



| **unitec**®

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PRÁCTICA PROFESIONAL

DIMEX MÉDICA

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERO EN BIOMÉDICA

PRESENTADO POR:

21841150 ANDRÉ MICHEL RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ

ASESOR: REYNA VALLE

CAMPUS SAN PEDRO SULA

JUNIO, 2023

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi Madre por apoyarme durante toda mi vida y ser la principal promotora de mi desarrollo estudiantil, por ser una fuente de amor y cariño inagotable y por haberme apoyado de forma incondicional todos estos años.

A mi Padre por siempre brindarme buen consejo, por ser el primero en intervenir por mí, por apoyar mi desarrollo como profesional y por dar el ejemplo sobre el hombre en el cual me quiero convertir.

A mis hermanos Lester Hernández y Estefanía Rodríguez por las memorias que compartimos y por su apoyo incondicional.

A Alicia García por los momentos divertidos que hemos vivido y por el apoyo que me ha brindado en horas bajas.

A Jose Carlos Aguilar, Abelardo Banegas, Alexandro Cribas y David Molina por apoyarnos mutuamente durante nuestros estudios, compartir pasatiempos y pasar buenos momentos.

A Natalia Ortiz por estar haber estado presente en algunos de los momentos más difíciles que he pasado, por lo cual siempre será mi amiga.

A mis amistades por el impacto positivo que han tenido en mi vida, aún si estas no están al tanto de cuánto las valoro.

-André Michel Rodríguez Hernández

RESUMEN EJECUTIVO

Se realizó la Práctica Profesional en la empresa Dimex Médica en su sucursal en San Pedro Sula. Durante diez semanas se aplicaron conocimientos teóricos para la resolución de problemas prácticos como el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos médicos que distribuye la empresa.

Se trabajó con equipos de laboratorio clínico como analizadores de orina, equipos de cuidados intensivos como ventiladores mecánicos, equipos de esterilización como autoclaves y lavadoras termodesinfectadoras, equipos de uso general como bombas de infusión y monitores de signos vitales.

Palabras Clave: **Equipos Médicos, Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento Preventivo**

ÍNDICE DE CONTENIDO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA	1
FACULTAD DE INGENIERÍA	1
PRÁCTICA PROFESIONAL	1
Dimex Médica	1
Previo a la Obtención del Título	1
Ingeniero en Biomédica.....	1
PRESENTADO POR:.....	1
21841150 ANDRÉ MICHEL RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ	1
ASESOR: REYNA VALLE	1
CAMPUS SAN PEDRO SULA	1
JUNIO, 2023	1
Autorización.....	2
Hoja de Firmas.....	3
Agradecimientos	I
Resumen Ejecutivo	II
Índice de Contenido	III
Índice de Figuras	VII
Lista de Siglas	X
I. Introducción	1
II. Generalidades de la Empresa	2
2.1 Descripción de la Empresa.....	2
2.2 Descripción del Departamento	3

2.3 Objetivos del Puesto	3
2.3.1 Objetivo General.....	3
2.3.2 Objetivos Específicos.....	4
III. Marco Teórico.....	5
3.1 Análisis del Sector	5
3.2 Conceptos Teóricos Aplicados.....	7
3.2.1 Mantenimiento Preventivo	8
3.2.2 Mantenimiento Correctivo	8
3.2.3 Pruebas de Seguridad Eléctrica.....	8
3.2.4 Calibración.....	9
3.2.5 Pruebas de Calidad.....	9
3.3 Tecnologías Sanitarias Manejadas	9
3.3.1 Bombas de Infusión.....	9
3.3.2 Ventiladores Mecánicos.....	10
IV. Desarrollo.....	13
4.1 Semana #1: 17 al 21 de Abril.....	13
4.1.1 Objetivos.....	13
4.1.2 Introducción.....	13
4.1.3 Desarrollo	14
4.2 Semana #2: 24 al 28 de Abril.....	19
4.2.1 Objetivos.....	19
4.2.2 Introducción.....	19
4.2.3 Desarrollo	19

4.3 Semana #3: 1 al 5 de Mayo.....	26
4.3.1 Objetivos.....	26
4.3.2 Introducción.....	26
4.3.3 Desarrollo	26
4.4 Semana #4: 8 al 12 de Mayo	32
4.4.1 Objetivos.....	32
4.4.2 Introducción.....	32
4.4.3 Desarrollo	32
4.5 Semana #5: 15 al 19 de Mayo	36
4.5.1 Objetivos.....	36
4.5.2 Introducción.....	36
4.5.3 Desarrollo	37
4.6 Semana #6: 22 al 26 de Mayo	40
4.6.1 Objetivos.....	40
4.6.2 Introducción.....	40
4.6.3 Desarrollo	40
4.7 Semana #7: 29 de Mayo al 2 de Junio.....	44
4.7.1 Objetivos.....	44
4.7.2 Introducción.....	44
4.7.3 Desarrollo	44
4.8 Semana #8: 5 al 9 de Junio.....	48
4.8.1 Objetivos.....	48
4.8.2 Introducción.....	48

4.8.3 Desarrollo	49
4.9 Semana #9: 12 al 16 de Junio.....	53
4.9.1 Objetivos.....	53
4.9.2 Introducción.....	53
4.9.3 Desarrollo	54
4.10 Semana #10: 19 al 23 de Junio	57
4.10.1 Objetivos.....	57
4.10.2 Introducción	58
4.10.3 Desarrollo	58
4.11 Cronograma de Actividades.....	62
V. Conclusiones	63
VI. Recomendaciones	64
Recomendaciones a UNITEC.....	64
Recomendaciones a Dimex Médica	64
Bibliografía	65
Anexos.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Logo de Dimex Médica.....	2
Figura 2 - Organigrama del Departamento de Biomédica, Dimex Médica	3
Figura 3 - Bomba de Infusión Volumétrica Samtronic Icatu S.....	10
Figura 4 - Bomba de Infusión Perfusora Samtronic ST7000	10
Figura 5 - Ventilador Mecánico Mindray SV300	11
Figura 6 - Ventilador Mecánico Northern Meditec CRIUS V6.....	12
Figura 7 - Desarme de Lavadora Matachana MAT LD90.....	14
Figura 8 - Flujómetro Roto de Lovego OX-5A.....	15
Figura 9 - Monitor Mindray UMEC 12 en Almacén luego de Pasar Pruebas de Calidad ...	16
Figura 10 - Rearme de Lavadora Matachana MAT LD90.....	16
Figura 11 - Mamógrafo Perteneciente a la Liga Contra el Cáncer	17
Figura 12 - Placa Principal, Montada, de Centrifuga Thermo Fisher ST40R.....	18
Figura 13 - Realizado de Pruebas de Infusión, Bombas Volumétricas Samtronic Icatu S..	20
Figura 14 - Placa Principal, Desmontada, de Centrifuga Thermo Fisher ST40R.....	21
Figura 15 - Registro de Pruebas de Bombas de Infusión Samtronic Icatu S.....	22
Figura 16 - Interior de Bomba de Infusión Samtronic Icatu S	23
Figura 17 - Centrifuga Thermo Fisher ST40R Funcional previo a Accidente.....	24
Figura 18 - Centrifuga Thermo Fisher ST40R, Rearmada	25
Figura 19 - Pruebas de Rendimiento, Bombas de Infusión Icatu S.....	27
Figura 20 - Ventilador Mecánico CRIUS V6, HNMCR, UCIA	27
Figura 21 - Calibración de Bombas de Infusión Samtronic Icatu S.....	28
Figura 22 - Ventilador Mecánico Mindray SV300, en Pruebas	28

Figura 23 - Ventilador Mecánico CRIUS V6, Mal Estado	29
Figura 24 - Ventilador Mecánico Mindray SV300, en Funcionamiento.....	30
Figura 25 - Pruebas de Rendimiento, Bombas de Infusión Icatu S.....	30
Figura 26 - Sinuscopio Ecleris, con Diámetro de 3 mm.....	31
Figura 27 - Incubadoras NatalCare LX, HLMV, UCIN.....	31
Figura 28 - Bombas de Infusión Samtronic Icatu S, Calibradas.....	33
Figura 29 - Repuesto de Bomba de Agua para Autoclave Matachana, HLMV.....	33
Figura 30 - Entrega de Ventilador Mecánico Mindray SV300.....	34
Figura 31 - Ventilador Mecánico CRIUS V6, Desconectado de Suministro de Oxígeno.....	35
Figura 32 - Esterilizadora Matachana 130 LF de Baja Temperatura, Hospital del Valle	36
Figura 33 - Pruebas de Rendimiento, Ultrasonido DAWEI DW-P30.....	37
Figura 34 - Centrifuga Refrigerada Thermo Fisher Sorvall ST40R	38
Figura 35 - Analizador de Orina, Dirui H-800, Mal Estado	38
Figura 36 - Capacitación de Personal de UCIN, HLMV	39
Figura 37 - Pruebas de Rendimiento, Ventilador Mecánico CRIUS V6	39
Figura 38 - Instalaciones de Oximaya, proveedor de oxígeno medicinal de Dimex Médica SPS.....	41
Figura 39 - Placas Internas de Ventilador CRIUS V6.....	41
Figura 40 - Carga de Equipos Médicos dirigidos al HRN.....	42
Figura 41 - Esterilizador de Formaldehído, Hospital del Valle.....	43
Figura 42 - Lavadora Ultrasónica Bandelin DT 1028.....	44
Figura 43 - Ventiladores Mecánicos CRIUS V6, UCI, Hospital Bendaña.....	45
Figura 44 - Ventiladores CRIUS V6, Deshuesados.....	46

Figura 45 - Parámetros de Ventilación, Ventilador CRIUS V6, HNMCR	47
Figura 46 - Prueba de Rendimiento, Ventilador CRIUS V6, Falso Positivo, HNMCR	47
Figura 47 - Bombas de Infusión Icatu S, en calibración	48
Figura 48 - Incubadora NatalCare LX, en funcionamiento	49
Figura 49 - Material de Dimex utilizado para taller para la actividad Biomed Homecoming 2023	50
Figura 50 - Entrega de Bombas de Infusión al Hospital del Valle	51
Figura 51 - Reparación de Módulo de Teclado, Bombas de Infusión Icatu S	51
Figura 52 - Manta sobre salida de aire, Incubadora Cerrada NatalCare LX, HLMV	52
Figura 53 - Taller de Biomédica, Dimex Médica.....	53
Figura 54 - Registro de Fallas y Acciones Correctivas sobre Bombas de Infusión Icatu S.	54
Figura 55 - Bombas de Infusión Icatu S, Hospital del Valle	55
Figura 56 - Sensores de Nivel de Agua (Flotes), Autoclave Matachana S1000	55
Figura 57 - Pistón de Autoclave Matachana S1000, Hospital del Valle, CEYE.....	56
Figura 58 - Conversatorio Trimestral de Práctica Profesional, UNITEC	57
Figura 59 - Funda de Acceso Rápido Mal Instalada, NatalCare LX, HLMV, UCIN.....	58
Figura 60 - Ventilador Mecánico CRIUS V6, Prueba de Rendimiento	59
Figura 61 - Placa de Información, Silla Odontológica ZIANN	60
Figura 62 - Sticker de Información, Bomba de Infusión Icatu S, HDV.....	60
Figura 63 - Ultrasonido Mindray DC-40.....	61
Figura 64 - Cronograma de Actividades	62
Figura 65 - Formato de Hoja de Servicio de Dimex Médica	66

LISTA DE SIGLAS

AC	Alternating Current
DC	Direct Current
FDA	Food & Drug Administration (Estados Unidos)
FiO2	Fracción de Oxígeno Inspirado
HLMV	Hospital Leonardo Martínez Valenzuela
HNMCRC	Hospital Nacional Mario Catarino Rivas
HRN	Hospital Regional del Norte
IHSS	Instituto Hondureño de Seguridad Social
LCC	Liga Contra el Cáncer
MOSFET	Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor
NIBP	Non-Invasive Blood Pressure
NMI	Non-Maskable Interrupt
OMS	Organización Mundial de la Salud
PCB	Printed Circuit Board
SESAL	Secretaría de Salud
SpO2	Saturación de Oxígeno
VAC	Voltaje AC

I. INTRODUCCIÓN

Una de las actividades más comunes por realizar en el contexto biomédico es la reparación de equipos médicos, lo cual de forma general se le conoce como servicio técnico. Estas actividades pueden variar desde el reemplazo de piezas en mal estado hasta inspecciones visuales menores, sin embargo, el servicio técnico engloba más actividades como la capacitación del personal clínico que vaya a utilizar el equipo, acciones de mantenimiento preventivo, entre otras.

Se realizó un acercamiento a la sucursal en San Pedro Sula, Cortés de la empresa hondureña Dimex Médica, dedicada a la comercialización y reparación de dispositivos y equipos médicos en territorio nacional. Esta empresa es reconocida dentro del rubro principalmente por su experiencia en el manejo de esterilizadoras y lavadoras de instrumental médico y sus servicios brindados por el Departamento de Biomédica como son la realización de mantenimientos preventivos, correctivos, capacitación y asesoría en licitaciones de equipos médicos.

En este trabajo se presentarán, de forma cronológica, las actividades realizadas bajo la supervisión de Dimex Médica correspondientes a las responsabilidades asignadas al inicio del periodo de la Práctica Profesional.

