



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PRÁCTICA PROFESIONAL

SEIJIRO YAZAWA IWAI

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO:

INGENIERO EN BIOMÉDICA

PRESENTADO POR:

21611177

JONATHAN OTTONIEL RODRÍGUEZ MEJÍA

ASESOR: REYNA VALLE

CAMPUS: SAN PEDRO SULA;

DICIEMBRE, 2022

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, quien me ha bendecido a lo largo de mi vida, poniendo en mi camino a las personas correctas que han sido de ayuda para mi desarrollo, dándome sabiduría para poder sobrellevar todos los momentos difíciles que se han presentado.

Gracias a mis padres por el amor y apoyo incondicional que me han brindado en todo momento gracias por ser los principales promotores de mis sueños, por educarme con principios y valores, por haberme dado el ejemplo de hacer todas las cosas de una manera correcta. Gracias a mi padre Mainor Rodriguez por siempre ser mi consejero y darme su apoyo incondicional; gracias a mi madre Amelia Mejía por estar siempre conmigo y por apoyarme en mis decisiones. De la misma manera agradezco a mi hermana Zeylin Rodriguez quien ha estado siempre conmigo ayudándome en lo que he necesitado y por los buenos tiempos que hemos compartido juntos, por esto y por mucho más les agradezco por haberme dado la oportunidad de lograr cumplir una meta más en mi vida, gracias a mi amigo y colega Juan Rivera con quien he compartido mucho tiempo y juntos hemos logrado muchos éxitos a lo largo de nuestra formación profesional.

Agradezco a los docentes de UNITEC que me compartieron sus conocimientos a lo largo de la preparación de mi profesión, haciendo una mención especial a la Ingeniero Reyna Valle quien nos apoyó desde el primer momento hasta el último y nos ha enseñó a dar lo mejor de nosotros en cada actividad que desarrollamos. Gracias a mis amigos, por haber hecho de momentos vacíos las mejores experiencias y anécdotas que nunca olvidare.

De la misma manera agradecer al equipo de trabajo de la empresa Seijiro Yazawa Iwai por haberme permitido realizar mi práctica profesional, por el apoyo brindado y por compartir muchos conocimientos que me serán de mucha ayuda a lo largo de mi vida laboral. Gracias a la vida por este nuevo Éxito.

EPÍGRAFE

"No creo que exista ninguna otra cualidad tan esencial para el éxito que la perseverancia.

Supera a casi todo, incluso a la naturaleza."

– John D. Rockefeller

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe detalla las actividades realizadas en el periodo de práctica Profesional realizada en la empresa llamada Seijiro Yazawa Iwai en el área de ingeniería y servicio técnico. El principal objetivo es poner en práctica los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Biomédica de la misma manera desenvolverse en actividades que son afines a la formación académica. La empresa se dedica a la distribución de productos para las líneas de equipos e infraestructura de servicios médicos, además de ofrecer servicio técnico de mantenimientos preventivos y correctivos de los diferentes equipos médicos que se distribuyen a nivel nacional.

Durante el periodo de practica se realizan diferentes mantenimientos tanto preventivos como correctivos a los diferentes equipos que se tienen bajo contrato de mantenimiento vigente, esto incluye la región del territorio nacional que cubre la sede ubicada en San Pedro Sula que es donde se desarrolla la práctica profesional.

Palabras clave: Correctivo, Equipo, Imágenes, Mantenimiento, Preventivo.

LISTA DE SIGLAS

MP: Mantenimiento Preventivo.

MC: Mantenimiento Correctivo.

TC: Tomografía Computarizada.

RM: Resonancia Magnética.

PET: Tomografía por emisión de positrones.

GTS: Gestión de Tecnologías en Salud.

IHSS: Instituto Hondureño de Seguridad Social.

GLOSARIO

Infusión: Acción y efecto de infundir. (ASALE & RAE, s. f.-b).

Absorción: Acción de absorber. (ASALE & RAE, s. f.-a)

Predictivo: Que predice o sirve para predecir. (ASALE & RAE, s. f.-c).

Bola de seguimiento: es un dispositivo de entrada se utiliza para ingresar datos de movimiento en computadoras u otros dispositivos electrónicos. Tiene el mismo propósito que un ratón, pero está diseñado con una bola móvil en la parte superior, que se puede rodar en cualquier dirección (*Trackball Definición*, s. f.).

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	2
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	2
2.1.1 Misión.....	2
2.1.2 Visión.....	2
2.1.3 Valores	3
2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO	3
2.3 OBJETIVOS DEL PUESTO	3
2.3.1 Objetivo General.....	3
2.3.2 Objetivos Específicos.....	3
III. MARCO TEÓRICO	4
3.1 GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS EN SALUD (GTS).....	4
3.1.1 Mantenimiento Predictivo.....	6
3.1.2 Mantenimiento Preventivo	7
3.1.3 Mantenimiento Correctivo.....	8
3.2 EQUIPOS MÉDICOS.....	9
3.2.1 Bombas de Infusión.....	9
3.2.2 Equipos de Imágenes médicas.....	10
3.2.3 Resonancia Magnética Nuclear (RMN)	11
3.2.4 Tomografía Computarizada.....	12
3.2.5 Rayos X.....	12
IV. DESARROLLO	14
4.1 SEMANA 1: OCTUBRE 10 - 14.....	14
4.1.1 Objetivos.....	14
4.1.2 Introducción.....	14
4.1.3 Descripción De Actividades	14
4.2 SEMANA 2: OCTUBRE 17 - 21	16
4.2.1 Objetivos.....	16
4.2.2 Introducción.....	16

4.2.3 Desarrollo De Las Actividades	16
4.3 SEMANA 3: OCTUBRE 24 - 28.....	19
4.3.1 Objetivos.....	19
4.3.2 Introducción	19
4.3.3 Desarrollo De Las Actividades	19
4.4 SEMANA 4: OCTUBRE 31 – NOVIEMBRE 4.....	22
4.4.1 Objetivos.....	22
4.4.2 Introducción	22
4.4.3 Desarrollo De Las Actividades	22
4.5 SEMANA 5: NOVIEMBRE 7 – 11	25
4.5.1 Objetivos.....	25
4.5.2 Introducción	25
4.5.3 Desarrollo De Las Actividades	25
4.6 SEMANA 6: NOVIEMBRE 14 – 18.....	29
4.6.1 Objetivos.....	29
4.6.2 Introducción	29
4.6.3 Desarrollo De Las Actividades	29
4.7 SEMANA 7: NOVIEMBRE 21 – 25	31
4.7.1 Objetivos.....	31
4.7.2 Introducción	31
4.7.3 Desarrollo De Las Actividades	31
4.8 SEMANA 8: NOVIEMBRE 28 – DICIEMBRE 2.....	33
4.8.1 Objetivos.....	33
4.8.2 Introducción	33
4.8.3 Desarrollo De Las Actividades	33
4.9 SEMANA 9: DICIEMBRE 5 - 9	35
4.9.1 Objetivos.....	35
4.9.2 Introducción	35
4.9.3 Desarrollo De Las Actividades	35
4.10 SEMANA 10: DICIEMBRE 12 – 16.....	37
4.10.1 Objetivos	37
4.10.2 Introducción.....	37

4.10.3 Desarrollo De Las Actividades.....	37
4.11 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	39
V. CONCLUSIONES.....	40
VI. RECOMENDACIONES.....	41
VII. BIBLIOGRAFÍA	42

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1 LOGO SYI.....	2
ILUSTRACIÓN 2 MANTENIMIENTO DE EQUIPO MÉDICO.....	4
ILUSTRACIÓN 3 CONCEPTO DE UN SISTEMA DE IMÁGENES MÉDICAS.	11
ILUSTRACIÓN 4 EQUIPO DE RESONANCIA MAGNÉTICA.	11
ILUSTRACIÓN 5 EQUIPO DE TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA.....	12
ILUSTRACIÓN 6 EQUIPO DE RAYOS X.....	13
ILUSTRACIÓN 7 BOMBA DE INFUSIÓN DESARMADA.	14
ILUSTRACIÓN 8 PANTALLA EN MAL ESTADO.....	15
ILUSTRACIÓN 9 ULTRASONIDO TOSHIBA "NEMIO"	15
ILUSTRACIÓN 10 TECLADO DE ULTRASONIDO DESARMADO.	16
ILUSTRACIÓN 11 MANTENIMIENTO DE BOMBAS DE INFUSIÓN.	17
ILUSTRACIÓN 12 INTERFAZ DE CONTROL Y CONTROL DE CALIDAD DE DENSITÓMETRO.....	17
ILUSTRACIÓN 13 EQUIPO DE DENSITOMETRÍA Y FANTOMA DE PRUEBA.	18
ILUSTRACIÓN 14 (A) HIDRÁULICA DE MESA QUIRÚRGICA, (B) DESMONTADO DE MESA QUIRÚRGICA.....	18
ILUSTRACIÓN 15 EQUIPO DE LITOTRIZIA.....	19
ILUSTRACIÓN 16 INCUBADORA.....	20
ILUSTRACIÓN 17 BOMBAS DE INFUSIÓN.....	20
ILUSTRACIÓN 18 (A) TOMÓGRAFO, (B) ESTUDIO REALIZADO CON FANTOMA DE PRUEBA.....	21
ILUSTRACIÓN 20 BOMBAS DE INFUSIÓN REALIZANDO PRUEBAS.	23
ILUSTRACIÓN 21 CAMBIO DE TECLADO A BOMBA DE INFUSIÓN.....	23
ILUSTRACIÓN 22 SOFTWARE DE SERVICIO PARA LAS BOMBAS DE INFUSIÓN.....	24
ILUSTRACIÓN 23 IMPRESORA DE PELÍCULAS RADIOGRÁFICAS.	24
ILUSTRACIÓN 24 MANTENIMIENTO DE BOMBAS.....	25
ILUSTRACIÓN 25 DESCARGA DE EQUIPO DE RAYOS X.	26
ILUSTRACIÓN 26 INVERTER DEL TAC.....	26
ILUSTRACIÓN 27 TUBO DE RAYOS X EN MAL ESTADO.	27
ILUSTRACIÓN 28 TUBO DE RAYOS X E INTERCAMBIADOR DE CALOR.....	27
ILUSTRACIÓN 29 MANTENIMIENTO DE BOMBAS DE INFUSIÓN.....	29
ILUSTRACIÓN 31 TARJETAS ELECTRÓNICAS DE LA MÁQUINA DE ULTRASONIDO.	30
ILUSTRACIÓN 32 JERINGA ENCONTRADA EN EL INTERIOR DE UNA INCUBADORA.	31
ILUSTRACIÓN 33 (A) TOMÓGRAFO, (B) FANTOMA DE PRUEBA.	32

