



**DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE PROTOCOLOS Y LISTAS DE  
CHEQUEO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EL PROGRAMA DE GESTIÓN  
DE EQUIPO MÉDICO DEL HOSPITAL PABLO TOBÓN URIBE**

**Angie Dahiana Vargas Serna**

Trabajo de grado presentado para optar al título de Bioingeniería

**Asesores:**

Juan Guillermo Barreneche Ospina  
Bioingeniero, MSc Administración.

Daniela Valencia Mazo  
Ingeniera Biomédica, Esp. Gestión de Proyectos

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería  
Bioingeniería  
Medellín, Antioquia, Colombia  
2023

Cita	Vargas Serna [1]
<b>Referencia</b> Estilo IEEE (2020)	[1] A.D. Vargas Serna, “Diseño, implementación y actualización de protocolos y listas de chequeo de mantenimiento preventivo en el programa de gestión de equipo médico del Hospital Pablo Tobón Uribe”, Trabajo de grado profesional, Bioingeniería, Universidad de Antioquia, Medellín, 2023.



Hospital Pablo Tobón Uribe



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

**Rector:** John Jairo Arboleda Céspedes.

**Decano/Director:** Julio Saldarriaga

**Jefe departamento:** John Fredy Ochoa Gómez.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## **Dedicatoria**

“Si para recobrar lo recobrado  
debí perder primero lo perdido,  
sí para conseguir lo conseguido  
tuve que soportar lo soportado,

si para estar ahora enamorado  
fue menester haber estado herido,  
tengo por bien sufrido lo sufrido,  
tengo por bien llorado lo llorado.

**Porque después de todo he comprobado  
que no se goza bien de lo gozado  
sino después de haberlo padecido.**

Porque después de todo he comprendido  
por lo que el árbol tiene de florido  
vive de lo que tiene sepultado”. Francisco Luis Bernádez

Familia Vargas Serna, esto es para ustedes.

## **Agradecimientos**

Infinitas gracias a Dios en primer lugar ya que fue el que puso en mi corazón el anhelo de comenzar esta hermosa aventura y me dio la fortaleza necesaria para cumplir este sueño. A mi familia, quien fue ese motor diario y a mi gran equipo LDJ-L quienes estuvieron desde el primer día hasta lograrlo, aquellas mujeres que me vieron llorar y sonreír, gracias por tanto amor.

También agradecer a mi Alma Mater por dejarme compartir una parte de mi vida en tan prestigiosa Universidad y los excelentes profesores que hicieron enriquecer mis conocimientos, al Hospital Pablo Tobón Uribe por cerrar con broche de oro esta hermosa carrera, a mis asesores Daniela Valencia y Juan Guillermo Barreneche por darme la oportunidad de aprender de su propio camino. Y a todos los que pusieron su granito de arena para este logro:

**¡GRACIAS!**

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	8
ABSTRACT	9
I. INTRODUCCIÓN	10
II. OBJETIVOS	12
A. Objetivo general	12
B. Objetivos específicos	12
III. MARCO TEÓRICO	13
IV. METODOLOGÍA	16
V. RESULTADOS	19
VI. ANÁLISIS	25
VII. CONCLUSIONES	27
REFERENCIAS	28
ANEXOS	29

## LISTA DE TABLAS

TABLA 1. TECNOLOGÍAS A CARGO DE LOS TECNÓLOGOS BIOMÉDICOS DEL HOSPITAL.	18
TABLA 2. DISTRIBUCIÓN DE VALIDACIONES DE NEVERAS PARA EL AÑO 2024.	22

## LISTA DE FIGURAS

Fig 1. Metodología implementada en el proyecto.	18
Fig 2. Respuestas a la pregunta A.	21
Fig 3. Respuestas a la pregunta B.	21
Fig 4. Almacenamiento de LC y PM.	23
Fig 5. Guías rápidas de manejo.	25

## SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

<b>Esp.</b>	Especialista
<b>MSc</b>	Magister Scientiae
<b>UdeA</b>	Universidad de Antioquia
<b>LC</b>	Lista de chequeo
<b>PT</b>	Protocolo de mantenimiento
<b>Mtto</b>	Mantenimiento
<b>ITM</b>	Instituto Tecnológico Metropolitano

## RESUMEN

El hospital Pablo Tobón Uribe se caracteriza por ser una institución cuya filosofía tiene presente que, la tecnología está al servicio del paciente, por lo tanto dentro de ella cuenta con una gestión de equipos médicos de la más alta calidad. Dentro de esta gestión, se encuentra el mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos, siendo este un proceso indispensable durante la vida útil del mismo. Para el mantenimiento preventivo es de gran importancia contar con un protocolo de mantenimiento, porque contiene todas las instrucciones para realizar el mantenimiento y, además, una lista de chequeo porque dispone las evaluaciones específicas que determinen el funcionamiento adecuado de la tecnología. Dado que el hospital no cuenta con el total de documentos requeridos, el presente proyecto busca diseñar y actualizar los protocolos y listas de chequeo de mantenimiento preventivo, con el fin de mejorar las actividades del programa de gestión dentro de la sección de ingeniería clínica, para así poder realizar una trazabilidad de cada equipo médico inspeccionado por los tecnólogos biomédicos y cumplir con los estándares normativos. Por lo tanto, para llevar a cabo este trabajo, se realizará una segmentación de los equipos que requieren dichos documentos, se crearán las plantillas generales, se revisarán los manuales de servicio de cada equipo y se implementará cada archivo. También se harán tres aportes a la gestión de equipos médicos de manera paralela al proyecto principal: programas de validaciones, actualización de versión de guías rápidas y la reprogramación de cronogramas del cambio de kits de mantenimiento.