En el segundo capítulo se describe, desde la generalidad, la empresa en la cual se realizará la práctica, su misión, visión, valores, estructura interna y valores. En el tercer capítulo se brinda un marco de referencia teórico para la comprensión de las actividades realizadas. El cuarto capítulo presenta las actividades realizadas. El quinto capítulo presenta las conclusiones alcanzadas al término de la práctica profesional. Finalmente, el sexto capítulo recopila algunas recomendaciones, tanto para UNITEC como Dimex Médica, sobre oportunidades de mejora para ambas instituciones.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

Al realizar la Práctica Profesional, es importante definir, de manera general, dónde se está realizando este proceso. Esto se debe a que es necesario, en aras de la formación académica-profesional del estudiante, que la empresa que reciba al estudiante realice actividades afines a la carrera del estudiante para que el tiempo de la práctica sea productivo tanto para el estudiante como la empresa.

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Dimex Médica es una empresa hondureña con sede en Tegucigalpa, Distrito Central que se dedica principalmente a la venta de equipo médico y servicio técnico, siendo parte de Grupo Americana, un grupo empresarial que incluye a la Droguería Americana, empresa farmacéutica y Todo Salud, una tienda de dispositivos médicos que es administrada por Dimex Médica.



Figura 1 - Logo de Dimex Médica

Fuente: Dimex Médica (2023).

De acorde a Dimex Médica (s.f.):

Dimex Médica inicia operaciones el 1ro de octubre del año 2001, siendo su enfoque principal la importación, distribución, comercialización, arrendamiento, comodato de equipo médico, hospitalario, laboratorio, cocina, lavandería, desechos sólidos hospitalarios, gases médicos y sistema de información de laboratorio; así como el suministro de materiales, reactivos y consumibles, brindando el servicio de mantenimiento a todos los equipos suministrados.

Durante nuestra experiencia, hemos desarrollado importantes proyectos a nivel nacional en las áreas de quirófanos, centrales de esterilización, laboratorio, oxígeno, cocina, lavandería, hemodiálisis, consultorios, tratamiento de desechos sólidos, hospitalarios, entre otros.

La misión de Dimex Médica (s.f.) es “ofrecer soluciones especializadas en salud, accesibles y de alta calidad, cumpliendo los estándares y garantías internacionales”; su visión es “ser la mejor alternativa en productos, equipos y servicios innovadores, de última generación en el área de salud”.

Los valores de la empresa son la honestidad, la calidad, la puntualidad, el trabajo en equipo, la innovación y la pasión por el trabajo realizado (Dimex Médica, s.f.).

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

El Departamento de Biomédica se conforma por cuatro empleados: un supervisor y tres técnicos. El supervisor, un ingeniero biomédico, se encarga de las labores administrativas del Departamento, la coordinación del brindado de servicios con las instituciones solicitantes y la coordinación de las labores de los técnicos, aunque también realiza labores de servicio técnico. Los técnicos dividen sus labores por los tipos de equipo que atienden, es decir, cada técnico se encarga de una clase de equipo particular, como equipos de laboratorio, esterilizadoras, bombas de infusión, entre otros. En apoyo al Departamento de Biomédica se colabora con un ingeniero electricista, un ingeniero mecatrónico y un ingeniero en sistemas.

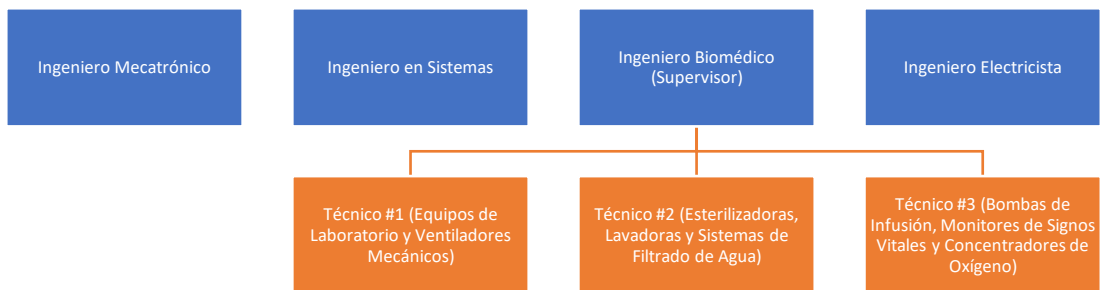


Figura 2 - Organigrama del Departamento de Biomédica, Dimex Médica

Fuente: Elaboración propia (2023).

2.3 OBJETIVOS DEL PUESTO

2.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Realizar tareas de servicio técnico de equipos médicos para instituciones públicas y privadas del sector salud en Honduras.

2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Llevar a cabo procedimientos de mantenimiento preventivo o correctivo en equipos médicos.
- Utilizar las herramientas disponibles, sean estas simples o analizadores, en el Departamento de Biomédica durante la realización de las tareas en mano.
- Identificar los modos de falla más comunes en los equipos atendidos durante el transcurso de la Práctica Profesional.

III. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se abordará la realidad del sector en el cual se desempeña la empresa y el contexto nacional del sector, los conceptos teóricos aplicados en la realización de las labores de la Práctica e introducir, brevemente, los equipos en los cuales se trabajará durante la duración de la Práctica.

3.1 ANÁLISIS DEL SECTOR

En Honduras, el Sistema de Salud se divide principalmente en tres sectores: Público, Privado y el Instituto Hondureño de Seguridad Social (IHSS). El Sector Público es administrado por la Secretaría de Salud (SESAL), el IHSS es un ente autónomo y el Sector Privado se compone de los distintos centros de salud privados del país. Existen también otras instituciones de salud como la Fundación del Niño Quemado, la Liga Contra el Cáncer y los Hospitales Militares, cada una con un modelo administrativo y supervisión particular.

Para toda institución, independiente de su ente rector, si alguno, es imperativa la adquisición y manutención de equipos médicos. Estos equipos pueden ser adquiridos directamente del fabricante si este cuenta con representación nacional o regional, pero esto implica también que ciertos procesos como la adquisición de repuestos deberán ser llevados a cabo por la institución. Debido a esto, la mayoría de las instituciones prefieren tratar con proveedores de equipos médicos, empresas que se hacen responsables de las tareas anteriormente mencionadas. Dimex Médica es una de estas empresas.

Dimex Médica se dedica a la comercialización de insumos, dispositivos y equipos médicos, brinda soporte técnico biomédico para los equipos que comercializa y brinda servicios de asesoría para licitaciones de equipos médicos. Esta empresa se destaca particularmente en los nichos de mercado de equipos de laboratorio y equipos de esterilización de instrumental médico. Divide sus operaciones en las Zona Norte-Occidente y la Zona Centro-Sur, cada zona siendo atendida por la sucursal en San Pedro Sula, Cortés y la casa matriz en Tegucigalpa, Distrito Central, respectivamente. La marca insignia de Dimex Médica es Matachana, una empresa española con sede en Barcelona cuyos productos se enfocan principalmente en el área de esterilización hospitalaria, contando con autoclaves de vapor de agua, autoclaves de vapor de formaldehído,

lavadoras termodesinfectadoras, entre otros productos. La empresa también cuenta con la distribución autorizada de equipos y dispositivos médicos de la marca Hillrom, la cual produce activos bajo el nombre más conocido de Welch Allyn. Finalmente, la empresa también distribuye algunos equipos de la marca Mindray, sin embargo, esta marca es, por el momento, distribuida abiertamente por varias empresas.

El Departamento de Biomédica de Dimex Médica se encarga de las siguientes tareas:

1. **Preinstalación:** La preinstalación de un equipo consiste en la evaluación del recinto donde se desea instalar un equipo médico. Algunos de los parámetros ponderados en esta evaluación pueden ser las dimensiones de la habitación donde se vaya a alojar el equipo, vías de acceso para el transporte del equipo a dicha habitación, conexiones a los circuitos de agua y electricidad de la institución, capacidad de soporte de cargas de la habitación, entre otras. Aquellos parámetros que no sean satisfactorios serán ajustados de tal forma que se permita la instalación del equipo en plena funcionalidad, un ejemplo de esta acción sería el reforzado de suelos, techos y paredes para anclar equipos a estas superficies o la adición de un circuito eléctrico de 240 VAC.
2. **Instalación:** Kaur (2005) define la instalación de equipos médicos como “el proceso de fijación de equipos en su lugar; dependiendo de la complejidad del equipo, puede ir desde simplemente enchufar el equipo a un tomacorriente o integrarlo a la estructura de la sala”.
3. **Puesta en marcha:** Kaur (2005) define la puesta en marcha de los equipos médicos como “una serie de pruebas y ajustes realizados para comprobar su funcionamiento correcto y seguro de los nuevos equipos y garantizar que se realicen los ajustes necesarios”.
4. **Entrenamiento (Capacitación):** Siliceo (2004) propone el siguiente concepto de capacitación: “... la capacitación consiste en una actividad planeada y basada en necesidades reales de una empresa u organización y orientada hacia un cambio en los conocimientos, habilidades y actitudes del colaborador”. En el contexto la ingeniería biomédica, la capacitación del personal es la tarea de enseñanza sobre el uso,

operación y/o manipulación segura y adecuada de los equipos médicos que utilice la institución.

5. **Mantenimiento Preventivo:** El mantenimiento preventivo tiene como propósito reducir el riesgo de lesiones al usuario o al paciente, reducir el costo del ciclo de vida del equipo a través de este, cumplir con normativas y estándares y mantener su función esperada (De Lemos, 2004). Este proceso puede ser planificado o puede ser realizado de forma puntual si se sospecha que el equipo está próximo a fallar, si ha pasado un periodo extendido de tiempo al último mantenimiento realizado o si su función se ha deteriorado más allá de su desviación esperada.
6. **Mantenimiento Correctivo:** El mantenimiento correctivo es el complemento del mantenimiento preventivo, la diferencia entre ambos siendo que el mantenimiento correctivo se realiza luego de haberse detectado alguna falla con el equipo. Estas fallas pueden existir en distintos niveles, los cuales la OMS (2012) como el nivel de componentes, en referencia a piezas particulares, placas electrónicas y fallas sistémicas, en referencia a conjuntos de componentes y placas electrónicas.
7. **Suministro de Partes:** Los equipos médicos, al fallar, requerirán de repuestos. La tarea logística de localizar a los proveedores de estos repuestos y su posterior importe, traslado y almacenaje en el país representan una carga que no todas las instituciones pueden realizar, por lo cual esta tarea recae sobre el proveedor del equipo. En algunos casos, ciertos equipos como bombas de infusión o ventiladores mecánicos pueden requerir insumos con características particulares para el correcto funcionamiento del equipo, en cual caso el proveedor se hace responsable de procurar estos insumos para las instituciones que obtengan estos equipos.

3.2 CONCEPTOS TEÓRICOS APLICADOS

Los conceptos teóricos aplicados corresponden, principalmente, a los aspectos de la ingeniería biomédica relacionados al mantenimiento, análisis y reparación de equipos médicos. Si bien existe un grado de aplicación para otros aspectos, como lo puede ser la clasificación de riesgo de equipos médicos, este no es de mayor relevancia a las actividades realizadas.

3.2.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El objetivo del mantenimiento preventivo es disminuir el riesgo de lesiones tanto al usuario como al paciente, reducir los costos a lo largo del ciclo de vida del equipo, cumplir con las normativas y estándares establecidos, y garantizar el correcto funcionamiento del equipo (De Lemos, 2004). Este proceso puede ser planificado con antelación o realizado de manera puntual si se sospecha que el equipo está próximo a fallar, si ha transcurrido un largo periodo de tiempo desde la última revisión, o si su funcionamiento se ha deteriorado más allá de lo esperado.

Wienker et al. (2015) propone que el mantenimiento preventivo es una medida proactiva para el cuidado del equipo médico de una institución y resulta en beneficios tangibles como la reducción del tiempo de baja de un equipo.

3.2.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El mantenimiento correctivo puede ser considerada como la contraparte del mantenimiento preventivo, con la diferencia entre ambas categorías siendo el momento de realizar el mantenimiento; el mantenimiento correctivo se realiza después de haberse presentado una falla en el equipo.

Este tipo de mantenimiento, idealmente, debería ser practicado en menor medida en comparación al mantenimiento preventivo, sin embargo, es normal que ciertos equipos fallen repentinamente durante sus vidas de servicio, sea por factores externos como fallas de alimentación eléctrica o factores internos como el uso inadecuado del equipo.

3.2.3 PRUEBAS DE SEGURIDAD ELÉCTRICA

La gran mayoría de equipos médicos toman su alimentación de fuentes de electricidad AC las cuales son convertidas a electricidad DC por un transformador alojado dentro del equipo. Es de suma importancia confirmar que los equipos reciban el tipo y nivel de electricidad para el cual se estableció su funcionamiento, esto debido a que los equipos para el continente americano suelen trabajar a 120 VAC, 60 Hz mientras que en Europa el voltaje utilizado es de 240 VAC, 50 Hz.

3.2.4 CALIBRACIÓN

La calibración consiste en el restablecimiento de valores base para un equipo, es decir, como debería funcionar. Esta calibración puede implementarse tanto a componentes controlados por tiempo como a componentes controlados por corrientes eléctricas. Algunos equipos pueden ser calibrados de forma interna, es decir, el mismo equipo permite restablecer sus valores base. En otros casos, es necesario utilizar un elemento externo para realizar la calibración, como lo puede ser un peso conocido para calibrar una balanza.

3.2.5 PRUEBAS DE CALIDAD

Las Pruebas de Calidad se realizan para procurar que los equipos distribuidos por una empresa cumplan con los estándares de calidad de esta, que todos los artículos que deban de ser incluidos con el equipo estén presentes, que no presente deformidades o errores de fábrica, que este no presente daños relacionados a su transporte y desembalaje, entre varias razones más.

