



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

BMD504 PRÁCTICA PROFESIONAL

HOSPITAL DR. MARIO CATARINO RIVAS

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO BIOMÉDICO

PRESENTADO POR:

21851023 MARÍA DEL CARMEN CABALLERO TORRES

ASESOR: REYNA VALLE

CAMPUS SAN PEDRO SULA; JUNIO, 2023

DEDICATORIA

Este logro es dedicado principalmente a Dios, quien me otorgó todas las fortalezas necesarias para alcanzar esta etapa. Asimismo, deseo expresar mi gratitud a mi madre, quien ha sido un pilar constante en mi vida, y a mi padre, quien, a pesar de no estar presente físicamente, siempre permaneció en mi corazón durante este camino.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por ser nuestro guía y protector en cada paso de nuestro camino. A nuestras familias, quienes han sido el pilar fundamental en nuestro desarrollo personal y académico, por su amor incondicional, apoyo constante y por ser nuestro hogar en todo momento. Asimismo, deseamos expresar nuestro reconocimiento y gratitud a nuestros docentes, por su dedicación, paciencia y enseñanzas valiosas, las cuales han guiado y moldeado nuestro camino hacia el éxito en este proceso de investigación.

RESUMEN EJECUTIVO

Se llevó a cabo una práctica profesional como ingeniero biomédico en el Departamento de Biomédica del Hospital Dr. Mario Catarino Rivas, donde se realizaron diversas actividades en los departamentos de Emergencia, UCI, Sala de Operaciones, CEYE y Medicina Interna durante un período de diez semanas. Durante este tiempo, se ejecutaron labores de mantenimiento correctivo y preventivo en los equipos médicos presentes en dichos departamentos. Estas tareas incluyeron reparaciones y ajustes necesarios para solucionar problemas identificados, así como inspecciones periódicas y acciones planificadas con el objetivo de prevenir posibles fallos futuros.

Palabras claves: CEYE, UCI, Ingeniero biomédico

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	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
III.	MARCO TEÓRICO.....	5
3.1	ANÁLISIS DEL SECTOR	5
3.2	TECNOLOGÍAS SANITARIAS	7
IV.	DESARROLLO	13
4.1	SEMANA 1: 17-21 ABRIL 2023	13
4.1.1	OBJETIVOS.....	13
4.1.2	INTRODUCCIÓN	13
4.1.3	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	13
4.2	SEMANA 2: 24-28 ABRIL 2023	15
4.2.1	OBJETIVOS.....	15
4.2.2	INTRODUCCIÓN	15
4.2.3	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	15
4.3	SEMANA 3: 2-5 DE MAYO 2023.....	17
4.3.1	OBJETIVOS.....	17
4.3.2	INTRODUCCIÓN	17
4.3.3	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	17
4.4	SEMANA 4: 8-12 DE MAYO 2023	20
4.4.1	OBJETIVOS.....	20
4.4.2	INTRODUCCIÓN	20
4.4.3	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	20

4.5	. SEMANA 5: 15-19 DE MAYO 2023	26
4.5.1	OBJETIVOS.....	26
4.5.2	INTRODUCCIÓN	26
4.5.3	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	26
4.6	. SEMANA 6: 22-26 DE MAYO 2023	31
4.6.1	OBJETIVOS.....	31
4.6.2	INTRODUCCIÓN	31
4.6.3	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	31
4.7	. SEMANA 7: 29-2 DE JUNIO 2023.....	33
4.7.1	OBJETIVOS.....	33
4.7.2	INTRODUCCIÓN	33
4.7.3	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	33
4.8	. SEMANA 8: 5- 9 DE JUNIO 2023	37
4.8.1	OBJETIVOS.....	37
4.8.2	INTRODUCCIÓN	37
4.8.3	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	37
4.9	. SEMANA 9: 12- 16 DE JUNIO 2023.....	43
4.9.1	OBJETIVOS.....	43
4.9.2	INTRODUCCIÓN	43
4.9.3	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	43
4.10	SEMANA 10: 19- 23 DE JUNIO 2023	51
4.10.1	OBJETIVOS.....	51
4.10.2	INTRODUCCIÓN	51
4.10.3	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	51
4.11	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	56
V.	CONCLUSIONES	57
5.1	CONCLUSIÓN GENERAL.....	57
5.2	CONCLUSIONES ESPECIFICAS	57
VI.	RECOMENDACIONES.....	59
6.1	RECOMENDACIONES A HMCR.....	59
6.2	RECOMENDACIONES A UNITEC.....	60

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
ANEXOS	64

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1- Logo HMCR.....	2
Ilustración 2- Organigrama del departamento de biomédica	4
Ilustración 3- Monitor de signos vitales	7
Ilustración 4- Aspirador de Secreciones CAMI HOSPIVAC 350	8
Ilustración 5- Bomba de infusión MedCaptain MP-60	9
Ilustración 6- Humificador Respiratorio	10
Ilustración 10- Calibración a bomba de infusión	14
Ilustración 11- Inventario HMCR.....	15
Ilustración 12- MP a bomba de infusión	16
Ilustración 13- Calibración a bomba MEDCAPTAIN.....	16
Ilustración 14- MC a autoclave Matachana.....	18
Ilustración 15- Orden de trabajo de vaporizadores	19
Ilustración 16- Pruebas de funcionamiento a ECG	19
Ilustración 17- MC en MSV	21
Ilustración 18- MP a monitor de signos vitales MINDRAY.....	21
Ilustración 19-Asistencia a bienes nacionales	22
Ilustración 20- Analizador de ventilador mecánico	23
Ilustración 21-Asistencia en bienes nacionales con equipos descartados	23
Ilustración 22- Ventilador mecánico VIVO	24
Ilustración 23- MSV EVO 5 habilitado para EMI.....	24
Ilustración 24- Maquina de anestesia con fuga.....	25
Ilustración 25- Ventilador mecánico de transporte	26
Ilustración 26- Preparación de funcionamiento de bomba de infusión	27
Ilustración 27- Capacitación de bombas de infusión en UCIP	28
Ilustración 28- MC a MSV SINOHERO	28
Ilustración 29- MSV Advanced	29
Ilustración 30- Monitor SINOHERO H8.....	29
Ilustración 31- Equipos que fueron reparados el día viernes	30
Ilustración 32-Mantenimiento correctivo a bomba de infusión	31

Ilustración 33- Actividad por parte de bienes nacionales	32
Ilustración 34- Pruebas de funcionamiento a MSV en UCIA	33
Ilustración 35- MC a bomba de infusión de EM/CX	34
Ilustración 36 - Bomba de infusión en funcionamiento con cambio de placa.....	35
Ilustración 37- Supervisión de la actividad de los estudiantes de UNITEC	35
Ilustración 38- Bombas de infusión evaluadas en hospital móvil.....	36
Ilustración 39- Sala de hemodinamia y su temperatura	38
Ilustración 40- Vinculación de detector con rayos x	38
Ilustración 41- Estado de los laringoscopios en la parte interna	39
Ilustración 42- Preparación de capacitación de VM.....	39
Ilustración 43- VM de EM/CX.....	40
Ilustración 44- Equipo de ECG GE.	41
Ilustración 45- Evaluación de equipos en UCIN.....	41
Ilustración 46- Actividad Biomed's Homecoming	42
Ilustración 47- Evaluación de equipos en UCIN A	42
Ilustración 48 - Bomba de infusión Medcaptain como Huesera	43
Ilustración 49 - Biocare con problemas en el motor	44
Ilustración 50 - Monitor fetal EDAN	45
Ilustración 51 - MC a MSV Advanced	46
Ilustración 52 - Bombas de infusión ENMIND y Mindray	46
Ilustración 53- MC a Laringoscopios	47
Ilustración 54 - Revisión de impresora.....	47
Ilustración 55 - Revisión de rayos x.....	48
Ilustración 56 - Evaluación de máquina de anestesia	48
Ilustración 57 - Cámara de presión negativa.....	49
Ilustración 58 - MC a laringoscopios	49
Ilustración 59 - Sala de hemodinamia	50
Ilustración 60 - Levantamiento de necesidades en notas	51
Ilustración 62 - Entrega de VM	52
Ilustración 63 - VM con botón de bloqueo en mal estado.	53
Ilustración 67- Actividades en 10 semanas	56

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1- Inventario de equipos médicos.....	64
Anexo 2- Ficha de uso fácil.....	64
Anexo 3- Ficha de solución a problemas de alarmas	65

LISTA DE SIGLAS Y GLOSARIO

BN: Bienes nacionales

CX: Cirugía

CA: Corriente Alterna

DC: Corriente Continua

HMCR: Hospital Mario Catarino Rivas

MC: Mantenimiento correctivo

MH: Medicina de hombres

MP: Mantenimiento preventivo

MM: Medicina de mujer

MSV: Monitor de signos vitales

SPO2: Saturación de oxígeno en la sangre

UV: Ultravioleta

RX: Rayos X

TC: Tomografía computarizada

UCIA: Unidad de cuidados intensivos adultos

UCIN: Unidad de cuidados intensivos neonatales

USG: Ultrasonido

EP: Emergencia pediátrica

ECG: Electrocardiograma

UCIP: Unidad de cuidados intensivos pediátricos

Calibración: "La calibración es el proceso de comparar las mediciones realizadas por un instrumento con un estándar de referencia para determinar su exactitud y precisión" (Johnson, R., 2018).

Mantenimiento preventivo: "El mantenimiento preventivo es un conjunto de actividades programadas y sistemáticas que se llevan a cabo con el fin de reducir la probabilidad de fallas y maximizar la vida útil de los equipos" (Smith, J., 2019).

Mantenimiento correctivo: "El mantenimiento correctivo se realiza después de que ha ocurrido una avería o fallo en un equipo, con el objetivo de restablecer su funcionamiento normal lo más rápido posible" (González, A., 2020).

PEEP: "La presión positiva al final de la espiración (PEEP) es la presión en la vía aérea al final de la espiración causada por una presión positiva sostenida en la misma durante todo o parte del período de exhalación" (Tobin, 2013, p. 153).

I. INTRODUCCIÓN

El informe presentará un registro secuencial de las actividades realizadas durante la práctica profesional en el Hospital Dr. Mario Catarino Rivas, durante el período Q2-2023, desempeñando el rol de Servicio Técnico en el departamento de biomédica. Entre las tareas a desarrollar, se encuentran el inventario, mantenimiento correctivo, evaluación de tecnologías para descarte y calibración de los equipos médicos disponibles en las diversas salas del hospital.

El presente informe se estructura en varias secciones temáticas. En primer lugar, se encuentra el capítulo II, que tiene como objetivo definir la empresa objeto de estudio, sus antecedentes históricos, su misión, visión y valores, así como la descripción del departamento en el que el estudiante realizará su práctica profesional y su composición. Seguidamente, en el capítulo III se presentará un marco teórico que describirá las bases conceptuales y teóricas que suelen ser implementadas mayoritariamente en el contexto hospitalario. En el capítulo IV se abordará la descripción del desarrollo de las actividades realizadas por el estudiante durante su práctica profesional, organizadas por semanas. Por último, en el capítulo V se presentarán las conclusiones y recomendaciones obtenidas a partir del análisis de las actividades realizadas y el desempeño del estudiante durante su práctica en la empresa estudiada.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

En lo siguiente, se presentará una descripción de la empresa donde se llevará a cabo la práctica profesional, incluyendo un breve repaso de su historia, su misión, visión y valores. De igual manera, se procederá a describir el departamento designado con el fin de comprender sus funciones y su conformación de equipo.

