

**Desarrollo de mantenimiento correctivo y preventivo de los equipos biomédicos de la
empresa Amanecer Medico**

Richard Samir García Polo

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero mecatrónico

Director

Pedro Pablo Diaz Jaimes

Maestría en Gestión y Dirección de Proyectos

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de ingenierías y arquitectura

Ingeniería Mecatrónica

2025

Contenido

Introducción	6
1. Reseñas de la empresa	7
1.1. Misión	7
1.2. Vision.....	8
2. Justificación	8
3. Identificación de la problematica.....	9
4. Marco de referencia	9
4.1. Antecedentes	9
4.2. Bases teoricas.....	10
4.3. Normas aplicables	10
5. Objetivos.....	11
5.1. Objetivo general.....	11
5.2. Objetivos específicos	11
6. Plan de trabajo.....	12
7. Resultados y discusiones.....	¡Error! Marcador no definido. 4
7.1. Diagnostico del estado de los equipos biomédicos	11
7.2. Implementación del mantenimiento correctivo y preventivo	11
7.3. Impartición de capacitación	11
7.4. Registro de actividades	11
8. Conclusiones	19
Referencias.....	21

Lista de figuras

Figura 1. <i>Esquemático de actividades</i>	13
Figura 2. <i>Estado de las actividades</i>	14
Figura 3. <i>Impartición de capacitación al equipo de trabajo</i>	16
Figura 4. <i>Asignación de nivel por tipo de falla</i>	17
Figura 5. <i>Estantería de equipos pendientes de diagnóstico</i>	17
Figura 6. <i>Estantería de equipos agrupados por tipo de falla</i>	10
Figura 7. <i>Registro histórico de actividades</i>	19

Resumen

El presente informe describe la práctica empresarial que realicé en la empresa Amanecer Médico, la cual se dedica al suministro de equipos biomédicos en Colombia. El objetivo principal de este proyecto fue implementar un plan integral de mantenimiento correctivo y preventivo para aproximadamente 200 equipos fuera de circulación, entre los que se incluyen concentradores de oxígeno, ventiladores mecánicos, BPAP, CPAP, nebulizadores y aspiradores de secreciones. La intervención incluyó diagnóstico técnico, reemplazo de componentes defectuosos, estandarización de procedimientos conforme a normas internacionales (ISO 13485, IEC 60601) y la capacitación del personal técnico de la empresa. Asimismo, se desarrolló un sistema de registro en Excel para garantizar la trazabilidad de las intervenciones realizadas. Los resultados reflejan una mejora significativa en la disponibilidad de los equipos, optimización de recursos y fortalecimiento del cumplimiento normativo, lo que da como resultado la incrementación de la eficiencia operativa de la empresa y la calidad del servicio a las instituciones de salud. Se concluye con recomendaciones para asegurar la sostenibilidad del sistema de mantenimiento a través de la capacitación continua y una gestión adecuada del inventario de repuestos.

Palabras clave: CPAP, mantenimiento, equipos biomédicos, diagnóstico, optimización.

Abstract

This report describes the internship I completed at Amanecer Médico, a company dedicated to the supply of biomedical equipment in Colombia. The main objective of the project was to implement a comprehensive corrective and preventive maintenance plan for approximately 200 out-of-service devices, including oxygen concentrators, mechanical ventilators, BPAP, CPAP, nebulizers, and suction machines. The intervention involved technical diagnostics, replacement of defective components, standardization of procedures in accordance with international standards (ISO 13485, IEC 60601), and training of the company's technical staff. Additionally, an Excel-based tracking system was developed to ensure traceability of all maintenance interventions. The results show a significant improvement in equipment availability, resource optimization, and regulatory compliance, leading to increased operational efficiency and improved service quality for healthcare institutions. The report concludes with recommendations to ensure the sustainability of the maintenance system through ongoing staff training and proper spare parts inventory management.

Keywords: CPAP, maintenance, biomedical equipment, diagnostics, optimization.

