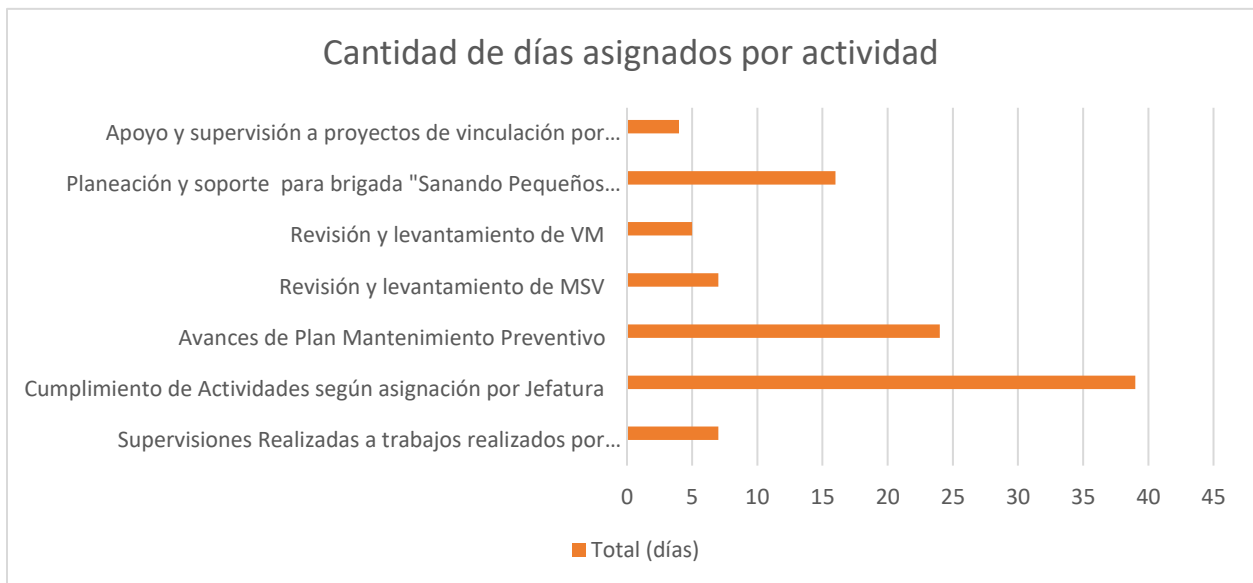


Ilustración 9 Indicador de Cantidad de Días asignados por actividad

El indicador nos proporciona una visión detallada y específica del tiempo asignado a cada actividad, lo que nos permite identificar aquellas que demandaron un período significativamente más prolongado para su conclusión. Es evidente, por ejemplo, que la planificación y respaldo brindado a la brigada "Sanando Pequeños Corazones" requirió un total de 16 días, a pesar de su ejecución durante un lapso más breve. Este dato resalta la dedicación y el esfuerzo invertidos en garantizar el éxito de dicha iniciativa.

Del mismo modo, el apoyo ofrecido a los alumnos en los proyectos de vinculación revela la extensión del tiempo y la atención dedicados a trabajar junto a ellos para lograr un progreso significativo en la verificación y evaluación respaldada de la condición de los equipos médicos. Este análisis detallado nos permite comprender mejor la complejidad y la importancia de cada tarea emprendida durante este período.

