



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

BMD504 PRÁCTICA PROFESIONAL

HOSPITAL NACIONAL DR. MARIO CATARINO RIVAS

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO COMO
INGENIERO BIOMÉDICO**

PRESENTADO POR:

21941112 ARIANA ALEJANDRA ANDREWS INTERIANO

ASESORA: REYNA VALLE

CAMPUS SAN PEDRO SULA; DICIEMBRE 2023

DEDICATORIA

Dedico este logro primeramente a Dios por permitirme culminar la carrera de manera exitosa, con muchos conocimientos y anécdotas inolvidables. A mis papás, por siempre estar para mí apoyándome en cada decisión que tomo. A mi hermana, que a pesar de la distancia, siempre animarme a dar lo mejor de mi día tras día. Por último, a mi familia por siempre admirarme y celebrar conmigo mis metas alcanzadas.

Ariana Andrews

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios por cada bendición que me da siempre, por las fuerzas, esfuerzos y entendimiento en cada situación que se me presentara. A mi papi, por siempre ser esa guía y esa motivación a dar lo mejor de mí, a aprender de cada situación en la vida y por siempre estar ahí escuchándome sobre mis días. A mi mami, por despertarse conmigo temprano para hacerme el desayuno y el almuerzo del día, que haría yo sin vos. A mi hermana, que a pesar de que no entiende mucho el mundo biomédico, siempre me escuchaba y se interesaba cuando le contaba mis cosas. A mis perritos, por darme ese amor incondicional siempre que llegaba a la casa después de largos y cansados días.

A mis mejores amigos, gracias por desearme éxitos y siempre motivarme a seguir adelante dando lo mejor de mí. A mi compañere, gracias por el cariño y apoyo brindado en cada día, por motivarme, escucharme, acompañarme y querer aprender todos los días; estaremos siempre en las buenas y en las malas. A mis jefesitos, gracias por cada una de las enseñanzas y aprendizajes, pero sobre todo por darme la oportunidad de formar parte del equipo de biomédica del Catarino y confiar en mí dejándome sola los jueves y viernes (la ansiedad y estrés en vivo). A la jefa de carrera y asesora de práctica, gracias por preocuparse por nosotros, por dar todo por la carrera, brindar conocimientos y aprendizajes de vida y motivarme a seguir adelante a pesar de ver el panorama gris. Por último, a todos aquellos que me formaron tanto personal como profesionalmente, infinitamente agradecida por este logro más en mi vida.

Con mucho amor,

Ariana Andrews

RESUMEN EJECUTIVO

Durante el periodo académico Q4 del 2023 (diez semanas) se desarrolló la Práctica Profesional como ingeniera biomédica en la Unidad de Equipo Médicos del hospital público de la zona norte del país siendo el Hospital Nacional Dr. Mario Catarino Rivas ubicado en la ciudad de San Pedro Sula, Honduras. Durante esta práctica, se desarrollaron diferentes actividades pertinentes a la unidad como ser la gestión y el servicio técnico; se utilizaron las herramientas necesarias tales como analizadores, destornilladores, llaves allen, alcohol y otros materiales y además, se aplicaron conocimientos previos durante la formación académica. Las tareas de gestión fueron enfocadas a la realización de fichas con especificaciones técnicas de equipos o repuestos para realizar la compra de los mismos, así como el diagnóstico de los equipos médicos que no tienen reparación para proceder a hacer el descarte de ellos u orden de trabajo para su funcionamiento dentro de la sala y levantamiento de inventario de cuatro salas del hospital. Por otro lado, el servicio técnico constó de realización de mantenimiento correctivos a los equipos médicos, así como capacitaciones al personal para que utilizaran el equipo de manera correcta.

Palabras clave: Analizadores, equipo médico, hospital, gestión, servicio técnico

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
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	3
2.2	DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO	3
2.3	OBJETIVOS DEL PUESTO	4
2.3.1	OBJETIVO GENERAL	4
2.3.2	OBJETIVO ESPECÍFICOS	5
III.	MARCO TEÓRICO	6
3.1	ANÁLISIS DEL SECTOR	6
3.1.1	HOSPITAL ESCUELA UNIVERSITARIO (HEU)	7
3.1.1.1	<i>Dificultades HMCR vs HEU</i>	7
3.2	CONCEPTOS TEÓRICOS	8
3.2.1	GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA SANITARIA (GTS)	8
3.2.2	MANTENIMIENTO	10
3.2.2.1	<i>Fenningkoh & Smith</i>	10
3.2.2.2	<i>Mantenimiento Preventivo</i>	12
3.2.2.3	<i>Mantenimiento Correctivo</i>	13
3.2.3	INVENTARIO	13
3.2.4	ADQUISICIÓN DE EQUIPO MÉDICO	14
3.2.5	CAPACITACIONES	17
3.3	TECNOLOGÍA SANITARIA INTERVENIDA	18
3.3.1	UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS	18
3.3.1.1	<i>Ventilador Mecánico</i>	18
3.3.1.2	<i>Bombas de Infusión</i>	19
3.3.1.3	<i>Monitor de Signos Vitales</i>	20

3.3.1.4	<i>Encefalógrafo</i>	21
3.3.2	SALA DE OPERACIONES (SOP).....	22
3.3.2.1	<i>Máquina de Anestesia</i>	22
3.3.2.2	<i>Mayfield</i>	23
3.3.2.3	<i>Craneótomo</i>	24
3.3.2.4	<i>Electrocauterio</i>	24
3.3.2.5	<i>Aspirador de Secreciones</i>	25
3.3.3	LABORATORIO.....	26
3.3.3.1	<i>Microscopio</i>	26
3.3.4	CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN Y EQUIPO.....	27
3.3.4.1	<i>Autoclave</i>	27
IV.	DESARROLLO	29
4.1	SEMANA 1: 9-12 DE OCTUBRE	29
4.1.1	OBJETIVOS.....	29
4.1.2	INTRODUCCIÓN	29
4.1.3	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES.....	29
4.2	SEMANA 2: 16-20 DE OCTUBRE	34
4.2.1	OBJETIVOS.....	34
4.2.2	INTRODUCCIÓN	34
4.2.3	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES.....	35
4.3	SEMANA 3: 23-27 DE OCTUBRE	38
4.3.1	OBJETIVOS.....	38
4.3.2	INTRODUCCIÓN	38
4.3.3	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES.....	38
4.4	SEMANA 4: 30 DE OCTUBRE – 3 DE NOVIEMBRE	43
4.4.1	OBJETIVOS.....	43
4.4.2	INTRODUCCIÓN	43
4.4.3	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES.....	43
4.5	SEMANA 5: 6-10 DE NOVIEMBRE	48
4.5.1	OBJETIVOS.....	48

4.5.2	INTRODUCCIÓN	49
4.5.3	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES.....	49
4.6	SEMANA 6: 13-17 DE NOVIEMBRE.....	53
4.6.1	OBJETIVOS.....	53
4.6.2	INTRODUCCIÓN	54
4.6.3	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES.....	54
4.7	SEMANA 7: 20-24 DE NOVIEMBRE.....	59
4.7.1	OBJETIVOS.....	59
4.7.2	INTRODUCCIÓN	59
4.7.3	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES.....	60
4.8	SEMANA 8: 27 DE NOVIEMBRE - 1 DE DICIEMBRE	64
4.8.1	OBJETIVOS.....	64
4.8.2	INTRODUCCIÓN	64
4.8.3	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES.....	64
4.9	SEMANA 9: 4-8 DE DICIEMBRE	70
4.9.1	OBJETIVOS.....	70
4.9.2	INTRODUCCIÓN	70
4.9.3	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES.....	70
4.10	SEMANA 10: 11-15 DE DICIEMBRE	75
4.10.1	OBJETIVOS.....	75
4.10.2	INTRODUCCIÓN	75
4.10.3	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES.....	76
4.11	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	80
V.	CONCLUSIONES.....	81
VI.	RECOMENDACIONES.....	83
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Logo del Hospital	2
Ilustración 2: Organigrama del Departamento	4
Ilustración 3: Edificio del Hospital	6
Ilustración 4: Logo Hospital Escuela Universitario	7
Ilustración 5: Ciclo de la GTS	9
Ilustración 6: Adaptación del Proceso de Planeación de Tecnología	15
Ilustración 7: Bases de la Teoría del Iceberg	16
Ilustración 8: VM Mekics Evo 5	19
Ilustración 9: Bomba de Infusión Medcaptain MP-60	20
Ilustración 10: Monitor de Signos Vitales EDAN	20
Ilustración 11: EEG NicoletOne	21
Ilustración 12: Máquina de Anestesia Aespire View	22
Ilustración 13: Fijador de Cráneo Mayfield	23
Ilustración 14: Craneótomo NSK	24
Ilustración 15: Electrocauterio Promise PRO-ESU100	25
Ilustración 16: Aspirador de Secreciones Thomas	25
Ilustración 17: Microscopio de Laboratorio VELAB VE-A50	27
Ilustración 18: Autoclave STERIS	28
Ilustración 19: Mesa Quirúrgica y Máquina de Anestesia del Hospital de Santa Bárbara	30
Ilustración 20: Revisión de VM Puritan Bennett 840	31
Ilustración 21: Revisión de VM Mekics Evo5	31
Ilustración 22: Revisión de EEG	32
Ilustración 23: Revisión de Incubadora Neonatal	33
Ilustración 24: Supervisión reparación de sistema de tratamiento de agua por Meyko	33
Ilustración 25: Supervisión Dosimetría de Chalecos	34
Ilustración 26: Ventilador Mecánico Portátil Puritan Bennett	35
Ilustración 27: Instalación de Equipo en Hospital Móvil	36
Ilustración 28: Calibración de Bombas de Infusión	36

Ilustración 29: Capacitación de USG.....	37
Ilustración 30: Supervisión de trabajo de Mamógrafo.....	37
Ilustración 31: Calibración de Sensor de Flujo y Oxígeno.....	38
Ilustración 32: Revisión de Sensores de MSV	39
Ilustración 33: Mantenimiento correctivo a Aspirador de Secreciones.....	39
Ilustración 34: Revisión de Compresores de Aire	40
Ilustración 35: Calibración de Bombas de Infusión	40
Ilustración 36: Especificaciones Técnicas del Electroestimulador Muscular	41
Ilustración 37: Descargo de Máquina de Anestesia Ohmeda Excel 110	42
Ilustración 38: Diagnóstico de Equipo Médico en SOP	42
Ilustración 39: Revisión de Laringoscopio	43
Ilustración 40: Entrega de MSV a Bienes Nacionales.....	44
Ilustración 41: Balanza de Neurocirugía Pediátrica.....	44
Ilustración 42: Mantenimiento correctivo de ECG.....	45
Ilustración 43: Mantenimiento Correctivo de Impresoras	46
Ilustración 44: Mantenimiento Preventivo de USG	46
Ilustración 45: Supervisión y diagnóstico de Gastroscopios	47
Ilustración 46: Instalación de botón de paro de Rayos X Estacionario	47
Ilustración 47: Inventario de Emergencia Pediátrica	48
Ilustración 48: Componentes utilizados para revisión de VM.....	49
Ilustración 49: Pruebas de funcionamiento a VM del Hospital Móvil	50
Ilustración 50: Ejemplo de calibración de circuito de paciente sin fugas de un VM.....	50
Ilustración 51: Pruebas de Funcionamiento a VM	51
Ilustración 52: Calibración de VM Maquet Servo-i.....	51
Ilustración 53: Configuración de Detector en Rayos X Portátil.....	52
Ilustración 54: Inventario de Emergencia de MI	52
Ilustración 55: VM en prueba	53
Ilustración 56: Impresoras de Películas Radiográficas	54
Ilustración 57: Calibración y pruebas de funcionamiento de Bombas de Infusión.....	55

Ilustración 58: Donación de MSV.....	55
Ilustración 59: Revisión de VM de UCIA	56
Ilustración 60: Revisión de sensores de MSV	56
Ilustración 61: Inspección de Aspirador de Secreciones	57
Ilustración 62: Prueba de Bowie Dick en Autoclave Steris	58
Ilustración 63: Donación de Microscopio Quirúrgico.....	58
Ilustración 64: Supervisión de HOSPITEC al tomógrafo.....	59
Ilustración 65: Revisión de Máquina de Anestesia	60
Ilustración 66: Revisión de brazaletes de MSV	60
Ilustración 67: MC de VM	61
Ilustración 68: Limpieza de oculares y objetivos a microscopio	61
Ilustración 69: Revisión de cascada para VM	62
Ilustración 70: Pruebas de funcionamiento a Bombas de Infusión	62
Ilustración 71: Especificaciones Técnicas del Criotomo	63
Ilustración 72: Inspección de Autoclave Matachana	63
Ilustración 73: Inventario de Patología.....	64
Ilustración 74: Inventario de Laboratorio Clínico	65
Ilustración 75: Inventario de Banco de Sangre	65
Ilustración 76: Colocación de Empaque en trampa de agua para fuga.....	66
Ilustración 77: Revisión de ECG y limpieza de electrodos.....	66
Ilustración 78: Revisión de impresora de ECG.....	67
Ilustración 79: Limpieza de Microscopio	67
Ilustración 80: Revisión de Autoclave de Odontología.....	68
Ilustración 81: Mantenimiento Correctivo de Equipo Médico	68
Ilustración 82: Tour por el HNMCR	69
Ilustración 83: ElectroAventura en la SOP	69
Ilustración 84: Inventario de Labor y Parto	70
Ilustración 85: Inventario de Urología	71
Ilustración 86: Inventario de Recuperación.....	71

Ilustración 87: Especificaciones Técnicas de Termoselladora.....	72
Ilustración 88: Especificaciones Técnicas de Báscula.....	72
Ilustración 89: Supervisión de DISS.....	73
Ilustración 90: Supervisión de HOSPITEC	73
Ilustración 91: Actividad de Vinculación de estudiantes de UNITEC.....	74
Ilustración 92: Mantenimiento correctivo de ECG.....	74
Ilustración 93: Revisión de Mantenimiento Correctivo.....	75
Ilustración 94: Revisión de laringoscopio	76
Ilustración 95: Revisión de balanzas.....	76
Ilustración 96: Mantenimiento correctivo de VM.....	77
Ilustración 97: Inventario de sensores de MSV en EP.....	77
Ilustración 98: Capacitación sobre ultrasonido.....	78
Ilustración 99: Diagnóstico de Incubadora de Transporte.....	79
Ilustración 100: Diagnóstico de Electrocauterios.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de Equipos Médicos según Fenningkoh & Smith	11
Tabla 2: Información Esencial de un Inventario	14
Tabla 3: Cronograma de Actividades	80

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Ecuación para Mantenimiento según Fenningkoh & Smith.....	11
---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Orden de trabajo de Máquinas de Anestesia	90
Anexo 2: Orden de trabajo de Laringoscopio	91
Anexo 3: Orden de trabajo de MSV.....	92
Anexo 4: Orden de trabajo de Balanza de peso	93
Anexo 5: Orden de trabajo de VM.....	94
Anexo 6: MC de Rayos X Portátil.....	95
Anexo 7: Filtros de Alto Impacto de VM.....	96
Anexo 8: Simulador de Paciente.....	97
Anexo 9: Analizador de Flujo de Gas.....	98
Anexo 10: Sensor de Capnografía	99

LISTA DE SIGLAS

CEYE	Central de Esterilización y Equipo
DM	Dispositivo Médico
EC	Emergencia de Cirugía
EEG	Electroencefalógrafo
EM	Equipo médico
EMI	Emergencia de Medicina Interna
EP	Emergencia de Pediatría
ESU	Electrocauterio
FiO₂	Fracción de Oxígeno Inspirado
FM	Frecuencia de Mantenimiento
GTS	Gestión de Tecnologías Sanitarias
HEU	Hospital Escuela Universitario
HMCR	Hospital Nacional Mario Catarino Rivas
IB	Indicadores Biológicos
MSV	Monitor de signos vitales
NIBP	Non-Invasive Blood Pressure
OPS	Organización Panamericana de la Salud
O₂	Oxígeno
PM	Mantenimiento Preventivo
PT	Proficiency Testing
Qx	Quirófano
SAI	Servicio de Atención Integral
SESAL	Secretaría de Salud
SOP	Sala de Operaciones
UCI	Unidad de Cuidados Intensivos
VAI	Volumen a Infundir
VM	Ventilador Mecánico
WHO	World Health Organization

GLOSARIO

Analizador: dispositivo que se conecta al equipo médico para poder revisar si este está funcionando de manera óptima para ser utilizado en pacientes.

Calibración: procedimiento de ajuste fino y verificación de la precisión y consistencia de las mediciones realizadas por un dispositivo médico para asegurarse de que esté funcionando adecuadamente y produciendo resultados confiables (Houria et al., 2016).

Capacitación: charla brindada por un experto del tema para compartir conocimientos con otras personas para que puedan utilizar o hacer algún proceso correctamente.

Dispositivo médico: es cualquier equipo, instrumento, máquina, software u otro artículo utilizado en el campo de la atención médica para diagnosticar, tratar, monitorear o prevenir enfermedades o infecciones en humanos (Organización Panamericana de la Salud, 2023).

Equipo médico: se refiere a un conjunto de herramientas, dispositivos y técnicas utilizados por médicos, enfermeros, técnicos y otros especialistas para diagnosticar, tratar y monitorear a los pacientes (Rodríguez et al., 2017).

Especificaciones técnicas: características de algún equipo o dispositivo médico para poder realizar la ficha técnica para la compra del mismo.

Hospital: centro de atención médica en donde se realizan estudios cuando un paciente siente dolencia o requiere seguimiento de alguna patología.

Paciente: persona que acude a un centro de salud para diagnóstico, tratamiento u evaluación de alguna patología.

Practicante: persona que pone a prueba sus conocimientos antes de poder obtener su título universitario.

Proveedores: personas o empresa que brinda servicios o recursos a otra.

Repuesto: piezas que se tienen de reemplazo cuando esta llega a fallar ya sea por daño o desgaste.

Seguridad del paciente: protocolos a seguir para evitar daños en el paciente.

Tecnología sanitaria: engloba una variedad de herramientas tecnológicas, que abarcan dispositivos, equipos, sistemas informáticos y soluciones, empleados en el campo de la atención médica y la salud con el propósito de potenciar la capacidad de diagnosticar, tratar, monitorear y administrar la atención de los pacientes (World Health Organization, 2011).

I. INTRODUCCIÓN

En el siguiente informe se presentarán de manera secuencial y cronológica todas las tareas desarrolladas que la estudiante llevará a cabo durante su cargo de servicio técnico y administrativo como practicante del departamento de Ingeniería Biomédica en el Hospital Nacional Dr. Mario Catarino Rivas durante las diez semanas que conforman el periodo académico. Las actividades a realizar serán la actualización del inventario de equipo biomédico, ejecución de mantenimientos preventivos y correctivos, supervisión de trabajos por terceros (proveedores), capacitación a personal de enfermería, evaluación de tecnologías biomédicos para compra de repuestos o descarte y registro en digital de actividades diarias de la unidad de equipo médico.

Así mismo, se abordarán los seis capítulos contenidos dentro del informe donde posteriormente se brindarán más detalles de las temáticas principales a desarrollar. En el Capítulo II se hablará sobre las generalidades de la empresa, descripción del departamento y objetivos del puesto. El Capítulo III engloba el marco teórico, en donde se hará un análisis del sector y se expondrán los conceptos teóricos aprendidos y las principales tecnologías sanitarias intervenidas. En el Capítulo IV se presentarán las tareas realizadas por semana a lo largo de la práctica profesional. En el Capítulo V, se mencionarán las conclusiones en base a los objetivos planteados. Por último, en el Capítulo VI se brindarán algunas recomendaciones tanto a la empresa como a la universidad.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

En este capítulo se presenta una descripción del hospital donde se realizó la práctica profesional, así como también del departamento y el cargo a desempeñar dentro del mismo.

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

El Hospital Dr. Mario Catarino Rivas ubicado en San Pedro Sula, Honduras, es el centro de referencia nacional más importante en la región noroeste de Honduras. El Registro Diario de Atenciones (AT-1) informa que recibe entre 120 y 150 pacientes diariamente, lo que equivale a 54,750 pacientes al año, del cual el 80% son quirúrgicos. El crecimiento de la demanda se debe al envejecimiento de la población, la prevalencia de patologías crónicas y la utilización de la emergencia como fuente alternativa de cuidados ambulatorios para problemas no urgentes (Interiano & Gross, 2016).

Su infraestructura consta de dos edificios. En el edificio principal, se encuentran las salas de hospitalización, emergencias de medicina, urología, pediatría, gineco-obstetricia, ortopedia y cirugía. Además, cuenta con quirófanos, unidad de cuidados intensivos adulto y pediátrico, central de esterilización y equipo (CEYE), centro de imagenología, oficinas administrativas, banco de sangre, laboratorio de patología y clínico, cocina y almacén de medicamentos. La capacidad es de 586 camas en hospitalización, 196 en las diferentes emergencias y 14 quirófanos. El segundo edificio contiene consulta externa, admisión, archivo clínico y farmacia. También, se destinó un Servicio de Atención a pacientes con VIH-SIDA (SAI), así como clínicas odontológicas y un centro ambulatorio para pacientes. Por último, cuenta además con almacén para materiales, cuarto de máquinas, servicio de mantenimiento, lavandería y central eléctrica (Hospital Nacional Mario Catarino Rivas, 2008).



Ilustración 1: Logo del Hospital

Fuente: Hospital Nacional Mario Catarino Rivas (2008).

2.1.1 MISIÓN

Brindar a la población atención de salud integral especializada de calidad, estructurada en concordancia con las políticas, normas, planes y programas de salud nacionales definidas por la Secretaría de Salud (SESAL) y los recursos disponibles, que satisfagan las expectativas y necesidades de la demanda (Hospital Nacional Mario Catarino Rivas, 2008).

2.1.2 VISIÓN

Alcanzar en el mediano plazo un alto nivel de desarrollo tecnológico, científico y docente, contando con el talento humano, recursos económicos y suministros adecuados a la cantidad y características de las necesidades de la población que demanda atención, con un sistema descentralizado de gestión, que garantice eficacia, efectividad y transparencia (Hospital Nacional Mario Catarino Rivas, 2008).

2.1.3 VALORES

Según Hospital Nacional Mario Catarino Rivas (2008), dentro de los valores que el personal del hospital deben de cumplir son:

- Pertenencia: el personal debe de considerar parte esencial del hospital para honrar al lema de "El Catarino Soy Yo"
- Responsabilidad: al momento de cumplir con cada una de las obligaciones y funciones establecidas.
- Disciplina: en el cumplimiento del reglamento y las normas.
- Eficacia y Honestidad: al momento de usar los recursos y aplicar los conocimientos previos.
- Humanismo: al momento de tratar con los pacientes que utilizan los servicios sin distinción alguna.
- Equidad: ofreciendo atención a quienes lo necesiten.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

El departamento de mantenimiento cuenta con varias divisiones, siendo la Unidad de Equipo Biomédico una de ellas. Esta unidad vela por el buen funcionamiento de los equipos médicos dentro del ambiente hospitalario incluyendo los servicios tanto técnicos como administrativos a desarrollar dentro del hospital.

La Unidad de Equipo Biomédico es el encargado de realizar actividades de mantenimientos correctivos y preventivos para brindar servicios de calidad asegurando la salud del paciente, siempre

y cuando estos no se encuentren tercerizados por un proveedor. Además, es de suma importancia la realización de tareas por parte de los biomédicos como llenado de fichas con especificaciones técnicas, realizar inventario de las diferentes salas disponibles en el hospital, llevar control de las órdenes de trabajo de los equipos médicos, desarrollo de dictámenes de descarte a equipo no funcional y capacitación del personal sobre las diferentes tecnologías sanitaria.

El jefe de mantenimiento es el encargado de estar pendiente de que tanto los ingenieros como los técnicos cumplan con las actividades a realizar, garantizando el funcionamiento seguro y eficiente de los equipos médicos, las instalaciones y los sistemas relacionados con la infraestructura hospitalaria. Por otro lado, los técnicos trabajan en conjunto con los biomédicos para ofrecer un ambiente y atención segura a los pacientes. El técnico de refrigeración se encarga de apoyar en cada uno de los sistemas de climatización y refrigeración contenidos dentro del hospital y el técnico electricista se encarga de apoyar cuando un equipo médico contiene una falla en las placas o algún elemento eléctrico.

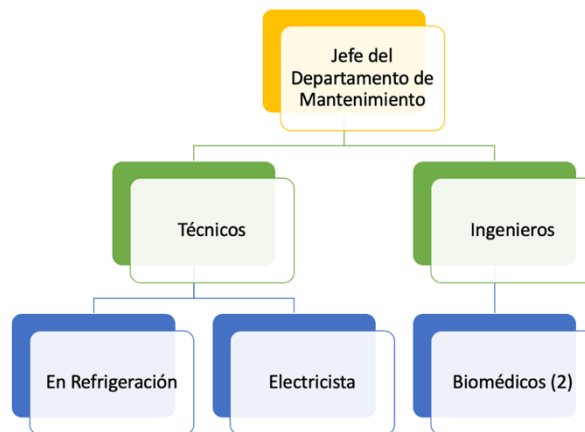


Ilustración 2: Organigrama del Departamento

Fuente: Elaboración Propia

2.3 OBJETIVOS DEL PUESTO

2.3.1 OBJETIVO GENERAL

1. Ejecutar asistencia técnica y de gestión dentro de la unidad de equipo biomédico del Hospital Nacional Dr. Mario Catarino Rivas para mantener en buen funcionamiento los equipos durante las diez semanas como practicante.