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Ante la limitada capacidad del Hospital Leonardo Martínez Valenzuela (Ilustración 1) y el rápido crecimiento poblacional de San Pedro Sula, un grupo de ciudadanos emprendedores decidió llevar a cabo la tarea de dotar a la ciudad de un centro asistencial de calidad que estuviera a la altura de su estatus como capital industrial. Después de obtener una donación de terreno de aproximadamente tres manzanas del gobierno municipal, se inició la construcción de un moderno edificio que fue dirigido por el reconocido médico, el Dr. Reynaldo Gómez Urtecho (Dr. Bourdeth, 1996).

En 1990, durante la gestión del entonces presidente Rafael Leonardo Callejas, el centro asistencial fue inaugurado y actualmente cuenta con la categoría de Hospital Nacional (Ilustración 1), siendo la mayor institución al servicio de la población del noroeste del país (Dr. Bourdeth, 1996).



**Hospital Nacional
Dr. Mario Catarino Rivas**

Ilustración 1- Logo HMCR

Fuente: HMCR,2023

2.1.1 MISIÓN

Ser una institución de servicio público dependiente de la secretaria de salud con la responsabilidad de brindar atención integral de salud con calidad y calidez, respondiendo oportuna, efectiva y éticamente a las demandas de las personas que solicitan nuestro servicio evitando en todo momento el rechazo y procurando la satisfacción de los usuarios. (HMCR, 2010)

2.1.2 VISIÓN

Ser un hospital que dispone de la infraestructura y recursos suficientes para su nivel de complejidad y ámbito de cobertura reconocido por la excelencia de la prestación de servicios, del cual la sociedad se sienta orgullosa. (HMCR, 2010)

2.1.3 VALORES

- Responsabilidad
- Disciplina
- Eficacia
- Humanidad

(HMCR, 2010)

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

La estructura del departamento de ingeniería biomédica incluye el jefe de mantenimiento responsable total de firmas y actas, dos profesionales con formación en ingeniería biomédica como responsables del área, y adicionalmente, dos técnicos que atienden solicitudes específicas provenientes de órdenes de trabajo dentro del hospital (Ilustración 2).

Dentro del ámbito de sus funciones, el área coordina una serie de actividades orientadas a brindar soporte y asistencia, incluyendo la reparación de equipos médicos dañados, la capacitación del personal sanitario, la evaluación de tecnologías para su descarte y la provisión de asesoramiento en cuanto a especificaciones técnicas relevantes para la adquisición de equipamiento médico, entre otras tareas.

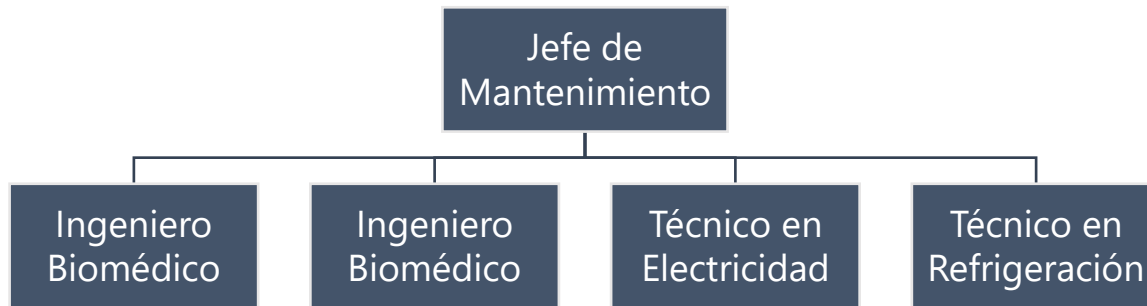


Ilustración 2- Organigrama del departamento de biomédica

Fuente: Autoría propia

2.3 OBJETIVOS DEL PUESTO

2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar actividades que se enmarcan dentro del campo de acción en la ingeniería biomédica como ser, la gestión de inventarios, el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos médicos, así como brindar acompañamiento a los responsables del área para supervisar dichos equipos en las diferentes salas del hospital durante un periodo de tres meses.

2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Registrar actualización del inventario de los equipos médicos en todas las salas del hospital en un plazo de tres semanas, utilizando el software Excel.
- Realizar calibración a los equipos médicos disponibles en el Departamento de Biomédica en un plazo de las diez semanas.
- Realizar evaluaciones de tecnologías biomédicas para descarte.
- Ejecutar capacitaciones al personal médico y de enfermería, utilizando manuales y brindando fichas de uso rápido, cuando los jefes del departamento lo indiquen.
- Realizar mantenimientos preventivos y correctivos a los equipos médicos, durante las diez semanas.

III. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se tratarán los fundamentos teóricos y las herramientas tecnológicas sanitarias que el estudiante deberá comprender para llevar a cabo las tareas durante el desarrollo de su práctica, así como también se hará referencia al análisis del entorno en el que se encuentra el hospital.

3.1 ANÁLISIS DEL SECTOR

El Hospital Mario Catarino Rivas se encuentra ubicado en la ciudad de San Pedro Sula, departamento de Cortés, considerada la Capital Industrial de Honduras. Conforme a la categorización de los hospitales emitida por la Secretaría de Salud Pública de Honduras, mediante Decreto Ejecutivo No. 09-2014 con fecha del 27 de enero de 2014, el Hospital Mario Catarino Rivas se clasifica como un hospital de Especialidades, Tipo III con un Nivel de Complejidad No. 6. Debido a su alta complejidad, el hospital brinda atención médica a más de 3.5 millones de pacientes de San Pedro Sula y de los departamentos cercanos, lo que lo convierte en un centro especializado de referencia para todo el país (XplorHonduras, 2018).

El Hospital Mario Catarino Rivas brinda servicios de atención médica de emergencia, hospitalización y consulta externa especializada y subespecializada a pacientes remitidos y aquellos que buscan atención médica de urgencia. Aunque hay otros hospitales públicos y privados en la ciudad de San Pedro Sula y en todo el país que también ofrecen servicios médicos de alta calidad en diversas especialidades, como el Hospital Metropolitano y el Hospital Centro Médico, el Hospital Mario Catarino Rivas es uno de los más grandes y prestigiosos de Honduras. Es un centro de referencia nacional para el tratamiento de enfermedades infecciosas y emergencias médicas (XplorHonduras, 2018).

- **Sala de Emergencia**

Las salas de emergencias son áreas especializadas en los hospitales que cuentan con equipos y personal médico capacitado para brindar atención prioritaria a enfermedades o lesiones graves, como traumas, problemas cardíacos y quemaduras. Una vez que el paciente ha sido estabilizado, se les traslada a otras secciones del hospital para recibir tratamiento adicional por diferentes especialistas, si es necesario. El servicio de emergencia es un departamento hospitalario que cuenta con instalaciones, equipamiento y personal capacitado para la evaluación, estabilización y transferencia de pacientes críticos y no críticos, brindando atención médica inmediata en los primeros 60 minutos de cualquier patología (Zambrano, 2011).

- **Hospitalización**

Se puede definir una sala de hospitalización como un espacio dentro de un hospital destinado a la atención y monitoreo médico de pacientes por parte del personal de enfermería y médico. Su diseño tiene como objetivo brindar comodidad y privacidad al paciente, a la vez que se le provee de los cuidados médicos requeridos (Potestio, M., & Silveira, L. C., 2016).

- **Medicina Interna**

La sala de medicina interna es un espacio en el hospital que se dedica al cuidado y supervisión de pacientes adultos que padecen enfermedades crónicas, tales como enfermedades del corazón, los pulmones o los riñones, así como diabetes y otras condiciones complejas que requieren atención médica continua. El personal médico y de enfermería se encarga de brindar una atención cuidadosa y especializada para asegurar el bienestar del paciente (Current Medical Diagnosis & Treatment, 2021).

- **UCI**

La Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) es un espacio médico creado con el propósito de brindar una atención especializada y altamente especializada a pacientes en estado crítico o gravemente enfermos que necesitan una vigilancia constante y un tratamiento intensivo por parte del personal médico y de enfermería. La UCI suele estar equipada con tecnología avanzada para proporcionar soporte vital, como ventilación mecánica, diálisis renal y monitoreo hemodinámico,

con el objetivo de mantener la estabilidad del paciente y prevenir complicaciones (Gomersall, C. D., Joynt, G. M., & Freebairn, R. C. (2009).

3.2 TECNOLOGÍAS SANITARIAS

Se presenta a continuación una breve explicación de los equipos más utilizados en el Hospital Mario Catarino Rivas, con el objetivo de comprender su funcionamiento y uso en las diferentes salas.

- **Monitor de signos vitales**

El monitor de signos vitales (Ilustración 3) es un dispositivo médico que permite la detección, el procesamiento y la visualización continua de los parámetros fisiológicos del paciente. También incluye un sistema de alarmas que avisa cuando se produce alguna situación adversa o se exceden los límites establecidos (Barajas, 2005).

Los monitores de signos vitales se pueden clasificar según su principio de operación en preconfigurados, modulares o una combinación de ambos. En los monitores preconfigurados, los parámetros a medir están establecidos por el fabricante y no es posible añadir otros parámetros adicionales. En cambio, en los monitores modulares, el usuario puede seleccionar y agregar parámetros utilizando dispositivos conocidos como módulos. Los monitores modulares pueden proporcionar módulos independientes para cada parámetro (uniparamétricos) o para un grupo de parámetros (multiparamétricos), los cuales se pueden utilizar en cualquier combinación y se pueden intercambiar entre diferentes monitores (Barajas, 2005).



Ilustración 3- Monitor de signos vitales

Fuente: (Barajas, 2005)

- **Aspirador de secreciones**

El equipo de aspiración de secreciones (Ilustración 4) funciona mediante un compresor que genera una presión negativa o de vacío, lo que provoca la succión de las secreciones hacia una botella de recolección a través de tubos conectados al equipo. Este equipo suele contar con un manómetro para indicar la presión, un regulador para ajustarla, una botella de recolección de fluidos, un tubo que se conecta al catéter de succión, un enchufe, un tubo corto que conecta con la bomba y un filtro bacteriológico (ECA, 2008).

El catéter de succión se coloca al final del tubo de conexión y cuenta con un orificio de ventilación que actúa como válvula de control. Al cubrir este orificio con el dedo mientras el equipo está encendido, se puede controlar la succión. El extremo del catéter que se coloca en la boca o garganta del paciente tiene varios orificios a través de los cuales se aspiran las secreciones (ECA, 2008).



Ilustración 4- Aspirador de Secreciones CAMI HOSPIVAC 350

Fuente: Mera Company

- **Bombas de Infusión**

Los sistemas de bombas de infusión (Ilustración 5) son dispositivos médicos que permiten la administración precisa y constante de drogas y soluciones por vía parenteral, como intravenosa, subcutánea, intraperitoneal e intrarraquídea (Toribio, 2008).

Se utilizan en situaciones en las que se requiere una administración precisa y constante del fármaco, y también para administrar medicamentos y soluciones a altas presiones que no se pueden lograr con equipos manuales de pinzamiento o que dependen de la gravedad (Toribio, 2008).

El principio de funcionamiento de la bomba de infusión se basa en la regulación del flujo del líquido a través de un sistema de bomba, que puede ser mecánico o electrónico, y en la monitorización continua del proceso de infusión (Faris, R., & Flamm, S. D., 2015).