ILUSTRACIÓN 34 UNIDAD RECONSTRUCTORA DEL TOMÓGRAFO	32
ILUSTRACIÓN 35 INCUBADORA SIN BLOWER.....	34
ILUSTRACIÓN 36 (A) PANTALLA CAÍDA, (B) CALIBRACIONES DE SENSORES DE BOMBA DE INFUSIÓN.....	34
ILUSTRACIÓN 37 BOMBAS DE INFUSIÓN EN BODEGA DE UCIN	35
ILUSTRACIÓN 38 CENTRO DE CARGA DE BOMBA DE INFUSIÓN.....	36
ILUSTRACIÓN 39 MESA QUIRÚRGICA CON FUGA DE ACEITE.....	36
ILUSTRACIÓN 40 MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE BOMBAS DE INFUSIÓN.....	37
ILUSTRACIÓN 41 MANTENIMIENTO PREVENTIVO A EQUIPO DE ULTRASONIDO.....	38
ILUSTRACIÓN 42 MESA QUIRÚRGICA.....	38
ILUSTRACIÓN 43 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	39

ÍNDICE DE ANEXOS

ILUSTRACIÓN 44 CENTRO DE CARGA Y BATERÍA DE UNA BOMBA DE INFUSIÓN.....	45
ILUSTRACIÓN 45 TOMÓGRAFO AQUILION CX.....	45
ILUSTRACIÓN 46 MESA QUIRÚRGICA.....	46
ILUSTRACIÓN 47 RANURAS DE LAS TARJETAS DE UN EQUIPO DE ULTRASONIDO.....	46
ILUSTRACIÓN 48 COLIMADOR Y TUBO DE RAYOS "X".....	47
ILUSTRACIÓN 49 CONECTOR DE CABLE DE ALTO VOLTAJE TAC.....	47
ILUSTRACIÓN 50 TUBO DE RAYOS "X".....	48
ILUSTRACIÓN 51 BANCO DE BATERÍAS PARA SISTEMA DE RESPALDO DE TAC.....	48
ILUSTRACIÓN 52 PEDALES PARA CONTROL DE MESA QUIRÚRGICA.....	49
ILUSTRACIÓN 53 ARCO EN C.....	49

I. INTRODUCCIÓN

El presente informe consiste en la descripción de las actividades realizadas en el periodo de práctica profesional, a lo largo del informe se detallarán los conocimientos adquiridos durante este periodo de tiempo, de la misma manera se presentará información de la empresa en donde se realiza la práctica profesional la cual es Seijiro Yazawa Iwai.

El objetivo principal de esta etapa es poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo del periodo de estudio, así como también emplear estos mediante las diferentes aplicaciones existentes en el campo laboral.

El presente informe se dividió en diferentes capítulos para poder tener una mejor comprensión de este, a continuación, se brinda una introducción de lo que comprende cada capítulo:

Capítulo II. Se muestra las generalidades de la empresa describiendo detalladamente en que consiste la empresa de la misma manera en este capítulo se encuentran los objetivos del puesto.

Capítulo III. En este capítulo se desarrolló el marco teórico en el cual se investigaron temas relacionados con el rubro de la empresa.

Capítulo IV. En este apartado se describieron cada una de las actividades realizadas en el transcurso del periodo académico que consta de diez semanas, aquí se explica las diferentes actividades desarrolladas en el tiempo de práctica profesional en Seijiro Yazawa Iwai. Aquí también encontraremos el cronograma de actividades realizadas en el plazo de diez semanas.

Capítulo V. Se mencionan las conclusiones obtenidas al final del periodo de práctica.

Capítulo VI. En este capítulo encontraremos ciertas recomendaciones, además se insertaron las referencias bibliográficas utilizadas en la documentación.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

En el presente capítulo se dará a conocer más a profundidad las generalidades de la empresa en la cual se realiza la práctica profesional, además de una breve descripción del departamento de Ingeniería y Servicio Técnico.

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

El 4 de Diciembre de 1970 se consolida como compañía, la empresa Seijiyo Yazawa Iwai C.A. El presidente, Sr. Mitsuru Yazawa Sekimoto, mantiene vivas las enseñanzas y los valores que recibió de su padre sr Seijiyo Yazawa, pero le añade innovación y enfoque en nuevas tecnologías a su forma de liderar. Este balance, hace que hoy la compañía sea una de las más importantes en América Latina en la distribución de productos para las líneas de equipos e infraestructura de servicios médicos, maquinarias y equipos para la industria pesada y equipos e infraestructura para servicios de energía eléctrica con presencia en más de 8 países y se consolide como un aliado clave de negocio para los fabricantes más reconocidos e importantes del planeta (*Seijiyo Yazawa Iwai, s. f.*).



Ilustración 1 Logo SYI.

Fuente: *Seijiyo Yazawa Iwai, s. f.*

2.1.1 MISIÓN

Nuestro propósito fundamental es proveer productos y servicios de tecnología, logrando que nuestros clientes reciban un valor superior, nuestros empleados y socios comerciales compartan nuestro éxito y el nombre Seijiyo Yazawa Iwai sea inequívocamente asociado con calidad, confianza y el mejor servicio al cliente (*Seijiyo Yazawa Iwai, s. f.*).

2.1.2 VISIÓN

Ser el proveedor integral líder en productos y servicios de tecnología en todo el Continente Americano, ofreciendo a nuestros clientes las mejores soluciones técnicas que faciliten sus procesos y ayuden al crecimiento y desarrollo de los países donde estamos presentes (*Seijiyo Yazawa Iwai, s. f.*).

2.1.3 VALORES

- Constante búsqueda de la Innovación.
- Servicio Excepcional compromiso con el cliente.
- Lealtad con nuestra gente y cliente.
- Flexibilidad para brindar soluciones a la medida y adaptarse al entorno.
- Ofrecemos confianza máxima en nuestra experiencia y trayectoria.
- Calidad siempre está presente en nuestros productos, servicios y talento.
- El Talento Humano es nuestro activo diferenciador.

(Seijiro Yazawa Iwai, s. f.).

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

El departamento de ingeniería y servicio técnico se encarga de realizar los diferentes mantenimientos preventivos y correctivos de todos los equipos que se encuentran bajo contrato con las diversos entes de salud a las que se les ha vendido equipo o se tiene un contrato de mantenimiento, de la misma manera se encarga de lo que es la parte de instalación del equipo que se vende y de la verificación del cumplimiento de ciertos requisitos de infraestructura para el correcto funcionamiento de los equipos médicos.

2.3 OBJETIVOS DEL PUESTO

2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar habilidades en el campo laboral para implementar soluciones a los clientes en el rubro biomédico y generando un valor agregado a la empresa a través de un servicio técnico proactivo y eficaz.

2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la implementación de tecnologías biomédicas y realización de mantenimientos a través de visitas hospitalarias.
- Poner en marcha tecnologías biomédicas suministradas por la empresa.
- Generar documentación pertinente sobre las actividades de soporte realizadas.
- Brindar diferentes capacitaciones a los usuarios sobre el uso y mantenimiento de equipos médicos,

III. MARCO TEÓRICO

En el desarrollo de este capítulo se abordará de manera descriptiva todos los temas relacionados con el trabajo realizado en el periodo de práctica profesional, esto con la finalidad de facilitar la comprensión al lector en el contexto de las actividades realizadas.

3.1 GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS EN SALUD (GTS)

En el campo de la medicina, para garantizar el uso de equipos médicos grandes, es necesario realizar un mantenimiento regular en los equipos médicos grandes. En el proceso de mantenimiento de equipos médicos a gran escala, la mayoría del personal médico no ha establecido un sistema de gestión de calidad correspondiente, descuidando el mantenimiento diario y utilizando las herramientas y equipos necesarios como se puede observar en la ilustración 2, lo que genera muchos peligros ocultos de accidentes médicos. Para ello, se debe fortalecer el control de calidad de los grandes dispositivos médicos, se debe realizar bien el control antes, durante y después del evento, y se debe realizar un análisis integral de los métodos de operación del equipo para lograr un mantenimiento razonable del equipamiento (Li et al., 2022).



Ilustración 2 Mantenimiento de equipo médico.

Fuente: *MICROTEC* (2019).

La Gestión de Tecnologías en Salud (GTS) se refiere a las acciones realizadas por los profesionales de la salud para proporcionar tecnologías apropiadas, seguras y eficaces para

la solución de un problema, integrando conocimientos de ingeniería, logística, planificación y gestión de recursos. El mantenimiento preventivo es parte de HTM y su objetivo es prolongar la vida útil de un dispositivo y evitar daños. La esencia del mantenimiento del equipo médico es prolongar la vida útil del instrumento, garantizar la integridad y el índice de utilización del instrumento y reducir la probabilidad de falla durante el uso (Hernández-López et al., 2020).

Los hospitales modernos necesitan una gran cantidad de dispositivos médicos para ayudar a los profesionales de la salud en el diagnóstico, tratamiento, seguimiento y soporte vital de los pacientes. El uso de dispositivos médicos promueve en gran medida la precisión, la conveniencia y la eficacia del diagnóstico y tratamiento clínico, y reduce la intensidad de trabajo del personal médico. Debido a esto algunos dispositivos médicos funcionan durante mucho tiempo, y luego se producen una variedad de fallas mecánicas, electrónicas y de software, lo que resulta en la interrupción repentina del diagnóstico auxiliar y el tratamiento de los dispositivos médicos, lo que afecta la seguridad médica, pero también aumenta el costo económico de la operación. de hospitales (Liu & Zhang, 2022).

La supervivencia y el desarrollo de un hospital son inseparables de las instalaciones médicas. Fortalecer la reparación y el mantenimiento de equipos médicos puede garantizar el funcionamiento normal del hospital y reducir los gastos médicos. Con el uso de dispositivos médicos, los métodos de tratamiento del hospital también se han mejorado aún más. En aplicaciones prácticas, debido a la automatización y complejidad de los dispositivos médicos, el mantenimiento debe cambiar hábitos pasados durante el uso. El personal de mantenimiento debe revisar periódicamente los equipos relacionados, lo que plantea mayores requisitos para el mantenimiento y la gestión de los equipos médicos (Li et al., 2022).