Introducción

Amanecer Médico es una empresa que suministra equipos biomédicos, incluyendo concentradores de oxígeno, aspiradores de secreciones, nebulizadores, ventiladores mecánicos, BPAP y CPAP, en diversas regiones de Colombia. Actualmente, la empresa enfrenta el reto de mantener en operación un gran número de equipos, de los cuales aproximadamente 200 están fuera de circulación debido a la necesidad de mantenimiento. Esta situación no solo afecta la capacidad operativa de la empresa, sino que también impacta la disponibilidad de dispositivos médicos esenciales en diversas instituciones de salud, lo que puede comprometer la calidad del servicio prestado a los pacientes.

El mantenimiento de los equipos biomédicos es un aspecto crucial dentro del sector salud, ya que garantiza su correcto funcionamiento y prolonga su vida útil.

Este informe preliminar presenta el problema identificado, la justificación del estudio, los objetivos del proyecto y su alcance, con el fin de establecer una metodología eficiente para la implementación del mantenimiento correctivo y preventivo de los equipos biomédicos. Asimismo, busca asegurar el cumplimiento de normativas y optimizando los recursos disponibles.

1. Reseñas de la empresa

Amanecer Médico es una empresa del sector salud con amplia experiencia en el medio. Se caracteriza por ofrecer una excelente atención, priorizando el bienestar del paciente y garantizando un trato respetuoso e inclusivo, sin discriminación ni malos tratos. La empresa trabaja con equipos biomédicos de tecnología avanzada, asegurando la mejor calidad en sus dispositivos para la atención de pacientes con diversas necesidades de salud. Su compromiso con el servicio y su enfoque humano hacen de Amanecer Médico una organización con gran corazón, dedicada a mejorar la calidad de vida de sus usuarios. Además, ofrece servicios de venta y renta de equipo médico hospitalario, destacándose en la atención a pacientes oxigenodependientes y en la provisión de soluciones innovadoras para el sector salud. Cuenta con un amplio portafolio de productos y servicios, respaldado por un equipo de profesionales altamente capacitados y con experiencia en el área. La empresa también brinda capacitaciones adecuadas a su personal, destacándose por su carisma y compromiso en la atención a los clientes.

1.1. Misión

Mejorar la calidad de vida de nuestros usuarios y sus cuidadores con soluciones integrales de alta calidad, dispositivos médicos y gases medicinales; garantizando la seguridad, el bienestar y la satisfacción de nuestros clientes.

Nos enfocamos en aportar valor al sector salud a través de productos innovadores, un servicio eficiente, un equipo humano calificado, comprometido con la excelencia y la ética. [5]

1.2. Visión

Ser reconocidos por nuestra calidad, calidez, innovación y enfoque en el cliente; liderando el mercado de dispositivos médicos y gases medicinales e impulsando el avance del sector salud mediante prácticas sostenibles y un compromiso firme con la mejora continua, responsabilidad social y equidad en el acceso a tecnologías en salud en todo el territorio colombiano. [5]

2. Justificación

La puesta en marcha de un mantenimiento correctivo y preventivo es crucial para garantizar la operatividad continua de los equipos biomédicos de Amanecer Médico. Al reducir el número de dispositivos fuera de circulación, se mejora la capacidad de respuesta ante las solicitudes de los clientes y se optimiza la gestión de inventarios. Este proceso contribuye no solo a la sostenibilidad financiera de la empresa, sino también a la calidad del servicio que presta en el sector salud colombiano, asegurando que los equipos vitales estén disponibles cuando más se necesitan, lo que, a su vez, puede tener un impacto positivo en la atención a los pacientes. A nivel normativo, el mantenimiento de equipos biomédicos está regulado por normativas nacionales e internacionales que garantizan la seguridad y el correcto funcionamiento de estos dispositivos en entornos clínicos. La aplicación de un plan de mantenimiento conforme a las regulaciones vigentes contribuirá al cumplimiento de estándares de calidad y seguridad, minimizando riesgos tanto para los pacientes como para los profesionales de la salud que utilizan estos dispositivos.