Los parámetros de la bomba, como la tasa de infusión, la dosis y el tiempo de infusión, se programan previamente y se ajustan según las necesidades del paciente (Zhang, Z., Lu, J., & Yu, W. 2018).



Ilustración 5- Bomba de infusión MedCaptain MP-60

Fuente: (Medical, s. f.)

- **Humidificador respiratorio**

El dispositivo conocido como humidificador recoge el calor y la humedad espirada por el paciente y los devuelve en la siguiente inspiración (Ilustración 6). Existen diferentes tipos de humidificadores con distintos diseños, como los intercambiadores de humedad y calor (HME), los filtros intercambiadores de calor y humedad (HMEF) y los intercambiadores de humedad y calor higroscópicos (HHME), que pueden añadirse un filtro para convertirse en HHMEF (Cruz, 2008).

Los humidificadores pasivos tienen una pérdida neta de calor y humedad debido a que una parte de lo que el paciente espira se pierde, aunque los más efectivos pueden

retornar entre el 70% y el 80% de la humedad espirada. Sin embargo, no son tan efectivos como los humidificadores con calentamiento. Se ha desarrollado un algoritmo para el uso seguro y juicioso de humidificadores pasivos en la unidad de cuidados intensivos, que incluye contraindicaciones para su uso en casos de cantidades copiosas de esputo espeso, secreciones sanguinolentas densas e hipotermia menor a 32°C (Cruz, 2008).



Ilustración 6- Humificador Respiratorio

Fuente: Autoría propia

- **Desfibrilador**

Se conoce como desfibrilador a un instrumento médico (Ilustración 7) diseñado para enviar una descarga eléctrica al corazón con el objetivo de restablecer su ritmo normal en caso de arritmias cardíacas graves, como la fibrilación ventricular. Este proceso se llama desfibrilación y puede ser realizado mediante desfibriladores externos o internos (Marriott, H.,2018).

El desfibrilador funciona al enviar una descarga eléctrica al corazón con el objetivo de interrumpir una arritmia y restaurar el ritmo cardíaco normal. Esta descarga eléctrica causa la despolarización simultánea de todas las células del corazón, lo que permite que el marcapasos natural del corazón tome el control y reanude su actividad normal (Klabunde, R. E., 2016).

Estos pueden ser externos o internos. Los desfibriladores externos son portátiles y se utilizan en situaciones de emergencia, mientras que los desfibriladores internos se

implantan quirúrgicamente en pacientes con mayor riesgo de arritmias cardíacas (Klabunde, R. E., 2016).



Ilustración 7- Desfibrilador Mindray

Fuente: Autoría propia

- **Electrocardiógrafo**

Marriott, H. J. L. (2001) describe que, el electrocardiógrafo es un dispositivo médico que se emplea para registrar la actividad eléctrica del corazón (Ilustración 8). Esta tarea se lleva a cabo colocando electrodos en la piel del paciente, los cuales captan la actividad eléctrica del corazón y la plasman en un electrocardiograma (ECG). El ECG se utiliza como una herramienta crucial en la evaluación y diagnóstico de diferentes condiciones cardíacas, tales como arritmias, infartos de miocardio y otros trastornos relacionados con el corazón.

Según el libro "Electrocardiografía Clínica" de García Acuña, J. M., & Martínez Alday, J. (2016), el electrocardiógrafo funciona al detectar las corrientes eléctricas que fluyen a través del corazón y convertirlas en una señal gráfica. Esto se logra colocando electrodos en la superficie del cuerpo, que captan las corrientes eléctricas y las amplifican antes de ser registradas en un papel o en un sistema digital. Los cambios en la actividad eléctrica del corazón son representados en un electrocardiograma, que muestra las diferentes ondas y complejos eléctricos producidos por el corazón durante su ciclo de contracción y relajación.



Ilustración 8- Electrocardiógrafo Mindray

Fuente: Autoría propia

- **Ventilador mecánico**

Un ventilador mecánico es un dispositivo médico que ayuda a los pacientes a respirar al suministrar aire a los pulmones a través de una máscara facial, un tubo traqueal o una traqueotomía. Funciona mediante la creación de presión positiva en las vías respiratorias del paciente, lo que hace que el aire fluya hacia los pulmones y permita la oxigenación y eliminación del dióxido de carbono (Chatburn, R. L. (2017).



Ilustración 9- Ventilador Mecanice MEKICKS

Fuente: Autoría propia

IV. DESARROLLO

En el presente capítulo se efectuará una minuciosa exposición acerca de las actividades desempeñadas semanalmente a lo largo del periodo de práctica profesional.

4.1 SEMANA 1: 17-21 ABRIL 2023

4.1.1 OBJETIVOS

- Obtener una orientación institucional sobre las diferentes áreas que conforman el centro hospitalario y los dispositivos que se emplean en cada una de ellas.
- Llevar a cabo una actualización exhaustiva del inventario de existencias.
- Ejecutar calibración y pruebas de funcionamiento correspondiente en las bombas de infusión.

4.1.2 INTRODUCCIÓN

Durante la primera semana de práctica, se llevó a cabo una inducción por parte de los ingenieros biomédicos con el objetivo de obtener un conocimiento exhaustivo del centro hospitalario, identificando la ubicación de cada una de las áreas que conforman el establecimiento. Asimismo, como tarea principal, se asignó la elaboración de un inventario detallado de los equipos médicos presentes en las salas ubicadas en el edificio principal del hospital.

4.1.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Las actividades realizadas en la semana fueron las siguientes:

Se proporcionó un documento de Excel que contenía tanto el inventario existente como el formato para su actualización. Se estableció que, una vez se tuviera conocimiento de las salas existentes del hospital, se daría inicio al inventario, el cual comenzó en la planta cuatro del edificio, abordando de manera exhaustiva las salas de CX hombre, MH y CX A (Ilustración 10). Durante este proceso, se tomó nota y fotografías de cada uno de los equipos presentes en dichas salas, para su posterior registro en el inventario.

En el segundo día, se proporcionó una breve capacitación sobre las bombas de infusión por la ingeniera, con el objetivo de realizar las primeras asignaciones de mantenimiento preventivo (MP). Se recibió una solicitud de orden de trabajo de una bomba de infusión de emergencia pediátrica, la cual fue sometida a limpieza y configuración del sistema debido a que presentaba un error que impedía la infusión (Ilustración 11). Se realizaron pruebas de calibración periódicas para garantizar su correcto funcionamiento durante todo el proceso de mantenimiento. Una vez finalizado el MP, se continuó con el inventario de equipos médicos en la planta cuatro.



Ilustración 10- Calibración a bomba de infusión

Fuente: Autoría propia

Durante el resto de la semana a partir del día tres, se llevó a cabo la tarea de inventario por día en cada una de las plantas restantes del edificio. El miércoles, se abordó la planta tres, cubriendo las áreas de Ortopedia Mujeres, Cirugía Mujeres, Nefrología y Medicina Mujeres. El jueves, se cubrió la planta dos, incluyendo las áreas de Maternidad, UCIN B y Ginecología. Finalmente, el viernes se abarcó la planta 1, incluyendo las áreas de Ortopedia y Neurocirugía Pediátrica, Medicina y CX Pediátrica y Lactancia Pediátrica, finalizando así el proceso de inventario del edificio.

de una bomba de infusión (Ilustración 12) para que el día siguiente se pudiera realizar la calibración y pruebas del funcionamiento de los sensores.



Ilustración 12- MP a bomba de infusión

Fuente: Autoría propia

El miércoles se llevó a cabo la calibración de las bombas de infusión y durante el proceso se identificó que una de ellas presentaba problemas en el sensor de oclusión. Se intentó solucionar el problema con una limpieza profunda, pero esto no fue suficiente, por lo que se decidió reemplazar el sensor. Desafortunadamente, el taller no disponía de las herramientas necesarias para abrir la bomba y realizar la reparación (Ilustración 13).



Ilustración 13- Calibración a bomba MEDCAPTAIN

Fuente: Autoría propia

El día jueves y viernes se realizaron levantamiento de inventario de las salas de emergencia adultos, emergencia pediátrica (EP), laboratorio clínico y de los equipos disponibles en el taller donde se aprovechó a realizar un orden de los equipos.

4.3. SEMANA 3: 2-5 DE MAYO 2023

4.3.1 OBJETIVOS

- Realizar el inventario de equipos médicos de las salas restantes.
- Realizar una comparación del inventario actualizado con el antiguo.
- Ejecutar calibración a bombas de infusión.
- Realizar mantenimiento preventivo a electrocardiógrafos y vaporizadores.

4.3.2 INTRODUCCIÓN

Durante la tercera semana, se completó exhaustivamente el proceso de inventariado de todos los equipos médicos que se encontraban disponibles tanto en las áreas de hospitalización como en el taller de biomédica. Asimismo, se iniciaron los acompañamientos con los jefes de departamento con el fin de llevar a cabo las intervenciones de mantenimiento correctivo necesarias en las salas de Central de Esterilización y Esterilización (CEYE) y sala de operaciones.

4.3.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Las actividades de semana 3 fueron las siguientes:

El día martes se llevó a cabo la actividad de control de inventario de los equipos médicos en la sala de operaciones, en la cual se registraron minuciosamente las lámparas quirúrgicas, electrocauterios, negatoscopios y vacuómetros presentes en dicha área. Adicionalmente, se procedió a realizar una comparación exhaustiva del inventario anterior con el nuevo, con el propósito de determinar la presencia o ausencia de los equipos que habían sido previamente registrados en el hospital.

El día miércoles, se completó la actividad de control de inventario de los equipos médicos en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos (UCIP), en la que se identificaron dispositivos

como bombas de infusión, ventiladores mecánicos, vacuómetros y monitores de signos vitales. Durante la jornada, se contó con la colaboración de los jefes de departamento para proceder a la entrega de equipos que ya habían sido sometidos a reparación por parte del equipo del taller de biomédica. Al final del día, se dio por concluido el proceso de inventario en su totalidad, agregando los equipos encontrados en el taller y llevando a cabo la comparación final de los inventarios.

Durante el día jueves, se recibió un reporte de fallas en la autoclave matachana (Ilustración 14), lo que requirió la presencia del equipo de biomédica en la sala de Central de Esterilización y Esterilización (CEYE), con el fin de establecer una configuración adecuada que permitiera la apertura de la puerta, la cual se encontraba obstruida por los apagones frecuentes en el hospital. Luego de resolver dicha incidencia, se procedió a realizar pruebas de calibración y verificación del correcto funcionamiento de los sensores de las bombas de infusión.



Ilustración 14- MC a autoclave Matachana

Fuente: Autoría propia

El día viernes, se recibió un reporte de fallas en la autoclave STERIS, en la que se intentó realizar una reparación para solucionar el problema relacionado con la detección de la puerta cerrada, pero debido a la garantía que aún cubría el equipo, se decidió contactar al proveedor para su asistencia técnica. Posteriormente, se acudió a la sala de operaciones para realizar pruebas de funcionamiento en los vaporizadores de sevoflurano, incorporados en las máquinas de

anestesia. Se identificó que uno de los cinco vaporizadores estaba contaminado, por lo que se procedió a solicitar su reemplazo (Ilustración 15).

Ilustración 15- Orden de trabajo de vaporizadores

Fuente: Autoría propia

Además, se visitaron los hospitales móviles con el fin de retirar tres electrocardiógrafos (Ilustración 16) y someterlos a pruebas de funcionamiento para poder habilitarlos en las salas del hospital. Los tres equipos fueron evaluados y se encontraron en buen estado, lo cual se reportó a bienes nacionales.