Las instituciones de atención médica enfrentan el desafío de mantener sus dispositivos médicos eléctricos seguros, precisos y confiables en términos de medición y monitoreo de parámetros vitales. En las instituciones de salud, el mantenimiento de las funciones operativas generales al nivel requerido de desempeño se puede lograr a través de inspecciones periódicas de desempeño de seguridad (Gurbeta & Badnjević, 2017).

3.1.1 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

El mantenimiento es un tema crucial en la gestión del ciclo de vida de los equipos médicos. El mantenimiento basado en evidencia consiste en el monitoreo continuo del desempeño de los equipos, a partir de la evidencia, el estado actual en términos de historial de fallas, y la mejora de su efectividad al realizar los cambios necesarios. Este proceso es muy importante para optimizar el uso y asignación de los recursos disponibles por parte de los departamentos de ingeniería clínica (Iadanza et al., 2019).

Las técnicas de mantenimiento predictivo están diseñadas para ayudar a anticipar fallas en los equipos para permitir la programación anticipada del mantenimiento correctivo, evitando así el tiempo de inactividad inesperado del equipo, mejorando la calidad del servicio para los clientes y también reduciendo el costo adicional causado por el mantenimiento excesivo en las políticas de mantenimiento preventivo. Muchos tipos de equipos, por ejemplo, cajeros automáticos (ATM), equipos de tecnología de la información, dispositivos médicos, etc., rastrean el estado del tiempo de ejecución generando mensajes del sistema, eventos de error y archivos de registro, que pueden usarse para predecir fallas inminentes (Wang et al., 2017).

El mantenimiento predictivo ayuda a predecir mejor el estado futuro de los activos físicos y a tomar decisiones de mantenimiento oportunas y mejor informadas. Muchas empresas hoy en día desean la implementación de una política de mantenimiento tan avanzada. Sin embargo, el primer paso en cualquier implementación de mantenimiento predictivo es identificar los candidatos más adecuados (es decir, sistemas, componentes). Esto es para evaluar dónde el mantenimiento predictivo proporcionaría el mayor beneficio en el rendimiento y los costos del tiempo de inactividad. Aunque hay varios métodos de selección disponibles, estos métodos no siempre conducen a los candidatos más adecuados para el mantenimiento predictivo. La razón principal es que estos métodos se centran en componentes críticos sin considerar la agrupación de mantenimiento y la viabilidad técnica, económica y organizativa (Tiddens et al., 2018).

3.1.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo generalmente se programa a intervalos definidos e incluye tareas específicas, como lubricación, limpieza o reemplazo de piezas que comúnmente se desgastan o tienen un ciclo de vida corto. Del mismo modo, el mantenimiento preventivo suele ser realizado por el fabricante, quien también establece los procedimientos e intervalos de mantenimiento para cada máquina. Sin embargo, las organizaciones de usuarios también pueden ajustar estos intervalos de acuerdo con las condiciones de su entorno local (Hernández-López et al., 2020).

Los dispositivos médicos que reciben el mantenimiento adecuado no solo son más seguros para sus pacientes, sino también para su personal. Con un mantenimiento preventivo anual, los problemas se pueden detectar temprano para que no tenga problemas en una emergencia. Este mantenimiento de rutina puede ayudar a que su establecimiento funcione de manera más eficiente. Además, adoptar un enfoque proactivo le ayudará a ahorrar dinero. Los daños al equipo a veces pueden ser costosos, sin embargo, si el problema se detecta a tiempo, existe la posibilidad de solucionarlo antes de que empeore. Por otro lado, al dejar un sistema sin mantenimiento preventivo, podría averiarse y obligar a su establecimiento a reprogramar citas o llamar a los servicios de emergencia (*Preventative Maintenance*, s. f.).

Promedco, (2019) menciona en su estudio lo siguiente:

Se considera un proceso donde se busca mantener en buenas condiciones el funcionamiento de los equipos o instrumentos que utilizan en un centro médico. También, sirve para cuidar e inspeccionar con el propósito de que no ocurran fallas y que estas se vuelvan mayores. Con lo descrito hasta aquí, el programa de mantenimiento preventivo se basa básicamente en las ejecuciones periódicas de actividades como revisión semanal, diaria, cambio de accesorios, etc.

- **Calibración**

Consiste en realizar un balance de los resultados obtenidos, producto del proceso que se acaba de llevar a cabo con los estándares internacionales o normados.

- **Inspección**

Se hace un exámen detallado de forma visual a través de herramientas de medición con componentes óptimos que comprueban el estado de funcionamiento de los equipos, sus características y condiciones técnicas.

- **Limpieza**

Es la eliminación de elementos extraños o nocivos en la estructura de los dispositivos como ecógrafos, rayos x, monitoreo y soporte vital, equipo de diagnóstico, etc., también incluye la parte interna.

- **Lubricación**

Ayuda a reducir la fricción y el desgaste en las diferentes partes de los equipos médicos.

- **Pruebas de funcionamiento**

Se efectúan para determinar si el funcionamiento se adecúa a las características de rendimiento y seguridad de fabricación. Los equipos que no cumplan con esto se consideran no aptos en la prestación del servicio.

3.1.3 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El mantenimiento correctivo es cualquier actividad de mantenimiento no programada [es decir, reparaciones] que se requiere para corregir la falla de un componente o el mal funcionamiento del sistema que ha ocurrido o ha ocurrido intermitentemente. Esta actividad de reparación puede consistir en la reparación, restauración o reemplazo de componentes o sistemas utilizados para restaurar la integridad física, la seguridad y/o el rendimiento de un dispositivo médico después de una falla conocida o desconocida a través de órdenes de trabajo no programadas. El mantenimiento correctivo debe distinguirse del mantenimiento preventivo o el mantenimiento basado en la condición porque no hay un trabajo programado de rutina que se realice de manera rutinaria (*Corrective maintenance*, s. f.).

El mantenimiento correctivo (CM) implica el reemplazo o la reparación del equipo de que falla. En respuesta a la falla del equipo, las tareas de CM identifican la falla (puede ser un componente del equipo o un elemento del equipo) y rectifican la falla para que el equipo pueda restablecerse y la producción de la instalación se restablezca. Las tareas de CM se

priorizan para que las tareas de alta prioridad que pueden estar relacionadas con la seguridad o que afecten la producción se aborden primero (Deighton, 2016).

Hay beneficios al realizar mantenimiento correctivo en dispositivos médicos cuando hay un registro histórico de niveles bajos o no significativos de riesgo para el paciente. Los beneficios del mantenimiento correctivo se pueden ver en muchas áreas como, tiempo y costo, el beneficio conservador es que la cantidad de tiempo dedicado a estas tareas de mantenimiento se puede reducir y el tiempo del técnico se puede redirigir a tipos de dispositivos médicos de nivel de riesgo moderado y alto (por ejemplo, ventiladores, desfibriladores, anestesia) (*Corrective maintenance*, s. f.).

Sin embargo, la consecuencia es que es ineficiente y, a largo plazo, puede ser muy costoso porque las fallas generalmente resultan en eventos catastróficos, lo que significa que hay más daños que deben repararse y, por lo tanto, los MTTR son más largos. CM tampoco se enfoca en la causa raíz de la falla del equipo y, por lo tanto, el MTBF será mucho menor que con el mantenimiento proactivo. En otras palabras, habrá muchas fallas repetidas (Deighton, 2016).

3.2 EQUIPOS MÉDICOS

3.2.1 BOMBAS DE INFUSIÓN

Las bombas de infusión, dispositivos médicos comunes, se utilizan para administrar líquidos como nutrientes o medicamentos a los pacientes. En comparación con la administración manual de fluidos, las bombas de infusión brindan la ventaja de una administración controlada: la capacidad de administrar fluidos en pequeños volúmenes o a tasas o intervalos programados con precisión. Muchas bombas de infusión más nuevas están equipadas con pautas clínicas predeterminadas, sistemas de reducción de errores de dosis (DERS) y bibliotecas de medicamentos que brindan una lista completa de medicamentos y líquidos con detalles de dosis, volumen y velocidad de flujo. (Hoffman & Bacon, 2020).

Hoy en día, se utilizan comúnmente varios tipos de bombas de infusión para la administración de fármacos, como bombas de jeringa y bombas peristálticas. Estos instrumentos presentan diferentes características y capacidades de medición según su uso y aplicación terapéutica. Para garantizar la trazabilidad metrológica de estos instrumentos

de medición de caudal y volumen, es necesario utilizar métodos y patrones de calibración adecuados. Se pueden utilizar dos métodos de calibración diferentes para determinar el error de flujo de las bombas de infusión. Uno es el método gravimétrico, considerado como método primario y comúnmente utilizado por los Institutos Nacionales de Metrología. El otro es un método de comparación en el que se utiliza un analizador de dispositivos de infusión (IDA) como generador de flujo, y se suele utilizar en las oficinas de mantenimiento de hospitales (Furtado et al., 2018).

3.2.2 EQUIPOS DE IMÁGENES MÉDICAS

Las técnicas de imágenes médicas (MIT, por sus siglas en inglés) son métodos no invasivos para observar el interior del cuerpo sin abrirlo quirúrgicamente. Solía ayudar al diagnóstico o tratamiento de diferentes condiciones médicas. Estas técnicas se componen de un sistema para adquirir y procesar estos datos obtenidos como se muestra en la ilustración 3 para posteriormente mostrar finalmente la imagen reconstruida. Hay muchas técnicas de imágenes médicas; cada técnica tiene diferentes riesgos y beneficios. Las técnicas concernientes son; Radiografía de rayos X, tomografía computarizada (TC) de rayos X, imágenes por resonancia magnética (MRI), ultrasonografía, elastografía, imágenes ópticas, imágenes de radionúclidos que incluyen (gammagrafía, tomografía por emisión de positrones (PET) y tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT)), termografía e imágenes de Tera hercios. (Khasban H. & El-Bendary, 2017).