3.3 TECNOLOGÍAS SANITARIAS MANEJADAS

3.3.1 BOMBAS DE INFUSIÓN

Las bombas de infusión son, según la FDA (2010) "...dispositivos médicos que suministran fluidos, incluyendo nutrientes y medicamentos, en el cuerpo de un paciente de manera controlada". Son utilizadas para obtener un mayor control sobre el suministro de fluidos en comparación a una guía intravenosa con un limitador de flujo convencional, lo cual es de suma importancia a la hora de infundir ciertos medicamentos como analgésicos que deben de ser suministrados con un margen de precisión elevado para evitar complicaciones con el paciente.

Hay dos tipos principales de bombas de infusión: las bombas de infusión volumétricas y las bombas de infusión de jeringa. Las bombas de infusión volumétricas utilizan sets de infusión para conectarse distalmente al recipiente de fluido por infundir y proximalmente al paciente. Las bombas de jeringa utilizan, como su nombre lo indica, una jeringa que se monta a una bahía en el equipo. El componente principal en ambos sistemas es un motor, en el caso de una bomba volumétrica, esta acciona un mecanismo peristáltico que utiliza rodillos que comprimen la guía intravenosa, lo cual desplaza el fluido dentro de la misma; las bombas de jeringa utilizan su motor para desplazar un tornillo sin fin y una tuerca, esta última empujando una placa que está en contacto con el émbolo de la jeringa, infundiendo el fluido en la recámara de esta. Las bombas

de infusión volumétrica permiten un mayor rango de velocidades de flujo mientras que las bombas de infusión de jeringa presentan una mejor precisión en infusiones pequeñas a bajo flujo.

En particular, Dimex Médica trabaja exclusivamente con bombas de infusión de la marca Samtronic. Se manejan los modelos de bombas de infusión volumétrica con el modelo Icatu S (Figura 3) y perfusora, bomba de infusión de jeringa, con el modelo ST7000 (Figura 4).



Figura 3 - Bomba de Infusión Volumétrica Samtronic Icatu S

Fuente: Samtronic (s.f.).



Figura 4 - Bomba de Infusión Perfusora Samtronic ST7000

Fuente: Samtronic (s.f.).

3.3.2 VENTILADORES MECÁNICOS

Según la American Thoracic Society (2005), los ventiladores mecánicos son: "...máquina[s] que ayudan a respirar cuando una persona no puede respirar en la medida suficiente por sus propios medios". Estas máquinas son comúnmente vistas en unidades de cuidados intensivos, cuidados intermedios y, particularmente, en salas de traumatología.

Los ventiladores mecánicos utilizan una ventiladora y una fuente de oxígeno para crear mezclas de aire de oxígeno enriquecido o aire médico normal (es decir, con una concentración de oxígeno del 21%) que luego es bombeado a los pulmones del paciente. Los ventiladores mecánicos pueden ser utilizados de manera no invasiva para apoyar la función respiratoria del paciente, particularmente en los casos donde el paciente mantenga una frecuencia y esfuerzo respiratorio estable pero su oxigenación sea baja (hipoxia). En este caso el circuito del paciente utiliza una mascarilla sobre la nariz y boca del paciente para entregar una mezcla de aire de oxígeno enriquecido.

En los casos donde el esfuerzo respiratorio del paciente sea deficiente o nulo, el ventilador mecánico puede sustituir completamente la función respiratoria. Esto por lo general se hace de manera invasiva en un proceso conocido como entubado que consiste en una traqueostomía (apertura del cuello) para introducir un tubo (el circuito del paciente) de forma directa para mantener un mejor control sobre la frecuencia y presión respiratoria.

Dimex Médica comercia actualmente el ventilador mecánico portátil Mindray SV300 (Figura 6), el cual ha sido galardonado con el premio Red Dot 2015 por su diseño (Mindray Global, s.f.). Durante la pandemia también inicio la importación de los ventiladores mecánicos Northern Meditec CRIUS V6 (Figura 6), sin embargo, su comercialización ha sido descontinuada, pero mantienen el servicio técnico biomédico para los equipos en territorio nacional.



Figura 5 - Ventilador Mecánico Mindray SV300

Fuente: Mindray Global (s.f.).



Figura 6 - Ventilador Mecánico Northern Meditec CRIUS V6

Fuente: Northern Meditec (s.f.).

IV. DESARROLLO

La Práctica Profesional tuvo una duración de 10 semanas, iniciando el 17 de abril y finalizando el 23 de junio del 2022. El horario de trabajo fue fijado desde las 8:00 a.m. hasta las 5:00 p.m., de lunes a viernes con un descanso de una hora para almorzar entre las 12:00 p.m. y la 1:00 p.m. La mayoría de las labores fueron realizadas en las instalaciones de Dimex Médica, ubicada en la intersección entre 3 Avenida Norte y la 16 Calle Norte, Boulevard Cervecería, pero se realizaron visitas de servicio a diversas instituciones como la Liga Contra el Cáncer o el Hospital Nacional Mario Catarino Rivas.

4.1 SEMANA #1: 17 AL 21 DE ABRIL

4.1.1 OBJETIVOS

- Realizar un inventariado de equipos médicos para la Liga Contra el Cáncer.
- Realizar inspecciones de calidad sobre los equipos en almacenaje
- Realizar mantenimiento preventivo y/o correctivo sobre los equipos recibidos por el Departamento en el transcurso de la semana.

4.1.2 INTRODUCCIÓN

Durante esta semana el Departamento asignó tareas de baja complejidad técnica, como fue un inventariado de equipos para una institución a la cual se le deseaba ofertar un servicio de mantenimiento preventivo o el desensamblado de un equipo en mal estado. Se realizó una tarea de servicio de mantenimiento correctivo puntual al llegar un cliente con un equipo en mal estado que necesitaba que fuera reparado de forma urgente. Fue de suma importancia familiarizarse con el personal del Departamento y aprender a solicitar ayuda cuando fuera necesario, evitando caer en trabajo ineficiente o ineficaz por temas de orgullo.

4.1.3 DESARROLLO

Se realizó la inducción a la empresa, o sea, la presentación general ante el personal del Departamento de Biomédica, presentación del taller de servicio, almacén de equipos y refacciones y sala de ventas.

Como primer tarea asignada se tuvo la actividad de realizar un inventariado de equipos para la Liga Contra el Cáncer para determinar un presupuesto de mantenimiento para la institución, sin embargo, el contacto de la institución no se encontraba disponible.

En conjunto con personal de la empresa, se desarmaron dos lavadoras Matachana MAT LD90 (Figura 7) y se tomó el inventario de sus piezas para determinar si era posible deshuesar una para acondicionar la otra. Se determinó que ambas serían reparadas debido a la falta o mal estado de las piezas en ambas lavadoras.

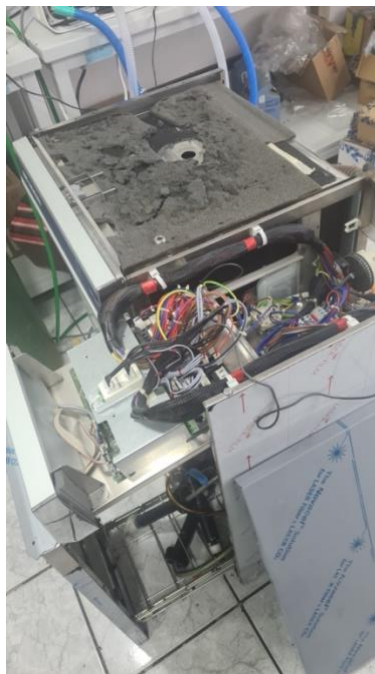


Figura 7 - Desarme de Lavadora Matachana MAT LD90

Fuente: Elaboración propia (2023).

Un cliente trajo consigo un concentrador de oxígeno Lovego OX-5A en mal estado, por admisión propia reveló que había golpeado la perilla del flujómetro del equipo y desde entonces no mantenía el flujo deseado. La inspección visual del equipo reveló que el flujómetro presentaba una rajadura de aproximadamente 2 cm desde la perilla hasta la marca de nivel de 4.5 LPM (Figura 8). En el almacén de equipos en mal estado se encontraba un ejemplar del mismo modelo del equipo del cliente. Se decidió por trasplantarse el flujómetro de este equipo en mal estado al del cliente. El funcionamiento del equipo del cliente, fuera de la falla del flujómetro, era nominal por lo cual no se realizó ningún trabajo sobre los demás componentes del equipo. Al reemplazarse el flujómetro, el equipo fue devuelto al cliente.



Figura 8 - Flujómetro Roto de Lovego OX-5A

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se realizó una inspección rutinaria de un MSV Mindray UMEC 12 (Figura 9) en almacenaje para procurar que se encuentre en estado óptimo, listo para venta y entrega. Se probaron los módulos de NIBP y SpO₂, la pantalla y la batería de litio del equipo. El equipo no presentaba daños físicos visibles en su carcasa ni rayones en su pantalla. El equipo cumplió satisfactoriamente la inspección y fue devuelto a almacén.



Figura 9 - Monitor Mindray UMEC 12 en Almacén luego de Pasar Pruebas de Calidad

Fuente: Elaboración propia (2023).

Finalizando la actividad iniciada al inicio de la semana, se procedió a rearmar las lavadoras MAT LD90 (Figura 10). No hubo ningún incidente notable más allá del hallazgo de algunos tornillos sobrantes que no corresponden al grupo que fue retirado durante el desarme del equipo.



Figura 10 - Rearme de Lavadora Matachana MAT LD90

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se realizó un inventariado general de equipos de la Liga contra el Cáncer (LCC), excluyendo únicamente las bombas de infusión de la institución, puesto a que estas ya eran atendidas por Dimex Médica (marca Samtronic). La LCC divide sus operaciones en dos edificios, el edificio principal donde se realizan las consultas, exámenes clínicos, quimioterapia y procedimientos invasivos como endoscopia y el edificio de hospitalización y quirófanos donde se realizan los procedimientos quirúrgicos de extirpado de tumores malignos y la posterior recuperación del paciente. Se realizó el inventariado a las áreas de Laboratorio Clínico, Quimioterapia, Endoscopia, Imagenología, ciertos consultorios para Ginecología y Oncología, Quirófanos y Recuperación (Figura 11). Debido al proceso largo de inventariado, no fue posible tomar el inventario de los equipos del área de Patología.



Figura 11 - Mamógrafo Perteneciente a la Liga Contra el Cáncer

Fuente: Elaboración propia (2023).

La Región de Salud Departamental de Cortés realizó una solicitud de servicio para una centrifuga refrigerada Thermo Fisher Sorvall ST40R, reportando que el freno de la centrifuga no funcionaba. Dos técnicos de Dimex Médica se trasladaron al recinto donde se albergaba el equipo y procedieron a investigar el origen de la falla. Al desarmar parcialmente el equipo, se dieron cuenta que un gecko había ingresado al interior del equipo y se electrocutó sobre la placa principal. Debido a esto y al peso considerable del equipo, los técnicos informaron a la Región que se debía trasladar el equipo al taller de Dimex Médica para realizar el mantenimiento correctivo correspondiente. Una vez se obtuvo la autorización de parte de la Dirección Nacional de Bienes del Estado, los técnicos fueron devuelta a la Región y retiraron el equipo. Una vez en el taller, se volvió a tomar nota del estado del equipo. Este presentaba el error E-36, que el manual de mantenimiento define como un NMI (Non-Maskable Interrupt), una falla grave que no puede ser ignorada por el equipo causada por un sobrevoltaje o sobrecorriente en la placa principal (Figura 12). Se procedió a desarmar el equipo nuevamente, revelando la placa principal. Los técnicos habían retirado la mayor parte del cuerpo del gecko, pero cierta suciedad y los restos de la cola seguían presentes. Estos fueron debidamente retirados y se procedió a probar algunos elementos a corto alcance, como lo fueron un par de resistencias de cerámica y un transistor MOSFET. No se encontraron indicios de fallas en estos componentes. Retirar completamente la placa implicaba un gran esfuerzo debido al peso de los componentes de refrigerado y la bahía de la centrífuga, por lo cual se determinó que primero se realizaría una limpieza lo más efectiva posible sobre las partes visibles de la placa para observar si seguía presentando el error E-36.



Figura 12 - Placa Principal, Montada, de Centrifuga Thermo Fisher ST40R

Fuente: Elaboración propia (2023).

4.2 SEMANA #2: 24 AL 28 DE ABRIL

4.2.1 OBJETIVOS

- Realizar pruebas de rendimiento sobre el inventario en mal estado de Bombas de Infusión en el taller.
- Realizar inspecciones de calidad sobre los equipos en almacenaje.
- Realizar visita de servicio al Hospital Nacional Mario Catarino Rivas.
- Realizar mantenimiento preventivo y/o correctivo sobre los equipos recibidos por el Departamento en el transcurso de la semana.

4.2.2 INTRODUCCIÓN

Durante esta semana se trabajó principalmente sobre la centrifuga ST40R recibida el jueves de la Semana #1. La agenda de trabajo se enfocó particularmente en este equipo debido a que al ser un Bien Nacional (o Bien Estatal) este tiene que ser retirado y devuelto dentro de una ventana de tiempo reducida debido al control estricto de inventarios que mantiene la Dirección de Bienes Estatales. Mientras se trabajaba en la centrifuga, se tomaron varias bombas de infusión en mal estado y se dejaron funcionando para optimizar el tiempo de trabajo debido a que la espera entre infusiones, de no realizarse nada más, se compondría de tiempo muerto.