***Palabras clave* — Mantenimiento, lista de chequeo, protocolo, cronograma, validación, programa, gestión.**

## ABSTRACT

The Pablo Tobón Uribe Hospital is characterized for being an institution whose philosophy is that technology is at the service of the patient, therefore, it has a high-quality medical equipment management. Within this management, there is the preventive maintenance of biomedical equipment, which is an indispensable process during its useful life. However, for preventive maintenance it is of great importance to have a maintenance protocol, which contains the instructions to perform the maintenance and also a checklist that provides specific evaluations that determine the proper functioning of the technology. Since the hospital does not have all the required documents, this project seeks to design and update the protocols and checklists for preventive maintenance, in order to improve the activities of the management program within the clinical engineering section, in order to trace each medical equipment inspected by biomedical technologists and comply with regulatory standards. Therefore, to carry out this work, a segmentation of the equipment requiring such documents will be performed, the general templates will be created, the service manuals of each equipment will be reviewed, and each file will be implemented. Three contributions to the management of medical equipment will also be made in parallel to the main project: validation programs, updating the version of quick guides and the reprogramming of maintenance kit change schedules.

***Keywords*** — Maintenance, checklist, protocol, schedule, validation, program, management.

## I. INTRODUCCIÓN

La tecnología en salud constituye una herramienta esencial en las actividades de prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de las personas, lo cual genera la necesidad de desarrollar procesos de gestión que aporten un adecuado desempeño y funcionamiento de la misma. Un tipo de tecnología en salud son los equipos biomédicos, así pues, cada institución prestadora de servicios de salud debe velar por la calidad de estos, a través de diferentes actividades como por ejemplo ejecución de mantenimientos y desarrollando un plan de gestión eficiente por medio de integración de las herramientas de la ingeniería, aplicadas al campo de la medicina, con el objetivo de identificar y minimizar el número de mantenimientos correctivos, bajas de equipos y reducción de incidentes no deseados.

Una adecuada ejecución del proceso de mantenimiento preventivo evita costos excesivos y aumenta la confiabilidad para el uso de los equipos[1]. Para lograrlo, es de vital importancia asegurar el cumplimiento de las normativas nacionales y estándares internacionales, que buscan el cuidado del paciente. Dentro de las normas se encuentra el decreto 4725 del 2008 donde el artículo 38 resalta que el propietario o tenedor de un equipo biomédico debe garantizar que su uso y funcionamiento estén de acuerdo con lo establecido en los manuales entregados por el fabricante [2], en los cuales aparecen las indicaciones para el mantenimiento preventivo y soluciones para errores frecuentes del equipo.

Cabe resaltar que, para llevar a cabo un buen mantenimiento preventivo es indispensable disponer de un protocolo de mantenimiento según lo indicado en el estándar de dotación de la resolución 3100 de 2019 [3] y dado que este contiene las indicaciones del paso a paso en las actividades dentro del mantenimiento y también una lista de chequeo que evalúa el estado del equipo, por medio de ítems a calificar [4]. Es así como surge en el hospital Pablo Tobón Uribe la necesidad de implementar a totalidad la gestión del mantenimiento de los equipos a cargo del personal interno de manera cotidiana, dado que inicialmente los protocolos existentes no se encontraban a disposición de los tecnólogos, y no estaban en coherencia con los equipos actualmente en funcionamiento en el hospital, y además las listas de chequeo que existían, en su mayoría era una lista de forma general para los equipos médicos.

Así pues, se ve la necesidad de actualizar ítems como: la prueba de seguridad ecléctica que depende del funcionamiento eléctrico de cada equipo y reevaluar las pruebas específicas de

funcionamiento para poder tener archivos propios de cada tecnología médica. Al disponer de dichos archivos que no están a disposición de los tecnólogos biomédicos, se puede garantizar la continua operación de los equipos dando las debidas instrucciones del cómo realizar un mantenimiento preventivo a las diferentes tecnologías disponibles en el hospital según lo determina cada fabricante para dar cumplimiento a normativas y lograr así que los equipos médicos se encuentren en óptimas condiciones durante su tiempo de vida útil, además de llevar una trazabilidad del estado de estos, gracias a las listas de chequeo y evitando retrasos en los tiempos de ejecución al evitar la lectura de extensos manuales de servicio.

El presente proyecto comenzó con la segmentación de las tecnologías de las cuales los tecnólogos biomédicos son los responsables de realizar el mantenimiento preventivo dentro del hospital, donde se encontró un total de 100 tecnologías médicas. Luego, por medio de una encuesta a los tecnólogos se recolectó información sobre qué listas de chequeo eran indispensables para ellos en dicho momento, para iniciar realizando estos archivos de manera prioritaria. Seguido a esto, se inició la fase de recolección de información de cada equipo con ayuda de los manuales de servicio de cada uno, además del conocimiento de cada tecnólogo con respecto a un equipo. Y finalmente, se logró crear y actualizar la totalidad de los archivos, donde se realizaron 100 protocolos de mantenimiento y 107 listas de chequeo dado que por cada modelo de monitor de signos vitales se realizó su respectiva lista de chequeo, proporcionando así una herramienta a los tecnólogos biomédicos mejorando su calidad de trabajo y en consecuencia a esto, una seguridad al paciente al disminuir el deterioro en los equipos médicos evitando daños inesperados que lleven a un evento o incidente con los pacientes.

Además, de manera paralela se realizó un acompañamiento a la gestión de los equipos médicos mediante la creación de un nuevo cronograma de validación de neveras de grado médico, que desde la gestión de mantenimiento tuvo un cambio en la frecuencia de validación de dos a cada tres años, además la actualización de la versión en la plataforma interna (Isolución) de guías rápidas de manejo de equipos médicos que se deben de actualizar cada tres años para validar la estancia de la tecnología en el hospital y finalmente la reprogramación de cronogramas con proveedores para la instalación de kits de mantenimiento dado que, por inconvenientes en las importaciones, se ha retrasado la implementación de dichos kits.

## II. OBJETIVOS

### *A. Objetivo general*

- ❖ Diseñar y actualizar los protocolos y listas de chequeo de mantenimiento preventivo, con el fin de mejorar las actividades del programa de gestión de equipo médico en el Hospital Pablo Tobón Uribe.

