



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PRÁCTICA PROFESIONAL

HOSPITAL CEMESA

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO:

INGENIERO EN BIOMÉDICA

PRESENTADO POR:

21841111 GRECIA FERNANDA CASCO NORIEGA

ASESOR: ING. ALEJANDRO ZAVALA

CAMPUS SAN PEDRO SULA; MARZO, 2023

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Dios por permitirme completar exitosamente mi práctica profesional. Su guía y protección han sido fundamentales durante este período de aprendizaje y crecimiento personal. También deseo agradecer profundamente a mi mamá, cuyo amor incondicional, apoyo constante y palabras de aliento han sido mi mayor fortaleza en cada paso del camino. Su sacrificio y dedicación han sido una inspiración para mí, y estoy eternamente agradecido por tenerla como mi principal fuente de motivación. Sin su amor y respaldo, no habría alcanzado este logro.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento se enfoca en la importancia de la ingeniería biomédica dentro del ámbito hospitalario, específicamente en el Hospital Cemesa. Este trabajo detalla la experiencia de práctica profesional llevada a cabo en el Departamento de Biomédica del hospital, subrayando el papel crucial de la tecnología y la innovación en la mejora de la atención al paciente y en la eficiencia operativa del hospital.

Este trabajo sirve como evidencia de la contribución significativa de la práctica profesional al fortalecimiento de las competencias y habilidades en el ámbito de la ingeniería biomédica, así como su impacto positivo en el funcionamiento y la calidad del servicio ofrecido por el Hospital Cemesa. La integración de la teoría y la práctica permitió abordar desafíos reales, aplicando conocimientos avanzados en la gestión tecnológica, la planificación estratégica, y la innovación en salud, lo que refleja la importancia de la ingeniería biomédica en la evolución y mejora continua de los servicios de salud.

Este trabajo subraya el rol esencial que juegan los ingenieros biomédicos en el ámbito hospitalario, no solo en el mantenimiento y reparación de equipos médicos, sino también en la adopción e implementación de innovaciones tecnológicas que contribuyen a la excelencia médica y al bienestar de los pacientes. Además, enfatiza la relevancia de una formación continua y el desarrollo profesional del personal para mantenerse al día con los avances tecnológicos y mejorar continuamente la calidad del cuidado al paciente.

Palabras clave: Hospital CEMESA, ingeniería biomédica, gestión tecnológica en salud, mantenimiento de equipos médicos

ÍNDICE DE CONTENIDO

Lista de Siglas.....	9
Glosario	10
I. Introducción	11
II. Generalidades de la Empresa.....	13
2.1 Descripción de la Empresa.....	13
2.1.1 Misión.....	15
2.1.2 Visión	15
2.1.3 Valores.....	15
2.2 Descripción del Departamento de Biomédica.....	15
2.3 Objetivos del puesto	18
2.3.1 Objetivos General.....	18
2.3.2 Objetivos Específicos	18
III. Marco Teórico	19
3.1 Análisis del Sector	19
3.1.1 Gestión Tecnológica.....	20
3.1.2 Planificación Estratégica	25
3.1.3 Mantenimiento y Actualización	25
3.1.4 Seguridad y Cumplimiento.....	25
3.2 Rol de la Ingeniería biomédica en el hospital	25
3.3 Innovación en Salud: Teorías, Modelos y su Impacto en la Atención Médica del Hospital CEMESA.....	27
3.3.1 Innovación en Salud.....	27

3.4	Principal Tecnología Sanitaria	29
3.4.1	Telemedicina.....	29
3.4.2	Sistemas Integrados de Gestión Hospitalaria.....	30
IV.	Desarrollo.....	33
4.1	Semana 1: 15-19 de enero.....	33
4.2	Semana 2: 22-26 de enero.....	35
4.3	Semana 3: 29 de Enero – 2 de Febrero	38
4.4	Semana 4 5-9 de febrero.....	39
4.5	Semana 5 12-16 de febrero.....	40
4.6	Semana 6 del 19- 23 de febrero.....	42
4.7	Semana 7 del 26-01 de Marzo	43
4.8	Semana 8 del 4 al 8 de marzo	45
4.9	Semana 9 del 11 al 15 de marzo.....	46
4.10	Semana 10 del 18 al 122 de marzo.....	48
V.	Tablero de Indicadores.....	50
VI.	Diagrama de Gantt.....	54
VII.	Conclusiones.....	55
VIII.	Recomendaciones.....	56
	Referencias.....	57

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Imágenes del Hospital CEMESA por dentro.....	14
Ilustración 2: Logo de Hospital Cemesa.....	15
Ilustración 3: Organigrama del Departamento de Biomédica y Mantenimiento	17
Ilustración 4: Desfibrilador y Quirófano	34
Ilustración 5: Reparación de equipo de almacenamiento y mantenimiento	35
Ilustración 6: Mantenimiento preventivo y calibración de oxígeno	36
Ilustración 7: Mantenimiento preventivo de bomba de infusión.....	37
Ilustración 8: Mantenimiento a equipo de laboratorio y ultrasonido.....	39
Ilustración 9: Recuperación de equipo & reparación	40
Ilustración 10: Reparación de equipo & mantenimiento preventivo.....	41
Ilustración 11: Reparación de lámpara cialítica y máquina de anestesia.....	43
Ilustración 12: Mantenimiento y calibración de equipo médico	44

LISTA DE SIGLAS

AI - Inteligencia Artificial (del inglés "Artificial Intelligence")

CEMESA - Centro Médico Sampedrano

EHR - Registro Electrónico de Salud (del inglés "Electronic Health Record")

JCI - Joint Commission International

OMS - Organización Mundial de la Salud

S-D Logic - Lógica de Servicio-Dominante

UCI - Unidad de Cuidados Intensivos

GLOSARIO

Gestión Tecnológica: Proceso de planificación, implementación, y supervisión de tecnologías dentro de una organización, asegurando su alineación con los objetivos estratégicos. (Polis, 2002)

Ingeniería Biomédica: Disciplina que aplica principios y técnicas de ingeniería al ámbito de la medicina y la biología para mejorar la atención en salud y los tratamientos médicos. (VIU, 2021)

Mantenimiento Correctivo: Reparaciones o ajustes realizados en equipos e instalaciones después de que se haya detectado un fallo o mal funcionamiento. (Sanflippo, 2022)

Mantenimiento Preventivo: Acciones realizadas de manera programada en equipos e instalaciones para prevenir fallos o averías y garantizar su óptimo funcionamiento. (Emaint, 2021)

Telemedicina: Uso de tecnologías de información y comunicación para proporcionar servicios médicos a distancia, mejorando el acceso al cuidado de salud. (Bell-Aldeghi et al., 2023)

Modelos de Atención en Salud: Estrategias y estructuras organizativas diseñadas para entregar cuidados médicos a los pacientes, enfocándose en sus necesidades específicas. (OPS, 2019)

I. INTRODUCCIÓN

En este informe se detallará la experiencia de práctica profesional en el Hospital Cemesa, reconocido ampliamente en el sector salud de Honduras por su compromiso inquebrantable con la calidad y la innovación desde su fundación en 1973. Realizada dentro del Departamento de Biomédica, esta práctica es una oportunidad excepcional para aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en el ámbito de la ingeniería biomédica y contribuir de manera activa al mejoramiento de los servicios de salud que el hospital ofrece.

El objetivo principal de este documento será presentar una descripción detallada de las actividades planificadas, los conocimientos que se esperan ampliar, y las contribuciones específicas que se realizarán durante el período de práctica. Esta experiencia permitirá una integración profunda al equipo del Departamento de Biomédica, un área crítica que asegura la excelencia en la atención médica a través de tecnología avanzada, ofreciendo así una invaluable oportunidad para entender el impacto directo de la ingeniería biomédica en la calidad de la atención al paciente y la eficiencia operativa del hospital.

Mediante una serie de actividades esenciales, como el mantenimiento preventivo y correctivo de equipos médicos, la calibración de dispositivos esenciales, y el apoyo en la implementación de nuevas tecnologías, se podrán aplicar habilidades técnicas específicas y desarrollar competencias profesionales clave. Este período no solo promete ser una experiencia de aprendizaje significativa, sino que también se anticipa como una oportunidad para contribuir de manera tangible al bienestar de los pacientes y al funcionamiento óptimo del hospital.

La experiencia en el Hospital Cemesa, un centro ideado como un refugio de excelencia médica comprometido desde sus inicios con la atención de calidad y la innovación será invaluable. La colaboración con un equipo de profesionales altamente calificados en el entorno del Departamento de Biomédica contribuirá al crecimiento profesional, mientras se explora la integración de la teoría aprendida con la práctica en un contexto hospitalario real, subrayando la importancia de la formación práctica en la ingeniería biomédica.

En este informe se compartirá la experiencia en la práctica profesional y se va a reflexionar sobre el rol fundamental que los practicantes desempeñan en la promoción de la innovación tecnológica y la mejora continua en el sector de la salud, específicamente en el Hospital Cemesa, donde la ingeniería biomédica es un pilar fundamental para el avance de la medicina y la atención al paciente.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

Este capítulo se enfoca en presentar una visión general del Hospital CEMESA, examinando minuciosamente la configuración del Departamento de Ingeniería Biomédica y destacando su importancia esencial en la adopción de tecnologías y prestación de servicios médicos. Además, se describen los propósitos específicos que definen la participación del estudiante dentro del hospital.

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

CEMESA (Centro Médico Sampedrano) es una institución líder en el sector de la salud en Honduras, reconocida por su compromiso inquebrantable con la provisión de servicios médicos de alta calidad. Desde su fundación el 19 de febrero de 1973, por un grupo visionario de médicos de San Pedro Sula, CEMESA ha establecido un estándar de excelencia en atención hospitalaria privada, ofreciendo un amplio rango de servicios especializados en un ambiente que combina tecnología avanzada con cuidado compasivo. Ubicada en el corazón de San Pedro Sula, CEMESA se erige como un centro hospitalario de vanguardia, dotado de instalaciones modernas y equipos de última generación para diagnóstico, tratamiento, y rehabilitación. La empresa se distingue por su enfoque holístico hacia el cuidado del paciente, integrando servicios médicos especializados con programas de prevención y educación para la salud, asegurando así una atención integral.

