



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PRÁCTICA PROFESIONAL

HOSPITAL BENDAÑA

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO:

INGENIERO EN BIOMÉDICA

PRESENTADO POR:

22011142 LIZZIE DAYANIRA MURILLO ROMERO

ASESOR: ING. ALEJANDRO ZAVALA



CAMPUS: SAN PEDRO SULA

JUNIO, 2024

DEDICATORIA

Dedico este informe de práctica profesional primeramente a Dios, quien me dio las fuerzas para poder culminarla de la mejor manera. Igualmente, a mis padres Geraldo Murillo y Lizeth Romero quienes a lo largo de mis 21 años me han brindado su apoyo y amor incondicional junto a todo lo necesario para poder ser la persona que soy hoy en día, cada sacrificio que han hecho ha dado frutos ya que han permitido que este punto de culminar mi carrera profesional. Me han enseñado que no hay límite para lograr lo que sea que me proponga, siempre poniendo a Dios en mi camino, teniendo fé y humildad, haciendo caso omiso a malos comentarios.

-Lizzie Dayanira Murillo Romero

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a Dios por permitirme llegar a este momento importante de mi carrera profesional, por no dejarme de la mano, ayudándome a dar todo de mi en todo momento, aún en los momentos difíciles, así como la oportunidad de ser estudiante de una importante institución, la cual me ayuda a dar mi máximo potencial. Agradezco a todos los docentes que pudieron enseñarme a lo largo de mi carrera profesional, por sus lecciones académicas y consejos de vida, que me han sido útil para culminar mi práctica profesional, asimismo me serán útiles en mi vida profesional. A Emilia Antúnez, Kattya Sánchez, Emely Romero y Jose Martínez, quienes fueron por mi compañía a lo largo de mi carrera universitaria, los cuales me apoyaron y ayudaron a disfrutar esta etapa, con risas, consejos y desvelos y momentos inolvidables que guardaré siempre, también a mis amigos de carrera, quienes hicieron que no desistiera a pesar de las dificultades presentadas, por los mutuos apoyos y consejos, y los que hicieron que disfrutara aún más mi carrera. A mis abuelas y mis hermanos, por siempre apoyarme, nunca juzgarme y motivarme a dar lo mejor de mí. Por último, a mis mascotas, Keisha y Jager, por darme alegría y sacarme una sonrisa cuando más lo necesitaba.

-Lizzie Dayanira Murillo Romero

EPÍGRAFE

"La calidad nunca es un accidente, siempre es el resultado de un esfuerzo de la inteligencia".

-John Ruskin

RESUMEN EJECUTIVO

La práctica profesional de la carrera de ingeniería en biomédica fue realizada en el Hospital Bendaña en el departamento de servicio de apoyo, donde se contribuyó óptimamente con los equipos médicos durante un periodo de diez semanas. Un ingeniero biomédico es quien aplica los principios de la ingeniería para diseñar, desarrollar y mantener equipos médicos y tecnológicos en un hospital. En el informe se describe a detalle las actividades realizadas durante este periodo, las cuales incluyen mantenimiento de equipo y su calibración, demostrando la importancia de estar pendiente de estos ya que un mínimo inconveniente puede perjudicar su funcionamiento, además de inspección a ciertos equipos específicos, también reparaciones técnicas simples, ya sea de una base de monitor de signos vitales o sustitución de tornillos faltantes. Estas situaciones hacen que desarrollemos una mejor manera de solventar problemas realistas, logrando adquirir la experiencia necesaria. Se demuestra lo adquirido mediante las actividades realizadas como en sala de operaciones con la ups, mantenimiento a lámparas celiáticas, reparación de torniquete y camas quirúrgicas, en radiología con la constante revisión del mamógrafo digital y observaciones a los demás equipos de rayos x, destacando el acelerador lineal con su funcionamiento tan preciso pero a la vez interesante incluyendo pruebas de calidad y calibraciones, en cuanto a mantenimiento técnico general, se dio la oportunidad con una camilla, base de una bomba de infusión además de un motor de succión. Durante la práctica profesional se presentan todos los escenarios realistas posibles en el ámbito hospitalario, nos orienta a poder tener la habilidad para responder a situaciones que necesiten respuesta rápida y segura, siendo esta metodología oportuna para el desarrollo personal y profesional, pudiendo contribuir al mantenimiento y optimización de equipos médicos en el hospital brindando la mejor atención a sus usuarios.

Palabras clave: mantenimiento, equipo médico, hospital, usuarios, atención médica.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	GENERALIDADES DE LA EMPRESA	2
	2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	2
	2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO.....	4
	2.3 Edificación del Hospital.....	6
	2.4 UBICACIÓN	7
	2.3 OBJETIVOS DE PUESTO	8
	2.3.1 OBJETIVO GENERAL	8
	2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
III.	MARCO TEÓRICO	9
	3.1 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA BIOMÉDICA	9
	3.1.2 DEPARTAMENTO DE BIOMÉDICA EN HOSPITAL BENDAÑA.....	9
	3.2 INGENIERÍA CLÍNICA.....	10
	3.2.2 INGENIERÍA CLÍNICA EN HOSPITAL BENDAÑA.....	10
	3.2.1 MANTENIMIENTO DE EQUIPOS MÉDICOS.....	10
	3.2.2 GESTIÓN	13
	3.3 PERSONAL TÉCNICO.....	15
	3.3.1 PERSONAL TÉCNICO DE HOSPITAL BENDAÑA	16
	3.4 NORMATIVAS Y REGULACIONES	16
	3.4.1 ISO 13485.....	16
	3.4.2 ISO 9001	17
	3.4.3 NFPA 99.....	17

3.4.4 ISO 14971.....	18
3.4.5 IEC 60601	18
3.5 ÁREAS FUNCIONALES DEL HOSPITAL.....	19
3.5.1 CENTRAL DE EQUIPOS Y ESTERILIZACIÓN (CEYE).....	19
3.5.2 EMERGENCIA	19
3.5.3 DIAGNÓSTICO E IMÁGENES	20
3.5.4 MATERNIDAD	21
3.5.5 LABORATORIO	21
3.5.6 SALA DE OPERACIONES	22
3.5.7 UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS (UCI).....	22
3.5.8. ONCOLOGÍA.....	23
IV. DESARROLLO	25
4.1 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO.....	25
4.1.1 SEMANA 1	25
4.1.2 SEMANA 2	29
4.1.3 SEMANA 3	34
4.1.4 SEMANA 4	38
4.1.5 SEMANA 5	41
4.1.6 SEMANA 6	45
4.1.7 SEMANA 7	49
4.1.8 SEMANA 8	54
4.1.9 SEMANA 9	57
4.1.10 SEMANA 10	61

4.2	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	65
4.3	INDICADORES	67
4.3.1	INDICADORES DE MANTENIMIENTO	68
4.3.2	INDICADORES SECUNDARIOS.....	70
V.	CONCLUSIONES	72
VI.	RECOMENDACIONES.....	73
6.1	RECOMENDACIONES PARA HOSPITAL BENDAÑA.....	73
6.2	RECOMENDACIONES PARA UNITEC	73
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	74
VIII.	ANEXOS	77

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Logo del Hospital Bendaña	2
Ilustración 2. Diagrama del departamento de servicio de apoyo con sus roles y responsabilidades.5	5
Ilustración 3. Edificación inicial del Hospital Bendaña hace 76 años.	6
Ilustración 4. Edificación del Hospital Bendaña en 2024.....	7
Ilustración 5. Ubicación geográfica del Hospital Bendaña.....	7
Ilustración 6. Factores clave para la planificación de un programa de mantenimiento.....	11
Ilustración 7. Gestión de los diferentes aspectos de un programa de mantenimiento.	13
Ilustración 8. Clasificación y funciones del personal técnico.....	15
Ilustración 9. Cronograma de actividades pt.1	65
Ilustración 10. Cronograma de actividades pt.2.....	66
Ilustración 11. Gráfico de indicadores.....	67
Ilustración 12. Indicadores de mantenimientos realizados.....	68
Ilustración 13. Gráfico de indicadores secundarios.....	70

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Mantenimiento de las lámparas celiáticas en sala de operaciones.....	77
Anexo 2. Revisión del tomógrafo.....	77
Anexo 3. Falla presentada en el tomógrafo.....	78
Anexo 4. Restablecimiento de la red del mamógrafo digital a la computadora receptora.....	78
Anexo 5. Restablecimiento de la red del mamógrafo digital a la computadora receptora.....	79
Anexo 6. Restablecimiento de la red del mamógrafo digital a la computadora receptora.....	79
Anexo 7. Revisión de ajustes del acelerador lineal.....	80
Anexo 8. Cambio del valor del filamento del acelerador lineal.....	80
Anexo 9. Error de configuración en monitor de signos vitales.....	80
Anexo 10. Falta de demostración de señales en monitor de signo vitales.....	81
Anexo 11. Modificación de configuración en monitor de signos vitales.....	81
Anexo 12. Resolución de error de configuración en monitor de signos vitales.....	81
Anexo 13. Ajustes sin modificar del acelerador lineal desde últimos estudios realizados.....	82
Anexo 14. Ajustes corregidos del acelerador lineal listo para usar.....	82
Anexo 15. Reparación de control de cama quirúrgica de sala de operaciones.	83
Anexo 16. Filtro causante de falla de apagado repentino en ultrasonido.	83
Anexo 17. Limpieza de filtros por problema presentado en ultrasonido.....	84
Anexo 18. Cambio de tornillo en bucky.	84
Anexo 19. Realización de copia de seguridad de estudios para mejorar el rendimiento del programa en cardiología.....	84
Anexo 20. Estado del disco duro después de intervenir.....	85
Anexo 21. Identificación de botones de control de cama quirúrgica que impiden un correcto funcionamiento de este.....	85
Anexo 22. Inspección de telepack que no inicia completamente.	86
Anexo 23. Prueba con phantom en mamógrafo digital.....	86
Anexo 24. Revisión de ups en mamógrafo digital.....	87
Anexo 25. Revisión de ups en mamógrafo digital.....	87

Anexo 26. Break defectuoso en el panel de control del angiografo.	88
Anexo 27. Pieza cambiada del chiller del angiografo.....	88
Anexo 28. Revisión de torniquete de sala de operaciones.	89
Anexo 29. Revisión de torniquete de sala de operaciones.	89
Anexo 30. Mantenimiento de camilla.....	90
Anexo 31. Mantenimiento de camilla.....	90
Anexo 32. Cambio de conector de cable de camilla.....	91
Anexo 33. Error mostrado en ups en sala de operaciones.....	91
Anexo 34. Mantenimiento de la ventiladora del computador del mamógrafo digital.....	92
Anexo 35. Mantenimiento interno de cpu del computador de mamógrafo digital.....	92
Anexo 36. Limpieza y extracción de piezas del cpu del mamógrafo digital.....	93
Anexo 37. Cambio de piezas del cpu de mamógrafo digital.	93
Anexo 38. Prueba de calidad con papel milimetrado en el acelerador lineal.	94
Anexo 39. Resultados antes de la prueba de calidad del colimador X2 del acelerador lineal.	94
Anexo 40. Resultados después de la prueba de calidad del colimador X2 del acelerador lineal.....	95
Anexo 41. Verificación de la prueba de calidad, correctamente alineado en el acelerador lineal.....	95
Anexo 42. Verificación de la prueba de calidad, correctamente alineado en el acelerador lineal....	96
Anexo 43. Ajuste base aceptables al realizar la prueba de calidad del acelerador lineal.....	96
Anexo 44. Revisión del flujo del agua al cambiar el actuador hidroeléctrico en acelerador lineal....	97
Anexo 45. Toma de gases de aire comprimido.	97
Anexo 46. Revisión de autoclave.....	98
Anexo 47. Revisión de autoclave.....	98
Anexo 48. Artefacto visto en estudio realizado en tomógrafo.....	99
Anexo 49. Calibraciones realizadas en los diferentes valores de voltaje MV y MeV del acelerador lineal.....	99
Anexo 50. Elementos internos de la máquina de terapia de co2.	100
Anexo 51. Motor de succión al que se le dio mantenimiento.	100
Anexo 52. Visita de estudiantes de UNITEC durante la actividad de Biomed Homecoming.....	101

Anexo 53. Visita de estudiantes de UNITEC durante la actividad de Biomed Homecoming.....	101
Anexo 54. Visita de estudiantes de UNITEC durante la actividad de Biomed Homecoming.....	102
Anexo 55. Cambio de pieza del mamógrafo digital (Tarjeta madre).	102
Anexo 56. Inconveniente presentado en angiografo.	103
Anexo 57. Condensación presentada en angiografo.	103
Anexo 58. UPS del computador del mamógrafo digital.	104
Anexo 59. Tarjetas de almacenamiento en mamógrafo digital.....	104
Anexo 60. Cambio de tarjeta en acelerador lineal.....	105
Anexo 61. Tarjeta cambiada en acelerador lineal.	105
Anexo 62. Error mostrado en computadora del acelerador lineal (Active Interlocks).	106
Anexo 63. Mantenimiento equipos de rayos x (filtro).	106
Anexo 64. Mantenimiento de equipo de rayos x.	107
Anexo 65. Mantenimiento de equipo de rayos x (paneles).	107
Anexo 66. Mantenimiento de tomógrafo (calibración).	108

LISTA DE SIGLAS

AHJ	Autoridad Competente
CEYE	Central de Equipos y Esterilización
DIB	Departamento de Ingeniería Biomédica
EEG	Equipo de Electroencefalografía
ISO	Organización Internacional de Normalización
MC	Mantenimiento Correctivo
MDT	Equipo Multidisciplinario de Tratamiento
MP	Mantenimiento Preventivo
NFPA	Asociación Nacional de Protección contra el Fuego
RCP	Reanimación Cardiopulmonar
SGC	Sistema de Gestión de la Calidad
UCI	Unidad de Cuidados Intensivos
UPS	Sistema de Alimentación Ininterrumpida

GLOSARIO

Equipo médico: Cualquier instrumento, aparato, implemento, máquina, implante, reactivo in vitro o calibrador, software, material, destinado para ser utilizado solo o en combinación, en seres humanos, para uno o más de los propósitos específicos de diagnóstico, prevención, control y tratamiento o alivio de una enfermedad.

Edificación de hospital: también conocido como arquitectura hospitalaria, es la disciplina encargada de desarrollar la infraestructura física de un establecimiento de salud, a través de su correcto funcionamiento pueda optimizar sus procesos médicos.

Trazabilidad: herramienta la cual se utiliza para validar la cadena de distribución e implantación de los equipos médicos, para así detectar una posible anomalía que interfiera en su calidad.

Gestión tecnológica: consiste en el desarrollo de técnicas para poder comprender y darle solución a una adversidad de problemas, tales como en estructuras organizacionales con la implementación de las soluciones tecnológicas que logren contribuir al cumplimiento de los objetivos estratégicos.

Regulación: son las reglas y procedimientos que pretenden garantizar el funcionamiento eficiente de los equipos, establecen los requisitos para diseño, fabricación, comercialización y uso eficaz y seguro de los equipos médicos.

Normativas: regula la prestación de servicios médicos y sociales, estableciendo requisitos mínimos de equipamiento, infraestructura, y formación del personal de salud. Su objetivo es prevenir riesgos para la seguridad y salud de las personas.

Proveedor externo: empresa que suministra equipos médicos desde fuera del hospital, como ser fabricantes, distribuidores o intermediarios, suelen tener acuerdos comerciales con los hospitales para suministrar equipos de alta calidad.

Proveedor interno: se encarga del instalación, mantenimiento y gestión de los equipos médicos dentro del hospital, trabajan directamente con el personal de salud, asegurándose que los equipos estén operativos y cumplan con los estándares de calidad.

I. INTRODUCCIÓN

Durante la práctica profesional es donde el estudiante ejercerá su carrera en conjunto con todos los conocimientos que pudo adquirir años atrás, aprenderá lo más que pueda, además de resolver toda duda que se le presente, depende mucho el rubro que escoja ya que hay diversas ramas a considerar, en lo que es la ingeniería biomédica, así como puede ser en un hospital puede ser en una empresa. El ingeniero biomédico es el encargado de los equipos, desde su compra hasta su capacitación para uso y reparación, en este caso, siendo un hospital, se encarga del mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos, asimismo de calibraciones, fichas técnicas, planeación de los mantenimientos, estructura y de que se cumplan las normativas que se deben. También siendo parte de una empresa de equipos médicos, el ingeniero biomédico se encarga de la instalación de equipos, capacitaciones, mantenimientos solicitados, reparación y garantizando a la eficiencia de los equipos médicos. La empresa descrita donde se realizan las actividades es el "Hospital Bendaña", la cual se especializa en el rubro de salud y medicina, pero en este caso, toda actividad fue hecha con el servicio de apoyo y mantenimiento del hospital. Con el objetivo de poder interpretar, todo lo aprendido teóricamente en clases anteriores, asimismo practicarlas, ya sea desde funcionamiento, mantenimiento y reparación de equipos médicos, así lograr ejercerlas de manera segura y ganando experiencia, que es lo esencial. Lo que secunda, poder entender de mejor manera la estructura del hospital, tanto interno como externo. Esto para poder enriquecerse de todo el equipo disponible en la institución para así ser capaces de saber actuar en dichos escenarios y familiarizarse a la vida laboral de todos los posibles que puede llegar a ocurrir.

A continuación, en el informe se muestran varias secciones donde se describen las generalidades de la empresa donde se describen los servicios que ofrece, su personal del departamento de biomédica y edificación, así como el marco teórico el cual es útil para entender los posibles roles y responsabilidades del biomédico, desarrollo donde se presentan cronológicamente las actividades realizadas descritas a detalle, conclusiones y recomendaciones que se brindan tanto a la empresa como a la universidad.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

El Hospital Bendaña se estableció hace más de 70 años para ofrecer el servicio de salud a la población, siendo un servicio indispensable para las personas, desde entonces el hospital se ha esforzada por ser una de las principales alternativas de servicio de salud de la región contando con la mejor tecnología médica al servicio de la población.

El hospital cuenta con 11 servicios a los usuarios como ser laboratorio, emergencias, diagnóstico e imágenes, hospitalización cuidados intensivos, cirugías, sala cuna, maternidad, cardiología no invasiva, oncología y perfiles preventivos. Constantemente, moderniza sus instalaciones y equipos para contar con la mejor tecnología médica al servicio de sus pacientes. Ofrece una amplia gama de especialidades médicas, incluyendo anestesiología, cardiología, cirugía general, pediatría, neurocirugía y más, además cuenta con 30 camas para la atención de pacientes hospitalizados y quirúrgicos. Desde su fundación, se ha esforzado por mantenerse como una de las principales opciones de atención medica en la región.



Ilustración 1. Logo del Hospital Bendaña

Fuente: (*HospitalBendaña, 2024*)

2.1.1 MISIÓN

“Brindar servicios médicos integrales, con los más altos estándares de calidad y calidez, buscando siempre exceder sus expectativas, con un trato digno a nuestros colaboradores, manteniendo el prestigio y liderazgo entre las instituciones hospitalarias nacionales e internacionales, dentro del marco de valores de la empresa.”

2.1.2 Visión

“Ser reconocido como el mejor hospital privado con los servicios médicos más completos, más dinámicos y con mayores logros en su historial, que se distingue por la excelencia del servicio de su personal, su cuerpo médico, la tecnología de vanguardia, así como por la comodidad y funcionalidad de todas sus instalaciones.”

2.1.3 VALORES

- La búsqueda de la excelencia
 1. En lo personal: ser comunicativo y cordial, mantener una actitud positiva y estar orientado al logro de metas ambiciosas.
 2. En lo profesional: poseer capacidad y versatilidad para comprender y realizar diversos ambientes. Ser responsables y persistentes en la búsqueda de la excelencia requerida.
 3. En la rentabilidad: considerar siempre el retorno sostenido sobre la inversión de todo lo que se hace.
 4. En la creatividad: pensar siempre, reevaluar siempre, reinventar siempre lo que hace, considerando las mejores prácticas existentes.
 5. En la iniciativa: ser visionarios, estar pasos delante de lo que otros hacen.

- La integridad como práctica diaria
 1. En lo moral: ejercitar permanentemente el respeto al prójimo.
 2. En la ética: conducirse bajo principios de humanidad, solidaridad, y honestidad. Predicar la verdad y la claridad en todos sus actos con un alto espíritu de lealtad a la empresa.
 3. En lo personal: respetando la forma de sentir y pensar de cada miembro de la empresa particularmente en relación con el trabajo.
 4. En el medio de trabajo: respetando las políticas, procedimientos y normas establecidas, cuidando los bienes por cuanto estos son verdaderas fuentes de seguridad social.
 5. En la familia: respetando la vida humana y su entorno familiar.

6. En lo jurídico: respetando las leyes y cumpliendo nuestras obligaciones ciudadanas y empresariales.

- La disciplina como vía de éxito

1. En el orden y limpieza: considerándolos como fundamento esencial de lo que hacemos y de nuestras propias vidas.

2. En la seguridad industrial: desarrollando y aplicando programas que aseguren un trabajo libre de riesgos.

3. En la presentación personal: procurando que ella refleje la imagen y principios de la empresa.

4. En el uso del tiempo: reconociendo que es el recurso intangible más valioso, cuyo respeto es un compromiso acordado entre todos.