4.2.3 DESARROLLO

En el taller de la empresa se almacenaba un número considerable de bombas de infusión Samtronic Icatu S en mal estado. Algunas de estas bombas presentaban problemas de calibración mientras que otras presentaban fallas físicas como la falla de botones o fallas de sensores de presión, entre otras. El objetivo era reparar la mayor cantidad de estas bombas, donde en teoría todas las bombas se encontraban en un estado recuperable, pero se autorizó el deshuese de aquellas unidades en estado de descarte para utilizar sus componentes para recuperar las demás. Se recibió la indicación de primeramente calibrar todas las bombas de infusión hasta que presenten un error menor al $\pm 15\%$ en base al volumen solicitado. Se utilizó una tasa de infusión de 200 mL/h y se solicitó un volumen de infusión de 20 mL, por lo cual se obtendría el volumen solicitado en aproximadamente 6 minutos (Figura 13). En el caso en que las bombas presentaran un error mayor al $\pm 15\%$, se ajustaba la calibración de la bomba al tomar la diferencia entre el volumen solicitado y el obtenido y convertirlo a un porcentaje, redondeando el resultado al entero

más cercano. Este número se sumaría o restaría del ajuste de infusión en el menú de mantenimiento del equipo.



Figura 13 - Realizado de Pruebas de Infusión, Bombas Volumétricas Samtronic Icatu S
Fuente: Elaboración propia (2023).

Con la centrifuga refrigerada mayormente desensamblada, fue posible retirar completamente el casete de aluminio que aloja la placa principal (Figura 14). A plena vista no presentaba daños como quemaduras o capacitores quemados, sin embargo, se encontraba sucia y con restos de lo que aparentaban ser huevillos de cucaracha. Se extrajo la placa para iniciar un análisis a fondo de los componentes para determinar si presentaba daños en su parte inferior y para realizar una limpieza integral de la placa, retirando polvo, suciedad y restos de insectos.



Figura 14 - Placa Principal, Desmontada, de Centrifuga Thermo Fisher ST40R

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se procedió a rearmar la centrifuga refrigerada, reinsertando la placa principal en el casete de aluminio y reincorporando el casete al equipo. Al finalizar con el rearmado del equipo se realizaron pruebas de funcionamiento básico como funcionamiento de la pantalla y teclado, funcionamiento del sistema de refrigeración, funcionamiento del mecanismo de apertura y cierre de la compuerta y el funcionamiento del rotor del equipo. Todos los sistemas funcionaban hasta este punto. Durante el rearmado del equipo, se cometió un error al dejar dos hilos de cáñamo en una posición inaccesible desde el exterior del equipo. Estos hilos se utilizan como mecanismos de apertura de emergencia en casos donde haya fallas de alimentación eléctrica, por lo cual fue necesario desarmar el equipo nuevamente.

Se continuó la revisión de las bombas de infusión Icatu S del taller, sin embargo, debido a un corte del suministro eléctrico, no fue posible continuar con las pruebas durante este día (Figura 15).

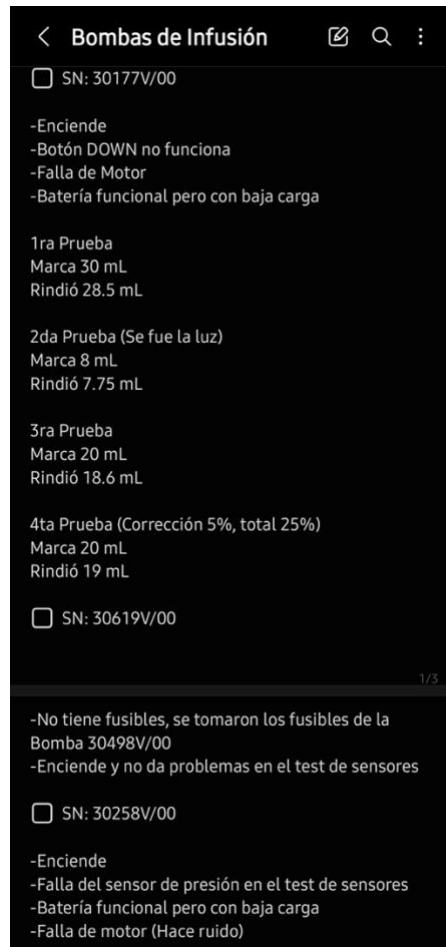


Figura 15 - Registro de Pruebas de Bombas de Infusión Samtronic Icatu S

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se continuó con la revisión de bombas de infusión, lográndose calibrar dos bombas de infusión al ajustarse mediante el menú de mantenimiento (Figura 16). Sin embargo, no fue posible continuar con la revisión de estos equipos debido a que se había programado la entrega de la Centrifuga Refrigerada para este día, por lo cual los esfuerzos del día fueron reasignados a esta tarea.



Figura 16 - Interior de Bomba de Infusión Samtronic Icatu 5

Fuente: Elaboración propia (2023).

Una vez la centrifuga refrigerada fue rearmada, ahora con los hilos de cáñamo siendo accesibles desde el exterior del equipo, se encontró una falla al notarse que la centrifuga podía cerrarse pero no abrirse. Revisando a detalle, se encontró que uno de los motores de cierre se había desincronizado, es decir, mientras uno de los motores pasaba a la posición de apertura (Figura 17), el otro pasaba a la posición de cierre, únicamente siendo posible abrir la compuerta del equipo mediante los hilos de cáñamo. Observando los motores del equipo, se notó que contaban con dos switches, donde al estar presionados indicaban que el equipo estaba cerrado y al liberarse indicaban que estaba abierto. Uno de estos switches se encontraba en la posición contraria, lo cual fue posible corregir al presionarlo manualmente con una llave Allen. El rearmado del equipo estaba por finalizar cuando uno de los técnicos dejó caer accidentalmente el panel frontal del equipo mientras este estaba conectado, lo cual causó un daño severo al puerto de comunicación RJ45 de la pantalla. Debido a esto, no fue posible entregar el equipo este día.

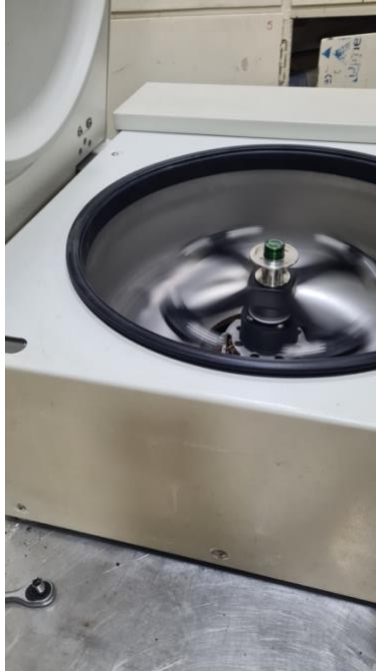


Figura 17 - Centrifuga Thermo Fisher ST40R Funcional previo a Accidente

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se recibieron dos mesas de Mayo que fueron enviadas desde Tegucigalpa. Estas mesas se conformaban por tres partes principales: la base de la mesa, la cual contaba con dos ruedas, una varilla telescópica que permite fijar la altura de la mesa con una perilla y la base de la bandeja, la cual se fijaba a la varilla telescópica mediante un cilindro metálico dividido en dos partes, con una banda elástica/empaque que se expandía al presionarse un tornillo. Ambas mesas pasaron las pruebas de calidad de forma satisfactoria.

Se retiró la placa de la pantalla LCD de la centrifuga refrigerada y se examinó a detalle. Debido a la caída del panel frontal y el consecuente tirón sobre el puerto RJ45 original, se observó que dos puntos de soldadura resultaron dañados y una pista fue interrumpida. Fue necesario desoldar todos los pines del antiguo puerto RJ45 para poder reemplazarlo por un puerto nuevo y luego se reestableció la continuidad de la pista dañada al colocar una cantidad mínima de estaño sobre el punto de interrupción. Esta tarea fue realizada por el técnico encargado de las esterilizadores debido a que es el miembro del equipo con mayor destreza en soldadura electrónica. Una vez completado este proceso, se finalizó el rearmado del equipo (Figura 18). Se programó una rutina de 15 minutos, llegando a 3000g a una temperatura de 5 °C. Sin embargo,

el equipo nuevamente presentó la falla E-36, indicativa de un sobrevoltaje o sobrecorriente. La falla se registró durante la fase de aceleración, sin embargo, al abrir manualmente el equipo a 5g, se notó que el freno electrónico no estaba funcionando. Se determinó que el equipo sería devuelto a la Región Departamental de Salud, contigua al HNMCR, debido a que la autorización para retirar el bien nacional caducaba ese día.



Figura 18 - Centrifuga Thermo Fisher ST40R, Rearmada

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se programó una visita a la Unidad de Cuidados Intensivos Adulta del HNMCR. En una visita previa, se dejaron dos ventiladores mecánicos Northern Meditec CRIUS V6 realizando pruebas de rendimiento, donde uno de estos ventiladores fue dejado ciclando durante un mes continuo. Uno de estos ventiladores fue revisado nuevamente y pasó satisfactoriamente su check-up integrado. El segundo ventilador, aquel que cicló por un mes, presentó fallas en su sensor de oxígeno en la vía inspiratoria y no era capaz de pasar la prueba de calibración de su sensor de presión. Se realizó un desarme parcial y se observó que el sensor de oxígeno y de presión se encontraban en buen estado, lo cual llevó al técnico acompañante a determinar que el equipo presentaba fallas en su lógica interna, siendo una falla frecuente para este modelo particular, lo cual requeriría un cambio de la placa principal para devolver el equipo a un estado funcional y seguro.

4.3 SEMANA #3: 1 AL 5 DE MAYO

4.3.1 OBJETIVOS

- Realizar pruebas de rendimiento sobre el inventario en mal estado de Bombas de Infusión en el taller.
- Revisar Ventiladores Mecánicos CRIUS V6 en la Unidad de Cuidados Intensivos Adulta en el Hospital Nacional Mario Catarino Rivas.
- Realizar entrega de sinuscopio Ecleris en el Centro Médico Galenos.
- Realizar visita de servicio al Hospital Leonardo Martínez Valenzuela.
- Realizar mantenimiento preventivo y/o correctivo sobre los equipos recibidos por el Departamento en el transcurso de la semana.

4.3.2 INTRODUCCIÓN

Se continuaron las pruebas de rendimiento de las Bombas de Infusión en mal estado, donde por fortuna no fue necesario realizar desarmar las bombas para repararlas, únicamente necesitándose la calibración de software para recuperar su funcionamiento idóneo. Se continuó con la revisión de los ventiladores mecánicos CRIUS V6 del HNMCR, siendo posible reparar uno y dejarlo en fase de pruebas. Se realizó la entrega de un sinuscopio de 3 mm en el Centro Médico Galenos junto con la instalación del software requerido para su uso. Por último, se realizó una visita de servicio al Hospital Leonardo Martínez Valenzuela (HLMV) para realizar mantenimiento correctivo y preventivo sobre incubadoras cerradas NatalCare LX.

4.3.3 DESARROLLO

Se continuó con las pruebas de rendimiento de las bombas de infusión Samtronic Icatu S, siendo posible calibrar dos bombas más al rango aceptable (Figura 19). Ambas bombas presentaban una desviación fuerte ($> \pm 20\%$) sobre el volumen solicitado, por lo cual fueron calibradas desde el menú de mantenimiento, obteniéndose reducciones del rango de desviación hasta un máximo del $\pm 2.5\%$.



Figura 19 - Pruebas de Rendimiento, Bombas de Infusión Icatu S

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se realizó una visita de servicio al HNMCR para seguir con el proceso de mantenimientos sobre los ventiladores mecánicos CRIUS V6. Uno de estos ventiladores (Figura 20) pasaba todas sus pruebas iniciales en su check-up integrado, sin embargo, presentaba una falla en su sensor de oxígeno. Se intentó cambiar la celda de oxígeno y calibrar el equipo, pero no fue posible. Un desarme parcial del equipo reveló que mecánicamente se encontraba en buen estado, por lo cual se determinó que, nuevamente, la falla presente se relacionaba a la lógica del equipo y sería necesario realizar un cambio de su placa principal.

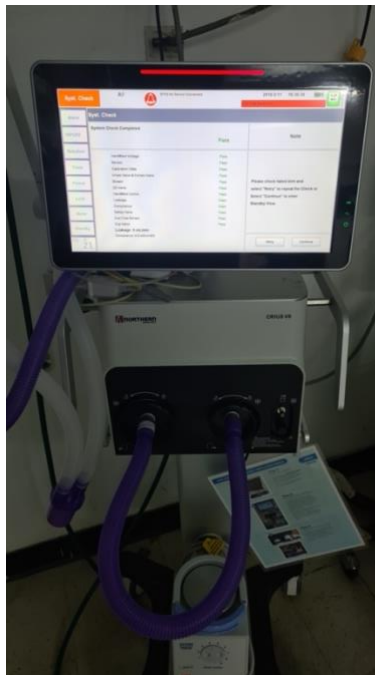


Figura 20 - Ventilador Mecánico CRIUS V6, HNMCR, UCIA

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se continuó con las calibraciones de bombas de infusión, resultando en dos bombas calibradas (Figura 21). Ambas presentaban una leve falla sobre su sensor de burbujas, sin embargo, únicamente era necesario remojar un poco la venoclisis sobre el punto donde se fijaba al sensor en la bomba.