Con una estructura organizativa que refleja su compromiso con la excelencia y la innovación, el Hospital Cemesa cuenta con varias unidades especializadas, incluyendo seis quirófanos equipados con la última tecnología, unidades de cuidados intensivos (UCI) para adultos, neonatales y pediátricos. La infraestructura del hospital se complementa con laboratorios de diagnóstico avanzado, departamentos de radiología e imagenología, y espacios dedicados a la rehabilitación física y terapia ocupacional. En la Ilustración 1 se muestran las instalaciones del Hospital CEMESA, incluyendo el quirófano y la unidad de cuidados intensivos, mostrando un poco sobre la estructura y disposición de las distintas salas del hospital.



Ilustración 1: Imágenes del Hospital CEMESA por dentro.

Fuente: Elaboración propia

A lo largo de los años, CEMESA ha atendido a cientos de miles de pacientes, convirtiéndose en un referente de atención médica en la región. Las estadísticas del hospital reflejan un alto volumen de atenciones médicas anuales, abarcando desde consultas ambulatorias hasta procedimientos quirúrgicos complejos. La institución es también un centro de referencia para emergencias médicas, con una capacidad operativa 24/7 que asegura una respuesta inmediata a las necesidades urgentes de los pacientes.

La organización del Hospital Cemesa está diseñada no solo para promover una atención médica eficiente y personalizada, sino también para garantizar cómo está diseñada, asegurando así su eficacia. Cada departamento y unidad funcional opera bajo estrictos estándares de calidad, con equipos multidisciplinarios de profesionales de la salud que trabajan de manera coordinada para proporcionar una atención integral. Esta estructura organizativa, enfocada en la mejora continua y la adopción de innovaciones tecnológicas, posiciona a CEMESA como un líder indiscutible en el cuidado de la salud en Honduras y en la región centroamericana.



Ilustración 2: Logo de Hospital Cemesa

Fuente: Hospital Cemesa (2024)

2.1.1 MISIÓN

“Cuidar de la salud de nuestros pacientes con calidad y seguridad, a través de un recurso humano altamente especializado, respaldado por tecnología de avanzada.”

2.1.2 VISIÓN

Ser la mejor institución hospitalaria de la región.

2.1.3 VALORES

Los valores de CEMESA son:

- Ética
- Excelencia de servicios
- Sensibilidad
- Liderazgo
- Respeto

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO DE BIOMÉDICA

El Departamento de Ingeniería Biomédica de CEMESA es un pilar fundamental dentro de la estructura de este prestigioso centro médico hondureño, dedicado a garantizar la excelencia y la innovación en la atención sanitaria. Este departamento desempeña un rol crucial en la operación y mantenimiento de equipos médicos de vanguardia, así como en la implementación de nuevas tecnologías que mejoren los procedimientos diagnósticos y terapéuticos ofrecidos por el hospital.

El departamento de Biomédica está compuesto por:

- Jefa de Biomédica: Encargada de supervisar y coordinar todas las actividades del departamento. Su rol incluye la planificación y ejecución del mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos médicos, así como la gestión e inventario de

los mismos. Además, se encarga de establecer protocolos de seguridad y normativas relacionadas con el uso y mantenimiento de los equipos biomédicos.

- Practicante de biomédica: Apoya en las labores del departamento, bajo la supervisión de la Jefa de Biomédica. Su rol incluye tareas operativas y de asistencia en la ejecución de mantenimiento preventivo y correctivo de equipo médico al igual de la correcta operación de los mismos dentro del hospital.

El departamento de Biomédica trabaja en estrecha colaboración con el departamento de Mantenimiento, aunque con roles distintos. Mientras que el equipo de Biomédica se enfoca en el mantenimiento de los equipos médicos, el personal de Mantenimiento se concentra en la infraestructura general del hospital, incluyendo puertas, líneas telefónicas, aire acondicionado, entre otros aspectos.

Esta división de responsabilidades asegura una gestión eficiente de los recursos y una atención adecuada tanto a los equipos médicos como a la infraestructura física del hospital.

Los ingenieros biomédicos en el hospital son responsables de la evaluación, implementación y gestión de nuevas tecnologías médicas, así como del desarrollo de estrategias para el mantenimiento preventivo y correctivo de equipos. De igual forma se encargan de ejecutar las tareas de mantenimiento, garantizando el funcionamiento óptimo de los equipos médicos y que todos los dispositivos cumplan con los estándares de precisión necesarios para los diagnósticos y tratamientos médicos.

Esta estructura organizativa permite al Departamento de Biomédica responder eficientemente a las necesidades del hospital, asegurando la disponibilidad y el rendimiento óptimo de los equipos médicos esenciales. La colaboración estrecha entre los miembros del equipo y su compromiso con la excelencia son fundamentales para mantener y reforzar la posición de liderazgo del Hospital CEMESA en el sector de la salud en Honduras.

Además de su enfoque en el mantenimiento y la gestión tecnológica, el Departamento de Ingeniería Biomédica de CEMESA está involucrado activamente el desarrollo de soluciones innovadoras en el campo de la salud. Estas soluciones incluyen la adaptación de tecnologías existentes a nuevas aplicaciones clínicas, así como la exploración

de nuevas herramientas y metodologías que puedan incorporarse en la práctica médica para mejorar los resultados de los pacientes.

La formación continua y el desarrollo profesional del personal son prioridades clave para el departamento, asegurando que el equipo esté siempre al día con los avances más recientes en tecnología médica y prácticas de ingeniería biomédica. Esto no solo mejora la capacidad del hospital para ofrecer cuidados de alta calidad, sino que también fomenta un entorno de aprendizaje e innovación constante.

El compromiso del Departamento de Ingeniería Biomédica con la excelencia, la seguridad del paciente, y la innovación refleja la misión general de CEMESA de proporcionar atención médica excepcional. A través de su trabajo, el departamento ayuda a CEMESA a mantener su reputación como uno de los centros hospitalarios privados más avanzados y respetados de Honduras, marcando la diferencia en la vida de los pacientes cada día.

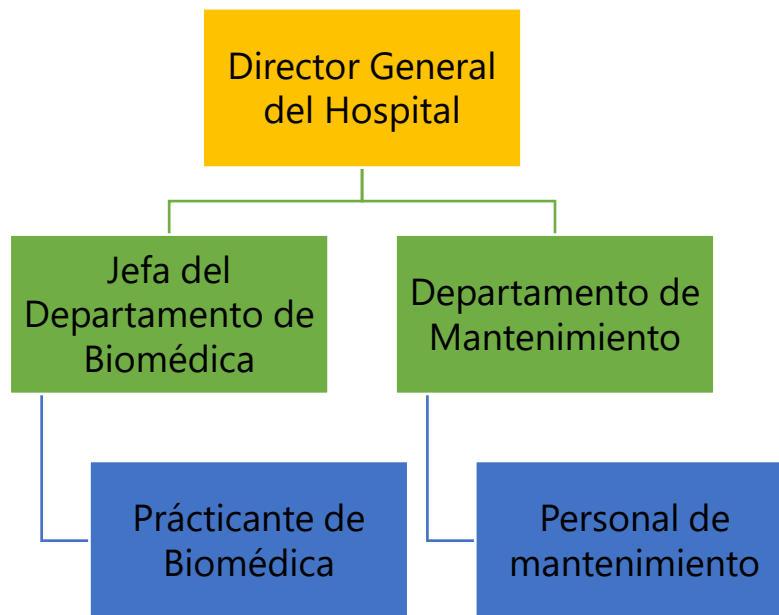


Ilustración 3: Organigrama del Departamento de Biomédica y Mantenimiento

2.3 OBJETIVOS DEL PUESTO

2.3.1 OBJETIVOS GENERAL

incrementar la eficacia operativa y reducir los tiempos de inactividad de los equipos médicos en el hospital, mediante la implementación de un programa de mantenimiento preventivo coordinado, la promoción de la colaboración interdepartamental para una gestión de recursos más eficiente, y asegurando la disponibilidad continua de repuestos y equipos de respaldo para responder eficientemente a cualquier eventualidad.

2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Ayudar en la implementación del programa de mantenimiento preventivo para todos los equipos médicos en el hospital.
- Fomentar la colaboración entre el departamento de Biomédica y otros departamentos, como el de Mantenimiento y Adquisiciones, para asegurar una gestión eficiente de los recursos y una respuesta oportuna ante las necesidades de los equipos médicos.
- Gestionar la disponibilidad de piezas de repuesto y equipos de respaldo para garantizar una respuesta rápida ante fallas inesperadas y minimizar el tiempo de inactividad.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 ANÁLISIS DEL SECTOR

El sector de la salud en Honduras, reflejado en instituciones como CEMESA (Centro Médico Sampedrano), está experimentando una transformación impulsada por el crecimiento demográfico y el envejecimiento de la población, lo que aumenta la demanda de servicios médicos, incluyendo la atención preventiva y especializada. La adopción de tecnologías avanzadas como la telemedicina y la inteligencia artificial, junto con la digitalización de registros médicos, está revolucionando la prestación de cuidados. Sin embargo, este avance se ve influenciado por políticas gubernamentales y regulaciones sanitarias que dictan el acceso y la calidad de la atención médica. Además, la creciente competencia en el sector y la globalización de los servicios de salud plantean tanto oportunidades como desafíos, en un contexto donde las disparidades socioeconómicas afectan significativamente el acceso a la atención de calidad. En este dinámico entorno, instituciones como CEMESA deben navegar a través de un panorama complejo de avances tecnológicos, exigencias regulatorias y expectativas de pacientes, manteniendo el compromiso con la excelencia y la innovación en la atención sanitaria.