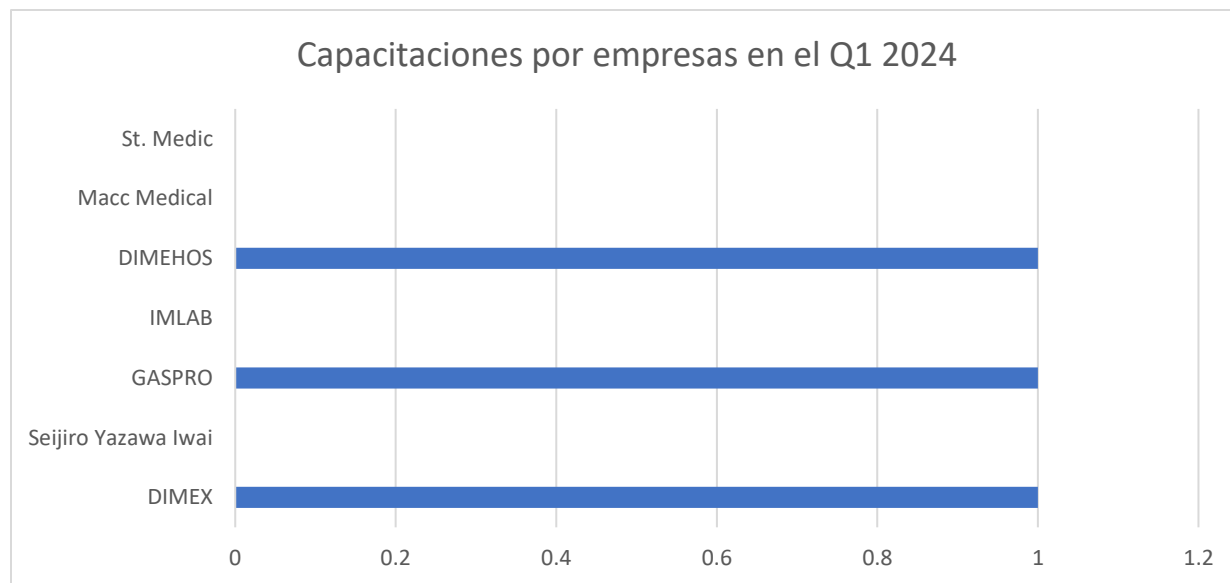


Ilustración 10 Indicador de Capacitaciones por empresas en el Q1 2024

Este indicador proporciona un resumen claro de las capacitaciones ofrecidas por empresas proveedoras de servicios técnicos y equipamiento médico al hospital. Refleja el compromiso tanto del hospital como de los proveedores con la educación continua de su personal, lo que se traduce en un aprovechamiento óptimo de la tecnología y los recursos disponibles en la institución. Este enfoque en la capacitación constante demuestra una voluntad compartida de mantenerse al día con los avances tecnológicos y garantizar un uso efectivo de los equipos médicos para mejorar la calidad de la atención brindada a los pacientes.

V. CONCLUSIONES

5.1 CONCLUSIÓN GENERAL

Se logró contribuir en la gestión tecnológica permitiendo el óptimo funcionamiento de los equipos médicos en el Hospital Regional del Norte, mediante la provisión de apoyo técnico especializado y la aplicación de conocimientos de ingeniería, cumpliendo con el propósito principal de desarrollar un programa de mantenimiento preventivo eficiente en un periodo de 10 semanas, siendo trazable a través del CMMS Maintain X.

5.2 CONCLUSIONES PARCIALES

1. Se evaluó la tecnología médica existente en el Hospital Regional del Norte para identificar áreas críticas que requieran atención en el programa de mantenimiento preventivo.
2. Se colaboró estrechamente con el personal médico y de ingeniería clínica para desarrollar procedimientos y protocolos específicos destinados a optimizar el rendimiento de los equipos médicos y minimizar posibles fallas.
3. Se implementó un sistema de seguimiento detallado para monitorear la ejecución del programa de mantenimiento preventivo, asegurando la puntualidad y eficacia en la realización de las tareas planificadas, y se personalizó el programa según fue necesario para garantizar la máxima eficiencia operativa.

