



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PRÁCTICA PROFESIONAL**

**HOSPITAL NACIONAL DR. MARIO CATARINO RIVAS**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO**

**INGENIERO EN BIOMÉDICA**

**PRESENTADO POR:**

**21741367 YOSHIAKI ANTONIO SUGUIYAMA YANES**

**ASESOR: ALEJANDRO ZAVALA**

**CAMPUS SAN PEDRO SULA; MARZO 2023**

## **DEDICATORIA**

Dedico este logro a Dios por permitirme concluir con esta etapa de mi educación superior de forma exitosa, culminando una carrera la universitaria de mis sueños. A mis padres, Clara Yanes y Yoshiaki Suguiyama por su apoyo incondicional y sacrificios que hicieron esto posible. A mi familia por los ánimos a siempre perseguir mis metas. A mis amigos cercanos a quienes tuve el placer de conocer a lo largo de esta carrera, por hacer que esta etapa universitaria fuera tan bendecida y memorable.

Yoshiaki Suguiyama

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente, me gustaría agradecer a Dios por darme la fuerza y la sabiduría de culminar con mis estudios y esta etapa de práctica profesional. Me gustaría agradecer a mis padres por todo el esfuerzo que han empeñado a permitir que yo alcance este logro de vida. De igual forma, me gustaría agradecer a mis hermanos, quienes me han impulsado a mejorar como persona y a convertirme en un profesional para poder convertirme en un ejemplo positivo para sus vidas.

A mis mejores amigos cercanos, les agradezco por su amistad y apoyo, y por estar siempre ahí para mí cuando lo he necesitado. Me gustaría agradecerles en especial a mis amigos a quienes conocí en esta carrera de ingeniería biomédica por nunca dejar de creer que yo puedo lograr mis metas y convertirme en un apoyo a futuro para la salud de Honduras.

Quisiera también agradecer a mis docentes, por impulsarme a mejorar y por poner obstáculos en mi camino con el objetivo de pulir mi carácter y provocar cambios positivos en todo aspecto de mi vida. A la jefa de la carrera de ingeniería en biomédica agradezco por su ayuda en cada etapa de este proceso y por su indiscutible liderazgo en el manejo de los estudiantes de ingeniería biomédica.

Le agradezco a mi pareja, por levantarme en cada día que me he sentido caído, y por animarme a convertirme en un profesional ejemplar. Por último, me gustaría darles las gracias a mis jefes en mi periodo de práctica profesional en el Hospital Dr. Mario Catarino Rivas, por su tiempo, su paciencia, y todas sus enseñanzas de la ingeniería biomédica en un contexto real, y sus consejos con respecto a la vida laboral de un profesional. Carezco de palabras para agradecerles todo lo que hacen por la salud de este país, y por el cuidado y la paciencia con la cual manejan las adversidades que sus puestos manifiestan sobre ellos.

Con mucho amor,

Yoshiaki Suguiyama

## **RESUMEN EJECUTIVO**

A lo largo del periodo académico Q1 del año 2024, con una duración de 10 semanas, se llevó a cabo la Práctica Profesional con el cargo de ingeniero biomédico formando parte del departamento de mantenimiento en el Hospital Nacional Dr. Mario Catarino Rivas. Durante el desarrollo de la presente práctica, se realizaron actividades pertinentes a las diferentes facetas de la gestión de tecnologías de la salud, incluyendo la implementación de un protocolo novedoso de mantenimiento preventivo, atenciones de mantenimientos correctivos según solicitudes asignadas a la unidad, la documentación de los trabajos realizados por la unidad, y la digitalización de esta documentación en la base de datos de la unidad. Se abarcaron de igual forma, actividades externas al programa rutinario de gestión de equipos médicos como capacitaciones espontaneas solicitadas por los jefes de área de las salas, el diseño de piezas con impresión 3D, supervisión de trabajo realizado por terceros y la realización de especificaciones técnicas de repuestos o insumos necesarios. La experiencia bajo el cargo de ingeniero biomédico en la institución demostró la importancia de todos estos procesos para garantizar la calidad en los servicios de salud brindados por el hospital.

**Palabras claves: Hospital, Capacitaciones, Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento Preventivo, Gestión.**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria .....	II
Agradecimientos .....	III
Índice de Tablas .....	XII
Índice de Ecuaciones.....	XIII
Lista de Siglas .....	XIV
Glosario.....	XV
I. Introducción.....	1
II. Generalidades de la Empresa .....	2
2.1 Descripción de la Empresa.....	2
2.1.1 Misión .....	4
2.1.2 Visión .....	4
2.1.3 Valores.....	4
2.2 Descripción del Departamento .....	5
2.3 Objetivos del Puesto .....	7
2.3.1 Objetivo General.....	7
2.3.2 Objetivos Específicos .....	7
III. Marco Teórico.....	8
3.1 Análisis del Sector de Salud en la Zona.....	8
3.1.1 Hospital Leonardo Martínez Valenzuela.....	8
3.1.2 La Salud en la Zona En el Presente.....	9
3.2 Conceptos Teóricos de Ingeniería Biomédica .....	10
3.2.1 Ingeniería Clínica .....	10

3.2.2	Gestión de Tecnologías de la Salud .....	11
3.2.3	Gestión de Inventario .....	14
3.2.4	Mantenimiento.....	17
3.2.5	Capacitaciones.....	20
3.3	Áreas de un Hospital y Respectivo Equipo Intervenido.....	23
3.3.1	Salas de Emergencias .....	23
3.3.2	Unidad de Cuidados Intensivos .....	27
3.3.3	Sala de Operaciones.....	31
IV.	Desarrollo .....	36
4.1	Semana 1 (15 – 19 de Enero).....	36
4.1.1	Objetivos.....	36
4.1.2	Introducción .....	36
4.1.3	Descripción del Trabajo Desarrollado .....	36
4.1.4	Anexos Semanales .....	42
4.2	Semana 2 (22-26 de Enero 2024).....	44
4.2.1	Objetivos.....	44
4.2.2	Introducción .....	44
4.2.3	Descripción del Trabajo Realizado.....	44
4.2.4	Anexos Semanales .....	50
4.3	Semana 3 (29 de Enero – 2 de Febrero de 2024).....	51
4.3.1	Objetivos.....	51
4.3.2	Introducción .....	52
4.3.3	Descripción del Trabajo Desarrollado .....	52

4.3.4 Anexos Semanales .....	55
4.4 Semana 4 (5 – 9 de Febrero de 2024) .....	56
4.4.1 Objetivos.....	56
4.4.2 Introducción .....	57
4.4.3 Descripción del Trabajo Desarrollado .....	57
4.4.4 Anexos Semanales .....	61
4.5 Semana 5 (12 – 16 de Febrero de 2024).....	63
4.5.1 Objetivos.....	63
4.5.2 Introducción .....	63
4.5.3 Descripción del Trabajo Desarrollado .....	63
4.5.4 Anexos Semanales .....	71
4.6 Semana 6 (19 – 23 de Febrero de 2024).....	73
4.6.1 Objetivos.....	73
4.6.2 Introducción .....	73
4.6.3 Descripción del Trabajo Desarrollado .....	74
4.6.4 Anexos Semanales.....	77
4.7 Semana 7 (26 de Febrero – 1 de Marzo de 2024).....	80
4.7.1 Objetivos.....	80
4.7.2 Introducción .....	80
4.7.3 Descripción del Trabajo Desarrollado .....	80
4.7.4 Anexos Semanales .....	87
4.8 Semana 8 (4 de Marzo – 8 de Marzo 2024) .....	90
4.8.1 Objetivos.....	90

4.8.2	Introducción .....	90
4.8.3	Descripción del Trabajo Desarrollado .....	90
4.8.4	Anexos Semanales .....	96
4.9	Semana 9 (11 de Marzo – 15 de Marzo 2024) .....	98
4.9.1	Objetivos.....	98
4.9.2	Introducción .....	98
4.9.3	Descripción del Trabajo Desarrollado .....	98
4.9.4	Anexos Semanales .....	114
4.10	Semana 10 (18 de Marzo – 22 de Marzo 2024) .....	116
4.10.1	Objetivos .....	116
4.10.2	Introducción.....	116
4.10.3	Descripción del Trabajo Desarrollado.....	117
4.10.4	Anexos Semanales.....	127
4.11	Cronograma de Actividades .....	130
4.12	Tablero de Indicadores .....	130
V.	Conclusiones.....	132
	Conclusión General: .....	132
	Conclusiones Específicas:.....	132
VI.	Recomendaciones .....	133
	Referencias .....	135
	Anexos.....	138

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1: Logo del Hospital</b> .....	4
<b>Ilustración 2: Organigrama de la Jerarquía del Departamento</b> .....	6
<b>Ilustración 3: Logo Actual de Hospital Leonardo Martínez</b> .....	9
<b>Ilustración 4: Estructura del Hospital Dr. Mario Catarino Rivas</b> .....	10
<b>Ilustración 5: Ciclo de Gestión de Tecnologías Sanitarias</b> .....	13
<b>Ilustración 6: Ciclo de capacitación</b> .....	22
<b>Ilustración 7: Desfibrilador Mindray BeneHeart D3</b> .....	24
<b>Ilustración 8: Kit de Laringoscopios Welch Allyn</b> .....	25
<b>Ilustración 9: ECG COMEN CM1200</b> .....	26
<b>Ilustración 10: Ventilador Mecánico MEKICS EVO 5</b> .....	28
<b>Ilustración 11: Bomba de infusión Medcaptain MP-60</b> .....	30
<b>Ilustración 12: Incubadora Dräger Babytherm 8004</b> .....	31
<b>Ilustración 13: Unidad Electro Quirúrgica Citadel 180 Avante</b> .....	33
<b>Ilustración 14: Monitor de Signos Vitales General Electrics B40</b> .....	34
<b>Ilustración 15: Máquina de Anestesia Dräger Fabius GS Premium</b> .....	35
<b>Ilustración 16: Mango de Laringoscopio</b> .....	42
<b>Ilustración 17: Sensor SpO2 en Almacen</b> .....	42
<b>Ilustración 18: Ventilador Mecanico MEKICS EVO 5</b> .....	43
<b>Ilustración 19: Autoclave Matachana Serie 1000 en Primera Visita a CEYE</b> .....	43
<b>Ilustración 20: Placa de Medición Ventilador MEKICS EVO 5</b> .....	44
<b>Ilustración 21: Autoclave Steris en visita a CEYE</b> .....	50
<b>Ilustración 22: Modulo de Paramteros en Monitor de Signos Vitales GE B125</b> .....	50

<b>Ilustración 23: Equipos Medicos Entregados Por Neonatos A.....</b>	<b>51</b>
<b>Ilustración 24: Interior de Bomba de Infusion Enmind con Falla de Sensor de Burbuja .....</b>	<b>51</b>
<b>Ilustración 25: ECG Spacelabs Posterior a Ensamblaje.....</b>	<b>55</b>
<b>Ilustración 26: Jornada de Mantenimiento Preventivo en Torre de Hospitalización.....</b>	<b>55</b>
<b>Ilustración 27: Desfibrilador Mindray BeneHeart D3 .....</b>	<b>56</b>
<b>Ilustración 28: Lentes de Cistoscopia Sucios .....</b>	<b>56</b>
<b>Ilustración 29: Pruebas de Funcionamiento Ultrasonido .....</b>	<b>61</b>
<b>Ilustración 30: Capacitación de Ventiladores Mecánicos en EMI .....</b>	<b>61</b>
<b>Ilustración 31: Interior de Ventilador Mecánico en Oncología Pediátrica.....</b>	<b>62</b>
<b>Ilustración 32: Prueba de Lentes de Cistoscopia .....</b>	<b>62</b>
<b>Ilustración 33: Autoclave Matachana Serie 1000 Primera Visita (Revision) .....</b>	<b>71</b>
<b>Ilustración 34: Centrífuga de Laboratorio.....</b>	<b>71</b>
<b>Ilustración 35: Resistencias de Autoclave Matachana Serie 1000 Durante Mantenimiento Correctivo .....</b>	<b>72</b>
<b>Ilustración 36: UPS de Patología.....</b>	<b>73</b>
<b>Ilustración 37: Mantenimiento Correctivo MSV Nihon Kohden .....</b>	<b>77</b>
<b>Ilustración 38: Retiro de la Soldadura de Puerto SpO2 en MSV VTrust .....</b>	<b>78</b>
<b>Ilustración 39: Entrega de Equipos en EMI .....</b>	<b>78</b>
<b>Ilustración 40: Revision Maquina de Anestesia Datex Ohmeda.....</b>	<b>79</b>
<b>Ilustración 41: Mantenimiento Correctivo de Imlab a Aspirador Ultrasonico .....</b>	<b>79</b>
<b>Ilustración 42: Mantenimiento Preventivo de Drager Babytherm 8004.....</b>	<b>87</b>
<b>Ilustración 43: Desfibrilador HP Codemaster .....</b>	<b>88</b>
<b>Ilustración 44: Rayos X Portátil de Neonatos A .....</b>	<b>88</b>

<b>Ilustración 45: Mantenimiento Preventivo de VM MEKICS EVO 5.....</b>	<b>89</b>
<b>Ilustración 46: Mantenimiento Correctivo de Torre de Laparoscopia CONMED.....</b>	<b>89</b>
<b>Ilustración 47: Entrega de VM MEKICS EVO 5 en UCIP.....</b>	<b>96</b>
<b>Ilustración 48: Visita a Labor y Parto por Calibracion de Balanza .....</b>	<b>96</b>
<b>Ilustración 49: Mantenimiento Correctivo de Rayos X Estacionario.....</b>	<b>97</b>
<b>Ilustración 50: Ventilador Mecanico Drager Savina 300.....</b>	<b>97</b>
<b>Ilustración 51: Ventilador Mecánico General Electrics Careescape R860 en Funcionamiento .....</b>	<b>114</b>
<b>Ilustración 52: Panel de Electroválvulas de Autoclave Matachana S1000 en CEYE.....</b>	<b>114</b>
<b>Ilustración 53: Menú de Calibración por Ganancias en Ventilador MEKICS MV2000 .....</b>	<b>115</b>
<b>Ilustración 54: Incubadora Abierta Drager Babytherm 8004 en Neonatos A .....</b>	<b>115</b>
<b>Ilustración 55: Carrito de Transporte de Taller de Biomédica Ensamblado .....</b>	<b>116</b>
<b>Ilustración 56: Monitor de Signos Vitales Biocare PM-900 Posterior a Reparación.....</b>	<b>127</b>
<b>Ilustración 57: Bomba de Infusión Medcaptain MP-60 con Empaque de Puerto de Alimentación en Mal Estado .....</b>	<b>127</b>
<b>Ilustración 58: Interior de Bomba de Infusión Enmind EN-V7 SMART de Neonatos A .....</b>	<b>128</b>
<b>Ilustración 59: Aspiradores de Secreciones de Medicina de Hombres .....</b>	<b>128</b>
<b>Ilustración 60: Supervisión de Mantenimiento Preventivo de Diss a USG Siemens ACUSON Juniper .....</b>	<b>129</b>
<b>Ilustración 61: Ejemplo de Formato de Mantenimiento Preventivo.....</b>	<b>138</b>
<b>Ilustración 62: Ejemplo de Formato de Propuesta de Trabajo .....</b>	<b>138</b>
<b>Ilustración 63: Ejemplo de Formato de Especificaciones Técnicas .....</b>	<b>139</b>
<b>Ilustración 64: Ejemplo de Formato de Orden de Trabajo.....</b>	<b>139</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1: Clasificación de Equipos Médicos según Fenningkoh &amp; Smith</b> .....	16
<b>Tabla 2: Frecuencia de Mantenimiento Preventivo</b> .....	16
<b>Tabla 3: Actividades Semana 1</b> .....	41
<b>Tabla 4: Actividades Semana 2</b> .....	49
<b>Tabla 5: Actividades Semana 3</b> .....	54
<b>Tabla 6: Actividades Semana 4</b> .....	60
<b>Tabla 7: Actividades Semana 5</b> .....	70
<b>Tabla 8: Actividades Semana 6</b> .....	77
<b>Tabla 9: Actividades Semana 7</b> .....	87
<b>Tabla 10: Actividades Semana 8</b> .....	95
<b>Tabla 11: Actividades Semana 9</b> .....	113
<b>Tabla 12: Actividades Semana 10</b> .....	126
<b>Tabla 13: Cronograma de Actividades</b> .....	130

## ÍNDICE DE ECUACIONES

**Ecuación 1: : Ecuación para Número de Gestión Mantenimiento según Fenningkoh & Smith**

..... 16

## LISTA DE SIGLAS

<b>UCI</b>	Unidad de Cuidados Intensivos
<b>EMI</b>	Emergencia de Medicina Interna
<b>CEYE</b>	Central de Esterilización y Equipos
<b>VM</b>	Ventilador Mecánico
<b>IBP</b>	Invasive Blood Pressure
<b>SPO2</b>	Saturation of Peripheral Oxygen
<b>NIBP</b>	Non-Invasive Blood Pressure
<b>Qx</b>	Quirófano
<b>SOP</b>	Sala de Operaciones
<b>WHO</b>	World Health Organization
<b>HMCR</b>	Hospital Dr. Mario Catarino Rivas

## GLOSARIO

**Equipo Medico:** Es un instrumento, herramienta, máquina, implemento de prueba o implante que se usan para prevenir, diagnosticar o tratar la enfermedad u otras afecciones.

**Calibracion:** Un procedimiento de ajuste fino y verificación de la precisión y consistencia de las mediciones realizadas por un dispositivo médico para asegurarse de que esté funcionando adecuadamente y produciendo resultados confiables

**Mantenimiento:** Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, etcétera, puedan seguir funcionando adecuadamente.

**Analizador:** Es un dispositivo que se utiliza en equipo médico para poder revisar si este está funcionando de manera correcta para ser utilizado en pacientes.

**Capacitacion:** Charla educativa brindada por un experto del tema para compartir conocimientos con otras personas para que puedan utilizar o hacer algún proceso correctamente.

## I. INTRODUCCIÓN

En el presente informe se exhiben cronológicamente el conjunto de actividades que forman parte de las responsabilidades asociadas al cargo que el estudiante estará llevando a cabo por la duración de su práctica en el departamento de Ingeniería Biomédica en el Hospital Nacional Dr. Mario Catarino Rivas en el transcurso de las diez semanas que conforman el primer periodo académico del año 2024. Estas responsabilidades abordan temas como impartir capacitaciones a el personal de salud en las diversas áreas del hospital, realizar mantenimientos preventivos y correctivos a los equipos que forman parte del inventario de la institución, supervisión a trabajos brindados por proveedores en visitas al hospital y realización de fichas técnicas como apoyo para las solicitudes de compras o descartes del departamento. Así mismo, se hará una recolección de cada uno de los trabajos realizados en el periodo como practicante con el objetivo final de brindar planteamientos de mejora en los procesos actuales realizados por el departamento de biomédica. La principal intención del presente resumen y el análisis a ser realizado a los protocolos actuales que conlleva un ingeniero biomédico en el Hospital Dr. Mario Catarino Rivas, es forjar en el estudiante una filosofía de trabajo multidisciplinaria además de aportar de forma positiva a la institución utilizando los conocimientos y principios aprendidos por el estudiante a lo largo de su formación académica.

La estructura del siguiente trabajo se mantendrá abordando seis capítulos contenidos en el mismo, en los cuales se estaría desglosando la práctica profesional en su totalidad atendiendo todas las temáticas implícitas en la misma de forma puntual. El Capítulo II describirá las generalidades acerca de la institución, el departamento, y los principales objetivos adquiridos al ejercer el puesto de ingeniero biomédico. El Capítulo III detalla el marco teórico del informe, contextualizando el sector de salud y brindando una recopilación de los conceptos teóricos atados a las tareas que el estudiante deberá cumplir en su puesto, y de las tecnologías con las cuales interactúa el departamento de biomédica. El Capítulo IV expondrá las actividades diarias realizadas en el recorrido de la práctica profesional. El Capítulo V concluirá el periodo de la práctica profesional, clausurando los objetivos iniciales planteados. Finalmente, en el Capítulo VI se presentarán recomendaciones a la empresa y a el ente educativo,

## **II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

Este capítulo contiene una descripción del hospital público en el cual se llevó a cabo la práctica profesional, el departamento de biomédica dentro de este, y las expectativas de desempeño dentro del mismo.

### **2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

El Hospital Dr. Mario Catarino Rivas es un hospital público ubicado en la ciudad de San Pedro Sula, Honduras. Este es el hospital más importante de la región noroccidental del país, funcionando como un centro nacional de referencia para la zona. Según el Registro Diario de Atenciones (AT-1), el hospital recibe una carga en el rango de 120-150 pacientes diarios, o 54,750 pacientes anuales, siendo 80% pacientes quirúrgicos. En la actualidad el centro se encuentra en un constante incremento de demanda, atribuido al crecimiento de la población hondureña, así como el envejecimiento del hospital, su dependencia de su espacio designado a servicios de emergencia para contener pacientes con problemas ambulatorios no urgentes, y tendencias demográficas como el uso incrementado de drogas ilegales en la población, la tasa de violencia creciente en el país y el aumento de prevalencia de patologías crónicas de la población. (Interiano, 2012)

El hospital fue inaugurado en el 15 de noviembre del año 1989 como un hospital de II nivel de atención, clasificado como un hospital de especialidades complejidad 6 según la categorización de establecimientos de acuerdo al Modelo Nacional de Salud. Esto lo convierte en el hospital de mayor complejidad de la zona noroccidental del país, y de acuerdo a la nomenclatura de establecimientos de salud más reciente adoptada por la Institución Nacional Reguladores del Sector de Salud, la categoría del mismo es la de "Hospital de Especialidades". El Hospital Dr. Mario Catarino Rivas esta también articulado con el Hospital Escuela, el Hospital San Felipe y el Instituto del Tórax ubicados en Tegucigalpa, y con el Hospital San Juan de Dios en San Pedro Sula, los cuales brindan servicios especializados de los cuales este carece. (Hospital Dr. Mario Catarino Rivas, 2016)

La infraestructura física del hospital consta de dos edificios principales. El edificio de mayor tamaño consta de 6 niveles y aloja las salas de hospitalización de pacientes distribuidas en los

cuatro niveles superiores, los cuales se encuentran rotulados como las plantas donde también se encuentra la administración del hospital. La planta baja contiene los servicios de emergencia de medicina interna, emergencia de cirugía, ortopedia, gineco-obstetricia, urología, sala de operaciones, central de esterilización y equipo (CEYE), unidades de cuidados intensivos para adultos, unidades de cuidados intensivos pediátricos y centro de imagenología. La capacidad instalada del hospital consta de 586 camas en la totalidad de las áreas de hospitalización, 196 camas en observación de emergencia y una distribución de 14 quirófanos. El segundo edificio contiene dos niveles, alojando las instalaciones designadas a consulta externa. El área consta de 32 consultorios, archivo clínico, área de estadística, y farmacia para pacientes ambulatorios. Adyacente al edificio de consulta externa se encuentra el SAI (Servicio de Atención a pacientes con VIH-SIDA). Dentro de las instalaciones también se encuentran clínicas con servicios odontológicos y un espacio designado a tratamiento ambulatorio para pacientes con cáncer, que cumple función como hospital durante horarios matutinos y vespertinos. Por último, el hospital cuenta con ramas externas separadas de los edificios de atención, designados a los servicios de mantenimiento incluyendo un almacén de materiales, un edificio principal del área de mantenimiento como tal, cuarto de máquinas, lavandería, central eléctrica y el taller del departamento de biomédica. (Hospital Dr. Mario Catarino Rivas, 2016)

En una entrevista realizada por el diario La Prensa a el director del hospital el Dr. Arturo Ávila en 2023 es revelado que el hospital es responsable de atender a un estimado de la mitad de la población de Honduras, ya que brinda atenciones médicas a los pacientes que no pueden recibir la atención médica del nivel de complejidad requerido en los hospitales regionales próximos la zona noroccidental del país. A causa de esto el hospital recibe una cantidad ostensiblemente mayor a la población de San Pedro Sula en forma de pacientes referidos. (Ávila, 2023)

En un estudio demográfico realizado entre enero 2013 a diciembre 2015 se obtuvo un perfil del paciente promedio que incurre al hospital a causa de quemaduras, lo cual es de utilidad para ubicar que parte de la población hondureña recibe sus atenciones en el hospital. Según el estudio, el 62.5% de la población fue del sexo masculino, y el rango de edades más prevalente fue entre los 0 y 4 años de edad en un 61%. El 74% de estos pacientes jóvenes provenían del departamento

de Cortes, un 7.5% provenía de Yoro y otro 7.5% provenía de Santa Bárbara, con un 69% de la totalidad de los pacientes residiendo en áreas del casco urbano.