Figura 21 - Calibración de Bombas de Infusión Samtronic Icatu S

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se recibió un ventilador mecánico Mindray SV300 proveniente del Hospital Bendaña (Figura 22), el cual presentaba problemas de fuga y sobre su celda de oxígeno, ambos problemas siendo causados por el deterioro natural dado por el uso del equipo. Se utilizó un kit de mantenimiento menor que únicamente consiste en repuestos para los empaques en O (O-rings) y la membrana de la válvula inspiratoria y un repuesto de celda de oxígeno. Se restauró el funcionamiento del equipo el mismo día, pero no se entregó al hospital.



Figura 22 - Ventilador Mecánico Mindray SV300, en Pruebas

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se continuó el trabajo sobre el ventilador mecánico atendido el martes, ahora con una placa principal nueva. Con esta placa el equipo dejó de pasar su check-up inicial, pero su celda de oxígeno no volvió a registrar errores (Figura 23). Al no encontrar más opciones viables, el técnico determinó que el equipo sería retirado del hospital, sin embargo, primero se solicitaría una unidad en almacenaje en Tegucigalpa para trasladarla al hospital para que de esa forma mantengan la misma cantidad de equipos.

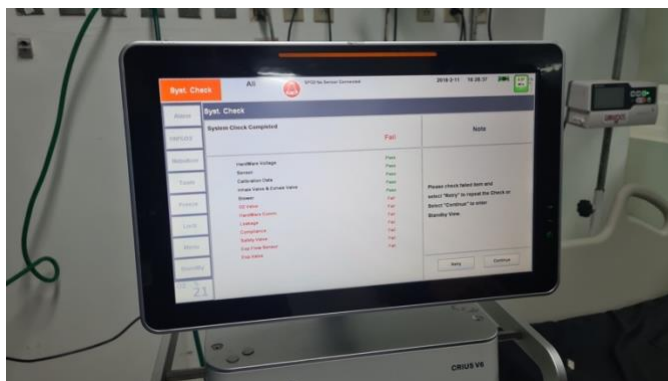


Figura 23 - Ventilador Mecánico CRIUS V6, Mal Estado

Fuente: Elaboración propia (2023).

Fue necesario adquirir algunos tornillos para un ventilador mecánico Mindray SV300 debido a que se habían extraviado durante su desarme (Figura 24). Este equipo también carece de su perilla original debido a un daño accidental durante su transporte. Más allá de eso, el equipo funciona correctamente, pasando las pruebas de su check-up inicial sin problemas y con una fuga por minuto mínima.



Figura 24 - Ventilador Mecánico Mindray SV300, en Funcionamiento

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se finalizaron las pruebas de rendimiento de las bombas de infusión Samtronic (Figura 25), donde únicamente quedaba una bomba que necesitaba un cambio de botones. Se utilizó una bomba descartada para deshuese y se obtuvo el panel de botones para reparar la bomba funcional, se tomaron sus fusibles para una bomba a la cual les faltaban y la goma de sus botones para una bomba a la cual se le habían extraviado.



Figura 25 - Pruebas de Rendimiento, Bombas de Infusión Icatu S

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se realizó la entrega de un sinuscopio Ecleris a un otorrinolaringólogo en el Centro Médico Galenos (Figura 26). El doctor ya estaba familiarizado sobre su uso, por lo cual no fue necesario capacitarlo. Se instaló el software necesario para el funcionamiento del sinuscopio y el uso de un pedal para tomar videos o capturas con el equipo. Sin embargo, la computadora del doctor se encontraba demasiado lejos del área donde se utilizaría el equipo, por lo cual se determinó que sería necesario realizar la compra de aproximadamente 10 metros de cables HDMI y coaxial para que el uso del equipo sea lo más cómodo posible para el doctor.



Figura 26 - Sinuscopio Ecleris, con Diámetro de 3 mm

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se realizó una visita de servicio al HLMV para reparar algunas incubadoras cerradas que presentaban problemas (Figura 27). Se encontraron restos de leche, orina, sangre, gazas, envoltorios de jeringas y esparadrapo debajo de la balanza (camilla) del neonato, filtros saturados y objetos bloqueando la ventiladora del equipo. Debido a la naturaleza de estos errores de usuario, se determinó que se volvería a capacitar al personal sobre el uso de las incubadoras.



Figura 27 - Incubadoras NatalCare LX, HLMV, UCIN

Fuente: Elaboración propia (2023).

4.4 SEMANA #4: 8 AL 12 DE MAYO

4.4.1 OBJETIVOS

- Recibir equipos/repuestos provenientes de Tegucigalpa.
- Revisar Ventiladores Mecánicos CRIUS V6 en la Unidad de Cuidados Intensivos Adulta en el Hospital Nacional Mario Catarino Rivas.
- Realizar entrega de Ventilador Mecánico SV300 al Hospital Bendaña.
- Realizar visita de servicio al Hospital del Valle.
- Realizar mantenimiento preventivo y/o correctivo sobre los equipos recibidos por el Departamento en el transcurso de la semana.

4.4.2 INTRODUCCIÓN

Se finalizaron las pruebas de rendimiento de las Bombas de Infusión en mal estado, donde todas se calibraron, sin embargo, una bomba mantuvo un problema sobre su sensor de presión según su check-up integrado pero en práctica funciona. Se recibió desde Tegucigalpa una bomba para una autoclave Matachana perteneciente al HLMV para un equipo en mal estado en esa institución. Se continuó con la revisión de los ventiladores mecánicos CRIUS V6 del HNMCR, donde uno presentó problemas mientras que un equipo que fue dejado en pruebas fue desconectado incorrectamente. Por último, se realizó una visita de servicio al Hospital del Valle para realizar mantenimiento correctivo y preventivo sobre una autoclave Matachana y una esterilizadora de baja temperatura.

4.4.3 DESARROLLO

Se finalizaron las pruebas de rendimiento de las bombas de infusión en mal estado (Figura 28), siendo posible calibrar nueve bombas en total, utilizando una bomba en estado de descarte como donante de piezas. Una de las bombas presentó una falla de lógica con su sensor de presión, donde este no es detectado durante el check-up integrado de la bomba pero este funciona correctamente.



Figura 28 - Bombas de Infusión Samtronic Icatu S, Calibradas

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se recibió una bomba de agua para una autoclave Matachana perteneciente al HLMV (Figura 29). Este repuesto fue enviado desde Tegucigalpa y posteriormente sería entregado al almacén del hospital ese mismo día.



Figura 29 - Repuesto de Bomba de Agua para Autoclave Matachana, HLMV

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se realizó la entrega del ventilador mecánico SV300 recibido la semana anterior al Hospital Bendaña (Figura 30). Se realizó una breve prueba de funcionamiento y su check-up inicial no lanzó alarmas de ningún tipo.



Figura 30 - Entrega de Ventilador Mecánico Mindray SV300

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se continuaron las labores de mantenimiento de los ventiladores mecánicos CRIUS V6 del HNMCR. Uno de los equipos que se había dejado bajo observación fue trasladado de cubículo, sin embargo, el personal de la UCI no tuvo el cuidado de reconectar el equipo al suministro de oxígeno, por lo cual el equipo cicló por un tiempo indeterminado sin oxígeno, invalidando completamente el periodo de prueba (Figura 31). Se dejó bajo observación nuevamente y se le hizo mención del personal de evitar desconectar el equipo del suministro de oxígeno o, de ser necesario, procurar que la desconexión sea lo más breve posible. Otro de los ventiladores se encontraba en mal estado, donde presentaba fallas de su válvula inspiratoria. Se intentó calibrar, sin embargo, presentaba fallas durante su funcionamiento, por lo cual se dejó en observación mientras se determina la causa de esta fallas.



Figura 31 - Ventilador Mecánico CRIUS V6, Desconectado de Suministro de Oxígeno
Fuente: Elaboración propia (2023).

Se realizó una visita técnica al Hospital del Valle debido a que dos de sus equipos de esterilización habían fallado. Una de sus autoclaves presentaba una falla en su compuerta. Se accionaba de forma neumática, con una válvula de seguridad que se accionaba en el evento en que quedara atrapada alguna bandeja o la mano de algún miembro del personal. Esta válvula de seguridad estaba accionada de forma perpetua, por lo cual se procedió a realizar un desmontaje parcial del equipo. La válvula funciona mediante un mecanismo de émbolo, el cual había sido bloqueado por suciedad, lo cual permitía el escape del aire dentro de la compuerta. Se limpió el mecanismo y se reincorporó al equipo, donde este ahora se accionaba correctamente. Otra esterilizadora de baja temperatura (Figura 32) presentaba una falla al terminar su ciclo de esterilizado prematuramente. Examinando el equipo se encontró que el filtro de sedimentos en la línea de agua común se encontraba saturado, lo cual causaba la falla del equipo. Simplemente se retiró el filtro, reutilizable, y se limpió con agua y jabón. La compuerta del equipo se dejó abierta para que se realizara el aireado de la carga introducida, dejando un olor químico nauseante en el área.



Figura 32 - Esterilizadora Matachana 130 LF de Baja Temperatura, Hospital del Valle

Fuente: Elaboración propia (2023).

4.5 SEMANA #5: 15 AL 19 DE MAYO

4.5.1 OBJETIVOS

- Recibir equipos/repuestos provenientes de Tegucigalpa.
- Realizar visita de servicio a la Clínica Periférica Tepeaca.
- Realizar visita de servicio a la Región Departamental de Cortés.
- Apoyar en capacitación del personal de UCIN del Hospital Leonardo Martínez Valenzuela.
- Realizar mantenimiento preventivo y/o correctivo sobre los equipos recibidos por el Departamento en el transcurso de la semana.

4.5.2 INTRODUCCIÓN

Se recibieron tres equipos de ultrasonido marca DAWEI, cubriendo gamas baja, media y alta. Se realizó una visita de servicio al Laboratorio Clínico de la Clínica Periférica Tepeaca para reparar un analizador de orina. Se atendió una petición de servicio en la Región Departamental de Cortés correspondiente a la centrifuga refrigerada entregada dos semanas antes. Por último, se impartió una capacitación sobre la operación de las incubadoras cerradas del HLMV.

4.5.3 DESARROLLO

Se recibieron tres ultrasonidos DAWEI que fueron adquiridos recientemente por la empresa (Figura 33). Se procedió a realizar el desembalaje de los equipos y las pruebas de calidad correspondientes. Todos los equipos traían consigo sus transductores, al menos dos por equipo, pero carecían de gel de transducción.

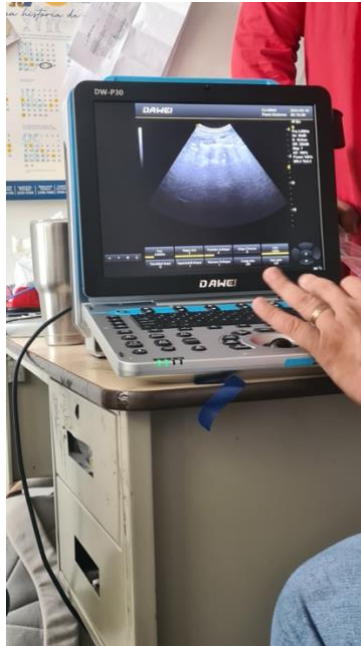


Figura 33 - Pruebas de Rendimiento, Ultrasonido DAWEI DW-P30

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se recibió una petición de servicio de la Región Departamental de Salud de Cortés, particularmente del Laboratorio de Tuberculosis. Se reportó que la centrifuga refrigerada que había sido reparada previamente no arrancaba, quedando completamente inutilizable (Figura 34). Se realizó una revisión del área donde se encontraba, cerciorándose de que la superficie estuviese nivelada para evitar errores por mal balance de la carga. Se encontró que la centrifuga había sido conectada a una UPS, lo cual limitaba la corriente que podía utilizar, por lo cual el equipo se negaba a arrancar. Una vez se reconectó el equipo a la red principal de electricidad, volvió a funcionar sin problemas.

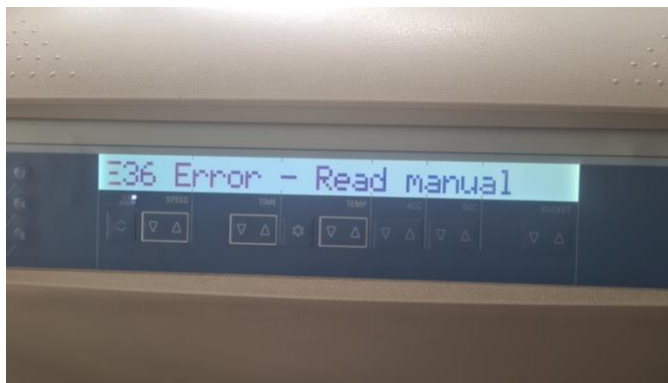


Figura 34 - Centrifuga Refrigerada Thermo Fisher Sorvall ST40R

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se recibió una petición de servicio del Laboratorio Clínico de la Clínica Periférica Tepeaca, de la red de servicio del IHSS. Se reportó el analizador de orina H-800 ya no encendía (Figura 35). Rápidamente se comprobó que su fusible de protección se había quemado, por lo cual se cambió y el equipo funcionó nuevamente. Se le realizó un breve mantenimiento preventivo y limpieza general.