VI. RECOMENDACIONES

6.1 RECOMENDACIONES PARA EL IHSS-HRN

- Establecer de manera clara y ordenada las funciones de cada miembro del departamento para evitar cargas de trabajo abrumadoras y garantizar una ejecución eficiente de las tareas. Este enfoque estructurado fomenta la productividad óptima al alinear los roles individuales con sus fortalezas y competencias.
- Mejorar las vías de comunicación dentro del departamento mediante la implementación de métodos sólidos para el seguimiento de las tareas diarias y actividades realizadas por el personal. Dependencia únicamente de informes de trabajo puede resultar insuficiente, por lo que la incorporación de mecanismos complementarios asegura una visión integral de todas las actividades relevantes. Este enfoque proactivo facilita una evaluación más precisa del rendimiento general del equipo.
- Fomentar la conciencia entre el personal acerca de que su labor no se limita a operar máquinas, sino que impacta directamente en la vida de cientos de personas que dependen de un diagnóstico, tratamiento o soporte adecuado. Recomiendo abogar por un enfoque más humano hacia esta responsabilidad, destacando la importancia de su contribución en el bienestar y la salud de quienes confían en los servicios proporcionados.

6.2 RECOMENDACIONES PARA UNITEC

- Se sugiere implementar talleres técnicos para adquirir experiencia al momento del desarme y ensamblaje de equipos médicos.
- Impulsar de manera significativa los programas de investigación, así como el uso de herramientas avanzadas para diagnóstico y análisis. Además, se recomienda acercarse a las últimas tecnologías y mejorar la enseñanza de habilidades de interacción interpersonal entre los alumnos. Esta iniciativa fortalecerá la

preparación de los estudiantes para enfrentar los desafíos en el campo de la biomédica.

VII. BIBLIOGRAFÍA

ASALE, R.-, & RAE. (n.d.). *Mantenimiento | Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. Retrieved March 23, 2024, from <https://dle.rae.es/mantenimiento>

Borstnar, C. R., & Cardellach, F. (2020). *Farreras Rozman. Medicina Interna*. Elsevier Health Sciences.

Cabrera, J. A. C., & Astudillo, K. F. G. (n.d.). *Manual Obstetricia y Ginecología. Decimocuarta Edición. 2024.*

Castiglione, S. (n.d.). *Washington, DC Octubre del 2010.*

Doc0147-parte05.pdf. (n.d.). Retrieved March 23, 2024, from <https://desastres.medicina.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0147/doc0147-parte05.pdf>

El papel del Departamento de Ingeniería Biomédica en Instituciones de salud. (n.d.). Retrieved March 23, 2024, from <https://www.cesalud.com/blog/121-el-papel-del-departamento-de-ingenieria-biomedica-en-instituciones-de-salud.html>

Estudios Especiales—Palermo Imagen. (n.d.). Retrieved March 23, 2024, from <https://palermoimagen.com/servicios/estudios-especiales/>

Guía completa de la norma ISO 13485—Productos sanitarios | NQA. (n.d.). Retrieved February 17, 2024, from <https://www.nqa.com/es-ca/resources/blog/february-2017/a-guide-to-iso-13485>

Hernández, F. P., & Uribe, J. R. R. (n.d.). *Ingeniería clínica. Fundamentos para la implementación de la tecnología en los hospitales.*

IHSS – Instituto Hondureño de Seguridad Social. (2024). <https://www.ihss.hn/>

Info_iec60601-1{ed3.1}b.pdf. (n.d.). Retrieved February 17, 2024, from https://webstore.iec.ch/preview/info_iec60601-1%7Bed3.1%7Db.pdf

Organización Mundial de la Salud. (2012b). *Evaluación de las necesidades de dispositivos médicos.* <https://iris.who.int/handle/10665/44816>

Organization, W. H. (2017). *Human resources for medical devices, the role of biomedical engineers.* World Health Organization.

¿Qué es el código NFPA 99? | Grupo ORS. (n.d.). Retrieved February 17, 2024, from <https://grupoor.com.mx/2021/04/29/que-es-el-codigo-nfpa-99/>

Qué es sala de operaciones. Diccionario médico. Clínica U. Navarra. (n.d.). Retrieved March 23, 2024, from <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/sala-operaciones>

¿QUE HACE UN PARAMÉDICO? (n.d.). Asesoría Global en Emergencias. Retrieved March 23, 2024, from <http://asesoriaglobal.org/que-hace-un-paramedico/>