**Ilustración 1: Logo del Hospital**

**Fuente: (Hospital Dr. Mario Catarino Rivas, 2016)**

#### 2.1.1 MISIÓN

Brindar a la población atención de salud integral especializada de calidad, estructurada en concordancia con las políticas, normas, planes y programas de salud nacionales definidas por la Secretaria de Salud y los recursos disponibles, que satisfagan las expectativas y necesidades de la demanda. (Hospital Dr. Mario Catarino Rivas, 2016)

#### 2.1.2 VISIÓN

Alcanzar en el mediano plazo un alto nivel de desarrollo tecnológico, científico y docente, contando con el talento humano, recursos económicos y suministros adecuados a la cantidad y características de las necesidades de la población que demanda atención, con un sistema descentralizado de gestión, que garantice eficacia, efectividad y transparencia. (Hospital Dr. Mario Catarino Rivas, 2016)

#### 2.1.3 VALORES

Según el Hospital Nacional Dr. Mario Catarino Rivas (2016), los valores que el personal asignado a las labores del hospital debe cumplir y sostener son los siguientes:

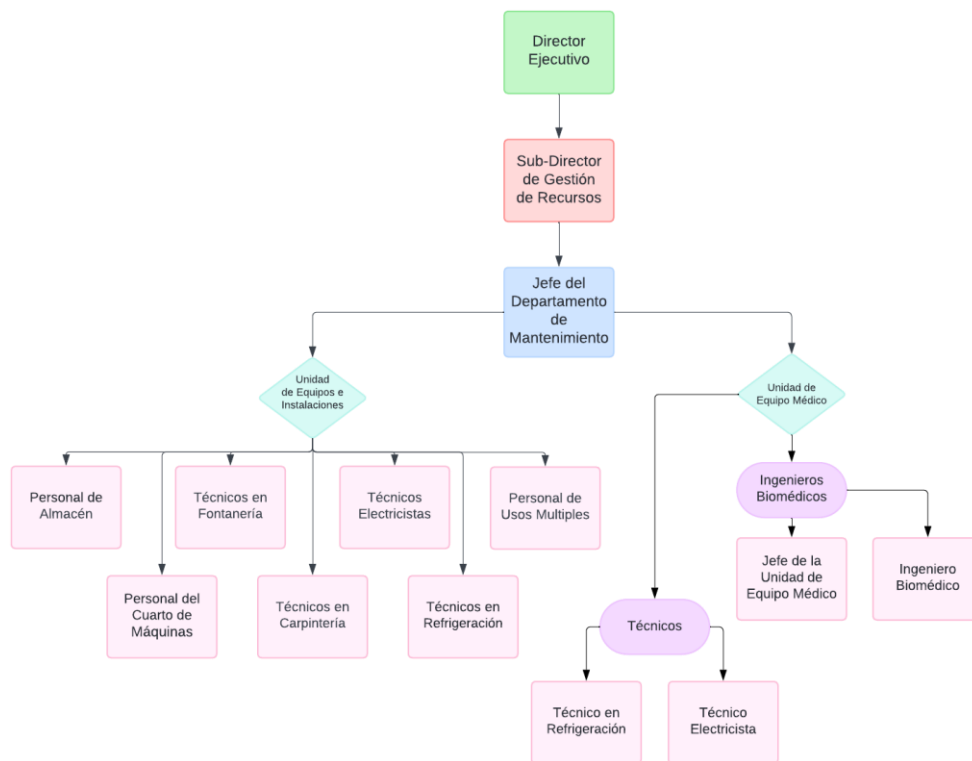
- Pertenencia: Que cada uno de los integrantes del equipo de salud se considere parte esencial del hospital, para hacer honor al lema de “El Catarino Soy Yo”
- Responsabilidad: En el cumplimiento de las funciones y obligaciones establecidas.
- Disciplina: En el cumplimiento del reglamento y las normas.
- Eficacia y Honestidad: Al utilizar los recursos y aplicar los conocimientos previos.
- Humanismo: Tratar con los pacientes que utilizan los servicios sin distinción alguna.
- Equidad: Ofreciendo atención a quienes lo necesiten.

## **2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO**

El Hospital Dr. Mario Catarino Rivas cuenta con una unidad de mantenimiento encargada de brindar los servicios técnicos dirigidos a la prevención de averías, restauración de elementos estructurales. La Unidad de Biomédica o la Unidad de Equipo Biomédico es una subdivisión del área de mantenimiento encargada de asegurar el buen funcionamiento de los equipos médicos en el hospital, otorgando servicios técnicos a las salas del hospital y encargándose de los servicios administrativos relacionados a los equipos. Las responsabilidades de la Unidad de Biomédica incluyen el desarrollo de mantenimientos tanto correctivos como preventivos a los equipos médicos asegurando su funcionamiento óptimo, a excepción de que el equipo médico específico sea responsabilidad de una tercera parte en forma del proveedor del equipo. Otras responsabilidades incluyen redacción de órdenes de compra y cotizaciones de equipos o repuestos que se envían a administración, capacitaciones al personal de salud con respecto a tecnologías adquiridas por el hospital, la manutención de registros de inventario de los equipos en cada sala del hospital y su estado y dictámenes técnicos para equipos destinados a descarte.

Siendo la Unidad de Biomédica una rama del departamento superior de mantenimiento, el área cae bajo la supervisión del jefe de mantenimiento quien es el responsable de procurar el cumplimiento de las actividades de parte de los técnicos e ingenieros y el funcionamiento del cuarto de máquinas. La Unidad de Biomédica cuenta con apoyo de parte de los técnicos eléctricos y técnicos de refrigeración de mantenimiento, puesto que existe una relación entre estos servicios y los equipos médicos encontrados en un hospital. El técnico eléctrico asignado a la unidad de equipos médicos del hospital se encarga de supervisar y llevar a cabo mantenimientos relacionados con instalaciones eléctricas, soldaduras en reparación de equipos dentro del taller, y

asesoramiento técnico a la unidad de equipos médicos del hospital. El técnico en refrigeración asignado a la unidad de equipos médicos del hospital es el responsable de brindar servicios de mantenimiento relacionados a la refrigeración y suministro de gases en el hospital, brindando también asesoramiento en la adquisición de equipos a la unidad de equipos médicos. Finalmente, los ingenieros biomédicos del taller se encargan de la gestión de los inventarios de equipos médicos, mantenimientos preventivos y correctivos de las tecnologías sanitarias en el hospital y capacitaciones de usuario al personal de la salud con respecto a los dispositivos para garantizar el uso correcto y por ende la protección del equipo, los usuarios, y el paciente. De ser necesario, la unidad de equipos e instalaciones trabaja en conjunto con la unidad de equipos médicos cuando se presenta una actividad de mantenimiento que requiere un conjunto multidisciplinario de conocimientos técnicos. El siguiente organigrama describe las conexiones del departamento de mantenimiento del hospital y las dependencias asociadas a la jerarquía.



**Ilustración 2: Organigrama de la Jerarquía del Departamento**

**Fuente: Autoría Propia**

## **2.3 OBJETIVOS DEL PUESTO**

### 2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Colaborar con la gestión tecnológica del equipamiento a cargo de la unidad de biomédica del Hospital Nacional Dr. Mario Catarino Rivas aplicando metodologías de mantenimiento correctivo y preventivo, capacitaciones, y administración de inventario con el fin de garantizar la disponibilidad del uso correcto de los equipos médicos por el personal de salud del hospital.

### 2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Elaborar mantenimientos correctivos de los equipos que sean entregados a la unidad de biomédica utilizando las herramientas disponibles al taller de biomédica.
2. Organizar capacitaciones al personal acerca del uso correcto de los equipos médicos, según lo solicitado por los jefes de sala, protegiendo así al equipo, los pacientes, y el personal de salud.
3. Aplicar los protocolos de mantenimiento preventivo establecidos por la unidad de biomédica para los meses de enero febrero y marzo, asegurando el funcionamiento y la condición óptima para los equipos médicos del hospital.
4. Evaluar las necesidades del hospital en cuanto a compras de repuestos o equipos para el desarrollo de órdenes de compra acompañadas de especificaciones técnicas de lo necesitado.

### **III. MARCO TEÓRICO**

Esta sección abarcará la contextualización del hospital y su importancia en la zona del territorio hondureño, además de conceptualizar principios básicos asociados a las responsabilidades de un ingeniero biomédico en un hospital público. Estos conceptos del cargo, ayudarán al practicante a lo largo de la duración de su práctica profesional, a cumplir con sus tareas y poder ofrecer un servicio adecuado a las salas del hospital que así lo requieran.

#### **3.1 ANÁLISIS DEL SECTOR DE SALUD EN LA ZONA**

##### **3.1.1 HOSPITAL LEONARDO MARTÍNEZ VALENZUELA**

El hospital Leonardo Martínez Valenzuela fue inaugurado en el periodo de gobierno del General Terencio Sierra Romero el año de 1900 en un territorio periférico que solía contener alrededor de tres manzanas de extensión. Fue inaugurado bajo el nombre de Hospital del Norte y sus recursos dependían fuertemente de donaciones brindadas por la comunidad de San Pedro Sula. El hospital fue nombrado en 1936 como Hospital Dr. Leonardo Martínez Valenzuela en homenaje para el médico así nombrado, por haber servido al hospital en una epidemia de fiebre amarilla que terminó costándole su vida. En este mismo año el gobierno de la república de Honduras asumió la responsabilidad del hospital, con el propósito de poder asegurar el buen servicio hospitalario. (Fundación Hospital Leonardo Martínez Valenzuela, 2008)

Sin embargo, debido a las limitantes puestas sobre el Hospital Leonardo Martínez Valenzuela en conjunto con el rápido incremento de la población en San Pedro Sula y por ende la alta demanda en servicios de salud, un conjunto de entes de la ciudad liderados por el Dr. Reynaldo Gómez Urtrero inauguraron con una donación municipal de un terreno de tres manzanas en 1990 durante la gestión del Lic. Rafael Leonardo Callejas el ahora llamado Hospital Dr. Mario Catarino Rivas, que entraría en la categoría de Hospital Nacional, y consecuentemente Hospital de Especialidades por ser la institución de mayor referencia al servicio de salud de la población nor-occidental. La mayoría de los servicios del Hospital Leonardo Martínez Valenzuela fueron trasladados al nuevo Hospital Dr. Mario Catarino Rivas. (Tosta, 1996)



**Ilustración 3: Logo Actual de Hospital Leonardo Martínez**

**Fuente: (Fundación Hospital Leonardo Martínez Valenzuela, 2008)**

### 3.1.2 LA SALUD EN LA ZONA EN EL PRESENTE

En la actualidad, la demanda de salud en la zona noroccidental de Honduras sobrepasa la carga con la cual los hospitales pueden lidiar. El Hospital Dr. Mario Catarino Rivas sigue aun presentando falencias al soportar con la carga de pacientes que recibe. Se han realizado proyectos de mejora para el hospital en los recientes años, sin embargo, sufre de un desfase producto de la abundante carga de pacientes que llegan al hospital referidos de otros hospitales que se encuentran en red en el área de la zona norte. En una entrevista llevada a cabo por el diario La Prensa a el director del hospital el nefrólogo Arturo Ávila en agosto 2023 es revelado que, pese a una capacidad en consulta externa para brindar atención a 700 pacientes diarios y pese a que se triplicara la cantidad de emergencias atendidas en el hospital, el volumen de las personas que ingresan sigue manteniendo el hospital lleno.

El hospital lejos de atender a la población de la ciudad de San Pedro Sula, brinda servicios a una cifra cercana a la mitad de la población hondureña, como consecuencia de que todos los problemas que no puedan ser resueltos en los hospitales regionales existentes en la zona noroccidental, se terminan por concentrar en el Hospital Mario Catarino Rivas. Una de las causas para estos problemas es la administración que ha sido otorgada a las políticas públicas, que causaron que la red de Salud Pública que hubiese quedado por debajo de las necesidades que presenta la población. Se considera que los efectos que esto ha tenido en la salud de los pacientes, han sido de impacto considerable en servicios como el de farmacia, que sostiene un abastecimiento de 88% en almacén médico quirúrgico y 70% en medicamentos y nunca ha tenido

por completo los medicamentos básicos necesitados, teniendo un inventario en farmacia que siempre ha permanecido igual. (Ávila, 2023)



**Ilustración 4: Estructura del Hospital Dr. Mario Catarino Rivas**

**Fuente: (Hospital Dr. Mario Catarino Rivas, 2016)**

### **3.2 CONCEPTOS TEÓRICOS DE INGENIERÍA BIOMÉDICA**

Los conceptos teóricos de la ingeniería biomédica dan forma a el rol del ingeniero biomédico en la sociedad. La presencia e implementación de los conocimientos relacionados a los siguientes fundamentos básicos de la ingeniería biomédica abren paso a la oportunidad de mejora en cualquier parte del sistema de salud en el país, y para este caso específico, en la salud pública.

#### **3.2.1 INGENIERÍA CLÍNICA**

Barriere (2018) define el ingeniero clínico como el especialista en ingeniería en biomédica que tiene la capacidad de gerenciar y supervisar planes de mantenimiento a ser desarrollados por técnicos en el departamento y planes de capacitación en personal técnico y clínico, haciendo todo esto con criterios y capacidad de aplicar y asegurar el cumplimiento de estándares hospitalarios y normativas relacionadas a hospitales, mientras se mantiene una relación optima de costo/beneficio, con la finalidad de garantizar la seguridad en los servicios otorgados al paciente.

Esta evolución de la alta responsabilidad ocupada por los ingenieros biomédicos en los ambientes hospitalarios, otorga una tarea de suma relevancia centrándose en la planificación de los procesos y la mejora de los mismos. Un ingeniero biomédico que este ubicado en un cargo

con perfil inclinado hacia la gestión de tecnologías biomédicas en un hospital debe estar preparado para asegurar el cumplimiento de estándares garantizando la seguridad del personal y los pacientes, coordinar la incorporación de nuevas tecnologías seleccionando la mejor opción de acuerdo a las necesidades clínicas reales del hospital, procurar el cumplimiento de procedimientos en los planes de mantenimiento, analizar incidentes adversos con respecto al uso de la instrumentación biomédica para evitar efectos negativos en la salud de los pacientes, administrar contratos pertinentes a cualquier nueva tecnología instalada bajo garantía de algún representante y programar y provocar protocolos de mantenimiento preventivo y correctivo asegurando el funcionamiento óptimo de los dispositivos operacionales. (Barriere, 2018)

### 3.2.2 GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA SALUD

En su totalidad, las responsabilidades adjuntas a la ingeniería clínica giran en torno a la gestión de tecnologías de la salud. Esta relación entre el ingeniero biomédico y los dispositivos que recaen bajo su responsabilidad es llamada sistema de gestión de tecnologías en salud (GTS) por la organización mundial de salud. Esta visualización de las tareas a cumplir para un ingeniero biomédico, sobrepasa totalmente a la idea de que un ingeniero biomédico es simplemente un miembro de mantenimiento que repara lo averiado. Al procurar un uso y manejo adecuado de las tecnologías de salud, se cumplen los criterios de procurar la seguridad del personal, el paciente y el equipo médico, del cumplimiento de las normas y estándares y de la garantía de servicios de salud impecables al paciente.

Los dispositivos médicos o tecnologías de la salud siguen un ciclo que determina su correcto protocolo de manejo, para asegurar la utilización plena de su vida útil llamado Ciclo de la Gestión de Tecnologías Sanitarias. El ciclo cuenta con 9 etapas por las cuales pasa un equipo desde la concepción de su adquisición, hasta el final de su vida útil. A continuación, se define cada una de esas etapas:

**1. Planeación y Evaluación:** El centro de atención sanitaria analiza sus necesidades reales a partir de las formas en las cuales su demanda de servicios no se esté cumpliendo en la forma en la que debería. La evaluación de las necesidades reales funciona para considerar costos y planificar inversiones que beneficien a la calidad de esos servicios de salud ofrecidos. Parte de analizar lo

que se necesita, incluye analizar lo que el centro hospitalario tiene, por lo cual es importante contar con un inventario. Al conocer las necesidades, es posible pasar a la planificación de equipos o repuestos necesarios para satisfacer dichas necesidades.

**2. Presupuesto y finanzas:** En base a las necesidades del hospital y a la planificación de las adquisiciones se considera la inversión necesaria para llevar a cabo los planes. Tomar en consideración los valores de los equipos necesarios en el mercado, así como la vida útil de los equipos existente en ambiente hospitalario, es posible estructurar un plan de inversión donde se inviertan finanzas de forma estratégica para cumplir con las metas de adquisición anuales y para planificar presupuestos anuales futuros.

**3. Evaluación y Selección de Tecnología:** Se estudia el mercado respectivo, considerando y apegándose a las necesidades reales, y a la responsabilidad de sostener un balance de costo/beneficio positivo para el centro hospitalario. Al encontrar la tecnología que coincide con la necesidad, se evalúa si también coincide con el presupuesto establecido.

**4. Adquisición y Logística:** Se realiza la compra adecuada de la tecnología. Al gestionar la adquisición del producto y la documentación que esté implicada en el trato, se estudia la logística inherente a la implementación de lo adquirido en el contexto hospitalario específico. Es decir, se evalúan todos los procesos involucrados al hacer llegar la tecnología al ambiente o requisitos para la instalación en el hospital.

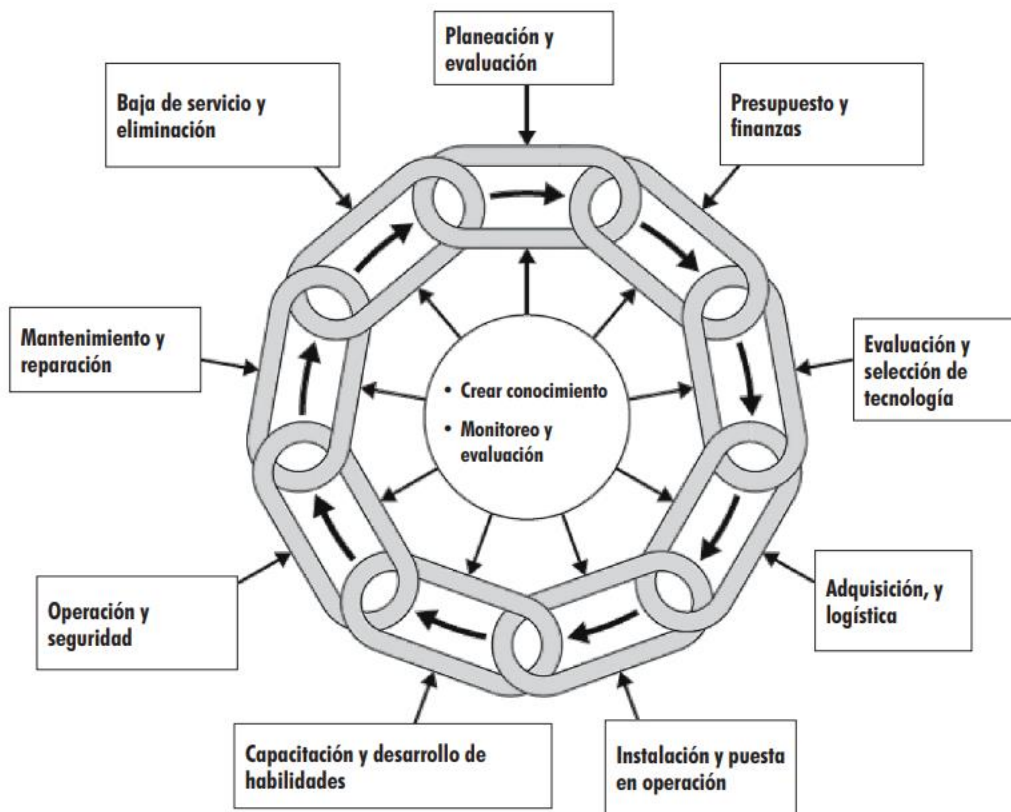
**5. Instalación y Puesta en Marcha:** Se instala la tecnología en el espacio designado, y se pone en marcha para comenzar su uso, cumpliendo así la tarea que no era posible previa a su adquisición. Se toma nota de los procesos necesarios para utilizar la tecnología adquirida.

**6. Capacitación y Desarrollo de Habilidades:** Al contar con los conocimientos acerca del uso de la tecnología, el ingeniero biomédico expone estos conocimientos al personal encargado de la utilización de la tecnología, asegurando de esta manera el uso correcto de la tecnología y el cuidado correcto de la misma de parte del personal. Es importante recalcar la importancia de cualquier advertencia o contraindicación afiliada a la tecnología adquirida, porque esta etapa del ciclo es la que protege tanto al equipo como a los pacientes.

**7. Operación y Seguridad:** Al estar capacitado el personal, y la tecnología instalada correctamente, se pone en marcha para su uso real, satisfaciendo finalmente la necesidad encontrada en la evaluación de las carencias.

**8. Mantenimiento y reparación:** Se realizan mantenimientos preventivos para prolongar la vida útil de la tecnología, y mantenimientos correctivos cuando exista algún tipo de inconveniente pertinente al equipo. La unidad encargada de los equipos médicos vela por la vida de utilidad optima de la tecnología a toda costa, manteniéndose dentro de los límites de cualquier condición pactada en el contrato de adquisición (Si las hay).

**9. Baja de Servicio y Eliminación:** Al concluir que el equipo no está en capacidad o condición de permanecer en operación, se realiza un dictamen técnico describiendo de forma oficial la finalización de utilidad de la tecnología, y se gestiona su adecuado descarte, para comenzar nuevamente el proceso de planificación para cubrir la nueva necesidad emergente.



**Ilustración 5: Ciclo de Gestión de Tecnologías Sanitarias**

**Fuente: (World Health Organization, 2012)**

### 3.2.3 GESTIÓN DE INVENTARIO

El inventario de equipos médicos en una unidad de ingeniería biomédica es un listado detallado de los equipos que posee una institución de la salud. La gestión de inventario en un ente de la salud consiste de la mantención y monitorización de este desglose de equipos de acuerdo a los cambios que se producen según las adquisiciones o descartes de las tecnologías. La capacidad de organización y consulta rápida que un inventario otorga a un departamento de biomédica, le permite a la unidad planificar cambios de acuerdo a las necesidades de la institución y generar protocolos de mantenimiento.

El departamento de ingeniería clínica es responsable de crear y mantener el inventario, por lo cual es necesario verificar periódicamente que todos los equipos identificados en una institución sanitaria se encuentran en el inventario incluyendo sus datos, y que consecuentemente todos estos equipos puedan localizarse en la institución. Las unidades pueden considerar conveniente realizar tareas de inventario al realizar las inspecciones habituales en los equipos. Es importante inspeccionar los equipos nuevos y agregarlos al inventario, así como retirar los equipos de descarte del mismo para mantener la información actualizada.

Los equipos médicos son los bienes principales incluidos dentro de un inventario de cuidados de la salud. El departamento responsable del inventario en la institución de la salud determina que equipos deben ser incluidos en el inventario. Algunas organizaciones optan por incluir todos los dispositivos médicos en su inventario incluyendo artículos como estetoscopios y termómetros. Sin embargo, para las organizaciones de mayor tamaño esto no resulta práctico. (World Health Organization, 2012)

#### *3.2.3.1 Clasificación Según Fenningkoh & Smith*

La clasificación de equipos médicos según Fennigkoh y Smith es una forma algorítmica numérica de categorizar los equipos utilizados en ambientes de la salud en diferentes niveles de prioridad, basándose en su complejidad, en el riesgo que representan para los pacientes e incluso los usuarios, y en sus requerimientos de mantenimiento. Este modelo de clasificación está basado en tres categorías diferentes: equipos de uso general, equipos especializados y equipos de alto riesgo. (Tawfik, 2013)

El primero de los criterios describe la función del equipo y su complejidad. Esto hace referencia al papel que el equipo desempeña en los cuidados del paciente. El segundo de los criterios es el riesgo asociado a la aplicación clínica del equipo. Este considera las consecuencias que habría sobre el paciente o usuario en caso de que algo salga mal con la operación usual del equipo, es decir el riesgo físico que este implicaría en caso de alguna falla de la tecnología misma. El tercer criterio de clasificación son los requisitos de mantenimiento que el equipo tiene. Los requisitos de mantenimiento son variantes de acuerdo al equipo, ya que algunos equipos en específico requieren rutinas extensivas de mantenimiento como por ejemplo los ventiladores mecánicos o las máquinas de diálisis. Otro ejemplo son los equipos de naturaleza neumática o mecánica que puedan requerir de alineación, lubricación o calibración constante, mientras que los monitores de signos vitales y las bombas de infusión únicamente requieren pruebas de funcionamiento periódicas. (Rodriguez et al., 2001)

<b>Asignación de peso por criterios</b>	
<b>Por la función del equipo</b>	<b>E</b>
Equipos de apoyo a la vida.	9
Equipos e instrumentos para la Cirugía y los Cuidados Intensivos.	9
Equipos para el tratamiento y la fisioterapia.	8
Otros equipos para el monitoreo de variables fisiológicas y el diagnóstico.	6
Análisis de Laboratorio	5
Accesorios del Laboratorio	4
Computadoras y Equipos asociados	3
Otros equipos relacionados con el paciente	2
<b>Aplicación Clínica</b>	<b>A</b>
Puede producir la muerte al paciente.	5
Puede producir daño al paciente u operador.	4
Terapia inapropiada o falso diagnóstico.	3

Riesgo mínimo.	2
Sin riesgo significativo.	1
<b>Requerimientos de Mantenimiento</b>	<b>M</b>
Extensivo	5
Promedio	3
Mínimo	1
<b>Historia de fallas</b>	<b>F</b>
Adicionar un punto por cada correctivo en el último año.	1 por cada correctivo

**Tabla 1: Clasificación de Equipos Médicos según Fenningkoh & Smith**

**Fuente: (Rodriguez et al., 2001)**

El objetivo del modelo de puntuación es obtener un valor numérico que funcione como referencia de evaluación al hacer protocolo de mantenimiento en un ambiente clínico. Este valor numérico es conocido como el número de gestión, y se obtiene utilizando una ecuación de calculo que toma en consideración todas las variables presentadas en la tabla (Cabrera-Llanos, A. I. et al., 2019):

$$GE = E + A + M + F$$

**Ecuación 1 : Ecuación para Número de Gestión Mantenimiento según Fenningkoh & Smith**

**Fuente: Rodriguez et al. (2001)**

En la ecuación, GE es el número de gestión; E es la función del equipo; A es la aplicación clínica; M son los requerimientos de mantenimiento; F son las fallas en el ultimo año. Estos valores se relacionan para designar la frecuencia con la cual los equipos requieren mantenimiento preventivo como se indica en la siguiente tabla:

<b>Parámetros</b>	<b>Mantenimiento Preventivo (MP)</b>
<b>GE ≤ 12</b>	No MP
<b>12 &lt; GE &lt; 25</b>	MP cada año
<b>25 &lt; GE &lt; 28</b>	MP cada 6 meses
<b>GE = 28 - 30</b>	MP cada 4 meses

**Tabla 2: Frecuencia de Mantenimiento Preventivo**

**Fuente: (Ortiz, 2016)**

### *3.2.3.2 Gestión de Inventario en el H.M.C.R*

En el Hospital Dr. Mario Catarino Rivas se manejan dos diferentes tipos de inventario: El inventario por el departamento de biomédica, y el inventario de bienes nacionales. El inventario de biomédica incluye exclusivamente a los equipos médicos y tecnologías de salud utilizadas en el hospital. Los equipos médicos que no se encuentran en el inventario de biomédica del hospital son equipos bajo contratos de mantenimiento externo con sus compañías distribuidoras o alguna otra empresa externa que ofrezca servicios de mantenimiento, y los equipos que son donaciones al hospital cuya adquisición ocurre de forma informal por el personal de la salud con su propio presupuesto. Esto último usualmente se lleva a cabo debido a que las salas necesitan brindar un nivel de atención médica que se ve impedido por los tardados procesos de solicitud para adquisiciones en el hospital. El inventario de bienes nacionales se refiere a los activos y recursos que son propiedad del gobierno de Honduras. Estos bienes son gestionados de acuerdo a las normativas y políticas establecidas por el gobierno en cuanto a su mantenimiento, reparación y adquisición de recursos. Todos los artículos en el Hospital Dr. Mario Catarino Rivas adquiridos por el estado tienen su número de inventario respectivo.