En conclusión, este proyecto es fundamental para mejorar la gestión del mantenimiento en Amanecer Médico, asegurando la operatividad de los equipos biomédicos, optimizando recursos, fortaleciendo el cumplimiento normativo y garantizando la continuidad del servicio de atención a pacientes en Colombia.

3. Identificación de la problemática

Amanecer Médico enfrenta dificultades operativas debido a la acumulación de alrededor de 200 equipos biomédicos fuera de circulación, los cuales requieren mantenimiento correctivo y preventivo. Esta situación afecta la capacidad de la empresa para cumplir con la alta demanda de pedidos provenientes de diversas partes del país, limitando así su eficiencia en la distribución de equipos biomédicos como concentradores de oxígeno, aspiradores de secreciones, nebulizadores, ventiladores mecánicos, BPAP y CPAP. La falta de mantenimiento oportuno reduce la disponibilidad de equipos en óptimas condiciones y puede afectar la prestación de servicios de salud en las regiones donde opera. Dado este contexto, es necesario desarrollar e implementar un plan integral de mantenimiento correctivo y preventivo que permita optimizar la gestión de los equipos biomédicos en Amanecer Médico. Este plan debe estar enfocado en la reducción de tiempos de inactividad, la optimización de recursos, el cumplimiento de normativas y la mejora en la disponibilidad de equipos, garantizando así un servicio eficiente y confiable para el sector salud en Colombia.

4. Marco de referencia

4.1 Antecedentes

El mantenimiento de equipos biomédicos ha sido un aspecto clave en la gestión hospitalaria, ya que garantiza la seguridad y eficacia de los dispositivos médicos. Arroyo y Obando [6] proponen que la implementación de programas estructurados de mantenimiento preventivo reduce significativamente las fallas inesperadas y prolonga la vida útil de los equipos. Valencia [8] y Quintero [7] enuncian que, en Colombia, diversas instituciones han

adoptado modelos de mantenimiento basados en normativas internacionales para mejorar la operatividad.

4.2 Bases teóricas

El mantenimiento correctivo y preventivo se basa en diversas metodologías y estrategias de gestión de activos [9],[4]. Algunas de las más utilizadas incluyen:

- **Mantenimiento Correctivo:** Consiste en la reparación de equipos una vez que han fallado. Este tipo de mantenimiento es reactivo y, aunque necesario, puede generar tiempos de inactividad elevados si no se gestiona adecuadamente.
- **Mantenimiento Preventivo:** Se realiza de manera programada para evitar fallas antes de que ocurran. Implica inspecciones periódicas, calibraciones y reemplazo de piezas desgastadas.
- **Mantenimiento Predictivo:** Basado en la monitorización de condiciones operativas del equipo para anticipar fallas y realizar intervenciones en el momento óptimo.

4.3 Normativas aplicables

El mantenimiento de equipos biomédicos debe cumplir con estándares y regulaciones nacionales e internacionales. Entre las normativas más relevantes se encuentran:

- **Resolución 3100 de 2019 (Colombia):** Establece los requisitos para la habilitación de instituciones prestadoras de salud, incluyendo el mantenimiento de equipos biomédicos. esta resolución establece que los prestadores de servicios de salud deben garantizar que sus dispositivos médicos se encuentren en condiciones óptimas de funcionamiento, seguridad y calidad. Además, la resolución enfatiza la necesidad de llevar un registro detallado de

cada equipo biomédico, incluyendo su historial de mantenimiento, calibraciones, cambios de componentes y pruebas de funcionamiento. [1]

- ISO 13485: Es un estándar internacional que establece los requisitos para un sistema de gestión de calidad (SGC) en dispositivos médicos, incluyendo su diseño, producción, distribución y mantenimiento. Su objetivo principal es asegurar que los equipos biomédicos cumplan con los estándares de seguridad y eficacia en su uso dentro del sector salud. [2]
- IEC 60601: Es una norma internacional desarrollada por la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) que establece los requisitos esenciales de seguridad y desempeño electromédico para los equipos biomédicos. Su objetivo es garantizar que estos dispositivos sean seguros para los pacientes, los operadores y el entorno hospitalario en el que se utilizan. [3]
- OMS (Organización Mundial de la Salud): Directrices sobre la gestión y mantenimiento de equipos biomédicos en sistemas de salud. [10]

5. Objetivos

5.1. Objetivo general

Implementar un plan integral de mantenimiento correctivo y preventivo para los equipos biomédicos de la empresa Amanecer Médico, con el fin de mejorar la disponibilidad operativa de los equipos.