Rodriguez. (n.d.). Retrieved February 17, 2024, from <https://xdoc.mx/preview/ingenieria-clinica-facultad-de-ingenieria-5f0a23a9cc05e>

Sierra, I. M. (2020, October 29). Norma NFPA99—Tableros de control y distribución. *Dwppon | Fabricamos Tableros de Control y Distribución.* <https://dwppon.com/norma-nfpa99/>

Vol60-1-1992.pdf. (n.d.). Retrieved March 23, 2024, from

<https://revistamedicahondurena.hn/assets/Uploads/Vol60-1-1992.pdf#page=48>

World Health Organization. (2012a). Guía de recursos para el proceso de adquisición. *Procurement*

process resource guide. <https://iris.who.int/handle/10665/44826>

VIII. ANEXOS



Imagen 1 Supervisión de entrega de recambio de disco duro para ULS por IMECSA.



Imagen 2 Limpieza y revisión de bomba de vacío



Imagen 3 Supervisión de MP por Dimex a VM Mindray

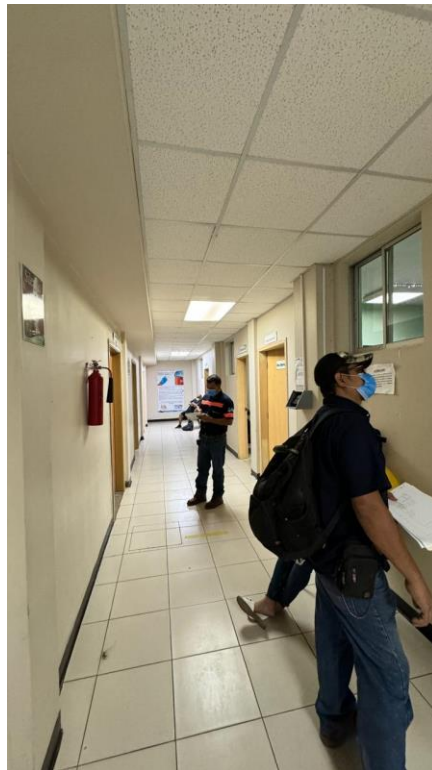


Imagen 4 Revisión del Centro Especializado para preparación pre-licitación por INFRA.



Imagen 5 Mantenimiento Preventivo a lámparas quirúrgicas por DICOSA.



Imagen 6 Revisión de estado técnico de VM Maquet Servo Air en UCIA.



Imagen 7 Mantenimiento Correctivo a Autoclave BMT por IMLAB.



Imagen 8 Resistencia dañada por corrosión por mal tratamiento del agua suministrada al equipo.



Imagen 9 Condición física de la autoclave previa a recambio de resistencia.



Imagen 11 Revisión de VM Maquet en UCIP.



Imagen 10 Recepción de Bomba Extracorpórea donada.



Imagen 12 Supervisión de MP a Sierra de Esternón por DIMEX.



Imagen 13 Recepción de equipo suplementario, Intercambiadores de Calor para la Bomba Extracorpórea.



Imagen 15 Pruebas pre-uso de bomba extracorpórea para la brigada "Sanando Pequeños Corazones".



Imagen 14 Supervisión y apoyo a los alumnos de UNITEC en el Proyecto de Vinculación para el análisis y evaluación de los MSV en Pediatría.



Imagen 16 Modulo de control de la bomba extracorpórea, un módulo fallaba y se realizó el cambio de manera rápida para configurar los parámetros.



Imagen 17 MSV instalado en máquina de anestesia. Traslado de UCIA a SOP.



Imagen 18 Visita de estudiantes de UNITEC al taller enfocado a la Intervención del Ingeniero Clínico en relación con los equipos de Soporte Vital: Edición Ventilador Mecánico.



Imagen 19 Culminación de Proyecto de Vinculación por estudiantes de UNITEC.



Imagen 20 Implementación del Programa de MP con etiquetas por Maintain X.



Imagen 21 Capacitación y Visita técnica al Sistema de Gases Medicinales impartida por Gaspro.