### 3.2.4 MANTENIMIENTO

El mantenimiento en un hospital, representa el cuidado o reparaciones del equipo médico utilizado por el personal para diagnóstico o terapia de los pacientes. El objetivo del mantenimiento de los equipos médicos es prolongar en la mayor medida de lo posible su vida útil, asegurando uso óptimo y procurando el bienestar tanto del paciente como del personal que lo utiliza. En un hospital es fundamental para disminuir la incidencia de fallos de los dispositivos y garantizar que su estado se encuentre dentro de los cumplimientos aceptables de las normativas de seguridad establecidas.

Además de los costos altos de mantenimientos que son propios de los equipos médicos, otra realidad son los incidentes que sufren los pacientes a partir de usos de equipos médicos averiados, los cuales pueden producir lesiones graves o incluso muerte. Según estadísticas de The Joint Commission (TJC) los eventos centinela relacionados a equipos médicos, tienden a estar entre los

10 tipos más comunes de eventos centinela cada año. Los expertos coinciden en que la mejor manera de atender estos incidentes es por medio de la promoción de interacción entre el personal de mantenimiento y el personal clínico y por medio de capacitaciones de usuario para el personal. (World Health Organization, 2012)

#### *3.2.4.1 Mantenimiento Preventivo*

El mantenimiento preventivo es el mantenimiento realizado mediante una programación previa de actividades, con el fin de evitar en la mayor medida de lo posible la cantidad de danos imprevistos a los equipos, disminuir los tiempos de espera de atención por fallas y disminuir los costos implicados a esas fallas. Los altos niveles de productividad requeridos en la actualidad exigen la implementación de un sistema de mantenimiento preventivo capaz de aumentar la eficiencia de trabajo, la cual es directamente proporcional a la calidad de la información con la que se cuenta para llevar a cabo dicha implementación (Botero, 1991).

El mantenimiento preventivo de los equipos médicos es una estrategia considerada una función fundamental en los departamentos de ingeniería clínica. Para procurar el funcionamiento óptimo de los dispositivos médicos el mantenimiento preventivo se divide en dos tipos: mantenimiento programado y mantenimiento de oportunidad.

- **Mantenimiento Programado:** Es cuando se realiza la reparación o cambio de piezas de un equipo en función de su tiempo de vida transcurrido y es un proceso realizado de forma automática. (Ávila Cochancela & Crespo Guillén, 2022)
- **Mantenimiento de Oportunidad:** En este mantenimiento se realiza la reparación o cambio de piezas de un equipo tomando provecho de su inactividad por cualquier razón emergente (Ávila Cochancela & Crespo Guillén, 2022).

#### *3.2.4.2 Mantenimiento Correctivo*

El mantenimiento correctivo consiste en la corrección de los defectos o fallas detectadas en los equipamientos médicos durante su uso en las salas de un ambiente clínico. En el contexto de un ambiente hospitalario, este tipo de mantenimiento es usualmente solicitado por el personal de las áreas de atención. La responsabilidad del departamento de ingeniería biomédica es arreglar o

reparar los averíos asociados a los equipos reportados y repara o reemplaza las diferentes partes o repuestos que estén presentando el problema.

El mantenimiento correctivo es en la práctica de costo promedio mucho más alto que el mantenimiento preventivo debido a las limitaciones de tiempo que obligan a tomar decisiones con poca o ninguna planeación previa. Otro reto que está asociado al mantenimiento correctivo son los costos monetarios inherentes a la adquisición de repuestos o bien, de nuevos equipos. Es importante recalcar que ninguna cantidad de planeación de mantenimiento preventivo anularía por completo la emergencia de averíos inesperados, únicamente detectados cuando las funciones principales del equipo se encuentran comprometidas. Los mantenimientos correctivos usualmente siguen una secuencia común en cuanto a cómo se abordan en el contexto clínico que consta de 3 pasos (D.F. Primero et al., 2015).

- A. Solicitud: La solicitud es el primer paso, y consta del momento en el cual el usuario transmite al departamento de mantenimiento el problema existente con el equipo médico. Se indica la falla del equipo, su número de inventario, su ubicación y el nombre del usuario reportante (D.F. Primero et al., 2015).
- B. Asignación: El segundo paso es la asignación, en el cual se determina la prioridad del equipo médico por el departamento de biomédica. Esta parte del procedimiento es clave para identificar la urgencia de reparación para el equipo, y son tomados en cuenta los comentarios del usuario. Se toman en cuenta factores como si hay equipos de respaldo, si el equipo es un equipo de soporte vital, y la orden de llegada de los avisos (D.F. Primero et al., 2015).
- C. Atención: En esta última fase del procedimiento, se determina si el equipo está bajo contrato de algún proveedor o bajo la responsabilidad de mantenimiento. Si el equipo no está sujeto a ningún contrato de algún proveedor, el departamento de equipos médicos se encarga de su reparación. Si el equipo está bajo algún contrato o acuerdo con un ente proveedor, el equipo es reparado por el personal de atención del proveedor, o por el departamento de equipos médicos bajo instrucción y supervisión del proveedor (D.F. Primero et al., 2015).

### 3.2.4.3 *Mantenimiento en el H.M.C.R*

La unidad de equipos médicos del Hospital Mario Catarino Rivas había manejado sus protocolos de inventario de forma directa desde sus inicios. Previo al año 2024 el mantenimiento consistía de realizar mantenimientos exclusivamente correctivos según los reportes y propuestas de trabajo recibidos por las diferentes áreas del hospital cuando alguna tecnología de la salud se encontraba averiada. El orden del proceso de mantenimiento correctivo consiste inicialmente del reporte de la falla del equipo médico por parte del encargado del área. El siguiente paso es el del traslado del equipo al taller de biomédico acompañado de su propuesta del trabajo al realizar. Finalmente, al encontrarse el equipo en el taller se realiza el mantenimiento correctivo al mismo, el cual concluye en 3 formas diferentes. Si el equipo se repara y se encuentra en buen estado, se entrega a la sala, si es necesaria la adquisición de algún repuesto o consumible se entrega el equipo a la sala con especificaciones técnicas de lo requerido para que la sala solicite su compra con administración, y si el equipo no tiene posibilidad de reparación se realiza una orden de descarte, con un dictamen técnico que justifique el descarte y confirme la necesidad de una nueva adquisición del equipo.

En el presente año de 2024 se inició el protocolo de mantenimiento preventivo en el hospital, con el objetivo de prolongar la vida útil de los equipos médicos. Se utilizó el inventario actualizado de equipos médicos para agendar la periodicidad de los mantenimientos preventivos. La unidad de biomédica desarrolla fichas de revisión para cada equipo en el hospital, según las cuales se inspecciona el equipo comprobando su funcionamiento y condición. Además de las pruebas de funcionamiento también se realizan limpiezas internas y externas de los equipos, cambios de sensores o consumibles, y calibraciones con el fin de asegurar a las salas que las tecnologías que se encuentran en las diversas áreas del hospital pueden ser utilizadas para brindar servicios a los pacientes.

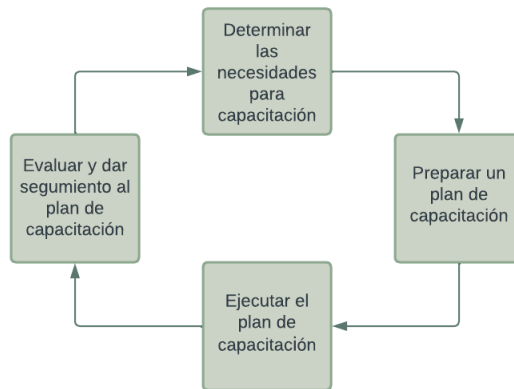
### 3.2.5 CAPACITACIONES

Una capacitación de equipo médico al personal de la salud es un proceso educativo llevado a cabo para proporcionar a los profesionales médicos y de enfermería el conocimiento

necesario para utilizar de manera segura y correcta los equipos médicos presentes en su área de práctica clínica. Estas capacitaciones son importantes para procurar que el personal de la salud pueda utilizar los equipos de manera adecuada y se reduzca el riesgo de errores que puedan poner en peligro la vida útil del equipo, la seguridad del personal o la calidad de atención al paciente.

Dentro del área de mantenimiento hospitalario el jefe del mismo es la persona adecuada para implementar, desarrollar, mantener y llevar a cabo el desarrollo de dicho plan. La elaboración de un plan como tal es un proceso largo y complejo que requiere muchas horas de trabajo y programación por parte del departamento de equipos médicos. Un plan de capacitación está fundamentado en cuatro etapas de operatividad las cuales son:

1. Determinación de las necesidades de capacitación: El discernimiento de que el personal en un área de atención medica requiere de un apoyo de conocimientos con respecto a algún proceso o equipo (Artiaga, 1999).
2. Preparación de un plan de capacitación: La planificación de la fecha, hora, lugar y temática de una capacitación considerando las necesidades de atención de la sala y la demanda esperada para la fecha designada (Artiaga, 1999).
3. Ejecución del plan de capacitación: Donde el personal responsable de otorgar los conocimientos a los miembros de la sala lleva a cabo la enseñanza respetando la fecha y el tiempo establecido (Artiaga, 1999).
4. Evaluación y seguimiento del plan de capacitación: Se evalúa al personal posterior a la capacitación para corroborar que la información fue presentada de forma clara y asegurando que la capacitación cumplió su propósito designado (Artiaga, 1999).



**Ilustración 6: Ciclo de capacitación**

Fuente: (Artiaga, 1999)

### 3.2.5.1 Capacitaciones en el H.M.C.R

En el Hospital Dr. Mario Catarino Rivas existen dos formas actuales en las cuales se agendan capacitaciones para el personal de salud. La primera es cuando el encargado de área solicita una capacitación específica para el personal debido a una cantidad incrementada de fallos al utilizar las tecnologías que pudiesen poner en riesgo a los pacientes, a los equipos o incluso al mismo personal que las utiliza. La segunda variante de capacitación hacia el personal es cuando un equipo nuevo es adquirido por el hospital y es necesario enseñar al personal la forma correcta de utilizar el equipo. Las capacitaciones por lo general se llevan a cabo en el área donde fueron solicitadas. De momento no existe una agenda puntual ni un plan de capacitaciones programadas en el hospital, son eventos que se presentan de forma espontánea según las solicitudes de los encargados de área.

En el caso específico del Hospital Dr. Mario Catarino Rivas hay una forma adicional de capacitación que recae sobre las responsabilidades del departamento de biomédica. Esta toma lugar cuando el hospital realiza el préstamo de un equipo a un responsable de un paciente para uso externo de este equipo. El departamento de equipos médicos es, por ejemplo, responsable de capacitar a familiares de pacientes en el uso de concentradores de oxígeno cuando estos retiran este equipo del hospital. Las autoridades de la institución solicitan enfatizar a las personas la importancia de asegurarse que todas las acciones relacionadas al mantenimiento de estos equipos recaigan sobre

la unidad de equipos médicos del hospital. Estas capacitaciones usualmente se llevan a cabo en las oficinas de Bienes Nacionales.

### **3.3 ÁREAS DE UN HOSPITAL Y RESPECTIVO EQUIPO INTERVENIDO**

En el contexto de un hospital de especialidades como el Hospital Nacional Dr. Mario Catarino Rivas se encuentran diversas áreas de atención médica. Cada una de estas áreas se caracteriza por incluir diferentes tipos de atención y diferentes tecnologías sanitarias dentro de ellas.

#### 3.3.1 SALAS DE EMERGENCIAS

El área de emergencias es un área especializada en un hospital o centro médico designada a brindar atención médica inmediata a pacientes que cuenten con aflicciones medicas agudas que requieren una prioridad urgente de atención. El área se encuentra situada en la planta baja de los hospitales que tengan más de una planta debido a la relevancia que tiene el tiempo de atención en ella. Las áreas de emergencias están conectadas a el resto de áreas en un hospital y cuentan con su entrada propia separada de la entrada principal del hospital. Es un requerimiento que los hospitales cuenten con un espacio designado a brindar atención inmediata a urgencias (Gobierno de Canarias, 2021). Las salas de emergencias del Hospital Dr. Mario Catarino Rivas se dividen en servicios de emergencia de cirugía, emergencia de medicina interna (EMI), y emergencia pediátrica y estas cuentan con algunos equipos específicos a sus atenciones dentro de los cuales están incluidos:

- Desfibriladores
- Laringoscopios
- Electrocardiógrafos

##### *3.3.1.1 Desfibrilador*

Un desfibrilador se utiliza para la corrección de ritmo cardiacos en pacientes que padecen de arritmias potencialmente mortales, o ritmos cardiacos irregulares. Los desfibriladores pueden ser externos, con paletas para pacientes adultos o pediátricos que el personal médico de emergencias puede utilizar para suministrar la descarga, o internos e implantados de forma quirúrgica dentro del cuerpo del paciente.

Los desfibriladores funcionan mediante la administración de una descarga eléctrica controlada que es dirigida al corazón con el objetivo de interrumpir la arritmia y reestablecer el ritmo cardiaco a su estado convencional. Algunos desfibriladores combinan la función de monitor de ECG y la de desfibrilación en una sola unidad, la cual permite al operador rápidamente valorar y monitorizar el ECG y aplicar el pulso requerido de desfibrilación. Estos equipos de reanimación pueden funcionar conectados a una red de alimentación eléctrica o en modo batería (Orozco & Cardona, 2008).

El Hospital Dr. Mario Catarino Rivas cuenta con desfibriladores Mindray modelo BeneHeart D3 para todas sus áreas de emergencia. El personal de salud es instruido con respecto al uso correcto de los desfibriladores, indicando la relevancia de procurar el cuidado de las paletas retirables de adulto y pediátricas, la importancia de mantener los contactos limpios y promoviendo el cuidado del cableado de alimentación del equipo. Las salas mantienen los desfibriladores cargados a toda hora para permanecer listos para cualquier emergencia que pueda presentarse.

En el hospital los desfibriladores están agendados a mantenimientos preventivos de forma trimestral, comenzando desde el mes de febrero. El mantenimiento dado a estos equipos incluye limpieza de las paletas, y pruebas de usuario, convencionalmente incluidas dentro de la interfaz de usuario del equipo.



**Ilustración 7: Desfibrilador Mindray BeneHeart D3**

**Fuente: (Mindray, 2018)**

### 3.3.1.2 Laringoscopios

Un laringoscopio es un instrumento médico utilizado para visualizar las cuerdas vocales y la entrada a la tráquea durante la intubación endotraqueal, lo cual es un procedimiento realizado en las áreas de emergencia, anestesia general o cuidados intensivos asegurando la vía respiratoria del paciente a la hora de entubar para ventilación. Los laringoscopios están compuestos de la hoja que se introduce en la boca del paciente, y el mango que es el componente que sostiene la hoja y usualmente contiene la fuente de iluminación. El principio de funcionamiento de los laringoscopios se basa en proveer iluminación y visualización directa de la laringe. La hoja curva se introduce en la boca del paciente y se desplaza hacia la parte posterior de la garganta, lo que permite visualizar las cuerdas vocales y la entrada a la tráquea.

En el Hospital Dr. Mario Catarino Rivas se cuenta casi exclusivamente con laringoscopios marca Welch Allyn. Se capacita al personal con los cuidados básicos de los laringoscopios que consisten mayormente de asegurar su limpieza tanto en los contactos como en el lente de la hoja, para permitir la visualización clara a la hora de introducir el instrumento.

Los laringoscopios no se encuentran incluidos en la bitácora de mantenimiento preventivo en el hospital. Sin embargo, los mantenimientos correctivos más comunes para estos equipos consisten de la limpieza de los puntos de contacto, los cuales tienden a ensuciarse y evitar el paso de corriente directa proporcionada por las baterías, evitando así la iluminación.



**Ilustración 8: Kit de Laringoscopios Welch Allyn**

Fuente: (WelchAllyn, 2022)

### 3.3.1.3 Electrocardiógrafos

Un electrocardiógrafo, también conocido como ECG (o EKG) por sus siglas en inglés, es un equipo médico no invasivo utilizado para registrar la actividad eléctrica del corazón. El dispositivo utiliza pequeños contactos llamados electrodos que se colocan en el cuerpo del paciente en posiciones específicas para detectar la actividad eléctrica del corazón y representarlos de forma visual en las ondas de derivación en la pantalla. Los ECGs son equipos de diagnóstico que proporcionan información acerca de la función cardiaca como el ritmo cardiaco, la frecuencia cardiaca y la regularidad de latidos en el corazón (BPM por sus siglas en ingles). Las ondas de ECG se mueven a una velocidad de 25 mm/seg. El tiempo es plasmado en el eje x de la gráfica consecuyente, y el voltaje es plasmado en el eje y (Sattar & Chhabra, 2023).

En las áreas de emergencias del Hospital Dr. Mario Catarino Rivas los dos modelos más abundantes de ECG son el CM1200 de la marca COMEN, y el modelo BeneHeart R12 de la marca Mindray. Estos equipos de monitoreo son encontrados abundantemente en la torre de hospitalización del hospital. Una gran parte de los mantenimientos correctivos propios a estos equipos, incluyen la limpieza de los contactos y las ventosas, así como pruebas de funcionamiento con simulador de paciente. Los electrocardiógrafos están incluidos en la bitácora de mantenimiento preventivo de la unidad de equipos médicos, y tienen una periodicidad semestral en su agenda.



**Ilustración 9: ECG COMEN CM1200**

Fuente: (COMEN, 2019)

### 3.3.2 UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS

Las unidades de cuidados intensivos (UCI) son áreas hospitalarias que ofrecen servicios diseñadas para sostener las funciones vitales de pacientes en estado de salud crítico, y son centralizadas en torno a la recuperación.

Las unidades de cuidados intensivos son lugares fundamentales donde se realiza la labor de la medicina intensiva. Se trata de un servicio central que presta asistencia a los pacientes en íntima colaboración con los servicios del área de emergencias. El concepto actual de terapéutica intensiva comprende la aplicación sistémica de las múltiples posibilidades terapéuticas modernas que se utilizan en situaciones de peligro para la vida, lo que supone las sustituciones temporales de las funciones orgánicas alteradas o suprimidas, sin abandonar el tratamiento simultáneo de la enfermedad base que es la responsable de dar lugar a estos trastornos (Cruz, 1992).

En Hospital Dr. Mario Catarino Rivas las UCI están divididas según el tipo de paciente. Se cuenta con una unidad de cuidados intensivos para adultos (UCIA), una unidad de cuidados intensivos pediátricos (UCIP) y dos unidades de cuidados intensivos neonatales (UCIN A & UCIN B) equipados con tecnologías sanitarias pertinentes a los servicios de cuidados intensivos como, por ejemplo:

- Ventiladores Mecánicos
- Bombas de Infusión
- Incubadoras Neonatales

#### *3.3.2.1 Ventilador Mecánico*

Un ventilador mecánico es un equipo médico de soporte vital utilizado para brindar un tratamiento que consiste de una mejora en el intercambio de aire y oxígeno y se alivia la responsabilidad respiratoria a los pacientes, siendo estos equipos diseñados para brindar asistencia en la ventilación y oxigenación. El equipo suministra una mezcla específica de gases al paciente, regulando parámetros propios de la respiración como volumen, presión, flujo y tiempo específicamente establecidos según el caso del paciente.

El ventilador mecánico otorga un resumen de valores detectados además de los valores regulados, para monitorear a detalle los comportamientos y patrones de respiración de los pacientes apoyando al personal de salud con indicadores visuales y en muchos casos gráficos. Existen ventiladores de modalidad portátil y de modalidad convencional.

Los ventiladores mecánicos pueden contar con la capacidad de entregar medicación suministrada por vía inhalatoria ya sea con sistemas nebulizadores o por inhaladores conectados al sistema. El objetivo de la ventilación mecánica es dar soporte a la función respiratoria hasta la reversión parcial o total de la causa que originó la disfunción respiratoria en primer lugar (Gutiérrez Muñoz, 2011).

Las áreas de UCI en el Hospital Dr. Mario Catarino Rivas cuentan con múltiples ventiladores mecánicos. La cantidad de ventiladores mecánicos superan, duplicando o triplicando el número de camas de las áreas debido a la prioridad de respaldo que tienen. Las marcas de mayor abundancia en el inventario del hospital son MEKICS con sus modelos EVO 5 y EVO 2, y la marca Dräger con sus modelos Savina y Savina 300. El personal médico es capacitado con respecto a el ensamblaje correcto de las válvulas espiratorias de los ventiladores, y las conexiones correctas de los circuitos. En la bitácora de mantenimiento preventivo de la unidad de biomédica, los ventiladores mecánicos tienen una periodicidad trimestral para sus mantenimientos preventivos, iniciando a partir del mes de marzo del año 2024. Estos mantenimientos incluyen limpieza de sus filtros, y calibraciones de sus ganancias.



**Ilustración 10: Ventilador Mecánico MEKICS EVO 5**

**Fuente: (MEKICS, 2022)**

### *3.3.2.2 Bombas de Infusión*

Las bombas de infusión son dispositivos que generan presión positiva a un líquido o medicamento utilizando energía artificial a una razón de flujo constante y exacta por vía subcutánea o intravenosa. Las bombas de infusión cumplen una variedad de objetivos con este principio de funcionamiento, siendo capaces de medicar pacientes, hidratar pacientes y reemplazar sangre perdida en pacientes.

Las bombas de infusión se clasifican principalmente de acuerdo a su funcionamiento, o la manera en la cual ejercen la presión positiva. Algunos tipos notables incluyen las bombas de infusión peristálticas, volumétricas y las de jeringa. Sin embargo, también se pueden clasificar según su mecanismo de cerrado de venoclisis, ya que algunas cuentan con una compuerta mecánica o eléctrica y otras únicamente cuentan con un brazo que realiza presión sin tener ningún tipo de puerta. Las bombas de infusión convencionalmente incluyen dos tipos de sensores internos, un sensor para detectar burbujas de aire en el venoclisis y proteger al paciente, y otro sensor de oclusión que detecta la presión ejercida de forma interna en el venoclisis, indicando cualquier tipo de obstrucción u oclusión que impida el paso del líquido que se infunde.

El Hospital Nacional Dr. Mario Catarino Rivas tiene una amplia variedad de bombas de infusión en sus áreas de emergencia y de cuidados intensivos. Comúnmente son reportadas al departamento de equipos médicos presentando supuestas fallas, que provienen realmente de errores de usuario. En la actualidad las salas del hospital han solicitado fuertemente que el departamento de equipos médicos ofrezca capacitaciones de usuario para estos equipos. Algunas de las marcas más comúnmente encontradas de bombas de infusión en el hospital son Medcaptain, Sinohero, Enmind, Kellymed, y Mindray. Las bombas de infusión tienen una periodicidad trimestral para sus mantenimientos preventivos según la bitácora desarrollada por la unidad de equipos médicos en el hospital. El cumplimiento de esta meta de mantenimiento preventivo se ve obstaculizado debido a el permanente uso de algunos de estos equipos según la constante demanda que recae sobre el hospital. Los mantenimientos preventivos en su mayoría consisten de pruebas de funcionamiento, limpieza de la carcasa y de los sensores de oclusión y

de burbuja de los equipos, y calibraciones para compensar antigüedad. Las bombas de infusión son el equipo médico de mayor abundancia en el hospital.



**Ilustración 11: Bomba de infusión Medcaptain MP-60**

Fuente: (Medcaptain Medical Technology, 2023)

### 3.3.2.3 Incubadoras Neonatales

Una incubadora neonatal es un dispositivo médico utilizado para generar un ambiente en el que se controlan diferentes variables importantes para el desarrollo de los recién nacidos. Cada uno de los componentes mecánicos y físicos que forman la incubadora y los sensores de la misma encargados de medir las diferentes variables de los pacientes deben estar sincronizados y en funcionamiento perfecto para crear un microambiente para neonato que no tenga alteraciones. Sus partes fundamentales son la cúpula y el chasis. La cúpula de una incubadora es esencial para mantener los medios necesarios para el neonato, y el chasis contiene la fuente de poder y los sensores que alertan las fallas del equipo para la protección del paciente (Restrepo Perez et al., 2007). El principio de funcionamiento básico de una incubadora neonatal es fomentar el desarrollo correcto de los recién nacidos, simulando un microambiente adecuado que se asemeje al del útero materno. Estas incubadoras usualmente cuentan con regulación manual y automática de la temperatura, la cual utiliza sensores para monitorear si el paciente neonato se encuentra a temperatura correcta.

En el Hospital Dr. Mario Catarino Rivas se cuenta con incubadoras para las dos UCI neonatales existentes. Las indicaciones dadas al personal son de verificar fallas en la temperatura y humedad de la incubadora, y de dar prioridad a cualquier alarma que el equipo pueda presentar y contactar

al departamento de equipos médicos. Errores frecuentes de las incubadoras están vinculados a la parte de monitorización del equipo debido a fallo en los sensores. Cabe recalcar que las incubadoras son equipos sin mucha prevalencia en los reportes recibidos de las unidades de UCI neonatales debido a la alta demanda de espacio que hay para neonatos en el hospital. Las incubadoras más prevalentes en el hospital son las incubadoras marca Dräger modelo Babytherm 8004. Estos equipos se encuentran incluidos dentro de la bitácora de mantenimiento preventivo en el hospital, con periodicidad de mantenimiento trimestral de acuerdo a su complejidad. El mantenimiento preventivo de estos equipos es un reto ya que como se ha mencionado anteriormente, la demanda de pacientes neonatales en cuidados intensivos es bastante alta, dejando muy poco espacio de tiempo libre a una incubadora una vez esta se desocupa.



**Ilustración 12: Incubadora Dräger Babytherm 8004**

**Fuente: (Dräger, 2023)**

### 3.3.3 SALA DE OPERACIONES

Las salas de operaciones o quirófanos, son áreas designadas para la labor específica de la realización de procedimientos quirúrgicos. Estas salas suelen estar equipadas con tecnología médica avanzada de monitorización, asociada con procedimientos quirúrgicos y de soporte vital para procurar la seguridad del paciente durante estos procedimientos quirúrgicos. La sala de operaciones está entrelazada fuertemente con la esterilización de los espacios, contando con

múltiples estaciones de lavado de manos para el personal médico, quirófanos con esquinas curvas, protocolos estrictos de esterilidad y limpieza, y climatización fría y constante, todo esto para evitar la propagación de bacterias o elementos antisépticos debido al riesgo de los procedimientos realizados en ellas.