2.3.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS

1. Actualizar el inventario al 100% por medio de un formato en Excel de las salas de emergencia (medicina interna EMI y pediátrica EP) y recuperación del hospital durante cuatro semanas de práctica.
2. Desarrollar mantenimientos correctivos del 30% de los equipos médicos que sean enviados a la Unidad de Equipo Biomédico utilizando multímetro, destornilladores, llaves allen, analizadores o simuladores de pacientes durante el periodo, una vez finalizado el mantenimiento, las órdenes de trabajo se registran al Excel.
3. Ofrecer una capacitación al personal sobre el uso correcto de un equipo médico para evitar el mal funcionamiento del mismo y daños a corto plazo.
4. Evaluar las tecnologías biomédicas realizando especificaciones técnicas (4) para la compra de equipos o repuestos y dictámenes de diagnóstico tanto de descarte como de funcionamiento dentro de la sala (4) de los equipos utilizando un formato proporcionado cuando sea necesario durante el periodo.

III. MARCO TEÓRICO

En esta sección se hablará sobre el análisis del sector, así como conceptos teóricos que ayudan a fortalecer el aprendizaje del alumno y se expondrán las tecnologías sanitarias a las que se intervendrán.

3.1 ANÁLISIS DEL SECTOR

Debido a la limitación del Hospital Leonardo Martínez Valenzuela y al rápido aumento de la población en la ciudad del adelantado, se enfocó en la tarea de establecer un centro médico meritorio para la ciudad de San Pedro Sula. Después de recibir la donación del terreno de alrededor de 3 manzanas por parte del ayuntamiento, comenzó la construcción del moderno edificio bajo la dirección del Dr. Reynaldo Gómez Urtecho. El edificio fue inaugurado en 1990 bajo la administración del Lic. Rafael Leonardo Callejas y actualmente es considerado Hospital Nacional en la población Nor-occidental (Secretaría de Salud de Honduras, 2010).

Del mismo modo, el hospital puede referir a pacientes a otros entes hospitalarios que cuentan con especialidades como El Hospital Psiquiátrico San Juan de Dios en San Pedro Sula y El Instituto del Tórax, El Hospital San Felipe y el Hospital Escuela en Tegucigalpa. Estos hospitales poseen recursos y tecnologías más especializadas y avanzadas para brindarle a la población una mayor asistencia médica dependiendo de la patología. En la ciudad de San Pedro Sula, Cortés se encuentran hospitales tanto públicos como privados que ofrecen una cartera de servicios similar a la del Hospital Mario Catarino Rivas, entre estos podemos mencionar los más conocidos como el Hospital Leonardo Martínez Valenzuela, el Hospital del Valle, Hospital Bendaña, CEMESA, etc. (XplorHonduras, 2018).



Ilustración 3: Edificio del Hospital

Fuente: Hospital Nacional Mario Catarino Rivas (2008)

3.1.1 HOSPITAL ESCUELA UNIVERSITARIO (HEU)

El Hospital Escuela Universitario es el principal centro de asistencia hospitalaria pública en Honduras. El hospital comenzó como Hospital Materno Infantil y abrió sus puertas con una atención exclusiva para niños. La planta de Ginecología y Obstetricia se inauguró y recibió el nombre de Hospital Materno-Infantil. El Banco Internacional del Desarrollo contribuyó con dinero para la construcción del Hospital Escuela en Tegucigalpa. Se inauguró como Hospital Nacional Escuela de Honduras, con un nuevo Bloque Médico-Quirúrgico que complementa al Bloque Materno Infantil. En 1979, el Hospital Escuela abre sus puertas al público, lo que da como resultado la formación del complejo Materno Infantil y Hospital Escuela. Entre los servicios que brinda están la emergencia, consulta externa, hospitalización y cirugía (*Hospital Escuela, 2020*).



Ilustración 4: Logo Hospital Escuela Universitario

Fuente: Hospital Escuela (2020).

3.1.1.1 *Dificultades HMCR vs HEU*

El Hospital Mario Catarino Rivas se encuentra desfasado tomando como referencia que abrió sus puertas hace 33 años. La infraestructura de la red de Salud Pública se quedó por debajo de las necesidades de la población debido al abandono de las políticas públicas. Por otro lado, las nuevas políticas gubernamentales tienen en cuenta no solo el fortalecimiento de la infraestructura hospitalaria, sino también el proceso salud-enfermedad enfocado en brindar una atención integral bajo una visión holística. Esto comienza con los procesos de promoción y prevención de la salud,

fortaleciendo la atención primaria a la comunidad, que resuelve del 8 al 90% de los problemas de salud de un país. Además, se mantiene con un abastecimiento médico quirúrgico del 88% y de medicamentos del 70%. Nunca se han tenido todos los medicamentos que se necesitan, en la farmacia se tiene lo básico, como sulfato ferroso, hierro intravenoso y eritropoyetina (Monzón, 2023).

Por otro lado, el Hospital Escuela Universitario (HEU) enfrenta numerosas consecuencias del déficit presupuestario, incluida la falta de espacio físico en las salas, la escasez de medicamentos y las citas médicas prolongadas. El presupuesto del centro de salud tiene un déficit de 737.6 millones de lempiras. Lo anterior se debe a que el presupuesto del Estado para el hospital en 2017 fue de 1,438,5 millones de lempiras. Sin embargo, esa cantidad resulta insuficiente porque el centro asistencial necesita 2,176.1 millones para funcionar correctamente y satisfacer las necesidades de los pacientes. Existe un déficit de millones de lempiras en medicamentos, reactivos de laboratorio y en personal. Aunque el hospital puede aliviar parte de la crisis mediante donaciones y ayuda externa, es necesario un aumento en el presupuesto (El Heraldo, 2017).

3.2 CONCEPTOS TEÓRICOS

Dentro de los conceptos teóricos aprendidos se engloban dentro de la gestión y realización del servicio técnico dentro del hospital. Se pueden mencionar los mantenimientos, el inventario, la adquisición de nuevas tecnologías sanitarias y las capacitaciones al personal.

3.2.1 GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA SANITARIA (GTS)

La gestión de la tecnología médica son todas las tareas para la adquisición y el funcionamiento seguro y eficiente de los dispositivos médicos (DM) a lo largo de su vida útil. A continuación, se enumeran una serie de principios del ciclo de la GTS:

- **Planeación y Evaluación:** es el inicio del ciclo, en donde se quiere adquirir una tecnología médica nueva y se evalúan las necesidades del centro.
- **Presupuesto y finanzas:** en esta etapa se examina el presupuesto y el dinero necesario para dicha tecnología.
- **Evaluación y Selección:** se evalúan las tecnologías disponibles en el mercado y se elige la que satisface la necesidad.
- **Adquisición y Logística:** se realiza la compra de la tecnología y se planifica la logística necesaria para implementarla en el centro.

- **Instalación y puesta en marcha:** la tecnología se instala dentro del área a funcionar.
- **Capacitación y desarrollo de habilidades:** se brindan los conocimientos de uso de la tecnología al personal para evitar posibles daños o repercusiones al mismo.
- **Operación y seguridad:** una vez instalado y capacitado el personal, se procede a darle uso a la tecnología.
- **Mantenimiento y reparación:** realizar mantenimientos correctivos cuando el equipo sufra algún daño o preventivos como limpieza o revisión rápida del mismo con los recursos necesarios.
- **Baja de servicio y eliminación:** se realiza descarte de toda aquella tecnología médica que haya dado su vida útil y ya no sea funcional dentro del centro.

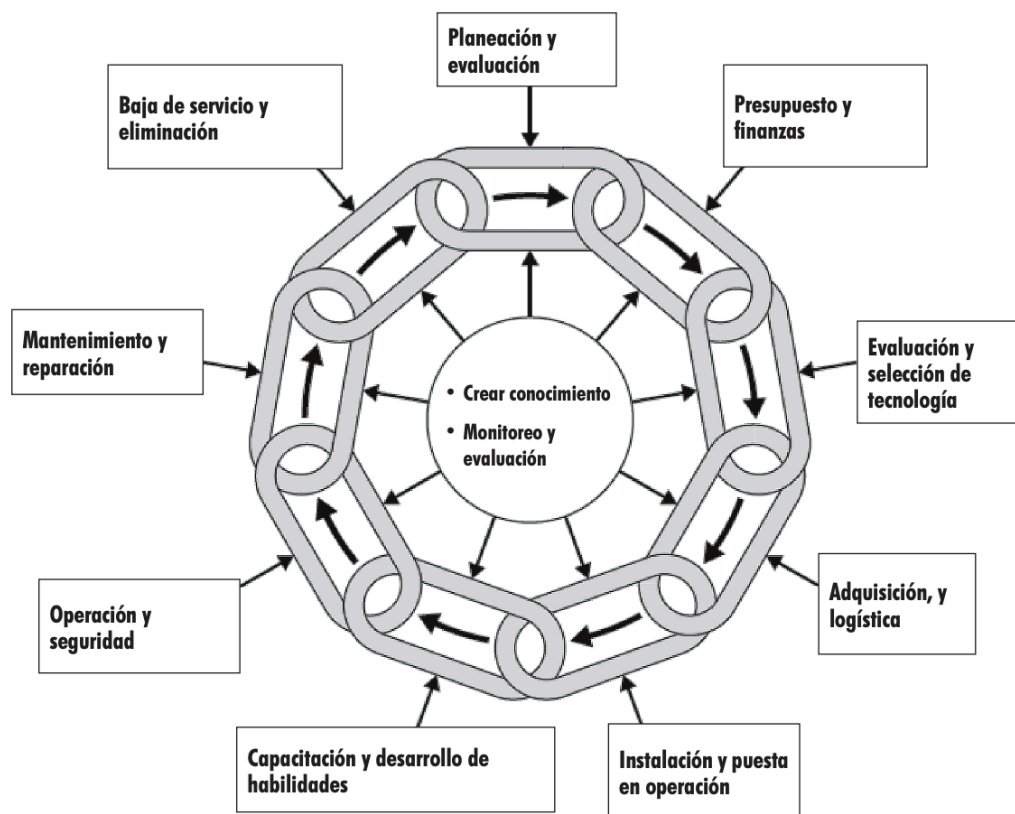


Ilustración 5: Ciclo de la GTS

Fuente: (World Health Organization, 2011)

3.2.2 MANTENIMIENTO

El mantenimiento de los dispositivos médicos desempeña un papel fundamental en la consecución de los propósitos de los prestadores de atención médica. Esto se debe a que, principalmente, asegura el funcionamiento continuo del equipo, disminuye la incidencia de fallos, garantiza el cumplimiento de las normas de seguridad y potencia la calidad del servicio de atención médica (Houria et al., 2016).

La Gestión de Mantenimiento se convierte en una herramienta esencial para respaldar al personal médico y de ingeniería en la planificación, supervisión y coordinación de un Programa de Mantenimiento destinado a asegurar el funcionamiento seguro y eficiente del Equipo Médico, manteniendo al mismo tiempo un costo efectivo. Los objetivos de la Gestión de Mantenimiento en el ámbito de Equipos Médicos incluyen:

- Asegurar un ambiente seguro y operativo a través de un mantenimiento apropiado de todos los equipos y áreas.
- Generar y conservar la documentación esencial de todos los equipos y espacios.
- Reducir al mínimo el tiempo necesario para crear y almacenar la documentación de mantenimiento de todos los equipos y espacios.

3.2.2.1 *Fenningkoh & Smith*

Los factores considerados para establecer el nivel de prioridad de un equipo médico en el hospital son los siguientes:

- **Función del Equipo:** Se refiere al papel que desempeña el equipo en la atención al paciente.
- **Aplicación Clínica:** Evalúa los efectos de un fallo del equipo en el paciente o usuario, así como los riesgos físicos asociados con su aplicación clínica.
- **Requisitos de Mantenimiento:** Varían según el tipo de equipo, con algunos necesitan un mantenimiento exhaustivo, mientras que otros requieren alineación o calibración rutinaria por parte del personal de mantenimiento o requieren comprobación de funcionamiento y seguridad, lo que los coloca en la categoría de mantenimiento promedio.
- **Historial de Incidentes del Equipo:** Se evalúa a través de la retroalimentación de los usuarios o la supervisión con el fin de crear una base de datos para identificar tendencias y necesidades (Rodríguez et al., 2017).

Por la función del equipo.	E
Equipos de apoyo a la vida	9
Equipos e instrumentos para la Cirugía y los Cuidados Intensivos	9
Equipos para el tratamiento y la fisioterapia	8
Otros equipos para el monitoreo de variables fisiológicas y el diagnóstico.	6
Análisis de Laboratorio	5
Accesorios del Laboratorio	4
Computadoras y Equipos asociados	3
Otros equipos relacionados con el paciente	2
Aplicación Clínica	A
Puede producir la muerte al paciente	5
Puede producir daño al paciente u operador	4
Terapia inapropiada o falso diagnóstico	3
Riesgo mínimo	2
Sin riesgo significativo	1
Requerimientos de Mantenimiento	M
Extensivo	5
Promedio	3
Mínimo	1
Historia de fallas	F
Adicionar un punto por cada correctivo en el último año	1 por cada correctivo

Tabla 1: Clasificación de Equipos Médicos según Fenningkoh & Smith

Fuente: Rodríguez et al. (2017)

Según Tijerina & Villagómez (2010), para calcular el valor de mantenimiento (VM) se deben de sumar los criterios anteriormente expuestos en la tabla, siendo la ecuación la siguiente:

$$FM = E (\text{Función}) + A (\text{Aplicación}) + M (\text{Requerimiento de Mantenimiento})$$

Ecuación 1: Ecuación para Mantenimiento según Fenningkoh & Smith

Fuente: Tijerina & Villagómez (2010)

Se recomienda incluir un valor FM igual o superior a 12 en el plan de administración. En general, los dispositivos con un FM superior a 16 son clasificados como nivel de alto riesgo; los dispositivos con un FM entre 12 y 16 son clasificados como mediano riesgo; y los dispositivos con un FM por debajo de 12 son clasificados como bajo riesgo. Hay equipo en el que las clasificaciones no coinciden; aquí el usuario elige qué clasificación usar en función del criterio en el que se basa y puede realizar un mantenimiento adecuado.

3.2.2.2 *Mantenimiento Preventivo*

La función fundamental de la ingeniería clínica es el mantenimiento preventivo (PM), cuyos objetivos son garantizar la seguridad y el rendimiento continuos de los dispositivos médicos y preservar las inversiones en el equipo mediante una mayor durabilidad. PM es principalmente una estrategia basada en el riesgo y se considera una función clave del departamento de ingeniería clínica. Un programa PM efectivo requiere suficiente apoyo administrativo.

El procedimiento a ejecutar y la frecuencia de ejecución son los dos principales problemas para PM. Los procedimientos indican los pasos necesarios para garantizar la funcionalidad del dispositivo, mientras que el segundo clave es la frecuencia a la que debe llevarse a cabo el conjunto de procedimientos (Saleh et al., 2015).

El mantenimiento basado en el tiempo implica la realización de actividades planificadas de mantenimiento y el reemplazo de piezas con el fin de prevenir fallos inesperados. Han surgido tecnologías de monitoreo de condiciones, dando lugar al mantenimiento basado en el estado (CBM), lo que impulsa a realizar actividades de mantenimiento únicamente cuando existen indicios de deterioro, lo que reduce la realización de acciones programadas innecesarias. Actualmente, se utiliza más el concepto "pronóstico" el cual tiene como objetivo centrarse en los errores antes que sucedan.

Además, el mantenimiento predictivo es un tipo de mantenimiento basado en el estado (CBM) que incluye la evaluación de pronóstico en su proceso de toma de decisiones. De esta manera, el PdM integra más información sobre la degradación de los activos en forma de su vida útil restante (RUL) (Mahfoud et al., 2016).

3.2.2.3 *Mantenimiento Correctivo*

El mantenimiento correctivo implica la labor de identificar y corregir las razones detrás de los fallos en un sistema que ha dejado de funcionar. Los equipos de ingeniería tienen múltiples componentes y formas de averiarse, y su mecanismo de falla es bastante complejo. En consecuencia, los signos de falla en el equipo pueden deberse a una combinación de múltiples fallos subyacentes (Wang et al., 2014).

El mantenimiento de los equipos médicos es de suma importancia tanto para la atención al paciente como para el funcionamiento eficiente del hospital. Uno de los desafíos principales en la atención médica actual es la disponibilidad de equipos médicos, y esto se ve fuertemente influenciado por el tiempo de inactividad necesario para reparar dichos equipos. Además, no de los desafíos principales que confronta el personal médico en el hospital se relaciona con la carencia de equipo médico disponible cuando se requiere, y esto se debe al proceso de reparación que, debido a una gestión deficiente, puede extenderse más allá del tiempo requerido, lo que ocasiona una considerable interrupción en la disponibilidad de los equipos (Al-Bashir & Al-Tawarah, 2013).

3.2.3 INVENTARIO

Un inventario es una lista detallada de bienes que posee una organización o institución. Para que un inventario sea rentable, debe mantenerse y actualizarse constantemente para reflejar el estado actual de cada bien. Diferentes detalles se monitorean y actualizan a medida que se producen cambios de acuerdo con la naturaleza de la organización y sus activos asociados. El objetivo es tener una lista precisa y actualizada de todos los bienes que posee la organización, que muestre su estado actual en cualquier momento.

Los equipos médicos son los principales activos de tecnología sanitaria que deben ser incluidos en un inventario. A menudo, los equipos médicos se registran en un inventario separado del inventario principal de los activos del hospital porque la GTS necesita información diferente. La decisión sobre qué equipos deben incluirse en el inventario recae en el departamento responsable del centro de atención médica, como el departamento de ingeniería clínica. Algunas organizaciones optan por tener todos los dispositivos médicos, incluso los pequeños; sin embargo, en organizaciones de gran tamaño, esto puede resultar poco práctico (World Health Organization, 2011).

A continuación, se muestra alguna información esencial que debe de tener el inventario de los equipos médicos de una sala como el número de identificación de inventario, tipo de equipo, breve descripción del equipo, fabricante, modelo, número de serie, ubicación física dentro del centro de salud, estado, alimentación eléctrica, requisitos de funcionamiento y mantenimiento, fecha inicial de registro en el inventario y actualización del mismo, proveedor del servicio de mantenimiento y proveedor de compra.

Elemento	Breve descripción / finalidad	Tipo de inventario
Datos mínimos incluidos en la ficha de inventario		
Número de identificación de inventario	Identificador único para cada equipo	Equipos médicos
Tipo de equipo/ artículo	Informa sobre la naturaleza del artículo, utilizando una nomenclatura uniforme y estándar, por ejemplo el Universal Medical Device Nomenclature System (sistema universal de nomenclatura de dispositivos médicos, UMDNS) o la Global Medical Device Nomenclature (nomenclatura mundial de dispositivos médicos, GMDN)	Todos
Breve descripción del equipo/artículo	Describe el artículo y su función o finalidad	Todos
Fabricante	Identifica la empresa que fabrica el artículo, indicando su nombre, dirección y datos de contacto	Todos
Modelo / número de catálogo	Identificador único de la línea de productos (asignado por el fabricante)	Todos
Número de serie	Identificador único del artículo (asignado por el fabricante)	Todos
Ubicación física en el centro de atención sanitaria	Incluye el número de habitación, o área; permite localizar el equipo médico cuando deba someterse a mantenimiento preventivo; puede incluir información sobre el lugar de almacenamiento del material fungible y las refacciones.	Todos
Estado / estatus operativo	Indica si el equipo está "en servicio" o "fuera de servicio", y en el segundo caso indica el motivo: por ejemplo, pendiente de calibración o de mantenimiento preventivo, en reparación, en espera de refacciones o dañado sin posibilidad de reparación.	Equipos médicos, equipos de medición
Alimentación eléctrica	Indica la alimentación eléctrica necesaria para el equipo, por ejemplo de 110 V, 220 V, 380 V o trifásica; puede ser útil para señalar los equipos que necesiten transformadores u otras medidas especiales.	Equipos médicos, equipos de medición
Requisitos de funcionamiento y mantenimiento	Describe cualquier requisito especial necesario para el funcionamiento o el mantenimiento del equipo.	Equipos médicos
Fecha inicial de registro en el inventario y de actualización	Fecha en la que se registró el equipo en el inventario y fecha de la actualización más reciente de la información	Todos
Proveedor del servicio de mantenimiento	Proporciona información sobre el proveedor incluyendo el nombre, contacto y, en caso de contar con una empresa o taller externo para el mantenimiento del equipo, incluir detalles del contrato (incluyendo vigencia de la garantía); información que indique fecha en que se realizó el mantenimiento.	Equipos médicos, equipos de medición
Proveedor de compra	Se usa como contacto para compras, pedidos de reposición, sustituciones en garantía, etc.	Todos

Tabla 2: Información Esencial de un Inventario

Fuente: World Health Organization (2011)

3.2.4 ADQUISICIÓN DE EQUIPO MÉDICO

Según Lara Rendón et al. (2013), para realizar una adquisición de una tecnología médica es necesario pasar por una serie de etapas, siendo las siguientes:

- Proceso de Licitación: en esta fase, se establecen las directrices generales para iniciar la adquisición del equipamiento médico adecuado de acuerdo a la legislación nacional vigente. Comienza con la elaboración de los términos de la licitación, que incluyen recomendaciones relacionadas con los equipos que deben ser considerados como parte de las regulaciones

internas de cada institución.

- Evaluación de Propuestas: esto implica una evaluación sistemática y cuantitativa de cada propuesta en función de criterios como el cumplimiento de especificaciones médicas y técnicas, la experiencia clínica y técnica relacionada con el equipo ofrecido, el costo y los términos de garantía. La propuesta que reciba la calificación más alta en la evaluación continuará con el proceso de adjudicación y contrato.
- Recepción, Inspección y Puesta en Marcha: el centro de salud debe garantizar que el equipo adquirido cumple completamente con la descripción proporcionada por el proveedor. Para lograr esto, debe seguir los protocolos de recepción e inspección de aceptación correspondientes. Luego, se realizará una inspección de preinstalación para verificar el cumplimiento de las condiciones de instalación necesarias para el equipo. Finalmente, se supervisará el montaje del equipo y se llevarán a cabo las pruebas funcionales y de seguridad pertinentes. Todo este proceso determinará si se acepta o rechaza el equipo suministrado.
- Evaluación Post-Instalación: una vez que el equipo haya comenzado su operación formal, se realice un seguimiento continuo de su rendimiento en el servicio. Esto implica llevar a cabo evaluaciones técnicas y funcionales de manera regular durante los períodos de garantía y después de la garantía. Todos los datos recopilados se registrarán en una base de datos que servirá como base para futuras decisiones relacionadas con la planificación y adquisición de equipos.

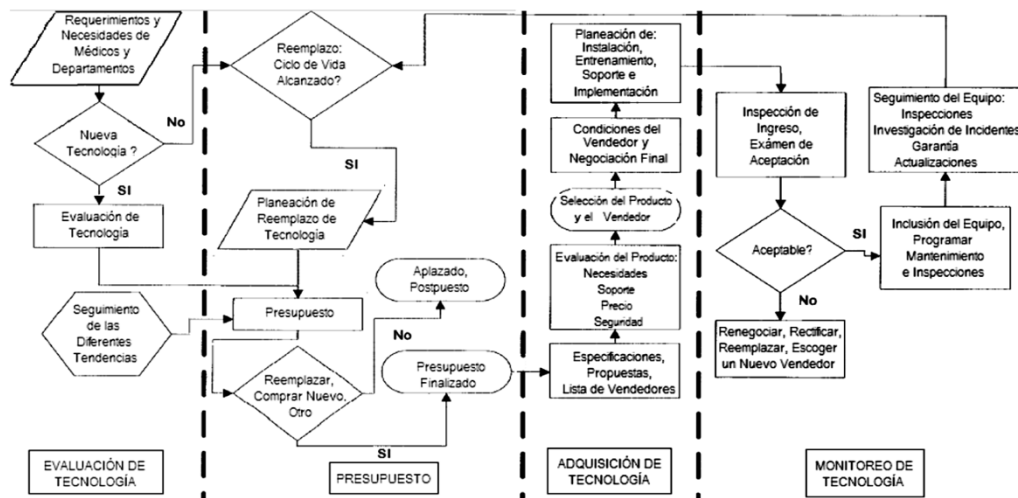


Ilustración 6: Adaptación del Proceso de Planeación de Tecnología

Fuente: Velásquez (2020)

La teoría del iceberg es solo una ilustración de cómo el costo de la adquisición de tecnología y equipos médicos va más allá del simple costo de comprar el equipo o instrumento en sí. Al elaborar un presupuesto, es importante considerar más que solo un equipo, sino también sus necesidades, requisitos y ciclo de vida. Esto incluye temas como el costo de adecuación de las instalaciones o posibles remodelaciones, el valor de los repuestos, el costo de la instalación, la capacitación, el entrenamiento, los accesorios y el mantenimiento, entre otros.