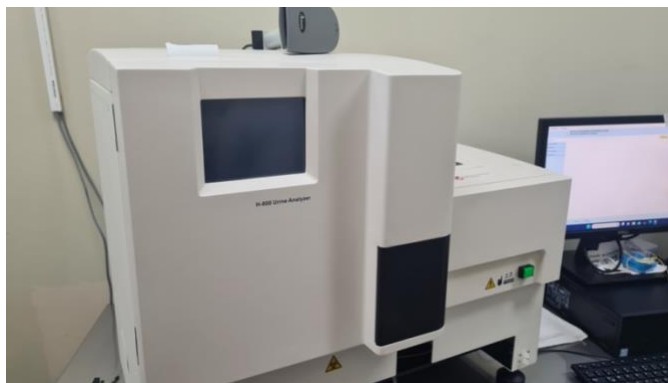


Figura 35 - Analizador de Orina, Dirui H-800, Mal Estado

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se realizó una capacitación en la UCIN del HLMV sobre la operación de las incubadoras cerradas NatalCare LX (Figura 36). Se brindó una presentación general sobre el equipo, sus funciones, procesos de limpieza e indicaciones sobre qué no hacer. Para comprobar que el personal absorbió la información presentada, se realizó una breve prueba al final de la capacitación, la cual el personal pasó satisfactoriamente.



Figura 36 - Capacitación de Personal de UCIN, HLMV

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se recibió un ventilador mecánico CRIUS V6 proveniente del almacén de la empresa en Tegucigalpa (Figura 37), el cual sería utilizado como donante para reparar otra unidad de un cliente en Santa Rosa de Copán. El equipo fue probado y pasaba todas sus pruebas en el check-up integrado, sin embargo, esto no debería ser posible debido a que el equipo no estaba conectado a un suministro de oxígeno. El equipo presentaba una fuga interna de oxígeno y hacía sonidos extraños, por lo cual se determinó que presenta daños graves y que, efectivamente, se utilizaría como donante de piezas.



Figura 37 - Pruebas de Rendimiento, Ventilador Mecánico CRIUS V6

Fuente: Elaboración propia (2023).

4.6 SEMANA #6: 22 AL 26 DE MAYO

4.6.1 OBJETIVOS

- Realizar deshuesado de Ventilador Mecánico CRIUS V6.
- Realizar entrega de equipos médicos al Hospital Regional del Norte.
- Realizar mantenimiento correctivo sobre Esterilizadora de Formaldehído en el Hospital del Valle.
- Realizar mantenimiento preventivo y/o correctivo sobre los equipos recibidos por el Departamento en el transcurso de la semana.

4.6.2 INTRODUCCIÓN

Durante esta semana fue necesario reponer el cilindro de oxígeno del taller, utilizado para las pruebas de rendimiento de los ventiladores mecánicos recibidos. Se inició el proceso de deshuesado del ventilador CRIUS V6 recibido desde Tegucigalpa para restaurar la funcionalidad de otro ventilador. Se realizó una entrega de equipos de quirófano al Hospital Regional del Norte, consistiendo en mesas quirúrgicas y electrocauterios. Se realizó la aseguranza de calidad de una lavadora ultrasónica Bandelin. Por último, se realizaron labores de mantenimiento correctivo sobre la esterilizadora de formaldehído del Hospital del Valle.

4.6.3 DESARROLLO

El suministro de oxígeno del taller, un cilindro de oxígeno tipo H, se agotó esta semana, por lo cual fue necesario adquirir un nuevo cilindro para continuar con las pruebas de rendimiento de los ventiladores mecánicos en el taller. Se trasladó el cilindro vacío hasta las instalaciones del proveedor, Oximaya (Figura 38), donde se intercambié el cilindro vacío por uno lleno.



Figura 38 - Instalaciones de Oximaya, proveedor de oxígeno medicinal de Dimex Médica SPS

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se inició el proceso de deshuesado del ventilador mecánico recibido de Tegucigalpa (Figura 39). El ventilador mecánico se encontraba en mal estado, careciendo algunas piezas, tornillos y tenía algunas conexiones erróneas.

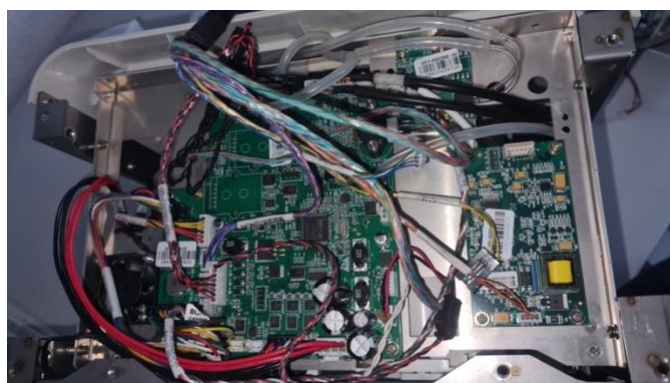


Figura 39 - Placas Internas de Ventilador CRIUS V6

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se realizó una entrega de equipos médicos para los quirófanos del Hospital Regional del Norte, de la red del IHSS. Se entregaron dos mesas quirúrgicas Mindray y dos electrocauterios Bovie. El transporte de estos equipos se realizó desde el almacén de Dimex hasta las instalaciones

del HRN (Figura 40). Las mesas quirúrgicas fueron trasladadas en un camión ligero mientras que los electrocauterios fueron trasladados en un busito de la empresa. Se contrataron los servicios de un operario de montacargas para manejar las mesas quirúrgicas y su entrega al hospital. Estos equipos fueron trasladados, revisados, puestos en marcha y oficialmente entregados a las autoridades del hospital.



Figura 40 - Carga de Equipos Médicos dirigidos al HRN

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se reportó una falla del esterilizador de formaldehído del Hospital del Valle (Figura 41). El técnico encargado de estos equipos le solicitó al personal de CEYE que le enviaran una grabación del equipo y pudo determinar a partir del video que una o ambas bombas del equipo habían fallado. Estas bombas son las responsables de trasladar el formaldehído líquido y el agua osmotizada a la recámara de esterilización. Efectivamente, al llegar a las instalaciones del hospital se retiró el panel lateral de la esterilizadora y ambas bombas se encontraban en mal estado causado por desgaste natural del equipo. Se reemplazaron ambas bombas y se realizaron las pruebas del rendimiento mecánicas integradas al equipo. Para verificar que el equipo funcionara adecuadamente, el técnico solicitó al personal de CEYE cargar el equipo con material por esterilizar y una prueba de hélice. El equipo completó el ciclo de esterilización de manera

satisfactoria y la prueba de hélice fue satisfactoria, por lo cual se le dio luz verde al personal para que sigan utilizando el equipo. Dicho eso, el equipo ya ha llegado al punto donde varios de sus componentes se han desgastado, por lo cual se le recomendó a la gerencia del hospital inhabilitar el equipo para que sea posible evaluarlo de manera exhaustiva, determinar cuáles repuestos son necesarios y la labor del intercambio de piezas.



Figura 41 - Esterilizador de Formaldehído, Hospital del Valle

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se realizó la aseguranza de calidad de una lavadora ultrasónica marca Bandelin, modelo DT 1028 (Figura 42). Se comprobó que el equipo contaba con todas sus piezas y que se encontraba en buen estado físico, asimismo fue encendido brevemente para verificar su funcionamiento.



Figura 42 - Lavadora Ultrasónica Bandelin DT 1028

Fuente: Elaboración propia (2023).

4.7 SEMANA #7: 29 DE MAYO AL 2 DE JUNIO

4.7.1 OBJETIVOS

- Realizar visita de servicio al Hospital Bendaña.
- Realizar visita de servicio al Hospital Mario Catarino Rivas.
- Realizar mantenimiento preventivo y/o correctivo sobre los equipos recibidos por el Departamento en el transcurso de la semana.

4.7.2 INTRODUCCIÓN

Durante esta semana se atendieron principalmente los ventiladores mecánicos CRIUS V6 tanto en el HNMCR como el Hospital Bendaña. Para el HNMCR, se realizó un inventariado sobre cuáles de sus unidades se encontraban disponibles y aquellas que se encuentran inhabilitadas. Para el Hospital Bendaña, se le realizó mantenimiento preventivo y calibración de sus ventiladores. Finalmente, se recibieron más bombas de infusión en mal estado.

4.7.3 DESARROLLO

Se recibió una solicitud de servicio de parte del Hospital Bendaña. Reportaron que tres ventiladores mecánicos CRIUS V6 se encontraban en mal estado (Figura 43). La ventana de

mantenimiento preventivo para los ventiladores se había sobrepasado, por lo cual el técnico encargado de estos equipos primeramente investigó el punto de falla más probable: los sellos de las válvulas inspiratoria y espiratoria. Efectivamente, los sellos de ambas válvulas se encontraban desgastados, sumándose también el desgaste a las celdas de oxígeno del equipo. Se reemplazaron los sellos de las válvulas y se calibraron los equipos, sin embargo, no fue posible cambiar las celdas de oxígeno ya que no había inventario de las celdas particulares que usan estos equipos, la celda tipo MOX-2. Los equipos se dejaron ciclando con un FiO2 del 21%, es decir, aire ambiente.

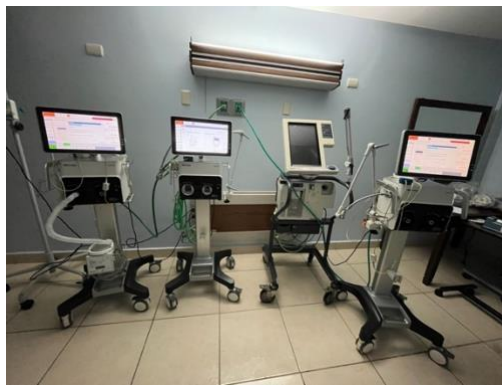


Figura 43 - Ventiladores Mecánicos CRIUS V6, UCI, Hospital Bendaña

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se continuaron las labores de deshuese del ventilador recibido de Tegucigalpa (Figura 44), donde prácticamente solo se dejó la carcasa, entrada de alimentación eléctrica y la entrada de oxígeno del equipo. El ventilador del equipo, la celda de oxígeno, la válvula solenoide, tarjetas principal y de comunicaciones, baterías y filtro de aire fueron extraídos para utilizarse como refacciones o piezas de prueba.

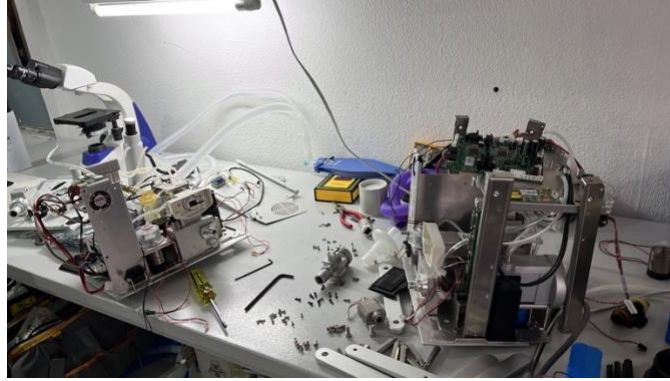


Figura 44 - Ventiladores CRIUS V6, Deshuesados

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se recibió una solicitud de la Unidad de Equipos Médicos del HNMCR para determinar cuáles ventiladores CRIUS V6 en UCI estaban en buen estado y cuáles estaban inhabilitados, por lo cual se llegó a las instalaciones del hospital para cerciorar que los equipos reportados en buen estado fueran, efectivamente, funcionales. La UCI posee 10 ventiladores mecánicos, nueve en sus instalaciones y uno en mal estado que se encuentra en el taller de Dimex. De los nueve ventiladores presentes, seis se encuentran funcionales y tres en mal estado. Se realizaron las pruebas de rendimiento integradas para cada ventilador y se observaron los valores obtenidos. Un ventilador (Figura 45) reportado como funcional presentó una anomalía al reportar un FiO₂ mucho menor al real, puesto que reportaba 21% cuando el equipo se encontraba en el modo de FiO₂ al 100%. El equipo fue puesto a prueba nuevamente varias veces y no volvió a presentar esa falla. Teniendo esto en cuenta, y que luego el equipo presentaba el FiO₂ correcto al ajustarse en sus parámetros, se consideró al equipo en buen estado.

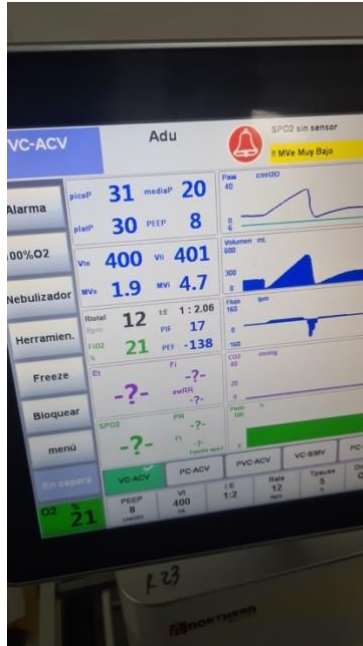


Figura 45 - Parámetros de Ventilación, Ventilador CRIUS V6, HNMCRC
 Fuente: Elaboración propia (2023).

Uno de los ventiladores mecánicos de la unidad había sido dejado en pruebas previamente (Figura 46) debido a que este se había desconectado varias veces antes de que pudiera ser verificado por el personal de la empresa o la propia Unidad de Equipos Médicos del hospital. El equipo se encontró ciclando y con un registro de fallas limpio, sin embargo, se realizó una última prueba de rendimiento y se encontró una discrepancia grave. El equipo reportaba una fuga de 1000 ml/min, un volumen inaceptable, sin embargo, no se encontraron fugas internas ni en el circuito de prueba. El equipo fue puesto a prueba nuevamente varias veces y no volvió a presentar este error, por lo cual se consideró en buen estado.