Las salas de operaciones son un área hospitalaria que permanece en continua evolución a nivel mundial debido a la promoción de los cumplimientos con las normativas de salubridad y esterilización. Estas salas implican un alto costo de inversión para los hospitales que se ve incrementado con el tiempo debido a los crecimientos en población mundial y las nuevas prácticas de cirugía. En la actualidad los hospitales prefieren optar por la adaptabilidad y el incremento de la productividad de los espacios con los que ya cuentan, por encima de la construcción de nuevas unidades de quirófanos (Marjamaa, Vakkuri, & Krivelä, 2008).

En el Hospital Dr. Mario Catarino Rivas la sala de operaciones tiene una alta prioridad para el departamento de equipos médicos debido a la complejidad de los procedimientos realizados y a los costos elevados de los equipos encontrados en el área. Algunos de los equipos notorios utilizados por el personal de quirófanos en el hospital incluyen:

- Electrocauterios
- Monitores de Signos Vitales
- Máquinas de Anestesia

#### *3.3.3.1 Electrocauterio*

Los electrocauterios son equipos médicos utilizados en cirugías para cortar tejidos humanos o coagular sangre mediante el uso de corrientes eléctricas de alta frecuencia. Los electrocauterios cuentan con una fuente de energía eléctrica aplicada a través de un electrodo aislado comúnmente llamado "*pluma*" por el personal, que realiza incisiones o coagula vasos sanguíneos durante cirugías. El principio de funcionamiento se apoya del calor generado por estas corrientes a alta frecuencia, tanto para las incisiones como para la coagulación o cauterización.

En el Hospital Dr. Mario Catarino Rivas, se cuenta con 15 electrocauterios en la sala de operaciones, los cuales suelen ser reportados por errores pertinentes a la placa de retorno. El taller de biomédica repara y elabora placas de retornos para estos equipos, son probados y luego

entregados a las salas para su puesta en marcha. El más común de estos equipos en el hospital es la Unidad Electro Quirúrgica Citadel 180 de la marca Avante. Los electrocauterios se encuentran incluidos en la agenda de mantenimientos preventivos desarrollada por la unidad de biomédica. Su periodicidad es trimestral comenzando a partir del mes de enero. Los mantenimientos preventivos del equipo incluyen pruebas de funcionamiento y pruebas de las placas de retorno.



**Ilustración 13: Unidad Electro Quirúrgica Citadel 180 Avante**

**Fuente: (Avante Health Solutions, 2024)**

### *3.3.3.2 Monitor de Signos Vitales*

Los monitores de signos vitales son equipos de diagnóstico que, por medio de una variedad de sensores, indican los parámetros o signos vitales de los pacientes, permitiendo que el personal médico monitoree el estado del paciente. Convencionalmente estos equipos se acompañan de módulos de sensores, y los más comunes son sensores de ECG, sensor de SpO<sub>2</sub>, sensor de temperatura, y medición de presión invasiva y no invasiva. Los monitores de signos vitales han evolucionado para ser equipos cada vez más compactos, debido a la importancia de medir estos parámetros biomédicos en cualquier momento y lugar (Rebolledo, 2016).

En el Hospital Dr. Mario Catarino Rivas se manejan una variedad de monitores de signos vitales en todas las áreas del hospital. Los monitores de signos vitales son junto a las bombas de infusión los equipos médicos más abundantes en el hospital. Se reportan con frecuencia debido a la falta de sensores, ya que errores de usuario concluyen en que estos se averíen o rompan. Se recalca al personal médico procurar el cuidado de los sensores de estos equipos, y manejarlos con cuidado a la hora de retirarlos de sus puertos del monitor. Mindray y General Electrics son

dos de las muchas marcas que se ven representadas en los monitores de signos vitales a lo largo del hospital. Los monitores de signos vitales se encuentran dentro de la bitácora de mantenimiento preventivo de la unidad de equipos médicos con periodicidad semestral comenzando a partir del mes de febrero. Las calibraciones y pruebas de funcionamiento de estos equipos son realizadas con un simulador de paciente con el que cuenta la unidad de biomédica. De no ser posibles las pruebas con el simulador de paciente, se acude al método poco convencional de probar medir los parámetros de la persona realizando el mantenimiento.



**Ilustración 14: Monitor de Signos Vitales General Electrics B40**

**Fuente: (General Electrics Healthcare, 2024)**

### *3.3.3.3 Máquina de Anestesia*

La máquina de anestesia es un equipo de soporte vital que permite la administración de gases médicos o gases anestésicos por inhalación durante procedimientos quirúrgicos u otros procedimientos médicos. El equipo está diseñado para suministrar una mezcla controlada de gases anestésicos junto con aire y oxígeno manteniendo al paciente en estado de anestesia durante el procedimiento que se está llevando a cabo. La máquina recibe los dos gases básicos en oxígeno y el gas anestésico, que están comprimidos en líneas de suministro o cilindros, y otorga una mezcla de composición exacta y flujo exacto. Las máquinas de anestesia modernas también incorporan sistemas de seguridad diseñados para evitar la entrega de una mezcla hipóxica al circuito de paciente. Estas medidas de seguridad incluyen alarmas de baja presión de suministro de oxígeno, sistema de desactivado del sensor de presión, y sistemas de proporción de gases (Eisenkraft, 2013).

En el Hospital Dr. Mario Catarino Rivas se cuenta con 15 máquinas de anestesia en el área de quirófanos. De todas las máquinas, 7 son del modelo Aespire View de la marca General Electric, y la más nueva, ingresada al hospital en 2023 es la maquina Dräger modelo Fabius GS. El personal fue capacitado en 2023 con el uso correcto de la máquina de anestesia, que cuenta con una interfaz digital y con las perillas reguladoras de gases que muestran el suministro de cada gas de forma digital en la interfaz. El personal recibió instrucción del departamento con respecto al correcto armado del circuito de paciente, y hubo un momento designado a preguntas de parte del personal de quirófanos. Las máquinas de anestesia de la sala de quirófanos se encuentran incluidas en la bitácora de mantenimiento preventivo de biomédica, con periodicidad trimestral para sus mantenimientos programados, comenzando a partir del mes de marzo.



**Ilustración 15: Máquina de Anestesia Dräger Fabius GS Premium**

**Fuente: (Dräger, Dräger Fabius GS Premium, 2024)**

## IV. DESARROLLO

### 4.1 SEMANA 1 (15 – 19 DE ENERO)

#### 4.1.1 OBJETIVOS

- Realizar mantenimientos preventivos a equipos médicos asignados al mes de enero en la bitácora de mantenimiento.
- Brindar mantenimiento correctivo a equipos médicos reportados a la unidad de equipos médicos.
- Revisar ventiladores mecánicos en espera de inspección en las unidades de cuidados intensivos.

#### 4.1.2 INTRODUCCIÓN

En la primera semana del tiempo establecido para la práctica profesional, se llevaron a cabo múltiples actividades con respecto a el servicio que debe brindar un ingeniero biomédico a una unidad de equipos médicos hospitalaria. Los encargados de la unidad brindaron una inducción acerca del nuevo protocolo de mantenimiento preventivo que se implementaría en el hospital por primera vez y tendría un alto nivel de prioridad en la lista de tareas del practicante.

#### 4.1.3 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

<b>Semana 1 (Enero 15 - 19)</b>				
<b>Fecha</b>	<b>Actividad Realizada</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>Horas</b>	<b>Responsables</b>

<p><b>15/1/2024</b></p>	<p>Dos mangos de laringoscopio fueron reportados por la sala de emergencia de pediatría como en mal estado. Los laringoscopios fueron revisados y desarmados para llevar a cabo una limpieza y probar su funcionamiento, bajo la suposición de que la suciedad podía estar interrumpiendo los contactos de los mangos, evitando que la corriente directa de las baterías lograra encender las fuentes de luz.</p>	<p>Las baterías fueron revisadas con un multímetro para comprobar si aún suministraban el voltaje necesario. Los mangos funcionaron correctamente y fueron entregados. Es necesario limpiar los laringoscopios con regularidad debido a su común exposición a fluidos corporales. Siempre deben revisarse las baterías como primer paso.</p>	<p>3</p>	<p>Yoshiaki Suguiyama</p>
<p><b>15/1/2024</b></p>	<p>El departamento de biomédica empezó a implementar un protocolo de mantenimiento preventivo a partir del mes de enero 2024. Se realizó un mantenimiento preventivo para un electrocardiógrafo de la sala de Medicina de Hombres. Este consistió de una limpieza interna y externa del equipo y una prueba de funcionamiento del ECG, sus electrodos, sus ventosas, y todos los botones y puertos del equipo, mientras se llenaba simultáneamente el formato de mantenimiento preventivo pre-establecido.</p>	<p>El personal comentó que el equipo tenía problemas en algunas ocasiones al encenderse, y se encontró durante la limpieza que una batería en la placa interna se encontraba obstruida por residuos de humedad. Se recomendó al personal de la sala que el ECG se mantuviera en un espacio limpio cuando no esté en uso.</p>	<p>3</p>	<p>Yoshiaki Suguiyama, Thelma Argueta</p>

<b>15/1/2024</b>	El departamento de almacén informo a biomédica de un lote de sensores de SpO2 que habían sido recibidos.	Se tomaron fotografías de los sensores y de su conexión a los adaptadores para los monitores de signos vitales, para informar a las salas que los necesitan que están disponibles.	2	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar
<b>16/1/2024</b>	<p>Un ventilador mecánico MEKICS EVO 5 de Neonatos A fue reportado por no pasar las calibraciones iniciales necesarias para poner el equipo en marcha. En la calibración inspiratoria-espíratória, el ventilador indicaba aire insuficiente. El ventilador fue llevado al taller de biomédica para su revisión. Según lo impartido por los jefes del departamento de biomédica, se consideró revisar si el equipo contaba con alguna fuga en los puertos de oxígeno o aire medicinal. Luego se revisaron los filtros de alto impacto en las entradas de oxígeno y aire. Finalmente, durante una limpieza y revisión interna del equipo, el depósito del filtro del mezclador fue encontrado, con el filtro como tal conteniendo mucha suciedad acumulada impidiendo el paso del aire. Se utilizaron cotonetes y limpiador de contactos para limpiar el filtro.</p>	El equipo paso las calibraciones y fue entregado a la sala en estado funcional. Se lijaron los pistones dentro de las válvulas solenoides para evitar fricciones que pudiesen afectar la acción de la electroválvula. La ubicación de este filtro fue descubierta de forma prácticamente accidental al desarmar el ventilador. Su limpieza, y el cuidado de los pistones de las electroválvulas fue incorporada al formato de instrucción para los mantenimientos preventivos de ventiladores mecánicos.	4	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar

<b>16/1/2024</b>	Al entregar el ventilador mecánico a Neonatos A, otro ventilador mecánico MEKICS EVO 5 fue reportado para revisión en sala. El reporte por el personal fue que no contaba con la gráfica en el interfaz de usuario, con la que el personal estaba familiarizado.	Se realizaron calibraciones y pruebas de funcionamiento, y el equipo funcionaba. Las gráficas presentadas en pantalla fueron corregidas a la distribución habitual para la sala y el equipo fue entregado funcional.	3	Yoshiaki Suguiyama
<b>16/1/2024</b>	La CEYE reporto a biomédica que una de sus autoclaves Maticana Serie 1000 tuvo un error en el ciclo producto de un corte de la energía eléctrica en el hospital debido a un cambio de línea. El personal reporto que el equipo se detuvo a mitad de ciclo y la compuerta se abrió, dejando salir una parte del vapor contenido dentro de la recamara. El personal compartió su teoría de que la pausa en el ciclo pudo haber movido los empaques de la compuerta de la recamara.	Los empaques de la autoclave fueron insertados correctamente y el equipo permitió completar un ciclo de esterilización de prueba. El equipo fue reportado como funcional. Se tomó nota de que cualquier interrupción en los suministros de aire, agua, o energía eléctrica ameritan una visita a CEYE para corroborar que las autoclaves no presenten anomalías debido a estos eventos espontáneos.	3	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar
<b>17/1/2024</b>	Siguiendo el protocolo de mantenimiento preventivo, se realizó un mantenimiento preventivo a un ECG pertinente a Emergencia de Pediatría.	Se siguió el formato de pruebas de funcionamiento y limpieza interna y externa. El equipo fue regresado a enfermería.	3	Yoshiaki Suguiyama

<b>17/1/2024</b>	Un ventilador mecánico MEKICS EVO 5 de UCI A fue reportado por no entregar el volumen tidal programado en el equipo. Se realizaron todas las limpiezas a los filtros y válvulas solenoide. El ventilador aun otorgaba un menor volumen al analizador, que el reportado según el mismo equipo. Se realizó una exhaustiva revisión del interior del ventilador para comprobar la existencia de alguna fuga.	Después de una extensa limpieza y revisión se concluyó que el equipo contaba si un error inherente al funcionamiento de una de sus placas. Se planifico una inspección cruzada del equipo con UCI A, en la cual se tomaría la placa de un ventilador mecánico en mal estado y se probaría en el ventilador mecánico con este error.	5	Yoshiaki Suguiyama
<b>18/1/2024</b>	El ventilador mecánico visto el día anterior fue transportado a UCI A. Se encontró un ventilador que no había estado en uso por un tiempo, y se consideró por la licenciada en enfermería como un candidato para el intercambio de placas. Ambos equipos fueron limpiados profundamente, y probados. Al concluir que los errores seguían en pie, las placas fueron intercambiadas en ambos equipos.	Uno de los ventiladores quedo operando correctamente y fue entregado a enfermería en buen estado. La solucion ideal es contactar al proveedor para que se realiza la compra de los repuestos necesarios al equipo, o se actualice el software del mismo. Problemas de contacto con el proveedor de los ventiladors mecanicos MEKICS causaron que se optara por esta solucion momentanea.	5	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar
<b>18/1/2024</b>	Se apoyó con la digitalización de órdenes de trabajo realizadas en físico, pero no ingresadas al	Se digitalizaron ordenes pendientes al sistema.	3	Yoshiaki Suguiyama

	registro digital del departamento.			
<b>19/1/2024</b>	Se apoyó con la digitalización de órdenes de trabajo realizadas en físico, pero no ingresadas al registro digital del departamento.	Se digitalizaron ordenes pendientes al sistema.	4	Yoshiaki Suguiyama
<b>19/1/2024</b>	La unidad de cuidados intensivos pediátricos (UCIP) reporto un monitor de signos vitales General Electrics que no media presión arterial no invasiva (PANI) y no inflaba el brazalete para nada. La inspección del equipo tomo lugar en sala, y fue solicitado llevar el equipo al taller para darle un apropiado mantenimiento correctivo. Desarmar el equipo tomo tiempo debido a dificultades con retirar el equipo de su atril. La placa acoplada al monitor tenia fricción con el atril evitando que esta pudiese deslizarse para retirarlo.	Al lograr retirarlo el equipo fue revisado, comprobando el funcionamiento del motor encargado de bombear aire a la manguera de PANI. No se encontró solución inmediata para el problema.	4	Yoshiaki Suguiyama

**Tabla 3: Actividades Semana 1**

**Fuente: Autoría Propia**

#### 4.1.4 ANEXOS SEMANALES



**Ilustración 16: Mango de Laringoscopio**

**Fuente: Autoría Propia**



**Ilustración 17: Sensor SpO2 en Almacen**

**Fuente: Autoría Propia**



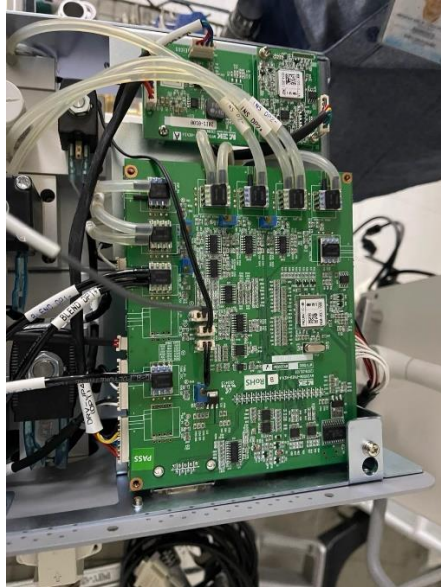
**Ilustración 18: Ventilador Mecánico MEKICS EVO 5**

**Fuente: Autoría Propia**



**Ilustración 19: Autoclave Matachana Serie 1000 en Primera Visita a CEYE**

**Fuente: Autoría Propia**



**Ilustración 20: Placa de Medición Ventilador MEKICS EVO 5**

**Fuente: Autoría Propia**

## **4.2 SEMANA 2 (22-26 DE ENERO 2024)**

### 4.2.1 OBJETIVOS

- Reparar equipo médico reportado con fallas al departamento.
- Completar la agenda de mantenimiento preventivo estipulada para el mes de enero.
- Brindar la inducción del departamento a las pasantes de UNITEC.

### 4.2.2 INTRODUCCIÓN

La segunda semana de la práctica profesional se realizaron múltiples actividades de servicio técnico. Se aumentó la prioridad del mantenimiento preventivo debido a la extensa lista de equipos designados al mes de enero. El practicante llevo a cabo múltiples pruebas de funcionamiento, calibraciones y mantenimientos correctivos a equipo reportado por el personal de salud.

### 4.2.3 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO

**Semana 2 (Enero 22 - 26)**

<b>Fecha</b>	<b>Metodología de la Actividad</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Horas</b>	<b>Responsables</b>
<b>22/1/2024</b>	Se realizó a una visita a la central de tratado de agua que se encuentra ubicada sobre la CEYE. El propósito de la visita fue verificar que todo estuviese funcional, ya que la autoclave había presentado problemas, y el día previo se había cortado el suministro de agua.	Todo se encontraba funcional en la central de tratamiento de agua.	1	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar
<b>22/1/2024</b>	La CEYE reporto fallas en la autoclave STERIS AMSCO600 en su compuerta. También mostraba un error de temperatura. Se revisó la unidad de tratamiento de agua en la parte superior a la CEYE.	Se limpió el filtro de la cámara y se limpiaron los empaques y se posicionaron correctamente. Al realizar un ciclo de prueba, el equipo se reportó como en buen estado.	3	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar

<b>22/1/2024</b>	<p>Un monitor de Signos Vitales General Electrics fue reportado por UCIP por no medir PANI. El brazaete no inflaba, y no se medía nada en el monitor. Se realizaron pruebas en la sala, y posteriormente se llevó el equipo al taller para llevar a cabo su mantenimiento correctivo. Al desarmar el monitor para poder visualizar sus partes internas, fue aparente que el monitor cuenta con un módulo interno al que van conectados todos sus sensores. Dentro de este módulo, se encuentran el motor y el pistón responsables de bombear aire para inflar el brazaete de la PANI. Los monitores marca General Electrics tienen la particularidad de utilizar mangueras de presión arterial, de doble tubo. Uno de estos tubos sirve como suministros de aire desde la bomba hasta el brazaete, mientras que el otro tubo es el retorno por el cual el aire sale del brazaete.</p>	<p>Después de una profunda revisión del pistón, el motor, su funcionamiento y sus cables de suministro de voltaje, revisando el retorno fue revelado que una válvula check que se encontraba difícil de visualizar en primera instancia, estaba quebrada en 2. El aire suministrado por la bomba, salía inmediatamente por la división en esa válvula en el retorno. La válvula fue cambiada y el monitor se encontraba en buen estado.</p>	3	Yoshiaki Suguiyama
<b>22/1/2024</b>	<p>Al entregar el Monitor GE en UCIP, se solicitó la revisión en sala de un ventilador MEKICS EVO 5 que reportaba aire insuficiente en su primera calibración.</p>	<p>El filtro del mezclador fue limpiado por completo, y se lijaron los interiores de las electroválvulas de oxígeno y aire. El ventilador se entregó en buen estado y funcional.</p>	3	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar

<b>23/1/2024</b>	Un monitor de signos vitales VTRUST de UCIP presentaba un problema con su manguera de PANI. El seguro de la manguera se había atascado y esta salía fácilmente de su puerto en el monitor.	Se encontró un seguro nuevo, y se reemplazó en la manguera de PANI. Se realizaron pruebas y el monitor realizaba la medición de la presión arterial no invasiva de forma exitosa. El equipo fue llevado de nuevo a UCIP y puesto en marcha.	1	Yoshiaki Suguiyama
<b>23/1/2024</b>	Neonatos A solicito que biomédica fuera a la sala para recibir equipos necesitado de mantenimiento correctivo. Se recibieron 2 bombas de infusión Medcaptain, 1 bomba de infusión Enmind, y 1 bomba de infusión Biocare y 1 monitor de signos vitales Biocare sin sensor SpO2.	Los equipos fueron trasladados al taller. Una bomba de infusión Medcaptain y la bomba de infusión Enmind se encontraban en buen estado y sin problemas, al ser llevadas al taller y evaluadas.	1	Yoshiaki Suguiyama
<b>23/1/2024</b>	En el taller se recibió un pulsioxímetro de Maternidad. La sala reporto que el pulsioxímetro no funcionaba y olía a quemado.	Se revisó el pulsioxímetro y se concluyó que las baterías simplemente estaban puestas al revés.	1	Yoshiaki Suguiyama
<b>23/1/2024</b>	Se recibió a visita de proveedor PROMED quien fue al área de endoscopia a revisar los colonoscopios	La visita requería de supervisión de parte del departamento de biomédica. Se llevó a cabo, y el proveedor examino los colonoscopios tomando nota de sus datos.	3	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar

<b>23/1/2024</b>	Emergencia de Medicina Interna reporto un par de mangos de laringoscopio que no se encontraban funcionales.	Se realizó una limpieza profunda de todos los contactos en ambos mangos de laringoscopio, y se cambiaron las baterías. Ambos mangos se entregaron en estado funcional.	2	Yoshiaki Suguiyama, Thelma Argueta
<b>24/1/2024</b>	Se recibieron las participantes de pasantía de UNITEC en el hospital. Se les dio una inducción del departamento de biomédica y un recorrido por el hospital.	La asignación incluía procurar que las estudiantes participantes de la pasantía logaran ser de apoyo para el departamento y conocieran el hospital.	4	Yoshiaki Suguiyama
<b>24/1/2024</b>	Se realizó el mantenimiento preventivo de bombas de infusión recibidas de Neonatos A.	Se llevó a cabo mantenimiento preventivo y se capacito a los nuevos miembros de apoyo en biomédica con respecto a mantenimientos preventivos.	4	Yoshiaki Suguiyama
<b>25/1/2024</b>	Un mezclador de gases fue entregado de parte de Neonatos A al taller para su reparación. La perilla del mezclador se encontraba en mal estado.	Se realizó una búsqueda de una perilla de mezclador en el almacén de equipos médicos. Se encontraron 2 perillas compatibles con lo necesario para el mezclador.	3	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar

<b>25/1/2024</b>	Se llevó a cabo mantenimiento correctivo para múltiples bombas de infusión y monitores de signos vitales de Emergencia de Medicina Interna.	Se realizaron pruebas y calibraciones de múltiples equipos. Las bombas de infusión únicamente requerían calibración, mientras que los monitores de signos vitales se encontraron en necesidad de sensores.	5	Yoshiaki Suguiyama
<b>26/1/2024</b>	Se apoyó con la digitalización de órdenes de trabajo realizadas en físico, pero no ingresadas al registro digital del departamento.	Se digitalizaron ordenes pendientes al sistema.	4	Yoshiaki Suguiyama
<b>26/1/2024</b>	Una bomba de infusión ENMIND de las previamente entregadas por Emergencia de Medicina Interna fue probada y se encontraba en mal estado, presentando "Error de burbuja" e impidiendo la infusión. Se solicitó revisar los sensores de burbuja de aire de la bomba de infusión.	Se desarmo la bomba de infusión, y se tomaron los sensores de otra bomba del mismo modelo para realizar un cambio de sensores. Los sensores de reemplazo no se encontraban funcionales por lo que se recibió la instrucción de la encargada de realizar el descarte del equipo.	4	Yoshiaki Suguiyama

**Tabla 4: Actividades Semana 2**

**Fuente: Autoría Propia**

#### 4.2.4 ANEXOS SEMANALES



**Ilustración 21: Autoclave Steris en visita a CEYE**

**Fuente: Autoría Propia**



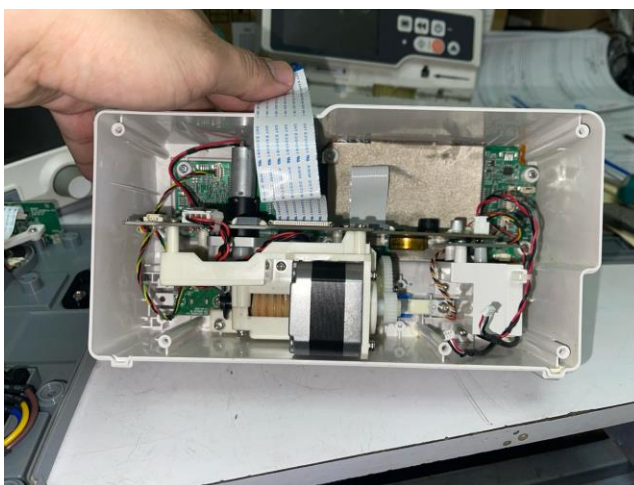
**Ilustración 22: Modulo de Paramteros en Monitor de Signos Vitales GE B125**

**Fuente: Autoría Propia**



**Ilustración 23: Equipos Medicos Entregados Por Neonatos A**

**Fuente: Autoría Propia**



**Ilustración 24: Interior de Bomba de Infusion Enmind con Falla de Sensor de Burbuja**

**Fuente: Autoría Propia**

### **4.3 SEMANA 3 (29 DE ENERO – 2 DE FEBRERO DE 2024)**

#### **4.3.1 OBJETIVOS**

- Desarrollar ficha de especificaciones técnica para adquisición de repuestos.
- Realizar pruebas de funcionamiento a ECG con antigüedad en el taller de biomédica.
- Brindar mantenimiento preventivo a bombas de infusión en el último plazo de tiempo de enero.