Cuando se comprende y entiende el verdadero significado de la adquisición, el proceso de adquisición de equipos cobra gran importancia. Este "tip" del iceberg reafirma la necesidad de realizar cada uno de los pasos del proceso de adquisición. Para que el proceso de adquisición sea exitoso, se debe realizar una planificación adecuada y considerar todos los elementos visibles y no visibles que determinarán cómo funciona y se usa correctamente el equipo médico.

Se puede ver sólo una pequeña parte del iceberg sobre la superficie del agua desde un plano superficial. Pero al mirar un iceberg, debes pensar en lo que está en sus cimientos, lo que hace de esta estructura algo realmente grande; lo que sobresale de él no es todo. Al comprar un equipo, el precio puede no ser el precio real; por lo tanto, se debe tener en cuenta lo que está "debajo del agua", que son factores que pueden hacer que el precio aumente significativamente. Además, puede parecer que estos costos superan el valor del equipo en sí (Velásquez, 2020).



Ilustración 7: Bases de la Teoría del Iceberg

Fuente: Velásquez (2020)

3.2.5 CAPACITACIONES

Según Díaz Arteaga (2010), un programa de formación se basa en cuatro fases operativas específicas:

- Identificación de las necesidades de formación
- Creación de un plan de formación
- Implementación del plan de formación
- Evaluación y seguimiento del plan de formación

El proceso de formación es un ciclo continuo compuesto por estas cuatro actividades secuenciales, que tienen un punto de inicio pero no un punto de finalización. Cuando se inicia el primer ciclo de formación, es necesario seguir repitiendo el proceso una y otra vez, ya que es un proceso constante de desarrollo impulsado por diversos factores, como:

- La renovación de equipos y tecnología.
- La rotación del personal.
- Cambios en la infraestructura.

Por otro lado, las instituciones que brindan atención médica requieren un constante proceso de formación debido a la rotación del personal, la incorporación de nuevas tecnologías y la falta de conocimiento entre el personal de atención médica, tanto médicos como enfermeros, en lo que respecta al uso de dispositivos médicos. Por lo tanto, es esencial desarrollar un plan estructurado para la formación continua en clínicas y hospitales.

Para lograr esto, se llevó a cabo un análisis de dos modelos de formación, uno a nivel nacional y otro a nivel internacional, con el objetivo de identificar las mejores prácticas de cada uno. Basándonos en estos hallazgos, se ha diseñado un modelo de formación que busca proporcionar pautas óptimas para la implementación de programas de capacitación en instituciones de atención médica. Este modelo tiene en cuenta aspectos cruciales, como las herramientas utilizadas en la formación, el tiempo requerido para su ejecución y los riesgos asociados con la tecnología médica, que las propias instituciones deben considerar para ofrecer un servicio de calidad y garantizar la seguridad de los pacientes (Franco et al., 2015).

3.3 TECNOLOGÍA SANITARIA INTERVENIDA

Dentro de las tecnologías intervenidas, se clasifican por diferentes áreas del hospital y los equipos médicos con los que se han trabajado.

3.3.1 UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS

Las unidades de cuidados intensivos (UCI) son servicios que se encuentran dentro del marco institucional hospitalario y tienen una estructura diseñada para mantener las funciones vitales de pacientes en riesgo de muerte y están destinadas a la recuperación.

Los pacientes que están en la UCI requieren cuidado constante y atención especializada porque su estado es crítico. En estas zonas trabajan especialistas en medicina intensiva, enfermeras y varios técnicos y paramédicos capacitados. Se conocen como intensivistas y suelen tener experiencia en medicina interna, cirugía, anestesiología o medicina de urgencias. Dentro de cada institución, se elige de manera variable la población de enfermos candidatos para ser atendidos en las unidades de cuidados intensivos, pero generalmente incluye una evaluación objetiva, reproducible y cuantificable de la gravedad de los pacientes, la necesidad de tratamiento terapéutico y los resultados medidos, como la supervivencia y la calidad de vida posterior (C. Aguilar & Martínez, 2017).

3.3.1.1 Ventilador Mecánico

El ventilador mecánico se utiliza para brindar un tratamiento de apoyo vital en el que, mediante el uso de un dispositivo que provee asistencia en la ventilación y oxigenación, se mejora el intercambio de gases y se alivia la carga respiratoria de los pacientes que padecen de insuficiencia respiratoria.

La función primordial de la ventilación mecánica consistirá en suministrar gas al paciente de acuerdo con ciertos parámetros de volumen, presión, flujo y tiempo establecidos. También, tiene que poder supervisar tanto la ventilación del paciente como su función respiratoria, utilizando indicadores que pueden ser representados de forma digital y/o gráfica. Además, debe notificar al operador mediante un sistema de alarmas audiovisuales cuando se detecte una condición que difiere de la deseada o esperada.

Dentro de los componentes esenciales del ventilador mecánico se tienen el panel de programación, sistema electrónico, sistema neumático, sistema de suministros eléctrico, sistema de suministro de gases y el circuito del paciente (Gutiérrez Muñoz, 2011).



Ilustración 8: VM Mekics Evo 5

Fuente: Mekics (2022)

3.3.1.2 *Bombas de Infusión*

A diferencia de los métodos convencionales, las bombas de infusión pueden generar presión positiva al líquido mediante la utilización de energía artificial, lo que resulta en una mayor exactitud y seguridad al realizar la infusión por vía subcutánea, intravenosa, intrarraquídea o intraperitoneal. En los últimos años, uno de los avances médicos más notables ha sido la capacidad de utilizar la vía intravenosa para hidratar, medicar y reemplazar la sangre perdida en pacientes, directamente a través del uso de agujas abriendo campo a la utilización de bombas de infusión.

Existen diferentes tipos de bombas de infusión clasificadas según el mecanismo de funcionamiento y la aplicación terapéutica. Dentro de la clase de según su mecanismo de funcionamiento encontramos las bombas peristálticas, volumétricas, de jeringa, elastoméricas, de asa abierta y cerrada. Por otro lado, las bombas de infusión según su aplicación terapéutica están las bombas PCA (patient-controlled analgesia), anestésicas, para la administración de insulina e implantables (Ochoa Quezada, 2013).



Ilustración 9: Bomba de Infusión Medcaptain MP-60

Fuente: (Medcaptain Medical Technology, 2023)

3.3.1.3 *Monitor de Signos Vitales*

El monitor de signos vitales se utiliza para visualizar parámetros fisiológicos como la frecuencia respiratoria y cardíaca, el pulso, la presión arterial, la temperatura corporal así como la saturación de oxígeno, electrocardiograma y los niveles de glucosa.

Actualmente, los hospitales normalmente monitorean las variables vitales; incluso se utilizan monitores especializados para obtener estas variables, que suelen ser de tamaño robusto. Para realizar las lecturas, es necesario tener cierta experiencia en el uso de los instrumentos de medición o, en su defecto, conocer cómo usar un monitor de señales vitales. Estas variables muestran cómo se desarrolla un paciente con una enfermedad específica (Rebolledo, 2016).



Ilustración 10: Monitor de Signos Vitales EDAN

Fuente: Medicolsa SAS (2023)

3.3.1.4 *Encefalógrafo*

El EEG es utilizado para realizar estudios neurofisiológicos basados en el registro de la actividad bioeléctrica cerebral durante diversas activaciones (normalmente hiperpnea y estimulación luminosa intermitente) en condiciones basales de reposo, vigilia o sueño. La señal del EEG se compone principalmente de la combinación de la actividad eléctrica de diversas poblaciones neuronales, las cuales tienen la capacidad de producir potenciales eléctricos y magnéticos que pueden ser registrados en una cierta distancia de sus fuentes de producción (a nivel de la superficie de la corteza cerebral mediante electrodos en el cuero cabelludo, conocido como EEG de superficie).

Para registrar y analizar la señal eléctrica cerebral de una magnitud de microvoltios, se utilizan electrodos a los que se les agrega una pasta conductora para que puedan ser colocados en el cuero cabelludo. Los electrodos intracraneales o intracerebrales permanecen en las unidades de monitorización video. Existen dos tipos de derivaciones las cuales pueden ser bipolar en el que las señales son adquiridas de manera diferencial y la unipolar en la que el potencial es adquirido por diferentes electrodos de referencia a un punto en común (Pozo, 2010).



Ilustración 11: EEG NicoletOne

Fuente: INTEREMED (2022)

3.3.2 SALA DE OPERACIONES (SOP)

La sala de operaciones es un entorno de alto costo y debe ser gestionada de manera eficiente. Al mejorar la eficiencia, acortar la duración de los casos mediante el procesamiento paralelo, la formación de los cirujanos residentes, la elección de métodos anestésicos, una programación efectiva y el monitoreo del rendimiento general son importantes. (Marjamaa et al., 2014).

La sala de operaciones cuenta con una cantidad de quirófanos en los que se pueden hacer cirugías a los pacientes que lo necesiten. Es un ambiente que debe de permanecer estéril, además se deben de controlar otros factores como la humedad, el acceso, vestimenta, entre otros para evitar riesgos de infecciones y asegurar la salud del paciente que se someterá a una operación.

3.3.2.1 *Máquina de Anestesia*

La máquina de anestesia permite la administración de gases médicos (aire, oxígeno o de una mezcla de aire y oxígeno), gases anestésicos (protóxido de nitrógeno, xenón y agentes anestésicos por inhalación (o agentes volátiles halogenados). Permite la ventilación espontánea o controlada, manual o mecánica. Un aparato completo o estación de anestesia consta de un sistema (o módulo) de alimentación de gas fresco, uno o dos sistemas (o circuitos) anestésicos, un ventilador y un sistema de anticontaminación. Además, está equipado con un aspirador reservado para el uso anestésico y monitores que garantizan que cumpla con las normas de seguridad de la anestesia. El conjunto de estas partes es lo mínimo necesario para administrar una anestesia general y forma una estación de anestesia, de la cual hay una variedad de modelos disponibles (Beaulieu et al., 2013).



Ilustración 12: Máquina de Anestesia Aespire View

Fuente: SOMA Tech (2022)

3.3.2.2 *Mayfield*

Una parte importante del procedimiento neuroquirúrgico es la fijación de la cabeza después de determinar la posición final de la cabeza. Dependiendo de la cirugía, la cabeza puede colocarse en una variedad de dispositivos de fijación. El reposacabezas tipo herradura, el armazón de cabeza sugita y la abrazadera de cabeza Mayfield Kess son dispositivos comunes que se utilizan.

El cabezal Mayfield es una pinza craneal con tres pernos estériles de fijación. No debe interrumpir la incisión del cráneo. Los pernos se deslizan hasta que las puntas se adhieren al cráneo cuando las pinzas se aprietan juntas. Luego, el ensamblaje del marco de la cabeza que se adjunta a la mesa lo sujeta. El fabricante dice que las clavijas pediátricas son mejores para niños menores de 10 años; sin embargo, es mejor no usar Mayfield con niños menores de tres años.

Por otro lado, el marco de cabeza Sugita sirve para colocar la cabeza del paciente con cuatro pernos de fijación. Es ideal para procedimientos que requieren una gran cantidad de soporte. Permite que la cabeza se mueva 360 grados durante la cirugía. Los retractores automáticos se unen a los marcos de la base mediante tornillos de mariposa espaciados en ángulos de 35 grados. Los ganchos del cuero cabelludo o los retractores automáticos se sujetan con una barra semicircular montada en el marco basal (Marchant & López, 2021).

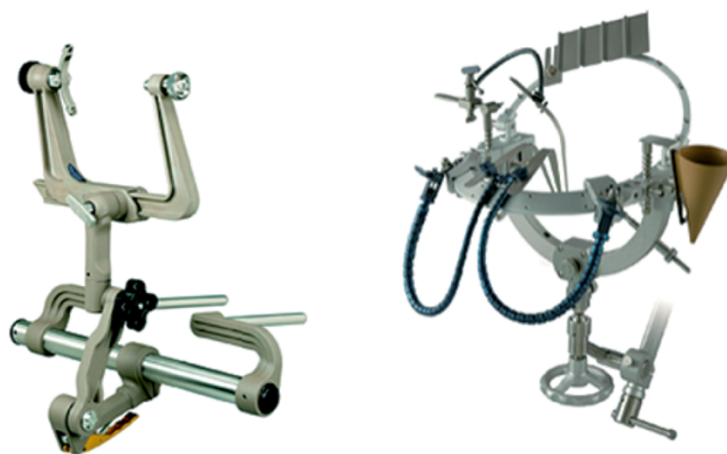


Ilustración 13: Fijador de Cráneo Mayfield

Fuente: Marchant & López (2021).

3.3.2.3 Craneótomo

El craneótomo es un equipo que ayuda a realizar una abertura en el cráneo de manera rápida y precisa a todos aquellos pacientes que cuenten con tumores, hemorragias, entre otros. Usualmente es utilizado para realizar por lo menos tres agujeros y posteriormente se trazan líneas de fresado que conectan los agujeros para poder elevar el cráneo.

Además, cuenta con un sistema de consola de poder que cuenta con un microdebridador, sierra y taladro para poder remover todo tipo de tejido como el blando, duro y hueso en las intervenciones dentro de la cirugía. Este sistema contiene una consola de potencia, piezas de mano, bombas de irrigación, cables de conexión y un pedal. Las piezas de mano se emplean con una variedad de herramientas, como raspadores, fresas, sierras, cuchillas, taladros, cánulas. La consola facilita la irrigación de las cuchillas y fresas, así como la refrigeración del motor mediante las bombas de irrigación integradas en la consola (Bravo Sigüenza, 2018).



Ilustración 14: Craneótomo NSK

Fuente: VARLIX (2022)

3.3.2.4 Electrocauterio

El electrocauterio es un dispositivo que utiliza la tecnología de radiofrecuencia electrónica y puede emplearse para coagular, desecar y cauterizar vasos sanguíneos en caso de hemorragia durante procedimientos quirúrgicos. La función se fundamenta en principios esenciales que se derivan de las características de las partículas elementales. Estos principios establecen que las modificaciones en la energía de los electrones se emiten en forma de energía electromagnética.

Cuando un flujo de electrones circula, encuentra cierta resistencia que dificulta su

movimiento, y como resultado, se agrega energía en forma de calor a medida que avanza. En el contexto que nos concierne, esta resistencia se llama resistencia eléctrica. Dentro de las células se encuentran tanto cationes como aniones de sodio y potasio. (Iñamagua & Alberto, 2015).



Ilustración 15: Electrocauterio Promise PRO-ESU100

Fuente: SORA Médica (2023)

3.3.2.5 Aspirador de Secreciones

La succión es un método para eliminar la sangre, los gases, los tejidos o los fluidos acumulados en el cuerpo para tratar una variedad de afecciones. Para esto se utilizan aspiradores, que pueden ser portátiles o móviles si no hay un sistema de vacío central o si se requiere succión en áreas sin entradas de vacío. Se basa en bombas que aumentan y disminuyen el volumen de la cámara para producir succión. Luego, el aire se extrae del tubo externo hacia la cámara y se deposita en un recipiente de recolección (López Martín, 2021).



Ilustración 16: Aspirador de Secreciones Thomas

Fuente: LMD Medical (2023)

3.3.3 LABORATORIO

El laboratorio clínico en la atención de salud es un servicio transversal que genera información clínicamente útil mediante el análisis de la composición, concentración y/o estructura de analitos en fluidos biológicos. Su principal objetivo es producir servicios, productos y resultados confiables para el cuidado de la salud de los pacientes.

El laboratorio clínico cuenta con sistemas de gestión de calidad y competencia técnica, que incluyen métodos rastreables, validados y bien controlados para mejorar el desempeño de las prácticas diarias. Los laboratorios realizan el control de calidad interno y participan en uno o más programas de comparación interlaboratorio, como un programa de evaluación externa de la calidad (EQA) o un programa de ensayo de aptitud (PT) apropiado para el análisis e interpretación de sus resultados, herramientas en el proceso de aseguramiento de la calidad de los resultados de análisis (Panunzio, 2022).

3.3.3.1 *Microscopio*

El microscopio permite observar lo que a simple vista no se puede ver. Es un instrumento que permite visualizar elementos que son inaccesibles para el ojo humano. Para lograr este objetivo, se utiliza el principio de la física de reflexión y refracción de la luz para aumentar la imagen que se observa a través del microscopio. El uso del microscopio permitió una mejor comprensión de la vida en los seres microscópicos y una comprensión de conceptos relacionados con la biología, la medicina y otras disciplinas, ya que es una herramienta esencial para llevar a cabo investigaciones, diagnósticos, etc.

El microscopio tiene tres sistemas los cuales son mecánico, óptico y de iluminación. El sistema mecánico ayuda a proporcionar estabilidad y soporte al equipo. El sistema óptico contiene lentes que son los oculares que es por donde se observa la muestra y los objetivos los cuales ayudan a magnificar la imagen de la muestra. Por último, el sistema de iluminación formado por el espejo, diafragma, condensador y la fuente de iluminación (M. I. P. Aguilar, 2014).



Ilustración 17: Microscopio de Laboratorio VELAB VE-A50

Fuente: VelaQuin (2022)

3.3.4 CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN Y EQUIPO

La Central de Esterilización y Equipo (CEyE) es un servicio que realiza una variedad de tareas, incluida la recepción, ubicación, preparación y preparación del equipo para el proceso de esterilización, así como la clasificación y distribución del material estéril a todas las áreas o servicios requeridos. Un objetivo claro es garantizar que el suministro de material y equipo esterilizado sea constante y sin interrupciones durante todo el año. Es una de las unidades más importantes dentro de un hospital porque proporciona todo el material necesario para el desarrollo y funcionamiento de la institución. Es crucial para el manejo y control del material y equipo para la prevención de infecciones.

Se debe tener en cuenta la importancia de la capacidad y el entrenamiento del capital humano para lograr una atención de alta calidad y calidez. Por lo tanto, es esencial conocer con precisión las necesidades y el nivel de satisfacción de los usuarios internos (Pozos Magaña & Jasso Soto, 2016).

3.3.4.1 *Autoclave*

Para evitar infecciones cruzadas, los instrumentos dentales deben limpiarse, desinfectarse y esterilizarse. Para esterilizar los instrumentos, se utilizan el calor seco y la autoclave (vapor a presión), pero también se requiere un proceso que verifique los ciclos de esterilización, así como los

indicadores biológicos (IB) (Patiño-Marín et al., 2012).

El autoclave es un equipo médico fundamental dentro del hospital ya que por medio de este se logran esterilizar cada uno de los materiales utilizados en diferentes áreas con el fin de garantizar un ambiente sin infecciones y sin repercutir en la salud de los pacientes.



Ilustración 18: Autoclave STERIS

Fuente: STERIS Healthcare (2023)

IV. DESARROLLO

En este siguiente apartado, se describen todas las actividades realizadas semanales, dando objetivos, introducción y posteriormente la descripción detallada de cada una de las tareas.

4.1 SEMANA 1: 9-12 DE OCTUBRE

4.1.1 OBJETIVOS

- Revisar equipos médicos ubicados en quirófano para ser entregados.
- Realizar mantenimiento correctivo de equipos médicos.
- Supervisar el trabajo realizado por terceros (proveedores).

4.1.2 INTRODUCCIÓN

La primera semana de práctica profesional, se realizaron diferentes actividades con respecto al servicio técnico de un ingeniero biomédico. Se logró entregar el equipo médico que se encontraba en mal estado a las diferentes salas así como observar el mantenimiento correspondiente realizado por los proveedores y por la practicante.

4.1.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

- **Revisión y entrega de equipo médico**

Para iniciar, se revisó que la máquina de anestesia tuviera todos los insumos con los cuales fue entregada la misma como ser las mangueras de los diferentes gases médicos (oxígeno y aire medicinal), el circuito respiratorio, el pulmón, el fuelle etc. Además, se realizaron las calibraciones correspondientes así se cerciora del buen funcionamiento del equipo por medio del analizador de flujo de gas fluke. Por otro lado, la mesa quirúrgica fue probada con su control para revisar que esta fuera capaz de colocar el paciente en distintas posiciones que brindaba la mesa. Se entregaron ambos equipos funcionales y en óptimas condiciones para que puedan seguir siendo utilizados.

Cabe mencionar que estos equipos fueron prestados al Hospital Mario Catarino Rivas ya que durante la semana había una brigada de Estados Unidos y todos los quirófanos estaban en funcionamiento para brindar buena atención médica a la población hondureña que requería de un procedimiento quirúrgico de cualquier especialidad (ortopedia, neurocirugía, general, ginecología, entre otras).



Ilustración 19: Mesa Quirúrgica y Máquina de Anestesia del Hospital de Santa Bárbara

Fuente: Autoría Propia

- **Revisión de Equipo Médico**

Dos ventiladores mecánicos habían presentado diferentes fallas por lo que se tuvieron que revisar. Se comenzó realizando las calibraciones pedidas por los dos VM para posteriormente dejarlos en pruebas y asegurar de que estos equipos puedan ser utilizados en los pacientes que lo requieran. Se utilizó el analizador de flujo de gas para revisar si los parámetros colocados realmente eran los que se estaba entregando.

El ventilador mecánico Puritan Bennett 840 presentaba la falla en el aire medicinal por lo que se procedió a abrir el compresor con destornilladores para revisar que todas las mangueras estuvieran conectadas para asegurarse de que no existan fugas. Al revisar, se encontró fuga en una de ellas, sin embargo, no se pudo arreglar el problema por falta de repuestos por lo que se procedió a desconectar el compresor del sistema para que se pudiera utilizar el equipo por medio de un toma de pared de aire medicinal. Finalmente, el VM quedó funcional ya que pasó las calibraciones requeridas. Para las calibraciones se utilizó el circuito de paciente.

Por otro lado, el ventilador mecánico Mekics Evo5 presentaba una falla al momento de la entrega de los gases medicinales, por lo que se procedió a revisar si existían fugas en todo el sistema, por lo que se encontró fuga en la parte posterior del ventilador justamente donde se conectan las mangueras de los gases. Por medio de destornillador phillips se desconectaron los filtros de alto

impacto y se reemplazaron por unos que estaban dentro de un VM que ya no era funcional. Una vez colocados estos filtros, se probó el equipo y ya no presentaba ningún tipo de problema.

Por último, se dejaron ambos ventiladores mecánicos en prueba por medio de un circuito de paciente y un pulmón, simulando que era un paciente el que estaba conectado.

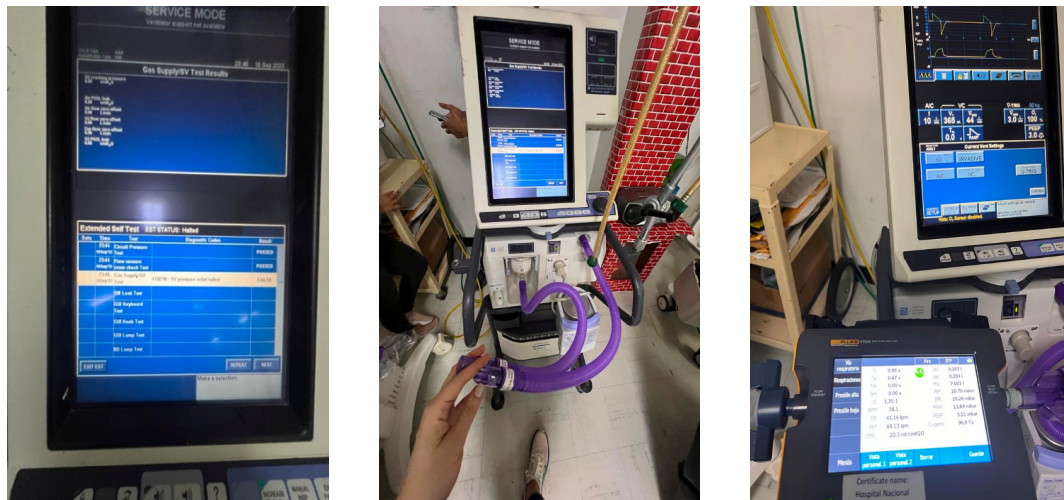


Ilustración 20: Revisión de VM Puritan Bennett 840

Fuente: Autoría Propia

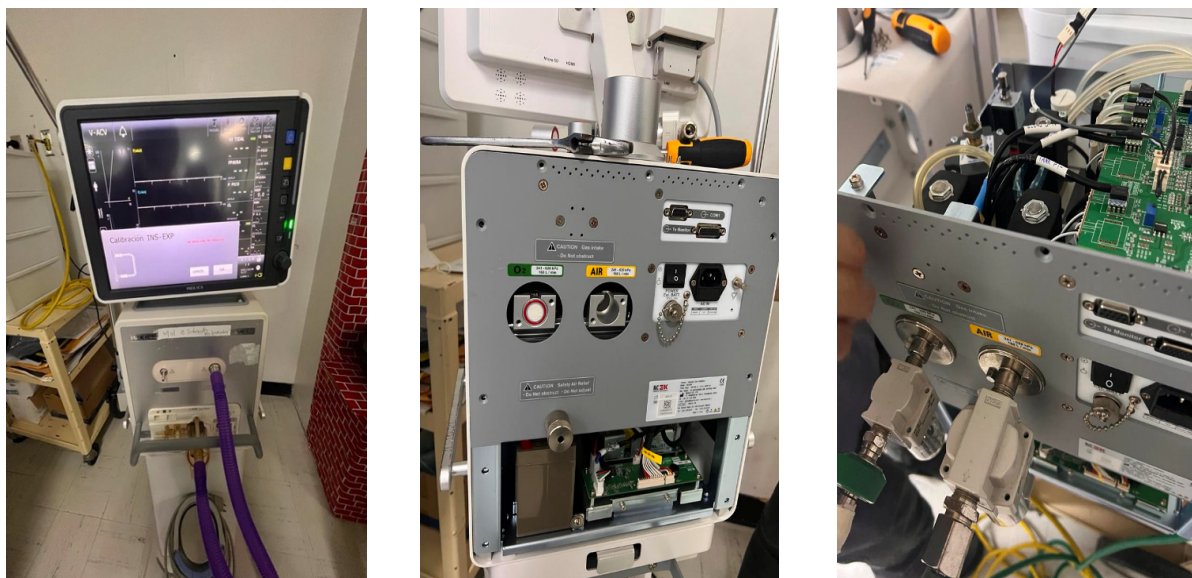


Ilustración 21: Revisión de VM Mekics Evo5

Fuente: Autoría Propia

Además, se hizo revisión del electroencefalógrafo ubicado en Neurología Pediátrica. El equipo como tal no presentaba ningún tipo de falla, sin embargo, el software utilizado para poder guardar la actividad cerebral de los pacientes y llevar registro del mismo presentaba un error al momento en el que se quería enlazar al equipo. Sin embargo, para iniciar se comprobó por medio de un multímetro la cantidad de voltaje que llegaba al toma corriente y al equipo y efectivamente era de 120V aproximadamente. Luego, se revisó la computadora y el software, este último se había reseteado por lo que no estaba captando ningún tipo de señal. Por medio del mouse de la computadora se programó nuevamente el software y por medio de los electrodos se revisó que el programa capte la información necesaria del paciente. Se entregó el equipo funcional.