Las modernas imágenes médicas tridimensionales (3-D) ofrecen el potencial y la promesa de grandes avances en la ciencia y la medicina a medida que se producen imágenes de mayor fidelidad. Se ha convertido en uno de los campos más importantes dentro de las imágenes científicas debido al rápido y continuo progreso en la visualización de imágenes médicas computarizadas y los avances en los métodos de análisis y diagnóstico asistido por computadora, y ahora es, por ejemplo, una parte vital de la detección temprana, diagnóstico y tratamiento del cáncer. El desafío es procesar y analizar de manera efectiva las imágenes para extraer, cuantificar e interpretar de manera efectiva esta información para obtener comprensión y comprensión de la estructura y función de los órganos de los que se obtienen

imágenes. El objetivo general es comprender la información y ponerla en práctica (Dougherty, 2015).

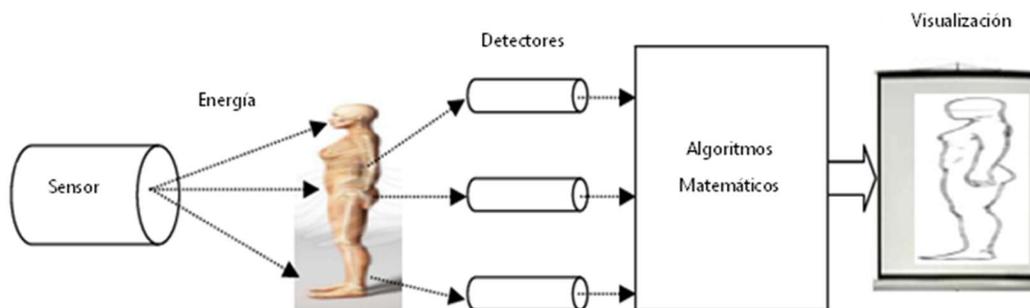


Ilustración 3 Concepto de un sistema de imágenes médicas.

Fuente: Khasban H. & El-Bendary (2017).

3.2.3 RESONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR (RMN)

La RMN (ilustración 4) utiliza ondas electromagnéticas para excitar los átomos de agua dentro del cuerpo humano. Una vez que se detiene la excitación, los átomos vuelven a su estado normal y, al hacerlo, emiten la misma onda de radio electromagnética que se utilizó para excitarlos. Este efecto se llama resonancia magnética nuclear. Usando este efecto, se obtiene una imagen de resonancia magnética (Maier et al., 2018).



Ilustración 4 Equipo de Resonancia Magnética.

Fuente: DAIC (2014).

3.2.4 TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA

La TC (ilustración 5) utiliza rayos X para reconstruir los datos de corte y volumen. La absorción total a lo largo de la trayectoria de un rayo X a través del cuerpo humano está realmente dada por la suma de las absorciones de los tejidos con diferentes características de absorción a lo largo de su trayectoria. Por lo tanto, una medición de las absorciones de rayos X desde diferentes direcciones permite la reconstrucción de imágenes de cortes a través del cuerpo del paciente. Al hacerlo, se obtiene un contraste mucho mejor entre los tipos de tejido blando. Una vez que se combinan varios cortes, se puede reconstruir todo el volumen apilando los cortes, lo que luego se denomina imagen 3D (Maier et al., 2018).



Ilustración 5 Equipo de Tomografía Computarizada.

Fuente: Maier et al (2018).

3.2.5 RAYOS X

Los equipos de imágenes de rayos X (ilustración 6) utilizan luz de muy alta energía. Sin embargo, la luz ya no es visible para el ojo humano. La mayor energía de la luz permite una penetración más profunda del cuerpo. Debido a las diferentes tasas de absorción de los rayos X, se pueden distinguir diferentes tejidos corporales en las imágenes de rayos X. Los tejidos con alta absorción de rayos X, por ejemplo, los huesos, se vuelven visibles como

estructuras brillantes en las imágenes de proyección de rayos X. Hoy en día, los rayos X se encuentran entre las imágenes médicas más difundidas.



Ilustración 6 Equipo de Rayos X.

Fuente: *Equipo de rayos X* IME ImportMedical, s. f.

IV. DESARROLLO

En el presente capítulo se presenta detalladamente cada una de las actividades realizadas en el tiempo correspondiente al desarrollo de la práctica profesional de la misma manera se muestra evidencia mediante fotografías para una mejor comprensión.

4.1 SEMANA 1: OCTUBRE 10 - 14

4.1.1 OBJETIVOS

1. Realizar recorrido por empresa.
2. Planificar los mantenimientos preventivos del mes de Octubre.
3. Iniciar mantenimientos preventivos a diferentes equipos del IHSS.

4.1.2 INTRODUCCIÓN

Durante la primera semana de la práctica profesional los primeros dos días se dio un recorrido por las oficinas, familiarización con el personal de la empresa y el resto de la semana se iniciaron los mantenimientos que se tenían programados para cada día.

4.1.3 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

En los primeros dos días se recibió una breve presentación sobre la forma en que se realizan cada uno de los trabajos en la empresa y la firma del acuerdo de confidencialidad.

Los días posteriores se dio mantenimiento a diferentes equipos en el IHSS que es donde se tiene la mayor cantidad de equipos a los cuales ya se tiene establecida la periodicidad en la cual se realiza cada mantenimiento preventivo, durante la semana se realizó mantenimiento a bombas de infusión como se puede observar en la ilustración 7 estas pertenecían a diferentes áreas como ser, Labor y Parto, Emergencia de Adultos y Pediátrica.



Ilustración 7 Bomba de Infusión desarmada.

Fuente: Propia (2022)

En una de las bombas a las que se les realizó el mantenimiento se detectó que la pantalla tenía una falla por lo que se procedió a realizar el cambio de ésta, en la ilustración 8 se puede observar la pantalla que fue reemplazada ya que estaba en mal estado.



Ilustración 8 Pantalla en mal estado.

Fuente: Propia (2022)

En el transcurso de la semana se recibió un reporte del área de imágenes, específicamente de un equipo de ultrasonido que se observa en la ilustración 9, el cual presentaba falla en la bola de seguimiento (TrackBall) esta solo permitía realizar movimientos horizontales en pantalla, por lo tanto, se procedió a desarmar el equipo con el debido cuidado de los transductores y demás para posteriormente realizar una limpieza utilizando aire comprimido y limpiador de contactos en las placas de los controladores.



Ilustración 9 Ultrasonido Toshiba "Nemio"

Fuente: Propia (2022)

4.2 SEMANA 2: OCTUBRE 17 - 21

4.2.1 OBJETIVOS

1. Realizar mantenimientos preventivos a Bombas de Infusión.
2. Realizar mantenimiento Preventivo a Equipo de densitometría
3. Ingresar a quirófano de Orquídea Blanca para brindar servicio a la mesa quirúrgica.

4.2.2 INTRODUCCIÓN

En la segunda semana se continuó realizando los mantenimientos según calendario del IHSS en las diferentes áreas en donde estaban programados. Una de las bombas necesitaba calibración de sensores por lo tanto se utilizó un cable de servicio para esto.

4.2.3 DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

En la semana se recibió de nuevo el reporte del mal funcionamiento de la máquina de ultrasonido por lo que se procedió a realizar una revisión del equipo y esta vez se desarmó como se puede apreciar en la ilustración 10 para poder limpiar de la mejor manera el teclado y la parte interior de los rodos de la bola de seguimiento ("TrackBall") y esto ayudó a que se resolviera el problema que se tenía con el equipo.



Ilustración 10 Teclado de ultrasonido desarmado.

Fuente: Propia (2022).

De la misma manera se realizaron mantenimientos a algunas bombas de infusión en el área de UCIN, lo primero que se realizó fue la determinación de cuáles bombas estaban en el listado para mantenimiento en el mes de Octubre en la bodega del área de UCIN, posteriormente a las que se identificaron se realizaron las pruebas requeridas, así como también la limpieza de cada una de las bombas (Ilustración 11).



Ilustración 11 Mantenimiento de Bombas de Infusión.

Fuente: Propia (2022).

El día jueves de esta semana se realizó el mantenimiento al densitómetro del IHSS, por lo que se procedió a realizar el reconocimiento del equipo, verificar su estado por medio de su interfaz (Ilustración 12) poder verificar el control de calidad el cual es un gráfico que muestra los valores de referencia de funcionamiento del equipo y de esta manera se determina si está trabajando de manera correcta o no, en este caso se encontraba trabajando de manera correcta.

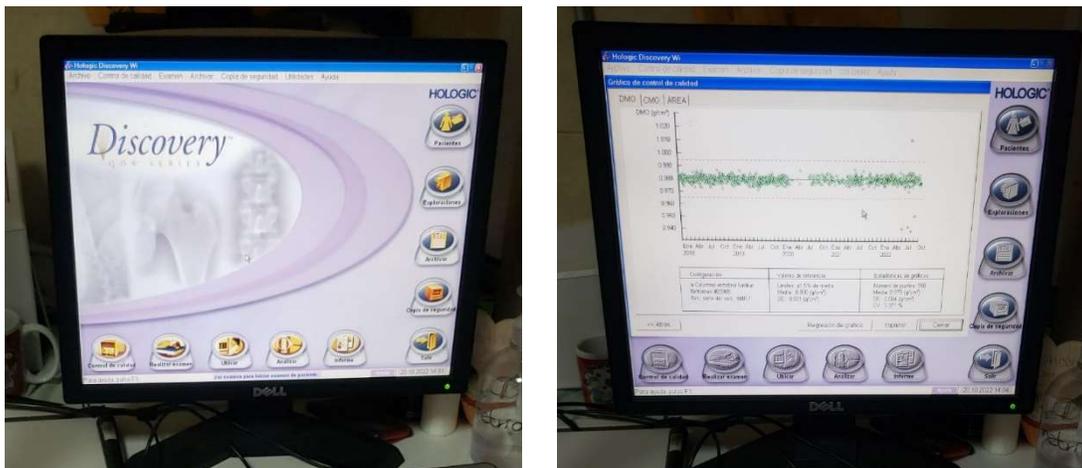


Ilustración 12 Interfaz de control y control de calidad de Densitómetro.

Fuente: Propia (2022)

De la misma manera se realizó la limpieza total del equipo y con la ayuda de un fantoma de prueba el cual se muestra en la Ilustración 13 se verificó que el equipo brindara las lecturas correctas a la hora de realizar un estudio en específico.



Ilustración 13 Equipo de densitometría y fantoma de prueba.