5.2. Objetivos específicos

Identificar las necesidades específicas de mantenimiento correctivo o preventivo de los equipos biomédicos fuera de circulación mediante inspección y pruebas pertinentes para conocer el estado actual de los mismos.

Establecer protocolos técnicos y operativos apoyados en el estado del arte y experiencia de la empresa para la implementación del respectivo mantenimiento en los equipos biomédicos conforme a las normativas vigentes.

Desarrollar un plan de capacitación especializada al equipo de mantenimiento en el manejo y reparación de los dispositivos biomédicos para asegurar la calidad de las intervenciones.

Definir una base de datos en Excel relacionando las acciones de mantenimiento realizadas para tener una información organizada.

6. Plan de trabajo

Las actividades establecidas durante la práctica para dar cumplimiento a los objetivos específicos se realizan de forma periódica por lo que tienen una fecha de inicio, una fecha final cuando termina el periodo de prácticas, dichas actividades se estarán realizando en simultaneo y se realizan desde el primer día que iniciaron las prácticas.

Las actividades por realizar son:

- Diagnóstico de equipos biomédicos: Evaluación del estado de funcionamiento de concentradores de oxígeno, aspiradores de secreciones, nebulizadores, ventiladores mecánicos, BPAP y CPAP.
- Mantenimiento correctivo: Reparación de fallas en equipos biomédicos, incluyendo cambio de componentes, limpieza interna, calibraciones y ajustes técnicos.

- Mantenimiento preventivo: Realización de inspecciones periódicas, limpieza, lubricación y verificaciones de parámetros para prevenir fallas.
- Capacitación y aprendizaje: Adquisición de conocimientos sobre normativas aplicables, protocolos de mantenimiento y técnicas avanzadas de reparación.
- Registro y documentación: Elaboración de reportes técnicos, bitácoras de mantenimiento y registros de intervenciones realizadas.

Figura 1. Esquemático de actividades

Objetivos específicos	Evaluación de objetivos	Actividades realizadas para consecución de dichos objetivos	Fecha Inicial	Fecha Final
En cada fila se ubican cada uno de los objetivos específicos.	Se especifica cómo se va a conseguir cada objetivo específica planteado, esto conducirá a cumplir el objetivo general.	Se indican las diferentes actividades realizadas para conseguir dicho objetivo específico.	Fecha de inicio de la actividad.	Fecha en la que se espera terminar la actividad.
1. Identificar las necesidades específicas de mantenimiento correctivo o preventivo de los equipos biomédicos fuera de circulación mediante inspección y pruebas pertinentes para conocer el estado actual de los mismos.	Conocer el mantenimiento de los equipos	Capacitacion del mantenimiento de los distintos equipos	16/07/2024	19/07/2025
	Inventario general	Revisión de los distintos espacios de trabajo	17/07/2024	19/07/2024
	Puesta en marcha de mantenimiento	Mantenimiento específico a cada equipo	17/07/2024	17/01/2025
2. Establecer protocolos técnicos y operativos apoyados en el estado del arte y experiencia de la empresa para la implementación del respectivo mantenimiento en los equipos biomédicos conforme a las normativas vigentes.	Inventario general	Revisión y diagnóstico de los distintos equipos	17/07/2024	1/11/2024
	Elaborar el sistema	Enumeración y categorización de los fallos comunes presentes en los equipos	21/10/2024	1/11/2024
	Documentación	Registrar las conclusiones por la cual el sistema de fallos fue basado	1/11/2024	8/11/2024
3. Desarrollar un plan de capacitación especializada al equipo de mantenimiento en el manejo y reparación de los dispositivos biomédicos para asegurar la calidad de las intervenciones.	Impartir la capacitación	Capacitación al resto del personal biomédico sobre el sistema de categorización	14/11/2024	14/11/2024
4. Definir una base de datos en Excel relacionando las acciones de mantenimiento realizadas para tener una información organizada.	Diseñar la base de datos	Registro de los distintos mantenimientos	17/07/2024	17/01/2025