Para el sector privado en Honduras, CEMESA representa un modelo de atención médica de vanguardia y calidad inigualable. Lo que distingue a este hospital de otras instituciones es su enfoque integral hacia el cuidado del paciente, que combina servicios médicos especializados de alta complejidad con programas de prevención y educación para la salud. Su adopción pionera de tecnologías avanzadas y prácticas innovadoras en medicina, tales como la telemedicina y sistemas de gestión hospitalaria integrada, lo posicionan a la vanguardia de la transformación digital en el cuidado de la salud.

CEMESA es caracterizado por una infraestructura moderna y equipos de última generación, aspectos que no solo mejoran la eficacia de los tratamientos, sino que también elevan la experiencia del paciente. Además, el hospital se destaca por su capacidad para ofrecer una atención personalizada y de alta calidad a una población objetivo diversa, que

incluye tanto a pacientes locales como internacionales, gracias a su reputación de excelencia y sus acreditaciones internacionales.

La población objetivo de CEMESA abarca desde individuos que buscan atención médica preventiva y chequeos rutinarios hasta aquellos que requieren tratamientos especializados y procedimientos quirúrgicos avanzados. Su enfoque en la calidad del servicio y la satisfacción del paciente le permite atender a una amplia gama de necesidades médicas, estableciendo nuevos estándares de cuidado en el sector privado de Honduras y contribuyendo significativamente al bienestar y la salud de la comunidad a la que sirve.

3.1.1 GESTIÓN TECNOLÓGICA

La gestión tecnológica representa un pilar fundamental en la evolución y el rendimiento óptimo de cualquier organización moderna, especialmente en aquellos sectores que se caracterizan por su alta especialización y constante evolución, como es el caso del sector salud. Esta gestión no se limita únicamente a la adquisición de equipos y sistemas de última generación; abarca también su integración efectiva dentro del flujo de trabajo existente, el mantenimiento adecuado, las actualizaciones periódicas necesarias y la capacitación del personal para garantizar su uso óptimo. Este enfoque integral asegura que la tecnología no solo respalde las operaciones diarias, sino que también potencie la capacidad de la organización para ofrecer servicios de alta calidad.

En el contexto de CEMESA, la gestión tecnológica adquiere una dimensión crítica dada la complejidad y la diversidad de los servicios médicos que ofrece. La institución se distingue no solo por su infraestructura de vanguardia sino también por su compromiso con la incorporación y el aprovechamiento eficaz de tecnologías avanzadas. Esto incluye desde sistemas de telemedicina hasta soluciones de inteligencia artificial y la digitalización de registros médicos, elementos que están revolucionando la manera en que se prestan los cuidados médicos.

Específicamente dentro del Departamento de Biomédica, la gestión tecnológica se manifiesta a través de un enfoque sistemático y metódico hacia la gestión de inventario. Este enfoque es esencial para mantener la alta calidad y la disponibilidad de los equipos médicos.

La estrategia adoptada por el departamento incluye la catalogación precisa, el seguimiento continuo y el mantenimiento programado de los dispositivos biomédicos. Esta metodología no solo asegura el óptimo funcionamiento de los equipos y prolonga su vida útil, sino que también optimiza la eficiencia operativa del hospital.

El compromiso de CEMESA con la gestión tecnológica se refleja en su capacidad para garantizar la máxima disponibilidad de equipos críticos para el soporte de sus servicios médicos. Esta disponibilidad es crucial, ya que permite al hospital responder de manera efectiva a las necesidades de su población objetivo, que abarca desde atención preventiva hasta procedimientos especializados de alta complejidad. Además, el Departamento de Biomédica, a través de su enfoque sistemático, no solo busca mantener sino también mejorar continuamente la calidad y la fiabilidad de la atención al paciente. Este compromiso con los estándares más elevados de cuidado de salud subraya el papel de CEMESA como líder en el sector privado de salud en Honduras, diferenciándose de otras instituciones por su capacidad para integrar y maximizar el potencial de las tecnologías avanzadas en beneficio de los pacientes.

Dentro de los dispositivos médicos que se manejan dentro del hospital se encuentran:

- Desfibrilador
- Monitor de signos vitales
- Monitor de operación
- Lámpara Cialítica
- Bomba de Infusión
- Electrocauterio
- Ventilador Mecánico
- Manómetro de Oxígeno
- Ultrasonido Cardíaco
- Centrifugas
- Autoclaves de Vapor
- Balanza Analítica
- Esterilizador

- Rotador
- Analizador de Sangre Portátil
- Incubadora
- Rotador
- Microscopio
- Agitador
- Freezer
- Cabina de Flujo Laminar

3.1.1.1 *Desfibrilador*

Un desfibrilador es un dispositivo médico diseñado para restaurar el ritmo cardíaco normal mediante la aplicación de una descarga eléctrica. Existen dos tipos principales de desfibriladores: externos, que se aplican sobre la piel, e implantables, que se colocan dentro del cuerpo para casos específicos donde el paciente tiene un alto riesgo de arritmias peligrosas (Rodríguez, 2018).

La función principal del desfibrilador es interrumpir arritmias cardíacas rápidas, como la taquicardia ventricular sostenida o la fibrilación ventricular, que pueden llevar a una persona a una parada cardíaca. La descarga eléctrica que emite detiene la arritmia, permitiendo que el corazón retome un latido normal y eficaz.

Los desfibriladores implantables (DAI) se colocan en pacientes con alto riesgo de muerte súbita debido a ritmos cardíacos anormales mortales. La indicación para su implantación puede basarse en antecedentes de episodios arrítmicos, una función ventricular debilitada, o en pacientes con enfermedades cardíacas congénitas o genéticas que predispongan a arritmias letales (Metkus, 2022).

La implementación y uso adecuado de desfibriladores, tanto externos como implantables, son esenciales para salvar vidas en situaciones de emergencia cardíaca, subrayando la importancia de la formación en su uso para personal médico y, en el caso de los desfibriladores externos semiautomáticos, también para personal no médico capacitado.

3.1.1.2 *Monitor de signos vitales*

Un monitor de signos vitales es un dispositivo médico esencial en el ámbito de la salud, diseñado para supervisar en tiempo real los signos fisiológicos cruciales de pacientes, tanto adultos como pediátricos. Se compone de varios módulos que miden diferentes parámetros, lo que facilita un análisis detallado del estado del paciente. Entre los parámetros más comúnmente monitoreados se encuentran la saturación de oxígeno (SpO₂), frecuencia respiratoria (FR), frecuencia cardíaca (FC o HR), temperatura corporal (TEMP), y presión arterial tanto invasiva (IBP) como no invasiva (NIBP), además del electrocardiograma (ECG) (Admin, 2022).

El funcionamiento de estos monitores se basa en la recopilación, procesamiento y presentación de los parámetros fisiológicos del paciente a través de una pantalla. Cada módulo del monitor se especializa en un tipo de medición específica, utilizando tecnología adaptada para cada signo vital. Por ejemplo, el módulo ECG utiliza electrodos para medir la actividad eléctrica del corazón y detectar la frecuencia cardíaca, mientras que el módulo de temperatura emplea un sensor para registrar la temperatura corporal del paciente.

Además de sus funciones básicas, estos dispositivos cuentan con sistemas de alarma que alertan al personal médico sobre cualquier parámetro que se desvíe de los rangos normales, lo cual es crucial para responder rápidamente a situaciones adversas. Estas alarmas pueden ser tanto visuales como sonoras y se pueden ajustar según las necesidades clínicas (Kalstein, 2020).

Existen monitores de signos vitales portátiles que ofrecen la flexibilidad de monitorizar a los pacientes durante traslados, ya sea dentro del mismo hospital (intrahospitalarios) o entre diferentes hospitales (interhospitalarios). Estos dispositivos portátiles son esenciales para garantizar una supervisión continua del paciente en situaciones donde se requiera movilidad, y deben contar con características como una batería de larga duración o conexiones adaptadas para su uso en ambulancias.

La selección de un monitor de signos vitales adecuado depende de las necesidades específicas del entorno clínico y del paciente. Hay una amplia gama de opciones disponibles

en el mercado, y es importante considerar factores como la calidad de los módulos, la fiabilidad de las alarmas, y la portabilidad para garantizar una monitorización efectiva y segura de los signos vitales.

3.1.1.3 *Bomba de infusión*

Las bombas de infusión son dispositivos médicos diseñados para administrar medicamentos, líquidos y nutrientes a los pacientes de manera precisa y controlada, esenciales en el ámbito hospitalario para garantizar una dosificación exacta y mejorar la seguridad del paciente. Funcionan mediante sistemas de control electrónico que regulan la velocidad y el volumen de la infusión, pudiendo ser programadas para emitir alarmas en caso de errores en la administración del medicamento (Cortez, 2023).

Existen diversos tipos de bombas de infusión, cada una adaptada a necesidades específicas:

- Bomba de desplazamiento positivo: Utilizada comúnmente, incluye bombas de casete y bombas de jeringa. Permiten un control preciso del flujo de líquido hacia el paciente.
- Bomba lineal peristáltica: Diseñada para ofrecer precisión similar a las bombas de desplazamiento positivo, con modificaciones que mejoran su exactitud.
- Bomba peristáltica rotativa: Más comúnmente usada para la administración de alimentos como en la nutrición parenteral, y en procedimientos quirúrgicos para la infusión de sangre (Kalstein, 2021).

Las bombas de infusión presentan varias ventajas, como una mayor precisión en el ritmo de goteo, ahorro de tiempo para el personal de enfermería, y la capacidad de administrar una amplia gama de soluciones y medicamentos. Son particularmente útiles en entornos quirúrgicos para la inducción y mantenimiento de la anestesia total intravenosa, además de la administración de medicación necesaria durante las operaciones.

3.1.2 PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA

- **Evaluación de Necesidades:** Realizar un análisis detallado de las necesidades tecnológicas actuales y futuras, considerando tanto las demandas de los servicios de salud como las tendencias tecnológicas emergentes.
- **Planificación de Inversiones:** Desarrollar un plan de inversiones tecnológicas a corto, mediano y largo plazo, asegurando que se alinee con los objetivos estratégicos de la organización.