#### 4.3.2 INTRODUCCIÓN

En la tercera semana de la práctica profesional, se aprovechó el apoyo de las estudiantes participantes en pasantía de UNITEC en el hospital para acelerar el cumplimiento de la meta del mantenimiento preventivo para el mes de enero, y para la iniciación del mismo para el mes de febrero. Así mismo, se atendieron solicitudes recurrentes de los departamentos de EMI debido a equipos pendientes de mantenimiento correctivo y de Urología debido a unos lentes de cistoscopio.

#### 4.3.3 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

<b>Semana 3 (Enero 29 - Febrero 2)</b>				
<b>Fecha</b>	<b>Metodología de la Actividad</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Horas</b>	<b>Responsables</b>
<b>29/1/2024</b>	Se desarrolló mantenimiento preventivo a bombas de infusión que se encontraban en el taller y que habían sido reportadas como averiadas pero se encontraban funcionales.	Se limpiaron los equipos de forma interna y externa, probando su funcionamiento y llenando los respectivos formatos de mantenimiento preventivo.	3	Yoshiaki Suguiyama
<b>29/1/2024</b>	Un ventilador mecánico MEKICS EVO 5 de UCI A contaba con una diferencia entre el volumen tidal detectado por el equipo, y el volumen tidal detectado con el analizador FLUKE.	Se realizó una prueba de inspección cruzada en las placas de los ventiladores encargadas de los valores detectados, entre el ventilador reportado y otro que se encontraba en fuera de servicio. La prueba no fue exitosa, y ambos ventiladores mecánicos fueron apartados para descarte.	5	Yoshiaki Suguiyama

<b>30/1/2024</b>	<p>Un monitor de signos vitales GE B40 de Emergencia de Medicina Interna se encontraba no funcional por falta de sensores y por qué la pantalla LCD no encendía.</p> <p>Se llevó a cabo mantenimiento correctivo del equipo. Se revisó el equipo internamente, y se limpiaron los contactos relacionados al módulo LCD.</p>	<p>Al realizar las pruebas posteriores se comprobó que la pantalla si encendía, sin embargo, tenía un alto nivel de opacidad y era difícil visualizar la interfaz. Se realizó un intento de reemplazar la pantalla con la de otro monitor en mal estado en el taller, pero después de una exhaustiva búsqueda, ningún monitor del mismo modelo fue encontrado. Se intentó realizar un cambio con otro monitor de signos vitales de la marca GE, pero las conexiones eran completamente diferentes. Se realizaron especificaciones técnicas para el equipo y todos sus sensores para su compra, y todo fue entregado a la encargada de Emergencia de Medicina Interna.</p>	8	Yoshiaki Suguiyama
<b>31/1/2024</b>	<p>Se continuo con la agenda de mantenimiento preventivo en UCI Adultos. Se realizó mantenimiento preventivo de múltiples bombas de infusión en la sala.</p>	<p>Se limpiaron los equipos de forma interna y externa, probando su funcionamiento y llenando los respectivos formatos de mantenimiento preventivo.</p>	8	Yoshiaki Suguiyama
<b>1/2/2024</b>	<p>Un par de electrocardiógrafos que se encontraban con antigüedad en el taller fueron ensamblados para entregar a un proveedor para su reparación.</p>	<p>Se buscaron las piezas que componían originalmente ambos electrocardiógrafos, y se armaron.</p>	5	Yoshiaki Suguiyama

<b>1/2/2024</b>	Un electrocardiograma fue recibido de Emergencia de Medicina Interna y reportado como no funcional. Uno de los canales del ECG se encontraba estático.	Posterior a una limpieza profunda de los contactos del equipo y sus electrodos el canal seguía totalmente estático. Se probó cambiar el módulo de electrodos y la prueba tampoco tuvo éxito. Se consultó al proveedor el cual informo al departamento que el equipo podía requerir un cambio de placa. Se almaceno el equipo a la espera de la revisión presencial del proveedor.	3	Yoshiaki Suguiyama
<b>2/2/2024</b>	Se realizó una jornada de mantenimiento preventivo para los monitores de signos vitales, empezando con los equipos planeados para el mes de febrero.	Se realizaron mantenimientos preventivos a los monitores de signos vitales y desfibriladores disponibles en los 2 niveles superiores de la torre de especialidades.	6	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar, Thelma Argueta
<b>2/2/2024</b>	La sala de Nefrología envió una caja de lentes de cistoscopio al taller indicando que no podía visualizarse nada. Los encargados de la sala habían realizado órdenes de compra para adquirir nuevos lentes.	Se limpiaron los lentes de cistoscopio con detergente multienzimático. Se entregaron a sala en buen estado.	2	Yoshiaki Suguiyama, Thelma Argueta

**Tabla 5: Actividades Semana 3**

**Fuente: Autoría Propia**

#### 4.3.4 ANEXOS SEMANALES



**Ilustración 25: ECG Spacelabs Posterior a Ensamblaje**

**Fuente: Autoría Propia**



**Ilustración 26: Jornada de Mantenimiento Preventivo en Torre de Hospitalización**

**Fuente: Autoría Propia**



**Ilustración 27: Desfibrilador Mindray BeneHeart D3**

**Fuente: Autoría Propia**



**Ilustración 28: Lentes de Cistoscopio Sucios**

**Fuente: Autoría Propia**

#### **4.4 SEMANA 4 (5 – 9 DE FEBRERO DE 2024)**

##### **4.4.1 OBJETIVOS**

- Buscar un ventilador apto para uso de respaldo en UCI de Neonatos.
- Realizar mantenimiento preventivo y correctivo a equipos médicos pendientes.

- Completar el área de microscopio de soldadura para su uso en los servicios del taller.

#### 4.4.2 INTRODUCCIÓN

En la cuarta semana de la práctica profesional se realizaron tareas de búsqueda de equipos en el hospital móvil para brindar respaldo a UCI de Neonatos. Por otro lado, se reanudo con la agenda de mantenimiento preventivo para el mes de febrero, que ahora incluía monitores de signos vitales y mantenimiento correctivo de los equipos emergentes. Para finalizar, se recibió el microscopio de soldadura de biomédica, el cual había estado retenido por otro personal de mantenimiento hasta el momento.

#### 4.4.3 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

<b>Semana 4 (Febrero 5 - Febrero 9)</b>				
<b>Fecha</b>	<b>Metodología de la Actividad</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Horas</b>	<b>Responsables</b>
<b>5/2/2024</b>	Neonatos A exigió que se buscara un ventilador de respaldo porque había un paciente neonato que no tenía ventilador disponible. Se buscó un ventilador para servir como soporte en Oncología Pediátrica.	Se probaron y limpiaron 4 ventiladores MEKICS EVO 5 y el último de ellos funcionaba correctamente. Se informó a bienes nacionales que el ventilador podía usarse para respaldo de Neonatos A.	8	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar
<b>6/2/2024</b>	Se visitó la sala de Nefrología para probar los lentes de cistoscopio previamente limpiados frente al personal debido a la insistencia acerca de la dificultad de visibilidad.	Los lentes de cistoscopio se encontraban limpios y el personal pudo visualizar la claridad de la imagen con el apoyo de la torre de cistoscopia.	2	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar, Thelma Argueta
<b>6/2/2024</b>	Neonatos B reporto un par de balanzas que presentaban inconsistencias. Los equipos fueron trasladados al taller de biomédica para su revisión.	Las balanzas fueron revisadas en sala, y trasladadas al taller para reanudar su reparación el siguiente día.	2	Yoshiaki Suguiyama

<b>6/2/2024</b>	Uno de los equipos de ultrasonido del hospital está ubicado en la sala de Emergencia de Cirugía. El equipo se encontraba pendiente de mantenimiento preventivo.	Se realizó la limpieza interna y externa del equipo y se probaron sus transductores y el funcionamiento óptimo del mismo. Se concluyo	4	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar
<b>7/2/2024</b>	Unas cascadas de humidificador que se encontraba en el taller, pertinente a UCI Pediátrica fue inspeccionada para ponerla en marcha. Contaba con un reporte de problema de conexión en el puerto del cable del calentador.	Al revisar el equipo un pin del cable de calentador se había quedado atascado en uno de los orificios en el equipo. Se intentó retirar la pequeña pieza del orificio, pero la presión con la cual estaba insertada era demasiado ajustada. El departamento de biomédica concluyo que se llevaría a cabo la búsqueda de un reemplazo de todo el puerto si se encontraba otra cascada del mismo modelo. Se llevó a cabo una búsqueda en Bienes Nacionales sin éxito.	3	Yoshiaki Suguiyama
<b>7/2/2024</b>	Neonatos B reporto un par de balanzas que presentaban inconsistencias. Los equipos fueron trasladados al taller de biomédica para su revisión.	Una de las balanzas tenía un problema con su interruptor. Un pulsador nuevo fue soldado y la balanza se encontró funcional. La segunda balanza tenía sus baterías colocadas de forma incorrecta. Se realizó una orden de trabajo para ambos equipos y fueron entregados a sala en buen estado.	3	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar, Thelma Argueta

<b>7/2/2024</b>	Quirófanos solicito que el departamento enviara a alguien a sala para trasladar un capnógrafo que estaba en mal estado al taller y se llevara a cabo su reparación. Se reportó que el equipo no detectaba el CO2 de los pacientes.	El capnógrafo ZUG Spotlife se encontraba en buen estado. Una pieza llamada detector de trampa de agua cuenta con un pulsador que necesita mantenerse presionado por la trampa de agua para que el equipo realice las mediciones de CO2 en el paciente. Se ajustó correctamente el pulsador y se entregó el equipo en buen estado.	2	Yoshiaki Suguiyama
<b>8/2/2024</b>	Radiología reporto al departamento de biomédica que unos detectores de rayos x se encontraban almacenados desde hace un tiempo en las oficinas de enfermería y solicitaron una revisión de los mismos. El personal desconocía la razón de que los detectores estuviesen reportados como en mal estado.	Los detectores de rayos x fueron trasladados al taller. Una simple limpieza de los contactos de las baterías de los equipos fue suficiente para que los detectores pudieran encender. Fueron entregados a sala en buen estado.	3	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar
<b>8/2/2024</b>	El jefe de mantenimiento informo al departamento de biomédica que existía un microscopio para soldadura pertinente a biomédica. El microscopio se encontraba en mantenimiento desde mucho tiempo atrás.	El personal de las oficinas de mantenimiento llevo las partes del microscopio al taller de biomédica. Las piezas fueron limpiadas profundamente y el microscopio fue habilitado para el taller de biomédica, sirviendo como una enorme ayuda para la soldadura electrónica.	3	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar

<b>8/2/2024</b>	Labor y Parto indico que tenía problemas con un pulsímetro portátil, ya que este no encendía al presionar el botón de encendido.	Al revisar el dispositivo, se revelo que una extensión de goma de la carcasa encargada de ayudar al usuario a presionar el pulsador interno de encendido se encontraba doblada. Se usó una pistola de calor para acomodar la pieza de goma y el pulsoxímetro fue entregado en buen estado.	2	Yoshiaki Suguiyama
<b>9/2/2024</b>	La encargada de Emergencia de Medicina Interna solicito una capacitación interactiva para el personal con el tópico de ventiladores mecánicos MEKICS EVO 5 y DRAGER SABINA.	Se impartió la capacitación al personal, mostrándoles la forma correcta de ensamblar las válvulas espiratorias y los circuitos de paciente, el encendido del equipo y los controles. La capacitación exigió participación de parte del personal y sirvió como espacio para contestar preguntas con respecto al uso correcto de los equipos y a las fallas frecuentes que presentan.	4	Yoshiaki Suguiyama
<b>9/2/2024</b>	El área de Quirófano solicito al departamento de biomédica un mantenimiento correctivo a un monitor de signos vitales. Se aprovechó la visita a quirófano para comenzar con el protocolo de mantenimiento preventivo en la sala. Se realizó mantenimiento preventivo a 3 monitores de signos vitales y a 1 desfibrilador.	Se realizaron todas la limpiezas y pruebas correspondientes a los equipos presentes en quirófano. Existían otros dispositivos disponibles para mantenimiento preventivo pero debido a la hora de salida de turno de los encargados de área, se programó reanudarlo a futuro.	4	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar, Thelma Argueta

**Tabla 6: Actividades Semana 4**

**Fuente: Autoría Propia**

#### 4.4.4 ANEXOS SEMANALES



**Ilustración 29: Pruebas de Funcionamiento Ultrasonido**

**Fuente: Autoría Propia**



**Ilustración 30: Capacitación de Ventiladores Mecánicos en EMI**

**Fuente: Autoría Propia**



**Ilustración 31: Interior de Ventilador Mecánico en Oncología Pediátrica**

**Fuente: Autoría Propia**



**Ilustración 32: Prueba de Lentes de Cistoscopio**

**Fuente: Autoría Propia**

## 4.5 SEMANA 5 (12 – 16 DE FEBRERO DE 2024)

### 4.5.1 OBJETIVOS

- Realizar mantenimiento correctivo a la autoclave Matachana en CEYE.
- Completar mantenimiento preventivo a equipos pertinentes a Quirófanos.
- Cumplir con las tareas pendientes de reparaciones en el área de UCI Pediátrica.

### 4.5.2 INTRODUCCIÓN

En la quinta semana como practicante en el Hospital Dr. Mario Catarino Rivas se atendió periódicamente durante la semana a la autoclave Matachana Serie 1000 en CEYE la cual presento fallas y exigió una alta cantidad de tiempo de reparación y pruebas. Se completó mantenimiento preventivo pendiente a craneótomos y una autoclave de óxido de etileno encontrados en el taller, pero pertinentes al área de Quirófano. Finalmente, se visitó UCIP en múltiples ocasiones debido a solicitudes acumuladas de mantenimiento correctivo.

### 4.5.3 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

<b>Semana 5 (Febrero 12 - Febrero 16)</b>				
<b>Fecha</b>	<b>Metodología de la Actividad</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Horas</b>	<b>Responsables</b>
<b>12/2/2024</b>	El personal de la CEYE pidió que se realizara una revisión a la autoclave STERIS AMSCO600, ya que una de las puertas no cerraba. Al revisar la autoclave, el error aparento no ser más que una falla de operación. La contraseña de la autoclave se actualizo a 2024 de forma automática, y el introducir la contraseña permitió ver el interfaz de usuario normal y	Fue de suma importancia aclarar con el personal de la CEYE que la contraseña se había actualizado, ya que el personal está bastante familiarizado con el manejo del equipo siempre y cuando tengan la interfaz de usuario que se les hace familiar a disposición. Para evitar visitas innecesarias a la sala, se anotó en un lugar visible para todo el personal de la sala, la nueva contraseña de la autoclave.	4	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar

	<p>cerrar la puerta. De igual forma se revisaron las presiones de los manómetros del equipo, y los sensores de las puertas.</p>			
<b>12/2/2024</b>	<p>Se realizó limpieza completa y mantenimiento preventivo a Autoclave Andersen Sterilizers AN2000, llenando la lista de cheques con respecto a su funcionamiento.</p>	<p>Autoclave no funcional. Hospital dio instrucción de darle prioridad a autoclave de óxido de etileno más grande. Proveedor utilizo uno de los motores de esta autoclave para reparar la grande.</p>	1	Yoshiaki Suguiyama

<b>12/2/2024</b>	Se continuo con el plan de mantenimiento preventivo para el mes de Febrero realizando limpieza completa y mantenimiento preventivo a un Craneótomo Neumático Medtronic Midas Rex Legend, y a un Craneótomo Eléctrico Medtronic Midas Rex Legend EHS, llenando la lista de cheques con respecto a su funcionamiento.	Posterior a la limpieza y pruebas de los equipos, se concluyó que las piezas de manos de los craneótomos se encontraban en mal estado. La pieza del craneótomo neumático requería de la compra de una pieza de ensamble entre la punta y el rotor. La pieza es la responsable de ejercer la fuerza de rotor sobre la punta de elección haciendo que esta conlleve sus revoluciones. El craneótomo eléctrico contaba con fallas por falta de 2 diferentes tamaños de balines. Se realizaron las especificaciones para los balines y se buscaron en ventas de repuestos son éxito. Ambos craneótomos fueron reportados como en mal estado por falta de estas piezas.	3	Yoshiaki Suguiyama
<b>12/2/2024</b>	Ingreso de datos de mantenimientos correctivos y preventivos a registro digital. Se tiene el objetivo de prevenir que los trabajos realizados y no digitalizados se acumulen.	La Unidad de Equipos Médicos ha expresado su intención de procurar que los trabajos y actividades realizadas sean ingresadas al registro digital en el mismo día en el cual se cumplen. Se pretende incrementar drásticamente las medidas de organización de actividades realizadas.	2	Yoshiaki Suguiyama

<b>13/2/2024</b>	Laboratorio solicito que biomédica llegara a revisar 4 centrifugas que se encontraban en mal estado. 3 de las centrifugas revisadas se encontraban funcionales, y 1 de las centrifugas fue trasladada al taller para revisión.	Se indicó de parte del técnico electricista a la sala, que el equipo tenía un fallo en alguna de las placas de suministro de energía al motor rotatorio. La centrifuga llegaba al valor deseado de revoluciones por minuto, pero su velocidad disminuía de forma intermitente. El técnico electricista del taller asumió el cargo de realizar el mantenimiento correctivo.	2	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar, Thelma Argueta
<b>13/2/2024</b>	El taller de biomédica se encontraba saturado de cajas y piezas de equipos descartados. La jefe del departamento dio la instrucción de que se acomodara un espacio para la zona que sería designada como espacio para el nuevo microscopio instalado y su respectivo monitor.	La organización en el espacio de trabajo probó ser fructífera. El equipo conto con un mayor espacio de trabajo después de la limpieza.	2	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar

<p><b>13/2/2024</b></p>	<p>Se reportó que la autoclave Matachana Serie 1000 en CEYE no comenzaba los ciclos de esterilización. Al revisar, los manómetros mostraban presión en la caldera del equipo, los empaques y en la compuerta. El error en pantalla en el menú de mantenimiento mostraba el error #6 rotulado como "presión de vapor baja". Con el apoyo del técnico electricista se determinó que el breaker del equipo estaba disparado, y que la caldera efectivamente tenía agua y calentaba, y sin embargo no salía nada de vapor al intentar drenar la caldera. Se concluyó que era una posibilidad que la tubería de drenaje de la caldera se encontrara obstruida fuertemente. Se realizaron preparativos para drenar al día siguiente, por el peligro de drenar inmediatamente.</p>	<p>Al consultar el manual en físico que el taller de biomédica tiene de la autoclave Matachana Serie 1000, se reveló en su capítulo 8 de Errores, que el error #6 realmente significa una falla con el vapor en la caldera, y puede ser causado por presión excesiva, o por falta de agua. El hecho de que no salga nada por el drenaje al abrir la válvula, apoya más una teoría de presión excesiva debido a obstrucción en el drenaje, o falta de agua en la caldera. Sin embargo, el reservorio de agua sugiere que si hay agua en la caldera. Se realizan preparativos para comenzar el drenaje y limpieza de tuberías del Matachana el día siguiente.</p>	<p>4</p>	<p>Yoshiaki Suguiyama, Jeffren Padilla, Anthony Cuellar, Oscar Vallecillo</p>
-------------------------	---	---	----------	---

<b>14/2/2024</b>	<p>La actividad del día fue reanudar con la reparación de la autoclave Matachana Serie 1000 ahora que la caldera había perdido temperatura. El manómetro indicaba que ya no había presión detectada en la caldera. Se desinstalo parte por parte la tubería de drenaje con el objetivo de encontrar la obstrucción que presentaba el problema. Después de un extenso esfuerzo para retirarlo, se intentó insertar un alambre de modo para limpiar la obstrucción. Se concluyó que la obstrucción venia de calcificaciones en el agua, ya que esta autoclave no cuenta con tratamiento de agua, lo cual por supuesto no es ideal.</p>	<p>Al retirar periódicamente la tubería de drenaje, se concluyó que la obstrucción debía estar justo en la caldera. Con la ayuda de llaves ajustables, llave de tubo, y un maneral se retiraron las resistencias, y se dreño finalmente la caldera. Se cepillaron con un cepillo de alambre las resistencias que estaban sucias debido a los sólidos presentes en el agua sin tratar. Se introdujeron las resistencias a la caldera nuevamente utilizando un silicón formador de juntas para formar un empaque y sellar la caldera, en definitiva. El secado del formador de juntas toma aproximadamente 24 horas en terminar, por lo que se da la instrucción a CEYE de no utilizar la autoclave, y se regresara el día siguiente a verificar su estado de operación</p>	8	<p>Yoshiaki Suguiyama, Jeffren Padilla, Anthony Cuellar</p>
<b>15/2/2024</b>	<p>Se continuo con el protocolo de mantenimiento preventivo, realizándolo para monitores de signos vitales en el área de UCI A. Se realizó el mantenimiento para 3 monitores de signos vitales y 1 desfibrilador.</p>	<p>La limpieza interna y externa de los equipos fue realizada, probando los botones, la batería y las pruebas de usuario de los equipos llenando su correspondiente formato escrito.</p>	4	<p>Yoshiaki Suguiyama</p>

<b>15/2/2024</b>	UCIP Pediátrica indico que contaba con algunos monitores de signos vitales que no se encontraban en uso momentáneamente, dando espacio para realizar los mantenimientos preventivos de la sala.	La limpieza de 2 monitores de signos vitales y un desfibrilador fue realizada, en conjunto con las pruebas de usuario. Los formatos de mantenimiento preventivo fueron completados. UCIP reporto un monitor de signos vitales GE B125 que requería de inspección por fuga en PANI.	2	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar
<b>15/2/2024</b>	La autoclave Matachana Serie 1000 requería de un reajuste de sus pernos 24 horas después del sellado del día anterior. Se llevó a cabo el sellado de los pernos de la autoclave.	Durante el re-ajuste se quebró uno de los pernos y el departamento de biomédica fue informado de que un personal de mantenimiento que había realizado mantenimiento a la caldera previamente había cambiado los pernos por pernos de hierro negro. Se solicitaron pernos adicionales para colocarlos el día siguiente.	2	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar
<b>16/2/2024</b>	Una UPS del departamento de Patología requería de un traslado a la sala ya que se había completado previamente su mantenimiento correctivo. La UPS fue reportada por descargarse demasiado pronto al presentarse un corte de suministro de electricidad.	La UPS fue llevada a la sala. Una lectura del manual indico que con el consumo que estaba siendo exigido por Patología, la UPS debía durar un tiempo máximo de 7 minutos. Esto significa que el equipo no se encontraba en mal estado, era únicamente asunto del personal estando mal informado. El departamento ofreció una explicación al departamento acerca de cómo funciona la UPS con la que cuentan y un desglose del tiempo de carga en función del consumo.	2	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar

<b>16/2/2024</b>	Los pernos fueron obtenidos de almacén y se colocaron en la autoclave Matachana Serie 1000.	Los pernos faltantes requeridos para sellar las resistencias a la caldera de la autoclave fueron adquiridos y se colocaron y ajustaron. Se selló nuevamente con formador de juntas y se programó que la autoclave se probaría la siguiente semana el día Lunes.	4	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar
<b>16/2/2024</b>	El monitor de signos vitales GE B125 reportado el día anterior fue llevado al taller para su revisión interna. Se había realizado previamente un acople en lugar de una válvula check en el retorno del aire de PANI.	Se reemplazó el acople por uno de mayor longitud y el equipo fue entregado en buen estado a UCIP.	2	Yoshiaki Suguiyama

**Tabla 7: Actividades Semana 5**

**Fuente: Autoría Propia**

#### 4.5.4 ANEXOS SEMANALES



**Ilustración 33: Autoclave Matachana Serie 1000 Primera Visita (Revision)**

**Fuente: Autoría Propia**



**Ilustración 34: Centrífuga de Laboratorio**

**Fuente: Autoría Propia**



**Ilustración 35: Resistencias de Autoclave Matachana Serie 1000 Durante Mantenimiento Correctivo**

**Fuente: Autoría Propia**



**Ilustración 36: UPS de Patología**

**Fuente: Autoría Propia**

## **4.6 SEMANA 6 (19 – 23 DE FEBRERO DE 2024)**

### 4.6.1 OBJETIVOS

- Realizar mantenimiento correctivo a monitores de signos vitales de EMI.
- Completar mantenimientos de máquinas de anestesia y un succionador ultrasónico en Quirófanos.
- Cumplir con las tareas de mantenimiento preventivo pendientes de reparaciones en el área de Neonatos A.

### 4.6.2 INTRODUCCIÓN

En la sexta semana como practicante en el Hospital Dr. Mario Catarino Rivas se atendieron periódicamente durante la semana una cantidad considerable de equipos reportados en EMI conllevando una gran cantidad de tiempo de reparación y pruebas. Se completaron mantenimientos preventivos pendientes en Neonatos A de incubadoras abiertas y monitores de signos vitales. Finalmente, se visitó Quirófano en múltiples ocasiones debido a solicitudes acumuladas de mantenimiento correctivo.