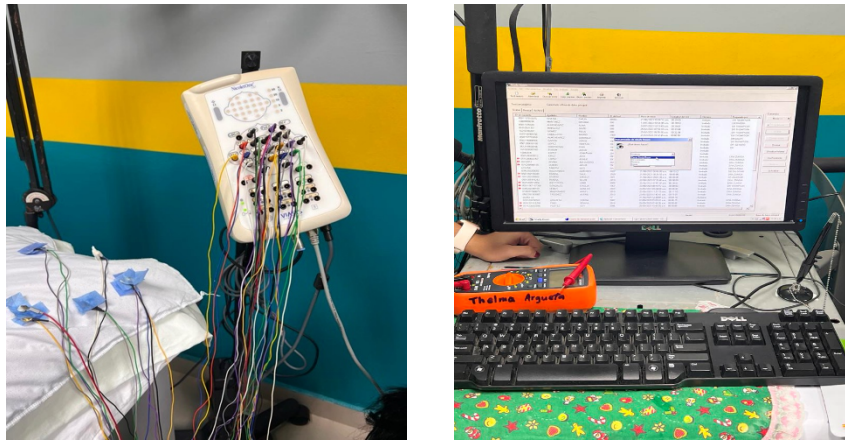


Ilustración 22: Revisión de EEG

Fuente: Autoría Propia

Por último, la incubadora neonatal ubicada en Cuidados Intensivos Neonatales no encendía. Para iniciar se utilizó el multímetro para revisar el voltaje que llegaba tanto al toma corriente como del cable de alimentación del equipo, ambos recibían alrededor de 120 voltios. Por medio de la ayuda de destornilladores se abrió las conexiones eléctricas del equipo para poder medir que todas las terminales estuvieran conectadas correctamente. Una vez realizado esto, se procedió a revisar los fusibles, midiendo continuidad de los mismos por medio del multímetro. Se identificó que uno de ellos estaba quemado por lo que se cambió y esta vez la incubadora logró encender. Se armó el equipo por medio de destornilladores y se entregó funcional a la sala.



Ilustración 23: Revisión de Incubadora Neonatal

Fuente: Autoría Propia

- **Supervisión de trabajo por terceros**

En este caso, se supervisó el trabajo realizado por la empresa MEYKO. El sistema de tratamiento de agua del autoclave Steris estaba dañado. La bomba de agua sufrió una sobrepresión causando que se detonara la misma. Se debía de reemplazar la bomba ya que el equipo no podía parar de funcionar ya que es un equipo esencial dentro de un hospital. Mientras se encontraba la bomba necesaria para el sistema, la empresa Rekubre se encargó de realizar un bypass para sustituir la bomba. Sin embargo, el equipo dejó de funcionar por 24 horas ya que el pegamento especial tenía que secarse para que los tubos de PVC quedaran bien unidos sin ocasionar otro daño al sistema. Para el bypass se utilizó tubo de PVC, pegamento, válvulas y segueta.

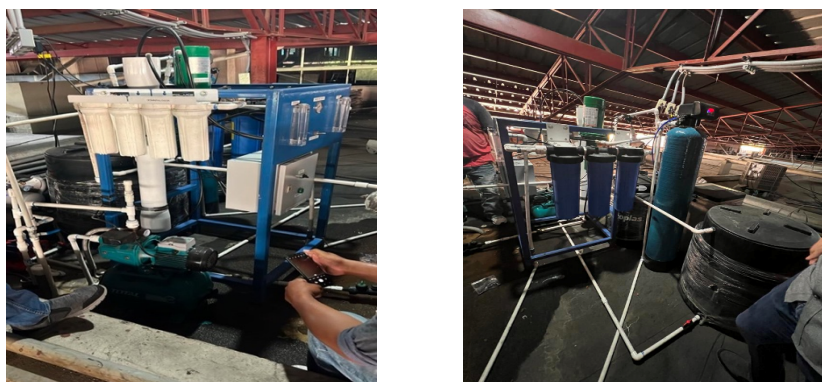


Ilustración 24: Supervisión reparación de sistema de tratamiento de agua por Meyko

Fuente: Autoría Propia

La empresa SIMEDIC se encargó de realizar una revisión de la dosis de radiación de los chalecos entregados al personal pertenecientes de las áreas de Quirófano e Imagenología al momento de utilizar el Arco en C o los Rayos X. Estos chalecos estaban plomados, sin embargo, los pedazos de plomo estaban quebrados y al momento de realizar las pruebas con el dosímetro, un porcentaje alto de radiación atravesaba siendo dañina para el personal. Se realizaron varias pruebas con los diferentes chalecos de las dos áreas, sin embargo, todos entregaban mucha radiación por lo que es necesario descartarlos y comprar chalecos nuevos. Se utilizó el dosímetro como herramienta de medición de la radiación.



Ilustración 25: Supervisión Dosimetría de Chalecos

Fuente: Autoría Propia

4.2 SEMANA 2: 16-20 DE OCTUBRE

4.2.1 OBJETIVOS

- Instalar equipo médico.
- Realizar mantenimiento correctivo a equipo.
- Supervisar trabajo de terceros.

4.2.2 INTRODUCCIÓN

La segunda semana de práctica profesional, se realizaron diferentes actividades siempre brindando servicio técnico. Se instalaron diferentes equipos en el hospital móvil y en emergencia de cirugía. Además, se calibraron bombas de infusión, se asistió a capacitación de ultrasonido y se supervisó la puesta en marcha del mamógrafo.

4.2.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

- **Instalación y puesta en marcha de equipo**

Debido a la sobrepoblación en la sala de Emergencia de Cirugía, era necesario poner en marcha un ventilador mecánico portátil Puritan Bennett. Para esto, se utilizó un circuito de paciente y filtros de diferentes puntos para la seguridad del paciente. Una vez completo el equipo, se utilizó un pulmón para realizar pruebas de funcionamiento del equipo. Además, presentaba una alarma de fallo en la calibración del sensor de oxígeno. Debido a que el ventilador no contaba con dicho sensor, solamente se apagó la opción de FiO_2 y se solucionó el problema presentado.



Ilustración 26: Ventilador Mecánico Portátil Puritan Bennett

Fuente: Autoría Propia

El Hospital Móvil será utilizado para brindar servicios médicos a pacientes oncológicos pediátricos. Se debían instalar monitores de signos vitales y camas hospitalarias para equipar adecuadamente la sala. Los MSV ya habían sido previamente revisados por otros ingenieros biomédicos por lo que se procedió únicamente a instalar el equipo. Con la ayuda de destornilladores, se colocó una plancha en la parte inferior del equipo para poder colocarlo en el cabezal del paciente y que los parámetros medidos puedan ser vistos de mejor manera por el personal. Además, se revisaron que las camillas hospitalarias funcionaran correctamente a través de los controles. Se revisó que pudieran posicionarse de las diferentes maneras que indica el control. Se utilizó un multímetro de igual manera para asegurarse que los tomacorrientes y los cables de alimentación estuvieran funcionales. Finalmente, se entregaron 8 camas hospitalarias y 8 MSV a la sala.



Ilustración 27: Instalación de Equipo en Hospital Móvil

Fuente: Autoría Propia

- **Calibración de Equipo**

Para iniciar, se entregaron dos bombas de infusión ya que estaban entregando más mililitros de líquido de más. Por lo que se procedió a utilizar una venoclip, una probeta y una bolsa de agua destilada para realizar el mantenimiento correctivo pertinente. Se accedió a los ajustes de los equipos para entrar a la opción de calibración. Los parámetros propuestos fueron 20 mL en *VAI (volumen a infundir)* y 200 mL/h en velocidad. Una vez calibradas las bombas de infusión, se procede a revisar que la cantidad de mL sea la correcta. Ambos equipos fueron calibrados exitosamente y de la misma manera se revisaron que los sensores de burbuja, oclusión y puerta estén funcionales.



Ilustración 28: Calibración de Bombas de Infusión

Fuente: Autoría Propia

- **Supervisión de proveedores**

La empresa Siemens brindó una capacitación al doctor encargado de ultrasonido en la sala de Imagenología. La capacitación se trataba sobre el uso del ultrasonido, la explicación constó de cada uno de los botones contenidos en el equipo así como de la ergonomía proporcionada por el equipo para que pueda ser utilizado de mejor manera por el personal. Además, se demostró cómo se miraba la imagen en el equipo de los diferentes transductores.



Ilustración 29: Capacitación de USG

Fuente: Autoría Propia

La empresa Biomédica realizó una inspección al mamógrafo instalado dentro de las instalaciones de Radiología del hospital. Se utilizó un dosímetro para revisar si la cantidad de kVp y mAs entregada era la misma recibida por el paciente. Los parámetros variaban bastante, por lo que se procedió a calibrar el equipo utilizando destornilladores para abrir el equipo y mover una pieza en contra de las manecillas del reloj. Se volvió a probar el equipo con el dosímetro y ya entregaba la cantidad adecuada.

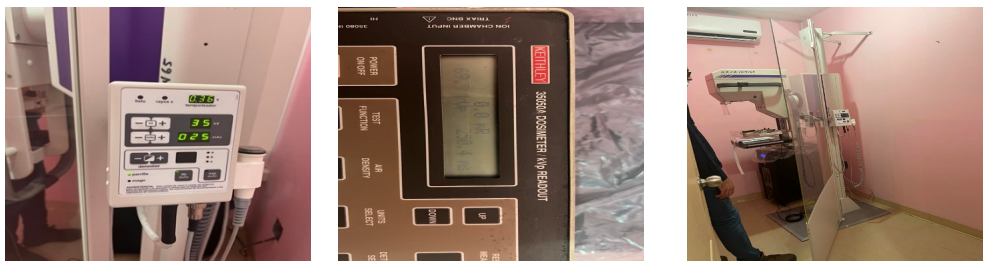


Ilustración 30: Supervisión de trabajo de Mamógrafo

Fuente: Autoría Propia

4.3 SEMANA 3: 23-27 DE OCTUBRE

4.3.1 OBJETIVOS

- Realizar dictamen de descarte de equipo médico.
- Desarrollar ficha con especificaciones técnicas.
- Brindar mantenimiento correctivo y revisión de equipo médico.

4.3.2 INTRODUCCIÓN

Para esta tercera semana de práctica profesional se realizaron tareas tanto de gestión como de servicio técnico. Se ingresaron las órdenes de trabajo realizadas durante el mes de Octubre, así como redactar informe sobre el descarte y las especificaciones técnicas para la adquisición de nuevo equipo médico. Por último, se realizó mantenimiento correctivo como la limpieza, calibración, lubricación de partes, etc.

4.3.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

- **Revisión y mantenimiento correctivo**

Para iniciar, se comenzó la revisión de la máquina de anestesia ya que esta no estaba calibrada, entregando incorrectamente la cantidad de oxígeno necesario. Se comenzó calibrando el sensor de flujo retirando el módulo y colocándolo nuevamente; además, se calibró el oxígeno (O₂) realizando el mismo método. Posteriormente, se colocó el circuito del paciente y el pulmón para realizar pruebas de funcionamiento de la misma una vez calibrada. Por medio del analizador de flujo de gas se revisó que la cantidad de oxígeno seteado sea el mismo entregado.

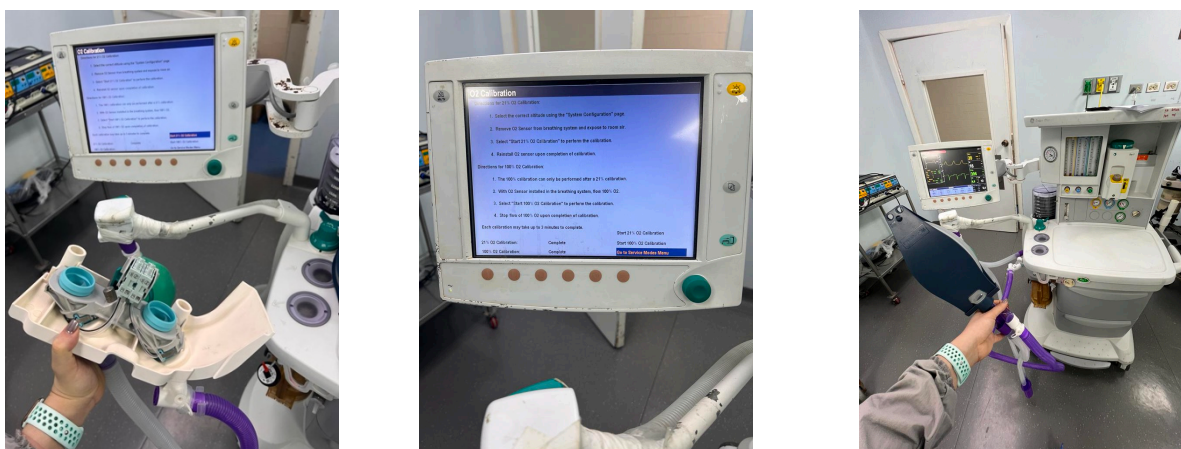


Ilustración 31: Calibración de Sensor de Flujo y Oxígeno

Fuente: Autoría Propia

Un monitor de signos vitales fue reportado a la Unidad de Equipos Médicos debido a que no se reflejaban en la pantalla las señales que estaban captando los sensores (SpO₂, ECG y NIBP). Se realizó limpieza de los electrodos y sensores correspondientes y además, se limpiaron los puertos de los mismos con contact cleaner. Se volvieron a introducir nuevamente en los puertos correspondientes según el parámetro a medir y se realizaron pruebas de funcionamiento para cerciorarse de que las señales y mediciones visualizadas en la pantalla sean las correctas.



Ilustración 32: Revisión de Sensores de MSV

Fuente: Autoría Propia

Por otro lado, un aspirador de secreciones no tenía la suficiente presión para realizar correctamente la aspiración. Se procedió a utilizar destornilladores para visualizar la parte interior del equipo, por lo que se observó que el pistón no se movía correctamente entonces se limpió con un trapo y alcohol y se lubricó con aceite. Posteriormente, se revisaron los tornillos contenidos encima de la tapadera del mismo y se colocaron arandelas para evitar que los tornillos quedaran por debajo del protector del aspirador. Es importante la utilización de guantes para evitar riesgos de infecciones al usuario.



Ilustración 33: Mantenimiento correctivo a Aspirador de Secreciones

Fuente: Autoría Propia

Se procedió a revisar compresores de aire médico ubicados en Emergencia de Medicina Interna. Utilizando el multímetro, se midió el voltaje tanto del toma corriente como la continuidad del cable de alimentación del equipo. Estos estaban en óptimas condiciones por lo que se revisaron los fusibles del equipo y los de ambos compresores estaban dañados. Con la ayuda del multímetro, se aseguró que los fusibles estuvieran funcionales por medio de la continuidad de los mismos. Una vez realizados estos pasos, se conectaron los equipos a la fuente de corriente y funcionaron correctamente.



Ilustración 34: Revisión de Compresores de Aire

Fuente: Autoría Propia

Como es rutina del hospital, se calibraron dos bombas de infusión ya que estaban desprogramadas, entregando líquido de más. Se utilizó un venoclisis y agua destilada para realizar la calibración con sus pruebas de funcionamiento de los sensores necesarios.



Ilustración 35: Calibración de Bombas de Infusión

Fuente: Autoría Propia

- **Especificaciones técnicas y descarte**

La sala de Rehabilitación realizó informe con unos equipos esenciales que no tienen dentro del área para brindar el servicio de rehabilitación a los pacientes. Entre ellos un ultrasonido terapéutico portátil y un electroestimulador muscular como equipo e insumos como electrodos, cepillos vibratorios, vibradores, plastilina terapéutica, entre otros. Se procedió a desarrollar las especificaciones técnicas de dichos equipos para comenzar con el proceso de adquisición y compra de dichos aparatos. Se utilizó la computadora y el programa de Excel para el llenado de las fichas con las especificaciones del equipo que se requiere y conexión a internet para la búsqueda de ciertos requisitos de los equipos en la web.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
Unidad de Equipo Médico			
Proyecto	Equipos e Insumos para Terapia Ocupacional y de Rehabilitación		
Encargado de Solicitud	Dr. Ricardo Bulnes	Fecha de Solicitud	24/10/2023
Sala que Solicita	Medicina Física y Rehabilitación	Nombre de Equipo	Electroestimulador Muscular
Especificaciones Técnicas del Equipo Médico			
1	Nombre	Electroestimulador muscular	
2	Especialidad	Terapia Ocupacional y de Rehabilitación	
3	Frecuencias	1-150 Hz	
4	Anchura de Onda	50-400 μ s	
5	Amplitud de Pulso	0-130 mA de 500 Ω por canal	
6	Modos	Ráfaga (B), Normal (N), Modulación (M), Resistencia-Duración (SD1, SD2)	
7	Canales	4 canales: permite usar desde 2 a 8 electrodos, pudiendo trabajar hasta 4 zonas simultáneamente	
8	Programas	EMS y TENS	
9	Alimentación Eléctrica	110 V / 60 Hz	
10	Accesorios	Electrodos adhesivos compatibles	
11	Condición	Nuevo	
12	Garantía	Mínimo 1 año	
13	Documentos	Se debe proveer manual de servicio y operador en idioma español o inglés	
14	Capacitación	Brindar capacitación a usuarios sobre el manejo del equipo	

Ilustración 36: Especificaciones Técnicas del Electroestimulador Muscular

Fuente: Autoría Propia

Además, se realizó diagnóstico de una máquina de anestesia localizada en Sala de Operaciones. Se le hizo una rápida inspección en el equipo llegando a concluir que la máquina debe de ir para descarte ya que existen partes faltantes esenciales de la misma para su funcionamiento, entre ellos los vaporizadores, mangueras y el fuelle. Además, al momento de encender el equipo, existían módulos no funcionales como el módulo de ventilación, monitor de volumen de oxígeno, control de oxígeno y monitor de presiones. Estos módulos también son imprescindibles para el funcionamiento de la máquina de anestesia. Se realiza descargo ya que la reparación de las partes anteriormente mencionadas incurre a un gasto mayor al adquirir un nuevo equipo.



Ilustración 37: Descargo de Máquina de Anestesia Ohmeda Excel 110

Fuente: Autoría Propia

Por otro lado, había equipo médico en la bodega de sala de operaciones que por falta de insumos ya no son funcionales en la sala. Por medio de papel y lápiz se tomaron los datos necesarios como la marca, el modelo, el número de serie, el número de inventario y observaciones para poder desmantelar el equipo del quirófano siempre detallando el por qué. Se realizó el diagnóstico de cada uno de estos equipos médicos por lo que sí se concluyó a realizar descargo por diferentes razones.



Ilustración 38: Diagnóstico de Equipo Médico en SOP

Fuente: Autoría Propia

4.4 SEMANA 4: 30 DE OCTUBRE – 3 DE NOVIEMBRE

4.4.1 OBJETIVOS

- Realizar mantenimiento correctivo al equipo médico.
- Supervisar trabajo de terceros (proveedores).
- Actualizar el inventario de una de las áreas del hospital.

4.4.2 INTRODUCCIÓN

Durante la semana cuatro se realizaron tareas de gestión y servicio técnico. Se revisaron diferentes equipos reportados a la Unidad de Equipo Médico para brindar el mantenimiento correctivo por diferentes fallas. Por otro lado, se supervisaron diferentes trabajos realizados por varias empresas de equipo médico. Para finalizar, se comenzó a realizar el inventario de una de las áreas asignadas.

4.4.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

- **Revisión de equipo médico**

Un laringoscopio fue reportado ya que el led para poder visualizar correctamente la laringe y otras estructuras de la garganta no encendía. Se comenzó revisando las baterías del equipo, con ayuda de un multímetro se midió un total de aproximadamente 1.5V. Una vez revisando las baterías, se procedió a ajustar el tornillo que hace el empuje del led con ayuda de un destornillador. Se limpiaron los contactos con un trapo y limpia contacto como mantenimiento preventivo del dispositivo médico.



Ilustración 39: Revisión de Laringoscopio

Fuente: Autoría Propia

Se realizó revisión de dos monitores ubicados en Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos ya que el sensor de NIBP no inflaba lo suficiente. Debido a que estos monitores se encontraban en un área pediátrica, se cambió la configuración a paciente pediátrico. Se procedió a revisar cada uno de los sensores (ECG, NIBP y SpO₂). Se utilizó un simulador de paciente para visualizar el registro de señales en los monitores. Todos los sensores estaban funcionales, sin embargo, el sensor de NIBP solamente se podía utilizar en pacientes adultos por lo que se decidió mover los equipos de sala.

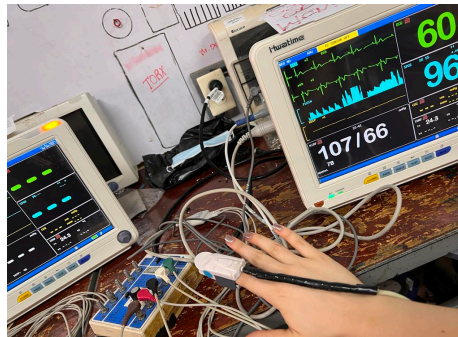
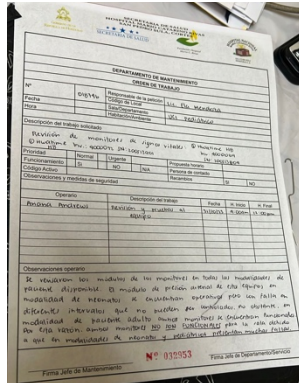


Ilustración 40: Entrega de MSV a Bienes Nacionales

Fuente: Autoría Propia

La balanza de peso ubicada en Neurocirugía Pediátrica estaba descalibrada y al momento de querer pesar a un paciente no daba el peso y la balanza quedaba estancada sin medir. Se procedió a destornillar el tornillo ubicado en la parte lateral del equipo para poder aflojar un poco la balanza y una vez teniendo diferentes mediciones se calibró el equipo con el mismo tornillo hasta que quedara en 0. Cuando la calibración finalizó, se realizaron pruebas con diferentes objetos y la balanza quedó funcional.



Ilustración 41: Balanza de Neurocirugía Pediátrica

Fuente: Autoría Propia

Se reportó un electrocardiógrafo de la sala de Medicina de Mujeres. Ninguna de las derivaciones se mostraba en la pantalla. Se realizó limpieza de las ventosas de los electrodos para poder probarlos correctamente. Utilizando el simulador de pacientes, se conectaron los electrodos al mismo y se comenzaron a visualizar las 12 derivaciones en la pantalla, por lo que el problema era al momento de colocar los electrodos al paciente, ya que dos de ellos no contenían ventosas y no estaban teniendo contacto directo al paciente para captar las señales.