3.1.3 MANTENIMIENTO Y ACTUALIZACIÓN

- **Programas de Mantenimiento:** Implementar programas de mantenimiento preventivo y correctivo para asegurar el funcionamiento óptimo y la longevidad de los equipos y sistemas.
- **Actualizaciones Tecnológicas:** Mantenerse al día con las actualizaciones de software y hardware para garantizar la seguridad, eficiencia y compatibilidad de los sistemas.

3.1.4 SEGURIDAD Y CUMPLIMIENTO

- **Protección de Datos:** Asegurar la protección de los datos de los pacientes a través de sistemas seguros de gestión de la información y cumplimiento de normativas sobre privacidad.
- **Gestión de Riesgos:** Establecer protocolos para la gestión de riesgos tecnológicos, incluyendo planes de contingencia y recuperación ante desastres.

3.2 ROL DE LA INGENIERÍA BIOMÉDICA EN EL HOSPITAL

El rol de la ingeniería Biomédica en el Hospital CEMESA es ser el corazón tecnológico y operativo que asegura el funcionamiento óptimo de todos los equipos y sistemas médicos de vanguardia. Este departamento es crucial para el mantenimiento de la alta calidad en la prestación de servicios de salud, realizando tareas esenciales como el mantenimiento preventivo y correctivo, la calibración y verificación de equipos, la capacitación técnica del

personal, la gestión de adquisiciones de nuevo equipamiento y el desarrollo de sistemas integrados de gestión hospitalaria.

Al garantizar que cada pieza de equipamiento funcione a la perfección, se desempeña un papel fundamental en la precisión de los diagnósticos, la eficacia de los tratamientos y la seguridad de los procedimientos médicos, mejorando significativamente la experiencia y la confianza de los pacientes en los servicios recibidos. Además, su trabajo en la evaluación y recomendación de nuevas adquisiciones tecnológicas apoya la innovación continua y el crecimiento del hospital, manteniendo a CEMESA a la vanguardia de la atención médica.

La visión de la ingeniería en biomédica se orienta hacia el futuro, con un enfoque en la expansión de capacidades digitales como la telemedicina y la inteligencia artificial, para mejorar aún más la eficiencia operativa y la calidad del cuidado. Este departamento es, por tanto, esencial para el cumplimiento de la misión de CEMESA de ofrecer atención médica excepcional, posicionándose como el motor tecnológico que impulsa la innovación y la excelencia en el hospital.

- **Mantenimiento y Reparación:** En el taller de biomédica se realizan mantenimientos preventivos y correctivos de todos los equipos médicos, desde máquinas de anestesia hasta complejos sistemas de resonancia magnética, garantizando su óptimo funcionamiento y prolongando su vida útil.
- **Calibración y Verificación:** Se encarga de la calibración regular de los equipos para asegurar su precisión en los diagnósticos y tratamientos. Esto incluye la verificación de la configuración de los dispositivos según los estándares internacionales de salud.
- **Capacitación Técnica:** Proporciona formación continua al personal del hospital sobre el uso correcto y seguro de los equipos médicos, incluyendo actualizaciones sobre nuevas tecnologías y protocolos de operación.
- **Gestión de Adquisiciones:** Evalúa y recomienda la compra de nuevo equipamiento médico, basándose en análisis técnicos que consideran la innovación, la eficacia y el costo-beneficio, apoyando la expansión y actualización tecnológica del hospital.

- Integración de Sistemas: Desarrolla e implementa sistemas integrados de gestión hospitalaria que mejoran la comunicación entre los diferentes servicios médicos, optimizando así los flujos de trabajo y la atención al paciente.

3.3 INNOVACIÓN EN SALUD: TEORÍAS, MODELOS Y SU IMPACTO EN LA ATENCIÓN MÉDICA DEL HOSPITAL CEMESA

3.3.1 INNOVACIÓN EN SALUD

La innovación en el sector salud es fundamental para responder a los retos emergentes que enfrenta la atención médica global, como el envejecimiento de la población, el incremento de enfermedades crónicas, y las expectativas crecientes de los pacientes por servicios de alta calidad y eficiencia. La innovación no solo abarca la incorporación de nuevas tecnologías, sino también la adopción de modelos de atención avanzados, la mejora en la gestión hospitalaria y los enfoques preventivos para las enfermedades. Este enfoque integral es crucial para desarrollar sistemas de salud resilientes, accesibles y sostenibles. En CEMESA se está buscando continuamente la innovación en el sector de salud, por lo que es importante revisar las distintas teorías y modelos que existen alrededor de este tema

3.3.1.1 Teorías y Modelos de Innovación en Salud

- Difusión de Innovaciones: Este modelo, propuesto por Everett Rogers, explica cómo, por qué, y a qué velocidad las nuevas ideas y tecnologías se propagan. En el contexto de la salud, la teoría puede aplicarse para entender cómo se adoptan las innovaciones tecnológicas y los modelos de atención entre profesionales de la salud y pacientes. Un ejemplo práctico es la adopción de sistemas de registros médicos electrónicos, que mejoran la eficiencia y la calidad de la atención al paciente. (Rogers, 2013)
- Innovación Abierta: Henry Chesbrough introdujo el concepto de innovación abierta, que sugiere que las organizaciones pueden y deben usar ideas externas, así como internas, y caminos internos y externos al mercado, para avanzar en su tecnología. En el ámbito de la salud, esto se traduce en colaboraciones entre hospitales, universidades, startups tecnológicas, y pacientes para co-crear soluciones de salud,

como aplicaciones móviles para el monitoreo de enfermedades crónicas. (Chesbrough, 2008)

- Modelo de Triple Hélice: Este modelo enfatiza la colaboración entre universidades, industria y gobierno para fomentar la innovación económica y social. En salud, la triple hélice puede impulsar la investigación biomédica y la implementación de tecnologías sanitarias innovadoras, al combinar la investigación académica, el soporte gubernamental y el conocimiento empresarial. (Etzkowitz & Leydesdorff, 2003)
- Modelo de Servicio-Dominante (S-D) Logic: Propone que el valor se co-crea entre proveedores y beneficiarios a través del uso y la integración de recursos. En salud, este modelo subraya la importancia de una atención centrada en el paciente, donde los servicios de salud se diseñan y mejoran en conjunto con los pacientes, considerando sus experiencias, necesidades y preferencias. (Vargo & Lusch, 2008)

3.3.1.2 *Importancia de la Innovación en Salud*

La innovación en salud es un proceso crucial para CEMESA ya que garantiza a la institución:

- Mejorar la Calidad y Seguridad del Paciente: Las innovaciones tecnológicas mejoran el diagnóstico y tratamiento de enfermedades, mientras que los modelos de atención innovadores pueden ofrecer cuidado más personalizado y preventivo.
- Incrementar la Eficiencia y Reducir Costos: La digitalización de los registros médicos y la automatización de procesos hospitalarios pueden reducir errores, mejorar la gestión del tiempo y disminuir costos operativos.
- Ampliar el Acceso a la Atención Médica: Innovaciones como la telemedicina y las plataformas de salud móvil facilitan el acceso a servicios de salud para poblaciones en áreas remotas o con limitaciones de movilidad.
- Promover la Sostenibilidad del Sistema de Salud: Los enfoques preventivos y los modelos de atención integrada ayudan a reducir la demanda sobre servicios hospitalarios especializados, promoviendo una gestión de salud más sostenible a largo plazo.

- **Calidad y Seguridad del Paciente:** Desarrollar los conceptos de calidad y seguridad del paciente desde una perspectiva teórica, incluyendo marcos y estándares internacionales como los de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Joint Commission International (JCI). Explicar cómo estas prácticas se integran en la gestión hospitalaria y la importancia de la ingeniería biomédica en su implementación.
- **Gestión del Cambio en Organizaciones de Salud:** Analizar teorías de gestión del cambio organizacional y cómo se aplican en el contexto de la salud, especialmente en la adopción de nuevas tecnologías y la mejora continua de procesos.

3.4 PRINCIPAL TECNOLOGÍA SANITARIA

3.4.1 TELEMEDICINA

La telemedicina se refiere al uso de tecnologías de información y comunicación (TIC) para proporcionar servicios clínicos a pacientes a distancia (Kruse et al., 2017). Es una componente fundamental de la atención sanitaria moderna, destinada a superar las barreras geográficas, mejorar el acceso a servicios de salud y aumentar la eficiencia de estos servicios. La telemedicina permite consultas médicas a través de videoconferencias, monitoreo remoto de pacientes, intercambio de información médica a distancia y acceso a diagnósticos y tratamientos sin la necesidad de una visita presencial al consultorio (Weinstein et al., 2014).

3.4.1.1 Aplicaciones de la Telemedicina:

- **Consultas Virtuales:** Facilita las interacciones entre pacientes y proveedores de salud mediante video llamadas, reduciendo la necesidad de desplazamientos.
- **Monitoreo Remoto:** Permite a los profesionales de la salud supervisar la salud de los pacientes a distancia mediante el uso de dispositivos electrónicos que recopilan datos de salud, como glucosa en sangre o presión arterial.
- **Tele asistencia:** Ofrece orientación y apoyo a pacientes con enfermedades crónicas, mejorando el manejo de sus condiciones en casa.
- **Tele diagnóstico:** Utiliza tecnologías para realizar diagnósticos a distancia, como la interpretación de imágenes médicas enviadas electrónicamente.

3.4.1.2 *Beneficios de la Telemedicina:*

- Mejora el Acceso a la Atención Médica: Especialmente valiosa para pacientes en áreas remotas o con limitado acceso a servicios de salud.
- Reduce Costos: Disminuye los gastos de desplazamiento para los pacientes y puede reducir los costos operativos para los proveedores de salud.
- Aumenta la Eficiencia de los Servicios de Salud: Optimiza el tiempo de los profesionales médicos y reduce las esperas para los pacientes. (Eren, 2017)

3.4.1.3 *Desafíos de la Telemedicina:*

- Cuestiones de Privacidad y Seguridad de Datos: Esencial garantizar la protección de la información de salud del paciente.
- Brecha Digital: La falta de acceso a tecnologías necesarias para la telemedicina puede limitar su implementación.
- Regulaciones y Reembolsos: Necesidad de marcos legales claros que regulen la práctica y el reembolso de los servicios de telemedicina.