Fuente: Propia (2022).

El último día de la semana se le dio mantenimiento a una mesa quirúrgica ubicada en el quirófano del centro de rehabilitación "Orquídea Blanca", se procedió a desarmar la zona donde se encuentra la parte de la hidráulica (Ilustración 14 - A) de los movimientos que posee la mesa, aquí se puede rellenar el aceite en caso de ser necesario, se limpió toda esta parte al igual que las placas del botón de encendido y de paro de emergencia, de la misma manera se engrasaron las partes desmontables de la mesa (Ilustración 14 - B) como ser la cabecera y los soportes de las piernas.



Ilustración 14 (A) Hidráulica de mesa quirúrgica, (B)Desmontado de mesa quirúrgica.

Fuente: Propia (2022).

4.3 SEMANA 3: OCTUBRE 24 - 28

4.3.1 OBJETIVOS

1. Dar mantenimiento a equipos del área de UCIN.
2. Dar mantenimiento a equipo de litotricia.
3. Realizar viaje a clínicas periféricas de Choloma y El Progreso para dar mantenimiento a equipos de ultrasonido.

4.3.2 INTRODUCCIÓN

En esta semana se continuó con lo que es el cumplimiento del calendario de mantenimientos preventivos de los equipos asignados, en el área donde más se tenían equipos por dar mantenimiento es la de UCIN, en donde se dificulta debido a la demanda que tienen los equipos casi nunca están disponibles para darles servicio.

4.3.3 DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

El primer día de esta semana se ingresó a quirófano que es el área donde está ubicado el litroptor (Ilustración 15) al cual se le debía dar MP, para eso se encendió el equipo y se esperó un tiempo para que se cargara y de esta manera poder realizar una cantidad de disparos para verificar su correcto funcionamiento, de la misma manera la mesa donde se coloca al paciente se limpió y se lubricaron los rieles en donde realiza los movimientos respectivos.



Ilustración 15 Equipo de Litotricia.

Fuente: Propia (2022).

En el transcurso de la semana se hizo el mantenimiento de incubadoras, que se muestran en la ilustración 16 ubicadas en el área de UCIN, para este se verifica el correcto funcionamiento de la balanza, esto se realiza con un peso conocido, la calibración de las celdas de oxígeno, se revisa la fecha en que se cambió el filtro esto se realiza cada cierto periodo de tiempo, con la ayuda de un simulador de paciente se verifican las correctas lecturas de temperatura y correctos funcionamientos de los ciclos que realiza y por último se realiza una limpieza general del equipo.



Ilustración 16 Incubadora.

Fuente: Propia (2022).

Siguiendo con la programación de mantenimientos en el área de UCIN se verificó cuales bombas estaban desocupadas para proceder a realizar el mantenimiento respectivo de cada una de ellas, así como también la limpieza total del equipo en este caso solo se encontraron 3 que se muestran en la ilustración 17.



Ilustración 17 Bombas de Infusión.

Fuente: Propia (2022).

El último día de la semana se realizó el mantenimiento al Tomógrafo (Ilustración 18 -A), para esto se verificó que se realizaran con normalidad los movimientos de la mesa y del "gantry" posteriormente se retiraron las compuertas laterales y se levantó la parte frontal, se activó el modo servicio y se verificó que todo en el interior estuviera en orden es decir nada fuera de lo normal, se realizó limpieza de las partes externas y lo último fue realizar pruebas con el fantoma, se colocó en posición para realizar un estudio. En la ilustración 18 - B se puede observar el resultado de este estudio en donde se tienen en el interior del fantoma distintos materiales los cuales se comparan sus valores con los que otorga el manual y dependiendo del tipo de material se tiene un margen de error y la lectura que brinde el estudio debe estar dentro de este para poder determinar que el equipo está funcionando correctamente.

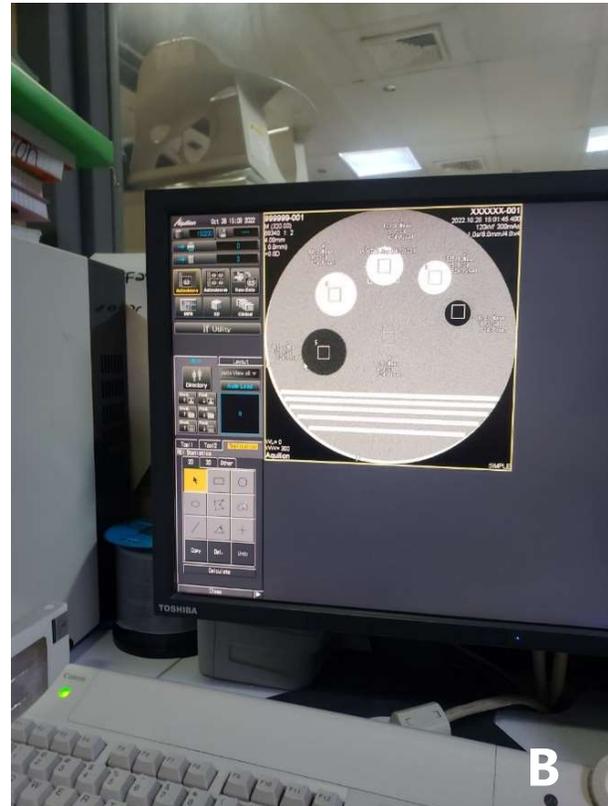


Ilustración 18 (A) Tomógrafo, (B) Estudio realizado con fantoma de prueba.

Fuente: Propia (2022).

4.4 SEMANA 4: OCTUBRE 31 – NOVIEMBRE 4

4.4.1 OBJETIVOS

1. Planificar los mantenimientos preventivos del mes de Octubre.
2. Brindar mantenimientos reprogramados en el área de UCIN.
3. Realizar mantenimiento preventivo a bombas de infusión.

4.4.2 INTRODUCCIÓN

En esta semana se dio inicio a los mantenimientos preventivos del mes de noviembre, cabe destacar que este mes se tiene menos equipos que el anterior, en su mayoría son bombas de infusión por lo que el tiempo que toma realizar los mantenimientos es menor.

4.4.3 DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

Esta semana se inició realizando una visita al IHSS específicamente al área de UCIN que es donde se tenían ciertos equipos pendientes de mantenimiento debido a que fueron reprogramados porque estaban siendo utilizados, por ejemplo, las cunas térmicas estaban siendo utilizadas por pacientes intubados por lo que no podían moverlos para realizar el mantenimiento de dichos equipos, de la misma manera las bombas de infusión estaban siendo utilizadas.

Igualmente se tenían en el calendario bombas de infusión (Ilustración 19) para el mes de noviembre por lo que se procedió determinar cuáles correspondían al mes para realizar el respectivo mantenimiento.



Ilustración 19 Bombas de Infusión.

Fuente: Propia (2022)

Una parte del protocolo de mantenimiento para las bombas es realizar pruebas de infusión para eso se enciende la bomba y se coloca el venoclis que utilizan y el equipo realiza ciertas pruebas como se observa en la ilustración 20 y luego permite cambiar los parámetros según sea necesario para posteriormente iniciar la infusión del medicamento.



Ilustración 20 Bombas de infusión realizando pruebas.

Fuente: Propia (2022).

Dentro de las bombas a las que se les realizó mantenimiento durante la semana hubo algunas que presentaron errores y se tuvo que realizar un mantenimiento correctivo (MC). Una de ellas presento fallas en el teclado por lo que se procedió a realizar un reemplazo de este, en la ilustración 21 se observa el cambio que se realizó del teclado de la bomba.



Ilustración 21 Cambio de teclado a bomba de infusión.

Fuente: Propia (2022).

Otra de las bombas presento problemas debido a que no se había actualizado el software por lo que se conectó por medio del cable de servicio a la computadora y con el programa que brinda el fabricante (Ilustración 22) se realizaron las actualizaciones y calibraciones necesarias.

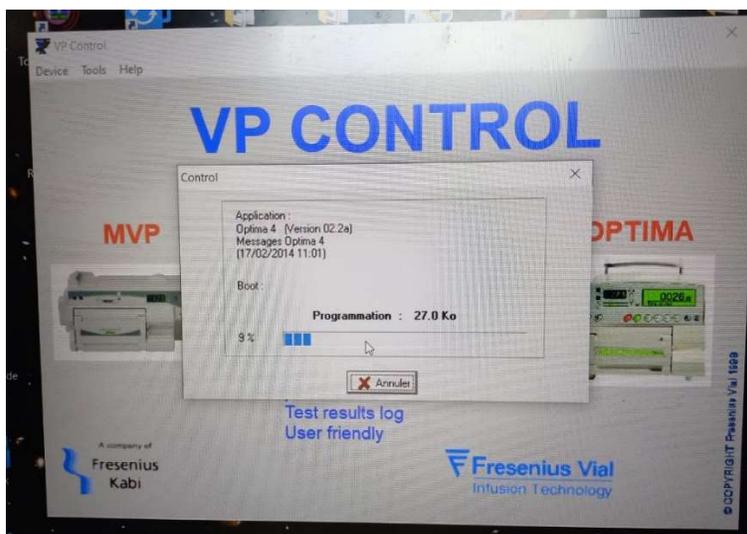


Ilustración 22 Software de servicio para las bombas de infusión.

Fuente: Propia (2022).

Para el final de la semana se recibió una solicitud de cambio del tamaño de las películas radiográficas en una de las impresoras de radiología, por lo que se realizaron los cambios necesarios en la bandeja de esta para que se pudieran utilizar películas del tamaño requerido.



Ilustración 23 Impresora de películas radiográficas.

Fuente: Propia (2022).

4.5 SEMANA 5: NOVIEMBRE 7 – 11

4.5.1 OBJETIVOS

1. Brindar el mantenimiento correctivo necesario para poner en marcha el tomógrafo reportado con fallas.
2. Realizar mantenimientos preventivos y correctivos en el IHSS de acuerdo con el calendario.
3. Realizar instalación de impresora de películas radiográficas en una clínica dental ubicada en Choloma.

4.5.2 INTRODUCCIÓN

Durante la semana anterior se recibió reporte por parte de DIMECO sobre un fallo del tomógrafo, se realizaron las pruebas necesarias y se determinó que el inverter estaba en mal estado y se procedió a pedir el repuesto para poder reemplazar el que se encontraba en mal estado.