- El mejoramiento como acción continua:

1. En la investigación y la innovación: aplicándola a la búsqueda permanentemente de nuevos procedimientos y medicamentos en la industria.

2. En el desarrollo profesional: compartiendo la responsabilidad de alcanzar siempre nuevas y más altas metas de progreso personal y laboral.

3. En la capacitación: involucrándonos integralmente dentro de la planificación continua, creando las oportunidades para contar.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

El departamento de Biomédica es la estructura funcional de una unidad hospitalaria, realiza acciones importantes como planificar el nivel adecuado y uso de la tecnología biomédica en el hospital, coordinar y colaborar con todo usuario interno y proveedores externos e internos, así como mantener y reparar equipos. Sus principales operaciones se dividen en operativas y administrativas.

Entre las operaciones operativas se encuentran:

- Mantenimiento preventivo y correctivo.
- Rutinas de revisión (Mantenimiento predictivo).
- Capacitación de usuarios.
- Renovación o adecuación de instalaciones.
- Control de calidad de la tecnología.

Entre las operaciones administrativas se encuentran:

- Programación de mantenimientos.
- Gestión y manejo de inventarios.
- Altas y bajas de equipo.
- Evaluación de tecnología.
- Administración de manuales y procedimientos de las áreas.



Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 2. Diagrama del departamento de servicio de apoyo con sus roles y responsabilidades.

El departamento de Biomédica tiene como objetivo maximizar el uso efectivo de todos los recursos tecnológicos disponibles en la institución, como la infraestructura física, instalaciones industriales, equipamiento médico y redes de comunicación. Su propósito es brindar respaldo al personal médico y a los servicios clínicos, contribuyendo a reducir defectos y mejorar la eficiencia, lo que a su vez eleva la calidad de los servicios de salud. Las distintas operaciones asignadas promueven la seguridad y la eficacia en la atención al paciente.

2.3 Edificación del Hospital

El Hospital Bendaña es un referente de la región, que brindó y sigue brindando compromiso hacia la salud y bienestar de los sampedranos. Ofreciendo una buena atención, además quienes tratan de modernizar su tecnología, ya que está en constante cambio, es notorio la calidad que ha dado a los usuarios con los años, asimismo va mejorando en todo aspecto.



Ilustración 3. Edificación inicial del Hospital Bendaña hace 76 años.

Fuente: *(HospitalBendaña, 2024).*



Ilustración 4. Edificación del Hospital Bendaña en 2024.

Fuente: (HospitalBendaña, 2024).

2.4 UBICACIÓN

El Hospital Bendaña está ubicado en la región norte del país, específicamente en Avenida Circunvalación 17 Avenue S. O. No. 46, San Pedro Sula, Cortés.



Ilustración 5. Ubicación geográfica del Hospital Bendaña.

Fuente: (Dirección del hospital bendaña, 2024).

2.3 OBJETIVOS DE PUESTO

2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Aplicar conocimientos teóricos y habilidades técnicas para contribuir eficazmente al mantenimiento y optimización del equipamiento médico del Hospital Bendaña mediante la aplicación de una integración de conocimientos de ingeniería biomédica, durante un periodo de diez semanas con el fin de mejorar la calidad y seguridad de la atención médica de los usuarios.

2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Diagnosticar problemas técnicos de equipos médicos para poder minimizar el tiempo de inactividad y mejorando la eficiencia de este con la atención a los usuarios.
2. Colaborar con el personal médico del Hospital Bendaña para comprender necesidades presentadas por los usuarios y así hacer eficaz el funcionamiento del equipo para satisfacer las necesidades de los usuarios.
3. Evaluar la viabilidad de equipos médicos obsoletos para poder repararlos o reemplazarlos, mejorando la eficacia de la atención médica.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA BIOMÉDICA

Es fundamental que todo el personal del Departamento de Ingeniería Biomédica (DIB) aplique en todas sus actividades los principios de normatividad, calidad y control. Entre las diversas funciones que desempeñan, se destaca el mantenimiento del equipamiento médico, una tarea primordial para preservar su correcto funcionamiento y, por ende, la calidad del servicio de atención médica. Además, el DIB es responsable de identificar las necesidades tecnológicas durante el proceso de adquisición de equipos o la modificación de áreas, actuando como enlace con los usuarios o médicos para detectar dichas necesidades. Asimismo, se encarga de planificar y evaluar la integración del hospital y los equipos médicos, asegurando la reposición adecuada de insumos. Además, el DIB participa en el diseño de infraestructuras e instalaciones, garantizando que cumplan con los requisitos establecidos y determinando la ubicación idónea para los equipos en el hospital. Por otro lado, la capacitación continua es esencial tanto para el personal como para los usuarios, permitiéndoles mantenerse actualizados sobre nuevas tecnologías y procesos, y fortalecer sus capacidades. (Torrejon, 2020).

Tener un DIB en una institución da un gran aporte que puede llegar a ser significativo tanto en el ámbito de diagnósticos como en los tratamientos terapéuticos. Los ingenieros biomédicos deben colaborar tanto con médicos científicos y profesionales de la salud para brindar soluciones prometedoras en el sector salud. Asimismo, esto le da gran aporte a la sociedad mejorando la calidad de vida, en avances tecnológicos y tratamientos, con la reducción de riesgos y complicaciones y a la reducción de costos en atención médica (eia.edu.co, 2023).

3.1.2 DEPARTAMENTO DE BIOMÉDICA EN HOSPITAL BENDAÑA

En Hospital Bendaña, carece de un departamento de biomédica específico, sin embargo, si existe un coordinador biomédico que se encarga de calibraciones, mantenimientos, procesos, cambio de piezas si fuese necesario y demás inconvenientes que presenten la mayoría de los equipos médicos. Mayormente solamente se presentan problemas de usuario, también se realizan mantenimientos preventivos y calibraciones en especial de los equipos de radiología, al igual con

el acelerador lineal, este necesita revisión constante ya que es un equipo muy preciso para darle un efectivo y seguro tratamiento al paciente.

3.2 INGENIERÍA CLÍNICA

Hay varias ramas en las que se puede ejercer un ingeniero biomédico entre las que se encuentra la ingeniería clínica, rama que se encarga de la gestión tecnológica hospitalaria, para alcanzar una atención de excelencia y costos razonables de equipos biomédicos mediante la implementación racional de la tecnología, en esencia, educa al ingeniero clínico como solucionador de problemas capaz de trabajar a manera de complejidad junto a los sistemas tecnológicos, por esto mismo interviene como responsable de la gestión financiera, contratos de servicios, supervisor de mantenimiento, garantizando la seguridad y efectividad de la tecnología utilizada, asimismo se asegura del cumplimiento de la regulaciones vigentes y participando en el entrenamiento y educación del personal médico asistencial y técnico (Balanta, 2022).

3.2.2 INGENIERÍA CLÍNICA EN HOSPITAL BENDAÑA

En el hospital se realiza una supervisión constante de los equipos médicos, revisando que todo funcione de la mejor manera y que esté al alcance de la tecnología moderna, de igual forma, se resuelve un problema, si un caso se llega a presentar, asegurando la disponibilidad de los mismo para una atención óptima. Si un caso se necesita, se brinda capacitación de uso de equipo al personal médico, incluso en ocasiones se crean implementos necesarios para un correcto funcionamiento, tratando de resolver cualquier inconveniente presentado. Los encargados de la compra y venta de equipo médico se aseguran de escoger el que sea más conveniente, realizando búsquedas en la mayoría de los lugares que se encuentre disponible, ya sea el equipo médico o pieza que se necesite, luego se consulta con el hospital y ellos toman la decisión final. El hospital carece de un control preciso de los equipos que ingresan y salen del hospital, se está planificando realizar uno, más no ha sido confirmado su inicio.

3.2.1 MANTENIMIENTO DE EQUIPOS MÉDICOS

El mantenimiento de los equipos médicos se puede clasificar principalmente en dos categorías: Mantenimiento Preventivo (MP), y Mantenimiento Correctivo (MC). Por MP se entienden todas las actividades programadas que garantizan el funcionamiento adecuado de los

equipos y previenen posibles averías o fallos. Las inspecciones de funcionamiento y seguridad son procedimientos simples que permiten verificar el correcto funcionamiento y el uso seguro del dispositivo. El MP abarca todas las acciones destinadas a prolongar la vida útil del dispositivo y prevenir posibles fallas (tales como calibración, reemplazo de piezas, lubricación, limpieza, entre otras) (World Health Organization, 2012).

El mantenimiento correctivo de equipos médicos se enfoca en solucionar de manera oportuna y eficaz cualquier fallo inesperado o avería que pueda surgir en dichos equipos. Este proceso se despliega luego de que se ha detectado un problema, con la finalidad de restablecer el funcionamiento habitual del equipo médico (Ballesteros, 2024b).

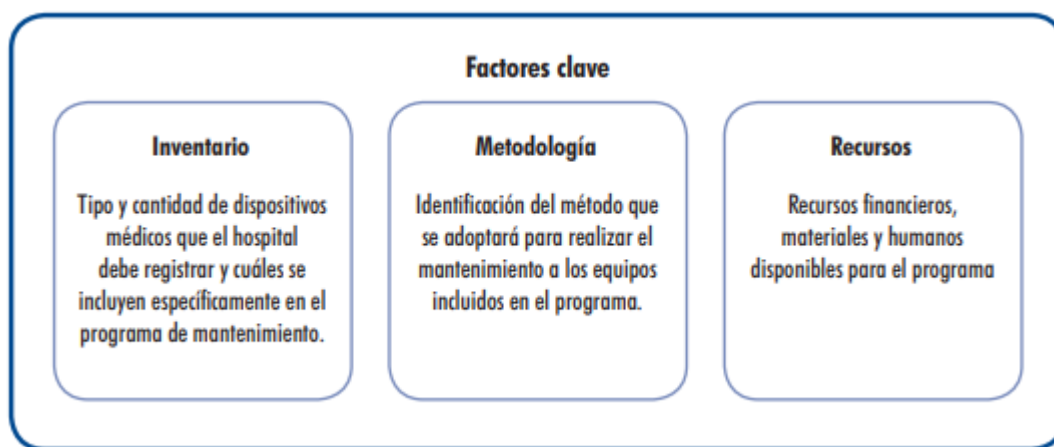


Ilustración 6. Factores clave para la planificación de un programa de mantenimiento.

Fuente: (World Health Organization, 2012).

- **Inventario**

Un inventario de dispositivos médicos es un registro que detalla los tipos y la cantidad de equipos disponibles en un hospital u organismo de salud, junto con sus detalles técnicos. Este inventario proporciona una guía para planificar el programa de mantenimiento adecuado. Por ejemplo, si se trata de dispositivos muy complejos, como un sistema de resonancia magnética, el protocolo de mantenimiento requerirá una gran cantidad de recursos financieros, materiales y humanos. En resumen, un inventario bien formulado y actualizado permite definir

el presupuesto y los protocolos de mantenimiento para cada equipo, lo que garantiza una gestión eficiente de los recursos y una atención de calidad para los pacientes(Mancuzo, 2020).

Actualmente en el hospital, si existe un inventario, pero no está actualizado, es decir que han ingresado equipos y no se han anotado y hay equipos que se han descartado y aún siguen en él, supuestamente funcionando cuando no es así. Se está planeando tener un inventario para un mejor orden de los equipos médicos y piezas que entran y salen del hospital, es sabido que es necesario, pero no se ha establecido fecha de inicio, ni responsables, ya que es una tarea importante, la cual conlleva demasiado tiempo y personal, por lo tanto, debe de planificarse con anticipación para no afectar los procesos diarios en el hospital.

- Metodología

Para implementar un programa de mantenimiento, es vital considerar distintas metodologías disponibles. Esto puede incluir la firma de contratos de servicio con fabricantes o proveedores independientes. Se requiere supervisión interna para gestionar estas tareas. Algunas labores de mantenimiento pueden ser realizadas por personal interno, mientras que otras pueden ser externalizadas. La gestión debe decidir qué servicios deben ser realizados por proveedores externos o internos, considerando la capacidad interna y del personal. Los detalles sobre la gestión y la aplicación se discuten en secciones específicas del proceso de diseño (World Health Organization, 2012).

En el hospital, algunos equipos reciben mantenimiento de parte de los proveedores, ya que les conviene más, obtuvieron varios beneficios en el proceso de compra como mantenimiento, garantía y capacitaciones, en cambio hay otros de los cuales se encarga el coordinador biomédico, es decir, es responsable completamente de ellos desde su compra, mantenimiento, calibraciones y cambio de piezas, también se le solicita apoyo si algún equipo requiere de una revisión diaria ya que la mayoría de inconvenientes comunes son por problemas de usuario.

- Recursos

Al final del proceso de diseño del programa de mantenimiento, es crucial considerar los recursos disponibles. Esto abarca no solo el capital y la financiación, sino también los recursos

materiales y humanos disponibles, así como la experiencia del personal involucrado. Es esencial analizar estos aspectos para determinar cuáles son los recursos disponibles y cuáles se necesitan para el programa de mantenimiento. Esto implica tener una comprensión clara del presupuesto asignado al programa de mantenimiento. Al definir las necesidades, se puede evaluar los recursos existentes y determinar los recursos adicionales necesarios para alcanzar los objetivos del programa (Mancuzo, 2020).

El coordinador biomédico del hospital se especializa en equipos radiológicos, sin embargo, si está familiarizado con los demás equipos disponibles, si está a su disposición, él resuelve los problemas que se presenten, en cuanto a los recursos, hay disponibilidad de estos, solamente que hay que seguir un proceso para poder solicitar lo necesario, es decir, es responsabilidad del personal tener lo esencial en sus áreas de forma inmediata para brindarle una buena atención a los pacientes.

3.2.2 GESTIÓN

Cuando el programa de mantenimiento esté listo es muy importante que cuando se gestione sea de la manera más eficaz y eficiente posible, la gestión tiene distintos aspectos a considerar, como se muestran en la ilustración 6.



Ilustración 7. Gestión de los diferentes aspectos de un programa de mantenimiento.

Fuente: (World Health Organization, 2012).

La gestión financiera la cual tiene dos tareas: control de costos y gestión del presupuesto. Siendo controlados los costos mediante la documentación precisa de gastos y tiempo con las tareas de mantenimiento y la gestión del presupuesto tiene gran similitud a la de cualquier otra institución, el presupuesto establecido es el objetivo, se hace una comparación con los presupuestos reales, si acaso hubiese variación, se hace examinan las razones de estas. La gestión operativa donde se consideran varios puntos que se deben considerar como el establecimiento de los procedimientos de MP, la frecuencia de MP, registros, establecimiento de prioridades, comunicación y gestión del uso incorrecto y errores de los usuarios.

La gestión del personal relacionado con el mantenimiento implica asignar tareas, supervisar proveedores externos y proporcionar capacitación, entre otras responsabilidades. Asimismo, se debe llevar un registro detallado de las operaciones de mantenimiento diarias, que incluya información sobre cada activo. Además, es importante trabajar en la mejora del desempeño, identificando oportunidades y prácticas óptimas para optimizar el funcionamiento del programa de mantenimiento (*Fractal*, 2022). Asimismo, puede haber proveedores internos quienes tiene contacto directo con el hospital y con el personal de salud, siendo la instalación, reparación y calibración de los equipos médicos de sus responsabilidades importantes.

El hospital está centrado en el paciente, como el centro de todo, de aquí se parte para la toma de decisiones que se tengan que realizar, teniendo en cuenta una planificación estratégica con objetivos realistas, asegurándose que la atención que brinde el personal sea la mejor, se debe medir y analizar la información sobre el desempeño de trabajo del hospital para poder aplicar mejoras o cambios, contribuyendo a correcto funcionamiento de las instalaciones.

La gestión del hospital debe ser organizada en todo aspecto, para así poder tener un orden de lo que hay, de lo que se necesita y posiblemente necesitará. En el departamento de servicio de apoyo del hospital solamente se atienden problema solicitados, esto se da respecto a cualquier aspecto que el hospital necesite. Con los equipos médicos se informa un problema, se debe de estar más pendiente de este, verificar si el equipo logra funcionar de manera óptima, asimismo resolviendo e investigando si se necesita cambio de una pieza, cambio de equipo, o mantenimiento, todo debe ser planificado estratégicamente. Asimismo, para el proceso de

compra de equipo médico o pieza, se informa al coordinador biomédico, se hace la revisión y se confirma si el equipo ya no funciona o si necesita alguna pieza específica que no hay disponible en el hospital.

3.3 PERSONAL TÉCNICO

Personal	Título	Función
Ingenieros	Ingeniero biomédico o ingeniero clínico	Gestión, mantenimiento especializado, supervisión de proveedores externos, evaluación de necesidades, planificación y capacitación del usuario.
	De otras disciplinas relacionadas (como ingeniería eléctrica, ingeniería mecánica)	Deben realizar un curso de capacitación y obtener un certificado para trabajar en el campo de los dispositivos médicos. Su trabajo es principalmente el mantenimiento de los equipos médicos y algunas veces ocupan puestos gerenciales.
Técnicos	Técnicos en equipos biomédicos	Trabajan principalmente en la reparación y el mantenimiento de equipos médicos complejos.
	De otras disciplinas relacionadas (como técnicos electricistas o médicos, técnicos polivalentes)	Mantenimiento preventivo y reparación de equipos médicos menos complejos. Es importante que reciban capacitación especializada en dispositivos médicos de alto riesgo.
Proveedor externo	Ingeniero o técnico	Realiza el mantenimiento que no se puede realizar en la institución. Están especializados en un producto determinado y un campo específico.

Ilustración 8. Clasificación y funciones del personal técnico.

Fuente:(World Health Organization, 2012).

Los ingenieros biomédicos o clínicos suelen ingresar a sus roles después de completar un programa de licenciatura de cuatro o cinco años, mientras que los técnicos suelen acceder a sus posiciones después de recibir una capacitación posgrado de dos años, respaldada por un título o certificado en electrónica biomédica o tecnología de equipos biomédicos. Esta capacitación adicional es esencial debido a la alta especialización necesaria en el campo de las tecnologías de la salud, ya que un mantenimiento o reparación inadecuados de los dispositivos médicos pueden tener consecuencias graves para la vida de las personas. Este tipo de ingenieros o técnicos, aunque más comunes en el mercado laboral, requieren supervisión y capacitación adicionales para desempeñar eficazmente sus funciones. Con el tiempo y la experiencia acumulada, los

técnicos pueden avanzar hacia roles más especializados, como técnico en dispositivos biomédicos. Por otro lado, para que los ingenieros avancen hacia roles de ingeniero biomédico o clínico, necesitan obtener títulos de educación superior correspondientes (World Health Organization, 2012).

3.3.1 PERSONAL TÉCNICO DE HOSPITAL BENDAÑA

El hospital dispone de un departamento de servicio de apoyo el cual se encarga principalmente del mantenimiento general del hospital es decir toda la infraestructura, mantenimiento eléctrico, mecánico y refrigeración, en este hay un coordinador técnico y además técnicos auxiliares quienes tienen asignadas sus responsabilidades. El encargado de los equipos médico solamente es el coordinador biomédico, quien a diario hace revisión de estos y atiende cualquier inconveniente que se informe.

3.4 NORMATIVAS Y REGULACIONES

3.4.1 ISO 13485

La ISO 13485, una norma esencial para la industria médica asegura la conformidad legal y las expectativas de los clientes en cuanto a dispositivos médicos. La certificación asociada a esta norma es un distintivo valioso que promueve la seguridad tanto para profesionales como para pacientes en diversos entornos médicos.

Basada en el modelo de procesos de la ISO 9001, la norma ISO 13485:2016 está diseñada específicamente para la fabricación de productos sanitarios. Su propósito principal es armonizar los requisitos reglamentarios relacionados con estos productos, abarcando aspectos como fabricación, instalación y mantenimiento. Requiere la implementación de un sistema de gestión de calidad con mejoras continuas, un enfoque de gestión de riesgos en el desarrollo de productos, validación de procesos, cumplimiento de requisitos legales, trazabilidad efectiva y sistemas para retirada de productos.

Esta norma ayuda a las empresas a mitigar riesgos legales y de seguridad, promoviendo entornos de trabajo más eficientes. Al ser un estándar internacionalmente reconocido en

calidad y seguridad para la fabricación de productos sanitarios, la certificación ISO 13485 también contribuye a mejorar la reputación y fiabilidad de las empresas como proveedores. Además, se revisa periódicamente para adaptarse a los cambios y necesidades del sector, garantizando su relevancia continua (NQA, 2022).

3.4.2 ISO 9001

La ISO 9001, líder indiscutible en gestión de calidad a nivel global, es parte de la familia ISO 9000, que incluye también la ISO 9004. Esta norma ayuda a las organizaciones a satisfacer las expectativas y necesidades de sus clientes, entre otros beneficios.

Implementar un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) basado en la ISO 9001 permite a las organizaciones gestionar y controlar de manera continua la calidad en todos sus procesos. Al ser el estándar de calidad más importante y de referencia a nivel mundial, describe los pasos para lograr un rendimiento y servicio consistentes y efectivos (BSI, 2024).

3.4.3 NFPA 99

El código NFPA 99, también conocido como "Código de Establecimientos de Cuidado de la Salud", establece estándares para los niveles de servicio o sistemas en lugares de atención médica. Estos estándares se basan en el nivel de riesgo para pacientes, personal y visitantes en dichos establecimientos, con el objetivo de minimizar peligros como incendios, explosiones y riesgos eléctricos (ORS, 2021).