Imagen 22 Equipo para la evaluación de pureza del oxígeno en el sistema de distribución de gases en el HRN.



Imagen 23 Mantenimiento Preventivo para Aspirador Ultrasónico por ingeniero enviado por fabrica Söring en representación de DIMEHOS.

Ordenes de Trabajo Vista de tareas pendientes

Buscar Ordenes de Trabajo [+ Nueva Orden de Trabajo](#)

Su prueba de Premium ha finalizado y su organización ha vuelto al plan gratuito. [Más información](#)

Asignado a Prioridad + Añadir filtro Mis filtros

Reporte de Servicio

Estado (Haz clic para actualizar)

Abierta En espera **En curso** Completa

Fecha de vencimiento Hoy Prioridad Media ID de Orden de Trabajo #9

Asignado a Jose Martinez Gabriela Rodriguez

Descripción revision de bomba de infusion ya que presenta oclusion y falla de burbujas, detiene la infusion.

Equipos Buscar Equipos [+ Nuevo Equipo](#)

Marca Modelo Número de Serie Locación Tipos de Equipo + Añadir filtro Mis filtros

Nombre	Número de Serie	Código QR / de Barras	Criticidad	Tipos	Locación
BI_SN:24305232	24305232	3STZ1MCW7BOU8	-	Terapia, +1	UCIP
BI_SN:24305254	24305254	2NUJ2LUSEBQUB	-	Terapia, +1	UCIP
BI_SN:24305257	24305257	253996X101UJQ	-	Terapia, +1	UCIP
BI_SN:24305269	24305269	RL2DKC2BTIBB	-	Terapia, +1	UCIP
BI_SN:24305270	24305270	11TJQDDN2FE1	-	Terapia, +1	UCIP
BI_SN:24305312	24305312	5ARICUBBXHDP	-	Terapia, +1	UCIP
BI_SN:24362063	24362063	10GHK2ET2NEH8	-	Terapia, +1	UCIP
BI_SN:24362076	24362076	14RLCFAZ5O0EQ	-	Terapia, +1	UCIP
BI_SN:24362083	24362083	KOFY0HFX2FS3	-	Terapia, +1	UCIP
BI_SN:42569V/00	42569V/00	7HH3L1L5VGPX	-	1 - 200 de 289	

Imagen 24 Base de datos y Gestión de ordenes de trabajo en CMMS Maintain X.

INFOBIO
No. 2024-049

28 de febrero del 2024

PARA: **ING. DIEGO FUNES**
JEFATURA INTERINA DE BIOMEDICA SECCION NOROCCIDENTE Y LITORAL ATLANTICO

DE: **ING. JOSÉ MARTÍNEZ**
PRACTICANTE BIOMÉDICO

ASUNTO: **EVALUACIÓN TÉCNICA Y HALLAZGOS DE INTERCAMBIADOR DE CALOR| LIVA NOVA 3T**

En el presente informe se detalla la evaluación y hallazgos encontrados del intercambiador de calor que se ha recibido como donación el día 16 de febrero del 2024. Se mencionarán elementos que podrían ser cruciales para el funcionamiento de este y sus respectivas observaciones técnicas.

Atentamente, **ING. JOSÉ MARTÍNEZ**

cc: Archivo
JM



San Pedro Sula
Honduras C.A.

iw.ihss.hn

INFORMACIÓN GENERAL DEL EQUIPO

En la siguiente tabla se detallan los datos generales del equipo, con la identificación correspondiente encontrada en las etiquetas del mismo.

Ítem	Fabricante	Marca	Modelo	No. De Serie	No. De Parte
1	Sorin Group	Stöckert	LivaNova 3T Heater-Cooler	16S14698	16-02-85
2	Sorin Group	Stöckert	LivaNova 3T Heater-Cooler	16S14700	16-02-85

HALLAZGOS

Los equipos fueron recibidos el 16 de febrero, en la Aduana la Mesa, San Pedro Sula, junto con el personal de Administración y Bienes Nacionales del Hospital Regional del Norte.