La telemedicina es crucial para el futuro de la atención sanitaria, ya que ofrece un modelo más flexible, accesible y eficiente para la prestación de servicios médicos. Se espera que su papel se expanda aún más con el avance de las tecnologías digitales y la creciente aceptación tanto de proveedores de servicios de salud como de pacientes (Bell-Aldeghi et al., 2023).

En CEMESA se ha implementado el uso de plataformas de telemedicina para realizar consultas virtuales, permitiendo a los pacientes recibir atención médica sin necesidad de visitar físicamente el hospital permitiendo a los pacientes hacer consultas a través de la web y el programa Dr. en línea. Esto es especialmente útil para el seguimiento de enfermedades crónicas, consultas de especialidad, y en situaciones donde el acceso físico es complicado. (Calton et al., 2020)

3.4.2 SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN HOSPITALARIA

Los sistemas integrados de gestión hospitalaria son cruciales para mejorar la coordinación de cuidados, la gestión de recursos y la experiencia del paciente en

instituciones como CEMESA. Estos sistemas abarcan desde el registro de pacientes, reservas de citas, gestión de la salud electrónica (EHR), facturación, gestión de inventario, laboratorio, farmacia, hasta la seguridad de la información y la generación de informes. Estas herramientas son fundamentales para automatizar y optimizar las operaciones diarias, asegurando una atención médica eficiente y de alta calidad (Jainista, 2023).

La coordinación y continuidad de la atención se ven significativamente mejoradas mediante la integración de la historia clínica electrónica (HCE) y los sistemas de información hospitalaria (HIS), permitiendo una comunicación eficaz entre distintos departamentos y profesionales de la salud. Esto asegura que la información del paciente esté disponible cuando y donde se necesite, evitando duplicidades y pérdidas de datos, lo cual es esencial para la continuidad de la atención especialmente en entornos donde los pacientes son atendidos por múltiples especialistas (Lázaro, 2023).

Estos sistemas también juegan un papel vital en la reducción de errores y la mejora de la calidad de la atención al proporcionar alertas automáticas sobre interacciones medicamentosas, recordatorios de pruebas, y advertencias sobre alergias. La eficiencia operativa se ve incrementada gracias a la automatización de tareas administrativas, como la programación de citas y la gestión de camas, permitiendo al personal dedicar más tiempo a la atención directa del paciente.

La seguridad y privacidad de los datos son aspectos críticos manejados eficientemente por estos sistemas, implementando medidas de seguridad robustas para proteger la información sensible del paciente. La orquestación y automatización de procesos son también fundamentales, gestionando eficientemente la programación de cirugías, la asignación de camas y la coordinación de equipos médicos, lo que contribuye tanto a la seguridad del paciente como a una atención más personalizada.

En el contexto de CEMESA, estos sistemas permitirían a CEMESA centralizar y unificar la información clínica y administrativa, optimizar flujos de trabajo, mejorar la eficiencia operativa, aumentar la seguridad y privacidad de los datos, y ofrecer una experiencia de atención más personalizada y de alta calidad a sus pacientes. La utilización de tecnologías

como la localización en tiempo real (RTLS) y la automatización de procesos alrededor del paciente son ejemplos de cómo los hospitales modernos, como CEMESA, pueden liderar en el sector de salud, ofreciendo cuidados de vanguardia basados en la eficiencia y la innovación tecnológica.

IV. DESARROLLO

4.1 Semana 1: 15-19 de enero

4.1.1 Objetivos

- Dar conocimiento del equipo biomédico del Hospital CEMESA
- Mantenimiento preventivo y correctivo
- Acomodar equipos de almacén

4.1.2 Introducción

Durante la primera semana de operaciones en el Departamento de Biomédica, se llevó a cabo una serie de actividades meticulosamente planificadas para asegurar el óptimo funcionamiento y la seguridad de los equipos médicos en el Hospital. Esta fase inicial se centró en la implementación de estrategias de mantenimiento preventivo y correctivo, seguidas de una evaluación exhaustiva de las instalaciones hospitalarias, conforme a un enfoque metódico.

4.1.3 Descripción en las actividades

4.1.3.1 Manteamiento correctivo y preventivo

Responsables: Ing. Daniel Umaña, Ing. Tracy Guevara & Grecia Casco

Desarrollo:

Se realizó un mantenimiento preventivo al desfibrilador en la sala de UCI el equipo del Departamento de Biomédica se enfocó en la realización de un mantenimiento preventivo exhaustivo de los equipos críticos para la atención del paciente, priorizando aquellos ubicados en áreas de alta sensibilidad como la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) y el Quirófano. Esta iniciativa comenzó con el desfibrilador en la UCI, un dispositivo esencial para la reanimación cardiaca y el manejo de emergencias, siguiendo con una revisión integral de los equipos en el Quirófano.

Conclusión:

Estas actividades de mantenimiento reafirman la posición de CEMESA como líder en el sector de la salud en Honduras, demostrando una dedicación a la calidad, la innovación y, sobre todo, al bienestar del paciente. Mirando hacia el futuro, la adopción continua de

prácticas de mantenimiento avanzadas y la inversión en tecnología de punta permanecerán como pilares centrales de su estrategia para proporcionar atención médica excepcional, destacando el papel crítico de una gestión eficaz de la tecnología biomédica en el logro de la excelencia hospitalaria.



Ilustración 4: Desfibrilador y Quirófano

4.1.3.2 Necesidad: Reparación de equipo almacenado & Mantenimiento preventivo de monitores en Quirófano

Responsables: Ing. Tracy Guevara & Grecia Casco

Desarrollo: Se procedió a retirar el equipo necesario de almacenamiento, destinado a ser utilizado en el Quirófano. Esta acción fue crucial para garantizar que todos los dispositivos estuvieran en condiciones óptimas antes de su uso en procedimientos quirúrgicos. El proceso de revisión y mantenimiento preventivo abarcó una evaluación exhaustiva del estado físico y funcional del equipo, incluyendo la calibración precisa, la actualización de software cuando fue necesario, y la implementación de ajustes críticos para asegurar la máxima eficiencia y seguridad operativa.

Conclusión:

La implementación de un mantenimiento preventivo riguroso, particularmente en el ámbito crítico del quirófano, destaca el compromiso inquebrantable de CEMESA con la excelencia en la atención al paciente y la seguridad operativa. Al retirar y revisar meticulosamente el equipo de almacenamiento, garantizando su óptimo funcionamiento

antes de su utilización en procedimientos quirúrgicos, el hospital no solo refuerza la confiabilidad de sus servicios médicos, sino que también demuestra una proactividad esencial para prevenir fallos de equipo y minimizar los riesgos para los pacientes. Esta estrategia subraya la importancia de una gestión de mantenimiento detallada y sistemática, evidenciando un enfoque integral hacia la calidad del cuidado y la seguridad del paciente, fundamentales en el ethos de CEMESA.



Ilustración 5: Reparación de equipo de almacenamiento y mantenimiento

4.2 Semana 2: 22-26 de enero

4.2.1 Objetivos

- Mantenimiento Preventivo
- Calibración de Oxígeno
- Garantizar la Precisión de la Dosificación

4.2.2 Introducción

La gestión y el mantenimiento de los equipos de oxígeno son fundamentales para asegurar la entrega eficiente y segura de terapias vitales para los pacientes. La calibración adecuada y el mantenimiento preventivo de estos dispositivos no solo son esenciales para la seguridad del paciente y la efectividad del tratamiento, sino que también son cruciales para la operatividad y la sostenibilidad de los servicios de salud.

4.2.3 Descripción en las actividades

4.2.3.1 Necesidad: *Implementar un programa riguroso de calibración y mantenimiento preventivo para los equipos de oxígeno*

Responsables: Ing. Tracy Guevara, Ing. Daniel Umaña y Grecia Casco

Desarrollo:

Se implementó un programa de calibración y mantenimiento preventivo para equipos de oxígeno en entornos hospitalarios es esencial para garantizar una administración segura y precisa de oxígeno a los pacientes.

Conclusión: La implementación efectiva de un programa de calibración y mantenimiento preventivo para los equipos de oxígeno en entornos hospitalarios es fundamental para asegurar la administración de oxígeno de manera segura y precisa, un pilar esencial en la provisión de cuidados críticos.



Ilustración 6: Mantenimiento preventivo y calibración de oxígeno

4.2.3.2 Necesidad: *Mantenimiento preventivo bomba de infusión*

Responsable:

Ing. Tracy Guevara & Grecia Casco

Desarrollo: Este proceso comenzó con una evaluación detallada de cada bomba de infusión, asegurando su funcionamiento óptimo y la precisión en la administración de medicamentos y fluidos críticos para los pacientes.

El mantenimiento inició con la inspección visual de los dispositivos, buscando signos de desgaste o daño físico. Posteriormente, procedí a realizar pruebas funcionales que incluyeron la verificación de la calibración de la tasa de flujo, la precisión de los volúmenes de infusión y la integridad de las alarmas y sistemas de seguridad. Cada bomba fue cuidadosamente limpiada y desinfectada, siguiendo protocolos estrictos para eliminar cualquier riesgo de contaminación.

Conclusión:

La realización del mantenimiento preventivo de las bombas de infusión en la sala de Hemodinamia subraya el compromiso con la excelencia en la atención al paciente y la seguridad clínica. Este proceso meticuloso no solo asegura la precisión y la fiabilidad en la administración de terapias vitales, sino que también extiende la durabilidad de los equipos críticos, optimizando así los recursos hospitalarios.



Ilustración 7: Mantenimiento preventivo de bomba de infusión

4.3 SEMANA 3: 29 DE ENERO – 2 DE FEBRERO

4.3.1 Objetivos

- Mantenimiento de Ultrasonido
- Colocar los equipos de laboratorio estén en orden
- Analizar el problema del ultrasonido del disco de memoria

4.3.2 Introducción

Paralelamente, fue responsable de efectuar un inventario detallado en el laboratorio, asegurándose de que todos los equipos y suministros estuvieran correctamente catalogados, en estado óptimo de funcionamiento y listos para satisfacer las demandas diagnósticas y de tratamiento del hospital.