Ilustración 16- Pruebas de funcionamiento a ECG

Fuente: Autoría propia

4.4. SEMANA 4: 8-12 DE MAYO 2023

4.4.1 OBJETIVOS

- Realizar calibración y pruebas de funcionamiento a los equipos médicos.
- Brindar mantenimiento correctivo a los equipos médicos.
- Asistir a bienes nacionales para poder obtener poder sacar repuestos de los equipos médicos descartados.

4.4.2 INTRODUCCIÓN

Durante la cuarta semana, se llevaron a cabo visitas a las instalaciones de Bienes Nacionales con el fin de recolectar diversas piezas para utilizar como repuestos en los equipos médicos que habían sido descartados previamente. Además, se brindó asistencia en las salas para atender las solicitudes de emergencia relacionadas con informes de varios ventiladores mecánicos. Por último, se realizaron pruebas de funcionamiento en equipos médicos como el MSV (Monitor de Signos Vitales) y las bombas de infusión.

4.4.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

El lunes se llevó a cabo la calibración y pruebas de funcionamiento de las bombas de infusión de la marca MEDCAPTAIN. Durante estas pruebas, se identificó que los sensores de oclusión se encontraban en mal estado y no se disponía de repuestos para su reemplazo. Por lo tanto, se reportó esta situación a los jefes del departamento para que se diera seguimiento al caso.

Posteriormente, se realizó una búsqueda de los componentes faltantes de los monitores de signos vitales en las salas de operaciones. Una vez encontrados, se asistió a cada quirófano para reemplazar los sensores correspondientes. Como última actividad del día, se encontró un monitor de signos vitales (Ilustración 17) en uno de los quirófanos con problemas en la señal de ECG y el puerto de SPO2 despegado. Este monitor fue trasladado al taller para realizar las correcciones necesarias y reemplazar el sensor de ECG.



Ilustración 17- MC en MSV

Fuente: Autoría propia

El día martes se realizó mantenimiento preventivo a monitor de signos vitales marca MINDRAY PM-8000 (Ilustración 18) y se le colocó los accesorios faltantes para poder entregarlo a sala de operaciones.



Ilustración 18- MP a monitor de signos vitales MINDRAY

Fuente: Autoría propia

Continuamente se asistió a bienes nacionales para poder tomar repuestos de todos aquellos equipos descartados (Ilustración 19).



Ilustración 19-Asistencia a bienes nacionales

Fuente: Autoría propia

El miércoles, se asistió temprano a la sala de operaciones para realizar la entrega de los MSV (Monitores de Signos Vitales). Además, se llevaron a cabo pruebas de funcionamiento en los sensores SPO2 (oximetría de pulso) pediátricos, para adultos y neonatos que se encontraban en la sala, con el objetivo de asegurar su correcto funcionamiento. Mientras se encontraban en la sala, se informó sobre dos máquinas de anestesia que presentaban fugas. Se logró solucionar el problema en una de ellas, pero quedó pendiente la otra debido a que la fuga se encontraba en la parte interna y no en el circuito del paciente.

Finalmente, se acudió a la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos (UCIP) debido a un reporte de un ventilador mecánico con la pantalla congelada, lo que impedía apagar y encender el equipo. Se realizaron las desconexiones necesarias para determinar si el problema estaba relacionado con el monitor o con la parte interna del ventilador mecánico. Una vez que se logró encender el equipo, se llevó a cabo la calibración y se colocó en el analizador para confirmar la precisión de los datos proporcionados (Ilustración 20).



Ilustración 20- Analizador de ventilador mecánico

Fuente: Autoría propia

El jueves, se realizó una nueva visita a las instalaciones de Bienes Nacionales (Ilustración 21) con el objetivo de obtener piezas de los equipos descartados y considerarlos como repuestos en el taller. Además, se acudió al departamento de Medicina Interna, donde se solicitó llevar a cabo pruebas de funcionamiento en los ventiladores mecánicos. Durante la visita, se descubrió que un ventilador mecánico en uso con un paciente presentaba daños en los sensores de su humidificador respiratorio. Se intentó reparar y conseguir el sensor dañado, pero se encontró que eran escasos. Sin embargo, se prestó uno en buen estado que se encontraba en el taller para solucionar el problema.



Ilustración 21-Asistencia en bienes nacionales con equipos descartados

Fuente: Autoría propia

Finalmente, se acudió al almacén para solicitar préstamos de un ventilador mecánico (Ilustración 22) y realizar pruebas de ellos con el fin de ponerlos en funcionamiento en el hospital.



Ilustración 22- Ventilador mecánico VIVO

Fuente: Autoría propia

El día viernes se asistió desde temprano a santos inocentes donde se encuentra actualmente instalado EMI por temas de remodelación. Se solicito por parte de la licenciada encargada, el realizar pruebas de funcionamiento a los ventiladores mecánicos para que estos fuesen sustituidos por los que se encuentran en el hospital móvil, debido a que los que dispone la sala requiere de circuitos específicos de la marca lo cual no hay disponibilidad de ellos. En relación a lo anterior únicamente pudieron ser evaluados 3 ventiladores mecánicos encontrados en la bodega de EMI reportados en mal estado, donde se pudo poner en servicio uno de ellos (Ilustración 23).



Ilustración 23- MSV EVO 5 habilitado para EMI.

Fuente: Autoría propia

Finalmente se asistió a la sala de operaciones, para poder reparar una de las dos máquinas de anestesia (Ilustración 24) que había sido reportada durante la semana, esta contaba con fuga en las mangueras de los gases, lo cual se realizó cambio de manguera para poder evitar la fuga que surgía de la manguera de oxígeno, una vez finalizado se realizaron pruebas y el equipo aun mostraba interferencias en su funcionamiento, lo cual se procedió nuevamente a realizar una observación exhaustiva.



Ilustración 24- Maquina de anestesia con fuga

Fuente: Autoría propia

4.5. SEMANA 5: 15-19 DE MAYO 2023

4.5.1 OBJETIVOS

- Realizar entrega de bombas de infusión reparadas a las salas correspondientes.
- Ejecutar pruebas de funcionamiento a ventiladores mecánicos de transporte.
- Realizar capacitación de bombas de infusión en UCIP.
- Realizar mantenimiento correctivo a MSV.

4.5.2 INTRODUCCIÓN

Durante la quinta semana, se llevaron a cabo sesiones de formación y servicios de mantenimiento preventivo y correctivo en bombas de infusión y monitores de signos vitales que fueron identificados como necesitados de atención o remitidos al taller correspondiente. Una vez finalizado el mantenimiento, se devolvieron los equipos a sus ubicaciones respectivas para su uso.

4.5.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

El día lunes se asistió a las salas de UCIN A para hacer entrega de cuatro bombas de infusión que permanecieron en el taller de biomédica para ser reparadas, continuamente se asistió a EMI para hacer pruebas de funcionamiento de a dos ventiladores mecánicos de transporte (Ilustración 25), las cuales ambos se encontraban en buen funcionamiento. Asimismo, se realizó limpieza y pruebas de funcionamiento a MSV reportado de la sala EP.



Ilustración 25- Ventilador mecánico de transporte

Fuente: Autoría propia

Asimismo, se realizó limpieza y pruebas de funcionamiento a MSV reportado de la sala EP donde este fue reportado en mal estado debido a que su pantalla no brinda la resolución total y el cable de poder no presenta el pin de aterrizaje a tierra. Finalmente se asistió a UCIP para preparar la capacitación objetivo para el día martes y se realizó la ficha de uso rápido (Ilustración 26).



Ilustración 26- Preparación de funcionamiento de bomba de infusión

Fuente: Autoría propia

El día martes se brindó capacitación de bombas de infusión marca Sapphire en la sala de UCIP (Ilustración 27), donde se definió cada una de las partes del equipo, su funcionamiento y las alarmas que se pueden presentar al momento de dar inicio al procedimiento de infusión. Asimismo, se hizo entrega de la ficha de uso rápido, la cual fue colocada en las bombas de infusión.

Luego se realizó visita a UCIP nuevamente para poder traer unas bombas de infusión que fueron reportadas y darles MC. Continuamente se realizó MC a MSV debido a que presentaba fallas en la pantalla y apagones durante su funcionamiento.



Ilustración 27- Capacitación de bombas de infusión en UCIP

Fuente: Autoría propia

Asimismo, se realizó visita a UCIP nuevamente para poder traer unas bombas de infusión que fueron reportadas y darles MC. Continuamente se realizó MC a MSV debido a que presentaba fallas en la pantalla y apagones durante su funcionamiento (Ilustración 28).



Ilustración 28- MC a MSV SINOHERO

Fuente: Autoría propia

Durante el miércoles, se llevaron a cabo pruebas de funcionamiento en un MSV de la marca ADVANCED (Ilustración 29) con el objetivo de generar una orden de descarte. Además, se realizó la limpieza, calibración y mantenimiento correctivo de una bomba de infusión modelo SN-1800V ubicada en la sala de UCIP. Esta bomba había sido reportada por presentar fallas en el Clamp tubo.



Ilustración 29- MSV Advanced

Fuente: Autoría propia

Es importante destacar que se realizaron evaluaciones de funcionamiento en monitores de signos vitales de la marca SINOHERO H8 (Ilustración 30), los cuales fueron reportados por la sala de emergencia pediátrica. Aunque estos monitores se encontraban en buen estado, se identificó la falta de sensores.



Ilustración 30- Monitor SINOHERO H8

Fuente: Autoría propia

El jueves se llevó a cabo una intervención de mantenimiento correctivo en una bomba de infusión reportada por la sala EP. El problema identificado fue la falta de calibración y la abrazadera que estaba desgastada. Se reemplazó completamente la abrazadera y se realizaron pruebas de funcionamiento de las alarmas de oclusión y aire en línea, así como su correspondiente calibración.

Además, se brindó capacitación sobre las bombas de infusión Sapphire en la sala de UCIP como parte de una segunda sesión solicitada por la licenciada a cargo. Esto se debió a que el personal es rotatorio según los turnos asignados. Por último, se llevaron a cabo pruebas de funcionamiento y calibraciones en las bombas mencionadas por parte de la Sala de UCIP.

El viernes, se procedió a entregar todos los equipos médicos que habían sido reparados a sus respectivas salas asignadas. Durante ese día, se continuó realizando calibraciones y pruebas de funcionamiento en los sensores de las bombas de infusión y en los MSV que aún tenían órdenes de trabajo pendientes en el taller (Ilustración 31).



Ilustración 31- Equipos que fueron reparados el día viernes

Fuente: Autoría propia

4.6. SEMANA 6: 22-26 DE MAYO 2023

4.6.1 OBJETIVOS

- Realizar mantenimiento correctivo a bomba de infusión.
- Supervisar a estudiantes de biomédica que hicieran correctamente las pruebas de funcionamiento de los equipos.
- Recuperar más de 2 equipos médicos que se encontraban descartados.

4.6.2 INTRODUCCIÓN

En la sexta semana, se ejecutó un mantenimiento correctivo en una bomba de infusión. Durante el resto de la semana, se llevaron a cabo actividades en bienes nacionales en colaboración con los alumnos de la carrera de Ingeniería Biomédica de UNITEC. El propósito de estas actividades fue realizar un inventario de los equipos descartados y realizar pruebas de funcionamiento para determinar si era posible recuperar algunos equipos médicos.