Estos fueron entregados en un empaquetado que se consideraría no apropiado para su transporte ya que no fueron embalados correctamente, como se muestra en la siguiente imagen.



San Pedro Sula
Honduras C.A.

w.ihss.hn

Los equipos carecían de accesorios adicionales, limitándose a su cable de alimentación y los conectores y válvulas destinados a las mangueras del equipo, que se integran al sistema de la bomba extracorpórea como componentes complementarios. Lamentablemente, la búsqueda en el mercado no arrojó resultados positivos para la adquisición del mismo tipo de acople necesario para estos conectores. Las mangueras fueron adquiridas conforme a las recomendaciones técnicas proporcionadas por un experto en el manejo de estos equipos, y se procedió a la compra de adaptadores específicos para los acoples reductores correspondientes. Para una visualización detallada, se adjunta una imagen que ilustra cada uno de estos casos.



Así también se requiere un tomacorriente para conector de 120 V/ 20 A, con la siguiente configuración.



San Pedro Sula
Honduras C.A.

iw.ihss.hn

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Voltaje:	120 V
Corriente:	16 A
Frecuencia:	60 Hz
Año de fabricación:	05/2014

OBSERVACIONES

- Se cuenta con el manual de usuario, guía de revisión rápida, y manual de servicio. Con lo cual se ha logrado trabajar para asegurar el buen funcionamiento del equipo antes de ser utilizado en campo.
- La instalación de los acopladores adaptados presentó fuga por mal trabajo realizado en el torno, pero en vista de que estaba pronto a utilizarse se resolvió el problema utilizando un silicón para sellar adecuadamente las conexiones sin interrumpir el servicio brindado por la brigada médica.
- El equipo se encuentra operativo hasta el momento, sin ningún problema relacionado a su funcionamiento.



San Pedro Sula

ss.hn

Imagen 25 Evaluación Técnica Y Hallazgos De Intercambiador De Calor| Liva Nova 3t

INFOBIO

No. 2024-051

05 de marzo del 2024

PARA: **ING. DIEGO FUNES**
JEFATURA INTERINA DE BIOMEDICA SECCION NOROCCIDENTE Y LITORAL ATLANTICO

DE: **ING. JOSE MARTINEZ**
PRACTICANTE BIOMEDICO

ASUNTO: **TRASLADO DE EQUIPO DE UCIA A SALA DE OPERACIONES**

En el informe actual se proporciona un detallado registro sobre el equipo que fue trasladado de la Unidad de Cuidados Intensivos Adultos (UCIA) a Sala de Operaciones. Específicamente, se trata de un monitor de signos vitales de la marca Mindray, designado para su integración en la máquina de anestesia ubicada en el Quirófano #5. Este traslado se llevó a cabo con el objetivo de mejorar y optimizar la capacidad de monitoreo en dicho entorno quirúrgico, contribuyendo así al mantenimiento de estándares de atención médica de alta calidad, durante la intervención de la brigada cardiaca pediátrica y posteriormente a ella. Quedando el equipo instalado y funcionando adecuadamente en la sala.

Atentamente, **ING. JOSÉ MARTÍNEZ**

cc: Archivo

JM



San Pedro Sula
Honduras, C.A.

ihss.hn

DETALLES DEL EQUIPO

MARCA	MODELO	NO. DE SERIE	NO. DE INVENTARIO
Mindray	BeneVision N22	JL-07002481	4107187
Mindray	MPM-13	KLC07051655	N/A
Mindray	Módulo CO2	CFE07379374	
Mindray	Recorder	JKB04025747	
Mindray	Satélite	JCH05050778	

Tabla 1. Información del equipo

El monitor se traslada en conjunto con su satélite y con cada uno de sus módulos como se detallan en la tabla 1.



Imagen 1

Imagen 2

En la imagen 1 y 2 se observa el monitor en funcionamiento en la nueva sala de trabajo.