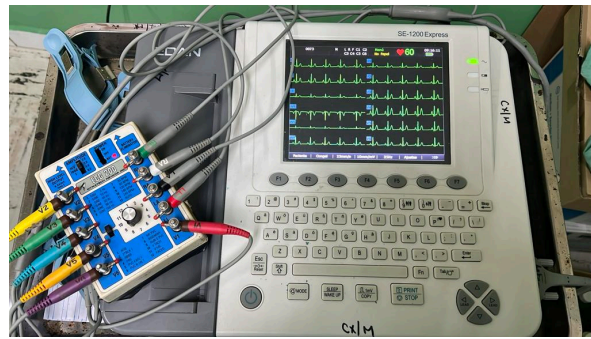


Ilustración 42: Mantenimiento correctivo de ECG

Fuente: Autoría Propia

- **Supervisión de trabajos por proveedores**

La empresa INEQ llegó a las instalaciones del hospital para ofrecer mantenimiento preventivo a las impresoras ubicadas en Radiología y para brindar mantenimiento correctivo al ultrasonido ubicado en Labor y Parto. Se utilizaron trapos, aire comprimido de limpieza, espuma limpiadora y aceite para la limpieza y lubricación del equipo como parte del mantenimiento para evitar posibles fallas a corto plazo. Para la limpieza interna del equipo, se utilizaron destornilladores para poder quitar las tapas protectoras del mismo.

Por otro lado, el ultrasonido estaba presentando fallas al momento de la visualización de la imagen. Se utilizaron diferentes transductores y el gel conductivo para asegurarse de cuáles podrían ser las posibles causas. El proveedor modificó ciertos parámetros en los ajustes del equipo hasta que se mejoró la calidad de la imagen. Además, se revisó la impresora ya que no imprimía. El motivo de esta falla era debido a que el papel había quedado atorado en la impresora por lo que se procedió a sacarlo y colocarlo correctamente dentro de esta.

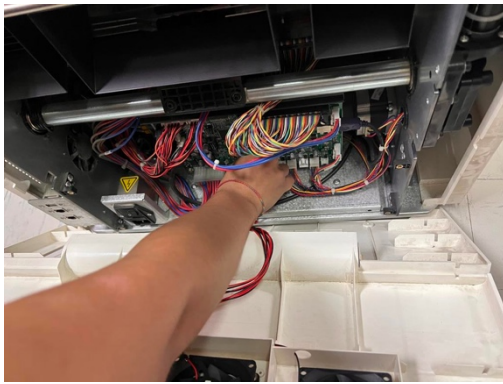


Ilustración 43: Mantenimiento Correctivo de Impresoras

Fuente: Autoría Propia



Ilustración 44: Mantenimiento Preventivo de USG

Fuente: Autoría Propia

La empresa PROMED visitó las instalaciones del hospital debido a que en la sala de Endoscopia tienen gastroscopios que están en mal estado. Realizaron una revisión rápida para el diagnóstico de este equipo. Los elementos explorados fueron los mandos de control, de bloqueo, los botones de agua, aire y aspiración, el tubo de inserción, fuente de luz y cámara. Se anotaron los números de series de estos equipos para mandar un reporte de los hallazgos. Además, fue necesario el uso de la torre de Endoscopia para realizar las pruebas pertinentes.

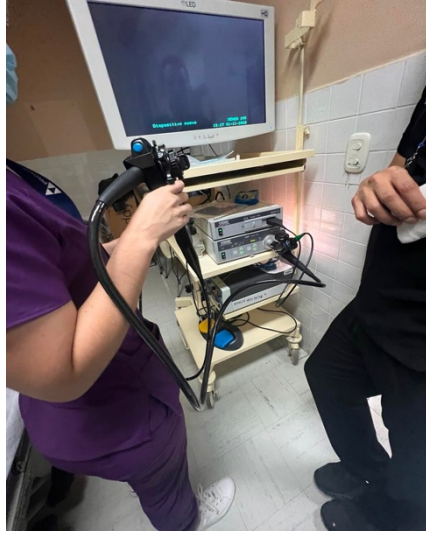


Ilustración 45: Supervisión y diagnóstico de Gastroscopios

Fuente: Autoría Propia

Por último, Seiji Yazawa Iwai visitó la sala de Radiología para la instalación de un botón de parada de emergencia de un Rayos X Estacionario. Utilizaron diferentes herramientas como destornilladores, llaves allen y tenazas para abrir la caja donde se encuentran los breakers del equipo. Se colocó el botón y luego se realizaron pruebas de funcionamiento del mismo para asegurarse de que realmente era funcional y no existiera ninguna falla.

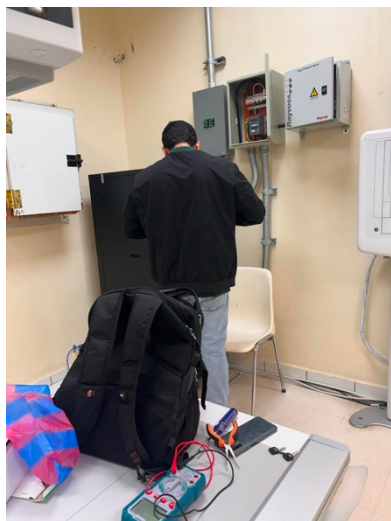


Ilustración 46: Instalación de botón de paro de Rayos X Estacionario

Fuente: Autoría Propia

- **Actualización de inventario**

Se inició el inventario de Emergencia Pediátrica. Se le compartió a la practicante un formato en excel con los datos que se debían de recoger para realizar un buen inventario. Se utilizó un dispositivo electrónico para ir apuntando cada uno de los datos relevantes de todos los equipos médicos contenidos dentro de la sala. Posteriormente, se transcribieron los datos al excel con el formato anteriormente compartido.

HNMCR	SAN PEDRO SULA, CORTÉS								
CÓDIGO BMD	BN	EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	UBICACIÓN	ESTADO	COL	
HMCR2670	HMCR-E0879	BALANZA/TALLIMETRO	HEALTH O METER	-		CHOQUE 1	FUNCIONAL	AZUL	
HMCR2221	4000960	SET DE LARINGOSCOPIOS	-	-		CHOQUE 1	FUNCIONAL	GRIS	
HMCR2222		BALANZA/TALLIMETRO	DETECTO	-		--	-	-	
HMCR1040		INCUBADORA DE TRANSPORTE	NINGBO MEDICAL	TI-2000	36170902001	CHOQUE 2	FUNCIONAL	BLAN	
HMCR2669	HMCR-E0881	SISTEMA DE CALENTAMIENTO	AIR SHIELDS	-	PEDBAS001	CHOQUE 2	FUNCIONAL	BLAN	
HMCR0755		MONITOR DE SIGNOS VITALES	BIOCARE	IM15	C417080003	CHOQUE 2	FUNCIONAL	BLAN	
HMCR0989		MONITOR DE SIGNOS VITALES	BIOCARE	IM15	7415120121	CHOQUE 1	FUNCIONAL	BLAN	
HMCR2668	4028425	DEFIBRILADOR	MINDRAY	BENEHEART D	EZ-16067642	CIRUGIA MENOR	FUNCIONAL	GRIS	
HMCR1922	4023196	ASPIRADOR/SUCCIONADOR DE SECRECIONES	SINOHERO	-		CIRUGIA MENOR	FUNCIONAL	AZUL	
HMCR1998	4024901	MONITOR DE SIGNOS VITALES	SINOHERO	H8	PSHH8001507		OBSERVACIÓN	FUNCIONAL	BLAN
HMCR1938	4023221	NEBULIZADOR	DEVILBISS	PULMOAIDE	D7047924	OBSERVACIÓN	FUNCIONAL	BLAN	
HMCR0997	4019521	NEBULIZADOR	DEVILBISS	PULMOAIDE	3D6007374	CHOQUE 1	FUNCIONAL	BLAN	
HMCR2667	4025042	BOMBA DE INFUSION	SINOHERO	SH-608	SH68004570	OBSERVACION	FUNCIONAL	BLAN	
HMCR2666		BOMBA DE INFUSION	HAWKMED	HK-100 II		OBSERVACION	FUNCIONAL	BLAN	
HMCR0889		BOMBA DE INFUSION	MEDCAPTAIN	MP-60	60170903846	OBSERVACION	FUNCIONAL	BLAN	
HMCR2706		MONITOR DE SIGNOS VITALES	BIOCARE	IM15	C417080015	OBSERVACION	FUNCIONAL	BLAN	
HMCR0760		MONITOR DE SIGNOS VITALES	BIOCARE	IM15	C417080009	OBSERVACION	FUNCIONAL	BLAN	
HMCR2665		BOMBA DE INFUSION	MEDCAPTAIN	MP-60		OBSERVACION	FUNCIONAL	BLAN	
HMCR2662		BOMBA DE INFUSION	HAWKMED	HK-100 II	1047529	OBSERVACION	FUNCIONAL	BLAN	

Ilustración 47: Inventario de Emergencia Pediátrica

Fuente: Autoría Propia

4.5 SEMANA 5: 6- 10 DE NOVIEMBRE

4.5.1 OBJETIVOS

- Realizar pruebas de funcionamiento a equipo médico.
- Supervisar trabajo por parte de proveedores.
- Actualizar el inventario de áreas asignadas.

4.5.2 INTRODUCCIÓN

Como asignaciones de la semana cinco de práctica se realizaron más asignaciones sobre servicio técnico. El equipo que prevaleció para mantenimiento correctivo fueron los ventiladores mecánicos (2 en Neonatos A, 2 en Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos y revisión de los que se encuentran en el Hospital Móvil). Además, se continuó con la actualización del inventario en la Emergencia de Medicina Interna y, por último, supervisión de parte de DIMEX por falla de un VM.

4.5.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

- **Pruebas de funcionamiento y calibración de equipo**

La sala de Emergencia de Medicina Interna solicitó 3 ventiladores mecánicos, por lo que la Unidad de Equipo Biomédico se encargó de ir al Hospital Móvil a realizar una revisión y pruebas de funcionamiento de los ventiladores mecánicos presentes en los diferentes cubículos. Para verificar el equipo, se utilizó un circuito de paciente, una válvula con el sensor de flujo y sus respectivos empaques, manguera y compresor de aire médico. Se comenzó calibrando el circuito inspiratorio-espирatorio y revisión del circuito por si presentaba fallas. Posteriormente, se ponían a ventilar utilizando el pulmón de adulto y con el analizador de flujo de gas se comprobaba si los parámetros seteados eran los mismos que el VM estaba entregando. De los 5 VM probados, 3 se lograron diagnosticar en buen estado para el uso en la sala correspondiente.



Ilustración 48: Componentes utilizados para revisión de VM

Fuente: Autoría Propia

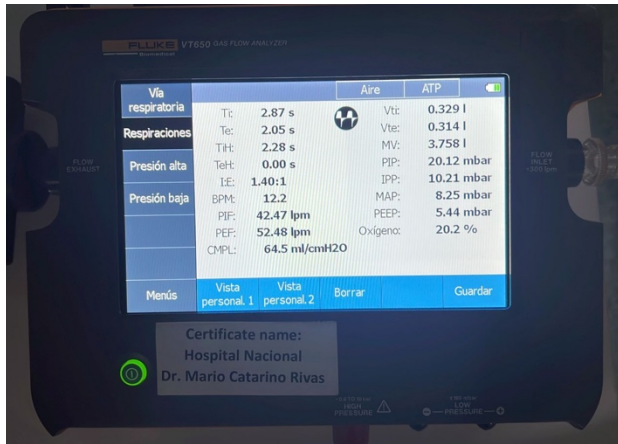


Ilustración 49: Pruebas de funcionamiento a VM del Hospital Móvil

Fuente: Autoría Propia

Prosiguiendo con los ventiladores mecánicos, se brindó mantenimiento correctivo de 4 VM de las áreas de Unidad de Cuidados Intensivos Pediátrico y Neonatos A. Para iniciar, se utilizó el circuito de paciente para calibrar los equipos una vez estuvieran conectados a los tomas de gases médicos de pared con sus respectivas mangueras. Una vez pasadas las calibraciones, se procedió a ventilar el equipo simulando al paciente por medio de un pulmón de neonato o pediátrico, dependiendo de la sala en la que se encontraba. Luego, se fueron variando los parámetros del VM para verificar que el funcionamiento del equipo era el correcto para poder ser utilizado en un paciente. Cabe mencionar que el circuito de paciente estaba mojado por lo que el equipo no estaba entregando correctamente lo que se le indicaba.



Ilustración 50: Ejemplo de calibración de circuito de paciente sin fugas de un VM

Fuente: Autoría Propia

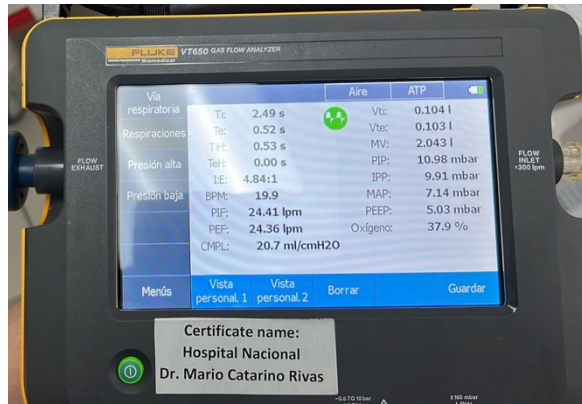


Ilustración 51: Pruebas de Funcionamiento a VM

Fuente: Autoría Propia

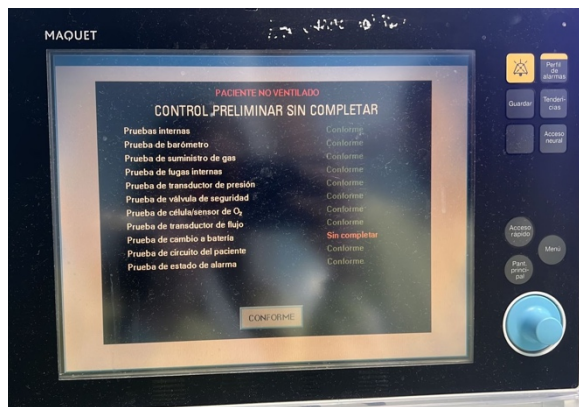


Ilustración 52: Calibración de VM Maquet Servo-i

Fuente: Autoría Propia

En la misma sala de Emergencia Pediátrica el equipo de Rayos X Portátil estaba presentando fallas y no realizaba el disparo para tomar la placa radiográfica. Al inspeccionar el equipo, se visualizó que el detector estaba descargado y por ende no estaba desprogramado. Se colocó en el cargador del detector y se dejó por 24 horas. Al siguiente día el detector estaba al 100% y se procedió a configurarlo al equipo para que ya no presentara fallas y se siguiera utilizando. Al tener el detector configurado, el equipo encendió los indicadores de led verdes para indicar al operario que este mismo está listo.

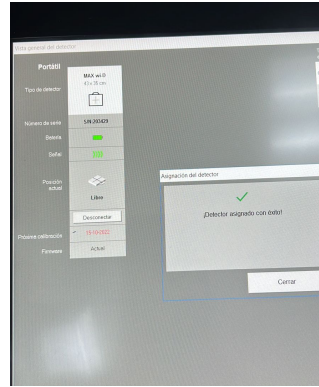


Ilustración 53: Configuración de Detector en Rayos X Portátil

Fuente: Autoría Propia

- **Actualización de inventario**

Se inició el inventario de Emergencia de Medicina Interna. Con el mismo formato en excel anteriormente mencionado, se procedió a recolectar los datos importantes como marca, modelo, número de serie, número de inventario de Bienes Nacionales, estado y color para realizar un buen inventario. Se utilizó un dispositivo electrónico para ir anotando cada uno de los datos relevantes de todos los equipos médicos contenidos dentro de la sala. Posteriormente, se transcribieron los datos al excel con el formato anteriormente compartido.

CÓDIGO BMD	EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	UBICACIÓN	ESTADO	COLOR
4029344	CONCENTRADOR DE OXIGENO	JAY-40		MZ10D29006		FUNCIONAL	GRIS
4030021	VENTILADOR MECÁNICO PORTÁTIL	Paritan Bennett	UMT-800	40966N1694	PASILLO	FUNCIONAL	GRIS
4021150	MONITOR DE SIGNOS VITALES	GENERAL ELER	B40	SJF1451521WA	OBSERVACIÓN	FUNCIONAL	BLANCO
4029113	BOMBA DE INFUSIÓN	SK	SK-600 II	SK0046894	OBSERVACIÓN	FUNCIONAL	BLANCO
4019956	BOMBA DE INFUSIÓN	SK	SK-600 II	50836165	OBSERVACIÓN	FUNCIONAL	BLANCO
4000198	VENTILADOR MECÁNICO	MERICS	EVO3	8809268914133	OBSERVACIÓN	FUNCIONAL	BLANCO
4000770	BOMBA DE INFUSIÓN	MENDRAY	BENEFLUXION	SK0080969	OBSERVACIÓN	FUNCIONAL	BLANCO
4000726	VENTILADOR MECÁNICO	MERICS	EVO3	8809268914133	OBSERVACIÓN	FUNCIONAL	BLANCO
4021151	MONITOR DE SIGNOS VITALES	GENERAL ELER	B40	SJF1451521WA	OBSERVACIÓN	FUNCIONAL	BLANCO
4022214	MONITOR DE SIGNOS VITALES	BIUCARE	DM5	C47708045	OBSERVACIÓN	FUNCIONAL	BLANCO
4027114	BOMBA DE INFUSIÓN	SK	SK-600 II	50836165	OBSERVACIÓN	FUNCIONAL	BLANCO
4022142	ECG	MENDRAY	BENEHEART R	FN-79009453	OBSERVACIÓN 3	FUNCIONAL	BLANCO
4001447	NEBULIZADOR	DEVLBISS	PULMO AIDE	70103496	OBSERVACIÓN 3	FUNCIONAL	BLANCO
4000717	VENTILADOR MECÁNICO	MERICS	EVO3	8809268914133	FILTRO 2	FUNCIONAL	BLANCO
4006161	BOMBA DE INFUSIÓN	ENMIND	EN-V7 SMART	70200607834	FILTRO 2	FUNCIONAL	BLANCO
4018431	MONITOR DE SIGNOS VITALES	GENERAL ELER	PRO 400V2		FILTRO 2	FUNCIONAL	AZUL
	NEBULIZADOR	DEVLBISS	PULMO AIDE	D701034	FILTRO 1	FUNCIONAL	BLANCO

Ilustración 54: Inventario de Emergencia de MI

Fuente: Autoría Propia

- **Supervisión de proveedores**

La empresa DIMEX visitó las instalaciones del hospital debido a que un ventilador mecánico estaba presentando fallas. Después de un tiempo ventilando, el equipo médico se frizaba y se tenía que resetear para que continuará funcionando correctamente. Utilizando destornilladores, se cambió una placa electrónica. Luego, se cerró el equipo y utilizando un pulmón y circuito de paciente se calibró y se dejó en prueba para cerciorarse que el equipo ya no presentara fallas y se pueda utilizar de manera segura en pacientes.



Ilustración 55: VM en prueba

Fuente: Autoría Propia

4.6 SEMANA 6: 13-17 DE NOVIEMBRE

4.6.1 OBJETIVOS

- Realizar mantenimiento correctivo a equipos médicos.
- Revisar de equipo médico localizado en el Hospital Móvil.
- Supervisar las diferentes pruebas de funcionamiento realizadas por proveedores.

4.6.2 INTRODUCCIÓN

Durante la sexta semana de práctica profesional se realizaron diferentes actividades pertenecientes a la Unidad de Equipo Biomédico del hospital. Comenzando con las tareas básicas como el mantenimiento correctivo de los equipos médicos que llegan al taller, así como la revisión de equipo médico y realización de pruebas de funcionamiento ubicado en el Hospital Móvil ubicado dentro de las instalaciones. Además, se realizaron actividades de supervisión a terceros en las áreas de Central de Equipo y Esterilización por un autoclave y en Radiología por el tomógrafo.

4.6.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

- **Mantenimiento Correctivo a Equipo Médico**

Se reportaron las impresoras ubicadas en Radiología, ya que la película radiográfica se quedaba estancada y no lograba salir. Por lo que se procedió a revisar si dichas películas estaban bien colocadas en las gavetas de las impresoras. Una vez se realiza la inspección rápida del exterior del equipo, se revisan las partes internas como los rodillos que ayudan a que la radiografía se logre revelar correctamente. Debido a que estos rodillos contenían suciedad, con un trapo húmedo se limpiaron para que pudieran realizar el funcionamiento adecuado y las películas radiográficas logren salir de la manera correcta.

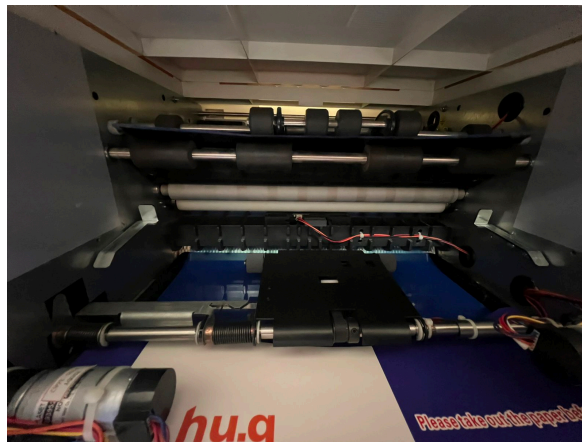


Ilustración 56: Impresoras de Películas Radiográficas

Fuente: Autoría Propia

Como trabajo usual de un ingeniero biomédico en el Hospital Mario Catarino Rivas, se realizó el mantenimiento correctivo como ser pruebas de funcionamiento y calibración a bombas de infusión. Se utilizó una probeta, venoclisis y agua destilada. Después de programar diferentes cantidades (mL) a 200 mL/h, se cerciora que lo entregado coincide con lo que se programó en los parámetros.



Ilustración 57: Calibración y pruebas de funcionamiento de Bombas de Infusión

Fuente: Autoría Propia

- **Inspección y revisión de EM**

Se recibieron cuatro monitores de signos vitales donados por una fundación por lo que se llamó a la Unidad de Equipo Biomédico del hospital para que realizara la respectiva inspección de los equipos. En primer lugar, se revisaron los cables de alimentación los cuales estaban funcionales. Se inspeccionaron los accesorios que traían los equipos como ser: brazaletes y manguera para presión no invasiva, sonda de temperatura, sensor de SPO₂ y lector de códigos de barra. Todos los sensores de los cuatro MSV estaban funcionales por lo que los equipos quedaron en almacén para posteriormente ser entregados a una sala que los solicite.



Ilustración 58: Donación de MSV

Fuente: Autoría Propia

La sala de UCI Adultos pidió apoyo a los ingenieros biomédicos del hospital para que pudieran revisar varios ventiladores mecánicos. Se conectaron las mangueras de los gases medicinales a los tomas de pared. Con ayuda del circuito de paciente se realizaron las calibraciones pertinentes. Luego, se colocó el analizador de flujo de gases con el pulmón para revisar que los parámetros coinciden con lo que se programó en el equipo. Debido a que el VM estaba entregando volúmenes bajos, se procedió a abrir el equipo para revisar que todas las mangueras estuvieran conectadas y no existiera fuga dentro del mismo. Se volvió a cerrar el equipo quedando funcional y en buen estado.

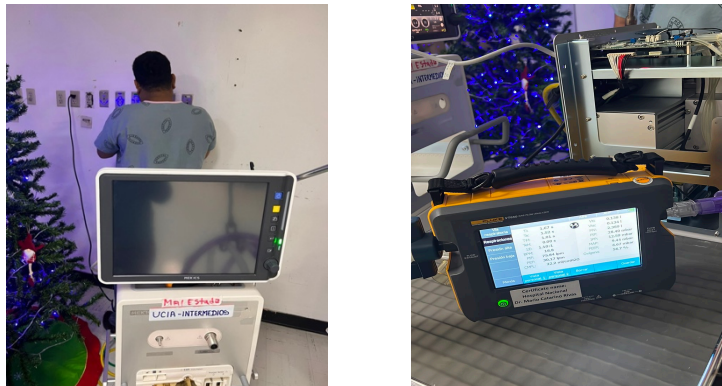


Ilustración 59: Revisión de VM de UCIA

Fuente: Autoría Propia

En la sala de UCI Pediátrica se reportó que un monitor de signos vitales no estaba entregando ningún tipo de información. Se revisaron los ajustes del equipo y se estableció al paciente como pediátrico. Se revisaron que los sensores fueran compatibles al MSV y que estuvieran bien conectados. Con ayuda del simulador de paciente, se conectaron los electrodos y se registró la actividad eléctrica según lo que se programó en el simulador. Posteriormente, se probó que el sensor de SPO₂ y el brazalete de NIBP tuvieron lectura y entregaran la información correcta al monitor.