### *B. Objetivos específicos*

- ❖ Identificar las listas de chequeo y protocolos de mantenimiento que hay disponibles para definir los documentos faltantes por diseñar o actualizar.
- ❖ Desarrollar un formato práctico y eficiente de las listas de chequeo y de los protocolos de mantenimiento de los equipos médicos para obtener una trazabilidad del procedimiento.
- ❖ Diseñar los protocolos de mantenimiento preventivo y las listas de chequeo faltantes en el historial del hospital, con el fin de realizar la intervención a los dispositivos de manera adecuada.
- ❖ Corregir los cronogramas de mantenimiento preventivo actuales entre los proveedores y el hospital para garantizar la disponibilidad de los equipos y una oportuna implementación de los repuestos en los mantenimientos.
- ❖ Validar la información recolectada en las listas de chequeo y los protocolos de mantenimiento, con el fin de determinar el cumplimiento de las especificaciones mínimas requeridas.

### III. MARCO TEÓRICO

La gestión de mantenimiento es una actividad de gran apoyo en la dirección, control y manutención de la tecnología biomédica en los ambientes hospitalarios. Dado que permite aumentar la calidad de los servicios prestados y aumentar la relación costo-beneficio en el funcionamiento del hospital [5]. Dentro de esta gestión se protagonizan dos actividades principales: actividades de mantenimiento preventivo y actividades de mantenimiento correctivo. El Mantenimiento Correctivo (MC) es el trabajo realizado sobre un equipo para restaurar su estado operacional luego de presentar una falla. Este tipo de mantenimiento no es planificado, y solo se lleva a cabo a partir del reporte que hace el usuario del equipo o el personal que realiza el mantenimiento programado [6].

El mantenimiento preventivo se basa en la revisión planificada de los equipos biomédicos e incluye inspecciones con una periodicidad programada de los mismos, haciendo la tarea de limpieza, lubricación, ajuste, comprobación y reemplazo de piezas defectuosas, que puedan fallar y alterar la funcionalidad del equipo [6], eliminando los posibles riesgos de paralización prolongada o total de los servicios, generando altos costos [7].

En Colombia se han implementado normas y decretos que soportan las acciones de los mantenimientos preventivos, como lo es el decreto 4725 del 2008 que en el artículo 38 resalta que el propietario o tenedor de un equipo biomédico debe asegurar que su uso y funcionamiento estén de acuerdo con lo establecido en los manuales entregados por el fabricante [2]. También en la resolución 3100 de 2019 en la sección “Estándar de dotación” se indican estándares mínimos que deben cumplir toda institución hospitalaria para obtener la acreditación y la prestación de servicios, en la cual en el estándar de dotación se expone que el prestador de servicios de salud debe garantizar las condiciones técnicas de calidad de los equipos biomédicos como lo es el programa de mantenimiento preventivo que debe de incluir el cumplimiento de las recomendaciones establecidas por el fabricante o de acuerdo a los protocolos de mantenimiento que defina cada prestador de servicios.[5].

Este proceso de mantenimiento se lleva a cabo a través de protocolos de mantenimiento que contienen la información puntual de cada procedimiento necesario, de manera detallada, de cómo llevar a cabo el proceso a efectuar, dicha información es extraída de cada manual de uso de cada equipo médico, debido a que para el ingreso de toda tecnología médica al hospital es indispensable que el proveedor disponga de dicho documento. El protocolo de mantenimiento contiene el paso a paso de la realización de las actividades de inspección, lubricación, limpieza, pruebas de funcionamiento, precauciones y calibración [8]. Siendo de gran importancia dado que facilita el trabajo de los tecnólogos biomédicos siendo un recurso material o una herramienta indispensable para el mantenimiento preventivo [7].

Una de las herramientas de apoyo que se utilizan para realizar el mantenimiento preventivo son las listas de chequeo o formatos de inspección que permiten conocer el estado funcional y físico que tienen los equipos médicos en relación con la capacidad de satisfacer las necesidades clínicas para las que fueron adquiridos, ya que permite la recopilación de información confiable y objetiva acerca del estado actual del equipo que origina las correcciones necesarias[9] y además le proporciona a los tecnólogos una revisión ordenada y eficiente de cada equipo.

Por otro lado, un cronograma de mantenimientos programados implementado de una manera correcta, en los espacios y tiempos determinados proporciona un cumplimiento en la gestión de un proceso. Por lo tanto, en la gestión del mantenimiento de un hospital es indispensable diseñar un cronograma de actividades para todos los equipos médicos, permitiendo así realizar un seguimiento de cada tecnología, evitando perder de vista un equipo biomédico. Actividades como cambio de batería, calibración, cambio de kits de mantenimiento deben de cumplir con una frecuencia determinada por el fabricante para así disminuir la falla de un equipo médico y aumentar la seguridad del paciente.

Cabe resaltar que en la actualidad, existen diferentes softwares que permiten la gestión de mantenimiento dentro de una entidad prestadora de salud, dentro de la cuales están: AM, QSystems y MPsoftware. Dichas empresas, facilitan el manejo de la gran cantidad de equipos médicos de un hospital, creando diferentes algoritmos que permiten garantizar el cumplimiento de los

cronogramas establecidos. Por ejemplo, el software de QSystems permite realizar análisis de obsolescencia de los equipos en funcionamiento en una entidad, y además permite configurar diferentes requisitos para chequear el estado de funcionamiento de un equipo médico en específico, es decir permite realizar listas de chequeo dentro del sistema.

Dentro del hospital Pablo Tobón Uribe existe un software llamado Conecta, utilizado como una herramienta de trabajo dentro de la gestión de la tecnología médica que contiene el cronograma de cada equipo disponible, la hoja de vida, manuales de servicio, reportes de mantenimiento correctivo y demás herramientas fundamentales para facilitar la gestión de los equipos médicos. Sin embargo, no permite crear listas de chequeo o protocolos de mantenimiento dentro de su propio algoritmo, solo dispone de un espacio donde cargar archivos en PDF.