Imagen 26 Traslado de Equipo de UCIA a Sala de Operaciones

IN F O B I O
No. 2024-031

08 de febrero del 2024

PARA: **ING. DIEGO FUNES**
JEFATURA INTERINA DE BIOMEDICA SECCION NOROCCIDENTE Y LITORAL ATLÁNTICO

DE: **ING. JOSE MARTINEZ**
PRACTICANTE BIOMEDICO

ASUNTO: **EVALUACIÓN TÉCNICA Y HALLAZGOS DE BOMBA EXTRACORPÓREA | LIVA NOVA STOKERT SS**

En el presente informe se detalla la evaluación y hallazgos encontrados de la bomba extracorpórea o máquina corazón pulmón. Se mencionará las partes y accesorios con las que esta cuenta y haciendo referencia al manual y catalogo del equipo, se mencionarán elementos que podrían ser cruciales para el funcionamiento de este y sus respectivas observaciones técnicas.

Atentamente, **ING. JOSE MARTINEZ**

cc: Archivo
JM



San Pedro Sula
Honduras C.A.
@IHSS-Honduras

www.ihss.hn

INFORMACIÓN GENERAL DEL EQUIPO

La máquina Liva Nova Sorin Stökört SS es un dispositivo de soporte vital diseñado para mantener el funcionamiento adecuado del corazón y los pulmones. Este equipo se utiliza en situaciones críticas, como cirugías cardíacas y procedimientos donde es necesario proporcionar soporte circulatorio y respiratorio temporal. Su tecnología avanzada y funciones específicas permiten controlar y regular el flujo sanguíneo y la oxigenación, brindando un apoyo vital crucial durante intervenciones médicas complejas. Además, su interfaz intuitiva facilita su manejo por parte del personal médico especializado.

El dispositivo como tal es modular, es decir que se compone de una mesa principal en el cual pueden ir acoplados entre 3, 4 y 5 bombas de rodillos en barra. Así también parte esencial del equipo es la consola o cerebro de la máquina, la cual alberga y protege todo el sistema electrónico y de potencia del equipo. Esta consola cuenta con el bloque de alimentación central y la fuente de alimentación ininterrumpida. La misma cuenta con 4 ruedas que se pueden bloquear individualmente.



Imagen 1 Sistema Stökört SS (Catálogo)



Imagen 2 Sistema Stökört SS | Recibido por donación



San Pedro Sula

ihss.hn

El equipo cuenta con un sistema de montaje en barras estándar el cual va sujeto a la consola y está formado por:

- Dos barras telescópicas fijas y una barra vertical corredera con soporte para suero. En estas barras se puede colocar el panel del sistema SS y demás artículos. Así también todas las barras se pueden regular en altura.
- Dos barras de empuje regulables que su función principal es para el transporte y movilización del equipo.
- Una barra transversal que estabiliza el sistema de barras.

El sistema Stökört SS puede tener dos tipos de bombas de rodillos en barra, una de 85 mm y de 150 mm de diámetro para usos especiales. En la configuración recibida se encuentran 4 bombas de rodillos en barra de 150 mm y una de 85 mm doble pequeña.

La bomba de rodillos SS con un diámetro de 150 mm se utiliza sobre todo para el flujo sanguíneo arterial, para la aspiración de cardiomiomas y para la aspiración permanente (venting). Mientras que la bomba de rodillos doble con un diámetro de 85 mm es especialmente adecuada para la perfusión de recién nacidos y niños, como bomba de cardioplegia, pero también para la aspiración de cardiomiomas y venting.