4.6.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

El lunes se llevó a cabo un mantenimiento correctivo en una bomba de infusión que fue trasladada urgentemente desde el área de pediatría. Se identificaron problemas en la puerta de la bomba, que no se abría ni cerraba adecuadamente. Además, se observó que la batería estaba hinchada (Ilustración 32). Como parte del mantenimiento, se reemplazó la batería y se aplicó grasa blanca en los engranajes de la puerta para solucionar el inconveniente.



Ilustración 32-Mantenimiento correctivo a bomba de infusión

Fuente: Autoría propia

Desde el martes hasta el viernes, se llevó a cabo un proceso de acompañamiento, supervisión y colaboración con los estudiantes de Ingeniería Biomédica. El objetivo fue determinar qué equipos médicos eran irrecuperables y cuáles aún estaban en funcionamiento. Los equipos que se encontraban en descarte fueron retirados a pruebas de funcionamiento deficientes, falta de conocimiento sobre su calibración o por carecer de accesorios necesarios.

Además, se aprovecharon piezas de los equipos dañados que podían ser útiles en el taller como repuestos, tales como tornillos, sensores, cables de alimentación, entre otros (Ilustración 33). Durante este proceso de evaluación, se examinaron diferentes equipos médicos, como máquinas de anestesia, incubadoras, aspiradores de secreciones, bombas de infusión y monitores de signos vitales.



Ilustración 33- Actividad por parte de bienes nacionales

Fuente: Autoría propia

Cabe mencionar que se lograron recuperar cinco bombas de infusión, dos monitores de signos vitales, cuatro aspiradores de secreciones y dos monitores de SPO2.

4.7. SEMANA 7: 29-2 DE JUNIO 2023

4.7.1 OBJETIVOS

- Realizar mantenimiento correctivo a bomba de infusión.
- Realizar pruebas de funcionamiento a MSV.
- Realizar pruebas de funcionamiento, calibración y limpieza a bombas de infusión del hospital móvil.

4.7.2 INTRODUCCIÓN

Durante la séptima semana, se llevaron a cabo sesiones de formación y servicios de mantenimiento preventivo, pruebas de funcionamiento, calibraciones y limpiezas a bombas de infusión y MSV.

4.7.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

El lunes, como actividad inicial, se llevó a cabo una evaluación de funcionamiento de los monitores de signos vitales ubicados en un cubículo de la sala de Cuidados Intensivos (UCIA) a solicitud de la licenciada (Ilustración 34). El propósito era determinar si los monitores estaban en buen estado. Aunque se encontraban en buen estado general, la mayoría de ellos carecían de sensores de ECG, SPO2, temperatura y brazalete de NIBP.



Ilustración 34- Pruebas de funcionamiento a MSV en UCIA

Fuente: Autoría propia

Durante el martes, se llevó a cabo un mantenimiento correctivo integral en una bomba de infusión que fue trasladada al taller debido a su mal estado, proveniente de la sala CX hombre (Ilustración 35). Se implementaron diversas acciones con el objetivo de restablecer su óptimo funcionamiento. En primer lugar, se realizó una exhaustiva limpieza de la bomba de infusión con el propósito de eliminar cualquier tipo de residuo o contaminante que pudiera afectar su desempeño. Seguidamente, se procedió a realizar una calibración minuciosa de los parámetros de la bomba, asegurando de esta manera una administración precisa y segura de los medicamentos.

Durante las pruebas de funcionamiento, se detectó la presencia de ruidos anómalos provenientes de la ventiladora de la bomba. Tras una inspección detallada, se constató que la ventiladora presentaba holgura y carecía de una parte esencial del sujetador. Con el fin de solucionar esta problemática, se efectuó la sustitución de dicha parte por una nueva, garantizando así un funcionamiento adecuado y eliminando los ruidos indeseados.

Asimismo, se llevaron a cabo tareas de calibración y limpieza en otras bombas de infusión que se obtuvieron de bienes nacionales. Estas actividades tuvieron como finalidad asegurar que todas las bombas se encontraran en óptimas condiciones de funcionamiento y estuvieran listas para su utilización en entornos clínicos.



Ilustración 35- MC a bomba de infusión de EM/CX

Fuente: Autoría propia

Durante el miércoles, se prosiguió con las actividades de calibración y mantenimiento correctivo en bombas de infusión (Ilustración 36). En una de las bombas, se llevó a cabo el reemplazo de la placa debido a la presencia de un transistor quemado.



Ilustración 36 - Bomba de infusión en funcionamiento con cambio de placa

Fuente: Autoría propia

Por último, se recibió a los estudiantes de Ingeniería Biomédica con el objetivo de supervisar y brindar apoyo en la evaluación del funcionamiento de los últimos equipos médicos almacenados en bienes nacionales (Ilustración 37).



Ilustración 37- Supervisión de la actividad de los estudiantes de UNITEC

Fuente: Autoría propia

El jueves, se llevó a cabo la calibración de las bombas de infusión que se encontraban en el hospital móvil, con el fin de entregarlas a bienes nacionales y habilitarlas en sala. Además, se realizó la calibración de la bomba que fue reparada el miércoles, con el objetivo de generar la orden de trabajo y proceder a su entrega (Ilustración 38).

Durante el día, se trabajó continuamente en una bomba de infusión que presentaba problemas al abrir y cerrar la puerta. Se realizó el cambio del motor y se aplicó grasa blanca, sin embargo, el problema persistía. Ante esta situación, se decidió utilizar otra bomba de infusión que tenía un funcionamiento adecuado en la parte de la puerta, pero presentaba un sensor de oclusión en mal estado. Para solucionar este problema, se procedió al cambio del sensor, permitiendo así poner en funcionamiento la bomba de infusión.



Ilustración 38- Bombas de infusión evaluadas en hospital móvil

Fuente: Autoría propia

El día viernes, se generaron las órdenes de trabajo para todos los equipos médicos que ya se encontraban en funcionamiento y se procedió a su entrega en las respectivas salas. Es importante destacar que las bombas de infusión recuperadas fueron entregadas al área de medicina mujer, según lo solicitado por la licenciada encargada. Asimismo, se completó el proceso de mantenimiento correctivo en las bombas de infusión rescatadas de los equipos médicos almacenados en bienes nacionales.

4.8. SEMANA 8: 5- 9 DE JUNIO 2023

4.8.1 OBJETIVOS

- Realizar mantenimiento correctivo a laringoscopios.
- Realizar monitoreo de temperatura de la sala de hemodinamia.
- Realizar evaluaciones de incubadoras en la sala UCIN A.
- Analizar los equipos de desfibrilador y ECG con los estudiantes de la clase de analisis de dispositivos médicos de UNITEC.

4.8.2 INTRODUCCIÓN

En la octava semana, se llevaron a cabo diversas actividades, incluyendo visitas a las salas de rayos X para monitorear la temperatura en la sala de hemodinamia. Además, se trabajó en la integración del detector de rayos X con el equipo correspondiente.

Asimismo, se realizaron pruebas de funcionamiento, calibraciones y mantenimiento correctivo en diferentes equipos médicos, tales como bombas de infusión, ventiladores mecánicos y laringoscopios, según las necesidades de cada uno.

4.8.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

El lunes, se brindó apoyo y acompañamiento a los ingenieros en la sala de hemodinamia, debido a la presencia de problemas relacionados con la temperatura en la habitación. Esta situación ocasionó daños en algunos componentes del equipo médico de angiografía (Ilustración 39). Con el fin de solucionar esta problemática, se tomaron medidas para controlar la temperatura y se implementó el registro de temperaturas en una bitácora en horarios específicos.



Ilustración 39- Sala de hemodinamia y su temperatura

Fuente: Autoría propia

Continuamente se asistió a la habitación de rayos x para poder dar comienzo a la vinculación del detector con el RX estacionario debido a que estos son de diferente fabricante. Lo cual se complicó debido a que los equipos necesarios se encontraban descargados o solamente se dio inicio a la visualización del programa y el manual (Ilustración 40).

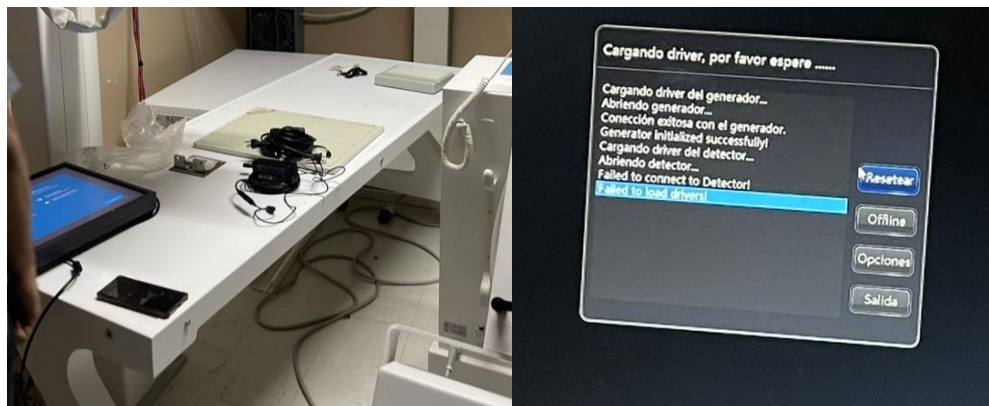


Ilustración 40- Vinculación de detector con rayos x

Fuente: Autoría propia

En conclusión, se llevó a cabo el mantenimiento correctivo de dos laringoscopios que fueron reportados desde la sala de operaciones. Estos laringoscopios fueron sometidos a procesos de limpieza, pruebas de funcionamiento y se reemplazaron las baterías debido a su deterioro (Ilustración 41).



Ilustración 41- Estado de los laringoscopios en la parte interna

Fuente: Autoría propia

El martes, se recibió una capacitación general por parte de un ingeniero sobre los ventiladores mecánicos Evo 5. Esta capacitación se llevó a cabo como preparación para poder brindar instrucciones al personal de enfermería en la semana nueve. Una vez finalizadas las instrucciones, se procedió a practicar lo que se iba a mencionar durante la capacitación oficial (Ilustración 42).



Ilustración 42- Preparación de capacitación de VM

Fuente: Autoría propia

Además, se realizó una visita a la sala de emergencia cirugía para evaluar dos ventiladores mecánicos Evo 5 y reportar los hallazgos a la licenciada jefa de sala (Ilustración 43). Se determinó que ambos ventiladores estaban en buen estado de funcionamiento. Sin embargo, solo uno de ellos se podía utilizar para humidificación activa, ya que su humidificador respiratorio contaba con todos los sensores necesarios. En contraste, el otro ventilador no tenía los sensores en su humidificador, por lo que solo se podía utilizar para humidificación pasiva.



Ilustración 43- VM de EM/CX

Fuente: Autoría propia

El miércoles, se acudió a primera hora a la sala de operaciones con el fin de llevar a cabo pruebas en los sensores de SPO2 que fueron suministrados por el almacén. Esto se debió a que muchos de los equipos médicos no contaban con su respectivo sensor.

Además, se brindó asistencia en la sala de emergencia cirugía para realizar pruebas en un electrocardiógrafo de la marca General Electric (Ilustración 44). Durante esta intervención, se realizó una limpieza exhaustiva de todos los electrodos correspondientes. Además, se detectó la necesidad de realizar mantenimiento correctivo en el cable de alimentación, ya que este no permitía que el equipo se encendiera adecuadamente debido a un bajo suministro de voltaje.