El NFPA 99 se extiende a todas las instalaciones de atención médica, excluyendo aquellas dedicadas exclusivamente a la atención médica domiciliaria. A diferencia de muchos códigos de construcción e incendios, que definen las instalaciones de atención médica basándose en el número mínimo de ocupantes que requieren asistencia externa, el NFPA 99 no establece tal criterio ni considera la capacidad de autoconservación de los ocupantes.

En resumen, independientemente del número de pacientes atendidos, las instalaciones médicas deben cumplir con los estándares del NFPA 99 durante la prestación de atención médica. Las disposiciones de construcción y equipamiento del NFPA 99 se aplican principalmente a nuevas

construcciones y equipos. Sin embargo, los equipos y sistemas existentes pueden permanecer en uso a menos que el código lo prohíba específicamente o la Autoridad Competente (AHJ) determine que su uso presenta un riesgo para la vida. Los requisitos administrativos, que incluyen políticas y mantenimiento preventivo, se aplican tanto a las instalaciones como a los equipos nuevos y existentes (*Infoteknico, 2020*).

3.4.4 ISO 14971

La norma ISO 14971 es una pauta internacional que orienta la implementación de la gestión de riesgos en dispositivos médicos. Los fabricantes pueden emplear esta norma para detectar y gestionar los riesgos relacionados con sus productos, asegurando la seguridad de pacientes, usuarios y otros involucrados. Diversos expertos contribuyeron al desarrollo de esta norma, incluyendo profesionales de la medicina, ingeniería, calidad y regulación.

Basada en el enfoque de evaluación probabilística de riesgos, la norma evalúa tanto la gravedad de los peligros potenciales como la probabilidad de su ocurrencia. Para cumplir con los requisitos de la ISO 14971, los fabricantes deben establecer un sistema integral de gestión de riesgos que abarque la identificación, evaluación, control y seguimiento de los riesgos asociados a sus dispositivos médicos(*ISO 14971, 2022*).

3.4.5 IEC 60601

El IEC 60601 es un conjunto de estándares técnicos diseñados para garantizar la seguridad y el rendimiento de los equipos eléctricos empleados en el ámbito médico. Este estándar no solo afecta las pruebas y la verificación del rendimiento, sino que también influye en el proceso de desarrollo de productos. Dada la complejidad de los productos, que a menudo presentan una variedad de casos de prueba y combinaciones en los modos de operación, es crucial considerar estos aspectos desde las etapas iniciales del diseño, más allá de la fase final.

La IEC 60601 se concentra en los requisitos esenciales de seguridad y rendimiento de los equipos electro médicos, asegurando que cualquier fallo eléctrico, mecánico, térmico o funcional no represente un riesgo inaceptable para los pacientes o los operadores. En muchos países, se

considera un requisito previo para la comercialización de equipos médicos eléctricos, siendo reconocido por las autoridades de salud pública(Laboratuvar, 2021).

3.5 ÁREAS FUNCIONALES DEL HOSPITAL

3.5.1 CENTRAL DE EQUIPOS Y ESTERILIZACIÓN (CEYE)

La CEYE es una sección restringida en hospitales que se encarga de limpiar y esterilizar el equipo médico. Para hacer esto, requiere áreas específicas como el lavado inicial del equipo, la preparación de materiales como batas y guantes, el ensamblaje de los instrumentos en paquetes estériles, la esterilización propiamente dicha y un espacio para almacenar el equipo estéril. Es crucial que estas áreas cumplan con normativas estrictas de seguridad y control de infecciones. Entre los equipos que se encuentran las autoclaves que son los encargados de esterilizar los instrumentos, carro para traslado de material estéril, gabinetes de almacenamiento donde se encuentran los materiales ordenados y esterilizados, entre otros.

3.5.2 EMERGENCIA

El Departamento de Emergencias es el primer lugar al que acude un paciente en estado crítico que necesita atención médica urgente. Estos departamentos, dirigidos por médicos y enfermeras especializados en emergencias, están diseñados para proporcionar atención inmediata que pueda salvar vidas o extremidades. Para determinar la prioridad de tratamiento, los servicios de emergencia emplean una herramienta llamada triage, que consiste en clasificar a los pacientes. Aquellos con condiciones que representan un riesgo inminente para la vida son atendidos primero, mientras que aquellos con problemas menos urgentes pueden tener que esperar. Una vez que se ha realizado la reanimación inicial y se ha estabilizado al paciente, este puede ser admitido en el área de observación o ser dado de alta con una receta médica.

Un servicio de emergencias de calidad cuenta con monitores, equipos de diagnóstico en el lugar, suministros médicos esenciales y otros dispositivos necesarios para brindar atención médica de alta calidad. Además, colabora estrechamente con otros departamentos como radiología, laboratorio y banco de sangre para garantizar una atención integral y eficiente(SandeepJain, 2022). Entre otros equipos utilizados se encuentran los desfibriladores,

monitores de signos vitales, camillas, ventiladores mecánicos, equipo de rayos x portátil, aspiradores de secreciones, vendajes, inyecciones, tubos endotraqueales, entre otros, ya que es un área que debe estar completamente equipada para cualquier situación que se presente. Los desfibriladores son los dispositivos que administran una descarga eléctrica al corazón para restablecer el ritmo cardiaco en arritmias cardíacas o paro cardiaco(*NIH*, 2023); los ventiladores mecánicos los cuales asisten a reemplazan la función respiratoria de los pacientes; los equipos de rayos x portátil se pueden trasladar fácilmente a cualquier ubicación del hospital; los aspiradores de secreciones remueven las secreciones, líquidos o materiales de las vías respiratorias y los tubos endotraqueales los cuales se insertan a través de la boca o la nariz hasta la tráquea para asegurar una vía respiratoria abierta(*Medsalud*, 2022).

3.5.3 DIAGNÓSTICO E IMÁGENES

El diagnóstico por imágenes comprende diversas técnicas que permiten visualizar el interior del cuerpo para ayudar a identificar las causas de una enfermedad o lesión, así como para confirmar diagnósticos. Además, los médicos lo emplean para evaluar la respuesta del cuerpo a tratamientos de fracturas o enfermedades. Esta herramienta proporciona a los médicos una visión interna del cuerpo, facilitando la detección de cualquier indicio de problemas de salud. La elección de las pruebas de diagnóstico por imágenes dependerá de la zona del cuerpo que se esté evaluando y de los síntomas del paciente.

Muchas de estas pruebas son no invasivas y relativamente sencillas y sin dolor. No obstante, algunas pueden requerir que el paciente permanezca inmóvil dentro de la máquina durante un período prolongado, lo que podría resultar incómodo. Además, ciertas pruebas implican una mínima exposición a la radiación. Entre algunos de los equipos que se utilizan están la resonancia magnética, tomógrafo, ultrasonido y mamografía (Developer, 2019). La resonancia magnética utiliza campos magnéticos y ondas de radio para producir imágenes detalladas de los órganos y tejidos del cuerpo, el tomógrafo crea imágenes seccionales del cuerpo mediante rayos x y procesamiento por computadora, el ultrasonido el cual es un equipo que utiliza ondas sonoras de alta frecuencia para generar imágenes de los órganos y estructuras internas del cuerpo y la mamografía que examina los tejidos mamarios y detecta posibles anomalías o cáncer de mama.

3.5.4 MATERNIDAD

La atención médica ofrecida en los hospitales en el área de maternidad es crucial para las mujeres embarazadas, ya que garantiza una cobertura integral desde el embarazo hasta el postparto. Estos centros especializados proporcionan seguimiento médico, control prenatal, asistencia durante el parto y apoyo emocional. Además, cuentan con recursos especializados y personal capacitado para manejar cualquier complicación que pueda surgir durante el parto, asegurando la seguridad tanto de la madre como del bebé. La atención hospitalaria también reduce los riesgos al proporcionar cuidados médicos inmediatos en caso de emergencia y la posibilidad de realizar intervenciones como cesáreas si es necesario. Además, ofrecen métodos para controlar el dolor durante el parto, como la anestesia epidural, mejorando así la experiencia y el bienestar de la madre. Todo esto se complementa con un apoyo emocional específicamente dirigido a reducir la ansiedad y el estrés durante el proceso de parto (Pearl et al, 2018). Entre los equipos que se utilizan está el ultrasonido, incubadoras, monitores fetales, fórceps, equipos para la administración epidural y equipos de resucitación neonatal; siendo estos equipos específicos para el bienestar del feto.

3.5.5 LABORATORIO

El laboratorio clínico de un hospital desempeña un papel crucial en el diagnóstico, la prevención y el tratamiento de enfermedades al realizar una amplia gama de pruebas en pacientes. Aunque se encuentra ubicado dentro del hospital, su alcance de trabajo no se limita solo a las pruebas requeridas internamente por el hospital. Además de realizar pruebas para el hospital en sí, el laboratorio clínico también puede llevar a cabo otros tipos de pruebas que no están necesariamente relacionadas directamente con las necesidades del hospital, pero que son solicitadas por médicos externos, clínicas u otros centros de atención médica. Esto puede incluir pruebas solicitadas por médicos de atención primaria, especialistas o incluso pruebas de detección realizadas como parte de estudios de investigación médica. En resumen, aunque el laboratorio clínico esté ubicado en el hospital, su alcance de trabajo puede extenderse más allá de las necesidades específicas de ese hospital en particular (Fortis, 2013). Algunos equipos que hay están los microscopios, centrífugas, espectrofotómetros, analizadores de hematología,

autoclaves para esterilización también pipetas y balanzas analíticas. Siendo las centrífugas utilizadas para separar componentes de una mezcla líquida según su densidad(Ballesteros, 2024a) , los espectrofotómetros que miden la absorbancia o transmitancia de luz de una muestra y los analizadores de hematología que cuentan y analizan los diferentes tipos de células en la sangre proporcionando datos como el recuento de glóbulos rojos, blancos, entre otros.

3.5.6 SALA DE OPERACIONES

El quirófano es una sala grande y estéril donde los cirujanos llevan a cabo intervenciones quirúrgicas en los pacientes. Está equipado con mesas quirúrgicas, monitores y otros dispositivos necesarios para realizar la cirugía. Existen diversos tipos de quirófanos, adaptados al tipo específico de cirugía a realizar. La temperatura en la sala suele ser fresca y el ambiente, tranquilo, con un aire estéril y limpio. El equipamiento típico de un quirófano incluye una mesa quirúrgica ajustable y giratoria que se adapta durante el procedimiento. Estas mesas tienen restricciones de peso y piezas móviles para la espalda y las extremidades, lo que proporciona flexibilidad para el paciente y una posición ergonómica óptima para el cirujano y su equipo(*Incision*, 2022). Entre los equipos que hay están camas quirúrgicas, lámparas cielíticas, monitores de signos vitales, máquinas de anestesia, arco en c, instrumental quirúrgico como pinzas o retractores, autoclaves, electrocauterio, equipos de irrigación y aspiración. Las lámparas cielíticas son fundamentales en los procedimientos en sala de operaciones ya que proporcionan una luz clara, potente y sin sombras, lo que permite a los profesionales tener una mejor visión, los autoclaves utilizados para la esterilización completa de los equipos y uniforme utilizado; los equipos de irrigación para una limpieza de tejidos y prevención de infecciones y los equipos de aspiración que eliminan líquidos, sangre y otros fluidos del campo quirúrgico y el arco en c utilizado para procedimientos específicos sin necesidad de mover al paciente(INESEM, 2023).

3.5.7 UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS (UCI)

La UCI es un elemento crucial en un hospital del Sistema Nacional de Salud, destinada a proporcionar atención médica especializada y vigilancia constante a pacientes gravemente enfermos o que requieren intervenciones médicas intensivas. En este artículo, se examinará la

importancia, el funcionamiento y los desafíos que enfrenta una UCI en un hospital del Sistema Nacional de Salud, resaltando su papel fundamental en el cuidado de pacientes críticos. Las Unidades de Cuidados Intensivos (UCIs) son una parte esencial de los hospitales modernos, cuya principal función es cuidar a pacientes con enfermedades potencialmente mortales o que necesitan atención médica crítica. Estas unidades están equipadas con tecnología avanzada y cuentan con personal altamente capacitado, que incluye médicos intensivistas, enfermeros especializados en cuidados intensivos, técnicos de laboratorio, fisioterapeutas, farmacéuticos, trabajadores sociales y auxiliares administrativos. La colaboración entre estos profesionales asegura una atención completa y personalizada para cada paciente (Investigación, 2023). Algunos equipos que se encuentran son como monitores de signos vitales, ventiladores mecánicos, bombas de infusión, monitores de electroencefalografía (EEG), equipos de oxigenoterapia, desfibriladores, equipos de reanimación cardiopulmonar (RCP) y equipos de control de temperatura. Siendo la función de las bombas de infusión administrar líquidos, medicamentos o nutrientes directamente al sistema circulatorio del paciente, los EEG registran la actividad eléctrica del cerebro (Mayo Clinic, 2022), los equipos de oxigenoterapia suministran oxígeno suplementario a pacientes con dificultades respiratorias, los desfibriladores son aparatos que administran una descarga eléctrica controlada al corazón para restablecer el ritmo cardíaco (NIH, 2023), el RCP utilizado para mantener la circulación y respiración en pacientes con paro cardíaco y equipos de control de temperatura los cuales regulan la temperatura corporal del pacientes durante y después de procedimientos quirúrgicos.

3.5.8. ONCOLOGÍA

La oncología médica desempeña un papel esencial dentro del Equipo Multidisciplinario de Tratamiento (MDT), ofreciendo a los pacientes con cáncer un enfoque completo y sistemático que abarca todas las etapas de la enfermedad. Esto incluye investigación, prevención, diagnóstico, tratamiento, rehabilitación y cuidados paliativos y de apoyo. Los oncólogos médicos complementan las habilidades de otros especialistas en cáncer al brindar una atención integral y coordinada.

Estos profesionales están especialmente entrenados en el manejo integral de pacientes con cáncer, la administración segura de tratamientos sistémicos y la gestión de efectos secundarios y síntomas. Además, muchos oncólogos médicos participan activamente en la investigación clínica y traslacional, contribuyendo así a la innovación y desarrollo de nuevas terapias para combatir el cáncer (Popescu et al., 2014). Entre algunos equipos que se encuentran son equipos de imagenología como tomógrafos o resonancias magnéticas y equipos de radioterapia como el acelerador lineal. Siendo el acelerador el que destaca, utilizado en oncología radioterápica para el tratamiento del cáncer, sus haces de radiación destruyen las células cancerosas o detienen su crecimiento, este equipo es un componente clave por su capacidad de proporcionar dosis precisas y dirigidas en radiación a los tumores(ACR, 2023).

IV. DESARROLLO

4.1 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

4.1.1 SEMANA 1

Objetivo

- Determinar áreas del hospital, saber los equipos médicos disponibles, logrando realizar las tareas asignadas, siendo relativamente sencillas, pero contribuyendo a lograr tener experiencia en cuanto al ambiente hospitalario.
- Descripción: en la primera semana de práctica se recorrió el hospital para poder familiarizarse con el mismo, también se brindó una breve explicación del proceso de compra que llegaron a tener con algunos equipos médicos que tenían disponibilidad. Se realizó un mantenimiento de las lámparas cielitcas de las salas de operaciones, revisándose el soporte precisamente, también en el área de radiología, se conocieron los equipos, junto a ciertos puntos esenciales que se deben conllevar al a ver un mantenimiento breve y que factores influyen como en su mantenimiento, como ser el ambiente, que fue una opción de solución sugerida, presentando el caso durante la semana, y por último surgió una reparación técnica de la base de una bomba de infusión utilizada en enfermería a la cual se le quebró uno de los tornillos.

Semana 1					
Fecha		<i>Descripción de actividad</i>	<i>Horas</i>	<i>Responsables</i>	<i>Observaciones/ Conclusiones</i>
Día 1	15/4/2024	Revisión superficial de los equipos del hospital.	5	Lizzie Murillo Ing. Umaña Ing. Mendoza	Mostraron el hospital también detalle superficial los equipos de este y levemente su proceso de comprar.
Día 2	16/4/2024	Observación de las salas de cirugía y mantenimiento rápido de lámparas cielíticas. Ver Imagen 1 en anexos.	4	Lizzie Murillo Técnico	Observación de los equipos médicos necesarios en una sala de cirugía asimismo su diseño de estructura, además de una revisión del soporte de las lámparas cielíticas.
Día 3	17/3/2024	Pruebas en el área de radiología.	4	Lizzie Murillo Ing. Umaña	Explicación profunda de los equipos como ser mamografía, tomógrafo, ultrasonido y fluoroscopia, también se me dio oportunidad de hacer pruebas con el mamógrafo.

		Revisión del fallo que presentó el tomógrafo. Ver Imagen 2-3 en anexos.	3	Lizzie Murillo Ing. Umaña	Se observó el fallo que presentó el equipo el cual era que no se observaba la toma completa del estudio, presentaba el sistema que el tubo estaba en enfriamiento. Se recomendó subir la temperatura del A/C ya que el ambiente podría ser un factor.
Día 4	18/4/2024	Continuación de mantenimiento del fallo del tomógrafo.	5	Lizzie Murillo Ing. Umaña	Revisión del sensor de temperatura del tomógrafo ya que presentó que el tubo no calentaba, pero si lo estaba haciendo y se sugirió que el problema podría ser el sensor de temperatura, asimismo se me dio la oportunidad de realizar una prueba con phantom.
Día 5	19/4/2024	Me ausenté debido a la defensa de PI, se lo comuniqué a mis supervisores.	N/A	N/A	N/A

Día 6	20/4/2024	Reparación de la base de una bomba de infusión utilizado en enfermería.	2	Lizzie Murillo Técnico	La bomba de infusión no estaba completamente segura en la base ya que los tornillos se habían quebrado, entonces se realizaron los orificios nueva mente para poder ingresar el tornillo nuevo, asimismo haciendo selección detenida de la rosca seleccionada.
-------	-----------	---	---	---------------------------	--

4.1.2 SEMANA 2

Objetivo

- Realizar las tareas que se presenten en las diferentes áreas del hospital, logrando resolver de la manera óptima los problemas presentados, además de verificar que el tomógrafo siga en las condiciones apropiadas para realizar estudios y se calibró el acelerador lineal además se pudo ingresar a sala de operaciones a solucionar un inconveniente con un monitor de signo vitales.
- Descripción: En la segunda semana, el enfoque fue más en el área de radiología, como ser el restablecimiento de la red del mamógrafo digital, ya que la computadora de la doctora no recibía los archivos enviados, se modificó junto a los ajustes para apreciar mejor los estudios, luego con el acelerador lineal se ajustaron los parámetros principales, ya que variaban bastante según el rango, asimismo el valor de su filamento. Se ingresó a sala de operaciones ya que reportaron que el monitor de signo vitales no presentaba las señales que debía y después de intentar varias veces, solamente era un error de configuración. Al conocer el acelerador lineal, se tuvieron que ajustar los parámetros correspondientes, para poder iniciar con los tratamientos de los pacientes y se hizo revisión de estos los siguientes días. En sala de operaciones, reportaron que una cama que no realizaba los movimientos, el fallo estaba en el control, ya que manualmente si funcionaba, el control se desarmó, se revisó y había que soldar un cable. Luego, informó que el ultrasonido se estaba apagando de repente y como solución se realizó la limpieza de los filtros junto a verificación de aspectos del ambiente, también en el soporte de bomba de infusión, un tornillo se quebró, se tuvo que hacer el torno en la base y buscar un nuevo tornillo. Por último, se realizó una revisión general de los equipos de radiología, más que todo de su funcionamiento.

Semana 2					
Fecha		Descripción de actividad	Horas	Responsables	Observaciones/ Conclusiones
Día 1	22/4/2024	Restablecimiento de la red de mamógrafo digital y ajuste en el retoque de estudios. Ver Imagen 4-6 en anexos.	3	Lizzie Murillo Ing. Umaña	Informaron que un monitor no recibía los estudios hechos por el monitor digital, se revisó y se cambió la IP junto a otros ajustes, luego las imágenes no se veían como debían según la doctora, entonces se revisó las configuraciones del programa, y se logró apreciar mejor.
		Mantenimiento del acelerador inercial y ajuste del filamento. Ver Imagen 7-8 en anexos.	4	Lizzie Murillo Ing. Umaña	Se realizó una revisión general del equipo, asimismo se me explicó el funcionamiento de este. Al momento de ir a los paneles, el filamento detonaba mucha energía, lo que sería demasiado para un estudio, entonces se cambió el valor tratando que encajara correctamente con los demás parámetros.
Día 2	23/4/2024	Resolución de problema presentado en monitor de sala de operaciones. Ver Imagen 9-12 en anexos.	1	Lizzie Murillo Ing. Umaña	El monitor no presentaba las señales que debía al momento de utilizar el equipo, mencionaron que el fallo era en el módulo ya que se acaba de cambiar la

					trampa de agua, luego de buscar, el error era de configuración.
		Ajuste de los parámetros del acelerador lineal. Ver Imagen 13-14 en anexos.	3	Lizzie Murillo Ing. Umaña	Se realizó un ajuste en el voltaje del filamento otra vez, ya que presentaba anomalías en sus parámetros, se hizo un listado de un antes y después de los datos, se pudieron reestablecer como debían.
Día 3	24/4/2024	Revisión del acelerador lineal	1	Lizzie Murillo Ing. Umaña	Solamente se fue a revisar que todos los parámetros estuvieran correctos y que todo siguiera bien aún después de realizar varias sesiones.
		Reparación de control de cama de sala de operaciones. Ver Imagen 15 en anexos.	3	Lizzie Murillo Ing. Umaña	Reportaron que el control de una en sala de operaciones no estaba respondiendo a los comandos, pero los botones de la cama sí, entonces era un problema interno, se creyó que una la conexión principal, por un descuido al jalar el control, no respondía como debía, pero después de varios intentos se encontró que debía repararse un cable.