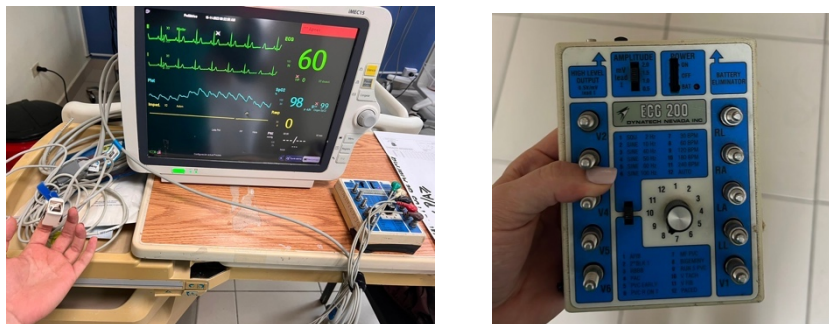


Ilustración 60: Revisión de sensores de MSV

Fuente: Autoría Propia

Bienes Nacionales recibió una solicitud de un succionador de secreciones de parte de la sala de Emergencia de Medicina Interna, por lo que se llamó a Biomédica para que pudieran hacer revisión de los que estaban disponibles en el Hospital Móvil. Había un total de cuatro aspiradores, sin embargo, solamente se revisó uno. Se cambiaron los fusibles ya que no encendía. Luego, con ayuda de una manguera, se inspeccionó que succionara correctamente y el manómetro que muestra la presión estuviera funcional. Se utilizaron guantes para evitar la exposición a las secreciones contenidas por el equipo.



Ilustración 61: Inspección de Aspirador de Secreciones

Fuente: Autoría Propia

- **Supervisión del trabajo por parte de los proveedores**

La empresa de MEYKO visitó las instalaciones del hospital para hacer pruebas de funcionamiento del autoclave. Revisaron rápidamente que dentro del equipo no hubiera ningún tipo de fuga y que la planta de tratamiento de agua estuviera funcionando correctamente. Una vez se haya revisado que todo está en orden, el ingeniero procedió a hacer la prueba de Bowie Dick en la cual se asegura que en el proceso de esterilización se eliminaron todos los microorganismos de manera efectiva. En medio de diversas mantas se coloca un indicador que al momento de salir del autoclave debe de estar rayado indicando que pasó la pruebas correctamente.



Ilustración 62: Prueba de Bowie Dick en Autoclave Steris

Fuente: Autoría Propia

Se recibió una donación por parte de *Capacitación, Educación, Producción, Unificación, Desarrollo y Organización* (CEPUDO) de un microscopio quirúrgico para las neurocirugías realizadas dentro del hospital. Únicamente se supervisó que todos los elementos del microscopio estuvieran contenidos con él y se procedió a llevarlo a Sala de Operaciones para ponerlo en funcionamiento.



Ilustración 63: Donación de Microscopio Quirúrgico

Fuente: Autoría Propia

La empresa de HOSPITEC visitó las instalaciones del hospital para poder revisar el tomógrafo ubicado en Radiología. Realizó diversas pruebas de funcionamiento, ya que el equipo no lograba arrancar por lo que procedió a revisar las partes internas del equipo como del generador de voltaje. Además, se revisó que el software estuviera correctamente conectado con el equipo para poder generar las imágenes de manera adecuada.



Ilustración 64: Supervisión de HOSPITEC al tomógrafo

Fuente: Autoría Propia

4.7 SEMANA 7: 20-24 DE NOVIEMBRE

4.7.1 OBJETIVOS

- Identificar partes faltantes del autoclave Matachana para ponerlo en funcionamiento.
- Desarrollar de mantenimiento correctivo a equipo médico.
- Realizar especificaciones técnicas a equipos de Patología.

4.7.2 INTRODUCCIÓN

En esta séptima semana de práctica se realizaron actividades de servicio técnico meramente. Se comenzó con la revisión de diferentes equipos como máquinas de anestesia, monitores de signos vitales, ventiladores mecánicos y bombas de infusión. Así mismo, se realizó limpieza de microscopios de laboratorio clínico y diferentes cascadas utilizadas con VM. Se hizo revisión e inspección del autoclave localizado en CEYE para posteriormente realizar pruebas de funcionamiento y así utilizarlo. Por último, se llenó la ficha de especificaciones técnicas de equipo.

4.7.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

- **Revisión de equipo médico**

Una de las máquinas de anestesia de Sala de Operaciones estaba presentando falla. Se realizó una inspección rápida por lo que se concluyó que había fuga en el sistema, ya que la máquina no entregaba la cantidad de volumen programado. Se procedió a revisar cada uno de los elementos esenciales del equipo como ser el fuelle, los sensores, etc. Se encontró con que el fuelle tenía una pequeña fuga por lo que se cambió. Además, se reemplazó el sensor de flujo. Por último, para comprobar que el equipo estuviera funcionando correctamente, se utilizó el analizador de flujo de gas para revisar que el problema de las fugas estuviera solventado.



Ilustración 65: Revisión de Máquina de Anestesia

Fuente: Autoría Propia

El monitor de signos vitales no estaba midiendo la presión no invasiva. Se revisó el brazalete y la manguera del MSV para revisar que falla estaba presentando. Al momento de probar brazalete este no presentaba ningún problema, sin embargo, la manguera expulsaba muy poco aire para medir la presión de un adulto. Se cambió el ajuste de la información del paciente a *adulto* y se volvió a probar el brazalete quedando funcional.

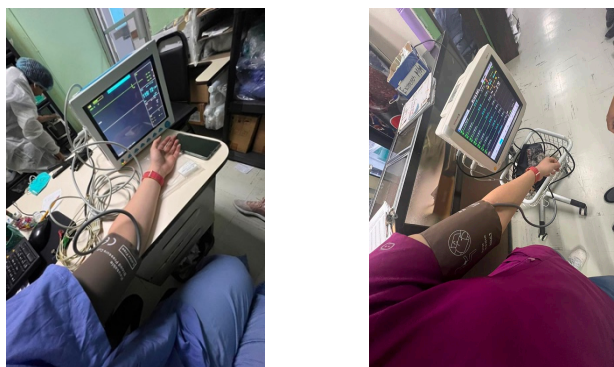


Ilustración 66: Revisión de brazalete de MSV

Fuente: Autoría Propia

Se revisó el ventilador mecánico de UCIA el cual se reportó porque no levantaba. Se calibró el VM y se realizaron pruebas de funcionamiento al equipo. No obstante, el equipo seguía presentando fallas al momento de entregar el volumen programado por lo que se procedió a utilizar destornilladores para abrir el equipo. Se inspeccionaron las placas con los componentes electrónicos y se observó unas pequeñas manchas en ellas por lo que se debían de limpiar con contact cleaner y un pequeño hisopo para remover la suciedad. Una vez finalizada la limpieza se armó de nuevo el equipo quedando como funcional.

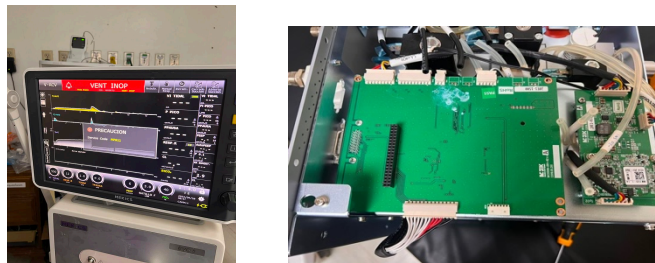


Ilustración 67: MC de VM

Fuente: Autoría Propia

Los microscopios ubicados en Patología no estaban enfocando de manera correcta, por lo que se realizó una limpieza a todos los lentes del equipo (objetivos y oculares). Utilizando papel lente e hisopos, de manera circular se fueron limpiando cada uno de los lentes para evitar rallarlos o perjudicar la utilización de los mismos. Una vez terminada la limpieza, se procedió a realizar pruebas de funcionamiento del equipo para entregarlo en buen estado.



Ilustración 68: Limpieza de oculares y objetivos a microscopio

Fuente: Autoría Propia

Las cascadas utilizadas en conjunto con los VM para poder humidificar el aire que llega al paciente. Estas cascadas fueron probadas para revisar que estuvieran calentando correctamente, el elemento fundamental inspeccionado fue la resistencia. Se conectó a la fuente de alimentación (tomacorrientes) y se probó por un par de minutos hasta que llegó a la temperatura máxima, funcionando de manera correcta por lo que se entregó el equipo en buen estado y funcional.

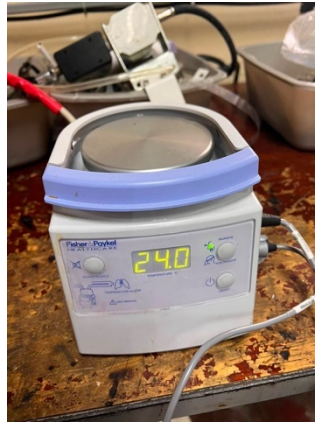


Ilustración 69: Revisión de cascada para VM

Fuente: Autoría Propia

Como trabajo usual, se realizó mantenimiento correctivo de bombas de infusión. Al momento de estarla calibrando, la alarma de aire se encendía y al revisar el venoclisis no era visible ninguna burbuja. Con un trapo y alcohol se limpió en donde va colocado el venoclisis y se volvió a instalar nuevamente para corroborar que la alarma ya no estuviera. Se infundieron varias cantidades de mililitros utilizando el venoclisis, agua destilada y la probeta para realizar las diferentes pruebas de funcionamiento del equipo y entregarlos funcionales a las salas.



Ilustración 70: Pruebas de funcionamiento a Bombas de Infusión

Fuente: Autoría Propia

- **Especificaciones técnicas**

Del área de Patología del hospital se pidió que se realizara las especificaciones técnicas de varios equipos médicos que ya dieron la vida útil dentro de la sala. Por medio del formato brindado previamente se anotaron diferentes características criotomo, siendo estas del micrótopo, criocámara, regleta de congelación, sistema de desinfección y protección del usuario, certificaciones, entre otros. Esto con el fin de obtener cotizaciones de diferentes proveedores y realizar la compra del equipo que más se asimile a la ficha técnica desarrollada.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Unidad de Equipos Médico	
Proyecto	Adquisición de Equipo Médico para Patología
Encargado de Solicitud	Dra. Emma Mesicla Fecha de Solicitud 05/11/2023
Sala que Solicita	Patología Nombre de Equipo Criotomo (Micrótopo Criototato)
Especificaciones Técnicas del Equipo	
1	Características de Micrótopo
	Gresor de sección de corte de 1 - 100 µm mínimo
	Desplazamiento horizontal total de muestra de 25 mm ± 1 mm
	Desplazamiento horizontal total de muestra de 50 mm ± 0,5 mm
2	Características de Criocámara
	Capacidad de 20 muestras mínimo
	Rango de ajuste de temperatura de 0 °C a -50 °C ± 5 K, ajustable en incrementos de 1 K, a temperatura ambiente de 20 °C
	Tiempo de enfriamiento máximo de 6 horas
3	Características de regleta de congelación rápida
	Refrigeración máxima -50 °C
	Mínimo de estaciones de congelación = 8
	Descongelación manual, controlada por tiempo (duración: 12 min.)
4	Sistema de desinfección y protección de usuario
	Programable en periodos de 30 a 180 minutos
	Revestimiento antimicrobiano de plata en toda la carcasa
	Sistema multifiltro integrado (incluido el filtro HEPA)
5	Alimentación eléctrica
110-120 V / 60Hz	
6	Debe incluir
Manual de servicio y de usuario	
7	Certificación
ISO/IEC 17025, IEC 60300	

Ilustración 71: Especificaciones Técnicas del Criotomo

Fuente: Autoría Propia

- **Inspección de Autoclave**

El autoclave Matachana ubicado en la CEYE del hospital está fuera de servicio debido a que no se encontraban algunos repuestos para su funcionamiento correcto. Se le realizó una inspección rápida de las partes faltantes para hacer la solicitud de compra al departamento de Dirección del hospital para posteriormente colocarlas. Dentro del diagnóstico se concluyó que el equipo ocupaba cambio de las resistencias y las válvulas de alivio.



Ilustración 72: Inspección de Autoclave Matachana

Fuente: Autoría Propia

HNMCR	CÓDIGO BMD	BN	EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	UBICACIÓN	ESTADO
	HMCRO0437	4004402	AUTOCLAVE	ELECTROLUX	-	-	ESTERILIZACION	FUNCIONAL
	HMCRO257	4013210	MFA DE ESTERILIZACION Y SECA	OLIDEF CZ	EEL42	8.00E+62	ESTERILIZACION	FUNCIONAL
	HMCRO434	-	AUTOCLAVE	TUTTNAUER	3870HSG	2903416	ESTERILIZACION	NO FUNCIONA
	HMCRO439	4006561	AUTOCLAVE	MARKET FORGE	STME	-	ESTERILIZACION	NO FUNCIONA
	HMCRO258	4014454	CENTRIFUGA	FISHER SCIENTIFIC	228	-	ESTERILIZACION	FUNCIONAL
	HMCRO256	4012627	CENTRIFUGA	KENDRO	-	40028416	ESTERILIZACION	NO FUNCIONA
		4016125	CENTRIFUGA	-	-	-	ESTERILIZACION	FUNCIONAL
	HMCRO0438	4006566	AUTOCLAVE	JOUAN	-	-	ESTERILIZACION	FUNCIONAL
		4022848	CENTRIFUGA	DIGITAL CENTRIFUGE	DSC-302SD	CD2-17080219	URGENTES	FUNCIONAL
	HMCRO144	-	CENTRIFUGA	DIGITAL CENTRIFUGE	DSC-302SD	CD2-17080217	SEROLOGIA	FUNCIONAL
	HMCRO145	-	CENTRIFUGA	DIGITAL CENTRIFUGE	DSC-302SD	CD2-17080221	SEROLOGIA	FUNCIONAL
	HMCRO261	-	INCUBADORA DINAMICA	ABBOT	COMMANDER	IN651382	PRUEBAS ESPECIALES	FUNCIONAL
	HMCRO264	4022935	LAVADORA DE PLACA	MINDRAY	MW-12A	WF-22107087	PRUEBAS ESPECIALES	FUNCIONAL
		4022936	LECTOR DE PLACA	MINDRAY	MR-96A	WH-22111515	PRUEBAS ESPECIALES	FUNCIONAL
	HMCRO255	-	LECTOR DE PLACA	MINDRAY	MR-96A	WH-94109164	PRUEBAS ESPECIALES	FUNCIONAL
	HMCRO131	-	CENTRIFUGA	NATIONAL HEALTH LABORATORIES	-	-	PRUEBAS ESPECIALES	FUNCIONAL
	HMCRO005	4011786	MICROSCOPIO	NIKON	ECLIPSE E200MV K	11706	MICROBIOLOGIA	FUNCIONAL
	HMCRO253	-	ESTUFA	GLOBE SCIENTIFIC	598	-	MICROBIOLOGIA	FUNCIONAL

Ilustración 74: Inventario de Laboratorio Clínico

Fuente: Autoría Propia

HNMCR	CÓDIGO BMD	BN	EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	UBICACIÓN	ESTADO
	HMCRO21407	-	Rotador	FRESVAC	AP-48L	8454	BANCO DE SANGRE	FUNCIONA
	HMCRO016	4018740	ROTADOR	KOOL-LAB	KS-DSR-c800P	14020017	BANCO DE SANGRE	FUNCIONA
	HMCRO18923	HMCRO2369	Separador de plasma	GENESIS BPS	ES315C	313888	BANCO DE SANGRE	FUNCIONA
	HMCRO019	4006912	SEPARADOR DE PLASMA	-	-	-	BANCO DE SANGRE	FUNCIONA
	HMCRO21408	-	SEPARADOR DE PLASMA	DELCON	Dmachat	DP3000417	BANCO DE SANGRE	FUNCIONA
		-	MONITOR CARDÍACO	HAEMONETICS	-	09000-220-EW	BANCO DE SANGRE	FUNCIONA
		-	Centrifuga	DRUCKER	DASHBOARD FLEX -12 DRUCKER	190300AA031	BANCO DE SANGRE	FUNCIONA
	HMCRO258	4014454	CENTRIFUGA	FISHER SCIENTIFIC	228	90200020	BANCO DE SANGRE	FUNCIONA
	HMCRO24758	-	Centrifuga	DRUCKER	DASHBOARD FLEX -12 DRUCKER	190300AA033	BANCO DE SANGRE	FUNCIONA
	HMCRO014	4012825	BAÑO MARIA	AQUABATH	-	-	BANCO DE SANGRE	FUNCIONA
	HMCRO005	-	DESCONGELADOR DE COMPONENTES	PRECISTERM	-	-	BANCO DE SANGRE	NO FUNCIONA
	HMCRO1966	4023769	FREEZER	BIOBASE	BDF-40V268	-	BANCO DE SANGRE	FUNCIONA

Ilustración 75: Inventario de Banco de Sangre

Fuente: Autoría Propia

Un ventilador mecánico de la sala de UCI Pediátrico fue reportado debido a que el equipo no estaba entregando la cantidad de volumen programada. Por medio del circuito de paciente se realizaron las calibraciones pertinentes que pasaron exitosamente. El VM presentaba una fuga que se procedió a ubicar. La válvula exhalatoria contiene varias partes esenciales que dentro de estas está la trampa de agua que utiliza un empaque para que el aire no fugue; este ventilador no contaba con dicho empaque. Se colocó uno nuevo y se solventó el problema de la fuga y el VM quedó funcional, ya que por medio del analizador de flujo de aire se logró visualizar que si estaba entregando el volumen correcto.

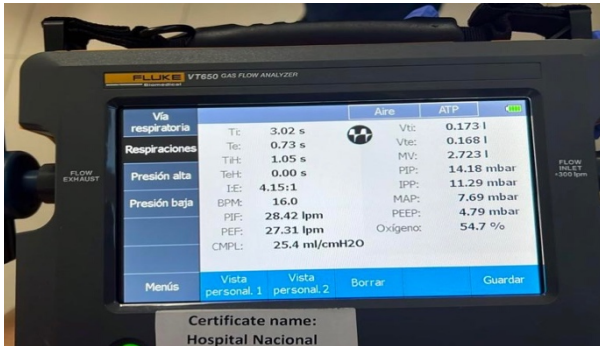


Ilustración 76: Colocación de Empaque en trampa de agua para fuga

Fuente: Autoría Propia

El electrocardiógrafo del área de Nefrología estaba presentando fallas al momento de registrar la actividad eléctrica del corazón del paciente. Se quitaron las ventosas y las pinzas y los electrodos fueron colocados en el simulador de paciente. El ECG comenzó a mostrar el ritmo cardíaco programado, por lo que el error fue al momento de la colocación de los electrodos que no utilizaron gel. Sin embargo, se realizó limpieza utilizando alcohol, trapos y una lija a los electrodos como parte del mantenimiento correctivo del equipo.

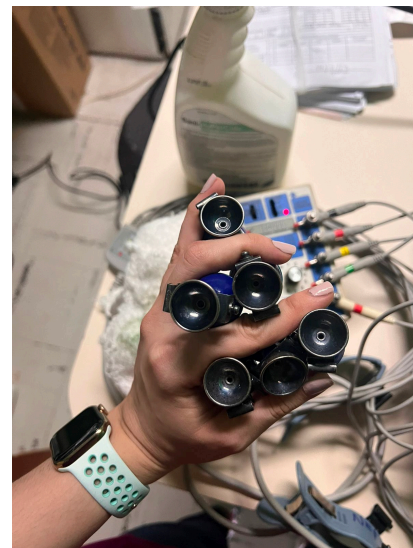
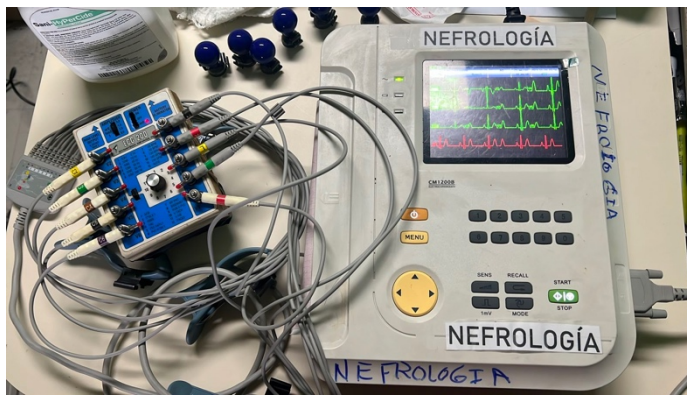


Ilustración 77: Revisión de ECG y limpieza de electrodos

Fuente: Autoría Propia

Luego, fue reportada la impresora de ese mismo ECG. Se verificaron las partes esenciales donde se coloca el papel para la impresión y los rodillos que ayuda el papel a girar estaba mal posicionado por lo que se sacó y se colocó correctamente como debía ir. Por otro lado, la colocación del papel es de suma importancia para que el equipo pueda realizar de manera correcta la impresión.



Ilustración 78: Revisión de impresora de ECG

Fuente: Autoría Propia

Dos microscopios situados en la sala de Patología estaban presentando fallas al momento de enfocar la muestra. Al visualizar a través de los oculares del equipo, se lograron visualizar que estos contenían suciedad en ellos. Con ayuda de papel lente y un hisopo, se limpiaron los objetivos y los oculares del microscopio realizando movimientos circulares así se evita que estas partes se rayen y se tenga una visualización más clara de lo que se está observando.



Ilustración 79: Limpieza de Microscopio

Fuente: Autoría Propia

De consulta externa (odontología), reportaron el autoclave que utilizan para esterilizar material que ellos utilizan. El problema que presentaba era que no esterilizaba los materiales y de un momento a otro el equipo se apagaba. Con el multímetro se revisó el voltaje que entregaba el tomacorriente y el cable de alimentación. También, se midió continuidad del cable. Al momento de conectar el equipo al tomacorriente, el cable quedaba un poco flojo por lo que se desconectaba. Se probó el equipo conectado a otro toma y se hizo la prueba de esterilización dejando los materiales listos para volver a ser utilizados.



Ilustración 80: Revisión de Autoclave de Odontología

Fuente: Autoría Propia

Se reparó un laringoscopio. Se le realizó limpieza de los contactos con contact cleaner y se ajustaron los tornillos con destornilladores. El LED todavía no encendía por lo que se cambió la bujía del LED por uno nuevo, ya que esta había dado su vida útil. Por otro lado, se calibraron bombas de infusión con venoclisis, probeta y agua destilada y se realizó limpieza con alcohol y un trapo del canal donde va colocado el venoclisis.



Ilustración 81: Mantenimiento Correctivo de Equipo Médico

Fuente: Autoría Propia

Por último, se realizó la actividad de "Biomed's Homecoming". Cinco estudiantes de la carrera visitaron las instalaciones del Hospital Nacional Dr. Mario Catarino Rivas para realizar una práctica de Electrocauterio dentro de Sala de Operaciones. Primeramente, se realizó un tour por las diferentes áreas del hospital como Radiología, Hospitalización, Laboratorio Clínico, Patología, Banco de Sangre, UCI Pediátrico, Emergencias, Sala de Operaciones, estación de tanque criogénico, manifold y cilindros de oxígeno, etc. Posteriormente, se revisaron dos electrocauterios por medio del analizador de Electrocirugía. Se utilizaron bisturís, placa de retorno y los diferentes cables del analizador para ver si coincidían las potencias programadas.



Ilustración 82: Tour por el HNMCR

Fuente: Autoría Propia



Ilustración 83: ElectroAventura en la SOP

Fuente: Autoría Propia

4.9 SEMANA 9: 4-8 DE DICIEMBRE

4.9.1 OBJETIVOS

- Desarrollo de ficha de especificaciones técnicas de equipo médico.
- Realizar inventario de tres salas del hospital.
- Supervisar trabajo por parte de proveedores.
- Inspeccionar insumos de equipos médicos para verificar la compatibilidad de los mismos.

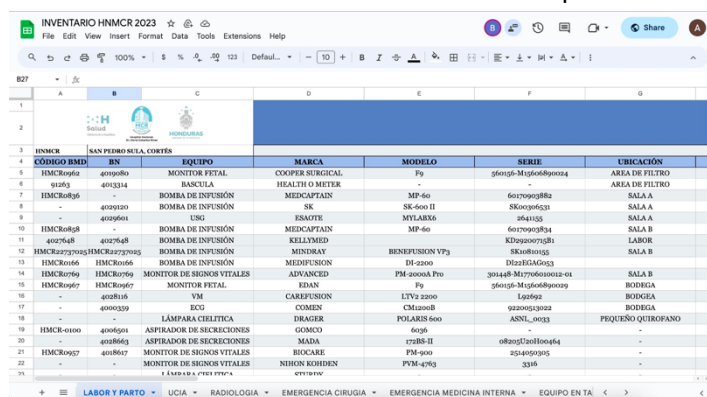
4.9.2 INTRODUCCIÓN

En esta novena semana de Práctica Profesional, se realizaron diferentes actividades como biomédico. Iniciando por la realización de inventario de Recuperación, Labor y Parto y Urología. Por otro lado, se realizaron especificaciones técnicas de equipo médico como una balanza digital y una termoselladora. Por último, se supervisaron los trabajos realizados por dos empresas a un Rayos X Portátil y el tomógrafo además de la revisión de unos sensores de SPO₂ y temperatura.

4.9.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

- **Inventario**

Se inició el inventario de Recuperación, Urología y Labor y Parto. Con el mismo formato en excel anteriormente mencionado, se procedió a recolectar los datos importantes como marca, modelo, número de serie, número de inventario de Bienes Nacionales, estado y color para realizar un buen inventario. Se utilizó un dispositivo electrónico para ir anotando cada uno de los datos relevantes de todos los equipos médicos contenidos dentro de la sala. Posteriormente, se transcribieron los datos al Excel con el formato anteriormente compartido.