A pesar de contar con un software de gran potencia, a raíz de la pandemia se produjeron retrasos en importaciones de repuestos, consumibles y demás kits de mantenimiento provocando esto un retraso en muchos programas que no se llevaron a cabo en las fechas específicas. Por lo tanto, se necesita reestructurar el cronograma con dos proveedores en específico que son: Draguer y EMCO de tal forma que permita cumplir a cabalidad con los seguimientos de mantenimiento de forma óptima con los periodos estipulados. Contar con buenas prácticas con el cronograma de los kits de mantenimiento permite una alta calidad y seguridad de los equipos biomédicos.

También, es de gran importancia el seguimiento continuo para las validaciones de las neveras de grado médico, debido a que la validación se trata de evaluar el proceso, constatando que se está obteniendo el resultado esperado [10]. Por lo que se debe tener un cuidado detallado, dado que en estas neveras se almacena medicamentos y muestras patológicas por lo tanto se debe constatar el funcionamiento continuo del equipo. Dado el cambio dentro de la gestión, se debe reprogramar la frecuencia a partir de la última validación de cada una de las neveras, teniendo en cuenta la asignación de las validaciones, dado que hay una mala distribución generando sobrecargas e incumplimientos de la validación por la no disponibilidad de los datalogger dicho dispositivo electrónico registra datos en el tiempo o en relación con la ubicación ya sea con un sistema incorporado por medio de instrumentos y sensores externos [11].

Por otro lado, en cuanto a los kits de mantenimiento, el cronograma planteado no se ha llevado a cabo eficientemente, generando retrasos en los procedimientos y equivocaciones a la hora de implementarlos. Para ello, se necesita reestructurar el cronograma, el cual es una herramienta fundamental para este procedimiento, de tal forma que permita cumplir a cabalidad con los seguimientos de mantenimiento de forma óptima con los periodos estipulados por el fabricante.

#### IV. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este proyecto se llevaron a cabo 5 fases diferentes que permitieron cumplir con el objetivo general de manera ordenada, estas etapas son: segmentación de información, encuesta a tecnólogos biomédicos, creación de plantillas generales, revisión de manuales de servicio e implementación de cada LC y PT y finalmente la validación de los mismos.

1. Segmentación de información: inicialmente, se extrae del programa de gestión interna llamado Conecta el inventario general de los equipos existentes en el Hospital Pablo Tobón Uribe, y por medio de filtros se logra obtener la base de datos final de los equipos a los cuales se les realiza el mantenimiento preventivo de manera interna con la ayuda de los tecnólogos biomédicos que cuentan con la debida capacitación para realizarlos. Se segmentará la información de los equipo médicos a las cuales se les debe de realizar su propio protocolo de mantenimiento y lista de chequeo. Adicionalmente, se analiza los protocolos y listas existentes que se han creado en años anteriores para determinar si aún están vigentes o requieren una actualización.
2. Encuesta a tecnólogos biomédicos: Se planifica la realización de una encuesta con dos preguntas claves para los tecnólogos biomédicos, quienes son los responsables de los mantenimientos y conocen de primera mano toda la información. Las preguntas surgen por la necesidad de recolectar y segmentar la mayor información de manera más fácil, rápida y veraz, en un solo archivo acerca de las LC y PM. Es importante destacar que algunas listas de chequeo si estaban disponibles, pero tenían parámetros que no corresponden al equipo en específico, como es el caso de inspección de batería a un equipo que no hace uso de ellas. Por eso era importante revisar que todos cumplieran con la información suministrada y asistir los que realmente necesitaran una mejora, reforma o actualización y tener una información veraz. Por otro lado, no se pregunta acerca de los protocolos de mantenimiento

dado que no se tenía disponible ningún archivo al respecto a los tecnólogos biomédicos. Con el objetivo de segmentar y agilizar el proceso obteniendo la información, surgen las siguientes preguntas:

- a. ¿Qué equipos cree usted que carecen de una lista de chequeo para facilitar el mantenimiento preventivo oportuno y eficiente?
  - b. ¿Qué equipos cree usted que necesitan una mejora, reforma o actualización en la lista de chequeo para el mantenimiento preventivo?
3. Creación de plantillas generales: se analizan las plantillas de las listas de chequeo y los protocolos de mantenimiento que el Hospital tenía disponibles y se crea una plantilla para cada archivo para crear todos los nuevos documentos a partir de estas plantillas. La plantilla de la lista de chequeo se unifica al formato de Excel, dado que existían diferentes versiones en Word y en Excel, mientras que el protocolo de mantenimiento está en un archivo de Word.
  4. Revisión e implementación de documentos: se empezó a investigar los requerimientos necesarios para cada equipo en específico con la ayuda principalmente del manual de servicio y también del conocimiento de los tecnólogos biomédicos para así implementar cada protocolo de mantenimiento y lista de chequeo de cada equipo médico. Se comenzará por los equipos de mayor cantidad como lo son los monitores de signos vitales, dado que tienen mayor cantidad de modelos diferentes hasta finalizar el total de equipos a cargo de los tecnólogos biomédicos.
  5. Validación de documentos: La manera como se validó la información recolectada dentro de las LC y PM fue con el mismo personal de ingeniería. Para validarlo se elegía por cada área (tec. mecánico o electrónico) a la persona con más conocimiento para cada LC y PM, donde con su experiencia se interpreta de manera correcta los manuales de usuario de cada equipo y además, se puso a circular las listas de chequeo y protocolos de mantenimiento que se iban aprobando, para así en el transcurso de la estadía en el hospital poderle realizar los cambios que fueran necesarios a tiempo.

En la figura 1 se muestra la metodología implementada para el desarrollo del objetivo general durante todo el proyecto.



*Fig 1. Metodología implementada en el proyecto.*

Por otra parte, la realización de los aportes adicionales dentro de estancia en el Hospital se hizo en paralelo al proyecto principal, estos aportes fueron: cronograma de neveras, actualización de versión de guías rápidas, y reprogramación de cronogramas de cambios de kits de mantenimiento.