Día 4	25/4/2024	Mantenimiento de un motor de succión.	3	Lizzie Murillo Técnico	Se realizó un mantenimiento del motor, limpieza superficial, así como el lavado de los filtros, verificando que no tuviera fugas y que funcionara de la mejor
					manera.
Día 5	26/4/2024	Resolución de falla en el ultrasonido. Ver Imagen 16-17 en anexos.	1	Lizzie Murillo Ing. Umaña	Informaron que la pantalla del ultrasonido se apaga de repente, pero funcionaba todo bien, luego de varias pruebas, el problema el que tenía el filtro sucio, entonces se limpió y se espera que trabajase sin fallas.
		Colocación de tornillo faltante en bucky. Ver Imagen 18 en anexos.	1		Informaron que había un tornillo faltante en el bucky de pared, el tornillo se perdió, entonces se tuvo que buscar uno que encajara bien.

Día 6	27/4/2024	Revisión general de los equipos de radiología.	2	Lizzie Murillo Ing. Umaña	Se verificó que los equipos estuvieran en buen estado, funcionando de la mejor manera posible, desde lo superficial hasta lo interno como lo es su funcionamiento.
----------	-----------	--	---	------------------------------	--

4.1.3 SEMANA 3

- Objetivo

Realizar seguimiento de los equipos vistos en las semanas previas, consultando si los problemas se vuelven a dar nuevamente, asimismo explorar equipos en cuanto a su software, resolviendo posibles inconvenientes que se presenten.

- Descripción: en el área de equipos de cardiología no invasiva, la computadora que se utiliza presentaba insuficiente espacio para poder seguir haciendo y guardando estudios, asimismo el programa no lo permitía, entonces se pasaron cierta cantidad de estudios hasta el año 2017 a otro disco, no se pasaron completamente ya que requiere de una contraseña, según el programa, debe ser solicitada, pero por lo menos le dejó una buena cantidad de espacio para realizar estudios. Luego en el área de radiología se volvió nuevamente, ya que durante la noche se fue la energía y el mamógrafo no estaba funcionando del todo bien, según el personal, se revisó y al final se hizo una prueba con phantom, verificando que todo estuviera bien. Se realizó nuevamente una revisión del acelerador lineal, ya que es un equipo preciso. Otra cama de sala de operaciones presentó falla en la realización de sus movimientos, se revisó y solamente fallaba en un movimiento, tanto manual, así como con el control, pero no era todo el tiempo, entonces se sugirió que podría ser el motor y se inspeccionó un telepack que un profesional solicitó, donde la pantalla no se iniciaba, no terminaba de cargar completamente, pero superficialmente todo trabaja como debía, hasta al cámara y al siguiente se buscó el manual, con el fin de encontrar una posible solución.

Semana 3					
Fecha		Descripción de actividad	Horas	Responsables	Observaciones/ Conclusiones
Día 1	29/04/2024	Resolución de inconveniente presentado en el equipo del área de cardiología no invasiva. Ver Imagen 19-20 en anexos.	2	Lizzie Murillo Ing. Umaña	La computadora que se utiliza con el programa para los estudios mostró que había poco espacio, por lo tanto, se realizaron unos ajustes donde se modificaba la IP, software, copia de seguridad, entre otros.
		Revisión general de los equipos de radiología.	2		Se verifico que los equipos estuvieran en buen estado, funcionando de la mejor manera posible, desde lo superficial hasta lo interno como lo es su funcionamiento.
Día 2	30/4/2024	Mantenimiento de mamógrafo digital.	2	Lizzie Murillo Ing. Umaña	Informaron que el mamógrafo digital indicaba que había un error interno, por lo que se reinició el equipo ya que una noche antes se había ido la energía, entonces al encender solo se hizo espera de que encendiera y se realizó una prueba con phantom para asegurarse que todo estuviera bien.

Día 3	1/5/2024	Feriado por el día del trabajador.	N/A	N/A	N/A
Día 4	2/5/2024	Revisión del acelerador lineal	2	Lizzie Murillo	Solamente se fue a revisar que todos los parámetros estuvieron correctos y que todo siguiera bien aún después de realizar varias sesiones.
Día 5	3/5/2024	Revisión de una cama quirúrgica en sala de operaciones. Ver Imagen 21 en anexos.	2	Lizzie Murillo Ing. Umaña	Había un fallo en cuanto a los comandos de movimientos de la cama, tanto de forma manual como del control, por momento funcionaban por ratos no, en especial la de subir la cama, se propuso que el problema era el motor, ya sea porque esta sucio o porque se necesite cambio.
		Revisión de telepack utilizado en urología. Ver Imagen 22 en anexos.	2		El telepack no iniciaba, superficialmente todo estaba bien, luz, botones, cámara, entre otros, pero no al querer iniciarse, no pasaba de la mitad y la pantalla no indicaba nada, posiblemente podría ser un problema de software.

Día 6	4/5/2024	Seguimiento para encontrar posible solución a telepack.	2	Lizzie Murillo	Se realizó una búsqueda de manuales y otras fuentes para poder encontrar solución de la falla que presentaba el equipo, antes de llamar a la empresa.
----------	----------	---	---	----------------	---

4.1.4 SEMANA 4

- Objetivo

Se realizó una revisión a todos los equipos vistos anteriormente, para así poder saber si seguían o no con los problemas que presentaron y si posiblemente surgieron otros, además del mantenimiento de lámparas cielíticas.

- Descripción: se visitó sala de operaciones para realizar una revisión de sala de operaciones, tanto en las camas quirúrgicas como en los monitores de signos vitales, asimismo en el área de radiología, se revisaron todos los equipos que usualmente muestran algún inconveniente como ser tomógrafo o mamógrafo. Se siguió buscando solución para el telepack, para eso se realizó búsqueda de manuales, pero las posibles soluciones encontradas, ni una fue de ayuda, se tomó la decisión de posponerla para otro día. Con la UPS del mamógrafo digital, se realizaron pruebas ya que informaron que había dificultades para el reinicio del mamógrafo digital, por los cortes de energía y mostraba poco tiempo de protección al equipo. Se volvió a realizar mantenimiento del soporte las lámparas cielíticas y mantenimiento de la toma de gases, ya que informaron que se necesitaba más ya que había paciente, por lo que se sugirió que no se avisara al momento sino con anticipación para evitar incidentes.

Semana 4					
Fecha		Descripción de actividad	Horas	Responsables	Observaciones/ Conclusiones
Día 1	6/5/2024	Revisión de equipos en sala de operaciones.	2	Lizzie Murillo Ing. Umaña	Se realizó una revisión de los equipos que anteriormente presentaron problemas como ser el control de las camas, lámparas cielíticas, monitor de signos vitales y demás.
Día 2	7/5/2024	Revisión general de equipo en radiología. Ver Imagen 23 en anexos.	1	Lizzie Murillo Ing. Umaña	Se verifico que los equipos estuvieran en buen estado, funcionando de la mejor manera posible, desde lo superficial hasta lo interno como lo es su funcionamiento, donde estaba todo bien.
		Seguimiento para solución al problema de telepack.	3		Se encontraron posibles soluciones, pero ninguna resultaba, se siguió buscando en manuales, ya que era un error no común, todo servía, solamente que la pantalla no carga completamente, se pospuso para otro día.
Día 3	8/5/2024	Revisión del mamógrafo digital.	01:30		

					Informaron que le tomógrafo no permitía realizar estudios, aunque la hayan reiniciado, esto ya que durante la noche se fue la energía, haciendo que se descargase los ups.
		Mantenimiento de ups de mamógrafo digital. Ver Imagen 24-25 en anexos.	2	Lizzie Murillo Ing. Umaña	Se realizó una prueba tipo emergencia de la ups, donde nos mostraba el tiempo para protección del equipo, no estaba mal, pero no como debería, donde aproximadamente debe durar 15min, este solo duraba 3min.
Día 4	9/5/2024	Mantenimiento de lámparas cielíticas.	03:30	Lizzie Murillo Ing. Umaña	Se hizo revisión del soporte de las lámparas asimismo mantenimiento de estas, en todos los quirófanos.
Día 5	10/5/2024	Revisión de la toma de gases.	3	Lizzie Murillo Técnico	Informaron que se necesitaba más aire comprimido en una toma, se realizó chequeo de las demás y pusieron tanques nuevos, asimismo se le sugirió a las enfermeras que avisaran con tiempo para revisar y aún más si se tendrá paciente.
Día 6	11/5/2024	Me ausenté por inconvenientes personales, se lo notifiqué a mis supervisores.	N/A	N/A	N/A

4.1.5 SEMANA 5

- Objetivo

Resolver todos los inconvenientes presentados en los equipos médicos, brindando una solución efectiva para su funcionamiento, así como la revisión del tomógrafo debido a los cortes de energía, dando solución para el angiografo el cual impide que se realicen estudios y mantenimiento de camilla.

- Descripción: Inicialmente se reinició el tomógrafo digital, ya que ha habido cortes de energía durante las noches, durante el mismo, se notó que en la UPS había un problema, ya que solo duraba 3min al irse la energía, lo que no está mal, pero debería ser más tiempo, haciendo que afecte su funcionamiento de este. Se hizo cambio de pieza del chiller de angiografo porque mostraba error para iniciar un estudio, al cambiarla, mostraba un error diferente y se comprobó que era un break del panel de control que no recibía energía de las 3 líneas, solo de una, además de que el voltaje de entrada no era el mismo de salida. En sala de operaciones, un torniquete tiraba una alarma, aunque ese estaba funcionando bien, el problema era una fuga, la alarma se activaba ya que la presión del aire bajaba o aumentaba según la predeterminada, luego se realizó un mantenimiento general de camilla, aunque solo se informó que rechinaba al realizar un movimiento. También se hizo revisión de la UPS en sala de operaciones, ya que un arco en c, se apagó súbitamente durante un procedimiento, la ups mostraba en error donde decía "respaldo no disponible", no se pudo hacer mucho ya que todos los quirófanos estaban ocupados asimismo se estaba necesitando el arco en c.

Semana 5					
Fecha		Descripción de actividad	Horas	Responsables	Observaciones/ Conclusiones
Día 1	13/5/2024	Reinicio del tomógrafo.	1	Lizzie Murillo Ing. Umaña	El tomógrafo mostraba un error de software, no es muy usual, donde no permite que se completé un estudio, señala una alerta que no deja que el personal realice su trabajo, solamente se reinicia para que todo vuelva a funcionar normal.
Día 2	14/5/2024	Cambio de pieza de revisión de panel de angiografo. Ver Imagen 26-27 en anexos.	5	Lizzie Murillo Ing. Umaña	El monitor del área de control mostraba un error que no dejaba realizar estudios, entonces se cambió el protector de fase del chiller para que no este no recibiera el golpe de energía directamente, pero el chiller no lograba encender, se revisó el panel de control y se encontró que dos líneas de break CB3 no generaban el mismo voltaje de entrada, entonces se solicitó uno nuevo para generar el cambio.

Día 3	15/5/2024	Mantenimiento de torniquete de sala de operaciones. Ver Imagen 28-29 en anexos.	3	Lizzie Murillo Ing. Umaña	Se informó que al usarlo funcionaba bien, pero tenía una alarma, el problema estaba en que había fuga, entonces se abrió enfocándose en las tomas, al volverlo a probar, todo seguía bien. Inicialmente la alarma era porque el flujo no era uniforme, entonces al elevarse o disminuir la presión predeterminada, sonaba la alarma.
		Mantenimiento de camilla. Ver Imagen 30-32 en anexos.	04:30	Lizzie Murillo Técnico	Se realizó mantenimiento mecánico de una camilla, informaron que esta rechinaba al realizar los movimientos, entonces se hizo mantenimiento completo no solamente superficial.
Día 4	16/5/2024	Revisión del acelerador lineal.	3	Lizzie Murillo Ing. Umaña	Solamente se fue a revisar que todos los parámetros estuvieron correctos y que todo siguiera bien luego de terminar la jornada planeada.
	17/5/2024		2	Lizzie Murillo	

Día 5		Inspección de ups en sala de operaciones. Ver Imagen 33 en anexos.		Ing. Umaña	Informaron que el arco en c se apagó súbitamente durante un procedimiento, al revisarla mostraba un error donde decía que el respaldo no estaba disponible, pero no se pudo hacer mucho ya que estaba en uso el equipo.
Día 6	18/5/2024	Mantenimiento de lámparas cielíticas.	03:30	Lizzie Murillo Ing. Umaña	Se realizó una inspección de la calidad de luz en las lámparas cielíticas asimismo del soporte como en semanas anteriores incluyendo lámparas de labor y parto.

4.1.6 SEMANA 6

- Objetivo

Cumplir con el mantenimiento debido a los equipos de radiología, enfocándose en los inconvenientes que anteriormente se han presentado, asimismo revisión de conexiones de los mismos, junto a la inspección de la UPS en sala de operaciones y prueba de calidad con el acelerador lineal.

- Descripción: Se presentó un inconveniente con el mamógrafo digital, este no encendía, es un inconveniente que se da seguido, pero no fue este el caso, ya que no encendía el equipo, pero no su computador, se desarmó y se intercambiaron algunas piezas esenciales, no resultó, se diagnosticó que es la tarjeta madre y se solicitó. También se le realizó una prueba de calidad al acelerador lineal, la cual sirve para asegurarse de que sus medidas y parámetros estén en las correctas/base según el equipo. En el equipo de rayos x y fluoroscopia no permitía enviar estudios a imprimir, entonces se revisó, se fue a verificar a sistemas y resultó ser la red del hospital, no es inconveniente del equipo en sí. La UPS de sala de operaciones se fue a inspeccionar, ya que anteriormente informaron que un equipo se apagó de repente, resultó que había dos baterías explotadas y se solicitaron. Se le dio mantenimiento a una camilla, igual al de la semana anterior, además de revisión que los botones de los cuales algunos presentaron falla. Se fue a revisar los equipos en radiología, incluyendo tomógrafo, mamógrafo y rayos x, verificando que tuvieran la misma falla de conexión de red como con el primer rayos x mencionado. Por último, se fueron a revisar las tomas de gases de aire comprimido ya que se mencionó que fue muy utilizado durante la semana, para así evitar posibles inconvenientes.

Semana 6

Fecha		<i>Descripción de actividad</i>	<i>Horas</i>	<i>Responsables</i>	<i>Observaciones/ Conclusiones</i>
Día 1	13/5/2024	Mantenimiento de mamógrafo digital. Ver Imagen 34-37 en anexos.	8	Lizzie Murillo Ing. Umaña	Se informó que el mamógrafo no encendía, se fue a revisar, y efectivamente, encendía, pero en menos de 3 seg se apagaba, por lo que se hicieron varias pruebas que se hacen con normalidad y ninguna resultó, se notó mal funcionamiento en la ventiladora, por lo que se desarmó e intercambió la computadora igual algunas piezas internas, asimismo se les dio mantenimiento, pero nada resultó, se concluyó que la tarjeta madre estaba impidiendo su funcionamiento, por lo que se solicitó.

Día 2	14/5/2024	Prueba de calidad en acelerador lineal. Ver Imagen 38-44 en anexos.	3	Lizzie Murillo Ing. Umaña	Se realizó una prueba de calidad con papel milimetrado en el acelerador lineal por ajustes mecánicos en hojas del colimador, asimismo se propuso cambiar un actuador hidroeléctrico ya que la salida de agua era demasiada aún sin estar el equipo realizando estudios, pero esa no era la razón, se pospuso un cambio de otra pieza para otro día por falta de tiempo.
		Mantenimiento de conexión de equipo de rayos x.	4		El equipo de rayos x y fluoroscopia no permitía la impresión de los estudios, se fue a revisar, mostraba que algunos estudios ya se habían enviado a imprimir cuando no fue así, se revisaron conexiones, se fue a consultar a sistemas y se concluyó que había un inconveniente con la red del hospital. También se fue a revisar si lograba encender el mamógrafo.

Día 3	15/5/2024	Revisión de la UPS en sala de operaciones.	3	Lizzie Murillo Técnico	Se fue a inspeccionar el funcionamiento correcto de la UPS, ya que la última vez no se pudo, dio como resultante dos baterías explotadas. Se informó del incidente.
Día 4	16/5/2024	Mantenimiento de camilla.	4	Lizzie Murillo Ing. Umaña	Se realizó mantenimiento mecánico de una camilla, se hizo mantenimiento completo no solamente superficial, además que uno de los botones no funcionaba como debía.
Día 5	17/5/2024	Revisión general de equipo en radiología.	4	Lizzie Murillo Ing. Umaña	Se realizó revisión de las conexiones de los equipos, por si sucedía lo mismo que con el equipo de rayos x.
Día 6	18/5/2024	Revisión de tomag de gases. Ver Imagen 45 en anexos.	3	Lizzie Murillo Técnico	Solamente se fue a revisar que los tanques estuvieran llenos o si se necesitaba más reserva ya que se mencionó que esta semana fue muy utilizado.

4.1.7 SEMANA 7

- Objetivo

Realizar la revisión correspondiente de los equipos que presentaron falla la semana anterior, asimismo realizar el mantenimiento debido de los problemas que se presenten día a día, como ser en la autoclave, el cual debe de cumplir todas las fases del proceso de esterilización, siendo fundamental para sala de operaciones.

- Descripción: inicialmente se hizo revisión a los ultrasonidos, los cuales daban los inconvenientes usuales donde el equipo se apagaba repentinamente, se revisó internamente en especial los filtros y se recomendó aumentar la temperatura del aire acondicionado, también se realizó el mantenimiento de un motor de succión, luego se fue a ver el autoclave, el cual estaba presentando problemas de funcionamiento, no lograba completar el proceso de esterilización como debía, se realizaron pruebas, y si realizaba el proceso pero era muy lento, además parecía que la etapa vacío parecía no ser suficiente entonces se tuvo que prolongar su mantenimiento. Los estudios del tomógrafo mostraban artefacto, esto no podía ocurrir para un buen diagnóstico, se hicieron modificaciones, pero no resultaron y se llegó a la conclusión que necesitaba de calibración junto al acelerador lineal donde siempre se debe establecer y revisar que tenga los parámetros base para los estudios a realizar. El tomógrafo llegó a presentar inconvenientes comunes, donde se realizaba el estudio sin previamente haber calentado el tubo, sin haberse calentado este no dejaría seguir realizándolos. También se solicitó mantenimiento de una máquina de terapia de co2, ya que al iniciar el proceso esta respondía correctamente, mostraba que el paciente esta desconectado, entonces se hicieron varias pruebas ya que se creía que había fugas, pero al no obtener respuesta se tuvo que desarmar y revisar sensores y electroválvulas, concluyendo que se necesitaba cambio de tarjeta o la vida útil del equipo estaba a su límite ya que los errores no eran constantes. Se le realizó mantenimiento rápido al acelerador lineal y se mostró para el biomed homecoming, donde asistirían alumnos de UNITEC. Al final se realizó mantenimiento a bases de equipos portátiles de enfermería asimismo una limpieza superficial de los mismos.