4.5.3 DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

Para el inicio de esta semana se recibió el repuesto que se estaba esperando y se iniciaron los procedimientos para poder realizar el reemplazo del que estaba en mal estado.

De la misma manera se inició a realizar mantenimientos en el IHSS en la salas de emergencia de adultos y pediátricos, en la siguiente ilustración se puede observar algunos de los equipos a los que se les realizo MP y MC.



Ilustración 24 Mantenimiento de Bombas.

Fuente: Propia (2022)

Igualmente, en la semana se recibió un equipo de rayos X que estaba en espera para ser instalado en el Hospital Mario Catarino Rivas, por lo que se procedió a realizar la entrega en dicho establecimiento como se puede observar en la siguiente ilustración.



Ilustración 25 Descarga de Equipo de Rayos X.

Fuente: Propia (2022).

En la Ilustración 25 se observa el inverter, repuesto que fue pedido para poder reemplazar el que estaba en mal estado en el tomógrafo, para retirar el que estaba en mal estado se siguieron los pasos que el manual brinda, de la misma manera en el manual se especifica el torque con el que deben ser colocados los tornillos de sujeción, por lo que con la ayuda de un torquímetro se retiraron los que tenía y se procedió a retirar el inverter en mal estado, el nuevo se colocó de la misma manera siguiendo los pasos y con la ayuda del torquímetro.



Ilustración 26 Inverter del TAC.

Fuente: Propia (2022).

Posteriormente se realizaron las pruebas necesarias para determinar que el equipo estuviera en buen estado con el reemplazo del inverter y se determinó que el tubo de la misma manera estaba en mal estado por lo tanto había que reemplazarlo.



Ilustración 27 Tubo de Rayos X en mal estado.

Fuente: Propia (2022).

Para poder reemplazar el tubo igualmente se siguieron los pasos del manual de servicio del equipo, se tomaron fotografías de la ubicación de todos los cables y mangueras del intercambiador de calor para que al colocar el nuevo quedara de la misma forma, cabe destacar que en este modelo las mangueras que van del intercambiador de calor hacia el tubo de rayos X vienen conectadas de fabrica por lo que al realizar el cambio de tubo se realiza también el cambio del intercambiador, así lo envía fabrica como se observa en la ilustración 28.



Ilustración 28 Tubo de rayos X e Intercambiador de Calor.

Fuente: Propia (2022)

El manual igualmente especifica el torque de cada tornillo de estos elementos, esto es muy importante respetarlo ya que el gantry gira a velocidades muy altas y un movimiento que provoque un desbalance en su carga puede afectar bastante en el correcto funcionamiento del equipo. Posteriormente a su instalación se realizan lo que es el posicionamiento del cableado de forma que no estorbe al momento de girar, para comprobar esto se desactiva el freno y manualmente se gira el gantry y se observa que ningún elemento este rozando o muy cerca de la carcasa del gantry para evitar cualquier accidente o daño del equipo y posteriormente se procede a realizar las calibraciones necesarias del tubo de rayos X igualmente especificadas en el manual de servicio.

Para finalizar la semana se viajó a la ciudad de Choloma para realizar la instalación de una impresora de películas radiográficas en una clínica dental, para esto se realizaron los cambios necesarios en la bandeja donde se colocan las películas radiográficas para que coincidiera con el tamaño que se iba a utilizar, esto se puede observar en la ilustración 23 como una referencia de algo que ya se había realizado anteriormente en el IHSS. Luego se realizaron las configuraciones necesarias para que existiera comunicación entre el servidor y el CPU de la impresora el cual sirve como puente para pasar la información desde el equipo hasta la impresora.

4.6 SEMANA 6: NOVIEMBRE 14 – 18

4.6.1 OBJETIVOS

1. Realizar mantenimientos preventivos y correctivos en el IHSS de acuerdo con el calendario.
2. Brindar mantenimiento completo a ultrasonido ubicado en estudios especiales en el IHSS.
3. Reparar bomba de infusión en mal estado.

4.6.2 INTRODUCCIÓN

En esta semana se continuo con el desarrollo de los mantenimientos del mes de Noviembre siguiendo siempre el calendario otorgado por el IHSS de los equipos que están bajo contrato y les corresponde un mantenimiento preventivo durante el mes.

4.6.3 DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

Se inicio la semana con una visita al IHSS para realizar ciertos mantenimiento a los equipos correspondientes al mes de noviembre, se visitó específicamente la sala de UCIN y Observación de adultos en donde se tienen varias bombas de infusión bajo contrato de mantenimiento vigente. En la ilustración 29 se pueden observar algunas de las bombas a las cuales se les dio mantenimiento preventivo en las salas mencionadas con anterioridad.



Ilustración 29 Mantenimiento de Bombas de infusión.

Fuente: Propia (2022).

De la misma manera en el transcurso de la semana se encontraron varias bombas que necesitaban un mantenimiento correctivo en la ilustración 30 se puede observar una de estas la cual había sufrido una caída por lo que la base de sujeción para colocarla en los atriles estaba quebrada debido a esto se procedió a desarmar la bomba y retirar el centro de carga y la batería ya que estos componentes se encuentran en esta parte, y se sustituyó por otro que estaba en buen estado y de esta manera el equipo quedo operativo.



Ilustración 30 Mantenimiento correctivo a Bomba de Infusión.

Fuente: Propia (2022).

Para el final de la semana se tenía programado realizar el mantenimiento preventivo del equipo de ultrasonido ubicado en estudios especiales del IHSS, cabe destacar que aparte del protocolo normal de mantenimiento una o dos veces al año se realiza una limpieza de las tarjetas electrónicas (Ilustración 31) que posee el ultrasonido para esto se procedió a retirar la tapadera lateral y con mucho cuidado se retira cada una de ellas manteniendo el orden en que están ubicadas y se procede a dar limpieza a cada una de ellas utilizando aire comprimido y limpiador de contactos, además se limpia la parte donde van conectadas con la ayuda de una aspiradora para retirar el polvo retenido en esta parte para luego colocar de nuevo cada tarjeta en su lugar y probar que el equipo quede en buen estado.



Ilustración 31 Tarjetas electrónicas de la máquina de ultrasonido.

Fuente: Propia (2022).

4.7 SEMANA 7: NOVIEMBRE 21 – 25

4.7.1 OBJETIVOS

1. Actualizar calendario de mantenimientos del mes de Noviembre.
2. Brindar mantenimiento preventivo a tomógrafo del IHSS.
3. Realizar mantenimientos preventivos y correctivos en el IHSS de acuerdo con el calendario a diferentes equipos.

4.7.2 INTRODUCCIÓN

Durante esta semana se tenían programados ciertos mantenimientos preventivos de los equipos grandes como ser el tomógrafo el cual debe estar programado con anterioridad y ser comunicado al área debido a que durante el tiempo en que se encuentra en mantenimiento no pueden atender a los pacientes que tienen en espera.

4.7.3 DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

Se inicio la semana realizando ciertos mantenimientos de bombas e incubadoras en el área de UCIN, en una de las incubadoras a las que se les realizó el mantenimiento se encontró una jeringa en la parte del "Blower" (Ilustración 32) el cual es un ventilador que se encarga de distribuir el calor generado en la incubadora, esto puede suponer muchos problemas en esta como ser que se atasque y por lo tanto la incubadora deje de funcionar debido a un mal manejo del equipo por parte del usuario, debido a esto se tomaron fotografías y se reportó el incidente a la jefa del área para que pueda instruir correctamente a las enfermeras sobre el cuidado que deben tener en el uso de estos equipos.



Ilustración 32 Jeringa encontrada en el interior de una incubadora.

Fuente: Propia (2022).

Durante la semana se realizó el mantenimiento que se tenía programado para el tomógrafo que se encuentra en el IHSS (Ilustración 33 - A), se realizó el protocolo normal, la limpieza general, levantar la cubierta frontal del gantry para observar que todo estuviera en orden y de la misma manera limpiar las áreas donde era debido luego de esto se realizaron las respectivas pruebas con el fantoma que se puede observar en la Ilustración 33 – B, mediante estas pruebas que se realizan se descartan la presencia de artefactos en la imagen y por ende se descartan fallos en el equipo.

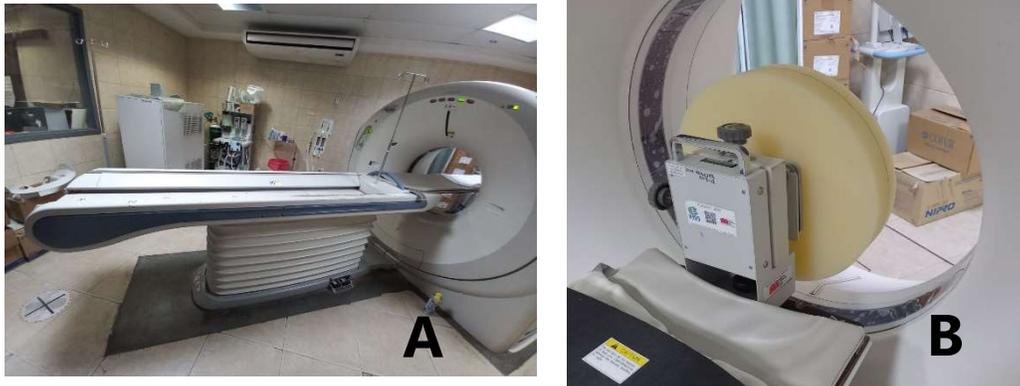


Ilustración 33 (A) Tomógrafo, (B) Fantoma de prueba.

Fuente: Propia (2022).

En esta ocasión se destapo y se limpió cuidadosamente con una aspiradora la unidad reconstructora que es donde se encuentran las tarjetas electrónicas, los arreglos de discos duros para el almacenamiento de toda la información y todos los componentes necesarios para que esta unidad pueda tomar la información en bruto obtenida por los detectores la cual es transmitida mediante fibra óptica para posteriormente procesarla y reconstruirla como una imagen.



Ilustración 34 Unidad Reconstructora del tomógrafo.

Fuente: Propia (2022).

4.8 SEMANA 8: NOVIEMBRE 28 – DICIEMBRE 2

4.8.1 OBJETIVOS

1. Cerrar el mes de Noviembre entregando las todas las fichas de mantenimientos preventivos y correctivos pendientes.
2. Planificar los mantenimientos preventivos del mes de Diciembre.
3. Realizar mantenimientos preventivos y correctivos en el IHSS de acuerdo con el calendario.