#### 4.6.3 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

<b>Semana 6 (Febrero 19 - Febrero 23)</b>				
<b>Fecha</b>	<b>Metodología de la Actividad</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Horas</b>	<b>Responsables</b>
<b>19/2/2024</b>	Se realizó mantenimiento preventivo de un desfibrilador ubicado en el filtro de emergencia de cirugía.	Se llevó a cabo limpieza externa e interna del equipo, y se realizaron pruebas de funcionamiento, sin embargo, el equipo se encontraba en mal estado obstruyendo las pruebas de funcionamiento. Se reportó lo descubierto a la unidad.	2	Yoshiaki Suguiyama
<b>19/2/2024</b>	Emergencia de Medicina Interna tenía monitores de signos vitales almacenados que se encontraban pendientes de su respectivo mantenimiento preventivo.	Los monitores consistían de 3 marca Nihon Kohden y 1 marca Biocare. Todos los monitores de signos vitales funcionaban, pero se encontraban fuera de servicio debido a falta de sensores. Se otorgaron sensores de ECG y brazaletes de NIBP a la sala con los monitores posterior a sus mantenimientos preventivos. Se realizaron especificaciones técnicas de los sensores faltantes.	3	Yoshiaki Suguiyama
<b>19/2/2024</b>	Las incubadoras abiertas se encontraban en la agenda de mantenimiento preventivo, por lo que se empezó una jornada en Neonatos A para llevarlo a cabo.	Las incubadoras abiertas se encontraban ocupadas por pacientes en su totalidad. Se procedió con únicamente inspección de funcionamiento para las incubadoras mientras tenían a los neonatos.	3	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar, Thelma Argueta
<b>20/2/2024</b>	Los 3 monitores de signos vitales Nihon Kohden de EMI se encontraban sin sensores por lo cual se realizaron especificaciones técnicas para cada sensor faltante con compatibilidad para estos monitores.	Se realizaron especificaciones técnicas para sensores de IBP, de NIBP, y de temperatura compatibles con la marca Nihon Kohden.	2	Yoshiaki Suguiyama
<b>20/2/2024</b>	Se apoyó con la digitalización de órdenes de trabajo realizadas en físico, pero no ingresadas al registro digital del departamento.	Se digitalizaron ordenes pendientes al sistema.	2	Yoshiaki Suguiyama

<b>20/2/2024</b>	Se continuo con el protocolo de mantenimientos preventivos para el resto de incubadoras abiertas en Neonatos A.	Las incubadoras abiertas se encontraban ocupadas por pacientes en su totalidad. Se procedió con únicamente inspección de funcionamiento para las incubadoras mientras tenían a los neonatos.	4	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar, Thelma Argueta
<b>21/2/2024</b>	Siguiendo con el protocolo de mantenimiento preventivo para el mes de Febrero, se realizó mantenimiento preventivo para monitores de signos vitales en Neonatos A.	Los monitores de signos vitales se encontraban todos siendo utilizados por pacientes neonatales. Para esta sala en específico, se mantuvo el plan de inspeccionar la función de los equipos, y tomar nota de los componentes faltantes como sensores o módulos.	5	Yoshiaki Suguiyama
<b>21/2/2024</b>	Una bomba de infusión Medifusion DI 2200 de Neonatos A se encontraba en mal estado ya que uno de sus motores no permitía la infusión en uno de los lados de la bomba.	El mensaje de error reportado por el equipo, indicaba una falla en el motor de la bomba según lo instruido en el manual del equipo. Inicialmente se realizó un cambio de motor en el módulo que presentaba problema, por el motor de una bomba que estaba para descarte. El mensaje persistía por lo que se intentó cambiar la placa controladora del motor. Posterior a este cambio, la bomba de infusión se encontraba funcional.	2	Yoshiaki Suguiyama
<b>21/2/2024</b>	Una máquina de anestesia Datex Ohmeda Aespire View había sido reportada por el personal de Quirofanos que indico que la maquina se apagaba repentinamente. Se solicitó una inspección de parte del biomédica de forma inmediata.	Era necesario comprobar si el equipo podía permanecer encendido por una cantidad prolongada de tiempo por lo cual se utilizó un pulmón de prueba y se programó dejar la máquina de anestesia operando para visualizar si se detenía en algún punto de la tarde o noche.	1	Yoshiaki Suguiyama, Anthony, Cuellar

<b>22/2/2024</b>	Un monitor Vtrust de UCIP presentaba fallas con la lectura del SpO2. Se consideraba posible que el equipo necesitara un cambio del sensor de SpO2.	El puerto de SpO2 no se encontraba funcional, en vista de que este no funcionaba aun con sensores nuevos. Se abrió el equipo y se retiró el puerto de la placa utilizando un cautín digital. El monitor quedo pendiente de la adquisición de un nuevo puerto, de ser posible encontrarlo en el mercado.	3	Yoshiaki Suguiyama
<b>22/2/2024</b>	Se asistió a quirófano para recibir a un representante de la empresa Imlab, responsable de dar mantenimiento a un aspirador ultrasónico de la sala que no realizaba cortes en el tejido.	El cauterio ultrasónico se encontraba en buen estado, la razón de la falla estaba en el armado incorrecto del equipo. El ingeniero representante de Imlab mostro a la encargada de sala la forma correcta de ajustar las piezas de la punta del aspirador ultrasónico.	3	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar
<b>22/2/2024</b>	La sala de endoscopia seguia teniendo problemas con su endoscopio, el cual se encontraba obstruido y no permitia el paso de aire o agua. El representante de Imlab especializado en equipos olympus ofreció ayudar con la limpieza del equipo.	El endoscopio cuenta con un botón repsonsable de permitir el paso del agua y el aire a presión. Los endoscopios cuentan con un botón especial designado a limpieza del equipo El ingeniero de Imlab cambio el agua en el frasco de la torre por limpiador multienzimatico para deshacer las partículas que obstruían el equipo desde adentro. Con el botón especial, se permitió el paso de agua y aire a máxima presión, y con la ayuda del limpiador ingresando de forma interna, se purgo el equipo. Se indicó a la encargada de endoscopia que el equipo se encontraba funcional.	2	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar
<b>23/2/2024</b>	La unidad de equipos médicos solicito realizar un adaptador de circuito de paciente para los ventiladores MEKICS EVO 5. Fue necesario realizar la pieza en solidworks para su impresión en 3D.	Se midieron las dimensiones de los cilindros con un pie de rey de mantenimiento. Se anotaron los valores, y se realizó la pieza en solidworks para su impresión. Una de las pasantes de UNITEC cuenta con una empresa de impresión 3D. Quedo pendiente la espera de la pieza finalizada.	3	Yoshiaki Suguiyama

23/2/2024	Se apoyó con entregas de equipos reparados y ordenes pendientes	Se entregaron un monitor de signos vitales y una bomba de infusión a Neonatos A posterior a su reparación completa, así como órdenes y documentación pendiente de firma a diversas áreas del hospital.	2	Yoshiaki Suguiyama
23/2/2024	Se realizaron especificaciones técnicas para componentes pendientes de compra.	Se realizaron especificaciones técnicas para la pantalla de un monitor que se encontraba en mal estado en el taller, un capacitor averiado en el monitor Vtrust de UCIP, y una bomba de un capnógrafo ZUG de Quirófano.	3	Yoshiaki Suguiyama

**Tabla 8: Actividades Semana 6**

**Fuente: Autoría Propia**

#### 4.6.4 ANEXOS SEMANALES



**Ilustración 37: Mantenimiento Correctivo MSV Nihon Kohden**

**Fuente: Autoría Propia**



**Ilustración 38: Retiro de la Soldadura de Puerto SpO2 en MSV VTrust**

**Fuente: Autoría Propia**



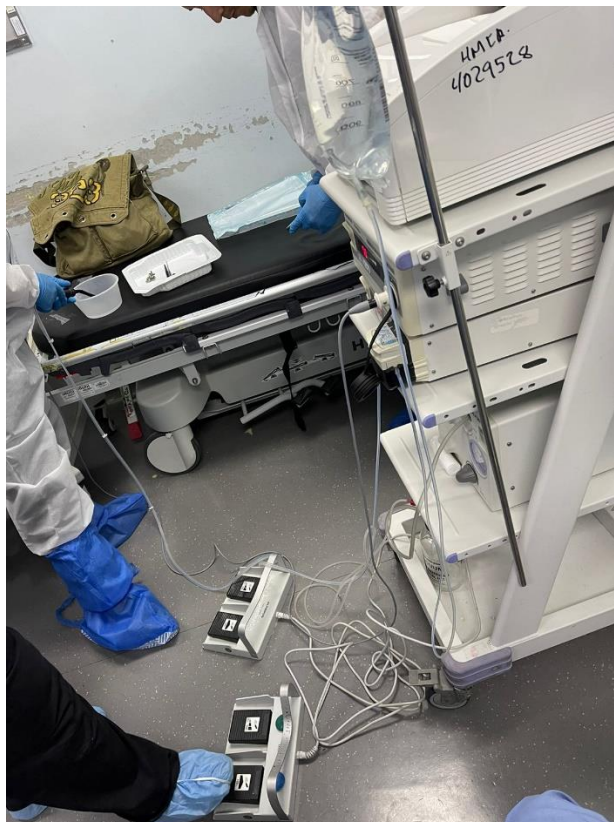
**Ilustración 39: Entrega de Equipos en EMI**

**Fuente: Autoría Propia**



**Ilustración 40: Revisión Maquina de Anetesia Datex Ohmeda**

**Fuente: Autoría Propia**



**Ilustración 41: Mantenimiento Correctivo de Imlab a Aspirador Ultrasonico**

**Fuente: Autoría Propia**

## 4.7 SEMANA 7 (26 DE FEBRERO – 1 DE MARZO DE 2024)

### 4.7.1 OBJETIVOS

- Realizar mantenimiento preventivo a equipos de la agenda para el mes de febrero.
- Completar mantenimientos de ventiladores mecánicos del Hospital móvil para pacientes trasladados de última hora.
- Supervisa actividades de terceros en radiología durante la instalación del tomografo.

### 4.7.2 INTRODUCCIÓN

En la séptima semana como practicante en el Hospital Dr. Mario Catarino Rivas se atendieron durante la semana trabajos de mantenimiento preventivos pendientes de la agenda de febrero. Se completaron mantenimientos de ventiladores mecánicos destinados a un número de pacientes trasladados de partes externas Finalmente, se superviso el trabajo de los responsables de instalar el nuevo tomógrafo de radiología.

### 4.7.3 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

<b>Semana 7 (Febrero 26 - Marzo 1)</b>				
<b>Fecha</b>	<b>Metodología de la Actividad</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Horas</b>	<b>Responsables</b>
<b>26/2/2024</b>	Se digitalizaron formatos de mantenimientos preventivos realizados la semana anterior, para monitores de signos vitales e incubadoras en la unidad de cuidados intensivos neonatales "A"	Se digitalizaron ordenes pendientes al sistema.	1	Yoshiaki Suguiyama

<b>26/2/2024</b>	Se realizó una inspección y limpieza a dos nebulizadores Pulmo-Aide de Emergencia de Medicina Interna que no funcionaba. Uno de los nebulizadores se reportó con un motor que bombeaba aire con presión débil, y el otro fue reportado por oler a quemado.	Se llevó a cabo lubricación en los motores de ambos equipos. Para el motor sin fuerza de bombeo se ajustaron los seguros de las mangueras internas del equipo, y se ajustó el flapper del motor, el cual estaba doblado permitiendo el retorno de la corriente de aire en lugar de otorgar el direccionamiento adecuado del aire. Para el nebulizador que olía a quemado, se limpiaron las cuchillas en el motor y se lubricó el motor y el pistón. Se entregaron ambos equipos y una bomba de infusión pendiente a la sala.	3	Yoshiaki Suguiyama, Jeffren Padilla,
<b>26/2/2024</b>	Se visitó Neonatos A por un reporte de una incubadora abierta Drager Babytherm 8004 que no funcionaba. Se realizaron pruebas de funcionamiento en sala.	El equipo no presentó inconveniente después de múltiples pruebas, se solicitó al personal de la sala un video en caso de que se volviera a presentar alguna falla.	3	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar
<b>26/2/2024</b>	En Neonatos A, se solicitó realizar pruebas de funcionamiento del rayos X portátil del área previo a su mantenimiento preventivo agendado.	Se realizaron pruebas de funcionamiento para el rayos X portátil, verificando que todos los controles estuviesen en buen estado y realizando una toma de prueba a un teléfono celular.	1	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar

<b>26/2/2024</b>	El área de triaje reporto que el sensor de SpO2 en su monitor de signos vitales no completaba la medición. Se visitó sala para probar el sensor.	El sensor realizaba un mal contacto debido a su seguro. Se cambió el sensor por uno nuevo.	1	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar
<b>27/2/2024</b>	Una bomba de infusión SK-600 II de Mindray pertinente a Labor y Parto se encontraba en el taller pendiente de reparación, ya que no infundía debido a un error de tubo.	El sensor de tubo en la bomba se encontraba en mal estado, ya que no detectaba la presencia del venoclisis en la compuerta abierta. Se realizó un intercambio del sensor por el de una bomba del mismo modelo que fue entregada para descarte por otra falla. El cambio implicó desarmar ambas bombas en su totalidad.	2	Yoshiaki Suguiyama
<b>27/2/2024</b>	El departamento tenía pendientes entregas de órdenes de trabajos realizados.	Se entregaron los documentos pendientes y se solicitaron las firmas de los encargados de sala en los comprobantes de los trabajos realizados previamente.	1	Yoshiaki Suguiyama
<b>27/2/2024</b>	Radiología contacto al departamento para solicitar la revisión de un rayos x portátil que estaba presentando fallas con el enlace del detector.	Se visitó la sala de radiología para realizar pruebas de funcionamiento en el rayos x portátil y al llegar, el detector estaba emparejado correctamente con el equipo. Esto se confirmó con el personal de la sala y se reportó como en buen estado.	2	Yoshiaki Suguiyama

<b>27/2/2024</b>	El taller de biomédica aun contaba con un par de detectores de rayos X que habían sido trasladados para su limpieza hace unas semanas. El problema con estos detectores era que no podían emparejarse con ningún equipo de rayos X.	Se revisaron ambos detectores por dentro, ya que estaban para descarte y se planeaba descubrir si había alguna forma de reparar al menos uno de ellos. Después de una exhaustiva exploración de la composición de los detectores, se determinó que era imposible realizar una reparación interna a estos equipos y de hecho, era muy probable que no fuesen diseñados para abrirse bajo ninguna circunstancia. Se espera a la visita de un proveedor que pueda dar seguimiento al problema.	2	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar, Thelma Argueta
<b>28/2/2024</b>	Puesto que el mes de Febrero está cerca de su final, se avanzó con el mantenimiento preventivo de monitores de signos vitales, finalizando el área de UCI Adultos.	Se llevó a cabo mantenimiento preventivo, únicamente visualizando pruebas de funcionamiento en monitores de signos vitales que estaban conectados a pacientes, y tomando nota de los sensores o módulos faltantes o en mal estado.	4	Yoshiaki Suguiyama

<b>28/2/2024</b>	El hospital recibió notificación de que unos pacientes accidentados estaba siendo trasladados de emergencia y necesitaban ventiladores mecánicos en buen estado en emergencia de cirugía para prepararse para la llegada de los pacientes.	El hospital solicito al departamento que buscara ventiladores mecánicos en buen estado en el hospital móvil. Se revisaron ventiladores mecánicos MEKICS EVO 5 en el hospital móvil para habilitar al menos 2 a emergencia de cirugía. Se encontraron un par de ventiladores en buen estado y se informó a las autoridades del hospital que estos estaban apartados y listos para utilizarse.	1	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar
<b>28/2/2024</b>	Un consultorio de oftalmología reporto un oftalmoscopio averiado y solicito al departamento ir a consulta externa para revisarlo.	Al llegar e inspeccionar el oftalmoscopio, se observó que un módulo para presión ocular acoplado al equipo se encontraba con su seguro flojo, por lo cual se colocó una arandela adicional al encaje para poder colocarlo con firmeza. También se revisó el colimador de la fuente de luz del oftalmoscopio ya que el personal reporto que el rayo de luz tenía una distribución muy amplia. Se realizaron ajustes al posicionamiento del colimador y se limpió el espejo reflector del equipo. Se informó al personal que el oftalmoscopio estaba listo para ser utilizado.	2	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar, Thelma Argueta

<b>28/2/2024</b>	Dos laringoscopios de fibra óptica de emergencia de cirugía fueron llevados al taller para su reparación. Se revisaron los contactos de los laringoscopios y sus baterías.	Uno de los laringoscopios simplemente tenía baterías obsoletas, y el otro laringoscopio tenía un error de contacto en la bujilla debido a acumulamiento de óxido en el punto de contacto. Ambos fueron entregados y decretados funcionales.	1	Yoshiaki Suguiyama
<b>29/2/2024</b>	Un desfibrilador HP Codemaster almacenado en UCI A tiene una de sus paletas para adultos quebradas, por lo cual no se utiliza en lo absoluto. Sin embargo, el equipo se encuentra funcional y la encargada de la sala solicitó su revisión para evaluar si otra sala podría utilizarlo o necesitarlo.	Se ensambló y pegó la paleta con pegamento, y se probó si sus contactos permitían hacer descargas y medir ECG por medio de las paletas. El equipo fue entregado como funcional, junto con sus especificaciones técnicas para sus sensores faltantes, y una nueva batería de modo que la sala pueda solicitar la compra de estos artículos.	3	Yoshiaki Suguiyama
<b>29/2/2024</b>	Sala de operaciones solicitó que se les entregaran especificaciones técnicas para la adquisición de un nuevo craneotomía electrónico.	Se desarrollaron las especificaciones técnicas del equipo necesitado en sala de operaciones y se entregaron en sala.	1	Yoshiaki Suguiyama, Thelma Argueta
<b>29/2/2024</b>	UCIP solicitó especificaciones técnicas para bujillas de laringoscopios de todos los tamaños, baterías y reguladores de succión para toma de pared de vacío.	Se desarrollaron las especificaciones técnicas de los equipos necesitados en UCIP y se entregaron en sala.	1	Yoshiaki Suguiyama

<b>29/2/2024</b>	La revisión de un compresor de aire medico estaba pendiente en sala de operaciones, por lo que el departamento visito quirófano e intento ensamblar e equipo nuevamente y ponerlo en marcha.	El compresor de aire medico presentaba fallas en el motor y el pistón. Un empaque encargado de permitir que el equipo bombeara aire estaba desgastado y no se contaba con repuesto alguno. Se resolvió un problema de ajuste en las balineras, pero aun con esto el equipo seguía sin funcionar hasta encontrar el reemplazo para el empaque.	2	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar
<b>1/3/2024</b>	La agenda de mantenimiento preventivo para el mes de marzo incluye ventiladores mecánicos por lo cual se inició la jornada en la sala de UCIP con ventiladores mecánicos MEKICS EVO 5.	Se llevó a cabo mantenimiento preventivo para ventiladores mecánicos en UCIP, realizando limpieza externa, y limpieza interna de las electroválvulas y el sensor del mezclador en el equipo, finalizando con pruebas de funcionamiento.	5	Yoshiaki Suguiyama
<b>1/3/2024</b>	La empresa Hospitec visitó las instalaciones del hospital para trasladar las partes del nuevo tomógrafo que sería instalado en el área de radiología y dar inicio al proceso de instalación en la nueva sala remodelada de tomografía.	Se superviso el personal de Hospitec mientras realizaban una revisión de inventario de las partes siendo recibidas por el departamento de biomédica en radiología.	2	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar

1/3/2024	El área de sala de operaciones solicito que el departamento de biomédica visitara uno de los quirófanos para revisar una torre de laparoscopia CONMED, ya que el monitor de la torre presentaba un color rojizo.	La unidad de equipos médicos se trasladó al quirófano y después de una revisión de las conexiones del monitor, se concluyó que uno de los pines del adaptador estaba fallando, ya que el puerto se encontraba en buen estado y al ajustar el conector al puerto, el problema se resolvía. Se indicó al personal que siempre y cuando los ajustadores del conector estuviesen colocados correctamente y el cable no estuviese flojo, no debería haber más problemas.	1	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar, Thelma Argueta
----------	--	---	---	---

**Tabla 9: Actividades Semana 7**

**Fuente: Autoría Propia**

4.7.4 ANEXOS SEMANALES



**Ilustración 42: Mantenimiento Preventivo de Drager Babytherm 8004**

**Fuente: Autoría Propia**



**Ilustración 43: Desfibrilador HP Codemaster**

**Fuente: Autoría Propia**



**Ilustración 44: Rayos X Portátil de Neonatos A**

**Fuente: Autoría Propia**



**Ilustración 45: Mantenimiento Preventivo de VM MEKICS EVO 5**

**Fuente: Autoría Propia**



**Ilustración 46: Mantenimiento Correctivo de Torre de Laparoscopia CONMED**

Fuente: Autoría Propia

#### 4.8 SEMANA 8 (4 DE MARZO – 8 DE MARZO 2024)

##### 4.8.1 OBJETIVOS

- Realizar mantenimientos correctivos a ventiladores mecánicos de UCIP con problemas recurrentes.
- Completar trabajos solicitados por el área de labor y parto, con respecto a reparaciones y calibraciones.
- Apoyar con la reparación de uno de los Rayos X estacionarios en radiología.

##### 4.8.2 INTRODUCCIÓN

En la octava semana de la práctica profesional en el Hospital Dr. Mario Catarino Rivas, se visitó la sala de Labor y Parto en múltiples ocasiones para realizar pruebas de funcionamiento de equipos reportados. La sala de UCIP tuvo problemas recurrentes con ventiladores mecánicos durante la totalidad de la semana que requerían mantenimientos correctivos y calibraciones. Finalmente se apoyó a la unidad de biomédica en la reparación de los rieles y motor del rayos X estacionario en radiología.

##### 4.8.3 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

Semana 8 (Marzo 4 - Marzo 8)				
Fecha	Metodología de la Actividad	Observaciones	Horas	Responsables
4/3/2024	Se visitó la sala de Labor y Parto por reportes de una bomba de infusión Medcaptain en mal estado, una incubadora abierta de transición de recién nacidos con barandales en mal estado, una balanza descalibrada y 2 monitores fetales que no imprimían registros.	Los monitores fetales fueron revisados y contaban con errores de impresión, uno por falta de papel y otro presentaba un icono de que la impresora se encontraba inactiva. Se tomaron datos de las impresoras para verificar en el manual si había alguna otra solución para los problemas. Se solicitó calibración para la balanza en el taller, y revisión de la bomba de	4	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar

		<p>infusión. Los barandales de la incubadora abierta se midieron y se tomó fotografía de los sostenedores de las mismas.</p>		
<b>4/3/2024</b>	<p>Se recibió un reporte de un ventilador mecánico inoperante en UCIP debido a que no pasaba la calibración. Se solicitó su inspección en sala.</p>	<p>Luego de una exhaustiva revisión del equipo en sala, se determinó que necesitaba revisión más profunda en el taller de biomédica y se solicitó una propuesta de trabajo para su traslado.</p>	3	Yoshiaki Suguiyama
<b>4/3/2024</b>	<p>Al inspeccionar el ventilador mecánico en el taller, se aprovechó para llenar su formulario de mantenimiento preventivo.</p>	<p>Se llevó a cabo la revisión del equipo en el taller de biomédica. Luego de limpiar internamente el equipo, sus válvulas solenoides y su filtro del mezclador, se realizaron pruebas de funcionamiento previo a atender el problema de la calibración incompleta. Al revisar el problema de la calibración que se quedaba atascada, en el taller de biomédica el ventilador si paso las calibraciones a la perfección y se encontraba en buen estado. Se concluyó que se trataba de un problema con él toma de aire en la sala.</p>	1	Yoshiaki Suguiyama

<b>5/3/2024</b>	Se realizó otra visita a labor y parto porque se reportó que los monitores fetales habían logrado imprimir en el turno de la tarde.	Se inspeccionaron los monitores fetales y se entregó la bomba de infusión que se había reparado en el taller. Al revisar los monitores uno imprimía sin problema y el otro indicaba un temporizador de 20 minutos al presionar el botón de impresión. Se indicó al personal de la sala que se revisaría el manual para consultar lo observado y que reportaran si tenían algún otro problema con los monitores.	2	Yoshiaki Suguiyama
<b>5/3/2024</b>	Se trasladó el ventilador MEKICKS EVO 5 a UCIP para realizar sus pruebas de calibración en sala.	Se probó el ventilador mecánico en otro toma de pared para oxígeno y aire medicinal y nuevamente se detuvo a mediados de la primera calibración inspiratoria-espíroria. Evaluando las diferencias entre las pruebas en el taller y en la sala se probó calibrar el equipo únicamente conectando el aire medicinal y no el oxígeno. El equipo funciono de forma correcta al realizar esto. Se indicó a la sala que la unidad daría seguimiento a la anomalía, pero se entregó el ventilador debido a la necesidad de la sala y a la ventilación correcta del mismo.	3	Yoshiaki Suguiyama

<b>5/3/2024</b>	Un monitor de signos vitales Biocare Im-15 fue entregado a la unidad debido a un fallo en la pantalla.	El monitor de signos vitales funcionaba y operaba, pero la pantalla no mostraba imagen en lo absoluto. Se encontró otro monitor inoperante para descarte en el taller y se realizó el cambio de sus pantallas. Una de las pantallas tenía la opción de ser pantalla táctil por lo que fue necesario realizar la adaptación de la otra para habilitar que la pantalla del repuesto fuera táctil y entregar el monitor tal y como la sala lo había utilizado. El cambio de pantalla no fue exitoso ya que ahora ambos monitores contaban con el mismo problema posterior al cambio.	3	Yoshiaki Suguiyama
<b>6/3/2024</b>	UCIP reporto problemas con un ventilador MEKICS EVO 5 con volúmenes tidales variantes conectado a una paciente y solicito revisión del equipo en sala.	El ventilador mecánico fue revisado en sala. Se cambió a la paciente a otro ventilador mecánico operante para calibrar correctamente el ventilador reportado. Las calibraciones pasaron, pero el ventilador seguía inconsistente cuando se realizó una segunda prueba con la paciente. Se llevó el ventilador al taller y fue revisado, realizando su mantenimiento preventivo aprovechando su estadía en el taller. El ventilador fue probado y funcionaba de forma normal con el analizador y pulmón de prueba. Se concluyó después de una discusión con el personal,	8	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar

		que la inconsistencia provenía de una máscara de Venturi que quedaba floja en la paciente pediátrica.		
<b>7/3/2024</b>	Se visitó la sala de Labor y Parto porque solicitaron la calibración e una balanza Health-O-Meter.	Se realizó la calibración de la balanza con apoyo de un destornillador plano, dejando su valor predeterminado en 0.	2	Yoshiaki Suguiyama
<b>7/3/2024</b>	Se entregó el ventilador mecanice MEKICKS EVO 5 nuevamente a UCIP al comprobar que este se encontraba funcional. Se entregaron ordenes de trabajo y documentación pendientes a diversas salas del hospital.	Se entregó el ventilador a la sala de UCIP dando las indicaciones de las máscaras de Venturi y él porque es importante utilizar los tamaños adecuados.	3	Yoshiaki Suguiyama
<b>7/3/2024</b>	Se apoyó con la digitalización de órdenes de trabajo realizadas en físico, pero no ingresadas al registro digital del departamento.	Se digitalizaron ordenes pendientes al sistema.	3	Yoshiaki Suguiyama
<b>8/3/2024</b>	Se solicitó apoyo con la revisión de un rayos x estacionario en radiología.	Se revisó el rayos x estacionario, el cual contaba con limites en so movimiento que no eran propios del equipo. Se desmonto el motor y se	4	Yoshiaki Suguiyama

		trasladó al taller para su revisión		
<b>8/3/2024</b>	UCIP reporto un ventilador mecánico Drager Savina 300 e indico que este se había detenido el día anterior de forma repentina.	Se realizaron calibraciones en el equipo, y se encontró que el sensor de flujo del equipo necesitaba ser reemplazado, y la membrana de la válvula espiratoria estaba rota. Se solicitó el cambio de la misma. Sin embargo, el equipo tenía una "falla de dispositivo" en su reporte de alarmas, y el personal de la sala decidió inhabilitarlo por completo.	4	Yoshiaki Suguiyama

**Tabla 10: Actividades Semana 8**

**Fuente: Autoría Propia**

#### 4.8.4 ANEXOS SEMANALES



**Ilustración 47: Entrega de VM MEKICS EVO 5 en UCIP**

**Fuente: Autoría Propia**



**Ilustración 48: Visita a Labor y Parto por Calibración de Balanza**

**Fuente: Autoría Propia**



**Ilustración 49: Mantenimiento Correctivo de Rayos X Estacionario**

**Fuente: Autoría Propia**



**Ilustración 50: Ventilador Mecanico Drager Savina 300**

**Fuente: Autoría Propia**

## 4.9 SEMANA 9 (11 DE MARZO – 15 DE MARZO 2024)

### 4.9.1 OBJETIVOS

- Realizar mantenimientos preventivos a ventiladores mecánicos de diferentes áreas del hospital, solucionando problemas recurrentes con un nuevo método de calibración por medio de ganancias.
- Buscar repuestos necesarios para la reparación de centrifugas del area de Laboratorio, y una incubadora abierta de Neonatos A.
- Proveer mantenimiento correctivo a la autoclave Matachana S1000 en la CEYE para evitar que se interrumpa el proceso de esterilización del hospital.