Ilustración 44- Equipo de ECG GE.

Fuente: Autoría propia

En conclusión, se visitó la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) para evaluar los ventiladores mecánicos almacenados en la bodega, así como los monitores de SPO2. Se tenía un reporte de que uno de los ventiladores no pasaba del primer paso de calibración. Sin embargo, se llevó a cabo el procedimiento de calibración de manera normal y se comprobó que el ventilador funcionaba correctamente en su totalidad (Ilustración 45).

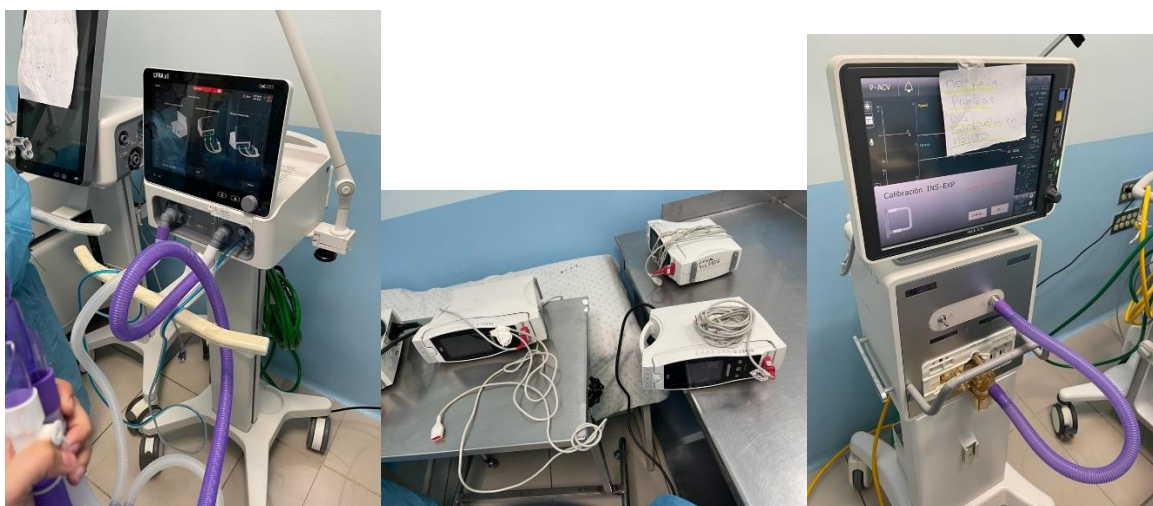


Ilustración 45- Evaluación de equipos en UCIN

Fuente: Autoría propia

El jueves, se llevó a cabo la actividad denominada "Biomedics Homecoming", en la cual los estudiantes que actualmente cursan la clase de análisis de dispositivos asistieron al hospital. Durante esta actividad, se realizaron pruebas de análisis de funcionamiento y seguridad eléctrica a los desfibriladores y ECG de las salas de medicina mujer y cirugía de hombres. Además, se les ofreció un breve recorrido por el hospital para que pudieran familiarizarse con la ubicación de cada una de las salas.



Ilustración 46- Actividad Biomedics Homecoming

Fuente: Autoría propia

El viernes, se dedicó tiempo en la sala de UCIN A (Ilustración 47) para llevar a cabo una evaluación exhaustiva de las incubadoras tanto cerradas como abiertas, con el fin de determinar su estado ya que se solicitaba un descarte. Una vez finalizado el diagnóstico, se procedió a evaluar dos compresores de aire con el objetivo de trasladarlos a otra sala.



Ilustración 47- Evaluación de equipos en UCIN A

Fuente: Autoría propia

4.9. SEMANA 9: 12- 16 DE JUNIO 2023

4.9.1 OBJETIVOS

- Realizar mantenimiento preventivo a monitor fetal.
- Realizar mantenimiento correctivo a laringoscopios.
- Realizar mantenimiento correctivo a equipos de rayos x.

4.9.2 INTRODUCCIÓN

En la novena semana, se llevaron a cabo diversas actividades, incluyendo diferentes revisiones de equipos médicos, mantenimientos correctivos y preventivos en la parte de bombas de infusión, impresoras de rayos x y rayos x portátil.

4.9.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

El lunes se llevaron a cabo pruebas de funcionamiento en las bombas de infusión almacenadas en el departamento de biomédica. Durante estas pruebas, se identificó una Medcaptain (Ilustración 48) que estaba en buen estado, con sus sensores en óptimas condiciones. Sin embargo, se observó un problema específico con la puerta de la bomba, que presentaba dificultades al abrir y cerrar. A pesar de haber aplicado grasa y limpiarla, no fue posible solucionar el inconveniente, por lo tanto, se catalogó como una falla de la puerta que requerirá reparación adicional.

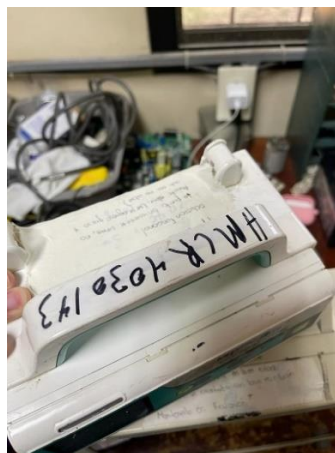


Ilustración 48 - Bomba de infusión Medcaptain como Huesera

Fuente: Autoría propia

Se llevaron a cabo evaluaciones periódicas en la bomba de infusión de la marca Biocare (Ilustración 49), en las cuales se constató que todos sus sensores estaban operativos. No obstante, al activar la función de infusión, se detectaron problemas en el motor, que generaba ruidos y parecía haber obstrucciones en el tubo de infusión. Debido a esta situación, se decidió clasificarla como una unidad que requiere reparación y se remitió al taller correspondiente.



Ilustración 49 - Biocare con problemas en el motor

Fuente: Autoría propia

Se llevó a cabo el mantenimiento correctivo del monitor fetal marca EDAN (Ilustración 50) en la sala de maternidad. Se identificó que el equipo no encendía y no imprimía el ECG del monitoreo fetal. Para solucionar esta situación, se realizaron pruebas básicas, se calibró el equipo y se llevaron a cabo pruebas de funcionamiento para asegurar el correcto funcionamiento de la impresión. Durante estas pruebas, se verificó que los sensores, la batería y el estado de la impresora funcionaban adecuadamente. Una vez finalizado el mantenimiento, el monitor fue entregado a la sala en pleno funcionamiento.



Ilustración 50 - Monitor fetal EDAN

Fuente: Autoría propia

El martes se llevaron a cabo pruebas de funcionamiento en el MSV (Ilustración 51) que fue reportado por el departamento de emergencia pediátrica debido a problemas en la resolución de la pantalla y apagados repentinos. Se realizaron pruebas continuas de encendido y apagado durante un período de 2 horas, y durante este tiempo el equipo no experimentó ningún apagado, ya sea cuando estaba conectado o desconectado. Se verificó que los sensores del equipo se encontraban en buen estado y la batería funcionaba correctamente. Para resolver el problema reportado, se reemplazó la pantalla con una nueva. De esta manera, se solucionó el inconveniente y el equipo fue devuelto a la sala para su uso habitual.



Ilustración 51 - MC a MSV Advanced

Fuente: Autoría propia

Luego se realizó pruebas de funcionamiento a bomba de infusión marca ENMIND donde esta presentaba error de sistema y en esos casos por indicación de los supervisores se envía a descarte debido a que no hay material como para poder cambiar la placa. Asimismo, se evaluó otra bomba de infusión marca Mindray BeneFusion VP5 Ex, donde presentaba anomalía de sistema en el cual, todos sus sensores funcionaban tanto oclusión como burbuja, pero en este caso de igual forma se manejó como huesera debido a que no se puede solucionar con los recursos disponibles en el taller.



Ilustración 52 - Bombas de infusión ENMIND y Mindray.

Fuente: Autoría propia

Finalmente, se llevó a cabo el mantenimiento correctivo de los laringoscopios (Ilustración 53) que se encontraban en el taller. La mayoría de ellos presentaban problemas relacionados con la batería o el uso incorrecto de las hojas de laringoscopio en los mangos correspondientes. Una vez finalizado el mantenimiento, se generó la orden de trabajo correspondiente para entregarlos de nuevo a la sala, listos para su uso.



Ilustración 53- MC a Laringoscopios

Fuente: Autoría propia

El miércoles se llevó a cabo una visita a la sala de radiografía con el propósito de supervisar el estado de dos impresoras de placas. Estas impresoras presentaban problemas al imprimir correctamente las placas, y se identificó que los rodillos estaban mal colocados. Aprovechando la visita a la sala, también se verificó la temperatura en la habitación de hemodinamia para completar el registro correspondiente en la bitácora.



Ilustración 54 - Revisión de impresora

Fuente: Autoría propia

Después de completar la revisión en el departamento de radiografía, se recibió una solicitud para verificar el funcionamiento del equipo de rayos X portátil utilizado en neonatología. Se informó que no era posible enviar las radiografías de un paciente específico para su impresión. Para solucionar este problema, se realizaron los ajustes necesarios y se estableció la conexión a Internet. Como resultado, las radiografías pudieron ser enviadas exitosamente. Además, se aprovechó la oportunidad para eliminar algunos registros que presentaban errores.



Ilustración 55 - Revisión de rayos x

Fuente: Autoría propia

Además, se acudió a la sala de operaciones para evaluar las máquinas de anestesia con el fin de prepararlas para su uso en el quirófano 6, que anteriormente se utilizaba como bodega. Durante la evaluación, se determinó que la batería del equipo estaba en mal estado. Se tomaron los datos necesarios para proceder a realizar la compra de una nueva batería y así reemplazar la defectuosa.



Ilustración 56 - Evaluación de máquina de anestesia

Fuente: Autoría propia

El jueves, como primera actividad, se procedió a entregar un electrocauterio a la sala de operaciones. Luego, se realizó una visita al almacén para llevar a cabo una inspección de una cámara de presión negativa. Se solicitó una breve inspección del equipo para poder instalarlo ese mismo día. Se decidió que se utilizaría en una habitación de infecciosos del departamento de medicina de hombres (Ilustración 57). Sin embargo, no fue posible realizar la instalación debido a la falta de material necesario y a que el equipo se entregó incompleto.



Ilustración 57 - Cámara de presión negativa

Fuente: Autoría propia

Durante el viernes, se llevó a cabo mantenimiento correctivo en varios laringoscopios que fueron remitidos desde la sala de emergencia pediátrica (Ilustración 58). En su mayoría, estos presentaban problemas de mal contacto debido al uso incorrecto de las hojas que no eran las indicadas. También se identificó que las baterías no tenían el voltaje suficiente. Se realizaron las reparaciones correspondientes para solucionar estos problemas y garantizar el correcto funcionamiento de los laringoscopios.

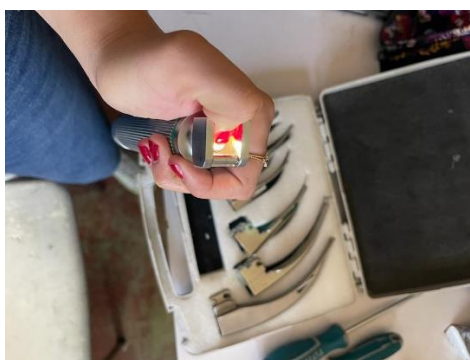


Ilustración 58 - MC a laringoscopios

Fuente: Autoría propia

Al final, se dedicó tiempo en la sala de hemodinamia para buscar los manuales necesarios con el fin de proporcionar las especificaciones técnicas requeridas en un informe (Ilustración 59). Este informe se utilizará para llevar a cabo la habilitación oficial de la sala de hemodinamia.