Semana 7					
Fecha		Descripción de actividad	Horas	Responsables	Observaciones/ Conclusiones
Día 1	13/5/2024	Revisión de ultrasonidos.	02:30	Lizzie Murillo Ing. Umaña	Se realizó una inspección a un usg ya que indicaban que se estaba apagando repentinamente, entonces se revisó superficial e internamente más que todo filtros y de una vez se revisó el otro para evitar inconvenientes. Además, se sugirió que aumentaran la temperatura de a/c ya que parecía no helar lo suficiente.
Día 2	14/5/2024	Mantenimiento de motor de succión.	03:30	Lizzie Murillo Técnico	Se realizó un mantenimiento del motor, limpieza superficial, así como el lavado de los filtros, verificando que no tuviera fugas y que funcionara de la mejor manera.
Día 3	15/5/2024	Mantenimiento de funcionamiento de autoclave en sala de operaciones. Ver imagen 46-47 en Anexos.	5	Lizzie Murillo Técnico	La autoclave no está realizando el proceso debido para lograr esterilizar completamente, entonces se hizo una prueba y efectivamente, el proceso de vacío

					n se estaba ejecutando, entonces se debió de desarmar y revisar detalles más internos.
		Mantenimiento de artefacto mostrado en estudio de tomógrafo. Ver imagen 48 en Anexos.	1	Lizzie Murillo Ing. Umaña	Informaron que se mostraba artefactos en un estudio de tomógrafo, luego de modificar algunos parámetros en la pantalla, se llegó a la conclusión que se necesitaba calibración.
		Calibraciones en acelerador lineal. Ver imagen 49 en Anexos.	2		Se realizaron calibraciones en el acelerador lineal, las cuales verifican que los parámetros estén el rango que se debe, ni más no menos.
Día 4	16/5/2024	Mantenimiento del tomógrafo.	01:30	Lizzie Murillo Ing. Umaña	Informaron que el tomógrafo no está funcionando como debía, se presentó uno de los problemas usuales, donde el tubo no se calentó lo suficiente y se realizó un estudio, perjudicando los siguientes que se realizaran.
		Revisión de la autoclave en sala de operaciones.	3		

				Lizzie Murillo Técnico	Se fue a verificar que la autoclave estuviera funcionando como debía, donde cumpliera todos los ciclos para que el material lograra esterilizarse como debía.
Día 5	17/5/2024	Mantenimiento de máquina de terapia de co2. Ver imagen 50 en Anexos.	03:30	Lizzie Murillo Ing. Umaña	La máquina presentaba al empezar el proceso que el paciente no estaba conectado, entonces se desarmó asimismo se realizaron pruebas con unos sensores y electroválvulas, se concluyó que puede ser la tarjeta o la vida útil del equipo ya está a su límite.
		Mantenimiento del acelerador lineal.	01:30		Se presentaron valores anormales, entonces se hicieron las calibraciones para un correcto funcionamiento del mismo, haciendo que los valores fueran los correspondientes.
		Biomed Homecoming-Entre rayos y bits: recorriendo equipos radiológicos. Ver imagen 51-53 en Anexos.	2		Se realizó la actividad planeada donde se mostraron los equipos del área de radiología del hospital.

Día 6	18/5/2024	Reparación de base de equipos portátiles.	3	Lizzie Murillo Técnico	Algunos equipos portátiles usados en enfermería necesitaban ajustes de las bases de estas, también se revisó que funcionaran bien junto a su limpieza superficial.
----------	-----------	---	---	---------------------------	--

4.1.8 SEMANA 8

- Objetivo

Realizar el mantenimiento a los equipos que corresponden, los que son informados día a día, estos deben de estar en su mejor funcionamiento para la atención del usuario y también revisión de la toma de gases y retiro de camillas.

- Descripción: inicialmente se realizó el mantenimiento de los ultrasonidos donde se les limpio superficialmente asimismo internamente para evitar constantes inconvenientes; se le dio mantenimiento a la toma de gases, ya que durante semana se estuvo utilizando mucho, todo estos para evitar in incidente a la hora que un paciente lo necesite; al tomógrafo también se le dio mantenimiento, de las que presentaba inicialmente donde no realizaba estudios correctamente debido a que el personal no calentaba el estudio correctamente lo que al pasar un buen lapso de tiempo, dejaba de realizar los estudios como debía; se dio el retiro de camas utilizadas para hospitalización, se retiraban ya que estaban obsoletas o simplemente no tenían arreglo alguno y se revisó si alguna tenía una pieza que podría servir como repuesto a futuro; también se realizó una revisión general de los equipos de radiología, esto se realiza para evitar siempre fallos imprevistos que impidan un funcionamiento y atención continua. Por último, se realizó el mantenimiento de las lámparas cieliticas en sala de operaciones, ya que se informó que estas no se mantenían fijas, como debe ser, para los procedimientos realizados.

Semana 8					
Fecha		Descripción de actividad	Horas	Responsables	Observaciones/ Conclusiones
Día 1	13/5/2024	Mantenimiento de ultrasonido.	4	Lizzie Murillo Ing. Umaña	Se realizó mantenimiento a los ultrasonidos, limpieza superficial e interna del equipo y verificación de funcionamiento.
Día 2	14/5/2024	Revisión de toma de gases.	3	Lizzie Murillo Técnico	El hospital estuvo abastecido en estos días, se fue a realizar revisión de la toma de gases de aire comprimido, si el flujo era suficiente, si estaban llenos o por terminarse, junto a los de reserva.
Día 3	15/5/2024	Mantenimiento del tomógrafo.	03:30	Lizzie Murillo Ing. Umaña	El monitor presentaba una falla, donde decía que no se había calentado bien el tubo y siempre se siguieron haciendo estudios, entonces se realizaron unos ajustes, se reinició y se esperó que calentara como debía.
	16/5/2024	Revisión de retiro de camas.	5		

Día 4				Lizzie Murillo Técnico	Se retiraron camas que no estaban en uso, ya sea porque estaban obsoletas o porque ya no tenían arreglo, asimismo se revisaron las piezas, las cuales posiblemente servirían como repuesto.
Día 5	17/5/2024	Revisión general de los equipos de radiología.	3	Lizzie Murillo Ing. Umaña	Se verificó que cada equipo funcionara como debía, sin presentar los fallos que normalmente se han presentado.
Día 6	18/5/2024	Mantenimiento de lámparas cielíticas en sala de operaciones.	3	Lizzie Murillo Técnico	Se solicitó revisar y arreglar el soporte de las lámparas, ya que estas no se mantenían fijas para los procedimientos.

4.1.9 SEMANA 9

- Objetivo

Realizar seguimiento en los equipos de radiología junto a mantenimientos y revisiones que sean necesarias para que el equipo funcione de la mejor manera, asimismo con el acelerador lineal y continuando con mantenimiento técnico general de un motor de succión.

- Descripción: a inicios de semana se le dio mantenimiento al mamógrafo digital, ya que anteriormente se solicitó una pieza que era necesaria, la cual era la tarjeta madre, se cambió y el equipo quedo funcionando correctamente; se le dio el mantenimiento al angiografo, se informó que este derramaba un líquido el cual era muy notorio, y se llegó a la conclusión que era condensación, por la temperatura del ambiente; se le dio mantenimiento al acelerador lineal, donde se revisan que los valores de los parámetros sean los correctos para un buen funcionamiento durante los estudios, siendo casi cotidiano este mantenimiento; seguidamente se le dio mantenimiento general a una camilla donde se engrasaba, se le da limpieza superficial y revisión de sus movimientos también a un motor de succión, donde se revisaba que no tuviera fugas, lavado de filtros y limpieza superficial; el mamógrafo digital en el transcurso de la semana se apagó repentinamente, entonces se supuso que era la UPS del computador, ya que el equipo permanecía encendido, se desarmó y todo estaba bien, entonces se dio como opción cambiar el puesto de donde estaba conectado, siempre en la UPS, después de pruebas, simplemente se realizó ese cambio y por último se realizaron revisiones en los equipos de radiología donde principalmente se consultó al personal si s funcionamiento estaba bien o si presentaba fallas.

Semana 9					
Fecha		Descripción de actividad	Horas	Responsables	Observaciones/ Conclusiones
	10/6/2024	Mantenimiento de mamógrafo digital.	4	Lizzie Murillo Ing. Umaña	Llegó la pieza que se necesitaba y que se definió en el último mantenimiento (tarjeta madre), se cambió en el equipo, y siguió funcionando como debía.
		Mantenimiento de angiografo.	03:30		Se informó de que el equipo derramaba un líquido, se desarmó y se concluyó que era condensación, debido a que no se ha utilizado mucho y el ambiente estaba demasiado frío.
Día 2	11/6/2024	Mantenimiento del acelerador lineal	3	Lizzie Murillo Ing. Umaña	Se realizaron las calibraciones de rutina, donde se revisan y ajustan los parámetros, para un correcto funcionamiento durante los estudios.
	12/6/2024	Mantenimiento de camilla	4		

Día 3				Lizzie Murillo Técnico	Para el mantenimiento de la camilla se siguió el mismo patrón de revisión de la última vez, donde se engrasaba, se revisaba que funcionara de los movimientos que realiza y además de lo eléctrico.
Día 4	13/6/2024	Revisiones realizadas en radiología	02:30	Lizzie Murillo Ing. Umaña	Se revisaron todos los equipos que suelen ocasionar inconvenientes en su funcionamiento asimismo se consultó con el personal como iba el desempeño de este.
	14/6/2024		3		

Día 5		Mantenimiento a ups del computador de mamógrafo digital. Ver imagen 58 en Anexos.			Se informó que el computador del mamógrafo digital se había apagado de repente, como ya se había cambiado la tarjeta madre, se sugirió que podría ser la UPS de este, se desarmó, se le dio mantenimiento, el cable estaba flojo del conector entonces se sugirió conectarse de los siguientes a estos.
Día 6	15/6/2024	Mantenimiento de motor de succión.	03:30	Lizzie Murillo Técnico	Se realizó un mantenimiento del motor, limpieza superficial, así como el lavado de filtros, verificando que no tuviera fugas y que funcionara de la mejor manera.

4.1.10 SEMANA 10

- Objetivo

Brindarle el mantenimiento suficiente al mamógrafo digital para mejorar su funcionamiento, asimismo al tomógrafo y equipo de rayos x incluyendo el acelerador lineal el cual necesita de calibración y cambio de tarjeta.

- Descripción: durante la última semana el enfoque fue mayormente en el mantenimiento del mamógrafo digital, el cual desde hace unas semanas se estaba a la espera del cambio de su tarjeta madre, suponiendo que esa sería su solución, pero al cambiarla, no lograba funcionar como debía, entonces se decidió intercambiar piezas del computador con otro que había para repuesto, pero al realizar pruebas, el problema persistía, entonces se creyó que podrían ser las conexiones y se decidió cambiar los conectores de entrada y hasta el momento el equipo no ha fallado. Con el acelerador lineal, en el monitor mostraba varios errores recientes que no dejaban realizar estudios, los cuales no aparecían un día antes, entonces según el manual, era una tarjeta que los causaba, esta se cambió, se configuraron datos y los errores ya no aparecían. Por último, se le dio mantenimiento al equipo de rayos x, donde se limpiaron filtros y paneles, asimismo se solucionó un problema el cual era que el equipo tardaba mucho en encender; el mantenimiento del tomógrafo digital se realizó con ayuda del phantom, fue desde la sala de control, es tardío, pero brinda resultados que no se notan a simple vista, donde prácticamente el equipo se calibra por sí mismo, poco a poco, realizando el su colocación y preparación correcta. Por último, se realizó revisión de los equipos en radiología en especial a los que se le dio mantenimiento durante la semana, como ser el mamógrafo digital, además de hacer las configuraciones usuales de los parámetros del acelerador lineal.

Semana 10					
Fecha		Descripción de actividad	Horas	Responsables	Observaciones/ Conclusiones
Día 1	17/6/2024	Cambio de tarjeta de almacenamiento en el computador del mamógrafo digital. Ver imagen 59 en Anexos.	01:30	Lizzie Murillo Ing. Umaña	El mamógrafo digital ha presentado problemas frecuentemente, no en si en el equipo, pero si el computador, lo que impide que se realicen estudios, por eso mismo se están descartando todas las posibilidades.
		Cambio de tarjeta en acelerador lineal. Ver imagen 60-62 en Anexos.	3		En la pantalla mostraba un error que no debía aparecer, entonces se mencionaba que se debía cambiar una tarjeta y se hizo, luego de esperar y configurar todo quedó como estaba.
Día 2	18/6/2024	Intercambio de componentes y pruebas con el computador del mamógrafo digital.	04:30	Lizzie Murillo Ing. Umaña	El computador amaneció apagado, se probó cambiar la fuente, pero encendía y se apagaba, entonces se sugirió cambiar los conectores de entrada, si la falla continuaba debe comprarse un nuevo computador.

		Ajustes en los parámetros en el acelerador lineal.	3		Mostraba una inconsistencia en sus valores, todo indicaba que era problema de configuración, no tenía que ver con la tarjeta cambiada anteriormente.
Día 3	19/6/2024	Mantenimiento de equipo de rayos x. Ver imagen 63-65 en Anexos.	4	Lizzie Murillo Ing. Umaña	Se realizó limpieza de todo el equipo como ser paneles, filtros y revisión de que todo funcionara bien mecánica y eléctricamente, ya que se informó que tardaba mucho al encender.
		Mantenimiento de tomógrafo. Ver imagen 66 en Anexos.	4		Se realizó principalmente calibraciones en el equipo con el phantom, el cual debe seguir un proceso para lograr que se complete.
Día 4	20/6/2024	Me ausenté debido a la ceremonia de graduación de mi hermano.	N/A	N/A	N/A
Día 5	21/6/2024	Mantenimiento del acelerador lineal.	2	Lizzie Murillo Ing. Umaña	Se realizó ajustes de parámetros rutinarios para la realización de estudios diarios, todo iba bien desde las últimas modificaciones.
		Revisión de equipos radiológicos.	2		

					Solamente se fue a revisar y consultar como el iba el funcionamiento de los equipos que se le dio mantenimiento durante la semana, en especial el mamógrafo, todo estaba bien.
Día 6	22/6/2024	Mis asesores me indicaron que no me presentara.	N/A	N/A	N/A

4.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Se muestra el cronograma de actividades de manera general, donde se muestran las actividades realizadas en cada semana, con el objetivo de mostrar un orden de lo que se realizó en el periodo de práctica.

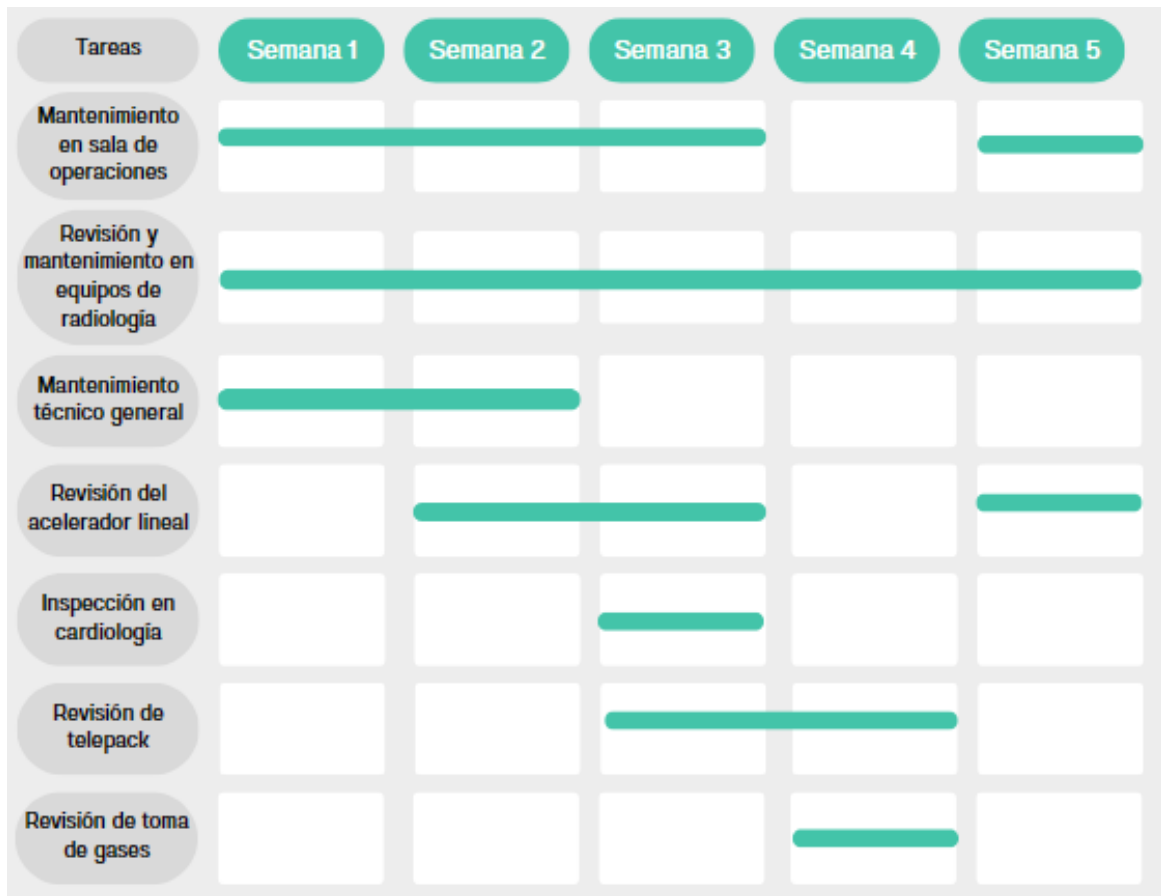


Ilustración 9. Cronograma de actividades pt. 1

Fuente: Elaboración propia.

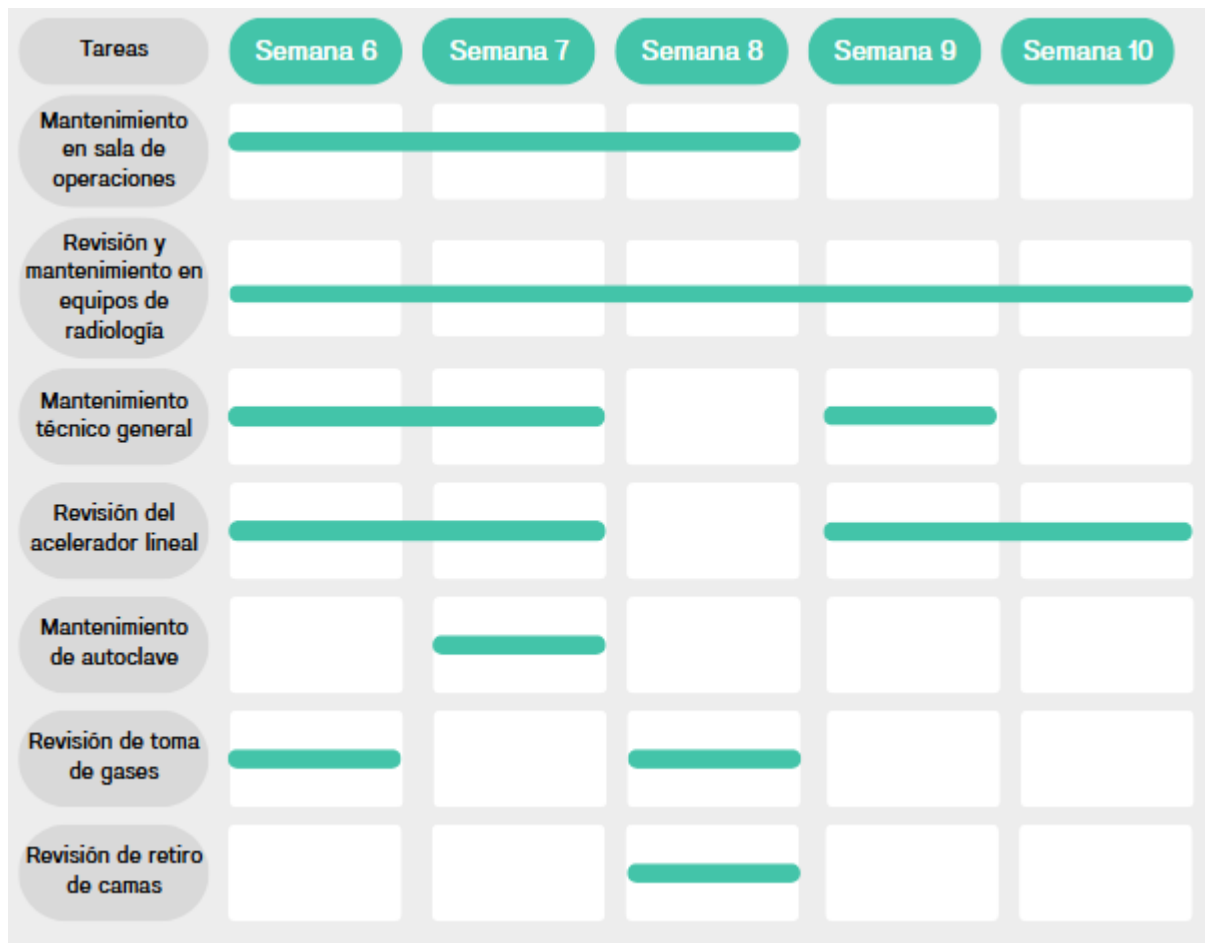


Ilustración 10. Cronograma de actividades pt.2

Fuente: Elaboración propia.

4.3 INDICADORES

Un indicador sirve para evaluar el desempeño que se tuvo durante la práctica profesional en las diez semanas establecidas, también los procesos que se llevaron a cabo para así poder identificar posibles mejoras o propuestas vienen siendo de gran ayuda ya que brinda información cuantificable pudiendo así llegar a una conclusión objetiva de las actividades llevadas a cabo, contribuyendo a una planificación y control más eficiente para el hospital y los usuarios(Ruiz, 2024).