Imagen 3 Bomba de rodillos de 85 mm y 150 mm



Imagen 4 Cuatro bombas de rodillos de 150 mm a los costados y 1 de 85 mm doble en el centro. (Configuración de 3 bombas)



San Pedro Sula
Honduras C.A.
@IHSS-Honduras

www.ihss.hn

MÓDULO DE SUPERVISIÓN DE NIVEL

- Este módulo regula el nivel de sangre del oxigenador o del reservorio.
- El sensor de nivel va fijado a bandas de sujeción especiales de un solo uso que se pegan de nuevo sobre el reservorio o el oxigenador.
- El sensor se basa en la influencia que tiene el nivel de líquido en ondas electromagnéticas de alta frecuencia en un circuito eléctrico oscilante. La aplicación de esta técnica evita que se produzcan errores causados por influencias electromagnéticas, luces extrañas o películas de líquido en la pared del oxigenador.
- El nivel se puede supervisar de dos modos:
 - o Modo supervisión: en este modo el sensor se fija en la altura de llenado mínima. Si el nivel de sangre actual baja de este nivel, se activa la alarma óptica y acústica y se detiene la bomba y el símbolo de nivel se cambia a rojo y si lo opuesto ocurre se cambia a verde.
 - o Modo regulación: el sensor va fijado a la altura de llenado de llenado nominal.



OBSERVACIONES REFERENTES A LOS MÓDULOS DEL EQUIPO

1. El equipo cuenta con los 5 módulos antes mencionados, pero solo 3 de ellos cuentan los cables correspondientes para realizar la supervisión requerida. Siendo los módulos de Supervisión de Burbuja y Control de Cardioplegia los que no tienen los cables que corresponden.
2. No se cuenta con el módulo de sensor de 2 canales para la supervisión de la presión. Se muestra imagen de referencia.
3. Para el módulo de supervisión de burbuja se requieren los sensores con el tamaño acorde al tipo de circuito que se estará utilizando. Así también para los demás módulos se debe revisar el sensor específico que este ocupa para su correcto funcionamiento.



Sensor 2 Burbuja



Sensor 1 Presión



San Pedro Sula
Honduras C.A.
@IHSS-Honduras

www.ihss.hn

OBSERVACIONES GENERALES DEL EQUIPO

1. Una de las llantas de la consola está dañada, afectando un poco su movilidad, pero no por completo.
2. Una de las bombas de rodillo de 150 mm se encuentra con abolladuras en su carcasa en el costado izquierdo.
3. Se presentan varias imperfecciones en la superficie del equipo.
4. El cable de alimentación eléctrica viene en configuración de española, lo cual requeriría un adaptador para poder utilizarse.
5. Cuenta con tres atriles sujetadores en forma de "C".
6. Tiene una lámpara de luz LED, que según el catálogo tiene una luz intensa, con larga vida útil, tiene bajo consumo de corriente, y un calentamiento relativamente bajo, pero se comprobaría una vez se encienda el equipo.
7. Trae los mangos para realizar la rotación de las bombas en caso de emergencia.
8. Cuenta con un mixer de Oxígeno y Aire Médico al cual se le tiene que realizar un cambio en los conectores de la toma de gases por su configuración europea.
9. Trae el panel del sistema S5 en su configuración de 4 pantallas de visualización.
10. Junto al equipo se encontró un aparato que según lo que trae pegado a su carcasa es un descargador de batería. Queda pendiente de revisión en el manual de servicio del equipo para verificar su función exactamente.

Según recursos investigados referentes al equipo como el manual de servicio, el catálogo y videos educativos se menciona sobre el **Aparato de Hipotermia**, el cual no se encontró en la caja donde venía el equipo. Dispositivo el cual puede regular la temperatura de la sangre del paciente y la temperatura de la solución de cardioplejía.

Algunas ventajas que se mencionan de este equipo son las siguientes:

- El reducido volumen del depósito permite que los tiempos de refrigeración previa sean extremadamente cortos.
- Los circuitos de paciente y de cardioplejía pueden desconectarse por separado cuando no se utilizan, de modo que el otro sector disponga de una mayor potencia de calentamiento o refrigeración.
- El sistema de seguridad independiente impide que la temperatura del agua alcance valores críticos.
- El nivel de aspiración de las bombas permite vaciar sin problemas el intercambiador de calor y los tubos.

Estas ventajas indican que es un equipo el cual podría ser necesario y fundamental para la operación total del sistema de la bomba extracorpórea. Se coloca para dar seguimiento en caso de que este si venga próximamente.