Nota. Figura adaptada teniendo como referencia información de la empresa Amanecer Médico

Figura 2. *Estado de las actividades*

Nota. Figura adaptada teniendo como referencia información de la empresa Amanecer México.

Las actividades propuestas en el plan de trabajo se realizaron en el tiempo establecido y no se presenta algún retraso o dificultad.

7.1 Diagnostico del estado de los equipos biomédicos

Durante mi estadía en amanecer medico pude realizarles intervenciones técnicas a cerca de 200 equipos biomédicos que se encontraban fuera de servicio. Se identificaron las principales fallas y problemas recurrentes, categorizados de la siguiente manera:

- Concentradores de oxígeno: Obstrucción en filtros y mangueras, fugas en válvulas, fallas en el compresor, fallos en tarjeta principal y degradación de los tamices.
- Ventiladores mecánicos, BPAP y CPAP: Deterioro en conectores de mangueras, fallas en turbinas y fallos en tarjeta principal.
- Aspiradores de secreciones: Problemas con la bomba de vacío, obstrucción en las mangueras y acumulación de residuos en los recipientes de recolección.
- Nebulizadores: Desgaste de piezas plásticas, fallas en los motores y obstrucción en las boquillas de salida.

7.2 Implementación del mantenimiento correctivo y preventivo

Se llevo a cabo el mantenimiento teniendo en cuenta las acciones claves mencionadas a continuación:

- Sustitución de componentes defectuosos: La empresa Amanecer medico contaba con los repuestos necesarios para el mantenimiento correctivo de los equipos biomédicos que diagnosticamos, por lo cual la solución de estos equipos era remplazar el elemento que estaba en mal estado.
- Capacitación por parte del personal técnico: Recibí formación en detección de fallas, calibración de equipos y cumplimiento de normativas de seguridad por parte de mis superiores y compañeros de trabajo que ya contaban con la experiencia de haber realizado distintos mantenimientos.

- Estandarización de procedimientos de mantenimiento: Se establecieron protocolos técnicos basados en normativas como la ISO 13485 y la IEC 60601.

7.3 Impartición de capacitación

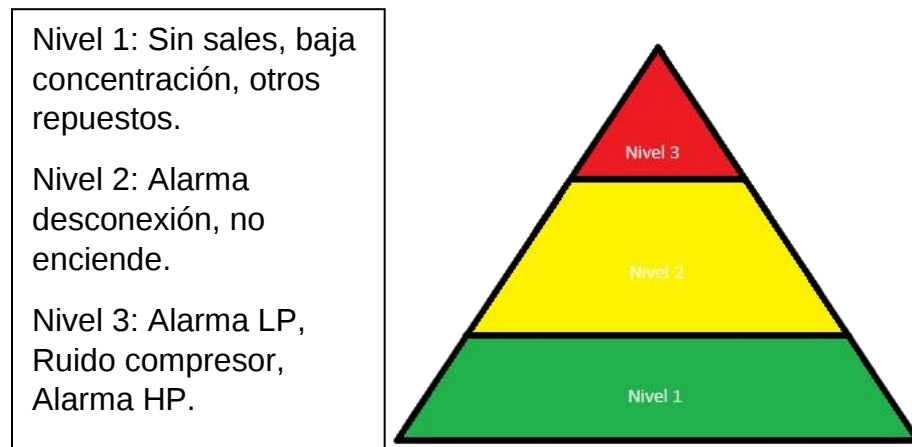
Uno de los objetivos específicos propuestos en mis practicas era capacitar al equipo técnico de la empresa con el fin de garantizar que el personal estuviera familiarizado con las normativas aplicables al mantenimiento de equipos biomédicos y con las mejoras implementadas en los procedimientos.