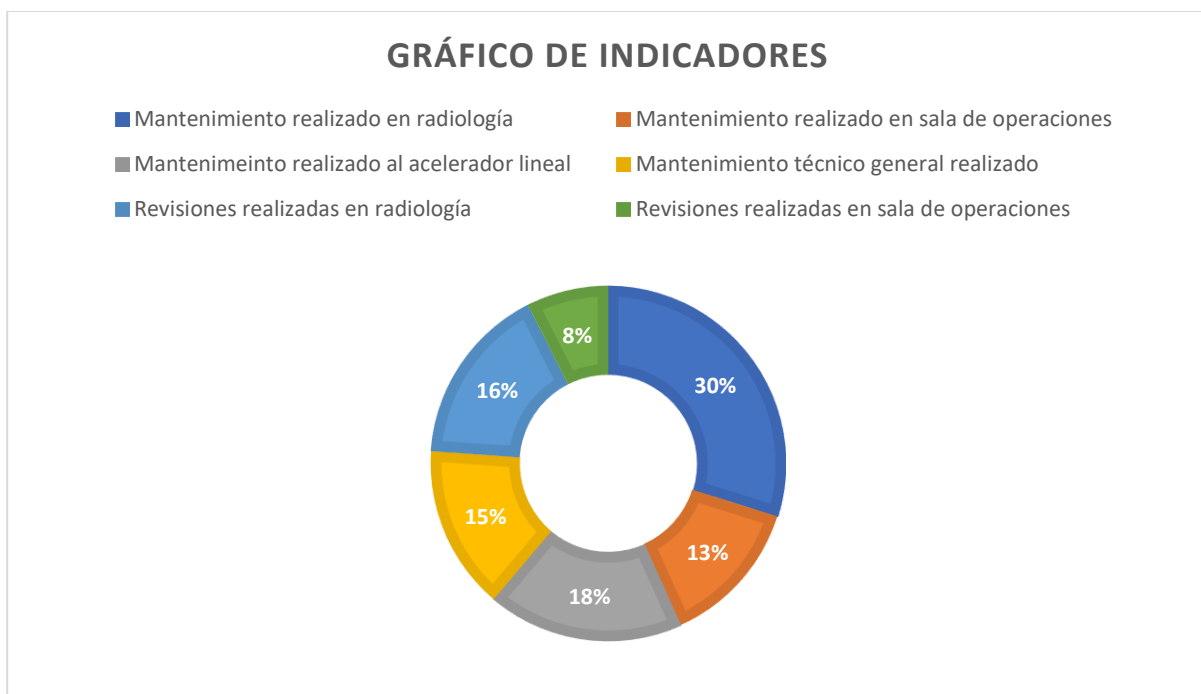


Ilustración 11. Gráfico de indicadores.

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico se muestran los indicadores donde se consideraron entre revisiones y mantenimientos de los equipos médicos según las áreas del hospital, ya que fue de las actividades mayormente realizadas, asimismo estos se cuantifican en general, no da referencia a un equipo médico específico. En mantenimiento y revisión de los equipos del área de radiología se incluye el tomógrafo, mamógrafo, ultrasonido y equipo de rayos x; en mantenimiento y revisión en sala de operaciones incluyen las camas quirúrgicas, lámparas cielíticas, autoclave, torniquete, monitor de signos vitales y demás y el mantenimiento técnico general hace referencia a elementos básicos a los que se le dio

solución como tornillos faltantes, modificación de base de equipo dañada y también el mantenimiento de motor de succión.

4.3.1 INDICADORES DE MANTENIMIENTO

Se tomaron en cuenta solamente los mantenimientos realizados donde se dividieron en los equipos específicos, los cuales la mayoría fueron completados, dejando el equipo funcionando de la manera debida para que pueda cumplir con el objetivo que es darle la mejor atención al paciente asimismo optimizar el proceso.

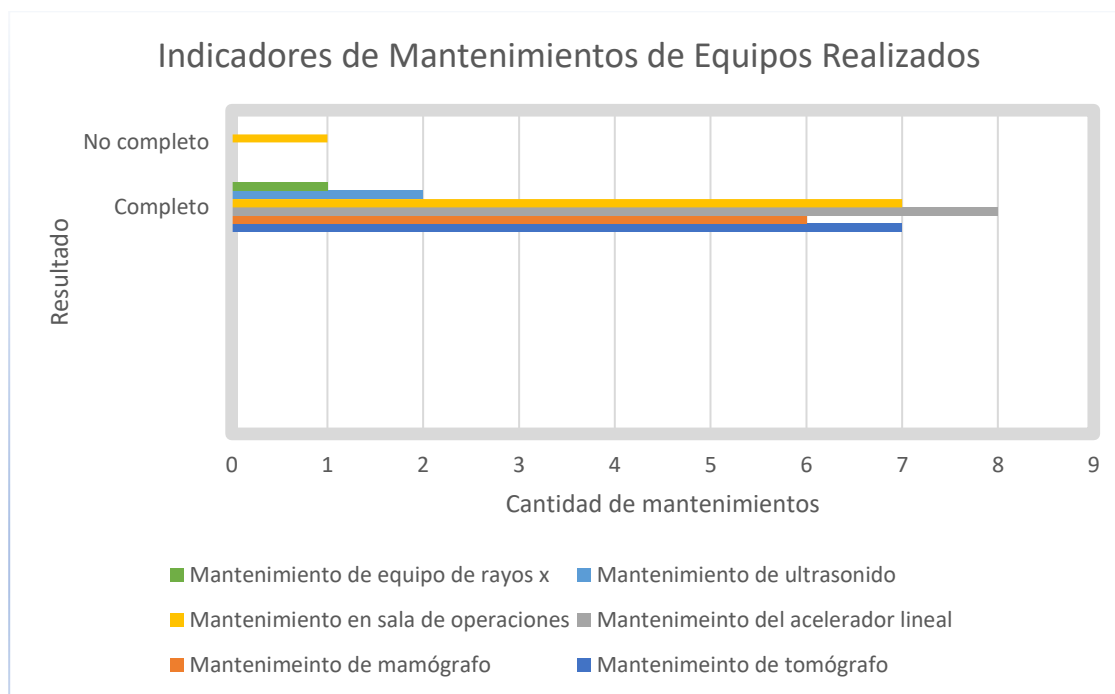


Ilustración 12. Indicadores de mantenimientos realizados.

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico se muestran los mantenimientos realizados en los distintos equipos médicos, se realizaron mayormente preventivos. A los ultrasonidos se les daba mantenimiento principalmente a los filtros y se revisaban detalles externos al equipo como ser la temperatura de la habitación ya que este se apagaba repentinamente, se debían considerar varios factores e irlos descartando para llegar a una conclusión. El mantenimiento del acelerador lineal debía ser más cuidadoso ya que es un equipo con

mucha precisión, se realizaron pruebas de calidad para verificar que sus parámetros estuvieron en los bases o cerca de estos, se calibró para poder seguir teniendo la mayor precisión en sus estudios además de que es un equipo que funciona con agua, se verificó que su flujo fuera el correcto y si no se buscaba la pieza clave para que todo funcionara como debía. Los mantenimientos del tomógrafo fueron leves ya que se solucionaban desde la sala de control, se daba mucho que el personal realizaba estudios sin haber calentado el tubo, lo que impedía que se completaran lo demás estudios a realizar y debía de esperar que el proceso de calentamiento terminara, pudiendo así seguir con los pacientes. Los mantenimientos en sala de operaciones eran variados, como ser con el soporte de las lámparas cielíticas y verificación de funcionamiento de luz, también con las camas quirúrgicas con el funcionamiento de sus controles, así como con la realización de todos sus movimientos, se dio con la revisión de la ups ya que informaron el arco en c se apagó abruptamente durante un procedimiento el cual no se completó ya que los cirujanos lo estaban en un procedimiento y luego no se volvió a informar, con el monitor de signos vitales se dio inconveniente con las configuraciones pero se creía que el problema era mayor y con los torniquetes fue que no mantenía constante su presión, por ende mostraba una alarma, este se desarmó, verificando ajustes y conexiones. El mantenimiento del mamógrafo principalmente era por falta de acción del personal, ya que es un equipo con tiempo en el hospital, al haber bajas o apagones de energía, casi se apagaba abruptamente, ya que su ups duraba poco tiempo, no como debería, el personal debía apagarlo durante ese poco tiempo, entonces al querer usarlo de nuevo, este no lo permitía, había que reiniciarlo, revisar el ups y generador, asimismo que el programa no presentara inconvenientes, llegó a dejar de funcionar, se tuvieron que cambiar piezas, tarjeta madre y mantenimiento del UPS del computador para lograr que volviera a su correcto funcionamiento. El mantenimiento del equipo de rayos x se dio solamente una vez, se limpiaron los filtros y paneles eléctricos y se mejoró en cuanto a su encendido, ya que el personal informó que este se tardaba de entre 25-30min en encender, cuando no debería, y quedó con encendido casi inmediato.

4.3.2 INDICADORES SECUNDARIOS

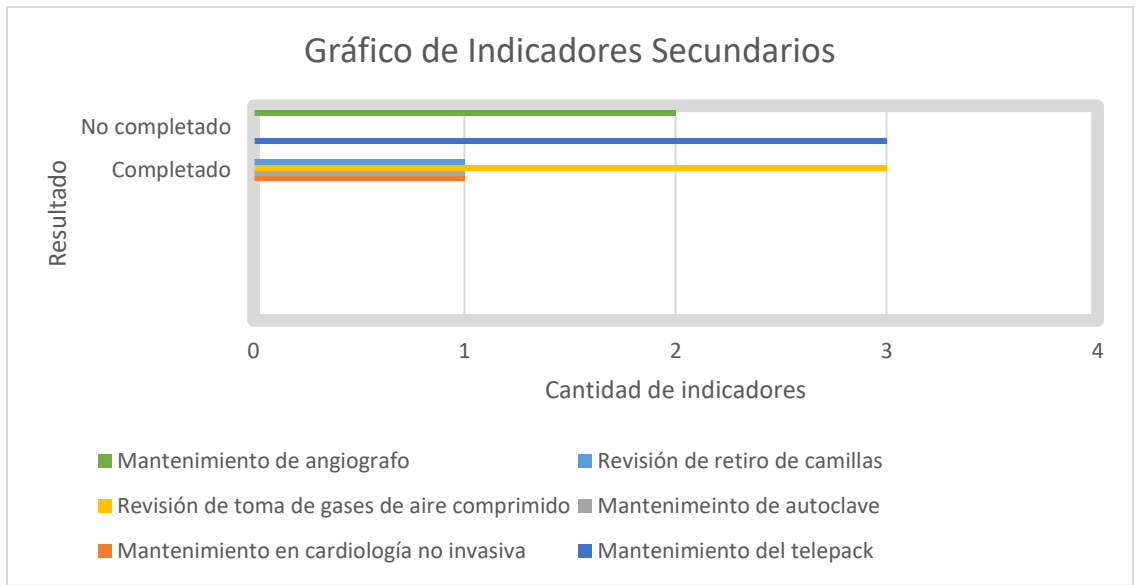


Ilustración 13. Gráfico de indicadores secundarios.

Fuente: Elaboración propia.

Los indicadores secundarios se consideraron como las responsabilidades que se daban con poca frecuencia o los que solamente se dieron una vez durante el período de práctica profesional, se evalúa de igual manera, si esta se había completado o no.

El mantenimiento del telepack usado en urología, el cual no se completó debido al tiempo del especialista; el mantenimiento en cardiología no invasiva, se mejoró el funcionamiento del programa utilizado, ya que este presentaba inconvenientes al registrar un estudio, también el mantenimiento del autoclave, a pesar de que es un equipo con buen tiempo en uso, no había presentado fallas, sin embargo si se dieron, principalmente en una etapa de su ciclo de esterilización, este no se realizaba como debía, entonces se tuvo que hacer una exhaustiva revisión; la revisión de retiro de camas se dio debido a que sus repuestos estaban obsoletos o ya no tenían reparación, se guardaron las piezas que probablemente servirían para usarlos como repuesto. En la revisión de toma de gases de aire comprimido solamente se revisaba que tanto los usados como los de reserva estuvieran llenos, hubo una semana que se solicitó de emergencia ya que un paciente lo necesitaba, se informó tarde por parte del personal, desde esa vez se fue revisando más seguido para evitar inconvenientes. En cuanto al mantenimiento del angiografo solo se dio dos veces, inicialmente se cambió la pieza del chiller ya que eso indicaba pero al cambiarla

resultó ser un fallo eléctrico, específicamente en el break del chiller, luego se informó que salía un líquido del equipo, se supuso que era una fuga, pero resultó ser condensación por el choque de temperaturas, se consideró incompleto porque para el break se llamó a un electricista y con la condensación, dependía del uso del equipo, solamente se dieron sugerencias de temperatura.

V. CONCLUSIONES

1. Se logró apoyar de la mejor manera al mantenimiento y optimización de los equipos médicos del Hospital Bendaña durante un periodo de diez semanas mediante apoyo técnico asimismo calibraciones y revisiones junto a la aplicación de conocimientos de ingeniería biomédica, para así mejorar la calidad y atención a los usuarios.
2. Se diagnosticaron problemas técnicos de equipos médicos los cuales fueron de resueltos o definidos como obsoletos, para minimizar el tiempo de inactividad en los mismos y a su vez tratando que los servicios fuesen los más óptimos, mejorando así la eficiencia además de la atención a los usuarios.
3. Se colaboró de la mejor manera con el personal médico del hospital a la hora de que se presentara un inconveniente con el equipo médico utilizado, asimismo se dio seguimiento a las necesidades presentadas para que su funcionamiento fuera eficaz y no afectara la atención a los usuarios.
4. Con los equipos obsoletos, se evaluó su viabilidad para poder identificar si están óptimos para su reparación y posterior utilización, o simplemente reemplazarlos, logrando contar con tecnología moderna brindando una mayor seguridad y mejor atención médica a los usuarios.

VI. RECOMENDACIONES

6.1 RECOMENDACIONES PARA HOSPITAL BENDAÑA

- Asignar un departamento de biomédica específico para poder mejorar la calidad del cuidado de los usuarios, para optimizar recursos, reducir costos y garantizar el cumplimiento de las normativas, convirtiéndose en un pilar esencial para la gestión hospitalaria. Asimismo, esto hace que haya un orden entre las áreas haciendo que sean más efectivas sus actividades.
- Realizar un mantenimiento actualizado, con los equipos médicos en funcionamiento y sus complementos, asimismo con los que están almacenados para posible repuesto para poder tener un orden de los equipos que actualmente hay en el hospital y de los que no, haciendo que la gestión de compra sea más eficaz y se puedan tomar las decisiones óptimas.

6.2 RECOMENDACIONES PARA UNITEC

- Se recomienda hacer más amplia la gama de equipos a incluir en las clases, no solamente de los generales, estaría bien incluir equipos de ciertas áreas específicas, que serían de gran ayuda y provecho para los estudiantes. Generando así más interés en ellos, ya que algunos no son comunes, haciendo que posiblemente encuentren su objetivo en la carrera.
- Se sugiere añadir más talleres técnicos, donde pueden observar y tocar los equipos, para una experiencia realista y no solamente por medio de imágenes, aprovechando que ya se dispone de equipos en físico, los estudiantes tendrían una mejor noción de su funcionamiento y más confianza a interactuar con ellos.
- Se recomienda realizar actividades enfocadas a la carrera, involucrando sus amplias ramas, como ser gestión, implementación de equipos médico, mantenimiento de estos, junto a talleres técnicos, sería de gran ayuda y provecho ya que es parte fundamental para poder comprender de la mejor manera el funcionamiento de los equipos médicos.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Balanta, J. F. M. (2022). DISEÑO DE UN MODELO ORGANIZACIONAL DEL DEPARTAMENTO DE GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA BIOMÉDICA EN EL HOSPITAL UNIVERSITARIO DEL VALLE.

Ballesteros, J. (2024a, abril 14). Centrífugas de laboratorio: Todo lo que necesitas saber. ColorMag Business Magazine. <https://congresobiomedicina.es/articulos-informativos/centrifugas-de-laboratorio-todo-lo-que-necesitas-saber/>

Ballesteros, J. (2024b, mayo 2). Mantenimiento correctivo de equipos médicos: Todo lo que necesitas saber. ColorMag Business Magazine. <https://congresobiomedicina.es/servicios/mantenimiento-correctivo-equipos-medicos/>

Centros de maternidad y servicios de maternidad hospitalarios (para Padres). (s. f.). Recuperado 2 de mayo de 2024, de <https://kidshealth.org/es/parents/birth-centers-hospitals.html>

Certificación ISO 13485—Gestión de productos sanitarios | NQA. (s. f.). Recuperado 2 de mayo de 2024, de <https://www.nqa.com/es-mx/certification/standards/iso-13485>

¿Cómo es una sala de operaciones? Zonas, equipos y más. (2023, julio 18). Canal Biosanitario. <https://www.inesem.es/revistadigital/biosanitario/como-es-una-sala-de-operaciones/>

Cómo realizar un mantenimiento preventivo a tus equipos biomédicos. (s. f.). Recuperado 1 de mayo de 2024, de <https://www.fractal.com/es/blog/mantenimiento-equipos-biomedicos>

Desfibriladores—¿Qué son los desfibriladores? | NHLBI, NIH. (s. f.). Recuperado 30 de mayo de 2024, de <https://internet-prod.nhlbi.nih.gov/es/salud/desfibriladores>

Developer. (2019, diciembre 2). What Is Diagnostic Imaging? Health Images. <https://www.healthimages.com/what-is-diagnostic-imaging/>

Digital Guide to the Operating Room · Incision. (2022, abril 26). Incision. <https://www.incision.care/blog/operating-room>

Dirección del hospital bendaña. (s. f.). Bing. Recuperado 2 de mayo de 2024, de <https://www.bing.com/search?q=direccion+del+hospital+bendaña&qsn=&form=QBRE&sp=->

1&ghc=1&lq=0&pq=direccion+del+hospital+bendaña&sc=3-
30&sk=&cvid=0D21D0E497214FF9A909A5EB00E4A90E&ghsh=0&ghacc=0&ghpl=

eia.edu.co. (2023, julio 12). ¿Qué es la Ingeniería Biomédica? Descubre todo lo que necesitas saber. EIA. <https://www.eia.edu.co/que-es-la-ingenieria-biomedica-descubre-todo-lo-que-necesitas-saber/>

Electroencefalografía (EEG)—Mayo Clinic. (s. f.). Recuperado 30 de mayo de 2024, de <https://www.mayoclinic.org/es/tests-procedures/eeg/about/pac-20393875>

Emergency Department—What is It & Its Role? (s. f.). Recuperado 2 de mayo de 2024, de <https://www.maxhealthcare.in/blogs/understanding-role-of-emergency-department>

HospitalBendaña. (s. f.). hospitalbendana. Recuperado 30 de abril de 2024, de <https://www.hospitalbendana.com/nosotros>

Investigación, R. S. (2023, septiembre 25). Funcionamiento de la unidad de cuidados intensivos en un hospital del sistema nacional de salud. ▷ RSI - Revista Sanitaria de Investigación. <https://revistasanitariadeinvestigacion.com/funcionamiento-de-la-unidad-de-cuidados-intensivos-en-un-hospital-del-sistema-nacional-de-salud/>

ISO 9001 ¿Qué es la norma ISO 9001 Gestión de Calidad? (s. f.). Recuperado 2 de mayo de 2024, de <https://www.bsigroup.com/es-ES/Gestion-de-Calidad-ISO-9001/>

ISO 14971:2019 Conformity For Medical Device. (2022, octubre 14). SafetyCulture. <https://safetyculture.com/topics/iso-14971/>

Laboratuvar. (s. f.). Equipo eléctrico médico IEC 60601-1: Requisitos generales de seguridad. Recuperado 2 de mayo de 2024, de <https://www.laboratuvar.com/es/>

Mancuzo, G. (2020, septiembre 15). Protocolo de Mantenimiento de Equipos Médicos. Blog - ComparaSoftware. <https://blog.comparasoftware.com/mantenimiento-de-equipos-medicos/>

NFPA 99 Código de Instalaciones de Atención Médica—Infoteknico. (2020, octubre 27). <https://www.infoteknico.com/nfpa-99/>

Popescu, R. A., Schäfer, R., Califano, R., Eckert, R., Coleman, R., Douillard, J.-Y., Cervantes, A., Casali, P. G., Sessa, C., Cutsem, E. V., Vries, E. de, Pavlidis, N., Fumasoli, K., Wörmann, B., Samonigg, H., Cascinu, S., Hernández, J. J. C., Howard, A. J., Ciardiello, F., ... Piccart, M. (2014). The current and future role of the medical oncologist in the professional care for cancer patients: A position paper by the European Society for Medical Oncology (ESMO). *Annals of Oncology*, 25(1), 9-15. <https://doi.org/10.1093/annonc/mdt522>

¿Qué es el código NFPA 99? | Grupo ORS. (2021, abril 29). <https://grupoors.com.mx/2021/04/29/que-es-el-codigo-nfpa-99/>

¿Qué es un tubo endotraqueal? (s. f.). Recuperado 30 de mayo de 2024, de <https://medsalud.org/que-es-un-tubo-endotraqueal/>

Radiology (ACR), R. S. of N. A. (RSNA) and A. C. of. (s. f.). Acelerador lineal. *Radiologyinfo.Org*. Recuperado 30 de mayo de 2024, de <https://www.radiologyinfo.org/es/info/linac>

Ruiz, E. (2024, marzo 6). Indicadores: Su importancia y cómo utilizarlos para medir el éxito. *Liderazgo Empresarial*. <https://liderazgoempresarial.info/que-es-y-para-que-sirven-los-indicadores/>

The Clinical Laboratory in a Hospital Setting. (s. f.). Recuperado 2 de mayo de 2024, de <https://www.fortis.edu/blog/healthcare/the-clinical-laboratory-in-a-hospital-setting.html>

Torrejon, B. (2020, octubre 9). El papel del Departamento de Ingeniería Biomédica en Instituciones de salud. <https://www.cesalud.com/blog/121-el-papel-del-departamento-de-ingenieria-biomedica-en-instituciones-de-salud.html>

World Health Organization. (2012). Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos. *Medical equipment maintenance programme overview*, 90.