1. Cronograma de neveras: Se inicia revisando el último informe de validación del correcto funcionamiento de todas las neveras de grado médico del hospital, donde se encuentra la fecha en la cual se hizo dicho procedimiento, posterior a esto se recolecta un listado de dichas fechas, y dado que dentro de la gestión de equipo médicos se determinó un cambio de frecuencia de la validación se realiza un nuevo cronograma cuya frecuencia actualmente será de cada tres años donde se propuso validar máximo seis neveras por mes, y cada tecnólogo no tendrá más de dos neveras a su responsabilidad.
2. Actualización de versión de guías rápidas: se comienza recolectando la información de todos los equipos que cuentan con su respectiva guía rápida, para luego analizar cada uno con ayuda del inventario actual del hospital con el objetivo de determinar si los equipos aún estaban disponibles para dar lugar a actualizar la versión en el software o de lo contrario se procedió a eliminar la guía rápida. También se analizaron los equipos que han ingresado al hospital en los últimos tres años, para agregar las guías rápidas que hacen falta dado que ya se encuentran en funcionamiento continuo, dichas guías rápidas se han estado solicitando a cada proveedor como un requisito indispensable para el ingreso del equipo médico.
3. Programa de cambio de kits de mantenimiento: se solicitan los cronogramas actuales de los cambios de kits de mantenimientos a los proveedores, que en este caso fueron Draguer y EMCO. Posterior a esto, se revisará el cronograma ya aplicado a los equipos para así realizar un análisis y poder implementar un cronograma unificado que garantice los tiempos

estipulados y hacer cumplir los períodos establecidos independientemente de las nuevas contrataciones. Esto con el fin de llevar un registro de los kits de mantenimiento que se requieran con anterioridad, es decir se iniciará una proyección de estos para así cumplir a cabalidad todos los procesos requeridos y no aplazarlos por falta de insumos o consumibles.

## V. RESULTADOS

Teniendo en cuenta la metodología planteada para llevar a cabo el proyecto, se realizó paso a paso los objetivos específicos para así cumplir con el objetivo general de manera ordenada y además de los diferentes aportes extras que se pudieron realizar durante la práctica académica.

1. Al segmentar la información acerca de los equipos médicos que son inspeccionados por el personal interno del hospital se encontraron en total 100 diferentes tecnologías médicas, las cuales se presentan en la Tabla 1. Dentro de la documentación que disponía el hospital se encontró 40 equipos que contaban con las LC y PM, sin embargo, se analizó cada documento para revisar si aún estaban vigentes y actualizadas, es decir si la tecnología se encontraba aún disponible en el hospital, dado que eran archivos creados desde el año 2008 en adelante, o que ya los mantenimientos preventivos son realizados por terceros, además se aprovechó para pasarlas al nuevo formato creado en la práctica académica. Al final se segmenta la información determinando que faltaban 60 LC y 60 PM, sin embargo se intervinieron todos los documentos existentes de manera que quedaran en un mismo formato, creado en la práctica académica.

Cabe resaltar que, dentro de las LC y PM ya disponibles se encontraron algunos documentos que necesitaban una actualización en parámetros como: la actividad de prueba de seguridad eléctrica, debido a que no todos los equipos médicos necesitan de esta revisión y en dichos documentos se encontraba presente en todas las listas de chequeo sin ser necesaria.

TABLA 1.

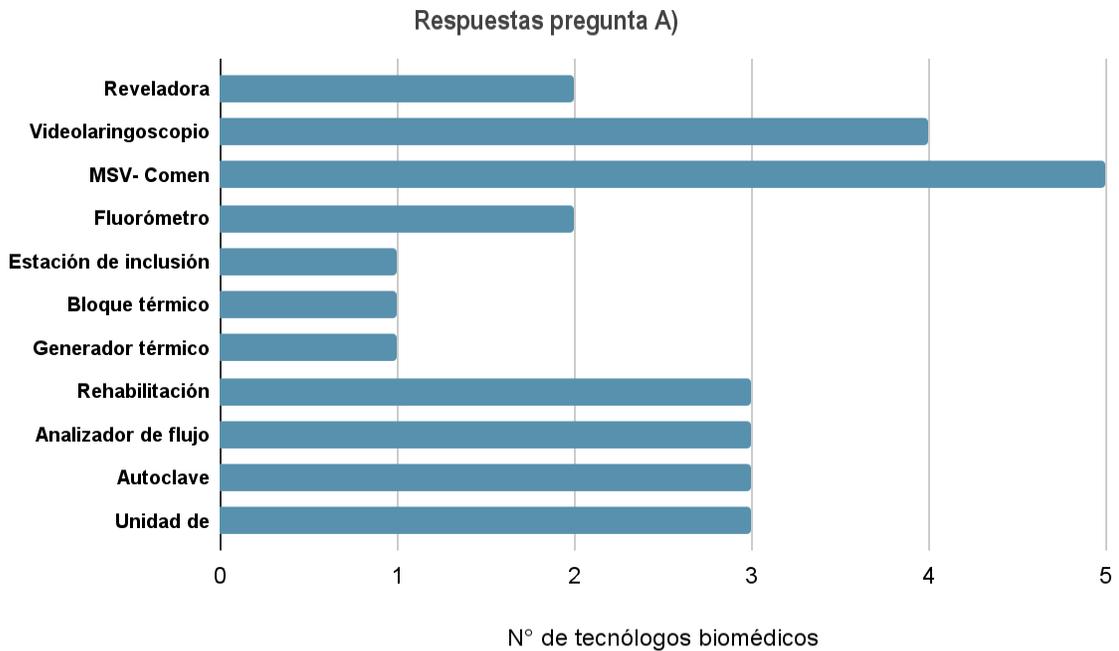
### TECNOLOGÍAS A CARGO DE LOS TECNÓLOGOS BIOMÉDICOS DEL HOSPITAL.