Figura 3. *Impartición de capacitación al equipo de trabajo*



La foto fue tomada en el puesto de trabajo

Una mejora que fue aplicada durante mi práctica en amanecer medio fue la implementación de un sistema de clasificación por fallas a los concentradores de oxígeno. Este sistema consiste en clasificar las fallas más comunes de los concentradores en tres niveles dependiendo su nivel de separabilidad para así enfocarnos en los concentradores cuyo mantenimiento fuera el más sencillo, agilizando el tiempo para cumplir con los pedidos de concentradores que era solicitadas por las entidades prestadoras de salud.

Figura 4. *Asignación de nivel por tipo de falla*

Adaptada teniendo como referencia información de la empresa Amanecer Médico

El nivel de falla también asignaba donde se iba a ubicar el equipo a la hora de almacenarlo, designando así los de fácil reparación y menos tiempo de reparación en un estante bajo y de fácil acceso y los de una mayor dificultad en la reparación ubicándolos en un estante más elevado y de acceso más laborioso.

Figura 5. *Estantería de equipos pendientes de diagnóstico*

La foto fue tomada de la estantería de los equipos de la empresa

Figura 6. *Estantería de equipos agrupados por tipo de falla*



La foto fue tomada de la estantería de los equipos de la empresa

La capacitación fue un elemento clave para el éxito del plan de mantenimiento, asegurando que los técnicos contaran con las herramientas y conocimientos necesarios para ejecutar intervenciones más eficientes y alineadas con los estándares de calidad y seguridad exigidos en el sector salud.

7.4 Registro de actividades

Para asegurar la trazabilidad y control del mantenimiento de los equipos biomédicos en Amanecer Médico, se implementó un sistema de registro en formato Excel que documentó cada intervención realizada. Este registro permitió llevar un seguimiento detallado de los mantenimientos correctivos y preventivos, facilitando la gestión de los dispositivos y la optimización de los recursos.

A	B	C	D	E	F	RG 175 de 500		
		Registro Histórico de Actividades de I						
Fecha de ejecución	Equipo	Item / Consecutivo	Serie	Tipo de Mantenimiento	Responsable	[] 1.5	[] 3.0	[] 4.0
08/08/24	CONCENTRADOR JAY	A2061687	MZJ5S292873	CORRECTIVO	RICHARD GARCIA	95	93.9	92.6
08/08/24	CONCENTRADOR JAY	A2061863	MZJ5S261776	CORRECTIVO	RICHARD GARCIA	95	93.9	92.6
08/08/24	CONCENTRADOR BF EVERFLO	A20412501	2013461	CORRECTIVO	Marisol Ramos	95	93.9	92.6
08/08/24	CONCENTRADOR JAY	A2061700	MZJ5S292893	CORRECTIVO	RICHARD GARCIA	95	93.9	92.6
08/08/24	CONCENTRADOR JAY	A2061974	MZJ5S261684	CORRECTIVO	RICHARD GARCIA	95	93.9	92.6
08/08/24	CONCENTRADOR JAY	A2060864	MZJ5S2254120	CORRECTIVO	RICHARD GARCIA	95	93.9	92.6
08/08/24	CONCENTRADOR JAY	A206485	MZJ5S219336	PREVENTIVO	RICHARD GARCIA	95	93.9	92.6
09/08/24	CONCENTRADOR BF EVERFLO	A04111722	24963	PREVENTIVO	RICHARD GARCIA	95	93.9	92.6
09/08/24	CONCENTRADOR BF EVERFLO	A20412535	2012970	REVISION	RICHARD GARCIA	95	93.9	92.6
09/08/24	CONCENTRADOR JAY	A2061975	MZJ5S261146	CORRECTIVO	RICHARD GARCIA	95	93.9	92.6
09/08/24	CONCENTRADOR JAY	A206887	MZJ5S254332	CORRECTIVO	RICHARD GARCIA	95	93.9	92.6
09/08/24	CONCENTRADOR BF EVERFLO	A04110251	23299	REVISION	Marisol Ramos	95	93.9	92.6
09/08/24	CONCENTRADOR JAY	A206361	MZJ5S218354	REVISION	RICHARD GARCIA	95	93.9	92.6
10/8/24	CONCENTRADOR JAY	A20681	MZJ5S157660	CORRECTIVO	RICHARD GARCIA	95	93.9	92.6