4.8.2 INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de esta semana se finalizó el mes de noviembre con todos los mantenimientos programados según calendario finalizados con éxito y de la misma manera se dio inicio al calendario del mes de Diciembre con algunos mantenimientos de equipos sencillos como ser las bombas de infusión o incubadoras.

4.8.3 DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

En la semana se realizaron diversos mantenimientos a las bombas de infusión de las diferentes áreas y de la misma manera a algunas de las incubadoras que se encontraban pendientes según el calendario otorgado por el IHSS.

En el transcurso de la semana se recibieron reportes sobre el mal funcionamiento de algunos equipos como ser un problema que se dio en dos incubadoras en el área de UCIN las cuales fueron reportadas con fallas debido a que no calentaban es decir no hacían su ciclo normal. Debido a esto se procedió a realizar una visita al área en donde se revisaron las incubadoras, una de ellas se conectó y se realizaron las pruebas correspondientes y estas dieron un resultado positivo es decir la incubadora estaba funcionando correctamente, la otra de la misma manera se realizaron las pruebas pero esta no funcionaba de la manera correcta por lo que se decidió revisar que internamente no tuviera ningún elemento atascado en el blower como anteriormente sucedió (Ilustración 32) y al realizar esto se detectó el problema el cual era que no tenía el blower colocado en su sitio como se puede observar en la Ilustración 35 no lo tiene, luego de averiguar en el área se encontró el blower en la zona

donde realizan la esterilización de estos equipos las enfermeras al armarlo de nuevo no colocaron el blower lo que generaba que el equipo no funcionara de manera correcta.



Ilustración 35 Incubadora sin blower.

Fuente: Propia (2022).

Para finalizar la semana se recibió reporte del área de observación de adultos por una bomba de infusión en mal estado, se procedió a revisar dicha bomba y se encontró que esta necesitaba una calibración de los sensores debido a que no detectaba la presencia del venoclip, cabe destacar que la bomba fue encontrada con ciertos indicadores de que había sufrido una caída, como se puede observar en la Ilustración 36 – A la pantalla se mira caída debido a que internamente se quebró la parte que la sujetaba, la bomba fue llevada al taller para ser desarmada y poder revisarla internamente y se encontró que debido a la caída que sufrió se quebró la sujeción del motor peristáltico, se procedió a realizar una reparación rápida utilizando acero plástico para realizar las calibraciones necesarias (Ilustración 36 - B) pero esto no funciono por lo tanto se realizó un informe técnico de la bomba en mal estado y las condiciones en que fue encontrada las cuales indicaban que había sufrido una caída.



Ilustración 36 (A) Pantalla caída, (B) Calibraciones de sensores de Bomba de Infusión.

Fuente: Propia (2022).

4.9 SEMANA 9: DICIEMBRE 5 - 9

4.9.1 OBJETIVOS

1. Realizar mantenimientos preventivos y correctivos en el IHSS de acuerdo con el calendario.
2. Entregar fichas pendientes de los mantenimientos preventivos y correctivos realizados la semana anterior.
3. Realizar mantenimiento correctivo de bomba de infusión.

4.9.2 INTRODUCCIÓN

Durante esta semana, ciertos días dos de los ingenieros salieron fuera de la ciudad a brindar algunos mantenimientos preventivos en la region. Por lo que me fue asignado asistir estos días al IHSS para continuar con el cumplimiento del calendario de mantenimientos, se realizaron mantenimientos preventivos y correctivos de las bombas de infusión en las diferentes áreas.

4.9.3 DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

Se inicio en el área de UCIN que es donde hay más bombas de infusión en la bodega del área mencionada, aquí se almacenan las bombas que no están en uso o que tienen algún problema en su funcionamiento (Ilustración 37) por lo que se debe revisar primeramente el número de placa de cada una de ellas para verificar si está en el calendario del mes para proceder a realizar el mantenimiento el cual consiste en la limpieza general del equipo, así como también los diferentes pruebas correspondientes.



Ilustración 37 Bombas de infusión en bodega de UCIN.

Fuente: Propia (2022).

En el transcurso de la semana una de las bombas a las que se les brindo mantenimiento se encontró que estaba en mal estado ya que no encendía de ninguna manera ni conectada y tampoco con la batería, debido a esto se procedió a realizar un cambio del centro de carga de esta para determinar si ese era el problema que esta bomba estaba presentando, primeramente se desarmo la bomba y se verifico que todo en su interior estuviera debidamente conectado una vez revisado esto se realizó el cambio del centro de carga (Ilustración 38) y de esta manera se logró resolver el problema de la bomba.



Ilustración 38 Centro de carga de Bomba de Infusión.

Fuente: Propia (2022).

Para el final de la semana se recibió el reporte de una mesa quirúrgica con fuga de aceite, los movimientos que realiza la cama son mediante pistones hidráulicos por lo que el aceite es necesario para esto y mediante electroválvulas se abre o cierra el paso de aceite hacia estos. Debido al reporte se procedió a realizar la visita al quirófano donde se encontraba la mesa (Ilustración 39) para determinar el problema que ocasionaba la fuga, según la revisión realizada las mangueras estaban en buen estado, pero una electroválvula mostraba señales de que por esta parte el aceite se estaba saliendo y esto ocasionaba la fuga.



Ilustración 39 Mesa quirúrgica con fuga de aceite.

Fuente: Propia (2022).

4.10 SEMANA 10: DICIEMBRE 12 – 16

4.10.1 OBJETIVOS

1. Realizar mantenimientos preventivos y correctivos en el IHSS de acuerdo con el calendario del mes de Diciembre.
2. Viajar a las ciudades de El progreso y Choloma para brindar mantenimiento preventivo de máquinas de ultrasonido.
3. Dar mantenimiento a mesa quirúrgica del quirófano ubicado en Orquídea Blanca.

4.10.2 INTRODUCCIÓN

Durante esta semana de la misma manera a la anterior se me fue asignado asistir al IHSS para realizar los distintos mantenimientos preventivos o correctivos en caso de ser necesario además de atender a ciertos reportes de equipos con mal funcionamiento.

4.10.3 DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

La semana se inició visitando el IHSS para continuar con el cumplimiento de los mantenimientos preventivos del mes de Diciembre, se visitaron diferentes áreas en donde se tenía pendiente dar MP a ciertos equipos como ser bombas de infusión (Ilustración 40), de la misma manera se recibieron algunos reportes de bombas en mal estado, se procedió a atender el llamado, se dio una solución inmediata pero además se determinó que los errores que presentaban estas eran causados por un mal uso por parte del usuario.



Ilustración 40 Mantenimiento Preventivo de Bombas de Infusión.

Fuente: Propia (2022).

Se realizó el viaje que se tenía programado para poder brindar mantenimiento preventivo a los equipos de ultrasonido (Ilustración 41) que se encuentran en las clínicas periféricas de la ciudad de Choloma y El Progreso, este consiste en dar una limpieza general del equipo, verificación de buen estado físico, verificar el buen estado de los transductores, sus diferentes funcionalidades, etc.



Ilustración 41 Mantenimiento preventivo a Equipo de Ultrasonido.

Fuente: Propia (2022).

Para finalizar la semana se realizó la visita al quirófano del centro de rehabilitación "Orquídea Blanca", aquí se le brindó el mantenimiento preventivo a la mesa quirúrgica (Ilustración 42), se realizó el protocolo normal como el que ya fue descrito en la semana #2.



Ilustración 42 Mesa Quirúrgica.

Fuente: Propia (2022).

4.11 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

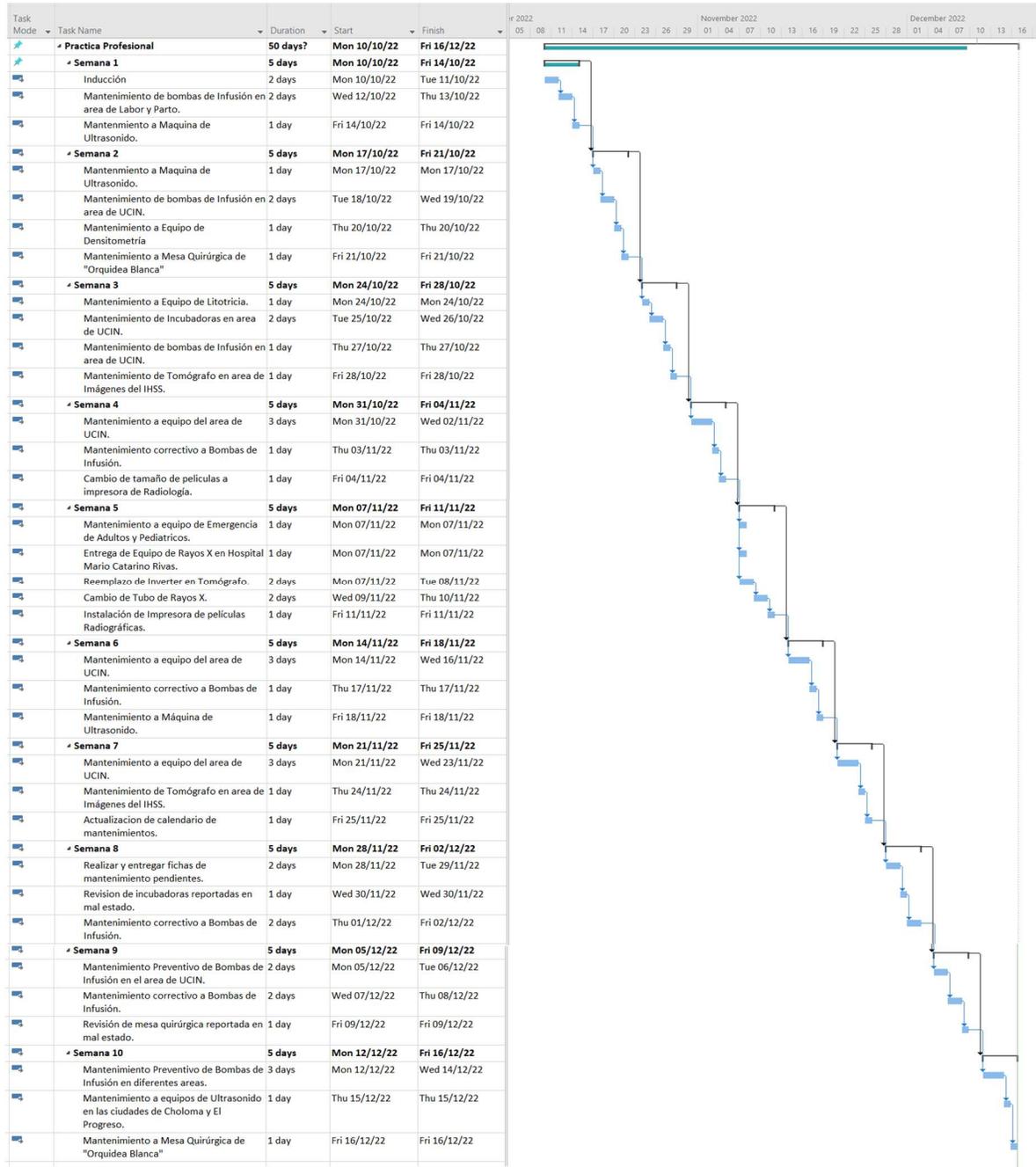


Ilustración 43 Cronograma de Actividades

Fuente: Propia (2022).