Electrobisturí	Electrocardiógrafo	Pulsioxímetro	Microcentrífuga	Ecógrafo portátil
Desfibrilador	Frontoluz	Mesa bariátrica	Bloque térmico	Mesa radiolúcida

Esterilizador formaldehído	Desfibrilador externo automático	Unidad de coagulación	Silla de urodinamia	Baño maría de flotación
Lavador de patos	Humidificador	Fuente de luz	Consola shaver	Incubadora
Termodesinfectora	Termómetro digital	Calculusclip	Agitador	Valva
Torniquete	Monitor de presión	Termómetro digital	Camilla BTL	Monitor de video
Lavador desinfector	Analizador de flujo sanguíneo	Incubadora de CO2	Descongelador de plasma	Fuente de luz halógena
Esterilizador vapor	Puvaterapia manos y pies	Esterilizador de mesa	Tanque de remolino	Movilizador pasivo
Esterilizador de baja temperatura	Calentador de líquidos	Intercambiador de calor	Máquina empacadora	Unidad de oftalmología
Bicicleta estática	Equipo tracción	Neumoinflador	Amalgamador	Reveladora
Autoclave odontológico	Central de monitoreo	Lavador de ultrasonido	Fuente de Luz Stryker	Agitador de plaquetas
Bipolar coagulador	Monitor de transporte	Generador de ultrasonido	Lámpara cielítica	Equipo de órganos
Módulo multigas	Infusor a presión	Banda caminadora	Cicloergómetro	Balanza
Compresor vascular	Calentador de sangre	Grúa para paciente	Máquina envasadora	Balanza pediátrica
Monitor de signos vitales	Micro Sierra de Synthes	Silla de urodinamia	Mesa de bipedestación	Báscula digital
Sistema de calentamiento	Monitor multiparámetro	Cuna de calor radiante	Monitor intracraneal	Cámara de puvaterapia
Monitor central	Capnógrafo BCI	Movilizador pasivo	UPS	Multifuncional
Columna de servicio Agila	Unidad precalentado	Estación de inclusión	Pieza de mano Shaver	Manta de hiper hipotermia
Ultrasonido	Selladora	Blender	Microtaladro	Aspirador
Motor quirúrgico	Tanque de parafina	Videolaringoscopio	Centrífuga	Lensómetro

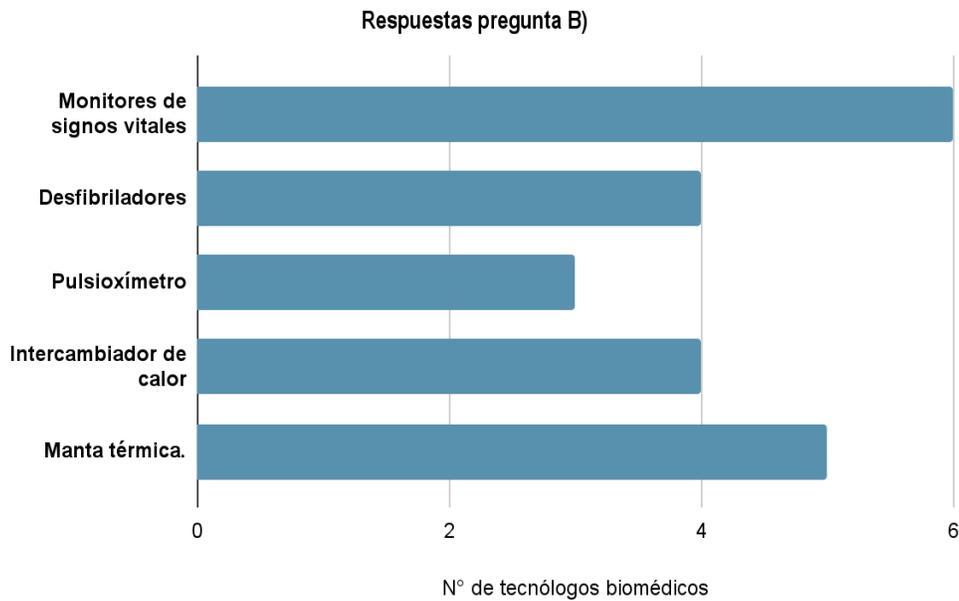
2. Después de que se segmenta la información acerca de las tecnologías médicas, se procedió a realizar las encuestas a los tecnólogos biomédicos donde se recolectaron las siguientes respuestas donde coincidían en las respuestas:

A) ¿Qué equipos cree usted que carecen de una lista de chequeo para facilitar el mantenimiento preventivo oportuno y eficiente?



*Fig 2. Respuestas a la pregunta A.*

B) ¿Qué equipos cree usted que necesitan una mejora, reforma o actualización en la lista de chequeo para el mantenimiento preventivo?



*Fig 3. Respuestas a la pregunta B.*

3. A partir de toda la información antes recolectada, se llevó a cabo la realización de las plantillas de la lista de chequeo y protocolo de mantenimiento que se pueden observar en el Anexo A y en el Anexo B respectivamente. Sin embargo, a continuación, se describe el contenido de cada archivo, donde los ítems de las listas de chequeo estaban establecidos en el hospital y para el protocolo de mantenimiento se siguió una propuesta por el ITM[8].

- Lista de chequeo: se creó una plantilla en formato Excel dado que es más práctico y ágil a la hora de diligenciar los resultados de las pruebas realizadas. En primer lugar, se solicita toda la información en particular del equipo intervenido tales como: nombre del equipo, serie, código interno, fecha de realización, ubicación, nombre del responsable y el tipo de actividad. Posteriormente, se solicita la información de la herramienta utilizada como patrones de medida y su respectivo código y por último se pusieron las actividades a chequear durante el mantenimiento de cada equipo. Esto se dividió en tres partes, condiciones físicas, pruebas de funcionamiento y prueba eléctrica en caso de que aplicara.
  