Ilustración 59 - Sala de hemodinamia

Fuente: Autoría propia

El martes se llevaron a cabo evaluaciones de los sensores de temperatura (Ilustración 61) que se deben instalar en los humidificadores respiratorios para su correcto funcionamiento con los ventiladores mecánicos. Una vez que los sensores fueron evaluados, se procedió a colocarlos en los ventiladores que fueron enviados al departamento de bienes nacionales.



Ilustración 61 - Prueba de sensores de temperatura

Fuente: Autoría propia

Durante la mañana del miércoles, se llevó a cabo el arreglo de los sensores disponibles en el taller, con el propósito de separar los sensores de SPO2 y los de ECG. Posteriormente, se procedió a trasladar los ventiladores mecánicos que habían sido revisados en el hospital móvil, con el fin de enviarlos al departamento de bienes nacionales y habilitarlos en la sala de UCIN A (Ilustración 62).

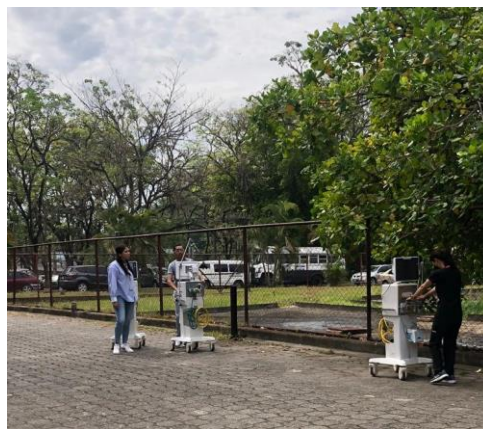


Ilustración 62 - Entrega de VM

Fuente: Autoría propia

En la tarde, se visitó la UCIN A con el propósito de realizar un inventario exhaustivo de todos los equipos médicos tanto en uso como en almacenamiento. Esto se hizo para realizar una actualización precisa, considerando la incorporación reciente de las nuevas incubadoras abiertas provistas por IMLAB. Una vez completado el inventario, se procedió a examinar detenidamente un ventilador mecánico en particular que presentaba problemas con su botón de bloqueo (Ilustración 63).



Ilustración 63 - VM con botón de bloqueo en mal estado.

Fuente: Autoría propia

El jueves se llevó a cabo una capacitación sobre el funcionamiento y uso de un concentrador de oxígeno EMG, dirigida al familiar del paciente, para que pudiera utilizarlo correctamente en su hogar. Además, se procedió a realizar la entrega de los equipos que ya habían sido reparados en el taller a las respectivas salas, como emergencia cirugía, cirugía pediátrica y medicina de hombres.

Además, se llevaron a cabo pruebas en los sensores que fueron reportados por la sala de emergencia pediátrica, con el objetivo de determinar si alguno de ellos podía ser recuperado o si era necesario descartarlos por completo. Se solicitó el descarte de los sensores ya que estaban almacenados y se desconocía su estado de funcionamiento. Como resultado, se logró recuperar dos sensores de ECG, mientras que los demás fueron descartados (Ilustración 64).



Ilustración 64 - Sensores que se pusieron a pruebas

Fuente: Autoría propia

El viernes, se realizó mantenimiento correctivo en los compresores de aire médico ubicados en la sala de emergencia de cirugía (Ilustración 65). Al detectar que el equipo no encendía, se realizó un diagnóstico que reveló que el problema se encontraba en los fusibles, los cuales estaban quemados. Por tanto, se procedió a reemplazarlos con fusibles de 10 amperios.



Ilustración 65 - MC a compresores de aire medico

Fuente: Autoría propia

En repetidas ocasiones, se acudió a la sala de recuperación en el área de pediatría para llevar a cabo la sustitución del sensor de SPO2 del monitor de signos vitales (Ilustración 66).



Ilustración 66 - Sensor de spo2 en MSV.

Fuente: Autoría propia

4.11 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación, se presenta un cronograma donde se muestran las actividades desarrolladas en las 10 semanas (Ilustración 67).

Actividades	Semana									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inducción institucional de las salas existentes del hospital	■									
Actualización y registro del inventario de equipos médicos	■	■	■							
Calibración y pruebas de funcionamiento a bombas de infusión	■	■	■		■	■				
Pruebas de funcionamiento a vaporizadores y electrocardiógrafos			■							
Revisión a autoclaves en CEYE			■							
Mantenimiento preventivo a MSV	■	■		■						
Capacitación de bombas de infusión					■					
Mantenimiento correctivo a MSV					■					
Recolección de repuestos de equipos médicos en el área de bienes nacionales				■						
Evaluación de equipos descartados						■				
Mantenimiento correctivo a bombas de infusión							■			
Evaluación de ventiladores mecánicos								■		
Evaluación de incubadoras cerradas y abiertas								■		
Análisis de equipos médicos (desfibrilador y ECG)								■		
Evaluación de posicionamiento de cámara de presión negativa									■	
MC a laringoscopios									■	
Evaluación de sensores de ECG, SPO2, NIBP y Temperatura										■
Evaluación de ventiladores mecánicos del hospital móvil										■
Realización de inventario de UCIN A										■

Ilustración 67- Actividades en 10 semanas

Fuente: Autoría propia

V. CONCLUSIONES

5.1 CONCLUSIÓN GENERAL

Durante un periodo de tres meses, se llevó a cabo un conjunto de actividades dentro del campo de la ingeniería biomédica. Estas actividades incluyeron la gestión de inventarios, el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos médicos, y brindar acompañamiento a los responsables del área para supervisar dichos equipos en las diferentes salas del hospital. Estas acciones contribuyeron a garantizar un funcionamiento adecuado y seguro de los equipos médicos, así como a optimizar la disponibilidad de los mismos en el entorno hospitalario.

5.2 CONCLUSIONES ESPECIFICAS

- Se realizó la actualización del inventario de los equipos médicos en todas las salas del hospital utilizando el software Excel. El proceso se llevó a cabo en un período de dos semanas y tres días, resultando en el registro de 776 equipos médicos.
- Se llevó a cabo una capacitación dirigida al personal de enfermería sobre el uso de las bombas de infusión. Durante esta capacitación, se entregaron fichas de uso rápido para facilitar el aprendizaje y el manejo adecuado de las bombas. La capacitación se realizó durante un período de dos días, atendiendo a la solicitud específica del personal de la sala.
- Se llevó a cabo evaluaciones de equipos médicos en colaboración con bienes nacionales como parte del proceso de descarte, con el objetivo de desalojar cualquier equipo médico que ya no estuviera en los establecimientos de bienes nacionales en un periodo de una semana. También se realizaron evaluaciones específicas de equipos médicos solicitados por las salas, con el propósito de determinar si era posible adquirir las piezas o componentes faltantes para intentar recuperar el equipo o, en su defecto, confirmar su descarte. Estas evaluaciones fueron fundamentales para tomar decisiones adecuadas en cuanto al destino de cada equipo médico.
- Durante un período de 10 semanas, se llevaron a cabo mantenimientos preventivos y correctivos en diversos equipos médicos, incluyendo bombas de infusión, ventiladores mecánicos, laringoscopios, máquinas de anestesia y monitores de signos vitales. Todos los

equipos reparados fueron entregados de vuelta a sus respectivas salas una vez finalizadas las intervenciones. Este proceso garantizó el correcto funcionamiento y la disponibilidad de los equipos médicos para su uso en las diferentes áreas del hospital.

- A lo largo de un periodo de 10 semanas, se llevaron a cabo calibraciones en diversos equipos médicos, incluyendo desfibriladores, bombas de infusión, termómetros y bombas de infusión. Estos equipos fueron principalmente reportados debido a la falta de calibración, y se les brindó el servicio correspondiente durante este período.

VI. RECOMENDACIONES

6.1 RECOMENDACIONES A HMCR

Se sugiere que, después de haber realizado la actualización del inventario de equipos médicos, se lleve a cabo una actualización continua para incluir cualquier equipo que ingrese al taller. Esto implica registrar o buscar el equipo en el inventario para indicar su ubicación actual en caso de que las órdenes de trabajo puedan extraviarse. De esta manera, se garantiza que se tenga un registro preciso de la ubicación de cada equipo en todo momento, especialmente cuando se encuentre en el taller, lo que facilita su seguimiento y evita posibles pérdidas o confusiones en la gestión del inventario.

Se sugiere establecer días específicos para la realización de capacitaciones, teniendo en cuenta la disponibilidad del personal de salud. Esta recomendación se basa en la necesidad de gestionar eficientemente las múltiples emergencias que surgen en el entorno hospitalario, lo cual dificulta la dedicación diaria exclusiva a las capacitaciones, tal como lo solicita el personal. Establecer días fijos permitirá programar las capacitaciones de manera adecuada, considerando los horarios y responsabilidades del personal de salud, garantizando así su participación activa y maximizando el aprovechamiento de las sesiones de capacitación.

Se recomienda disponer de manuales técnicos y de servicio tanto en formato físico como digital, para facilitar su acceso y consulta. Es importante contar con versiones impresas de los manuales, además de la versión digital, para garantizar su disponibilidad en situaciones en las que el acceso a dispositivos electrónicos pueda ser limitado. Asimismo, se sugiere que estos manuales estén disponibles en varios idiomas, como español e inglés, para atender las necesidades de los usuarios que puedan requerirlos en diferentes idiomas. De esta manera, se asegura que el personal técnico y de servicio pueda acceder a la información necesaria de manera conveniente y eficiente.

Se recomienda mantener un programa regular de calibración de los equipos médicos para garantizar su correcto funcionamiento y precisión en las mediciones. Es importante contar con un registro actualizado de los equipos que requieren calibración y programar las calibraciones de manera periódica para evitar retrasos en el servicio. Además, se sugiere realizar un seguimiento

de los reportes de falta de calibración para identificar posibles patrones o tendencias y tomar acciones preventivas. Asimismo, es importante contar con los recursos necesarios, como repuestos y personal capacitado, para llevar a cabo las calibraciones de manera eficiente y oportuna.

6.2 RECOMENDACIONES A UNITEC

Continuar con los talleres enfocados en el conocimiento de las herramientas básicas utilizadas en el ensamblaje y desmontaje de equipos médicos. Además, se debe incluir la capacitación en soldadura de componentes eléctricos, ya que estos requieren un manejo delicado. El objetivo es asegurar que los participantes adquieran las habilidades necesarias para trabajar de manera segura y eficiente con los equipos, evitando daños o malfuncionamientos durante el proceso de mantenimiento y reparación. Se hará hincapié en la importancia de seguir los protocolos y normas de seguridad establecidos para garantizar la integridad de los equipos y la protección del personal involucrado.