4.3.3 Descripción de actividades

4.3.3.1 *Necesidades: Orden de equipos y Mejoramiento de ultrasonido*

Responsables: Ing. Daniel Umaña Ing. Tracy Guevara y Grecia Casco

Desarrollo: Se dio un mejoramiento de orden en el área de laboratorio con el fin de levantamiento de inventario de cada área llevando un mejor orden y reparación de ultrasonido cardiaco. Este enfoque integral aseguró que los equipos estuvieran no solo técnicamente avanzados y en perfecto estado de funcionamiento, sino también accesibles y fáciles de usar para el personal médico, demostrando el valor de una gestión proactiva y metódica de los recursos biomédicos.

Conclusión:

Al evaluar cuidadosamente el estado y la ubicación de cada equipo, realizar mejoras técnicas esenciales y asegurar una calibración precisa, se mejoró notablemente la calidad y la fiabilidad de los servicios de diagnóstico por ultrasonido y mejoramiento de los equipos de laboratorio.



Ilustración 8: Mantenimiento a equipo de laboratorio y ultrasonido

4.4 Semana 4 5-9 de febrero

4.4.1 Objetivos

- Mantenimiento de monitor
- Calibración de bombas de infusión
- Recuperación de bombas de infusión

4.4.3 Introducción

se centra en dos áreas críticas: la reparación de monitores y la recuperación de bombas de infusión que han sufrido deterioro mientras se encontraban almacenados en bodega. Abordaremos cómo, a través de procedimientos meticulosos de diagnóstico y reparación, es posible restaurar estos equipos esenciales para la atención médica.

4.4.4 Descripción de actividades

4.4.5 Necesidades: Reparación & recuperación de equipos

Responsables: Grecia Casco e Ing. Tracy Guevara

Desarrollo: La restauración de monitores y bombas de infusión que se han deteriorado durante su almacenamiento es un aspecto crucial del mantenimiento de equipos médicos. Este proceso no solo devuelve estos dispositivos a su funcionamiento óptimo, sino que también garantiza su seguridad y fiabilidad para el uso clínico. Al llevar a cabo un diagnóstico preciso y reparaciones especializadas, se pueden abordar problemas

derivados del desuso o el almacenamiento inadecuado, como la obsolescencia de componentes o el daño físico.

Conclusión: la reparación de monitores y la recuperación de bombas de infusión son prácticas esenciales que no solo restablecen la funcionalidad de equipos médicos vitales, sino que también aseguran su operación segura y eficiente.



Ilustración 9: Recuperación de equipo & reparación

4.5 Semana 5 12-16 de febrero

4.5.1 Objetivos

- Reparación de monitor de signos vitales
- Reparación de placa de hagiógrafo
- Mantenimiento de Tomógrafo

4.5.2 Introducción

Estos procedimientos abarcan desde diagnósticos detallados para identificar las causas de mal funcionamiento hasta ajustes de calibración y reparaciones específicas, asegurando que cada equipo funcione correctamente y produzca resultados precisos. Ya sea restaurando la calidad de imagen de un tomógrafo, asegurando la precisión en la captura de imágenes radiográficas, o manteniendo la funcionalidad segura de las máquinas de anestesia.

4.5.3 Descripción de actividades

4.5.4 Necesidades: Reparación y prevención de daño

Responsables: Ing. Daniel Umaña y Grecia Casco

Desarrollo:

La comprensión y reparación de fallas en equipos médicos como tomógrafos, equipos de radiografía, y máquinas de anestesia son cruciales para la seguridad y eficacia del tratamiento médico. Estos procedimientos abarcan desde diagnósticos detallados para identificar las causas de mal funcionamiento hasta ajustes de calibración y reparaciones específicas, asegurando que cada equipo funcione correctamente y produzca resultados precisos.

Conclusión: Estas prácticas no solo garantizan el funcionamiento óptimo de herramientas cruciales para el diagnóstico y tratamiento, sino que también destacan la relevancia del mantenimiento preventivo y correctivo.



Ilustración 10: Reparación de equipo & mantenimiento preventivo

4.6 SEMANA 6 DEL 19- 23 DE FEBRERO

4.6.1 Objetivos

- Reparación de lámpara cialítica
- Calibración y reparación de máquina de anestesia

4.6.2 Introducción

Para el cambio de rotor en una lámpara cialítica, se desmonta cuidadosamente para acceder al rotor, se retira el antiguo y se instala el nuevo, asegurándose de su correcta alineación y fijación. Para calibrar una máquina de anestesia con un procedimiento de fuga de gas, primero se prepara desactivándola y desconectándola de cualquier fuente de energía, seguido de una inspección visual para identificar daños.

4.6.3 Descripción de actividades

4.6.3.1 Necesidades: Correctivo & prevención de equipo

Responsables: Ing. Tracy Guevara & Grecia Casco

Desarrollo: Para el cambio de rotor en una lámpara cialítica, se desmonta cuidadosamente para acceder al rotor, se retira el antiguo y se instala el nuevo, asegurándose de su correcta alineación y fijación. Tras el re ensamblaje, se realiza una prueba para verificar que la lámpara funcione adecuadamente. Estos procedimientos requieren seguir estrictamente las guías del fabricante y las normas de seguridad para garantizar tanto la seguridad del técnico como el funcionamiento óptimo del equipo.

Conclusión: La calibración de máquinas de anestesia y el mantenimiento de lámparas cialíticas son tareas esenciales para garantizar la seguridad del paciente y la eficiencia en los procedimientos quirúrgicos. Estos procesos requieren un conocimiento técnico especializado, atención meticulosa a los detalles, y un seguimiento estricto de las normativas de seguridad y las instrucciones del fabricante.

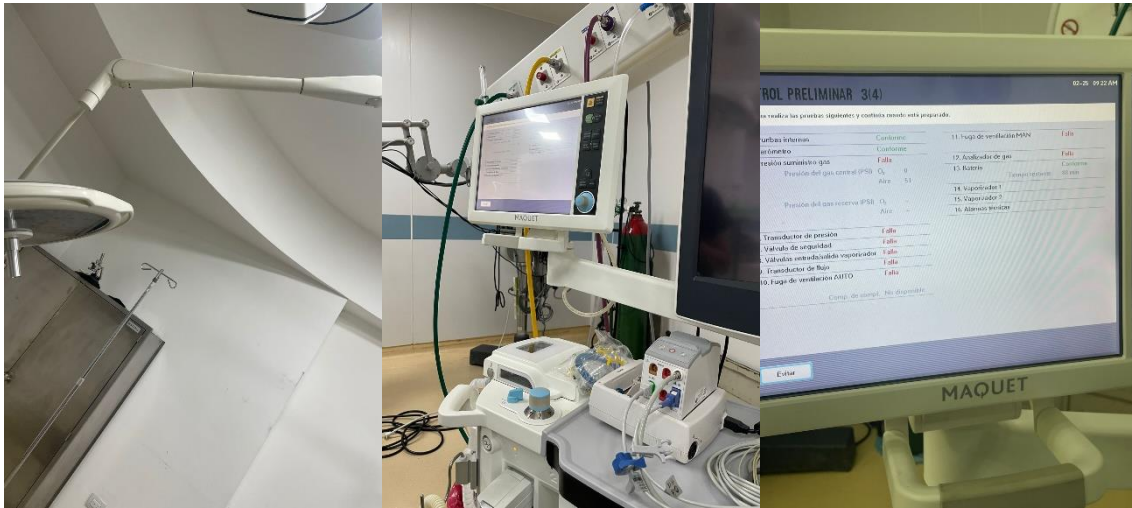


Ilustración 11: Reparación de lámpara cialítica y máquina de anestesia

4.7 SEMANA 7 DEL 26-01 DE MARZO

4.7.2 Objetivos

- Mantenimiento
- Calibración de equipo
- Reparación de equipos en cada área

4.7.3 Introducción

A través de un enfoque detallado y metódico, pude aplicar conocimientos especializados para evaluar, diagnosticar y resolver diversos desafíos técnicos, garantizando así que cada equipo funcionara según las especificaciones requeridas y mantuviera los más altos estándares de seguridad y eficacia.

4.7.4 Desarrollo de actividades

4.7.4.1 Necesidades: Correctivo & prevención de equipo

Desarrollo: El mantenimiento preventivo jugó un papel crucial, permitiendo identificar y solucionar problemas antes de que pudieran afectar las operaciones. La documentación detallada de cada procedimiento de mantenimiento y reparación garantizó un seguimiento efectivo y proporcionó una base para futuras intervenciones. Las tareas de

limpieza regular se realizaron para evitar la contaminación de muestras y asegurar la integridad de los experimentos. Además, se revisaron y reemplazaron filtros, se lubricaron partes móviles y se actualizaron los softwares para cumplir con los últimos estándares de seguridad y eficiencia.

Conclusión: El mantenimiento exhaustivo y sistemático de los equipos de laboratorio y de las máquinas de anestesia es fundamental para asegurar la precisión diagnóstica, la seguridad del paciente y la eficacia de los procedimientos quirúrgicos. Esta práctica no solo prolonga la vida útil de equipos críticos, sino que también previene interrupciones operativas y minimiza los riesgos asociados con el mal funcionamiento del equipo.



Ilustración 12: Mantenimiento y calibración de equipo médico

4.8 SEMANA 8 DEL 4 AL 8 DE MARZO

4.8.2 Objetivos

- Mantenimiento preventivo de laboratorio
- Limpieza de equipos

4.8.3 Introducción

El inventario y mantenimiento preventivo de los equipos de laboratorio son aspectos críticos en la gestión eficiente de cualquier instalación científica o de investigación. Estos procesos aseguran que los equipos estén en óptimas condiciones para realizar experimentos y análisis precisos, minimizando así el riesgo de fallos operativos que podrían afectar la calidad de los resultados obtenidos.