- Protocolo de mantenimiento: se diseñó un formato en un archivo de Word, donde se dividió en seis ítems los cuales fueron: Introducción y descripción, Test de inspección, Limpieza, Precauciones, Medidas a tomar y Bibliografía [8].
  - i. Introducción y descripción: se define la indicación de uso, es decir para qué sirve el equipo y además se explica el principio de funcionamiento del equipo.
  - ii. Test de inspección: se describen las actividades a realizar durante las fases de inspección física y funcional donde se revisa el estado exterior del equipo y se verifica el correcto funcionamiento de cada parámetro.
  - iii. Limpieza: se presentan las recomendaciones de limpieza del equipo, en cuanto a soluciones a utilizar y su respectiva frecuencia.
  - iv. Precauciones: son las indicaciones para tener cuidado en el momento de realizar el mantenimiento preventivo o correctivo que el proveedor recomienda.

- v. Medidas a tomar: actividades que se deben de realizar para tener disponer del equipo para el mantenimiento.
  - vi. Bibliografía: los documentos o manuales utilizados para recopilar la información acerca del equipo médico.
4. Después de tener las plantillas generales de los archivos de las listas de chequeo y protocolos de mantenimiento, se llevó a cabo la revisión de cada manual de servicio de los equipos médicos con el fin de recolectar toda la información necesaria para disponer de dichos archivos y además del conocimiento de cada tecnólogo se pudo realizar las 100 listas de chequeo y los 100 protocolos de mantenimiento cada uno organizado como se puede observar en la Figura 2.



Fig 4. Almacenamiento de LC y PM.

Por otra parte, en los aportes adicionales dentro de la práctica académica se logró realizar el nuevo cronograma de validación de neveras, actualizar los documentos de guías rápidas de uso de los diferentes equipos médicos y reprogramar los cronogramas de implementación de kits de mantenimiento como se muestra a continuación.

1. Cronograma de validación: al tener toda la información sobre la última fecha de validación de las 68 neveras de grado médico, se procedió a distribuir la cantidad de validaciones por mes con una cantidad máxima de 6 neveras, debido a que anteriormente por mes habían entre 8 y 10 neveras en los meses donde más carga laboral respecto mantenimiento preventivos existía y también para cada tecnólogo encargado se le asignó dos validaciones máximas al mes esto con el fin de disminuir el tiempo requerido, además se tuvo en cuenta

los meses donde los datalogger tienen el programa de calibración para evitar retrasos en los procedimientos en los meses de abril y noviembre. En la Tabla 2 se puede observar la distribución de las validaciones para el año 2024, donde cada color significa un tecnólogo encargado. Y además la distribución completa para los años 2022, 2023 y 2024 se puede observar en el Anexo C, se escogen estos años debido a que a partir del cambio realizado el software utilizado para la gestión de los equipos, crea la frecuencia asignada de cada tres años.

TABLA 2.  
DISTRIBUCIÓN DE VALIDACIONES DE NEVERAS PARA EL AÑO 2024.

2024											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PRF240	PRF237	PRF172	C A L I B R A C I Ó N	PRF250		PRF180	PRF212		PRF270	C A L I B R A C I Ó N	PRF259
PRF293	PRF297	PRF189		PRF251		PRF198	PRF239		PRF285		PRF292
PRF305	PRF300	PRF209		PRF281		PRF195	PRF279		PRF287		PRF174
PRF087	PRF304	PRF213		PRF290		PRF208	PRF267		PRF288		PRF163
PRF194	PRF289	PRF088					PRF291		PRF277		
PRF218	PRF222										

- Actualización de guías: en el software de gestión se encontraron 188 guías rápidas de manejo de los equipos de media complejidad, sin embargo, en la Figura 3 se presenta la segmentación final después de realizar el análisis de disponibilidad de equipos en el hospital.



Fig 5. Guías rápidas de manejo.

Después de reunir toda la información se procedió a actualizar la versión de 136 guías rápidas, y las 52 restantes se procedió a realizar un archivo con los códigos correspondientes para que la persona encargada elimine esta lista. Además, se recopilieron 25 guías rápidas de equipos ingresados en los últimos dos años que cumplen con las características de media y baja complejidad para así tener a disposición de todos los colaboradores que dan uso a estas tecnologías diariamente, evitando así un mal uso.

3. Programa de kits de mantenimiento: al tener el cronograma implementado por parte de los proveedores Draguer y EMCO, se comparó con el cronograma disponible en el software de gestión interna del hospital revisando uno a uno de los cronogramas y cambiando las fechas según lo indicado por cada fabricante. Se realizaron cambios en ambas partes, Dando resultado un programa unificado para ambas partes, haciendo ajustes en los dos programas dado que a principio del año 2022 no se instalaron los kits de mantenimiento de varios ventiladores. Se logró llegar a un acuerdo consolidado con los proveedores, para no interferir en futuras contrataciones.

## VI. ANÁLISIS

Después de realizado el proyecto con los protocolos de mantenimiento y las listas de chequeo, se potencia el hospital Pablo Tobón Uribe dando cumplimiento a los estándares del manejo de equipos médicos, en consecuencia, con el manual de acreditación en salud. Estas

herramientas se consideran como un apoyo para los tecnólogos biomédicos, con el fin de realizar los mantenimientos de manera organizada, ágil y eficiente, llevando un paso a paso de las recomendaciones del fabricante. Gracias a las listas de chequeo, se pueden detectar las fallas y/o deterioros de los equipos médicos a tiempo, ya que en cada intervención se deja constancia del funcionamiento real, para llevar una trazabilidad en la gestión de la tecnología y tomar las mejores decisiones en cuanto a la disponibilidad de este.

Así también, fue de gran importancia el cambio en los programas de las validaciones de neveras de grado médico, debido a que al distribuir de manera equitativa la validación, que es una actividad extra a los mantenimientos preventivos y teniendo en cuenta diferentes situaciones como la calibración de la herramienta, proporciona orden y una fácil gestión en procesos que toman un tiempo considerable en su aplicación. Por lo tanto, el hospital podrá disponer de un sistema organizado, funcional y sin retrasos dentro de las validaciones de las neveras, ayudando a cumplir con las fechas propuestas y evitando el vencimiento de documentos.