CÓDIGO BMD	BN	EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	UBICACIÓN
HMCr0962	401980	MONITOR FETAL	COOPER SURGICAL	F9	95016-M1560890024	AREA DE FILTRO
91019	4019314	BASCULA	HEALTH O METER	-	-	AREA DE FILTRO
HMCr0836	-	BOMBA DE INFUSIÓN	MEDCAPTAN	MP-60	6017999882	SALA A
-	4029120	BOMBA DE INFUSIÓN	SK	SK-500 II	SK0036531	SALA A
-	4029601	USG	ESAOTE	MYLARK6	3541153	SALA A
HMCr0848	-	BOMBA DE INFUSIÓN	MEDCAPTAN	MP-60	6017999884	SALA B
4027548	4027548	BOMBA DE INFUSIÓN	KELLYMED	-	KD920071931	LABOR
HMCr279935	HMCr279935	BOMBA DE INFUSIÓN	MINDRAY	BENEFUSION VP3	SK0801035	SALA B
HMCr0666	HMCr0666	BOMBA DE INFUSIÓN	MEDFUSION	DF-2000	32021640513	-
HMCr0769	HMCr0769	MONITOR DE SIGNOS VITALES	ADVANCED	PM-2000A Pro	301448-M1776000012-01	SALA B
HMCr0967	HMCr0967	MONITOR FETAL	EDAN	F9	95016-M1560890029	BODEGA
-	4018148	VM	CAREFUSION	LTV3-2000	L60962	BODEGA
-	4009339	ECG	COMEN	CM1000B	92200130302	BODEGA
-	-	LÁMPARA CIELOITICA	DRAGER	POLARIS 600	ASNL_0033	PEQUEÑO QUEROFANO
HMCr-0100	4008901	ASPIRADOR DE SECRECIONES	GOMCO	6099	-	-
-	4018663	ASPIRADOR DE SECRECIONES	MADA	17085 II	0820130100464	-
HMCr0927	4018627	MONITOR DE SIGNOS VITALES	BIOCARE	PM-900	2514050305	-
-	-	MONITOR DE SIGNOS VITALES	NIHON KHUHEN	PVM-4793	3316	-

Ilustración 84: Inventario de Labor y Parto

Fuente: Autoría Propia

HNMCR	SAN PEDRO SULA, CORTÉS	CÓDIGO BMD	BN	EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	UBICACIÓN	EST
5		HMCR-E0587	-	TORRE ENDOSCOPIA-PROCESADOR DE IMAGEN	OLYMPUS	OTV-S7	7352289	BODEGA	NOI
6		HMCR-E0915	-	TORRE ENDOSCOPIA-PROCESADOR DE IMAGEN	OLYMPUS	OTV-S7	7908609	BODEGA	NOI
7		HMCR-E0918	-	FUENTE DE LUZ	CARDINAL HEALTH	SNOWDEN-PENCER	92206	BODEGA	NOI
8		-	-	LIPTOTRIPTOR	LIPTOR	LIPTOR4	HoTo146	BODEGA	NOI
9		-	-	TORRE CISTOSCOPIO-ENDOSCOPIO #1	OLYMPUS	-	-	-	NOI
10		404491	-	MONITOR	SONY	LMD-1420MD	330284	-	NOI
11		-	-	FUENTE DE LUZ	CIRCONAMI	MLS-1	KF078	-	NOI
12		4019583	-	ELECTROCAUTERIO	MARTIN	ME2no	-	-	FL
13		4018972	-	ELECTROCAUTERIO	GYRUS ACMI	PK SuperPulse	1121712	-	FL
14		4018971	-	MESA DE EXAMINACIÓN UROLOGÍA	AKRON	-	-	-	FL
15		-	-	TORRE CISTOSCOPIO-ENDOSCOPIO #2	OLYMPUS	-	-	-	FL
16		HMCR1953	-	MONITOR	PANASONIC	EJ-MLA26	Dg1A10088	-	FL
17		4019327	-	CÁMARA	OLYMPUS	VISERA ELITE OTV-S190	-	-	FL
18		4019992	-	FUENTE DE LUZ	OLYMPUS	VISERA ELITE CLV-S40	-	-	FL
19		4017291	-	ELECTROCAUTERIO	EXCELL	250 MCDSe	-	-	FL
20		-	-	LAMPARA DE CALOR	VIKINGO	60 WATTS	-	-	FL
21		4003618	-	NEGATOSCOPIO	-	-	-	-	FL

Ilustración 85: Inventario de Urología

Fuente: Autoría Propia

HNMCR	SAN PEDRO SULA, CORTÉS	CÓDIGO BMD	BN	EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	UBICACIÓN	ESTADO	COLOI
5		4025663	-	SUCCIONADOR	YUWELL	7E-A PORTABLE PHELEM SUCTION	-	RECU ADULTO	FUNCIONAL	BLANO
6		4017278	HMCR0154	SUCCIONADOR	GOMCO	6030	-	RECU ADULTO	FUNCIONAL	ANARANJ
7		4028756	-	BOMBA DE INFUSIÓN	MINDRAY	BENEFUSION VP3	SK10811167	RECU ADULTO	FUNCIONAL	BLANO
8		-	HMCR2208	BOMBA DE INFUSIÓN	KELLYMED	-	XD202007158057	RECU ADULTO	FUNCIONAL	BLANO
9		4028754	MCR-22737018	BOMBA DE INFUSIÓN	MINDRAY	BENEFUSION VP3	SK10812628	RECU ADULTO	FUNCIONAL	BLANO
10		4028450	-	ECG	MINDRAY	BENEHEART R12	-	RECU ADULTO	FUNCIONAL	GRIS
11		4022155	HMCR0680	SUCCIONADOR	GOMCO	3040	-	RECU ADULTO	FUNCIONAL	ANARANJ
12		4006491	HMCR00414	SUCCIONADOR	GOMCO	6036	2012116009	RECU ADULTO	FUNCIONAL	ANARANJ
13		-	HMCR0665	BOMBA DE INFUSIÓN	BIOCARE	IP 12B	-	RECU ADULTO	FUNCIONAL	BLANO
14		402323	HMCR0840	BOMBA DE INFUSIÓN	MEDCAPTAIN	MP-60	60170903907	RECU ADULTO	FUNCIONAL	VERDI
15		4023225	-	BOMBA DE INFUSIÓN	ARI	AIP-Y1200	2190901005	RECU ADULTO	FUNCIONAL	BLANO
16		4016255	HMCR00358	BOMBA DE INFUSIÓN	ATOM	P-600	14X3671	RECU PEDIÁTRICO	FUNCIONAL	AMARIL
17		-	HMCR00357	BOMBA DE INFUSIÓN	BIOCARE	PM-900	2514050324	RECU PEDIÁTRICO	FUNCIONAL	GRIS
18		4027054	-	BOMBA DE INFUSIÓN	KELLYMED	-	XD202007158151	RECU PEDIÁTRICO	FUNCIONAL	BLANC
19		-	HMCR0654	MSV	COMEN	STAR8000	E7170629017	RECU PEDIÁTRICO	FUNCIONAL	BLANO
20		-	-	MSV	VTRUST	TD-2300	-	-	-	GRIS
21		4025411	-	BOMBA DE INFUSIÓN	SHENZHEN	SK-600II	SK90901145	RECU ADULTO	FUNCIONAL	BLANO
22		-	HMCR0636	VENTILADOR MECÁNICO	DRAGER	SAVINA	-	RECU ADULTO	FUNCIONAL	BLANO

Ilustración 86: Inventario de Recuperación

Fuente: Autoría Propia

- **Especificaciones técnicas**

Se pidió que se realizara las especificaciones técnicas de varios equipos médicos que ya dieron la vida útil dentro de la sala. Por medio del formato brindado previamente se anotaron diferentes características de la báscula y termoselladora, como características generales y técnicas, alimentación eléctrica, certificaciones y garantías. Esto con el fin de obtener cotizaciones de diferentes proveedores y realizar la compra del equipo que más se asimile a la ficha técnica desarrollada.


ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
Unidad de Equipo Médico			
Proyecto	Adquisición de Selladora		
Encargado de Solicitud		Fecha de Solicitud	
Sala que Solicita		Nombre de Equipo	
Especificaciones Técnicas del Equipo Médico			
Nombre	Selladora Rotativa HD 680 DE-V		
Características	El sellador rotativo se utiliza en el cierre automático de bolsas sellables y carretes. Con una velocidad de sellado de 10m/min controlada por microprocesador alcanzando temperaturas de 220°C configurables en su pantalla de monitorización.		
Descripción Funcional	Las funciones rápidamente graspable hacen la operación posible. Debido al lacre patentado del Hawoflex, la tecnología del sellador rotatorio del revelador se ajusta a cada material de aislamiento.		
Especificaciones	Presión de contacto: 100 N Tolerancia de desconexión: ± 5°C Distancia de sellado desde el borde: 0-35mm Ancho de la costura del sello: 12mm Forma de la costura de sellado: SealPeak (hawoflex) Conexión a la red: 110V, 50/60 Hz Dimensiones: 505 x 255 x 145mm Material de fabricación: Acero Inoxidable AISI 304 Consumo de potencia máxima: 300 watt Temperatura máxima de sellado: 220°C Tolerancia de temperatura: ± 2% Materiales de sellado: Bolsas sellables (EN 868-4:2009, EN 868-5:2009) Certificaciones: Proceso de sellado satisface los criterios de la norma EN 868-4/5. El dispositivo está certificado por CE.		

Ilustración 87: Especificaciones Técnicas de Termoselladora

Fuente: Autoría Propia

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
Unidad de Equipo Médico			
Proyecto	Adquisición de Equipo Médico para Patología		
Encargado de Solicitud	Dra. Emma Mencia	Fecha de Solicitud	15/11/2023
Sala que Solicita	Patología	Nombre de Equipo	Balanza Digital
Especificaciones Técnicas del Equipo			
1	Nombre de Equipo	Balanza Digital	
2	Características Generales	Placa de pesaje de acero inoxidable	
		Dimensión mínima de platillo: 320 x 350 x 120 mm.	
		Pantalla digital	
		Luz led indicativa	
		Cable interfaz RS-232 para conexión a computadoras e impresoras	
3	Características Técnicas	Cable interfaz USB para almacenamiento de datos	
		Resolución de 0,001 g ó 0,01 g	
4	Alimentación Eléctrica	Rango de 0.01 gramos hasta 20 kilogramos	
		Funciones disponibles: tara, calibración, peso, conversión de unidades, recuento simple, control automático	
5	Certificación	110-120 V / 60Hz	
6	Debe incluir	ISO 17025	
		Garantía de al menos 12 meses	
		Manual de usuario y manual técnico	

Ilustración 88: Especificaciones Técnicas de Báscula

Fuente: Autoría Propia

- **Supervisión de terceros**

La empresa de DISS visitó las instalaciones para hacer revisión del Rayos X Portátil debido a que el detector se desconfiguró del equipo médico. Comenzó realizando una revisión del detector y de la configuración del mismo. Se concluyó con que las baterías del detector ya habían dado la vida útil y debido a esto, el rayos x no localizaba el detector. Se pidió de fábrica el kit de mantenimiento correctivo para poder dejar funcional el equipo en la sala de UCIP.



Ilustración 89: Supervisión de DISS

Fuente: Autoría Propia

La empresa de HOSPITEC visitó las instalaciones del hospital para la revisión del tomógrafo situado en la sala de Radiología. Había componentes del equipo médico como el colimador y algunos cables que estaban reventados, por lo que la reparación implicaba costos altos por lo que se recomendó desinstalar el equipo para la instalación de un tomógrafo nuevo para el hospital.



Ilustración 90: Supervisión de HOSPITEC

Fuente: Autoría Propia

Los alumnos de UNITEC realizaron la visita a las instalaciones del hospital para realizar inventario de las salas de hospitalización. Utilizando el mismo formato del excel, ellos recolectaron todos los datos necesarios para poder tener un inventario actualizado de los equipos pertenecientes a cada una de las áreas del hospital.



Ilustración 91: Actividad de Vinculación de estudiantes de UNITEC

Fuente: Autoría Propia

- **Mantenimiento Correctivo de Equipo**

Como parte de los mantenimientos correctivos, se realizó uno para un ECG, ya que en la pantalla no se visualizaban todas las derivaciones del estudio. Se comenzó revisando la configuración de que derivaciones estaban programadas correctamente. Luego, se procedió a revisar los electrodos y realizar limpieza de las ventosas, debido a que contenían gel e interfería en la medición. Con el simulador de paciente, se conectaron los electrodos y las mediciones fueron visualizadas en la pantalla del equipo. Con alcohol y un trapo se realizó la limpieza exitosa de los componentes esenciales del ECG.

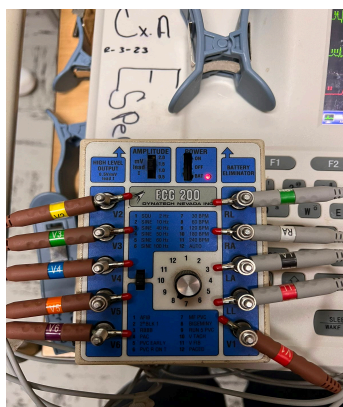


Ilustración 92: Mantenimiento correctivo de ECG

Fuente: Autoría Propia

Por último, se realizó la revisión de sensores de SPO₂ en un monitor de signos vitales. La sala de UCIP pidió un sensor de oximetría para neonatos, ya que estaban utilizando un sensor pediátrico en bebés por lo que estaba lastimando el pie del neonato. Sin embargo, el MSV tuvo problemas de compatibilidad con los sensores neonatales presentes dentro de la Unidad de Equipo Médico, se podían conectar al módulo, pero no realizaba la medición. Se hizo solicitud de compra del sensor neonatal que fuera compatible con el equipo.

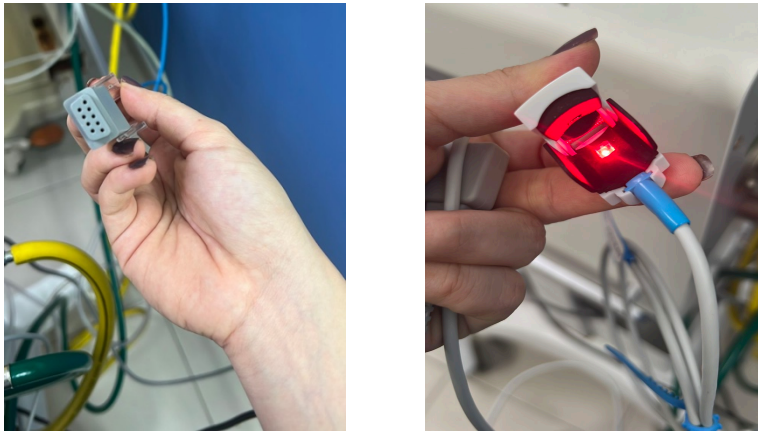


Ilustración 93: Revisión de Mantenimiento Correctivo

Fuente: Autoría Propia

4.10 SEMANA 10: 11-15 DE DICIEMBRE

4.10.1 OBJETIVOS

- Realizar mantenimiento correctivo de equipo médico.
- Desarrollar una capacitación sobre el uso de un equipo médico.
- Examinar equipo médico para el desarrollo de un diagnóstico de funcionamiento del mismo.

4.10.2 INTRODUCCIÓN

Durante esta última semana de práctica, se realizaron actividades de servicio técnico y de gestión. Se revisaron los equipos médicos que presentaban fallas para realizar mantenimiento correctivo. Por último, se brindó una capacitación sobre el uso del ultrasonido ubicado en Nefrología para el personal de salud presente en la sala así como el diagnóstico de equipos médicos ubicados en Emergencia Pediátrica y Sala de Operaciones.

4.10.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

- **Mantenimiento correctivo de equipo médico**

Se hizo revisión de un laringoscopio. Se comenzó haciendo limpieza de contactos con contact cleaner y un hisopo. Posteriormente, se hicieron ajustes de los tornillos así como la revisión de baterías por medio del multímetro. Al momento de realizar el mantenimiento correctivo, se revisaron que todas las hojas del laringoscopio para revisar que estuviera funcionando correctamente.

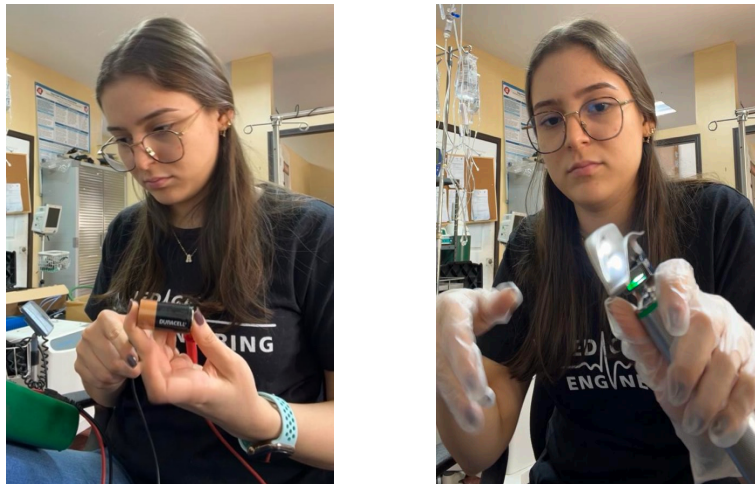


Ilustración 94: Revisión de laringoscopio

Fuente: Autoría Propia

Se revisaron dos balanzas de Neonatos B, ya que estaban descalibradas. Con ayuda del manual de servicio se leyeron las instrucciones para poder calibrarlas. Se utilizó una pesa de 10 kg y otra de 20 kg, debido a que se requería de dos mediciones para aumentar la precisión de la misma. Una vez calibradas las balanzas, se procedió a realizar diferentes mediciones para confirmar su correcto funcionamiento.



Ilustración 95: Revisión de balanzas

Fuente: Autoría Propia

Por otro lado, se realizó la inspección de un ventilador mecánico que no entregaba el volumen programado. Utilizando el pulmón, circuito de paciente y el analizador de flujo de gas se hizo revisión de equipo. Al ver que no entregaba la cantidad de volumen de gas, utilizando destornilladores se abrió el equipo. Se revisaron que todas las mangueras estuvieran conectadas correctamente sin ninguna fuga. Por último, con llaves inglesas se revisaron los filtros de alto impacto los cuales se presentaron sucios y se realizó el cambio dejando funcional el VM.

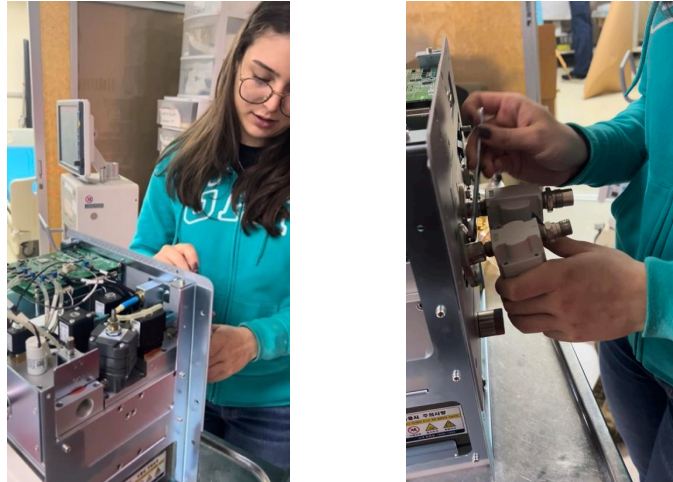


Ilustración 96: Mantenimiento correctivo de VM

Fuente: Autoría Propia

Como último punto de revisión de equipo médico, se realizó inventario de los sensores presentes en cada uno de los monitores de signos vitales de Emergencia Pediátrica, esto con el fin de brindar una mejor atención a los pacientes presentes. Se realizó una tabla donde se muestran qué sensores se necesitan para dejar equipada la sala, teniendo todos los monitores presentes midiendo ECG, SPO₂ y NIBP.

Número	Marca	Modelo	Sensores			Observaciones
			ECG	SPO ₂	NIBP	
1	Advanced	PM-2000A Pro	x	x	x	La pantalla presenta problemas.
2	Biocare	iM15		x		Tiene sensor de NIBP pero sin brazaletes.
3	Biocare	iM15	x	x	x	
4	Biocare	iM15	x	x		Tiene sensor de NIBP pero sin brazaletes.
5	Advanced	PM-2000A Pro	x	x	x	
6	Biocare	PM-900		x	x	
7	Infinium	Omni II			x	Con brazaletes
8	Biocare	iM15			x	Con brazaletes
9	Sinohero	H8			x	Con brazaletes
10	Biocare	iM15	x		x	Con brazaletes
11	Biocare	iM15	x		x	Con brazaletes

Ilustración 97: Inventario de sensores de MSV en EP

Fuente: Autoría Propia

- **Capacitación sobre USG**

Para poder tener un mejor funcionamiento del equipo dentro de Nefrología, se brindó una capacitación sobre el uso correcto del ultrasonido a los doctores y licenciadas. Se explicaron para qué y cómo funcionan los transductores, los botones y cada una de las teclas presentes del mismo. Se hizo una demostración de la carótida de la practicante para explicar de mejor manera el uso de cada uno de los componentes necesarios al momento de realizar un estudio.



Ilustración 98: Capacitación sobre ultrasonido

Fuente: Autoría Propia

- **Diagnóstico de equipo médico**

Como últimas tareas como practicante, se realizaron dos diagnósticos de una incubadora de transporte y electrocauterios ubicados en Emergencia Pediátrica y Sala de Operaciones respectivamente. Comenzando con la incubadora de transporte, se revisó la parte integral y física del equipo el cual estaba en buenas condiciones. Además, que los sensores estuvieran funcionales, así como los botones. El equipo quedó funcional dentro de la sala para poder transportar pacientes.

Por otro lado, se realizó un diagnóstico de los electrocauterios utilizados en la actividad de Biomed Homecoming para poder contactar al proveedor para que pueda realizar la calibración correspondiente por el rango de diferencia entregada y programada en el equipo. Se entregó la orden de trabajo con el diagnóstico a las salas y al jefe del departamento de la Unidad de Equipo Biomédico para evitar problemas o inconvenientes al momento de que se utilicen.

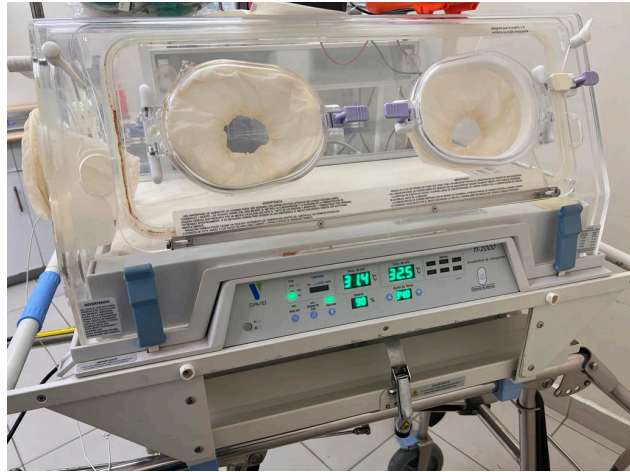


Ilustración 99: Diagnóstico de Incubadora de Transporte

Fuente: Autoría Propia

Diagnóstico de Electrocauterios

El día jueves 30 de noviembre se realizó una actividad por parte de la practicante del Hospital Nacional Mario Catarino Rivas en la que se visitó la Sala de Operaciones para desarrollar un taller con el analizador de Electrocirugía de UNITEC. Se revisaron dos electrocauterios pertenecientes a esta sala.

Partiendo del electrocauterio OLYMPUS UES-40 con número de serie 7359617, sin código de inventario, este presenta parámetros fuera de rango tanto en modalidad de corte como de coagulación. En modo corte, se programó un valor de 300 watts, en los que entregaba 331.9 watts. En modalidad de coagulación, se programó 120 watts de los que entregaba 127 watts.



Por otro lado, el electrocauterio OBS ElectroSurgical Generator OBS-350A con número de serie 350A202003050020, código de biomédica HMCR2272 se logró visualizar que la potencia que entrega el equipo está fuera de rango ya que se programó en la modalidad de corte una potencia de 280 watts entregando 251.7 watts. Por otro lado, en la modalidad de coagulación se programó un total de 80 watts entregando 84.8 watts.

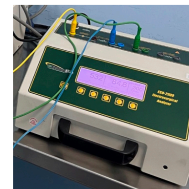
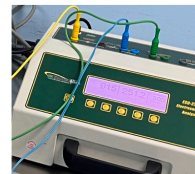


Ilustración 100: Diagnóstico de Electrocauterios

Fuente: Autoría Propia

4.11 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación, se muestra una tabla con las actividades desarrolladas durante la práctica profesional.