4.8.4 Desarrollo de actividades

4.8.4.1 Necesidades: Correctivo & prevención de equipo

Desarrollo: El inventario de equipos de laboratorio implica la elaboración de un registro detallado que incluye información sobre cada instrumento presente en la instalación. Esto puede incluir datos como el nombre del equipo, número de serie, modelo, fecha de adquisición, ubicación en el laboratorio, estado de funcionamiento, historial de mantenimiento y cualquier otro detalle relevante. Mantener un inventario preciso facilita la gestión de recursos, la planificación de experimentos y la identificación de necesidades de actualización o reemplazo de equipos obsoletos.

Conclusiones: El inventario y mantenimiento preventivo de equipos de laboratorio son prácticas esenciales para garantizar el funcionamiento eficiente de una instalación científica o de investigación. Un inventario preciso permite una gestión más efectiva de los recursos y una planificación adecuada, mientras que el mantenimiento preventivo ayuda a evitar fallos operativos y a prolongar la vida útil de los equipos. Al implementar estas prácticas de manera sistemática, se promueve la productividad, se asegura la calidad de los resultados experimentales y se maximiza la eficiencia en el laboratorio.



Ilustración13 : Mantenimiento y calibración laboratorio

4.9 SEMANA 9 DEL 11 AL 15 DE MARZO

4.8.2 Objetivos

- Calibración de acelerador lineal
- Correcciones del equipo

4.8.3 Introducción

La calibración y reparación de equipos de acelerador lineal son procesos fundamentales en la radioterapia moderna, donde la precisión y confiabilidad son críticas para el tratamiento efectivo del cáncer. Los aceleradores lineales son dispositivos complejos que generan haces de radiación de alta energía utilizados en la administración de tratamientos oncológicos. La calibración regular garantiza que el equipo entregue dosis de radiación precisas y consistentes, mientras que la reparación oportuna de cualquier falla o mal funcionamiento es crucial para evitar interrupciones en el tratamiento de los pacientes y mantener la seguridad en el entorno clínico.

4.8.4 Desarrollo de actividades

4.8.4.1 Necesidades: Correctivo & prevención de equipo

Desarrollo: el mantenimiento preventivo se basa en la realización de actividades planificadas para prevenir fallos y asegurar el rendimiento óptimo de los equipos a lo largo

del tiempo. Esto puede implicar acciones como la limpieza regular de componentes, la calibración periódica, la lubricación de partes móviles y la inspección visual de desgastes. Al implementar un programa de mantenimiento preventivo adecuado, se reducen los tiempos de inactividad no planificados y se minimizan los costos asociados con reparaciones mayores.

Conclusiones: La calibración adecuada y la reparación eficiente de los equipos de acelerador lineal son aspectos críticos en la prestación de servicios de radioterapia de calidad. Estas prácticas aseguran la precisión en la administración de dosis de radiación, lo que es esencial para el éxito del tratamiento oncológico. Al implementar procesos de calibración y reparación rigurosos, los centros de radioterapia pueden mantener altos estándares de seguridad y eficacia en la atención al paciente.



Ilustración14 : Mantenimiento y calibración de acelerador lineal

4.10 SEMANA 10 DEL 18 AL 122 DE MARZO

4.8.2 Objetivos

- Cambio de placa de ventilador
- Mantenimiento correctivo

4.8.3 Introducción

La reparación de ventiladores mecánicos es una tarea crucial en entornos médicos y hospitalarios, donde estos dispositivos desempeñan un papel vital en el soporte respiratorio de pacientes críticos. En este contexto, el reemplazo de componentes importantes, como placas y mangueras, es una práctica común para garantizar el funcionamiento óptimo y seguro de los equipos.

4.8.4 Desarrollo de actividades

4.8.4.1 Necesidades: Correctivo & prevención de equipo

Desarrollo: La reparación del ventilador mecánico comenzó con un diagnóstico exhaustivo para identificar los problemas específicos que afectaban al equipo. Se detectó que tanto la placa principal como algunas mangueras estaban dañadas, lo que comprometía el funcionamiento adecuado del ventilador y ponía en riesgo la salud de los pacientes que dependían de él.

Conclusiones: La reparación exitosa del ventilador mecánico, que incluyó el cambio de placa y mangueras, ha permitido restaurar su funcionalidad y fiabilidad. Esta intervención no solo ha asegurado que el equipo pueda continuar brindando soporte respiratorio vital a los pacientes, sino que también ha contribuido a la seguridad y eficacia de los tratamientos médicos en el entorno hospitalario. Además, resalta la importancia de realizar mantenimientos preventivos regulares y estar preparados para abordar cualquier fallo o deterioro en los equipos médicos críticos.

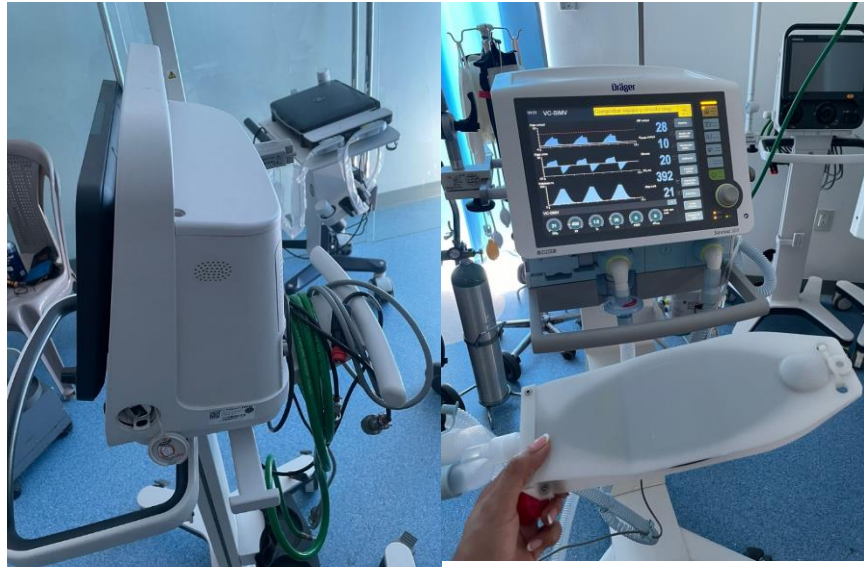


Ilustración15 : Mantenimiento y calibración de acelerador lineal

V. TABLERO DE INDICADORES

SEMANA 1	
Indicador	Coeficiente
Tiempo de inactividad de bombas de infusión en horas	2
Tiempo de inactividad de monitores de signos vitales en horas	3
Número de veces que el equipo presenta fallos en el último mes	4
Tiempo promedio de reparación por equipo en horas	2
Tiempo promedio de inactividad de desfibriladores en horas	5
Horas implementadas en la revisión de equipos de UCI	4
Horas implementadas en la inspección visual y funcional de cables y sensores para detectar daños, desgaste, o desconexiones.	2
Duración del tiempo en que el equipo de recuperación de quirófano no está disponible para uso clínico debido a actividades de mantenimiento en horas.	4

SEMANA 2	
Indicador	Coeficiente
Inspección visual y física de la lámpara para identificar posibles daños	1
Horas dedicadas a la reparación de la lámpara de operación	5
Horas dedicadas a pruebas de seguridad eléctrica y mecánica después de la reparación	3
Horas dedicadas a la búsqueda de soluciones técnicas	3
Horas dedicadas a la verificación de las mangueras y conectores que estén libres de daños físicos y asegurar que las conexiones sean seguras y sin fugas.	2
Horas dedicadas a realizar pruebas para evaluar la capacidad del desfibrilador de cargar y descargar la energía especificada de manera eficiente y precisa.	2
Horas dedicadas a inspeccionar los circuitos de gas para identificar posibles obstrucciones, desgaste de materiales o conexiones inseguras.	1
Horas dedicadas a eliminar contaminantes y asegurar el funcionamiento eficiente de los componentes de las máquinas de anestesia.	2
Horas dedicadas a asegurar que el ventilador opere correctamente bajo diferentes modos y configuraciones, y que los monitores muestren lecturas precisas y fiables.	2

Tiempo total en horas que el equipo estuvo fuera de servicio por evaluación y mantenimiento	5
Número de equipos médicos reparados/revisados	9
Horas dedicadas al inventario de cada área y la programación de mantenimientos	3

SEMANA 3

Indicador	Coeficiente
Horas dedicadas a la medición de fluctuaciones en el campo magnético de la resonancia magnética	2
Horas de inactividad de la resonancia magnética debido a las actividades de mantenimiento	4
Horas dedicadas a la reparación del ultrasonido	3
Horas dedicadas al inventario de equipos de laboratorio	2
Horas dedicadas a la evaluación inicial de cada equipo para determinar su estado actual, identificar cualquier necesidad de mantenimiento inmediato y planificar el mantenimiento preventivo futuro.	3
Número de equipos médicos revisados/reparados	7
Horas de mantenimiento dedicadas al equipo de laboratorio	8

SEMANA 4

Indicador	Coeficiente
Horas de inactividad del microscopio	3
Horas dedicadas al mantenimiento preventivo y pruebas de funcionamiento de la centrifuga	3
Tiempo dedicado a la evaluación visual, limpieza y pruebas de funcionamiento de la balanza	3
Horas dedicadas a la evaluación del sistema de suministro de oxígeno	2
Horas dedicadas a la calibración utilizando equipos de detección de fugas de alta sensibilidad para localizar y cuantificar cualquier escape de oxígeno.	3
Horas dedicadas a asegurar que las señales transmitidas al monitor sean precisas y reflejen fielmente las mediciones del osciloscopio.	2
Horas dedicadas a la edición de voltajes en puntos críticos del circuito para asegurar que están dentro de los rangos especificados.	2
Horas dedicadas a pruebas de funcionamiento y diagnóstico de componentes internos para identificar cualquier mal funcionamiento.	2