Preparar a los estudiantes en el manejo de equipos médicos con el propósito de que puedan brindar capacitación en instituciones públicas como parte de su programa de vinculación, permitiéndoles interactuar efectivamente con el personal de salud. El objetivo es preparar a los alumnos para que adquieran experiencia práctica y se sientan cómodos trabajando en entornos clínicos. Esta formación les proporcionará las habilidades necesarias para impartir conocimientos sobre el funcionamiento y uso adecuado de los equipos médicos, fortaleciendo su capacidad de comunicación y trabajo en equipo en el contexto de la atención médica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Barajas, D. E. R. (2005). *Guía Tecnológica No. 13: Monitor de Signos Vitales*.
http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/biomedica/guias_tecnologicas/13gt_monitores.pdf
2. Chatburn, R. L. (2017). Fundamentals of mechanical ventilation: a short course on the theory and application of mechanical ventilators. *Respiratory Care*, 62(7), 922-931.
3. Cruz, C. (2008). *Sistema de humidificación en ventilación mecánica*. 3(2).
<file:///C:/Users/Maria/Downloads/Dialnet-SistemasDeHumidificacionEnVentilacionMecanicaMirad-3701012.pdf>
4. Current Medical Diagnosis & Treatment 2021 (p. 1-36). (2021). McGraw-Hill Education.
5. Dr. Bourdeth, J. (1996). *Hospitales de Honduras, Evolución Cronológica* (4.^a ed., Vol. 64, p. 5). <https://revistamedicahondurena.hn/assets/Uploads/Vol64-4-1996-12.pdf>
6. ECA. (2008). *Manual aspiración de secreciones*. OXIGEN SALUD, S.A.
https://www.oxigenosalud.com/healthcare/areas/pacientes/documentos_pdf/varios/manual_pac_aspiracion_secreciones_1.pdf
7. Faris, R., & Flamm, S. D. (2015). The evolution of the infusion pump. *Journal of cardiovascular magnetic resonance*, 17(1), 1-9.
8. García Acuña, J. M., & Martínez Alday, J. (2016). *Electrocardiografía Clínica*. Editorial Médica Panamericana.
9. Gomersall, C. D., Joynt, G. M., & Freebairn, R. C. (2009). *Oh's intensive care manual*. Butterworth-Heinemann.

10. "El mantenimiento correctivo se realiza después de que ha ocurrido una avería o fallo en un equipo, con el objetivo de restablecer su funcionamiento normal lo más rápido posible" (González, A., 2020).
11. HMCR. (2010, febrero 1). Mision y Vision del Centro Hospitalario. Info Salud.
<https://hospitaldrmariorivivas.blogspot.com/2010/02/mision-y-vision-del-centro-hospitalario.html>
12. Johnson, R. (2018). Metrología y calibración: Fundamentos y aplicaciones. Editorial Técnica Industrial.
13. Klabunde, R. E. (2016). Cardiovascular physiology concepts. Lippincott Williams & Wilkins.
14. Marriott, H. J. L. (2001). Practical electrocardiography. Lippincott Williams & Wilkins.
15. Marriott, H. (2018). Handbook of Cardiac Electrophysiology. Springer.
16. Medical, L. (s. f.). Bomba de Infusión modelo MP-60 de MedCaptain – Loyaltat Medical.
Recuperado 29 de abril de 2023, de <https://loyaltatmed.com.mx/producto/bomba-de->
17. Potestio, M., & Silveira, L. C. (2016). Diseño de una sala de hospitalización. Revista de la Facultad de Ingeniería, 31(1), 7-18.
18. Smith, J. (2019). Mantenimiento industrial: Métodos y técnicas. Editorial Técnica Industrial.
19. Tobin, M. J. (2013). Principles and Practice of Mechanical Ventilation. McGraw-Hill Education.
20. Toribio, R. (2008). BOMBAS DE INFUSION. Generencia del área de salud de Plasencia.
<http://areasaludplasencia.es/wasp/pdfs/7/717004.pdf>

21. XplorHonduras. (2018, agosto 20). Hospital Mario Catarino Rivas—Hospital de Especialidades (Hesp). XplorHonduras Honduras.
<https://www.xplorhonduras.com/hospital-mario-catarino-rivas/>
22. Zambrano, M. (2011). Salas de Emergencia. <https://es.scribd.com/doc/61394287/Salas-de-emergencia-2>
23. Zhang, Z., Lu, J., & Yu, W. (2018). The safety and efficacy of infusion pumps in pediatric patients: a systematic review. *Journal of pediatric nursing*, 43, e39-e45.

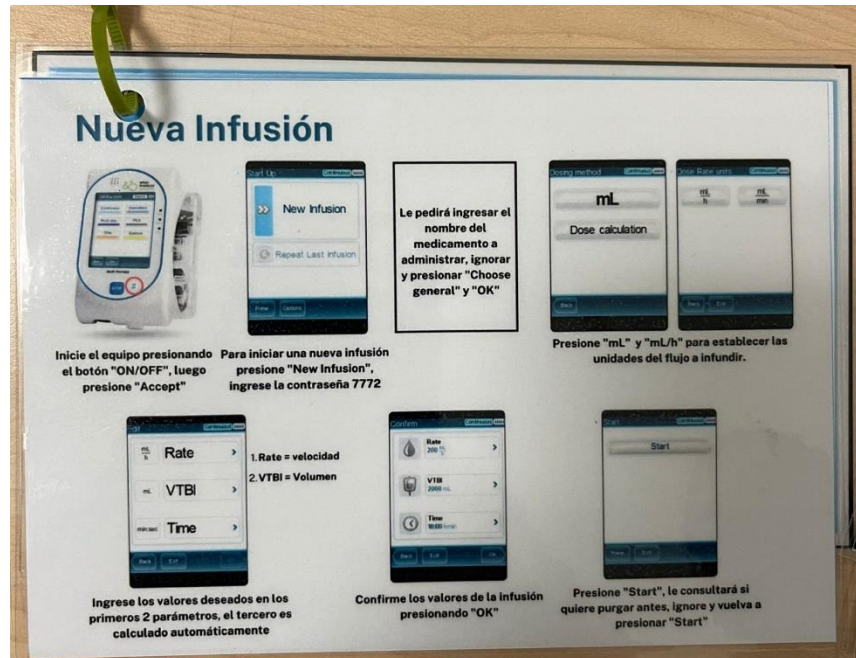
ANEXOS

INVENTARIO HNMCR 2023

HNMCR	BN	EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	UBICACIÓN	ESTADO	COLOR	VOLTAJE	ORIENT
HMCRO790	4023934	DESFIBRILADOR	MINDRAY	Beneheart D3	-	PASILLO	FUNCIONAL	BLANCO CON GRIS	100-240	1.8-0.8
HMCRO794	4023318	ESFIGMOMANOMETRO	HILL MED	-	-	PASILLO	FUNCIONAL	NEGRO	-	-
HMCRO131	HMCR-E0067	ASPIRADOR DE SECRECIONES	GOMCO	6036	20041110012	CUBICULO 431	FUNCIONAL	ANARANJADO CON GRIS	115	2
HMCRO099	-	ASPIRADOR DE SECRECIONES	GOMCO	6036	20120621001	NEUROLOGIA	FUNCIONAL	ANARANJADO CON GRIS	115	2
HMCRO192	-	BOMBA DE INFUSION	MEDCAPTAIN	VP-50	60180301376	NEUROLOGIA	FUNCIONAL	BLANCO	12	1
HMCRO806	-	BOMBA DE INFUSION CON JERINGA	ENMIND	EN-V7 Smart	-	NEUROLOGIA	FUNCIONAL	BLANCO CON NEGRO	-	-
HMCRO802	-	MONITOR DE SIGNOS VITALES	INFINIUM	OMNI II	11001185	NEUROLOGIA	FUNCIONAL	BLANCO	-	-
-	40028740	ASPIRADOR DE SECRECIONES	ROSCOE MEDICAL	172BS-II	0820SU20H001313	CUBICULO 422	FUNCIONAL	-	115	0.68
HMCRO798	-	BOMBA DE INFUSION	BYOND	BYS-820	BY-20820060324	-	FUNCIONAL	BLANCO	100-240	40VA
HMCRO149	4017672	ASPIRADOR DE SECRECIONES	GOMCO	6036	20121126002	-	FUNCIONAL	ANARANJADO	115	0.68
HMCRO810	4028738	ASPIRADOR DE SECRECIONES	ROSCOE MEDICAL	-	0221SU21B00110	CUBICULO 418	FUNCIONAL	PLATEADO	115	0.68
HMCRO778	-	MONITOR DE SIGNOS VITALES	ADVANCED	PM-2000A PRO	301448-M17706010038	BODEGA	NO FUNCIONAL	BLANCO	100-240	1-0.5
HMCRO818	4020181	BOMBA DE INFUSION	CI HEALTHCARE	Y1200	9-00-12-388	BODEGA	FUNCIONAL	BLANCO	-	-
HMCRO826	HMCR-E0114	BOMBA DE INFUSION	CI HEALTHCARE	Y1200	9-00-12-322	BODEGA	FUNCIONAL	BLANCO	-	-
HMCRO198	-	BOMBA DE INFUSION	MEDCAPTAIN	MP-50	60180301322	CUBICULO 439	FUNCIONAL	VERDE CON BLANCO	100-240	1
HMCRO197	-	BOMBA DE INFUSION	MEDCAPTAIN	MP-50	-	-	FUNCIONAL	VERDE CON BLANCO	100-240	1
HMCRO814	-	BOMBA DE INFUSION	ENMIND	EN-V7 SMART	70190913872	CUBICULO 416	FUNCIONAL	BLANCO CON NEGRO	100-240	50VA
HMCRO788	4018372	ELECTROCARDIOGRAFO	ADVANCED	ECG-12	-	JEFATURA	FUNCIONAL	BLANCO CON NEGRO	-	-
HMCRO0471	-	ASPIRADOR DE SECRECIONES	GOMCO	6050	20080731005	QUIROFANO	-	-	-	-
HMCRO1001	-	MONITOR DE SIGNOS VITALES	COMFEN	STAR8000	E7180110005R	ITAJER	DESCARTADO	-	-	-

Anexo 1- Inventario de equipos médicos

Fuente: Reyna y Maria, 2023



Anexo 2- Ficha de uso fácil

Fuente: Reyna y Maria, 2023

Solución de problemas de alarmas

Cuando la bomba detecta un problema con la infusión, detiene la infusión y emite una alarma:

AIRE EN LINEA:

Para resolver el problema y reanudar la infusión

1. Presiones el botón "MUTE" para silenciar la alarma durante 2 minutos.
2. Siga las instrucciones en pantalla para resolver el problema, lo cual sería presionar el botón PRIME para purgar y quitar las burbujas presentes en el venoclisis.
3. Presione OK para descartar la alarma.
4. Presione REQUEST CONTINUE
5. Presione OK para confirmar y reiniciar la infusión.

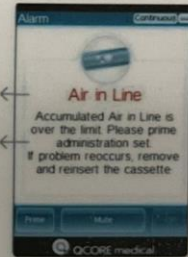
OCLUSIÓN:

Para resolver el problema y reanudar la infusión

1. Presiones el botón "MUTE" para silenciar la alarma durante 2 minutos.
2. Verifiqué que la llave reguladora no este cerrada. En caso de ser así ábrala.
3. Una vez verificado presione OK.
4. En la pantalla le aparece la infusión en pausa (PAUSED), debe presionar el botón que dice PRESS TO UNLOCK PATIENT.
5. Inserte la contraseña 7772 y luego OK.
6. Presione REQUEST CONTINUE, para continuar la infusión. Presiones Quit, para suspender la infusión. Presione VIEW/EDIT para editar los valores de infusión.
7. En caso de presionar REQUEST CONTINUE, presionar ok en el siguiente mensaje mostrado en pantalla.

Problema detectado

Resolución instrucciones



Anexo 3- Ficha de solución a problemas de alarmas

Fuente: Reyna y Maria, 2023