	Semanas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Actividades realizadas durante PP										
Tareas de mantenimiento correctivo de equipo										
Actualizar órdenes de trabajo a la base de datos del departamento										
Supervisión de trabajo de proveedores										
Realización de fichas de especificaciones técnicas										
Realización de inventario de equipo										
Actualizar inventario en la base de datos del departamento										
Actividad "Biomed's Homecoming"										
Programa de capacitación										

Tabla 3: Cronograma de Actividades

Fuente: Autoría Propia

V. CONCLUSIONES

Conclusión General:

1. Se desarrollaron tareas tanto de gestión como de servicio técnico dentro de la Unidad de Equipo Biomédico del Hospital Nacional Dr. Mario Catarino Rivas, siendo las que más destacan el mantenimiento correctivo y supervisión de trabajo por parte de los proveedores durante las diez semanas como practicante proporcionando conocimientos de las distintas áreas en las que se puede desarrollar un ingeniero biomédico en el ámbito laboral.

Conclusiones Específicas:

1. Se actualizó el inventario al 100% de las salas de Emergencia Pediátrica, Emergencia de Medicina Interna y Recuperación por medio del formato previamente compartido conteniendo datos relevantes del equipo médico como marca, modelo, número de serie, número de inventario (Bienes Nacionales), estado y ubicación durante semana 4-10 del periodo. Por otro lado, se logró realizar inventario de otras salas como Labor y Parto, Urología, Patología, Laboratorio Clínico y Banco de Sangre. Esto ayudó a desarrollar habilidades de comunicación y relaciones interpersonales con las jefas de cada área y con los pacientes para poder entrar en contacto con los equipos en uso y en bodega.
2. Se desarrolló el mantenimiento correctivo del 32% de las solicitudes de trabajo de los equipos médicos enviados a la Unidad de Equipo Biomédico del hospital utilizando diferentes herramientas como destornilladores, analizadores y multímetro para la inspección y pruebas de funcionamiento de los diferentes equipos médicos durante las 10 semanas de práctica. Fueron un total de 81 órdenes realizadas por la practicante de 256 entregadas a la unidad, logrando la resolución rápida de problemas y la gestión eficiente de recursos para las diferentes situaciones presentadas en la práctica.
3. Se realizó una capacitación de ultrasonido a la sala de Nefrología al personal de salud como doctores y enfermeras para reforzar conocimientos del equipo y evitar cualquier uso incorrecto y posibles fallas del mismo. Por medio de esta capacitación se proporcionaron la información clave de cada elemento del equipo, así como a compartir conocimientos con lenguaje técnico al personal presente en el área.

4. Se realizaron 4 diagnósticos para el desarrollo de dictamen de descarte y para el funcionamiento dentro de la sala, así como 4 fichas de especificaciones técnicas para la compra de equipo médico con el formato previamente compartido a la practicante durante las 10 semanas del periodo. Esto con el fin de poder identificar y analizar cada componente esencial del equipo médico para su correcto funcionamiento en el hospital.

VI. RECOMENDACIONES

A partir de las conclusiones anteriores, se pueden dar ciertas recomendaciones tanto a la universidad como al hospital:

Unidad de Equipo Biomédico del Hospital Nacional Dr. Mario Catarino Rivas:

1. Evitar el préstamo de los equipos médicos que pertenecen a una sala designada, para tener control y orden del inventario y se evitan los daños a los mismos. A las salas que les haga falta un equipo, realizar la solicitud de compra para analizar las necesidades del área y decidir si realmente es necesario dentro de la misma.
2. Compra de nuevas herramientas como analizadores, multímetros, set de llaves inglesas, destornilladores, llaves allen y los repuestos e insumos necesarios para brindar un mejor mantenimiento correctivo y preventivo a los equipos médicos.
3. Actualizar los diferentes sitios web propios del Hospital Nacional Dr. Mario Catarino Rivas para ofrecer información esencial a las personas que quieran acudir al mismo. Aquí se podrían mencionar los servicios y la tecnología que ofrecen, así como el personal con el que se cuenta.
4. Realizar un plan de capacitación de equipo básico para las diferentes salas utilizando los insumos necesarios para el aprendizaje del personal, así como un plan de mantenimiento anual para evitar que llegue tanto equipo médico a la Unidad de Equipos Biomédicos del hospital.

Universidad Tecnológica Centroamericana:

1. Brindar horas de vinculación a estudiantes que realicen demostraciones cuando se visiten los diferentes centros de salud con el objetivo de mejorar el lenguaje técnico y poner a prueba los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera.
2. Ofrecer certificados de participación a estudiantes que capaciten al personal dentro de los centros de salud en el correcto uso y funcionamiento de equipo biomédico visto en las diferentes clases a lo largo de la carrera para preservar la calidad de vida de los equipos dentro del mismo.

3. Organizar una feria incluyendo cada una de las empresas que poseen equipos médicos o que brinden servicios de la salud (hospitales) para que los estudiantes estén al tanto de las diferentes instituciones en donde puedan realizar pasantías o Práctica Profesional para enriquecer sus conocimientos aprendidos en la universidad y tener acercamiento a la disponibilidad del mercado.
4. Fortalecer las relaciones interpersonales de los estudiantes por medio de realización de actividades fuera de la universidad o por una clase del p nsum para que tengan las habilidades necesarias de poder hablar y tratar de manera adecuada al personal de cada institución.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguilar, C., & Martínez, C. (2017). *La realidad de la Unidad de Cuidados Intensivos*. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-89092017000300171&script=sci_arttext
2. Aguilar, M. I. P. (2014). El microscopio: Equipo fundamental en el laboratorio de biología. *Con-Ciencia Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 3, 1(1)*, Article 1. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa3/article/view/1566>
3. Al-Bashir, A., & Al-Tawarah, A. (2013). *Implementation of Six Sigma on Corrective Maintenance Case Study at the Directorate of Biomedical Engineering in the Jordanian Ministry of Health*.
4. Beaulieu, P., Nathan-Denizot, N., & Feiss, P. (2013). Aparatos de anestesia. *EMC - Anestesia-Reanimación, 39(4)*, 1–27. [https://doi.org/10.1016/S1280-4703\(13\)65833-8](https://doi.org/10.1016/S1280-4703(13)65833-8)
5. Bravo Sigüenza, Á. A. (2018). *Análisis de la confiabilidad del equipo biomédico "craneótomo" del servicio de neurocirugía del Hospital Vicente Corral Moscoso* [bachelorThesis, Univesidad del Azuay]. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/7740>
6. Díaz Arteaga, A. (2010). *Elaboración de un plan de capacitación para la conservación de equipos médicos en un hospital*. <http://hdl.handle.net/11715/1664>
7. El Heraldo. (2017). *Honduras: Colapsado Hospital Escuela Universitario por déficit de más de L 700 millones*. www.elheraldo.hn. <https://www.elheraldo.hn/honduras/honduras-colapsado-hospital-escuela-universitario-por-deficit-de-mas-de-l-700-KAEH1048301>
8. Franco, G. A., Jaramillo, D., & Barreneche, J. G. (2015). MODELO DE CAPACITACIÓN DE TECNOLOGÍA BIOMÉDICA PARA CLÍNICAS Y HOSPITALES DE TERCER NIVEL, ENFOCADO EN PERSONAL ASISTENCIAL. *Revista Ingeniería Biomédica, 9(18)*, 139–144.
9. Gutiérrez Muñoz, F. (2011). Ventilación mecánica. *Acta Médica Peruana, 28(2)*, 87–104.

10. *Historia del Hospital—Hospital Escuela*. (2020). <https://hospitalescuela.com/historia-del-hospital/>
11. Hospital Mario Catarino Rivas. (2008). Historia del Hospital. *Historia Del Hospital ~ Hospital Mario Catarino Rivas*. <https://catarinorivashn.blogspot.com/p/historia.html>
12. Houria, Z. B., Masmoudi, M., Hanbali, A. A., Khatrouch, I., & Masmoudi, F. (2016). Quantitative techniques for medical equipment maintenance management. *European Journal of Industrial Engineering*, 10(6), 703–723. <https://doi.org/10.1504/EJIE.2016.081017>
13. Iñamagua, M., & Alberto, G. (2015). *Diseño y construcción de un electrocauterio experimental para cirugías superficiales en animales*.
14. INTEREMED. (2022). *INTEREMEDSAC» Nicolet One*. <https://www.interemedsac.pe/producto/nicolet-one/>
15. Interiano, C., & Gross, G. (2016). *MEJORAMIENTO DE LOS TIEMPOS DE ATENCIÓN DE EMERGENCIA EN EL HOSPITAL DR. MARIO CATARINO RIVAS*. <https://www.unitec.edu/innovare/published/volume-2/number-1/211-mejoramiento-de-los-tiempos-de-atencion-de-emergencia-en-el-hospital-dr-mario-catarino-rivas.pdf>
16. Joel Marchant, & López, E. (2021). Posiciones en neurocirugía. *Revista Chilena de Anestesia*, 50(2). <https://doi.org/10.25237/revchilanestv50n02-08>
17. Lara Rendón, I. V., Luna Rivas, Y. V., & Maceda Artiga, E. (2013). *Guía para el planeamiento y adquisición de equipo médico*. <http://hdl.handle.net/11715/1671>
18. LMD Medical. (2023). *Aspirador de Secreciones portatil 800cc 1633GL, Thomas*. LMD MEDICAL SAC. <http://www.lmdmedical.com/nebulizadores-y-aspiradores/385-aspirador-de-secreciones-portatil-800cc-1633gl-thomas.html>

19. López Martín, I. (2021). Sistemas de aspiración de secreciones cerrados: Indicaciones y cuidados. *Ene*, 15(1). https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1988-348X2021000100007&lng=es&nrm=iso&tlng=es
20. Marjamaa, R., Vakkuri, A., & Kirvelä, O. (2014). Operating room management: Why, how and by whom? *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 52(5), 596–600. <https://doi.org/10.1111/j.1399-6576.2008.01618.x>
21. Medcaptain Medical Technology. (2023). *MP-60—Bomba de infusión 1 vía by Medcaptain Medical Technology | MedicalExpo*. <https://www.medicaexpo.es/prod/medcaptain-medical-technology/product-118704-810294.html>
22. Medicolsa SAS. (2023). *Monitor de Signos Vitales Edan M50 ®*. Medicolsa sas. <https://medicolsa.com.co/monitores-multiparametros/730monitor-de-signos-vitales-edan-m50.html>
23. Mekics. (2022). *MV2000 EVO5—Ventilador para cuidados intensivos by MEKICS | MedicalExpo*. <https://www.medicaexpo.es/prod/mekics/product-69364-1071422.html>
24. Monzón, J. (2023). "Cinco centros como el Mario Rivas se necesitan en SPS": Arturo Ávila. www.laprensa.hn. <https://www.laprensa.hn/sanpedro/honduras-hospital-mario-catarino-rivas-san-pedro-sula-salud-KN14912091>
25. Ochoa Quezada, Y. C. (2013). *Bombas de infusión* [bachelorThesis, Universidad del Azuay]. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/2194>
26. Organización Panamericana de la Salud. (2023). *Dispositivos médicos—OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud*. <https://www.paho.org/es/temas/dispositivos-medicos>

27. Panunzio, A. (2022). EVALUACION EXTERNA DE LA CALIDAD DEL LABORATORIO CLÍNICO. *Enfermería Investiga*, 7(2), Article 2. <https://doi.org/10.31243/ei.uta.v7i2.1614.2022>
28. Patiño-Marín, N., Loyola-Rodríguez, J. P., Zavala-Alonso, N. V., Martínez-Castañón, G. A., Medina-Solís, C. E., Castillo-Hernández, J., & García-Chávez, E. (2012). Verificación de los ciclos de esterilización de los consultorios dentales en San Luis Potosí, México. *Salud Pública de México*, 54(4), 365–366.
29. Pozo, F. (2010). *INSTITUTO TECNOLÓGICO DE _____*.
30. Pozos Magaña, M. G., & Jasso Soto, M. E. (2016). Nivel de satisfacción percibida por enfermería con el servicio otorgado por la central de equipos y esterilización. *Revista CONAMED*, 21(Extra 3), 133–139.
31. Rebolledo, Z. (2016). *Monitor de signos vitales portátil*. <http://ri.uagro.mx/handle/uagro/295>
32. Rodríguez, E., Miguel, A., & Sánchez, M. C. (2017). *GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS MÉDICOS*.
33. Saleh, N., Sharawi, A. A., Elwahed, M. A., Petti, A., Puppato, D., & Balestra, G. (2015). Preventive Maintenance Prioritization Index of Medical Equipment Using Quality Function Deployment. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 19(3), 1029–1035. <https://doi.org/10.1109/JBHI.2014.2337895>
34. Secretaria de Salud de Honduras. (2010, November 12). Historia de los Hospitales de Honduras. *Secretaria de Salud, Honduras:: Blog*. <https://secretariadesaludhn.wordpress.com/historia-de-los-hospitales-de-honduras/>
35. SOMA Tech. (2022). *GE Aespire View—Máquinas de Anestesia*. Equipo Médico Nuevo, Usado y Reacondicionado. <https://www.somatechnology.com/spanish/equipo-medico-usado-y>

remanufacturado/maquinas-de-anestesia/ge-aespire-view/

36. SORA Médica. (2023). Electrocauterio Monopolar 100 Watts—SORA Medica 2022 ✓ ✌️ ⇒ 🌐
✓. SORA Medica. <https://ventadeequipomedico.mx/tienda/equipo-de-quiروفano/electrocauterios/electrocauterio-monopolar-100-watts/>
37. STERIS Healthcare. (2023). *AMSCO 600 Medium Steam Sterilizer* | STERIS.
<https://www.steris.com/healthcare/products/steam-sterilizers/amsc0-600-medium-steam-sterilizer>
38. Tijerina, E. D. C., & Villagómez, L. A. C. (2010). *PROGRAMA DE EVALUACIÓN FINAL*.
39. VARLIX. (2022). *Craneotomo Primado2 NSK Nakanishi*—Varlix.
<https://varlix.com.mx/producto/craneotomo-primado2-nsk-nakanishi/>
40. VelaQuin. (2022). *Microscopios de laboratorio*. <https://microscopiodelaboratorio.com.mx/>
41. Velásquez, T. M. (2020). Ingeniería Clínica para no ingenieros: Adquisición de equipos médicos. *Revista Ingeniería Biomédica*.
42. Wang, Y., Deng, C., Wu, J., Wang, Y., & Xiong, Y. (2014). A corrective maintenance scheme for engineering equipment. *Engineering Failure Analysis*, 36, 269–283.
<https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2013.10.006>
43. World Health Organization. (2011). Introduction to medical equipment inventory management. *Introduction à La Gestion Du Parc Des Équipements Médicaux*.
<https://iris.who.int/handle/10665/44561>
44. XplorHonduras. (2018, August 20). *Hospital Mario Catarino Rivas—Hospital de Especialidades (Hesp)*. XplorHonduras Honduras. <https://www.xplorhonduras.com/hospital-mario-catarino-rivas/>

ANEXOS

ORDEN DE TRABAJO
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

SECRETARÍA DE SALUD
HOSPITAL MARIO CATARINO RIVAS
SAN PEDRO SULA, CORTES

HOSPITAL NACIONAL
MARIO CATARINO RIVAS
SAN PEDRO SULA, CORTES

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
ORDEN DE TRABAJO

N°		Responsable de la petición	Dra. Hernández	
		Código de Local		
Fecha		Sala/Departamento	Sala de Operaciones	
Hora		Habitación/Ambiente	Anestesia	

Descripción del trabajo solicitado

Revisión de (2) máquinas de anestesia @ Datx-Ormeda SN: APHW0397
inv: 4020247 Qx5 @ Datx-Ormeda SN: APHW0395 inv: 4020251 Qx.11

Prioridad	Normal	Urgente	N/A	Propuesta horario	
Funcionamiento	Si	NO	N/A	Persona de contacto	
Código Activo				Recambios	SI NO

Observaciones y medidas de seguridad

Operario	Descripción del trabajo	Fecha	H. Inicio	H. Final
Anahá Andrés	Pruebas de funcionamiento y eléctrica (Qx5)	23/10/23	9:00am	9:30am
	Calibración de sensor de O ₂ (Qx.11)	23/10/23	9:30am	10:00am

Observaciones operario





N° 032903

Firma Jefe de Mantenimiento

Firma Jefe de Departamento/Servicio

Anexo 1: Orden de trabajo de Máquinas de Anestesia

Fuente: Autoría Propia

**HOSPITAL MARIO CATALANO
SAN PEDRO SULA, CORTEZ**

SECRETARIA DE SALUD

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

ORDEN DE TRABAJO

N°		Responsable de la petición	Lic. Emelina Ramirez		
		Código de Local			
Fecha		Sala/Departamento	Emergencia Medicina Interna		
Hora		Habitación/Ambiente			

Descripción del trabajo solicitado

Revisión de laringoscopio

Prioridad	Normal	Urgente		Propuesta horario
Funcionamiento	Si	NO	N/A	Persona de contacto
Código Activo				Recambios
				SI
				NO

Observaciones y medidas de seguridad

Operario	Descripción del trabajo	Fecha	H. Inicio	H. Final
Aniana Andrew	limpieza de contactos y requiste de partes	30/10/23	9:00am	10:00am

Observaciones operario

Equipo en buen estado.

N° 032947

Firma Jefe de Mantenimiento _____
 Firma Jefe de Departamento/Servicio _____

Anexo 2: Orden de trabajo de Laringoscopio

Fuente: Autoría Propia

SECRETARIA DE SALUD
HOSPITAL MARIO CATARINO RIVAS
SAN PEDRO SULA, CORTES

SECRETARIA DE SALUD

FUNDACIÓN HOSPITAL
MARIA C. RIVERA

HOSPITAL NACIONAL
MARIO CATARINO RIVAS
SAN PEDRO SULA
CORTEZ

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
ORDEN DE TRABAJO

N°	018796	Responsable de la petición	Lic. Fla Mendosa	
Fecha		Código de Local		
Hora		Sala/Departamento	UCI pediátrico	
		Habitación/Ambiente		

Descripción del trabajo solicitado

Revisión de monitores de signos vitales: Hwattime HB
 $\text{HB Inv.: 4000072 SN: 200513901}$ Hwattime HB
 $\text{Inv.: 4000069 SN: 200513809}$

Prioridad	Normal	Urgente		Propuesta horario
Funcionamiento	Si	NO	N/A	Persona de contacto
Código Activo				Recambios
				Si NO

Observaciones y medidas de seguridad

Operario	Descripción del trabajo	Fecha	H. Inicio	H. Final
Anana Andrews	Revisión y pruebas al equipo	31/10/13	9:00am	12:00pm

Observaciones operario

Se revisaron los módulos de los monitores en todas las modalidades de paciente disponible. El módulo de presión arterial de estos equipos en modalidad de neonatos se encuentran operativos pero con falla diferentes intervalos que no pueden ser controlados, no obstante, modalidad de paciente adulto ambos monitores se encuentran funcionando. Por esta razón, ambos monitores **NO SON FUNCIONALES** para la sala de a que en modalidades de neonatos y pediátricos presentan muchas fal

N° 032953

Firma Jefe de Departamento/Ser

Firma Jefe de Mantenimiento

Anexo 3: Orden de trabajo de MSV

Fuente: Autoría Propia

SECRETARÍA DE SALUD
HOSPITAL MARIO CATARINO RIVAS
SAN PEDRO K'UJA, CORTES

SECRETARÍA DE SALUD

FUNDACIÓN HOSPITAL
MARIO CATARINO RIVAS

HOSPITAL NACIONAL
MARIO CATARINO RIVAS
SAN PEDRO K'UJA, CORTES

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
ORDEN DE TRABAJO

N°		Responsable de la petición	Lic. Denia Palma	
Fecha		Código de Local		
Hora		Sala/Departamento	Neurocirugía Pediátrica	
		Habitación/Ambiente		

Descripción del trabajo solicitado
 Revisión de balanza de peso. DN: HMCR-ED968
 Inv.: 4016021

Prioridad	<input type="checkbox"/> Normal	<input type="checkbox"/> Urgente		Propuesta horario
Funcionamiento	<input checked="" type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> N/A	Persona de contacto
Código Activo				Recambios

Observaciones y medidas de seguridad SI NO

Operario	Descripción del trabajo	Fecha	H. Inicio	H. Final
Andrea Andrews	Mantenimiento correctivo y calibración	11/11/23	12:00pm	12:30pm


Observaciones operario



N° 032963

Firma Jefe de Mantenimiento Firma Jefe de Departamento/Servicio

Anexo 4: Orden de trabajo de Balanza de peso

Fuente: Autoría Propia


SECRETARÍA DE SALUD
HOSPITAL MARIO CATARINO RIVAS
SAN PEDRO SULA, CORTES

SECRETARÍA DE SALUD



DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

ORDEN DE TRABAJO

N°		Responsable de la petición	Lic. Vilma Pdz	
Fecha		Código de Local		
Hora		Sala/Departamento	UCIN	
		Habitación/Ambiente		

Descripción del trabajo solicitado

Revisión (2) ventiladores : @Metics Evol MV2000 Inv: 4025841 IN: 0880a1689 574
 @Maquet servo-i Inv: 4019165 Ref: 6921310

Prioridad	Normal	Urgente		Propuesta horario
Funcionamiento	SI	NO	N/A	Persona de contacto
Código Activo				Recambios
				SI
				NO

Observaciones y medidas de seguridad

Operario	Descripción del trabajo	Fecha	H. Inicio	H. Final
Ana Ana Andrews	M. correctiva y pruebas de funcionamiento	9/14/13	9:00am	10:30am

Observaciones operario

Equipo queda funcional y en buen estado.

Firma Jefe de Mantenimiento

N° 032521

Firma Jefe de Departamento/Servicio

Anexo 5: Orden de trabajo de VM

Fuente: Autoría Propia



Anexo 6: MC de Rayos X Portátil

Fuente: Autoría Propia



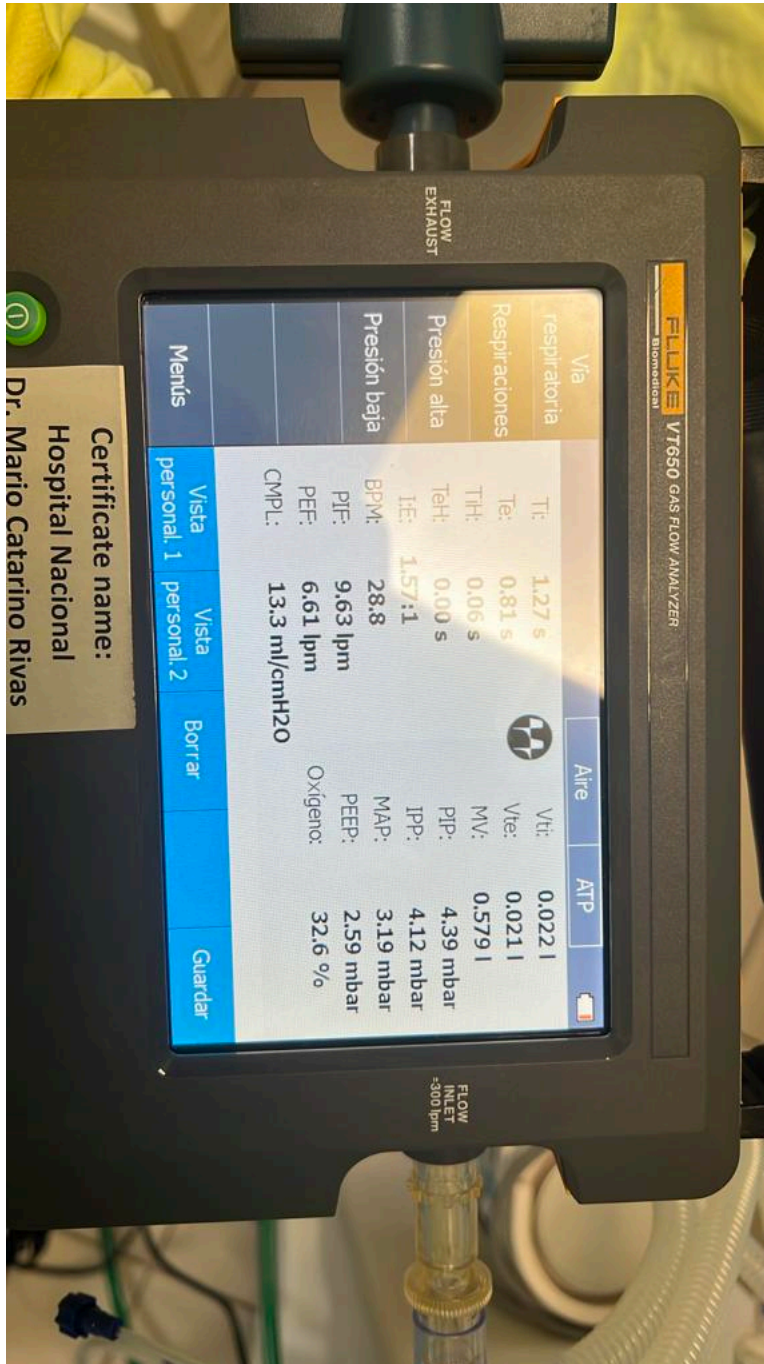
Anexo 7: Filtros de Alto Impacto de VM

Fuente: Autoría Propia



Anexo 8: Simulador de Paciente

Fuente: Autoría Propia



Anexo 9: Analizador de Flujo de Gas

Fuente: Autoría Propia



Anexo 10: Sensor de Capnografía

Fuente: Autoría Propia