Horas dedicadas a la limpieza y revisión de equipos médicos	10
---	----

SEMANA 5

Indicadores	Valores
Horas dedicadas al cambio de batería y pruebas de funcionamiento del equipo	2
Horas dedicadas al reemplazo del módulo de visualización del arco en C	4
Horas dedicadas a la evaluación de la calidad de las imágenes producidas por el sistema después de reemplazar el módulo de visualización.	2
Horas dedicadas a calibración del acelerador lineal	6
Horas de inactividad del acelerador lineal	10
Horas dedicadas a la realización del protocolo de mantenimiento preventivo del sistema de angiografía	4

SEMANA 6

Indicador	Coeficiente
Horas dedicadas a la calibración de la corriente eléctrica	2
Horas dedicadas a la evaluación de la precisión con la que el equipo de rayos X entrega la dosis de radiación ajustada	2
Horas dedicadas al mantenimiento preventivo de bombas de infusión	4
Horas dedicadas a la evaluación de la estabilidad operativa de la bomba de infusión tras la transferencia del módulo de visualización	2
Horas dedicadas al mantenimiento preventivo de monitores de signos vitales	4
Horas dedicadas a evaluar la funcionalidad y calibración de sensores de monitores de signos vitales	4
Horas dedicadas a la actualización de software de monitores de signos vitales	4
Tiempo de inactividad promedio de cada equipo por motivos de mantenimiento	2

SEMANA 7

Indicador	Coeficiente
Horas dedicadas al reemplazo de manguera para suministro de oxígeno	2
Horas dedicadas a la realización de pruebas de estanqueidad	3
Horas dedicadas a la sustitución de cables de conexión en monitores de signos vitales	2
Horas dedicadas a pruebas de funcionamiento de monitor de signos vitales	8
Tiempo promedio de inactividad de equipos en horas	2

SEMANA 8	
Indicador	Coeficiente
Horas dedicadas al mantenimiento correctivo del arco en C	5
Horas dedicadas a la evaluación de funcionamiento de arco en C post mantenimiento	2
Horas dedicadas al cambio del brazo de la lámpara cialítica	4
Horas dedicadas a la realización de pruebas de resistencia mecánica y rango de movimiento	2
Tiempo de inactividad promedio de equipo en horas	4

SEMANA 9	
Indicador	Coeficiente
Horas dedicadas a la calibración de monitores de signos vitales	8
Horas dedicadas a evaluar la precisión de las mediciones de ECG después de la instalación del nuevo componente y la calibración.	4
Horas dedicadas al mantenimiento preventivo de ventiladores mecánicos	4
Horas dedicadas a verificar la precisión en la administración de oxígeno y otros gases medicinales.	2

SEMANA 10	
Indicador	Coeficiente
Horas dedicadas a la instalación de la nueva placa de circuito impreso	3
Horas dedicadas a la evaluación de la nueva PCB	2
Horas dedicadas al cambio del sistema de suministro de gas	12
Horas dedicadas al mantenimiento de equipo médico	8
Horas dedicadas a la revisión de inventario de equipo médico	4

VI. DIAGRAMA DE GANTT

Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Conocer el equipo biomédico del Hospital CEMESA										
Calibración de equipo médico										
Mantenimiento correctivo de equipo médico										
Mantenimiento preventivo de equipo médico										
Ordenar el equipo médico del Hospital										
Recuperación de equipo médico										
Descarte de equipo médico										
Adquisición de nuevo equipo médico										
Realización de pruebas de funcionamiento										
Instalación de equipamiento médico										

VII. CONCLUSIONES

- El Departamento de Ingeniería Biomédica desempeña un papel crucial en el mantenimiento, la calibración y la gestión de equipos médicos avanzados. Este departamento es fundamental para garantizar la seguridad y la eficacia de los dispositivos utilizados en la atención médica.
- La colaboración entre el Departamento de Ingeniería Biomédica y otros departamentos, como Mantenimiento y Adquisiciones es vital para garantizar una gestión eficiente de los recursos y una respuesta oportuna a las necesidades de los equipos médicos.
- Las actividades realizadas que incluyen el apoyo en la implementación de programas de mantenimiento preventivo, la colaboración interdepartamental para garantizar la gestión eficiente de los recursos y una respuesta oportuna a las necesidades de los equipos médicos, son fundamentales para mantener la operatividad y la seguridad de los dispositivos utilizados en la atención médica.
- Se participó activamente en la evaluación y reparación de equipos, lo que garantiza que cada dispositivo funcione correctamente y cumpla con los estándares de precisión y seguridad necesarios para los diagnósticos y tratamientos médicos.

VIII. RECOMENDACIONES

Para la universidad:

- Incorporar más actividades prácticas y experiencias de aprendizaje en entornos reales de trabajo dentro del plan de estudios de ingeniería biomédica. Esto permitirá a los estudiantes adquirir habilidades prácticas y conocimientos técnicos relevantes para la carrera.
- Fomentar el desarrollo de habilidades blandas como la comunicación efectiva, el trabajo en equipo y el liderazgo.

Para el Hospital CEMESA:

- Continuar invirtiendo en tecnología y formación del personal. Esto garantizará que el hospital siga siendo un líder en el sector de la salud y pueda ofrecer servicios de alta calidad a sus pacientes.
- Implementar procesos de gestión de riesgos, realizar auditorías regulares y fomentar la participación activa del personal en la mejora continua de los procesos y prácticas.

REFERENCIAS

- admin. (2022, julio 29). Monitor de signos vitales: ¿Qué es y para qué sirve? *Emed Ingeniería*.
<https://emedingenieria.com/monitor-de-signos-vitales-que-es-para-que-sirve/>
- Bell-Aldeghi, R., Gibrat, B., Rapp, T., Chauvin, P., Guern, M. L., Billaudeau, N., Ould-Kaci, K., & Sevilla-Dedieu, C. (2023). Determinants of the Cost-Effectiveness of Telemedicine: Systematic Screening and Quantitative Analysis of the Literature. *Telemedicine and e-Health*, 29(7), 1078-1087. <https://doi.org/10.1089/tmj.2022.0161>
- Calton, B., Abedini, N., & Fratkin, M. (2020). Telemedicine in the Time of Coronavirus. *Journal of Pain and Symptom Management*, 60(1), e12-e14.
<https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2020.03.019>
- Chesbrough, H. W. (2008). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business School Press.
- Cortez, C. (2023, junio 14). ¿Qué son las bombas de infusión? Definición, componentes, funcionamiento, tipos. <https://mundotuerca.cl/que-son-las-bombas-de-infusion-definicion-componentes-funcionamiento-tipos/>
- Emaint. (2021, abril 28). ¿Qué es el mantenimiento preventivo? Significado, ejemplos, ventajas.
<https://www.emaint.com/es/what-is-preventive-maintenance/>
- Eren, H. (2017). *Telemedicine and Electronic Medicine*. Routledge & CRC Press.
<https://www.routledge.com/Telemedicine-and-Electronic-Medicine/Eren-Webster/p/book/9781138893597>

- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2003). *The Triple Helix -- University-Industry-Government Relations: A Laboratory for Knowledge Based Economic Development* (SSRN Scholarly Paper 2480085). <https://papers.ssrn.com/abstract=2480085>
- Jainista, A. (2023, noviembre 25). *Cómo desarrollar un sistema de gestión hospitalaria—Guía 2023*. <https://oyelabs.com/es/develop-sistema-de-gestion-hospitalaria/>
- Kalstein. (2020, septiembre 15). *¿Cómo funciona un monitor de signos vitales?* *Kalstein*. <https://kalstein.com.mx/como-funciona-un-monitor-de-signos-vitales/>
- Kalstein. (2021, agosto 20). *¿Qué es una bomba de infusión?* *Kalstein*. <https://kalstein.net/es/que-es-una-bomba-de-infusion/>
- Kruse, C. S., Soma, M., Pulluri, D., Nemali, N. T., & Brooks, M. (2017). The effectiveness of telemedicine in the management of chronic heart disease—A systematic review. *JRSM Open*, 8(3), 2054270416681747. <https://doi.org/10.1177/2054270416681747>
- Lázaro, M. (2023, junio 19). *Hospital Digital Integrado: Una gestión de pacientes eficiente*. <https://www.mysphera.com/es/hospital-digital-integrado-avanzando-hacia-una-gestion-de-pacientes-eficiente/>
- Metkus, T. (2022, mayo 10). *Desfibrilador cardioversor implantable: MedlinePlus enciclopedia médica*. <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/007370.htm>
- OPS. (2019). *Modelos de atención en salud—OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud*. <https://www.paho.org/es/temas/modelos-atencion-salud>

Polis, E. (2002, abril 19). *¿Qué es administración de tecnología o gestión tecnológica?* gestiopolis. <https://www.gestiopolis.com/que-es-administracion-de-tecnologia-o-gestion-tecnologica/>

Rodriguez, M. (2018). *Desfibrilador*. Fundación Española del Corazón. <https://fundaciondelcorazon.com/informacion-para-pacientes/tratamientos/desfibrilador.html>

Rogers, E. M. (2013). *Diffusion of innovations* (3rd ed). Free Press; Collier Macmillan.

Sanflippo. (2022, marzo 9). *Mantenimiento correctivo: Guía sencilla*. SafetyCulture. <https://safetyculture.com/es/temas/mantenimiento-preventivo-y-correctivo/>

Vargo, S. L., & Lusch, R. F. (2008). Service-dominant logic: Continuing the evolution. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 36(1), 1-10. <https://doi.org/10.1007/s11747-007-0069-6>

VIU. (2021). *¿Qué es la ingeniería biomédica? Principales conceptos | VIU Colombia*. <https://www.universidadviu.com/co/actualidad/nuestros-expertos/que-es-la-ingenieria-biomedica-principales-conceptos>

Weinstein, R. S., Lopez, A. M., Joseph, B. A., Erps, K. A., Holcomb, M., Barker, G. P., & Krupinski, E. A. (2014). Telemedicine, telehealth, and mobile health applications that work: Opportunities and barriers. *The American Journal of Medicine*, 127(3), 183-187. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2013.09.032>