V. CONCLUSIONES

- Se logró analizar diferentes implementaciones de tecnologías biomédicas a lo largo del periodo de práctica profesional además de la realización de múltiples mantenimientos tanto preventivos como correctivos de los diferentes equipos que se tiene a nivel regional con contrato de mantenimiento vigente por parte de la empresa Seijiro Yazawa Iwai.
- Se realizó con éxito diversas instalaciones de equipos biomédicos suministrados por parte de la empresa en diferentes zonas de la region que cubre la sede ubicada en la ciudad de San Pedro Sula.
- Haciendo uso de la plataforma que se utiliza en la empresa para llevar el control de los mantenimientos realizados se generó cierta documentación pertinente sobre las actividades de soporte realizadas a lo largo del periodo de práctica profesional.
- Se brindaron diferentes capacitaciones a los usuarios sobre el correcto uso y mantenimiento de equipos médicos, ya sea por nuevas instalaciones o por el mal uso que se les da a ciertos equipos en los establecimientos visitados.

VI. RECOMENDACIONES

A la Universidad:

- Incluir más actividades prácticas en las clases donde se estudia el funcionamiento de los diferentes tipos de equipos biomédicos para que el estudiante conozca mejor dichos equipos.
- Realizar más visitas técnicas en las diferentes clases a los distintos establecimientos que puedan aportar un mayor aprendizaje a los estudiantes.

A la Empresa:

- Continuar ofreciendo la oportunidad de capacitación a los alumnos mediante el periodo de práctica profesional.

VII. BIBLIOGRAFÍA

ASALE, R.-, & RAE. (s. f.-a). *Absorción | Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. Recuperado 30 de octubre de 2022, de <https://dle.rae.es/absorción>

ASALE, R.-, & RAE. (s. f.-b). *Infusión | Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. Recuperado 30 de octubre de 2022, de <https://dle.rae.es/infusión>

ASALE, R.-, & RAE. (s. f.-c). *Predictivo, predictiva | Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. Recuperado 30 de octubre de 2022, de <https://dle.rae.es/predictivo>

Corrective maintenance. (s. f.). BMET Wiki. Recuperado 29 de octubre de 2022, de https://bmet.fandom.com/wiki/Corrective_maintenance

DAIC. (2014, agosto 26). *Toshiba MRI*. DAIC. <http://www.dicardiology.com/content/toshiba-first-mr-manufacturer-meet-network-security-guidelines-us-department-defense>

Deighton, M. G. (2016). Chapter 5—Maintenance Management. En M. G. Deighton (Ed.), *Facility Integrity Management* (pp. 87-139). Gulf Professional Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801764-7.00005-X>

Dougherty, G. (2015). *Medical Image Processing: Techniques and Applications*. Springer Science & Business Media.

Equipo de rayos X IME ImportMedical. (s. f.). Recuperado 29 de octubre de 2022, de <https://www.catalogodelasalud.com/ficha-producto/Equipo-de-rayos-X-HF-525-Plus,-de-Ecoray+105285>

Furtado, A., Batista, E., Ferreira, M. C., Godinho, I., & Lucas, P. (2018). Uncertainty calculation in the calibration of an infusion pump using the comparison method. En *Advanced Mathematical and*

Computational Tools in Metrology and Testing XI: Vol. Volume 89 (pp. 186-191). WORLD SCIENTIFIC.

https://doi.org/10.1142/9789813274303_0016

Gurbeta, L., & Badnjević, A. (2017). Inspection process of medical devices in healthcare institutions: Software solution. *Health and Technology*, 7(1), 109-117. <https://doi.org/10.1007/s12553-016-0154-2>

Hernández-López, L. A., Pimentel-Aguilar, A. B., & Ortiz-Posadas, M. R. (2020). An index to prioritize the preventive maintenance of medical equipment. *Health and Technology*, 10(2), 399-403. <https://doi.org/10.1007/s12553-019-00371-y>

Hoffman, L., & Bacon, O. (2020). Infusion Pumps. En *Making Healthcare Safer III: A Critical Analysis of Existing and Emerging Patient Safety Practices [Internet]*. Agency for Healthcare Research and Quality (US). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK555506/>

Iadanza, E., Gonnelli, V., Satta, F., & Gherardelli, M. (2019). Evidence-based medical equipment management: A convenient implementation. *Medical & Biological Engineering & Computing*, 57(10), 2215-2230. <https://doi.org/10.1007/s11517-019-02021-x>

Khasban H., & El-Bendary. (2017). *A Comparative Study of Medical Imaging Techniques*. https://ilearn.th-deg.de/pluginfile.php/480243/mod_book/chapter/8248/updated_JXUISIS2015.pdf

Li, J., Mao, Y., & Zhang, J. (2022). Maintenance and Quality Control of Medical Equipment Based on Information Fusion Technology. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022, e9333328. <https://doi.org/10.1155/2022/9333328>

Liu, Q., & Zhang, Q. (2022). *Research on Implementation Effect of Preventive Maintenance of Hospital Medical Devices Based on SPSS Analysis and Likert Scoring System*. https://www.clausiuspress.com/assets/default/article/2022/08/09/article_1660031562.pdf

Maier, A., Steidl, S., Christlein, V., & Hornegger, J. (2018). *Medical Imaging Systems: An Introductory Guide*. Springer.

MICROTEC. (2019). <https://www.guiadeproveedoresplm.com/descripcion-producto/mantenimiento-a-monitores-de-signos-vitales-microtec-2972-7911>

Preventative Maintenance. (s. f.). Medicanix Inc. Medical Equipment Repair. Recuperado 29 de octubre de 2022, de <https://medicanix.com/planned-maintenance-medical-equipment>

Promedco. (2019). *Mantenimiento a equipos médicos: Por qué y cómo hacerlo | Promedco*. <https://www.promedco.com/noticias/importancia-mantenimiento-de-equipos-medicos>

Sejiro Yazawa Iwai. (s. f.). Sejiro Yazawa Iwai. Recuperado 26 de octubre de 2022, de <https://www.sejiroyazawaiwai.com/confianza-maxima/>

Tiddens, W. W., Braaksma, A. J. J., & Tinga, T. (2018). Selecting Suitable Candidates for Predictive Maintenance. *International Journal of Prognostics and Health Management*, 9(1), Art. 1. <https://doi.org/10.36001/ijphm.2018.v9i1.2699>

Trackball Definición. (s. f.). Recuperado 30 de octubre de 2022, de <https://techlib.net/definicion/trackball.html>

Wang, J., Li, C., Han, S., Sarkar, S., & Zhou, X. (2017). Predictive maintenance based on event-log analysis: A case study. *IBM Journal of Research and Development*, 61(1), 11:121-11:132. <https://doi.org/10.1147/JRD.2017.2648298>

ANEXOS



Ilustración 44 Centro de carga y batería de una bomba de Infusión.
Fuente: Propia (2022).



Ilustración 45 Tomógrafo Aquilion CX.
Fuente: Propia (2022).



Ilustración 46 Mesa Quirúrgica.

Fuente: Propia (2022).



Ilustración 47 Ranuras de las tarjetas de un equipo de Ultrasonido.

Fuente: Propia (2022).



Ilustración 48 Colimador y tubo de Rayos "X".

Fuente: Propia (2022).



Ilustración 49 Conector de cable de alto Voltaje TAC.

Fuente: Propia (2022).



Ilustración 50 Tubo de Rayos "X".

Fuente: Propia (2022).



Ilustración 51 Banco de baterías para sistema de respaldo de TAC.

Fuente: Propia (2022).

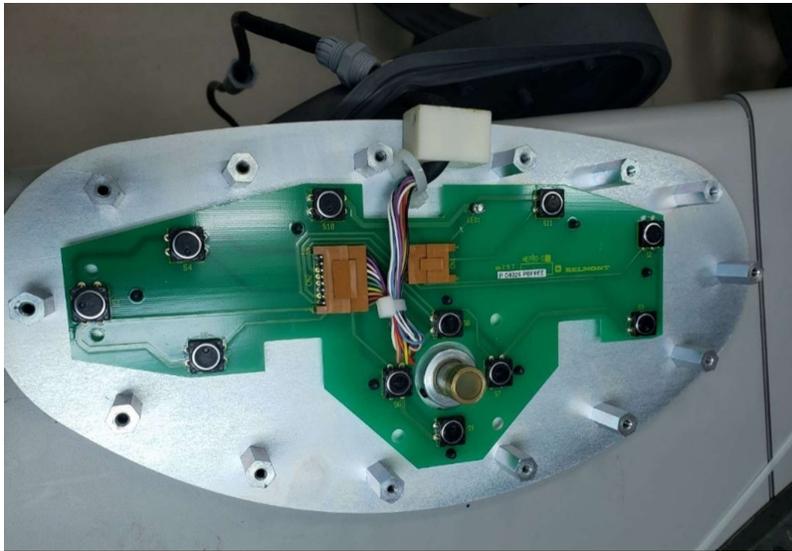


Ilustración 52 Pedales para control de Mesa Quirúrgica.

Fuente: Propia (2022).



Ilustración 53 Arco en C.

Fuente: Propia (2022).