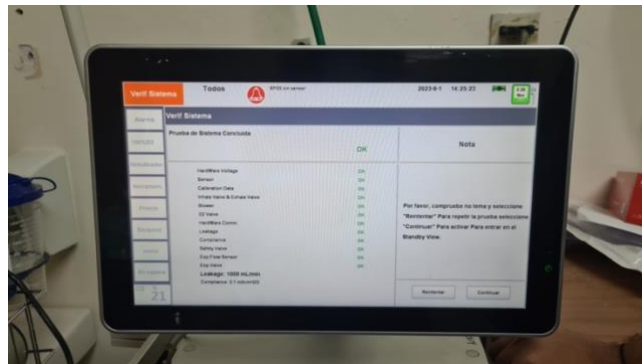


Figura 46 - Prueba de Rendimiento, Ventilador CRIUS V6, Falso Positivo, HNMCRC
 Fuente: Elaboración propia (2023).

Nuevamente se recibieron bombas de infusión en mal estado. Estas bombas presentaban problemas de precisión y sus botones no funcionaban. Para una de ellas fue posible cambiar el módulo de botones por uno que se obtuvo de una bomba descartada, para la otra se tuvo que reparar al tomar su módulo, desoldar el botón en mal estado y resoldar un botón nuevo. Luego de estos cambios, los teclados de ambas bombas se encontraban funcionales. Se procedió a calibrar ambas bombas con infusiones de 20 ml a 80 ml/h, es decir, infusiones de 15 minutos (Figura 47).



Figura 47 - Bombas de Infusión Icatu S, en calibración

Fuente: Elaboración propia (2023).

4.8 SEMANA #8: 5 AL 9 DE JUNIO

4.8.1 OBJETIVOS

- Realizar visita de servicio al Hospital Leonardo Martínez Valenzuela.
- Realizar taller sobre bombas de infusión en UNITEC.
- Realizar entrega de bombas de infusión al Hospital del Valle.
- Realizar inventario de descartes de la empresa.
- Realizar mantenimiento preventivo y/o correctivo sobre los equipos recibidos por el Departamento en el transcurso de la semana.

4.8.2 INTRODUCCIÓN

La mayoría de las actividades realizadas durante esta semana se enfocaron en la limpieza, descarte, separación y clasificación del material de la empresa, puesto a que la fecha en la cual se realiza el descarte de bienes de la empresa se avecinaba. Se realizó un taller sobre bombas de

infusión en UNITEC, abarcando los distintos tipos de bombas de infusión que existen, su funcionamiento, componentes, fallas comunes, entre otros aspectos. Se entregaron algunas bombas de infusión reparadas al Hospital del Valle e inmediatamente se recibieron más bombas en mal estado de esta institución y se realizaron dos visitas de servicio al Hospital Leonardo Martínez sobre el funcionamiento de las incubadoras NatalCare LX.

4.8.3 DESARROLLO

El Hospital Leonardo Martínez Valenzuela reportó que dos de sus incubadoras NatalCare LX (Figura 48) reportaban alarmas graves (no mudables) que entorpecían las labores de la sala UCIN. Ambas de estas incubadoras fueron apartadas para que fueran verificadas. En ambas incubadoras se encontraron errores de usuario en lo que concierne al ensamblaje correcto de estas. Para una de ellas, los empaques entre la compuerta lateral y el difusor de aire se encontraban al revés, dejando un espacio considerable entre la puerta de acceso y el empaque, causando una fuga del flujo de aire laminar. Para la otra, la manga de acceso rápido se encontraba amarrada a sí misma en vez de haber sido colocada de tal forma que sea posible abrir o cerrarla al rotar un eje simple. Se ensamblaron correctamente ambas incubadoras y se dejaron funcionando por una hora, donde no reportaron falla alguna. Por ende, se reportó que el incidente fue causado por error de usuario.



Figura 48 - Incubadora NatalCare LX, en funcionamiento

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se impartió un taller en UNITEC acerca de bombas de infusión, sus tipos, funcionamiento, errores comunes y sus componentes (Figura 49). Dimex Médica asignó al técnico José Caballero, encargado de bombas de infusión, para impartir este taller. La actividad se realizó sin problemas, pero resulta preocupante la poca familiaridad con estos equipos que tenían varios alumnos debido a que las bombas de infusión son equipos sumamente comunes y el propio taller de la carrera cuenta con dos bombas de infusión.



Figura 49 - Material de Dimex utilizado para taller para la actividad Biomed Homecoming 2023

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se realizó la entrega de tres bombas de infusión Icatu S calibradas al Hospital del Valle para su ala de hospitalización (Figura 50), sin embargo, reportaron ocho bombas más en mal estado. Estas bombas no pudieron ser probadas durante el transcurso de la semana debido a las actividades de limpieza que se estaban realizando en el taller.



Figura 50 - Entrega de Bombas de Infusión al Hospital del Valle

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se habían recibido previamente dos bombas de infusión más provenientes del Hospital del Caribe (Figura 51). Ambas presentaban problemas con sus teclados, por lo cual sus módulos fueron reparados al reemplazar los botones en mal estado.



Figura 51 - Reparación de Módulo de Teclado, Bombas de Infusión Icatu S

Fuente: Elaboración propia (2023).

La segunda visita de servicio realizada al HLMV también corresponde al servicio de las incubadoras NatalCare LX. Nuevamente se reportó una alarma de flujo no mudable en una de las incubadoras. Inspeccionando las posibles causas, rápidamente se percató que una manta estaba bloqueando la salida de aire a la recámara de la incubadora (Figura 52), lo cual causaba la alarma. Al retirarse esta manta, el equipo volvió a funcionar de manera nominal.



Figura 52 - Manta sobre salida de aire, Incubadora Cerrada NatalCare LX, HLMV

Fuente: Elaboración propia (2023).

Durante el transcurso de la semana, el personal de la empresa se dedicó a la limpieza, inventariado, vaciado, descarte, separación y clasificación de los bienes de la empresa debido a que la fecha de inventariado se acercaba. Los equipos médicos y herramientas en la oficina del Departamento de Biomédica fueron trasladadas al Taller de Biomédica (Figura 53) y diversos repuestos fueron colocados en casilleros, clasificados según marca y función. Se descartó una gran cantidad de bienes en mal estado, material didáctico para equipos que la empresa ya no distribuye, insumos vencidos, entre otras cosas.



Figura 53 - Taller de Biomédica, Dimex Médica

Fuente: Elaboración propia (2023).

4.9 SEMANA #9: 12 AL 16 DE JUNIO

4.9.1 OBJETIVOS

- Realizar visita de servicio al Hospital del Valle.
- Realizar Conversatorio sobre la Práctica Profesional en UNITEC.
- Realizar mantenimiento preventivo y/o correctivo sobre los equipos recibidos por el Departamento en el transcurso de la semana.

4.9.2 INTRODUCCIÓN

Las actividades correspondientes a esta semana se realizaron en el Hospital del Valle, principalmente sobre el mantenimiento preventivo y correctivo de su autoclave en CEYE. También se realizó el mantenimiento de algunas de las bombas de infusión recibidas la semana anterior. Se realizó también el Conversatorio de los practicantes en UNITEC para los alumnos próximos a entrar a dicha clase en un par de trimestres.

4.9.3 DESARROLLO

Se iniciaron las actividades de mantenimiento correctivo sobre las bombas de infusión recibidas en la unidad de Hospitalización del Hospital del Valle. Se tomaron los reportes de falla (Figura 54) de cada bomba para determinar el posible origen de las fallas reportadas. Algunas de las fallas eran evidentes, como fue el caso de una bomba cuya puerta se encontraba en mal estado. En otros casos, algunas bombas marcaban errores de goteo que no pudieron ser replicados en el taller, lo cual posiblemente apunta a error del usuario en la correcta colocación del sensor de goteo.

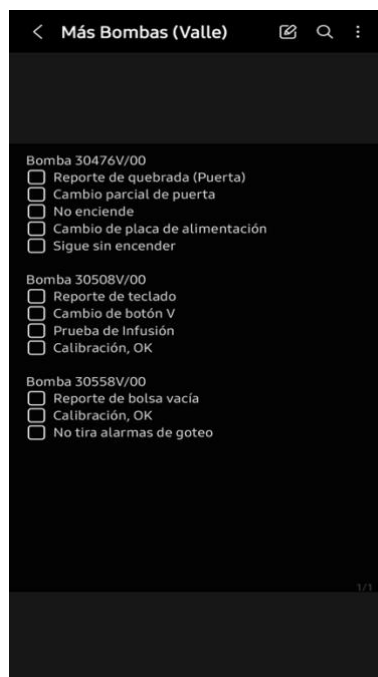


Figura 54 - Registro de Fallas y Acciones Correctivas sobre Bombas de Infusión Icatu S

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se continuaron las acciones de mantenimiento sobre el resto de las bombas (Figura 55). Al final del día, se atendieron ocho bombas de infusión con distintos reportes. El reporte más común fue de teclado en mal estado, con cuatro bombas presentando problemas con sus teclados. Fue necesario limpiar las placas, desoldar los botones en mal estado y resoldar nuevos botones para rehabilitar estas bombas. Tres bombas con reportes de "Bolsa Vacía" o "Flujo Libre" fueron atendidas, de las cuales se notó que una carecía de un fijador de venoclisis para el sensor

de presión, ocasionando el error reportado. Todas las bombas recibidas fueron calibradas y verificadas al final del día.



Figura 55 - Bombas de Infusión Icatu S, Hospital del Valle

Fuente: Elaboración propia (2023).

Al día siguiente, se realizó una visita a la CEYE del Hospital del Valle. Debido a la antigüedad del equipo, era necesario realizar un mantenimiento preventivo-correctivo exhaustivo para la autoclave del hospital. Unas semanas antes, el equipo empezó a presentar fallas relacionadas a la detección del nivel de agua en el reservorio del equipo. Este nivel se detecta con un juego de tres flotes (Figura 56) que al activarse le indican al equipo el nivel de agua a la computadora del equipo. Al retirarse era evidente el desgaste del equipo, mostrando un recubrimiento de cal considerable y corrosión leve de la placa de aluminio a la cual va montado el sensor. Se realizó el cambio del sensor y se finalizaron las actividades correctivas del día.

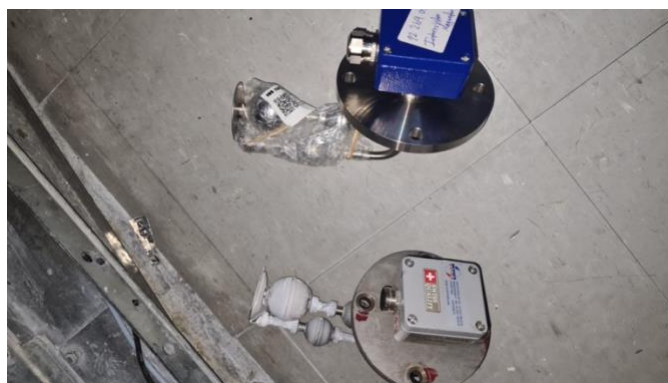


Figura 56 - Sensores de Nivel de Agua (Flotes), Autoclave Matachana S1000

Fuente: Elaboración propia (2023).

Al día siguiente, se continuaron las actividades de mantenimiento sobre el autoclave del Hospital del Valle. Esta vez se retiraron los pistones neumáticos de las puertas de los equipos. Estos pistones se componen de cinco partes: el brazo o guía del pistón (Figura 57), la placa de sujeción del seguro de la puerta, el cabezal del pistón, la placa de contacto del pistón y el resorte de emergencia que libera la presión del pistón en caso de que se atasque un objeto o se amordace la mano de un operario. El pistón lleva un empaque y dos sellos de baquelita que deben de ser cambiados y lubricados, mientras que la placa de contacto trae consigo el émbolo que funciona como válvula de liberación de emergencia que también necesitaba un recambio de dos empaques. El brazo del pistón se lubrica en su parte superior, donde se coloca el pistón para que este pueda deslizarse sin problemas. Las placas de contacto y sujeción de la puerta acumulan sarro, cal, corrosión y otras suciedades debido a su uso, por lo cual se limpian con un baño breve de limpiador de aluminio. Al finalizar todas estas actividades, se volvió al hospital y se reinstalaron ambos pistones del autoclave.



Figura 57 - Pistón de Autoclave Matachana S1000, Hospital del Valle, CEYE

Fuente: Elaboración propia (2023).

Finalmente, se finalizó con la actividad del conversatorio trimestral de los practicantes para los alumnos próximos a realizar su propia práctica profesional (Figura 58). Sin embargo, en esta ocasión la charla se les impartió a alumnos que todavía no han iniciado sus Proyectos de Investigación, por lo cual se hizo un énfasis especial sobre esta edición debido a que los estudiantes no tendrán este acompañamiento el siguiente trimestre.



Figura 58 - Conversatorio Trimestral de Práctica Profesional, UNITEC

Fuente: Valle (2023).

4.10 SEMANA #10: 19 AL 23 DE JUNIO

4.10.1 OBJETIVOS

- Realizar visita de servicio al Hospital Leonardo Martínez Valenzuela.
- Realizar entrega de equipo médico al IHSS, Choloma.
- Realizar visita de servicio a clínica AHMYFAMILIA.
- Realizar entrega de bombas de infusión al Hospital del Valle.
- Realizar mantenimiento preventivo y/o correctivo sobre los equipos recibidos por el Departamento en el transcurso de la semana.