### 4.9.2 INTRODUCCIÓN

En la novena semana de la práctica profesional en el Hospital Dr. Mario Catarino Rivas, se descubrió un nuevo método de calibración para los ventiladores mecánicos MEKICS MV2000 modificando sus ganancias en base a valores reflejados en el analizador FLUKE, lo cual permitiría habilitar múltiples ventiladores mecánicos que se encuentran fuera de servicio. Se completó el desarrollo del adaptador necesario para poder utilizar el ventilador mecánico General Electrics Carescape R860 y se agendo una futura capacitación para el personal de la sala de UCIP con respecto al equipo. Se realizaron salidas del hospital con el propósito de encontrar y comprar repuestos necesarios para la reparación de una diversidad de equipos en el taller, como por ejemplo centrifugas de laboratorio, un monitor de signos vitales Vtrust que se encuentra en el taller pendiente de reparación y una incubadora abierta Drager Babytherm 8004 de Neonatos A. Finalmente se apoyó a la unidad de biomédica en mantenimientos correctivos de la autoclave Matachana S1000 a cual presento fallas por una manguera en mal estado.

### 4.9.3 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

Semana 9 (Marzo 11 - Marzo 15)				
Fecha	Metodología de la Actividad	Observaciones	Horas	Responsables

11/3/2024	Una bomba de infusión Mindray SK-600 II de EMI fue llevada al taller y presentaba error de tubo sin la posibilidad de infundir.	Se inspeccionó la placa del sensor de tubo y todo parecía encontrarse en buen estado. Se realizó una limpieza interna del equipo y externa en la ranura donde se asegura la venoclisis. Esto corrigió el error de tubo, se calibró la bomba y se entregó en buen estado	1	Yoshiaki Suguiyama
11/3/2024	Se completó la pieza adaptadora de ventilador mecánico y se realizaron pruebas en UCIP con el ventilador GE Datex Ohmeda CareScape R860.	La pieza encajaba con la conexión al circuito de paciente, sin embargo, era de diámetro demasiado grande para encajar en el puerto inspiratorio. Se lijo la pieza hasta que esta encajara y se realizaron pruebas exitosas.	2	Yoshiaki Suguiyama
11/3/2024	CEYE reportó que la autoclave Matachana S1000 se había detenido y el departamento de biomédica fue a inspeccionar el equipo. Se apoyó con la última etapa del mantenimiento.	Al momento de llegar a CEYE, la unidad de biomédica había resuelto un problema de los empaques de la puerta de la autoclave. Se apoyó con el último problema, una fuga en las electroválvulas. Una de las mangueras se encontraba en mal estado por el tiempo de uso, quebrándose fácilmente y teniendo poca elasticidad. Se intentó encajar la manguera y se logró exitosamente poner la autoclave a andar. Sin embargo, se reportó en otro momento del día otro fallo por la misma manguera, así	2	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar

		<p>que la unidad de biomédica opto por solicitar la compra de una nueva manguera antes de darle uso a la autoclave.</p>		
<b>11/3/2024</b>	<p>UCI A solicitó revisión de un ventilador MEKICS EVO 5 y 1 UPS asignada a un ventilador Drager Savina 300.</p>	<p>Se realizaron pruebas de funcionamiento a la UPS y no encendió. Se consideró la opción de que las baterías estuviesen descargadas. Se trasladó la UPS al taller de biomédica. El ventilador MEKICS EVO 5 se reportó porque la pantalla se congelaba, sin embargo, el equipo no mostró la falla durante la visita. Teniendo el ventilador sin paciente en el momento, se aprovechó para realizar mantenimiento preventivo de acuerdo a la agenda para marzo, y se realizaron pruebas de funcionamiento. Se</p>	5	Yoshiaki Suguiyama

		dejó el ventilador operando con un pulmón de prueba para corroborar si la falla se presentaba en un plazo de 24 horas.		
<b>12/3/2024</b>	Se visitó la sala de UCI A para revisar si había ocurrido algún problema con el ventilador mecánico MEKICS EVO 5 durante el transcurso del día anterior. Se recibió autorización de la jefa de la unidad de equipos médicos para investigar acerca de las compensaciones por ganancias en el menú de servicio del equipo y probar modificarlas para conseguir calibrar los volúmenes tidales del equipo.	Según el manual de servicio de los ventiladores MEKICS MV2000 (EVO 5) es posible realizar una calibración modificando estos valores de ganancia si se cuenta con un analizador comprobador de pruebas respiratorias para recibir retroalimentación acerca de los cambios. Se realizaron las modificaciones apoyándose del analizador Fluke VT900A de la unidad de Biomédica. Los volúmenes tidales se nivelaron, se tomó nota de esta calibración para aplicarla y rehabilitar	2	Yoshiaki Suguiyama

		<p>un numero de ventiladores mecánicos que se encontraban deshabilitados debido a falta de conocimiento acerca de esta calibración.</p>		
<b>12/3/2024</b>	<p>En UCI A la encargada de la sala solicito la revisión de un ventilador mecánico Crius V6 que no encendía.</p>	<p>El ventilador mecánico se encontraba con su conexión del cable de alimentación floja. Se ajustó el cable de alimentación al puerto del ventilador y se realizaron pruebas de funcionamiento. Se indicó que el equipo estaba en buen estado.</p>	1	Yoshiaki Suguiyama
<b>12/3/2024</b>	<p>Se revisó el funcionamiento del ventilador Drager Savina 300 ahora que su UPS tenía baterías.</p>	<p>El ventilador se encontraba en buen estado, reportando error en la batería interna, pero funcionando correctamente por hasta 10 minutos conectado al soporte de la UPS cargada. Se recordó a mantenimiento llevar a cabo la compra de las baterías de 12V</p>	1	Yoshiaki Suguiyama

		para estos ventiladores.		
<b>12/3/2024</b>	La sala de UCIP solicito revisión inmediata de un ventilador mecánico MEKICS EVO 5 debido a problemas con sus volúmenes tidales.	Se corrigieron las ganancias en el menú de servicio, calibrando los volúmenes tidales del equipo. Se encontró una falla de FiO2, pero únicamente se trataba de una falla en la conexión de la manguera a el suministro de oxígeno. Se entregó el equipo en buen estado.	1	Yoshiaki Suguiyama
<b>12/3/2024</b>	Se regresó a UCI A para aprovechar que otro ventilador MEKICS EVO 5 se encontraba disponible, y se realizó mantenimiento preventivo.	Se llevaron a cabo pruebas de funcionamiento, limpieza, calibraciones y ajuste de las ganancias. El equipo se encontraba funcional. Se llenó su formato respectivo de mantenimiento preventivo y se reportó a la sala que se encontraba disponible para uso.	1	Yoshiaki Suguiyama
<b>12/3/2024</b>	CEYE indicó que necesitaba la autoclave Matachana S1000 y se decidió utilizar un repuesto de otra autoclave para reemplazar la manguera de aire necesaria en la electroválvula revisada el día anterior.	Se realizó el cambio de manguera, retirando la electroválvula, y cambiándola por completo debido a un error en el seguro de la manguera. EL equipo realizo la prueba Bowie Dick correctamente y se indicó al personal que	4	Yoshiaki Suguiyama

		se encontraba en buen estado.		
<b>13/3/2024</b>	Laboratorio solicito la revisión de 3 centrifugas que se encontraban en mal estado, y otras 3 centrifugas que hace un tiempo no estaban en uso debido a que se había ordenado su descarte. Las 6 centrifugas fueron trasladadas al taller de biomédica.	Se realizaron 2 viajes a laboratorio para el traslado de las centrifugas. 1 de las centrifugas tenía un problema con su sensor de revoluciones. La centrifuga giraba, pero el sensor no sensaba las rpm. Se realizó un cambio por el sensor de otra centrifuga que estaba para descarte y esto resolvió el problema. Otra de las centrifugas tenía un mal contacto en un polo a tierra de una placa. Se utilizó un cautín y estaño para soldar el contacto y esto resolvió el problema. Ambas fueron entregadas a laboratorio. Una de las centrifugas fue asignada a un técnico para su revisión.	3	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar

<p><b>13/3/2024</b></p>	<p>Neonatos A tenía pendiente la revisión de una incubadora abierta Drager Babytherm 8004 que no detectaba la corriente alterna pese a estar conectada. Se consideró que la falla podía estar relacionada a los fusibles del equipo y se probaron nuevos fusibles en la sala.</p>	<p>Se realizó el cambio de los fusibles, pero esto no solucionó el problema. Se midió continuidad en el cable de alimentación y se midió el voltaje que estaba llegando al tomacorriente. El voltaje medido por el multímetro era el correcto, por lo cual se solicitó que la incubadora fuese retirada para su revisión en un espacio sin pacientes neonatales por la tarde.</p>	<p>2</p>	<p>Yoshiaki Suguiyama</p>
-------------------------	---	---	----------	---------------------------

<p><b>13/3/2024</b></p>	<p>Después del tiempo de almuerzo, se reanuda con la revisión de la incubadora abierta de Neonatos A.</p>	<p>Se revisó la caja metálica donde se encuentra la entrada de corriente. Dentro de la caja se encuentra un supresor, diseñado para reducir el ruido de los relés que accionan al momento en el cual la maquina se enciende. Se consideró la opción de que alguna parte de este componente estuviese averiado. Se realizaron pruebas de conexión en las cuales no se utilizaba el supresor, pasando la corriente directamente a los fusibles y luego al resto del equipo. El voltaje que llegaba hacia el equipo era mayor, oscilando alrededor de 107V, pero no llegaba al voltaje de operación del equipo que es un mínimo de 110V. Luego se realizó la prueba de puentear la entrada de corriente de modo que esta llegara directamente desde el cable de alimentación al equipo, obviando el supresor y los fusibles. En este caso el equipo encendió correctamente. Sin embargo, se optó por dejar las conexiones con la configuración inicial y por llamar al proveedor de las incubadoras Drager, en vista de que cualquier daño realizado al equipo por esta conexión realizada por la unidad, podía causar que la compañía de terceros se abstuviera de aceptar la responsabilidad de reparar el equipo.</p>	<p>3</p>	<p>Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar.</p>
-------------------------	---	---	----------	---

<b>14/3/2024</b>	Se entregó una centrifuga más que pudo repararse a la laboratorio y se probó el equipo en el departamento.	Se llevó a cabo la entrega de la centrifuga y se esperó a que el encargado de la sala atendiera una reunión pendiente antes de entregar la documentación del trabajo realizado y solicitar su firma.	2	Yoshiaki Suguiyama
<b>14/3/2024</b>	Se reportó un ventilador mecánico en mal estado en la sala de Emergencia de Medicina Interna, que originalmente fue prestado de Emergencia de Cirugía. El ventilador era un ventilador mecánico MEKICS MV2000 que presentaba volúmenes tidales demasiado bajos según el analizador de biomédica. Se solicitó dar mantenimiento correctivo al equipo y aprovechar para llenar su lista de mantenimiento preventivo.	En EMI se concluyó que no se contaba con espacio adecuado para realizar el mantenimiento por lo cual el ventilador fue trasladado al taller de biomédica. En el taller de biomédica se realizó el protocolo de mantenimiento preventivo, incluyendo limpieza externa, y limpieza interna de los filtros de alto impacto, el filtro del mezclador y las válvulas solenoides. Se realizaron las calibraciones con las ganancias apoyándose del analizador. Aun con todas estas medidas, el ventilador mecánico presentaba diferencias de hasta 100ml en volúmenes tidales entregados y los programados. Se concluyó que, debido a su alto nivel de uso a lo largo de su vida útil, el equipo había llegado al final de su ciclo de utilidad. Se dio la instrucción a Emergencia de Cirugía de no utilizarlo más y	3	Yoshiaki Suguiyama

		ponerlo fuera de servicio y el equipo fue trasladado hasta la sala para su almacén.		
<b>14/3/2024</b>	Se realizó una salida del hospital para visitar la tienda El Pájaro Azul con el objetivo de consultar el precio de fusibles de 15 amperios y 250 voltios, para poder probar fusibles nuevos en la incubadora Drager Babytherm de Neonatos.	Se cotizaron los fusibles y se compraron 4 fusibles para realizar pruebas. Se buscaron otros artículos o repuestos necesarios. El personal de la tienda indico que los demás artículos podían encontrarse en la sucursal principal del Pájaro Azul. Se llevaron los fusibles al taller para realizar pruebas.	1	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar

<p><b>14/3/2024</b></p>	<p>Se visitó Neonatos A con el propósito de probar los fusibles nuevos adquiridos en la incubadora abierta Drager Babytherm 8004.</p>	<p>Se probaron los fusibles, nuevamente cambiando la conexión de modo que se pasara directamente a los fusibles obviando el supresor. El voltaje seguía en 107V aproximadamente, evitando el encendido apropiado del equipo. Se mantuvo el plan de contactar al proveedor para pedirles apoyo con la reparación del equipo.</p>	<p>2</p>	<p>Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar</p>
<p><b>14/3/2024</b></p>	<p>En Neonatos A, se solicitó apoyo en el momento con una bomba de infusión Medifusion DI 2200. Se indicó un error para programar la bomba.</p>	<p>Al revisar la bomba de infusión, el personal requería poner un valor en decimal y el equipo no lo permitía. Se consultó el manual de usuario y este reveló que la bomba de infusión requería que se activara su "modo micro" para programar valores pequeños. Se entró al menú de servicio y se activó el modo micro. Se indicó al personal que la bomba tenía la velocidad deseada programada.</p>	<p>1</p>	<p>Yoshiaki Suguiyama</p>

<p><b>15/3/2024</b></p>	<p>Se revisaron 2 centrifugas que se habían trasladado al taller para revisión ya que estaban para descarte en laboratorio y se solicitó verificar si realmente el equipo estaba obsoleto.</p>	<p>Ambas centrifugas revisadas contaban con exactamente el mismo problema, el temporizador se encontraba en mal estado. Las perillas de regulación de rpm se encontraban en buen estado y funcionales. Sin embargo, los temporizadores se detenían en cierto punto, y esto causaba que la centrifuga nunca terminara su ciclo. Se indicó al doctor encargado de laboratorio que se haría una búsqueda del componente y se solicitaría una cotización.</p>	<p>2</p>	<p>Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar</p>
<p><b>15/3/2024</b></p>	<p>El área de Emergencia de Pediatría solicito una revisión de un sensor de SpO2 no funcional en un monitor de signos vitales Biocare iM15.</p>	<p>Se visitó la sala, y al encontrar a la licenciada de enfermería encargada de la sala, se revisó el sensor de SpO2 el cual entregaba las luces roja e infrarroja pero no mostraba lectura del SpO2. La encargada indicó que almacén había entregado esos sensores nuevos. Se reportó que era posible que el adaptador al monitor fuera el que presentaba la falla, o que posiblemente almacén tuviera sensores guardados que no estuviesen realmente nuevos, sino sensores que han</p>	<p>1</p>	<p>Yoshiaki Suguiyama, Thelma Argueta</p>

		estado almacenados por una gran cantidad de tiempo que pasa su vida útil. La jefa del departamento de biomédica indico a sala que se harían especificaciones técnicas del adaptador ya que no hay más de estos cables en inventario.		
<b>15/3/2024</b>	El taller de biomédica cuenta con un carrito designado a el traslado de equipos médicos pequeños a la hora de realizar entregas a las diferentes salas. Sin embargo, se habían comenzado a trabajar en ponerle límites y una superficie al carrito para que fuese posible usarlo y no se dio seguimiento hace un tiempo. Se reanudo el proyecto de reparación del carrito de biomédica.	Se utilizó una segueta para cortar pedazos de madera para crear limites en los lados para el carrito. También se cortó un pedazo de tabla de madera para crear una especie de suelo o superficie para el carrito, de modo que pudieran ponerse cosas sobre él. Se utilizó un taladro eléctrico para juntar la piezas y el carrito fue reparado.	1	Yoshiaki Suguiyama, Jeffren Padilla

<b>15/3/2024</b>	Se realizó un recorrido fuera del hospital para visitar la sucursal principal del Pájaro Azul y comprar componentes faltantes en el taller, y para buscar el componente de temporizador que necesitaban las centrifugas.	Se encontró una batería de 3V que se ocupaba para un ultrasonido, una batería de 9V requerida para un simulador de paciente del taller, y unas baterías para el control del aire acondicionado. Se encontró también una resistencia térmica que podría servir para reparar un monitor de signos vitales Vtrust que se encontraba en el taller desde hace un tiempo. También se encontró orientación de donde buscar los temporizadores. Se encontró un temporizador para hornos miniatura que podía servir para las centrifugas y se solicitó la cotización de los mismos.	3	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar
------------------	--	--	---	--

<p><b>15/3/2024</b></p>	<p>Se revisó una bomba de infusión Ci healthcare Y1200 de Medicina de Hombres ya que parecía no estar infundiendo por que el sensor de aire detectaba aire de forma permanente.</p>	<p>Inicialmente se dedujo que esto se podía resolver con un simple ajuste en el modo servicio, de la sensibilidad del sensor de aire. Este sensor de aire calcula el paso de ondas ultrasónicas y así deduce si hay liquido o hay burbuja, sin embargo, al ver los valores, las diferencias entre el paso con la presencia del venoclisis y sin la misma era mínima, cuando debería ser una diferencia notable. Se concluyó esto viendo el manual de servicio, por lo cual se dedujo que los sensores de aire estaban en mal estado. Sin un repuesto disponible para cambiarlos, se indicó que la reparación no era posible por esta misma razón.</p>	<p>1</p>	<p>Yoshiaki Suguiyama, Thelma Argueta</p>
-------------------------	---	---	----------	---

**Tabla 11: Actividades Semana 9**

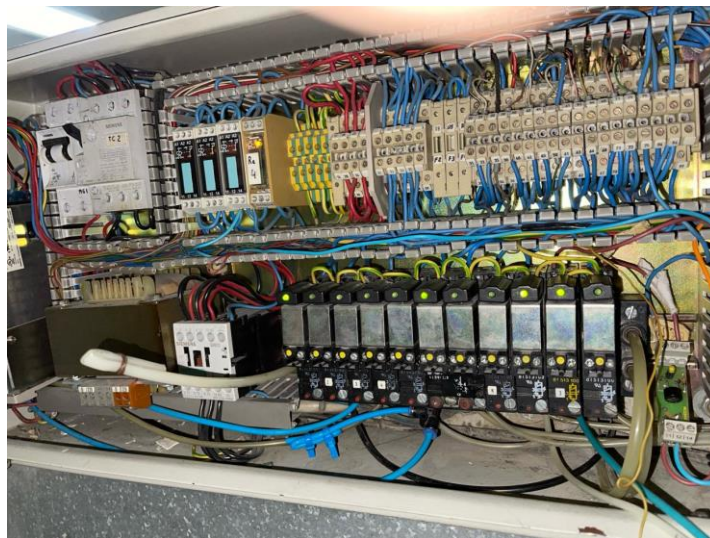
**Fuente: Autoría Propia**

#### 4.9.4 ANEXOS SEMANALES



**Ilustración 51: Ventilador Mecánico General Electrics Carescape R860 en Funcionamiento**

**Fuente: Autoría Propia**



**Ilustración 52: Panel de Electroválvulas de Autoclave Matachana S1000 en CEYE**

**Fuente: Autoría Propia**



**Ilustración 53: Menú de Calibración por Ganancias en Ventilador MEKICS MV2000**

**Fuente: Autoría Propia**



**Ilustración 54: Incubadora Abierta Drager Babytherm 8004 en Neonatos A**

**Fuente: Autoría Propia**



**Ilustración 55: Carrito de Transporte de Taller de Biomédica Ensamblado**

**Fuente: Autoría Propia**

#### **4.10 SEMANA 10 (18 DE MARZO – 22 DE MARZO 2024)**

##### 4.10.1 OBJETIVOS

- Realizar mantenimientos correctivos a bombas de infusión y monitores de signos vitales reportados por el área de Neonatos A.
- Supervisar el mantenimiento preventivo de una compañía de terceros a un ultrasonido Siemens que se encuentra bajo garantía.
- Probar un detector de rayos x reportado como defectuoso en radiología, solicitando una cotización de un reemplazo en caso de que este se encuentre en mal estado de forma permanente.

##### 4.10.2 INTRODUCCIÓN

En la décima y última semana de la práctica profesional en el Hospital Dr. Mario Catarino Rivas, se supervisó el trabajo de la compañía Diss, responsables de brindar mantenimiento preventivo a un ultrasonido Siemens ACUSON Juniper que se encuentra bajo garantía. Se apoyó

al departamento de banco de leche con la reparación de un pasteurizador que tenía fuga de agua y otros mantenimientos correctivos como los de equipos reportados previamente por Neonatos A. El área de radiología solicitó apoyo probando un detector de rayos x que parecía presentar artefactos al mostrar las imágenes de rayos x. Se indicó que, de estar en mal estado, se debía iniciar la búsqueda de otro detector nuevo y su respectiva cotización.