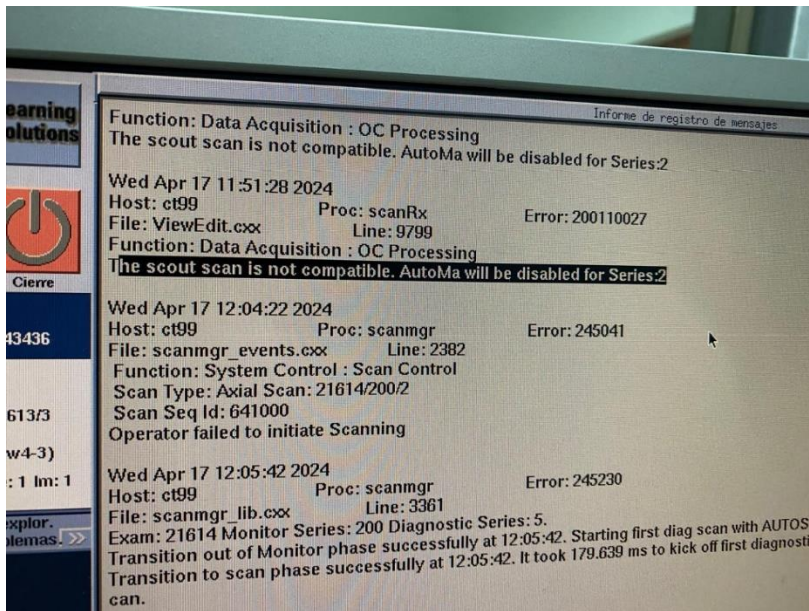
VIII. ANEXOS



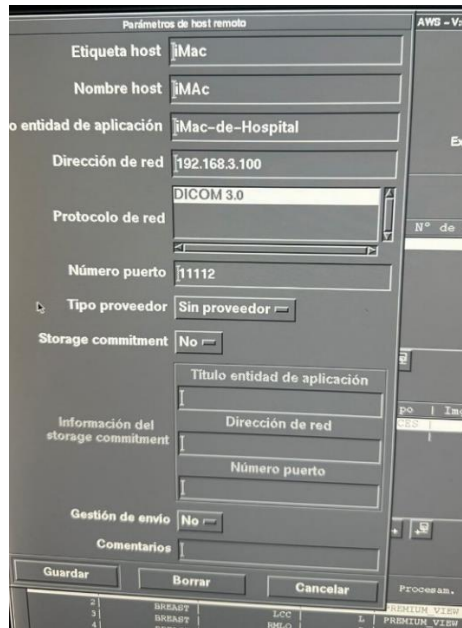
Anexo 1. Mantenimiento de las lámparas celiáticas en sala de operaciones.



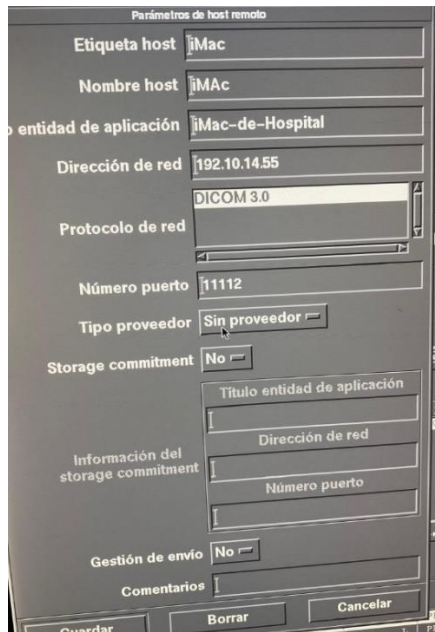
Anexo 2. Revisión del tomógrafo.



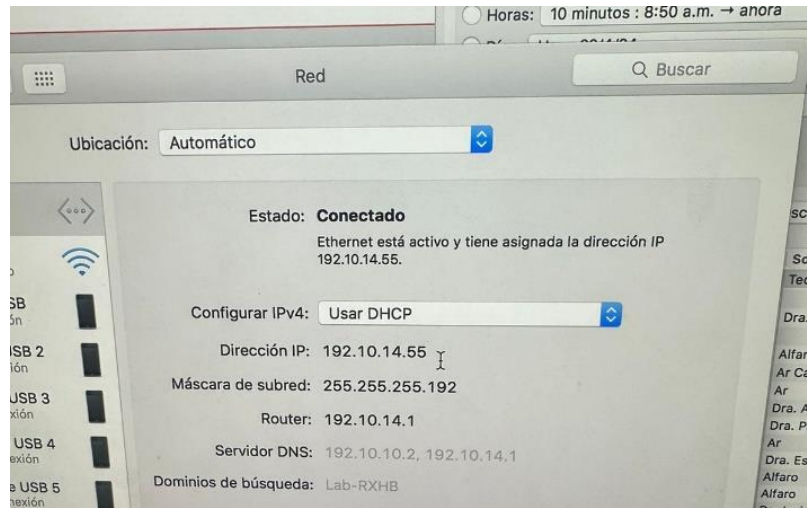
Anexo 3. Falla presentada en el tomógrafo.



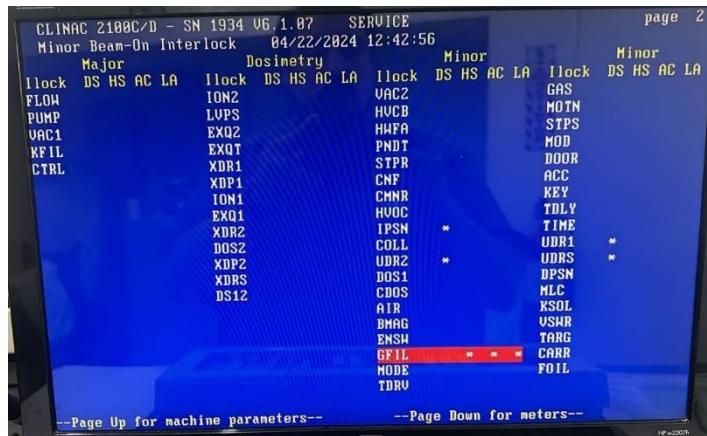
Anexo 4. Restablecimiento de la red del mamógrafo digital a la computadora receptora.



Anexo 5. Restablecimiento de la red del mamógrafo digital a la computadora receptora.



Anexo 6. Restablecimiento de la red del mamógrafo digital a la computadora receptora.



Anexo 7. Revisión de ajustes del acelerador lineal.



Anexo 8. Cambio del valor del filamento del acelerador lineal.



Anexo 9. Error de configuración en monitor de signos vitales.



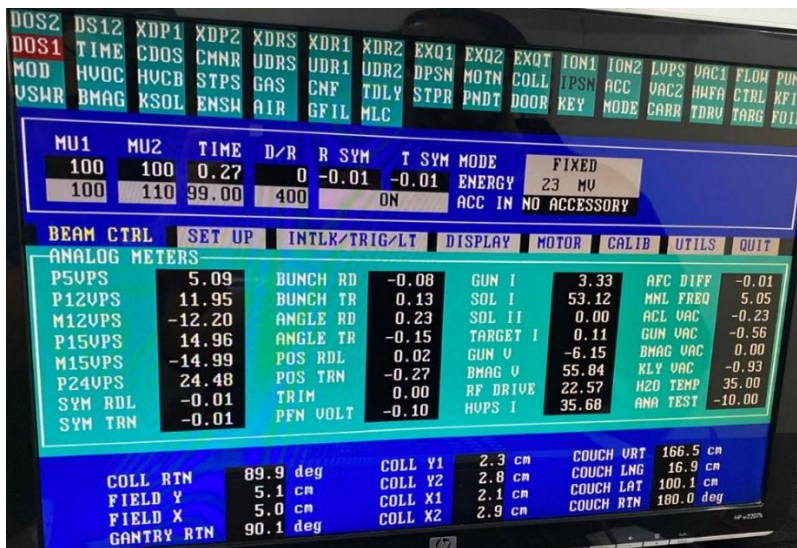
Anexo 10. Falta de demostración de señales en monitor de signo vitales.



Anexo 11. Modificación de configuración en monitor de signos vitales.



Anexo 12. Resolución de error de configuración en monitor de signos vitales.



Anexo 13. Ajustes sin modificar del acelerador lineal desde últimos estudios realizados.



Anexo 14. Ajustes corregidos del acelerador lineal listo para usar.



Anexo 15. Reparación de control de cama quirúrgica de sala de operaciones.



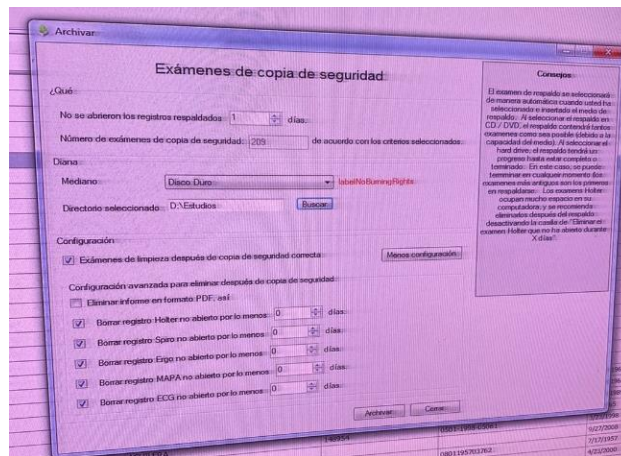
Anexo 16. Filtro causante de falla de apagado repentino en ultrasonido.



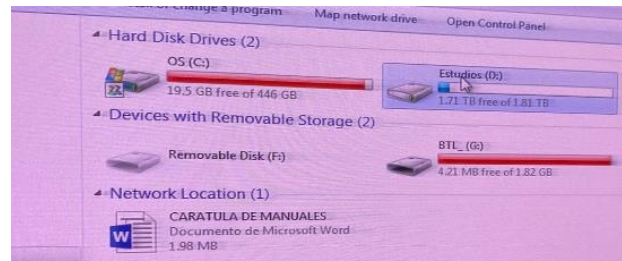
Anexo 17. Limpieza de filtros por problema presentado en ultrasonido.



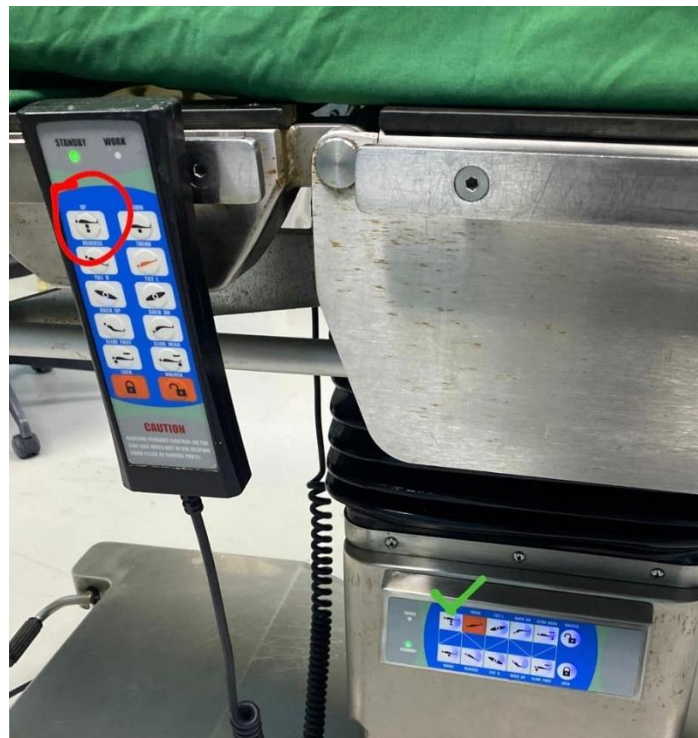
Anexo 18. Cambio de tornillo en bucky.



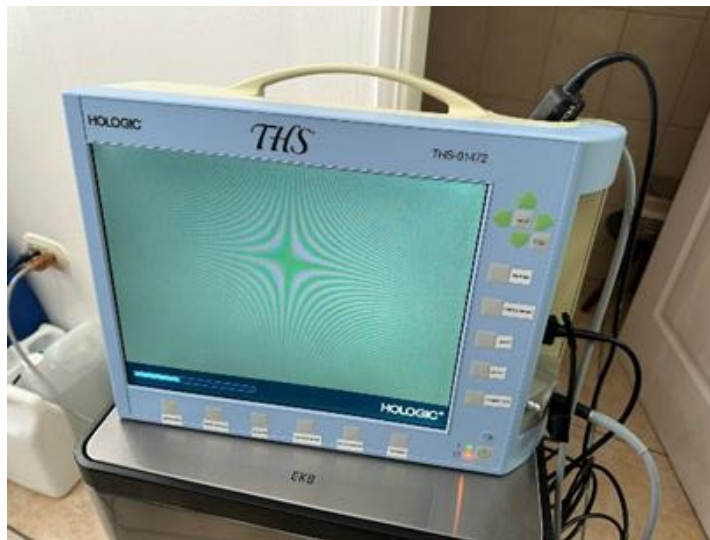
Anexo 19. Realización de copia de seguridad de estudios para mejorar el rendimiento del programa en cardiología.



Anexo 20. Estado del disco duro después de intervenir.



Anexo 21. Identificación de botones de control de cama quirúrgica que impiden un correcto funcionamiento de este.



Anexo 22. Inspección de telepack que no inicia completamente.



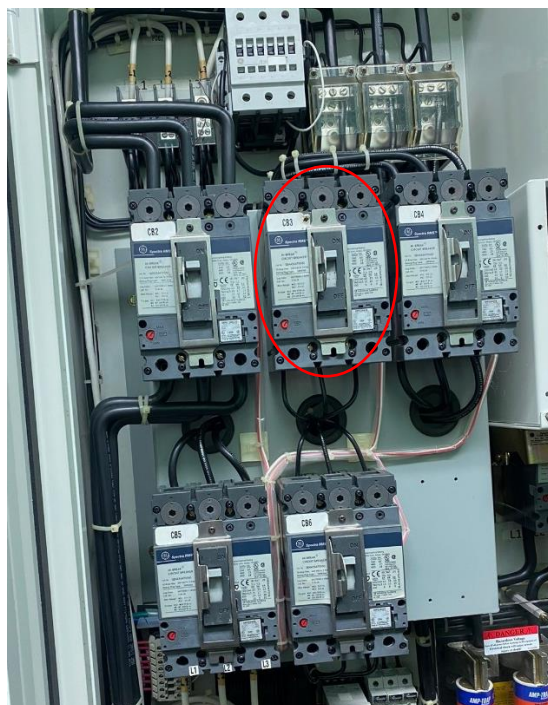
Anexo 23. Prueba con phantom en mamógrafo digital.



Anexo 24. Revisión de ups en mamógrafo digital.



Anexo 25. Revisión de ups en mamógrafo digital.



Anexo 26. Break defectuoso en el panel de control del angiografo.



Anexo 27. Pieza cambiada del chiller del angiografo.



Anexo 28. Revisión de torniquete de sala de operaciones.



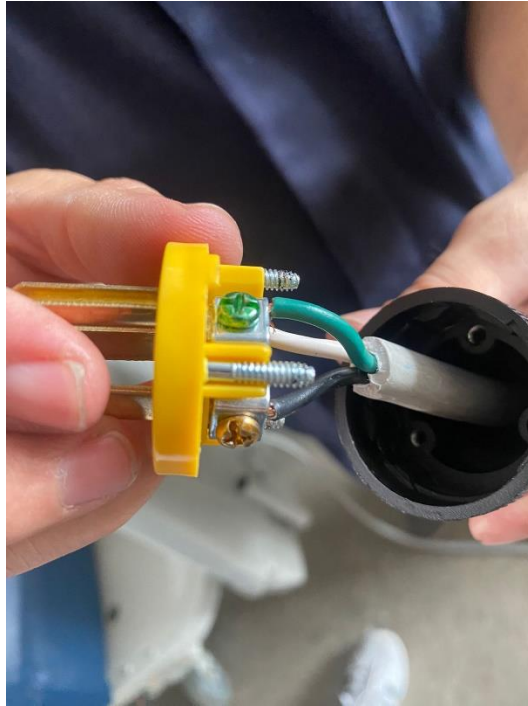
Anexo 29. Revisión de torniquete de sala de operaciones.



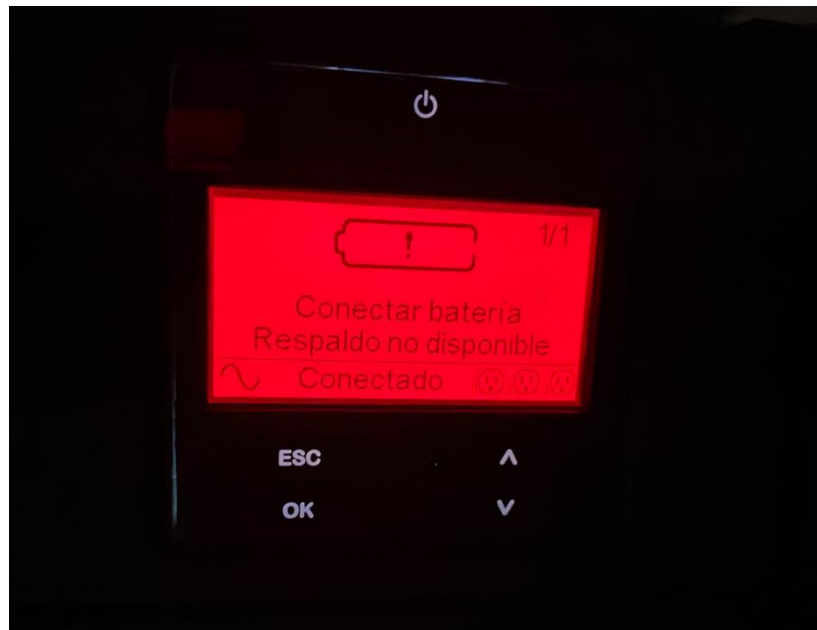
Anexo 30. Mantenimiento de camilla.



Anexo 31. Mantenimiento de camilla.



Anexo 32. Cambio de conector de cable de camilla.



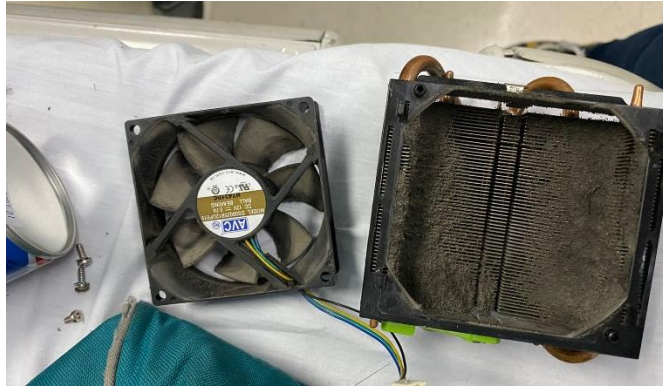
Anexo 33. Error mostrado en ups en sala de operaciones.



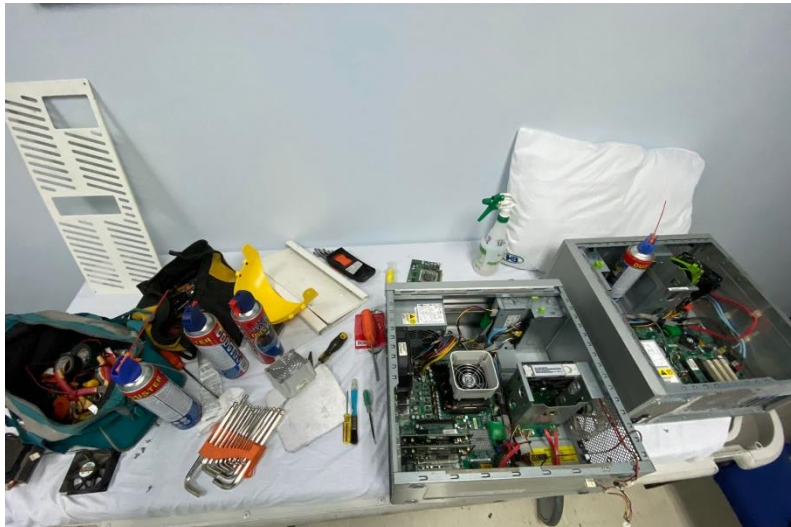
Anexo 34. Mantenimiento de la ventiladora del computador del mamógrafo digital.



Anexo 35. Mantenimiento interno de cpu del computador de mamógrafo digital.



Anexo 36. Limpieza y extracción de piezas del cpu del mamógrafo digital.