Adaptada teniendo como referencia información de la empresa Amanecer Médico

8. Conclusiones

El análisis de los resultados demuestra que la aplicación de un mantenimiento estructurado y basado en normativas genera un impacto positivo en la operatividad de una empresa de suministro de equipos biomédicos. La implementación del plan permitió recuperar un alto porcentaje de equipos, mejorar la eficiencia de la empresa y garantizar la seguridad de los pacientes que dependen de estos dispositivos.

Sin embargo, se identificaron desafíos a considerar para futuros procesos de mantenimiento:

- **Disponibilidad de repuestos:** Algunos equipos requirieron piezas específicas con tiempos de entrega prolongados.
- **Capacitación continua del personal:** La actualización constante en nuevas tecnologías es clave para mantener la calidad del mantenimiento.
- **Registro y documentación:** Es fundamental optimizar el seguimiento de cada equipo para facilitar futuras intervenciones.

En conclusión, la aplicación del mantenimiento correctivo y preventivo permitió mejorar la gestión operativa de Amanecer Médico, asegurando la disponibilidad de dispositivos médicos y fortaleciendo su capacidad de respuesta en el mercado.

Referencias

- [1] Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos, Avance Jurídico Casa Editorial S.A.S. (s/d). Compilación Jurídica del Invima - Resolución 3100 de 2019 MSPS. © Instituto Nacional De Vigilancia De Medicamentos Y Alimentos, Avance Jurídico Casa Editorial S.A.S. Recuperado el 3 de marzo de 2025, de https://normograma.invima.gov.co/normograma/compilacion/docs/resolucion_minsaludps_3100_2019.htm
- [2] What is ISO 13485 and How To Get ISO 13485 Certification. (s.d.). NQA Certification Body. Recuperado el 3 de marzo de 2025, de <https://www.nqa.com/es-co/certification/standards/iso-13485>
- [3] IEC 60601: Normas para la Seguridad de Productos Médicos. (s.d.). Recuperado el 3 de marzo de 2025, de <https://www.intertek.es/equipos-medicos/seguridad-iec-60601/>
- [4] Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos. (s.d.). Recuperado el 3 de marzo de 2025, de <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241501538>
- [5] *Nosotros | Amanecer Medico.* (s/f). Recuperado el 3 de marzo de 2025, de <https://amanecermedico.com/nosotros/>
- [6] Arroyo Vaca, C. S., & Obando Quito, R. F., (2022). Importancia de la implementación de mantenimiento preventivo en las plantas de producción para optimizar procesos. E-IDEA

Journal of Engineering Science, 4 (10), 59- 69. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.53734/esci.vol4.id240>

[7] Quintero J. D. (2021). estudio de las normas técnicas utilizadas en el área de mantenimiento universidad de Pamplona, facultad de ingenierías y arquitectura, departamento mmi, Pamplona

[8] Valencia J. A. (2015). Análisis de la gestión de mantenimiento basado en la norma iso 14224: 2006 y los pilares de confiabilidad de la smrp para la industria manufacturera; enfocado en el sector metalmecánico, universidad industrial de Santander, facultad de ingenierías físico-mecánicas escuela de ingeniería mecánica especialización en gerencia de mantenimiento Bucaramanga

[9] Orozco Alzate, N. (2013). Conceptos básicos sobre mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo. *Facultad de Minas*

[10] OMS [Organización Mundial de la Salud], «Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos», diciembre de 2011. <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241501538> (accedido 2 de marzo de 2025).