#### 4.10.3 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

<b>Semana 10 (Marzo 18 - Marzo 22)</b>				
<b>18/3/2024</b>	INCAPACIDAD MEDICA	En esta fecha, se justificó la inasistencia al trabajo a la jefa de la unidad de equipos médicos debido a incapacidad médica. La falta fue acordada con la unidad para la protección del personal y de los pacientes que pudiesen interactuar con equipo médico que se encontrara en el taller.	0	Yoshiaki Suguiyama

<p><b>19/3/2024</b></p>	<p>Un monitor de signos vitales Biocare PM-900 de Neonatos A fue reportado como en mal estado. La única instrucción otorgada por el personal era que el equipo "no media parámetros". Se realizó una inspección para verificar el error del monitor.</p>	<p>El monitor de signos vitales presentaba un error al tratar de inflar el brazalete de NIBP para realizar la medición de la presión arterial. El brazalete no inflaba y no se escuchaba el motor de la bomba de aire accionando en lo absoluto. El monitor mostraba el contador de presión significando que el equipo reconocía su propio intento para medir el NIBP, indicando que el error podía estar ocurriendo en el motor de la bomba. Se abrió el monitor y se encontró el motor de NIBP. Se reemplazó toda la bomba con la de otro monitor Biocare PM-900 que estaba destinado a descarte. Después de realizar el cambio el monitor lograba la medición del NIBP de forma correcta. Se buscaron sensores compatibles con el monitor en el taller para apoyar a la sala con su falta de sensores y se apartó esperando su entrega a Neonatos A.</p>	<p>3</p>	<p>Yoshiaki Suguiyama</p>
-------------------------	--	---	----------	---------------------------

<p><b>19/3/2024</b></p>	<p>Se realizó una revisión de una bomba de infusión MedCaptain MP-60 de Neonatos A que se reportó como no funcional. No se reportó cual era el problema con el equipo por lo cual fue necesaria una inspección previa al mantenimiento.</p>	<p>La bomba de infusión parecía encontrarse en buen estado con el único error siendo que el cable de alimentación no se quedaba anclado al puerto en el equipo. Al conectar el cable, se deslizaba y se caía de la bomba. Esta falla se presentó ya que un empaque de goma responsable de crear fricción que ajuste el cable al equipo se encontraba roto. Se tomó el empaque de otra bomba Medcaptain Mp-60 que estaba apartada para descarte y se ubicó en la bomba funcional. Fue un reto abrir la bomba para colocar este empaque ya que los tornillos se encontraban obstruidos por un medicamento solidificado que no permitía que los destornilladores pudiesen enganchar en las hendiduras de los tornillos. Se resolvió el problema y se reportó el equipo como en buen estado.</p>	<p>5</p>	<p>Yoshiaki Suguiyama</p>
-------------------------	---	--	----------	---------------------------

<b>20/3/2024</b>	Una bomba de infusión Enmind de Neonatos A presentaba fallas al cerrar su compuerta debido a un seguro quebrado. Se hacía imposible la infusión debido a esta falla	Se intentó cambiar la carcasa completa por la de una bomba en mal estado por problemas internos. El cambio de carcasa implicó el traslado de todos los componentes internos de una bomba hacia la carcasa de la otra. Se logró el cambio de carcasa, pero la pantalla de la bomba perdió su funcionamiento táctil, el cual es necesario para operar el equipo. Se indicó que se requieren repuestos de la pantalla para poder reanudar su reparación.	5	Yoshiaki Suguiyama
------------------	---	---	---	--------------------

<p><b>20/3/2024</b></p>	<p>Un pasteurizador o baño maría de la sala de banco de leche fue reportado como en mal estado por una fuga de agua de origen desconocido. Se trasladó al taller para su revisión inmediata debido a una falta de respaldo para el equipo en banco de leche.</p>	<p>Se retiró el motor responsable de realizar la corriente de agua. Se identificó que la fuga estaba ubicada en el motor así que se realizaron pruebas de fuga con agua. Se concluyó que la fuga no provenía del sellado lateral delo motor sino del eje del motor, el cual tiene un empaque responsable del bombeo del agua. El empaque está colocado alrededor del eje, pero el orificio central de este empaque se había estirado debido a su antigüedad. Esto permitía el paso de agua y causaba la fuga. Se colocaron dos empaques pequeños y ajustados de modo que se añadiera una presión adicional para lograr sellar el orificio del empaque en el eje. La fuga se solucionó, pero únicamente de forma temporal. Se indicó al personal que era necesario solicitar la compra o elaboración de un nuevo empaque para brindar una solución a largo plazo. Se entregó el equipo a banco de leche.</p>	<p>2</p>	<p>Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar</p>
-------------------------	--	---	----------	--

<b>20/3/2024</b>	Se llevó a cabo el traslado del equipo a banco de leche utilizando un carrito prestado por bienes nacionales.	El traslado de alargo ya que se hicieron 2 viajes para trasladar el equipo y sus componentes, y también debido a que fue necesario explicar el personal a cargo cual era el error del equipo y como solucionarlo a largo plazo.	1	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar
<b>21/3/2024</b>	La sala de Medicina de Hombre solicito el traslado y la reparación de unos aspiradores de secreciones y un nebulizador. Se asistió a la sala y se trasladaron los equipos al taller de biomédica para su reparación.	Se realizó una revisión del nebulizador. Se limpió el equipo de forma interna y externa, se ajustaron sus mangueras y se lubrico el motor interno ya que el problema que presentaba era que la corriente de aire expulsado era demasiado débil. Se revisó el motor, buscando una pieza metálica llamada flapper que usualmente se dobla provocando que los nebulizadores no bombeen suficiente aire. Sin embargo, este nebulizador pequeño contaba con una pieza plástica diferente a lo convencional. La pieza constaba de una pequeña caja con una división en medio, que separa el lado en el que se succiona aire y el área en la cual se expulsa el aire. No parecía haber ningún problema con el motor como tal, ni con su pieza plástica que genera la corriente de aire. A pesar de ser difícil de observar, se	4	Yoshiaki Suguiyama

		<p>concluyó que el empaque que acompaña al pistón del motor estaba desgastado, generando una corriente de aire demasiado débil. Se solicitó la búsqueda del repuesto para poder reanudar la reparación del equipo.</p>		
--	--	--	--	--

<p><b>21/3/2024</b></p>	<p>Se visitó el área de endoscopia para revisar el monitor de la torre de endoscopia que presentaba destellos rosados en las orillas de la pantalla según los reportes del usuario.</p>	<p>La pantalla del endoscopio mostraba destellos rosados en sus orillas cuando la cámara era sometida a un destello de luz fuerte y de forma repentina. Se revisó el monitor inicialmente según la solicitud del personal, pero al probar el equipo y verificar la verdadera naturaleza del problema, se informó al personal que el error no era por algún fallo de la pantalla ni algún cable, sino de la cámara del endoscopio. Se dio la instrucción al personal de utilizar el endoscopio con una cantidad moderada de iluminación de ser posible, y se hablara con el proveedor para solicitar la reparación o el reemplazo del endoscopio.</p>	<p>1</p>	<p>Yoshiaki Suguiyama, Thelma Argueta, Anthony Cuellar.</p>
-------------------------	---	--	----------	---

<b>21/3/2024</b>	En radiología, se realizaron pruebas de funcionamiento pendientes a un detector de RX que parecía presentar fallas o artefactos.	Se realizaron una variedad de tomas de rayos x para probar el detector y visualizar sus artefactos. Se pudieron observar 2 puntos en los cuales la toma tenía una opacidad diferente, siendo estos los artefactos reportados. Además de esto, se visualizaban una serie de líneas constantes y uniformes a lo largo de la imagen. Se creía que esto era debido a algún error con el equipo, pero se concluyó que el error estaba relacionado al detector. Se reportó el detector como en mal estado, y se discutió con el personal de radiología la opción de cotizar un nuevo detector.	1	Yoshiaki Suguiyama, Thelma Argueta, Anthony Cuellar.
<b>21/3/2024</b>	Un representante del proveedor Diss tenía cita agendada en el hospital para dar mantenimiento preventivo a un ultrasonido Siemens Healthineers ACUSON Juniper.	Se superviso el trabajo del ingeniero de la compañía Diss mientras llevo a cabo el mantenimiento preventivo del Ultrasonido. Realizo pruebas de funcionamiento y limpieza interna y externa del equipo. Se llevó a cabo la limpieza de los transductores del equipo y se realizó un respaldo del sistema.	3	Yoshiaki Suguiyama

<b>22/3/2024</b>	Un regulador de vacío de la sala de UCIP no permitía la regulación de succión. Se solicitó la reparación del regulador ya que el vacío en su máxima potencia es demasiado fuerte para la succión en pacientes pediátricos.	Se revisó el regulador de forma interna y se cambiaron las modulaciones entre regulación y modo línea. Pese a que todos los componentes del regulador se encontraban ensamblados de acuerdo a los diagramas que aparecen en su manual de uso, no era posible regular la fuerza de succión. Después de una exhaustiva revisión del regulador de vacío, se optó por entregar un reemplazo que se encontraba en el taller y funcionaba de forma correcta.	5	Yoshiaki Suguiyama
<b>22/3/2024</b>	EMI solicito que alguien de biomédica otorgara apoyo con un ventilador mecánico que tenía la manguera de aire medico atascada a la trampa de agua del ventilador. El ventilador era un MEKICS MV2000.	Se asistió en la sala de EMI con retirar la manguera que se encontraba atascada, utilizando un destornillador plano y un martillo para retirar la manguera.	1	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar
<b>22/3/2024</b>	Se notificó a la unidad de equipos médicos que vendría personal a fumigar el taller debido a la agenda estipulada. Se cubrieron los equipos médicos que se encontraban en el taller.	Se utilizó un plástico de protección para tapar y proteger todos los equipos médicos que se encontraban en el taller.	2	Yoshiaki Suguiyama, Anthony Cuellar, Thelma Argueta

**Tabla 12: Actividades Semana 10**

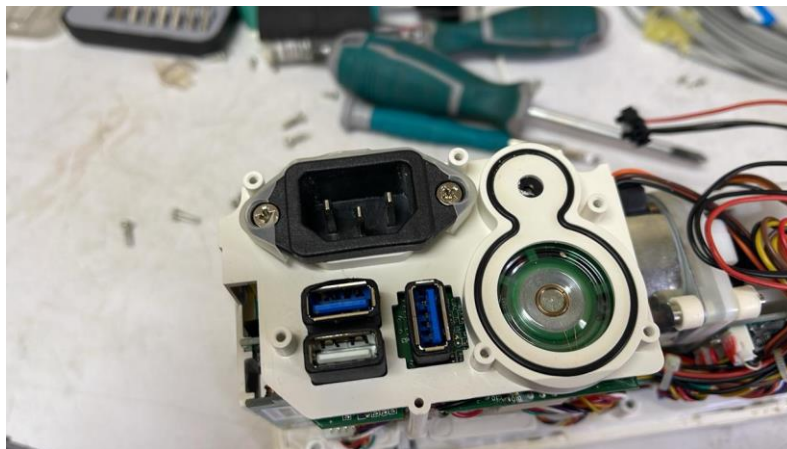
**Fuente: Autoría Propia**

#### 4.10.4 ANEXOS SEMANALES



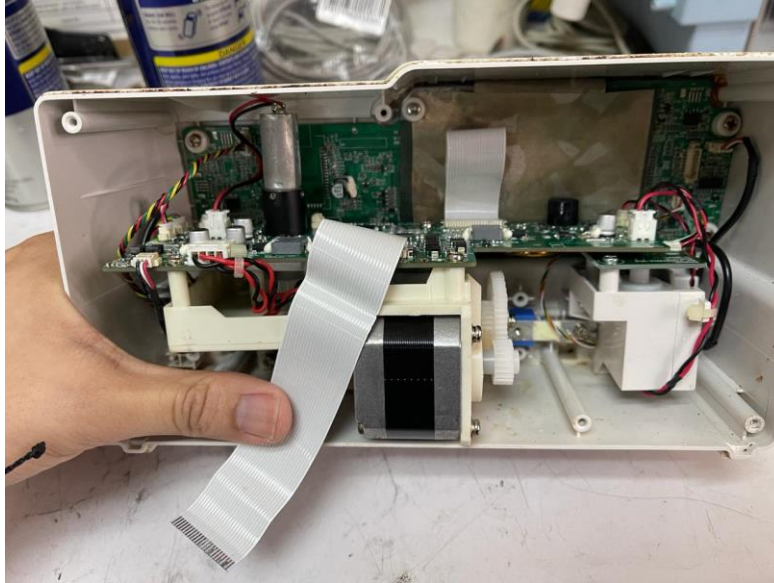
**Ilustración 56: Monitor de Signos Vitales Biocare PM-900 Posterior a Reparación**

**Fuente: Autoría Propia**



**Ilustración 57: Bomba de Infusión Medcaptain MP-60 con Empaque de Puerto de Alimentación en Mal Estado**

**Fuente: Autoría Propia**



**Ilustración 58: Interior de Bomba de Infusión Enmind EN-V7 SMART de Neonatos A**

**Fuente: Autoría Propia**



**Ilustración 59: Aspiradores de Secreciones de Medicina de Hombres**

**Fuente: Autoría Propia**



**Ilustración 60: Supervisión de Mantenimiento Preventivo de Diss a USG Siemens ACUSON Juniper**

**Fuente: Autoría Propia**

#### 4.11 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividades	Semana									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Realización de mantenimientos preventivos y correctivos										
Desarrollo de especificaciones técnicas										
Capacitación Ventiladores Mecánicos										
Impresión 3D de Adaptador para Ventiladores Mecánicos										
Reporte de Repuestos de Ventilación Mecánica Pendientes										
Indicadores de Recurrencias y Prevalencias de Mantenimientos Correctivos										
Supervisión de Mantenimientos Realizados por Terceros										

**Tabla 13: Cronograma de Actividades**

**Fuente: Autoría Propia**

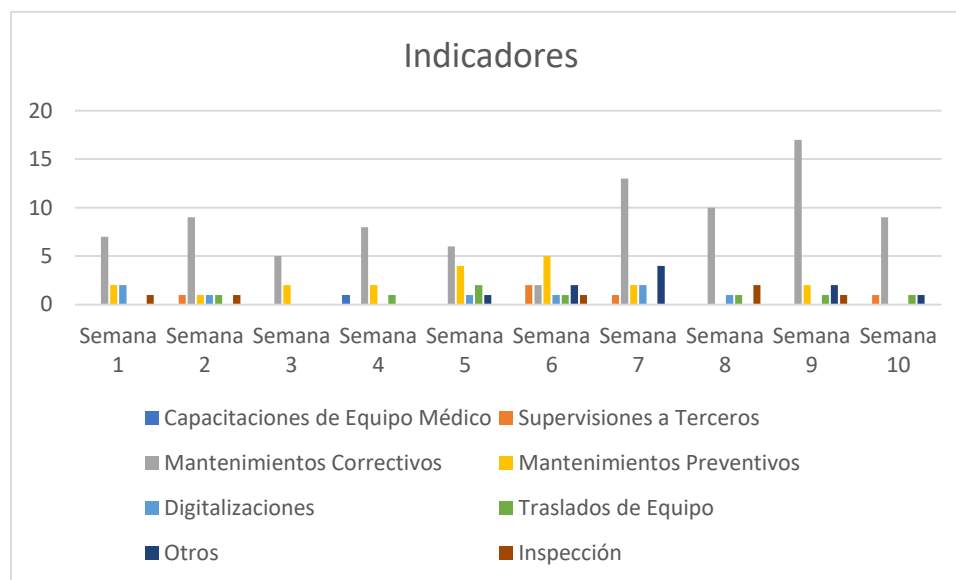
#### 4.12 TABLERO DE INDICADORES

Indicador	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10
Capacitaciones de Equipo Médico	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Supervisiones a Terceros	0	1	0	0	0	2	1	0	0	1
Mantenimientos Correctivos	7	9	5	8	6	2	13	10	17	9
Mantenimientos Preventivos	2	1	2	2	4	5	2	0	2	0
Digitalizaciones	2	1	0	0	1	1	2	1	0	0

<b>Traslados de Equipo</b>	0	1	0	1	2	1	0	1	1	1
<b>Otros</b>	0	0	0	0	1	2	4	0	2	1
<b>Inspección</b>	1	1	0	0	0	1	0	2	1	0

**Tabla 14: Tablero de Indicadores**

**Fuente: Autoría Propia**



**Ilustración 61: Gráfico de Indicadores**

**Fuente: Autoría Propia**

## V. CONCLUSIONES

### CONCLUSIÓN GENERAL:

- Se colaboró con la provisión de asistencia de calidad y servicios técnicos de apoyo a la unidad de equipos médicos del Hospital Dr. Mario Catarino Rivas asegurando el funcionamiento ideal de los equipos médicos por medio de mantenimientos preventivos y correctivos, capacitaciones y gestión de inventario garantizando la disponibilidad y el uso correcto de los equipos médicos en el hospital.

### CONCLUSIONES ESPECIFICAS:

- Se brindaron diferentes mantenimientos correctivos a los equipos entregados a la Unidad de Biomédica del hospital atendiendo una diversidad de tecnologías de la salud y utilizando los recursos disponibles en la unidad de biomédica. Se logró reparar los equipos médicos con el apoyo de los manuales de servicio, procurando utilizar la información directa disponible por cada marca de los equipos para llevar a cabo su correcto manejo y arreglo.
- Se brindó una capacitación de Ventilación Mecánica al personal de Emergencia de Medicina Interna garantizando el uso correcto de los ventiladores mecánicos MEKICS EVO 5 y Drager Savina por parte del personal de la salud asegurando la protección de los pacientes en la sala y la prolongación de la vida útil de los ventiladores.
- Se aplicó el nuevo protocolo de mantenimiento preventivo estipulado para los equipos agendados para los meses de enero, febrero y marzo, llevando a cabo inspecciones, calibraciones, limpiezas y pruebas de funcionamiento de equipos como bombas de infusión, ventiladores mecánicos, monitores de signos vitales, craneotomos, etc. Se llenaron los formularios de mantenimiento preventivo de modo que la unidad de biomédica contara con un registro puntual de las tecnologías revisadas
- Se desarrollaron múltiples especificaciones técnicas pertinentes a repuestos o equipos nuevos solicitados por las áreas del hospital, evaluando las necesidades de las salas y la disponibilidad de insumos o consumibles en almacén. De esta forma se facilitaron las solicitudes de compra de los artículos y se agilizó la adquisición de los mismos.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Basado en las conclusiones de la práctica profesional y de lo realizado a lo largo del periodo de 10 semanas como practicante, se ofrecen recomendaciones tanto al Hospital Dr. Mario Catarino Rivas como al ente universitario UNITEC.

### **A la Unidad de Equipos Médicos en el Hospital Nacional Dr. Mario Catarino Rivas**

1. Actualizar la información oficial disponible en internet acerca de la historia del Hospital Dr. Mario Catarino Rivas y la información demográfica y geográfica de los pacientes a quienes brinda atención el hospital, así como la información disponible de los servicios que el hospital brinda en la actualidad orientada a que los pacientes puedan informarse con respecto al lugar que les brindará atención médica.
2. Reformular las relaciones de comunicación con las autoridades administrativas del hospital, promoviendo la facilidad de contacto y el flujo sin interrupciones de información de un departamento hacia otro al abordar tópicos como la necesidad de adquisiciones de repuestos o equipos, relaciones costo/beneficio en torno al descarte de equipos médicos reparables y el incentivo hacia el personal de la salud a recibir capacitaciones para garantizar el máximo aprovechamiento de la vida útil de los equipos médicos.
3. Gestionar el protocolo de mantenimientos preventivos tomando en cuenta las horas de trabajo promedios necesarias para el mantenimiento preventivo de cada equipo, de modo que las agendas para cada mes cuenten con metas de mantenimiento preventivo que sean más realistas y alcanzables.
4. Solicitar una mayor cantidad de técnicos asignados al área de ingeniería biomédica con el objetivo de disminuir la carga de trabajo individual de cada miembro de la unidad y cumplir con la alta demanda de trabajo inherente a un hospital de la magnitud del Hospital Dr. Mario Catarino Rivas.

### **A la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC)**

1. Fomentar la familiarización de los estudiantes de Ingeniería Biomédica con los ambientes hospitalarios en forma de un mayor nivel de interacción entre los estudiantes y el personal

en las visitas de campo o un incentivo de horas de vinculación a cambio de presentar capacitaciones a personal médico con respecto a equipos vistos en clase.

2. Formar relaciones oficiales con las empresas distribuidoras de equipo médico y hospitales de la región noroccidental para facilitar el acceso de los estudiantes a pasantías, oportunidades de vinculación y prácticas profesionales, evitando la tarea obligatoria de contactos extraoficiales con personas particulares empleadas en estas empresas para la realización de actividades.
3. Implementar situaciones realistas de problemas u obstáculos propios a la reparación de equipo médico averiado en las actividades prácticas de la carrera, evitando mostrar únicamente equipos médicos en buen estado a los estudiantes, para nutrir los conocimientos acerca de la resolución de problemas reales, mostrar la importancia de la habilidad para buscar problemas en tecnologías, y familiarizar a los estudiantes a trabajar bajo presión similar a la de escenarios reales.
4. Fortalecer las enseñanzas en el área de eléctrica y electrónica, permitiendo que los estudiantes adquieran habilidades necesarias en un contexto real, conozcan la forma correcta de manejar equipos sin averiarlos y pierdan el temor a involucrarse con situaciones propias a las instalaciones hospitalarias en el tema de electricidad.


## REFERENCIAS

1. Artiaga, A. D. (1999). *Elaboración de un Plan de Capacitación para la Conservación de Equipos Médicos en un Hospital*. Soyapango, El Salvador: Universidad Don Bosco.
2. Avante Health Solutions. (2024). *Unidad Electro Quirúrgica Ciudad 180 Avante*. Obtenido de Avante Health Solutions: <https://avantehs.com/p/11731/es>
3. Ávila Cochancela, S. S., & Crespo Guillén, S. G. (2022). *Diseño plan de mantenimiento preventivo para equipos médicos del Hospital Santa Inés*. Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana (Bachelor's Thesis).
4. Ávila, A. (16 de Agosto de 2023). "Cinco centros como el Mario Rivas se necesitan en SPS". (J. Monzón, Entrevistador)
5. Barriere, L. R. (2018). *El Rol a desarrollar por el Ingeniero*. 2018 IEEE 38th Central America and Panama Convention (CONCAPAN XXXVIII).
6. Botero, C. (1991). *Mantenimiento Preventivo*.
7. Cabrera-Llanos, A. I. et al. (2019). Un modelo de minimización de costos de mantenimiento de equipo médico mediante lógica difusa. *Revista mexicana de economía y finanzas*, 379-396.
8. COMEN. (2019). *CM1200*. Obtenido de COMEN: <http://es.comen.com/pages/CM1200.html>
9. Cruz, R. (1992). Medicina Intensiva y las Unidades de Cuidados Intensivos; Definición-Desarrollo Histórico-Utilización de sus Recursos. *Revista Medica Hondureña*, 48-51.
10. D.F. Primero et al. (Dec de 2015). *Manual para la Gestión del Mantenimiento Correctivo de Equipos Biomédicos en la Fundación Valle del Lili*. Obtenido de SciELO: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-97622015000200021&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-97622015000200021&script=sci_arttext)
11. Dräger. (2023). *Dräger Babytherm 8004*. Obtenido de Dräger: [https://www.draeger.com/es\\_csa/Products/Babytherm-8000-8010](https://www.draeger.com/es_csa/Products/Babytherm-8000-8010)
12. Dräger. (2024). *Dräger Fabius GS Premium*. Obtenido de Dräger: [https://www.draeger.com/es\\_csa/Products/Fabius-GS-premium](https://www.draeger.com/es_csa/Products/Fabius-GS-premium)

13. Eisenkraft, J. B. (2013). *The anesthesia machine. Anesthesia Equipment: Principles and Applications*. Philadelphia, PA: Elsevier Saunders.
14. *Fundación Hospital Leonardo Martínez Valenzuela*. (2008). Obtenido de <https://mef852.wixsite.com/fundacionhlmv/resea-historica>
15. General Electrics Healthcare. (2024). *Monitor de Paciente B40*. Obtenido de General Electrics Healthcare: <https://www.gehealthcare.es/products/patient-monitoring/patient-monitors/b40-patient-monitor>
16. Gobierno de Canarias. (Diciembre de 2021). *Area de Urgencias*. Obtenido de Gobierno de Canarias Consejería de Sanidad: <https://www3.gobiernodecanarias.org/sanidad/scs/content/72ac47d6-3529-11e1-a113-87ec48c40d41/AreadeUrgencias.pdf>
17. Gutiérrez Muñoz, F. (2011). Ventilación mecánica. *Acta Médica Peruana*, 87-104.
18. *Hospital Dr. Mario Catarino Rivas*. (Noviembre de 2016). Obtenido de <https://catarinorivashn.blogspot.com/p/historia.html>
19. Interiano, C. (2012). *MEJORAMIENTO DE LOS TIEMPOS DE ATENCIÓN DE EMERGENCIA EN EL HOSPITAL DR. MARIO CATARINORIVAS*. San Pedro Sula: Universidad Tecnológica Centroamericana.
20. Marjamaa, R., Vakkuri, A., & Krivelä, O. (2008). Operating Room Management: Why, How and by Whom? *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 596-600.
21. Medcaptain Medical Technology. (2023). *Bomba de infusión 1 Vía MP-60*. Obtenido de MedicalExpo: <https://www.medicalexpo.es/prod/medcaptain-medical-technology/product-118704-810294.html>
22. MEKICS. (2022). *Ventilador para cuidados intensivos MV2000 EVO 5*. Obtenido de MedicalExpo: <https://www.medicalexpo.es/prod/mekics/product-69364-1071422.html>
23. Mindray. (2018). *Desfibrilador/Monitor BeneHeart D3*. Obtenido de Mindray: <https://www.mindray.com/co/products/defibrillation-system/beneheart-d3>

24. Orozco, W., & Cardona, E. (2008). *Cartilla Técnica del Desfibrilador*. Medellín, Colombia: Fondo Editorial ITM.
25. Ortiz, C. (2016). *Sistema de Gestión de Mantenimiento Integral en el Centro Quirúrgico del Hospital General Docente Ambato*. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
26. Rebolledo, Z. (2016). *Monitor de Signos Vitales Portátil*. Guerrero, México: Universidad Autónoma de Guerrero.
27. Restrepo Perez et al. (2007). Prototipo de Incubadora Neonatal. *Revista Ingeniería Biomédica*, 55-59.
28. Rodriguez et al. (2001). *Gestión de Mantenimiento Para Equipos Médicos*. Habana, Cuba: Sociedad Cubana de Bioingeniería.
29. Sattar, Y., & Chhabra, L. (2023). *Electrocardiogram*. Treasure Island, FL: StatPearls Publishing LLC.
30. Tawfik, B. (2013). *A fuzzy logic model for medical equipment risk classification*. Giza, Egipto: Journal of Clinical Engineering.
31. Tosta, D. J. (1996). *Hospitales de Honduras, Evolución Cronológica*. Tegucigalpa: Ministerio de Salud Pública.
32. WelchAllyn. (2022). *Estuche para Laringoscopios Curvo y Recto*. Obtenido de Welch Allyn Store: <https://welchallynstore.mx/producto/estuche-para-laringoscopios-curvo-y-recto>
33. World Health Organization. (2012). *Introducción a la Gestión de Inventarios de Equipo Médico*.

# ANEXOS

 <b>HOSPITAL NACIONAL DR. MARIO CORDERO RIVAS</b>			
UNIDAD DE EQUIPO MÉDICO			
NOMBRE DEL EQUIPO: Ventilador Mecánico		FECHA:	
UBICACIÓN - SALA:		INVENTARIO:	
MARCA:	MODELO:	SERIE:	
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		PASA / FALTA	OBSERVACIONES
Verificación Física			
Estado de carcasa			
Estado de válvula reobstruible (tanque de flujo, membrana/diafragma, trampa de agua)			
Estado de puerto de aire, manguera y trampa de agua			
Estado de puerto de coágulo, manguera y trampa de agua			
Estado de interruptor de encendido			
Estado de cable de alimentación			
Verificación Eléctrica			
Comprobar encendido del equipo			
Comprobar estado de batería			
Limpieza y Lubricación			
Limpieza externa del equipo completo.			
Limpieza de la válvulas SV1			
Limpieza de la válvulas SV2			
Limpieza de los filtros de alto impacto			
Limpieza del filtro del mezclador			
Verificación de Funcionalidad			
Prueba inicial INSP-EXP estanca			
Prueba inicial del circuito estanca			
Revisión de las diferentes modalidades como ser: VCV, PCV, O2 Stream			
Revisión de funcionamiento de alarmas visuales y auditivas			
Revisión de funcionamiento del equipo en modo batería			
Verificación con Analizador de Gases			
Verificar que el FIO2% programado sea el mismo valor medido con 21%, 90% y 100% de O2			
Verificar que el VTI programado sea el mismo valor medido con 500 Vt, 400 Vt y 600 Vt			
Verificar que el VTe programado sea el mismo valor medido con 500 Vt, 400 Vt y 600 Vt			
Verificar que el Vmin medido sea el correcto			
herramientas	INSUMOS / CONSUMIBLES	REPUESTOS	
Desmontador Phillips Desmontador Plano Multímetro Brocha Analizador de Gases	Trapo de Microfibra Limpiador de contactos Detergente Alcohol Grasa siliconada para lubricación de empujones Papel lija de 1.000 (mil)	Kit preventivo de O-rings Sensor de Flujo Cables O2 Batería Cable de alimentación	

**Ilustración 62: Ejemplo de Formato de Mantenimiento Preventivo**

Fuente: Autoría Propia

**Ilustración 63: Ejemplo de Formato de Propuesta de Trabajo**

Fuente: Autoría Propia