4.10.2 INTRODUCCIÓN

Se inició con una visita de servicio al HLMV en lo que respecta a las incubadoras cerradas NatalCare LX, donde se les hizo mantenimiento preventivo y se le entregaron al hospital insumos y repuestos básicos. Luego, se realizó una visita de servicio a la clínica AHMYFAMILIA, particularmente a su consultorio de odontología, donde la silla odontológica presentaba una fuga de agua considerable. Se realizó una entrega de equipos al IHSS en su clínica regional en Choloma, los cuales fueron un ultrasonido ginecológico Mindray DC-40 y un ECG Edan SE-12 Express. Finalmente, se entregaron las bombas de infusión recibidas del Hospital del Valle.

4.10.3 DESARROLLO

Se inició la semana con una visita de servicio programado al Hospital Leonardo Martínez, nuevamente a la UCIN sobre sus incubadoras cerradas NatalCare LX. Se realizó un mantenimiento preventivo "por necesidad", es decir, únicamente se reemplazaron los componentes en mal estado sin intercambiar los demás. Principalmente, se intercambiaron los pasadores de las venoclisis y sensores del equipo debido a que estos pierden su forma (Figura 59). Una vez finalizadas las acciones de mantenimiento preventivo, se le entregaron algunos repuestos al Departamento de Mantenimiento de la institución para que mantengan un inventario local en caso de necesitarse.



Figura 59 - Funda de Acceso Rápido Mal Instalada, NatalCare LX, HLMV, UCIN

Fuente: Elaboración propia (2023).

Al día siguiente se atendió un ventilador mecánico CRIUS V6 de un cliente de Santa Rosa de Copán (Figura 60). Utilizando otro ventilador como donante, fue posible reemplazar la válvula de oxígeno del ventilador por una funcional. El equipo seguía sin funcionar correctamente luego del recambio, lo cual al investigarse se notó como un error de cableado del equipo. Una vez fue corregido este error, el equipo seguía sin funcionar por alguna razón indeterminada. El técnico sugirió desconectar el equipo, desconectar la placa y luego reconectar todo. Esta solución funcionó y el equipo volvió a su funcionalidad óptima.



Figura 60 - Ventilador Mecánico CRIUS V6, Prueba de Rendimiento

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se recibió un llamado de la clínica AHMYFAMILIA sobre su silla odontológica (Figura 61), la cual había empezado a fugar durante la noche e inundó el piso de la clínica. Primeramente se verificó el origen de la fuga, es decir, si fugaba agua tratada o agua potable. Se determinó que fugaba agua tratada, con lo cual se inició el proceso de búsqueda del punto de fuga. Se determinó que la fuga se encontraba entre la caja reguladora de presión y la caja de alimentación de agua al equipo, por lo cual se decidió por retirar la manguera entre ambos puntos. Efectivamente, la manguera del equipo presentaba un doblez severo que terminó por causar la ruptura de la

manguera. Se tomó la manguera como muestra y se adquirió una nueva de grado médico. Se instaló esta manguera y el equipo volvió a su funcionalidad nominal.



Figura 61 - Placa de Información, Silla Odontológica ZIANN

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se realizó la entrega de las bombas de infusión recibidas previamente al Hospital del Valle, donde nuevamente la unidad presentó otra bomba en mal estado para que sea trasladada al taller de Dimex. En colaboración con Guillermo Acosta, practicante de UNITEC en el Hospital del Valle, se encontró una bomba de infusión que no forma parte del inventario de Dimex (Figura 62), lo cual se confirma al notarse que esta bomba no tiene un código de inventario asociado, por lo cual la procedencia de esta bomba es desconocida. Por las buenas relaciones con el Hospital, y también al saber que esta bomba forma parte de su inventario interno, se decidió por dejarse en la unidad, pero se tomaron sus datos para investigar cómo llegó a esta institución.



Figura 62 - Sticker de Información, Bomba de Infusión Icatu S, HDV

Fuente: Acosta (2023).

Finalmente, se realizó la entrega de equipos al IHSS en su clínica regional en Choloma, Cortés. Estos equipos consistieron en un ultrasonido ginecológico Mindray DC-40 (Figura 63) y un ECG Edan SE-12 Express. La entrega se realizó por la mañana y llegaron las autoridades competentes del IHSS desde San Pedro Sula para realizar la recepción del equipo. Se capacitó brevemente al personal de ginecología sobre las funciones particulares del ultrasonido, pero no fue necesario capacitarlos en el uso del ECG.



Figura 63 - Ultrasonido Mindray DC-40

Fuente: Elaboración propia (2023).

4.11 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación se muestra el cronograma de las actividades realizadas durante el transcurso de la práctica profesional desarrollada en un periodo de tiempo de diez semanas. (Figura 64).

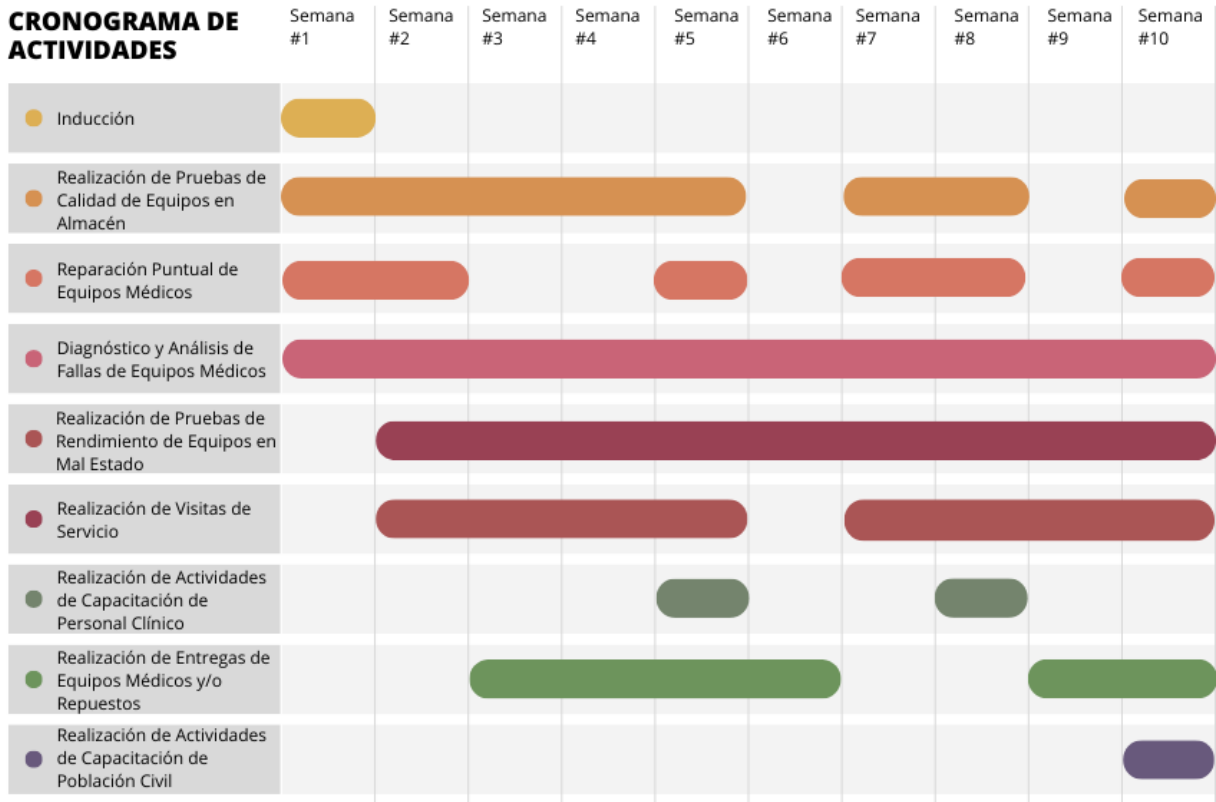


Figura 64 - Cronograma de Actividades

Fuente: Elaboración propia (2023).

V. CONCLUSIONES

1. Se llevaron a cabo distintos procesos de mantenimiento sobre los equipos recibidos, como calibración, pruebas de seguridad eléctrica, pruebas de rendimiento, entre otros procesos.
2. Se utilizaron diversas herramientas simples como llaves, destornilladores y herramientas rotativas para los procesos de mantenimiento. Se utilizaron herramientas especiales como calibradores de sensores de oxígeno para las incubadoras cerradas NatalCare LX. Se utilizaron simuladores de pacientes o parámetros para el diagnóstico de fallas y/o pruebas de rendimiento de equipos médicos.
3. Las modos de falla más frecuentes fueron el error de usuario y la vejez de los equipos médicos examinados. En diversas ocasiones, se notó que los daños que presentaba un equipo tuvieron que ser ocasionados debido al uso indebido del equipo. En otros casos, algunos equipos se estaban utilizando muy por encima de su vida útil estimada, lo cual aumentaba la incidencia de fallas por desgaste natural y en algunos casos obligaba al personal a utilizar el equipo de forma "ajustada", como fue el caso de la centrifuga refrigerada de la Región Departamental de Salud de Cortés.

VI. RECOMENDACIONES

Según las conclusiones alcanzadas, se realizan las siguientes recomendaciones tanto a la empresa como a la universidad.

RECOMENDACIONES A UNITEC

1. Implementar una clase o taller aparte de electrónica de enfoque práctico en ejecución cuyo objetivo sea la enseñanza de soldadura electrónica para equipos médicos. Considerar reestructurar la clase de Tecnologías de Laboratorio Clínico para abarcar esta temática.
2. Realizar visitas y/o brigadas de servicio técnico con mayor frecuencia a instituciones públicas para que los estudiantes balanceen su conocimiento teórico con práctica en el mundo real.

RECOMENDACIONES A DIMEX MÉDICA

1. Aumentar el tamaño del taller de biomédica para que se puedan manejar más equipos y mantener un mejor orden de este.
2. Mantener un inventario digitalizado de refacciones aparte e independiente del inventario general de almacén.
3. Implementar un sistema de digitalización directa de órdenes de trabajo para mantener un mejor control sobre las mismas.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta, G. (2023). Fotografía de Bomba de Infusión Samtronic Icatu S 2ED, Hospital del Valle.

American Thoracic Society. (2005). Ventilación mecánica. <https://www.thoracic.org/patients/patient-resources/resources/spanish/mechanical-ventilation.pdf>

De Lemos, Z. (2004). FMEA software program for managing preventive maintenance of medical equipment. IEEE 30th Annual Northeast Bioengineering Conference, 2004. Proceedings of the, Springfield, MA, USA, 2004, pp. 247-248, DOI: 10.1109/NEBC.2004.1300087.

Dimex Médica. (s. f.). Sobre Nosotros. Recuperado 17 de abril de 2023, de <https://dimexmedica.com/sobre-nosotros/>

Food & Drug Administration. (2010). Infusion Pump Improvement Initiative. En FDA. Recuperado 26 de abril de 2023, de <https://www.fda.gov/media/116949/download>

Kaur, M. (2005). How to Procure and Commission Your Healthcare Technology.

Northern Meditec. (s. f.). Crius V6. <https://en.northernmeditec.com/prodet/10.html>

Mindray Global (s. f.). SV300. <https://www.mindray.com/en/products/ventilators/sv300>

Samtronic. (s.f.). Bomba de Infusión de Jeringa ST7000. <https://www.samtronic.com.ar/productos/bombas-de-infusion-a-jeringa/>


Samtronic. (s/f-b). Bomba de Infusión Volumétrica Icatu S. <https://www.samtronic.com.ar/productos/bombas-de-infusion-volumetricas-samtronic>

Valle, R. (2023). Fotografía de Conversatorio de Practicantes, UNITEC, Q2.

Wienker, M., Henderson, K., & Volkerts, J. (2016). The Computerized Maintenance Management System an Essential Tool for World Class Maintenance. Procedia Engineering, 138, 413-420. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.02.100>

ANEXOS

ANEXO I – FORMATO DE HOJA DE SERVICIO DE DIMEX MÉDICA


	No. de Orden: _____	PRIORIDAD
	Fecha: <u>14 de Junio 2023</u>	
	Centro de Servicio: <u>Dimex Almacen</u>	Tiempo
	Ubicación: _____	Hora inicio: _____ Hora final: _____

SOLICITUD DE TRABAJO

DESCRIPCIÓN:
Revisión de equipo ingresado.

EN CASO DE APARATOS ESPECIFICAR:

Tipo de Aparato	Marca	Modelo	Serie No.
<u>camilla</u>	<u>Linot</u>	<u>PraK+1Ka2</u>	<u>20270278308</u>

Departamento Técnico <u>Misael Morales</u> Nombre y Firma	Peticionario  Nombre y Firma
-----------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

TRABAJO MODIFICADO

OBSERVACIONES:
Se realiza revisión de camilla, equipo se encuentra en correcto funcionamiento, cuenta con su colchón.

CONDICIÓN	CAUSAS	ACCIÓN

TEG: 2280-4444 | 2280-4445 SPS: 2553-5000 | 2553-5002
 Barrio San Felipe, Calle Bustamante y Rivero, No. 3002, atrás de iglesia Medalla Milagrosa, Tegucigalpa, Honduras C.A.
 Oficina Regional: Zona de la Cervecería, 3era avenida 16 calle NO, local de la esquina. Esquina opuesta a Por Salud.

"Calidad y Profesionalismo al cuidado de la Salud"
 www.dimexmedica.com

Figura 65 - Formato de Hoja de Servicio de Dimex Médica

Fuente: Elaboración propia (2023).