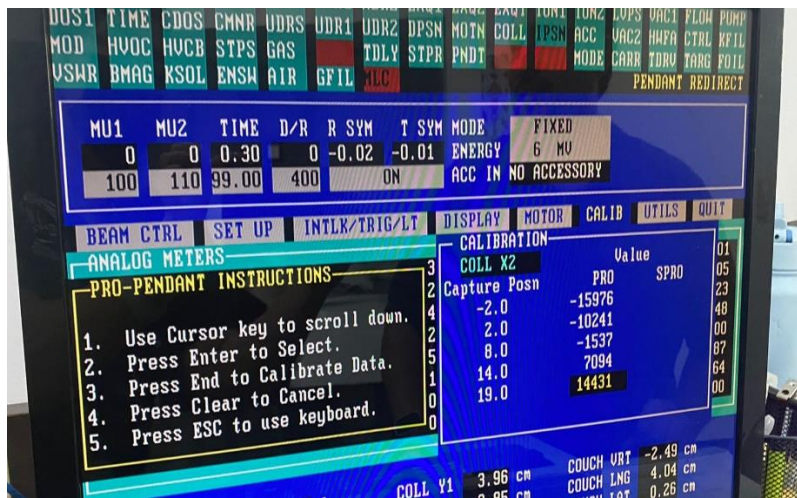
Anexo 37. Cambio de piezas del cpu de mamógrafo digital.



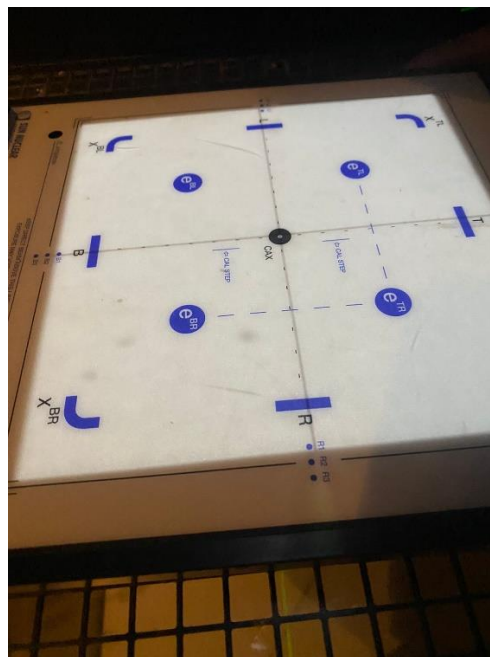
Anexo 38. Prueba de calidad con papel milimetrado en el acelerador lineal.



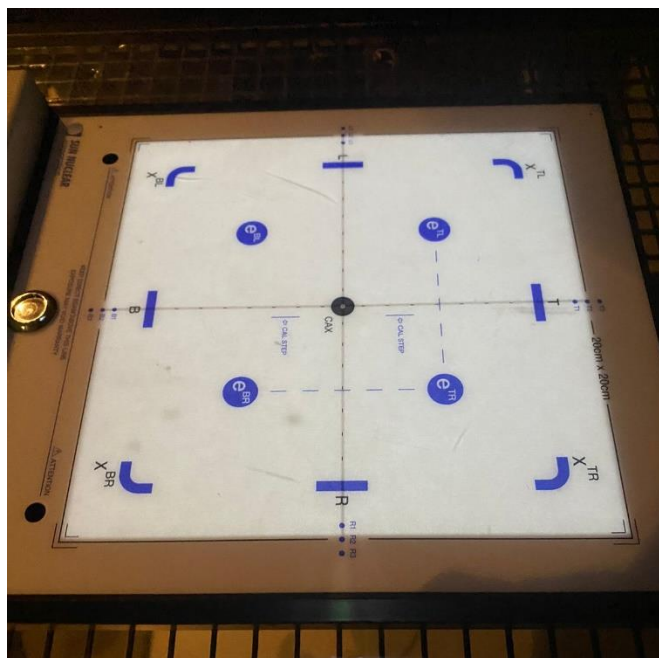
Anexo 39. Resultados antes de la prueba de calidad del colimador X2 del acelerador lineal.



Anexo 40. Resultados después de la prueba de calidad del colimador X2 del acelerador lineal.



Anexo 41. Verificación de la prueba de calidad, correctamente alineado en el acelerador lineal.



Anexo 42. Verificación de la prueba de calidad, correctamente alineado en el acelerador lineal.

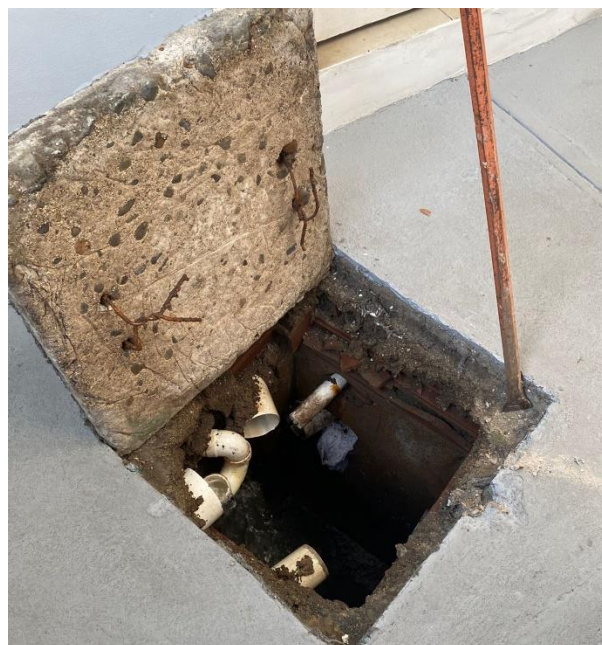
wedge none
Rate 400 mu/Min Dose 100
Gantry Angle Collimator Angle

		Results				Results	
	Results	Baseline (Relative)	Diff	Warn	Fail	Results	
● Dose	97.23 cGy	100.00 cGy	-2.77 %	3.00	5.00 %	Temperature	23.2 C
■ AxSym	1.41 %	1.53 %	-0.11 %	3.00	5.00 %	Pressure	100.5 kPa
■ TrSym	3.66 %	2.65 %	1.01 %	3.00	5.00 %	Measurement Notes	
◆ QAFlat	2.33 +%	2.00 +%	0.33 %	3.00	5.00 %		
⚡ e-Energy	n/a	n/a	n/a %	3.00	5.00 %		
⚡ X-Energy	-1.79 %	0.00 %	-1.79 %	3.00	5.00 %		
⚡ XSize	20.23 cm	20.14 cm	0.09 cm	0.30	0.50 cm		
⚡ XShft	-0.19 cm	-0.13 cm	-0.06 cm	0.30	0.50 cm		
⚡ YSize	20.37 cm	20.21 cm	0.16 cm	0.30	0.50 cm		
⚡ YShft	-0.13 cm	-0.12 cm	-0.01 cm	0.30	0.50 cm		

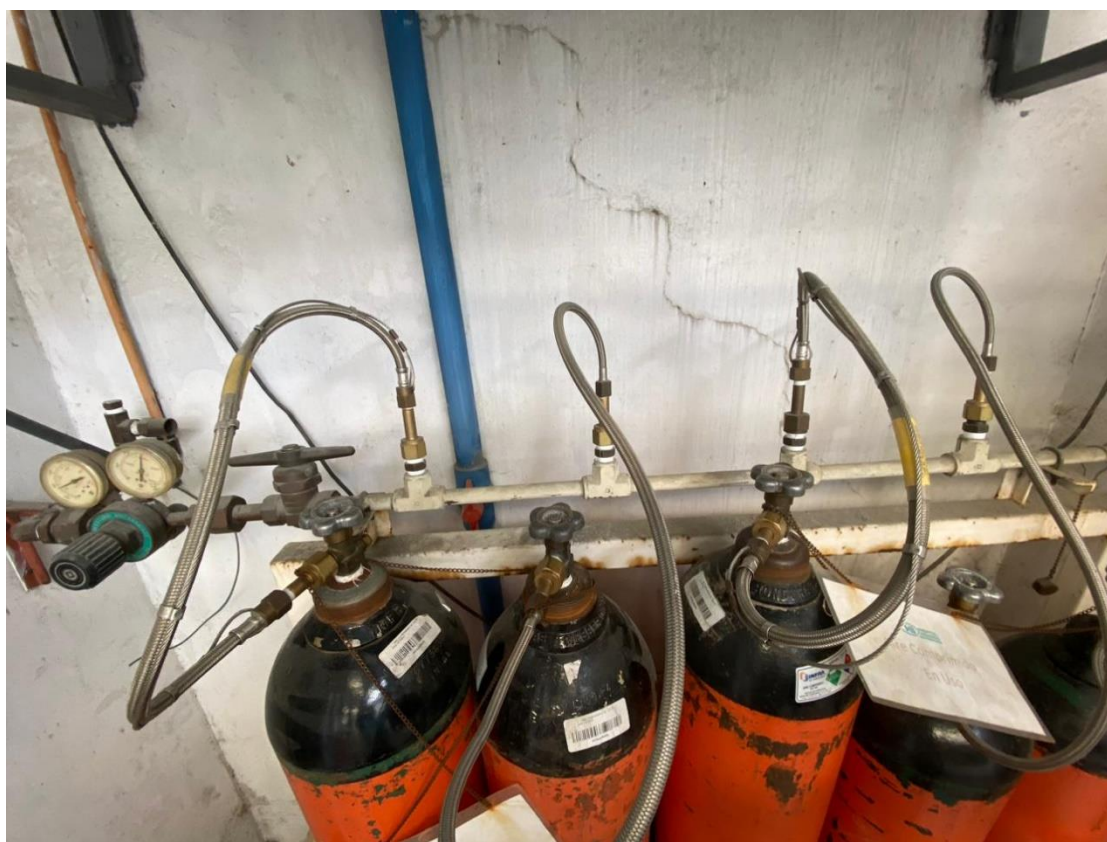
Record PASS
Do
Print
Cancel
Template Dose Corrector

99.72
23.2C 100.5kPa

Anexo 43. Ajuste base aceptables al realizar la prueba de calidad del acelerador lineal.



Anexo 44. Revisión del flujo del agua al cambiar el actuador hidroeléctrico en acelerador lineal.



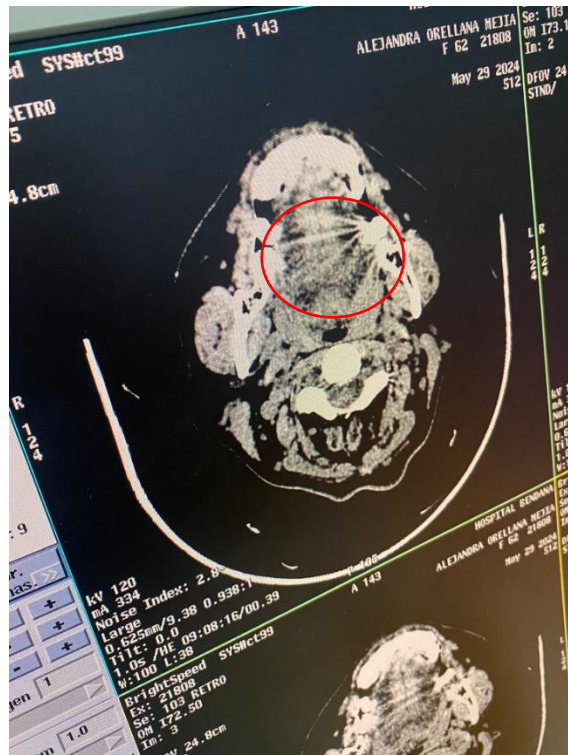
Anexo 45. Toma de gases de aire comprimido.



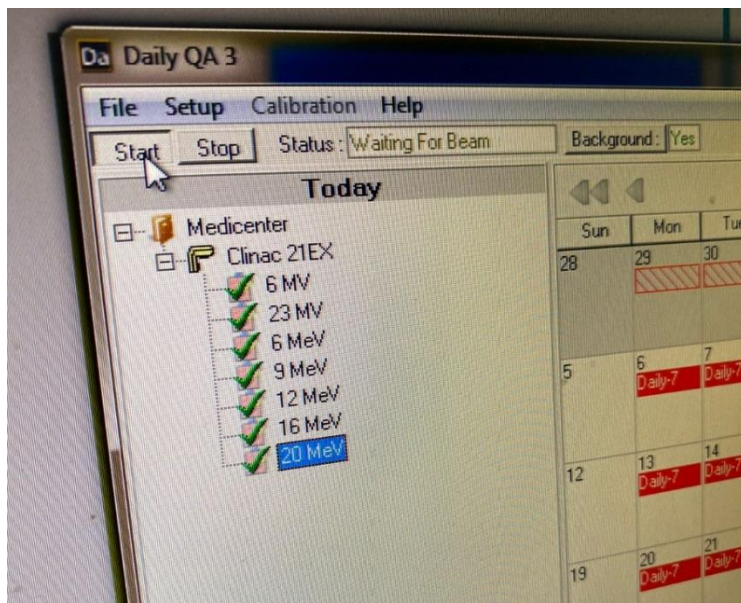
Anexo 46. Revisión de autoclave.



Anexo 47. Revisión de autoclave.



Anexo 48. Artefacto visto en estudio realizado en tomógrafo.



Anexo 49. Calibraciones realizadas en los diferentes valores de voltaje MV y MeV del acelerador lineal.



Anexo 50. Elementos internos de la máquina de terapia de co2.



Anexo 51. Motor de succión al que se le dio mantenimiento.



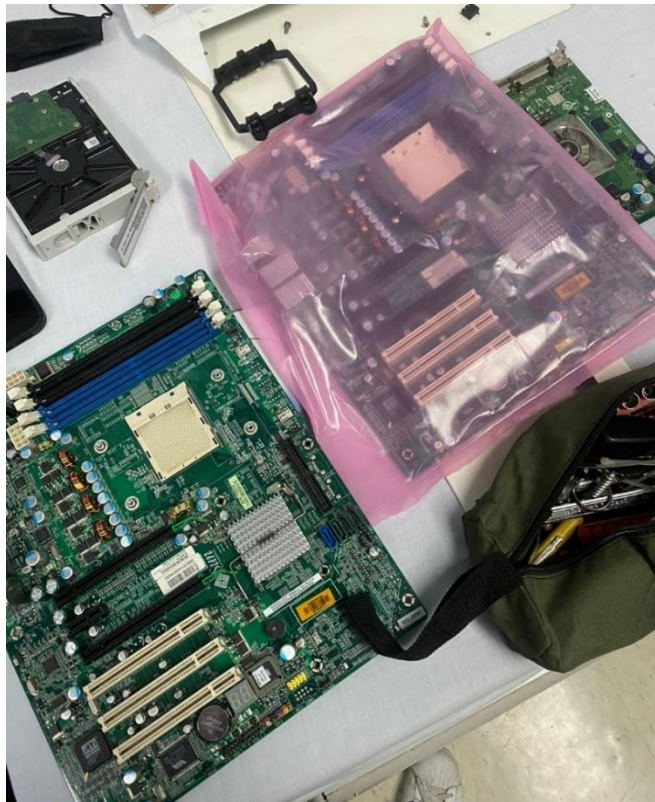
Anexo 52. Visita de estudiantes de UNITEC durante la actividad de Biomed Homecoming.



Anexo 53. Visita de estudiantes de UNITEC durante la actividad de Biomed Homecoming.



Anexo 54. Visita de estudiantes de UNITEC durante la actividad de Biomed Homecoming.



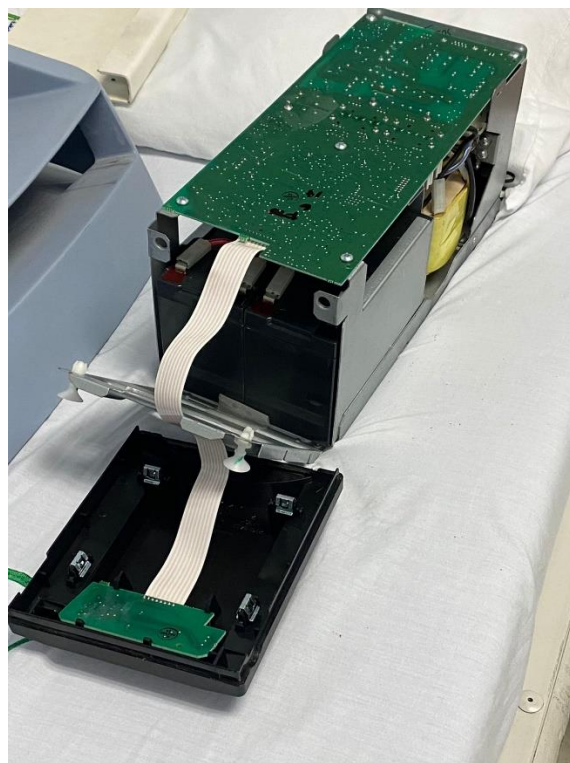
Anexo 55. Cambio de pieza del mamógrafo digital (Tarjeta madre).



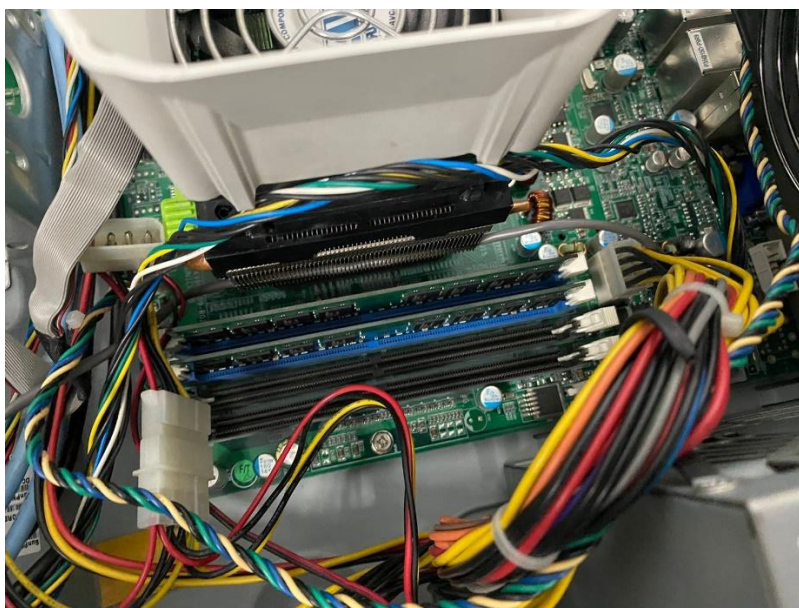
Anexo 56. Inconveniente presentado en angiografo.



Anexo 57. Condensación presentada en angiografo.



Anexo 58. UPS del computador del mamógrafo digital.



Anexo 59. Tarjetas de almacenamiento en mamógrafo digital.



Anexo 60. Cambio de tarjeta en acelerador lineal.



Anexo 61. Tarjeta cambiada en acelerador lineal.



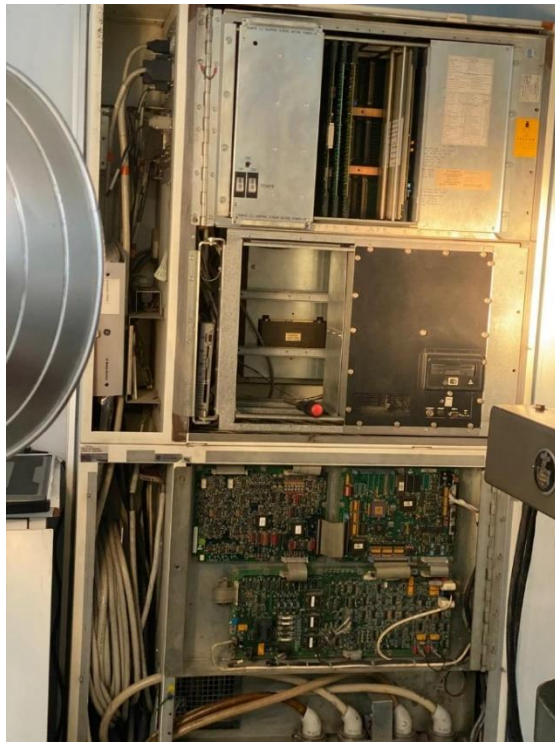
Anexo 62. Error mostrado en computadora del acelerador lineal (Active Interlocks).



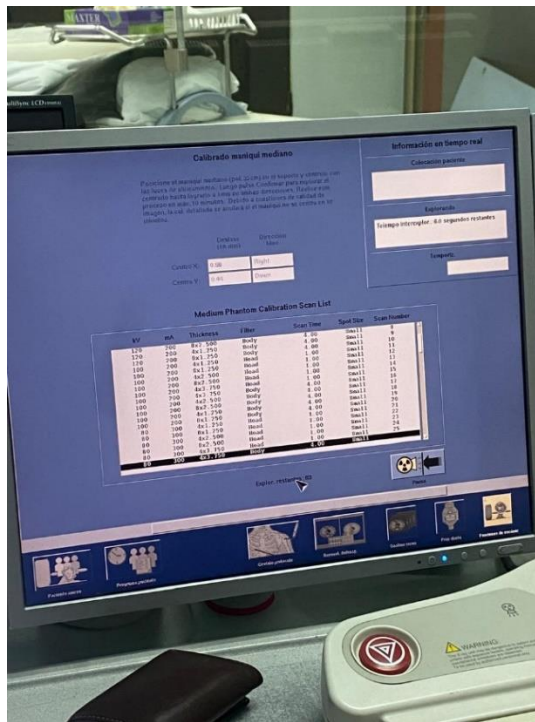
Anexo 63. Mantenimiento equipos de rayos x (filtro).



Anexo 64. Mantenimiento de equipo de rayos x.



Anexo 65. Mantenimiento de equipo de rayos x (paneles).



Anexo 66. Mantenimiento de tomógrafo (calibración).