Por otro lado, el apoyo durante la actualización de versiones en las guías rápidas proporciona seguridad al paciente y al equipo asistencial, dado que en una situación de duda en cuanto al manejo de un equipo médico, se puede recurrir de forma confiable a las guías rápidas que proporcionan las indicaciones necesarias para poner en correcto funcionamiento el equipo en una situación urgente, disminuyendo así la probabilidad de un incidente o evento adverso dentro de la institución.

Así mismo, la reprogramación de los cronogramas de los cambios de kits de mantenimiento fue de gran importancia, ya que al lograr unificar los programas con los proveedores se podrá cumplir con los tiempos estipulados de los fabricantes, estando siempre dentro de sus recomendaciones y así tener la plena seguridad que, en cuanto a gestión de la tecnología, el paciente y el equipo asistencial podrá utilizar los equipos con tranquilidad siempre en busca del bienestar de toda la comunidad. Además, este cambio se realizó dado que los kits que no se pudieron instalar en el mes de febrero, se instalaron a fin de año, por lo tanto, se deben cambiar las fechas de cambio dentro del software, de lo contrario aparece nuevamente el año siguiente en el mes de febrero, donde quedará registrado un incumplimiento dentro de la gestión y afectará los indicadores internos.

Finalmente, se evidencia que el aporte realizado por la práctica profesional al hospital Pablo Tobón Uribe, se determina como una articulación necesaria y de gran ayuda dentro de la gestión

de la tecnología médica, facilitando varios de los procesos indispensables para el funcionamiento y cumplimiento del plan general del hospital y del departamento de ingeniería, con el propósito de agilizar los procesos y ser más eficientes por medio de la aplicación de la bioingeniería en el sistema de salud.

## VII. CONCLUSIONES

1. Disponer de los protocolos de mantenimiento y de las listas de chequeo de cada equipo intervenido por los tecnólogos biomédicos aporta una gestión ordenada y de calidad dentro de la sección de ingeniería clínica del hospital Pablo Tobón Uribe, cumpliendo así diferentes normativas que indican seguir las recomendaciones del fabricante para disponer de la tecnología adquirida de la mejor manera posible.
2. El mantenimiento preventivo de los equipos médicos aumenta su vida útil y genera confianza a la hora de utilizarlos, por lo tanto, el aporte de las listas de chequeo consiste en facilitar la realización del mantenimiento, dando orden durante la ejecución y también gracias al formato, disminuye el tiempo requerido en registrar el resultado de cada actividad.
3. Poder tener un cronograma actualizado dentro de las validaciones de las neveras de grado médico, genera un cumplimiento adecuado dentro de las fechas propuestas dado que al reestructurar las cantidades a realizar en un mes y distribuir de manera equitativa dentro de los tecnólogos biomédicos evita tener dentro de la gestión de tecnología, documentos vencidos.
4. Actualizar y validar guías rápidas de manejo de equipos médicos disponibles dentro del hospital Pablo Tobón Uribe permite disponer de documentos base para un buen uso de la tecnología, aumentando así la seguridad del paciente y de los asistenciales. Además, podría disminuir costos al disminuir mantenimientos correctivos y la no disponibilidad del equipo.
5. Reprogramar el cronograma entre la gestión interna del hospital y los diferentes proveedores de los equipos médicos promueve el cumplimiento de las actividades a realizar durante los mantenimientos o cambio de kits, evitando retrasos en las intervenciones y no causar un daño en los equipos por falta de mantenimiento en el momento oportuno o falta de insumos como baterías o filtros.

## REFERENCIAS

- [1] G. P. Oliverio, "El Mantenimiento General", *Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*, pp. 02. 2006.
- [2] Decreto N.º 4725. (2005). Ministerio de la Protección Social. <https://bit.ly/3JCb2pI>.
- [3] Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, "Resolución 3100 de 2019," pp. 68. Noviembre de 2019.
- [4] Organización mundial de la salud. "Introducción al Programa de Mantenimiento de Equipos Médicos". Share and Discover Knowledge on SlideShare. <https://es.slideshare.net/melendezcuauro/introduccion-al-programa-de-mantenimiento-de-equipos-medicos>.
- [5] D.F. Primero, J.C. Diaz, L.F. García, A. González-Vargas, "Manual para la gestión del mantenimiento correctivo de equipos biomédicos en la fundación Valle del Lili", *Scielo*, vol.9 no.18. Julio/Diciembre 2015.
- [6] Sánchez, J. (2011). Diseño de un Manual de Procedimientos para el Mantenimiento Preventivo de Equipos Industriales y Redes Hospitalarias. Universidad Autónoma de Occidente. <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/1139/TBM00267.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [7] Gil, N. (2019). Realización de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de Dispositivos Médicos e Industriales en las E.S.E donde Arkimed Equipos S.A.S Presta sus Servicios. Universidad Santo Tomás Seccional Tunja. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/19391/2019neidergil?sequence=1&isAllowed=y>
- [8] ITM. "Protocolos de Mantenimiento". Mantenimiento de Equipo Biomédico. <https://biomedica.webcindario.com/protocolosdemtto.htm>.
- [9] León, P., & Rodríguez, C. (2008). Manual de Gestión de Mantenimiento de Equipos Médicos Orientado al Control del Riesgo Aplicado al Hospital Universitario del Valle. Universidad Autónoma de Occidente. <https://dspace-uao.metacatalogo.com/bitstream/handle/10614/6059/T04055.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [10] Hospital Universitario del Valle Evaristo Garcia.(2019)."Plan de mantenimiento hospitalario".<https://www.huv.gov.co/wp-content/uploads/GESTION.AMBIENTAL-Y-LOGISTICAS/PLAN-DE-MANTENIMIENTO-HOSPITALARIO-VIGENCIA-2019.pdf>.

[11] "Datalogger de Temperatura". Femto Instruments. <https://femto.es/datalogger-de-temperatura>.

## ANEXOS

*Anexo A. Plantilla general de la lista de chequeo.*

*Anexo B. Plantilla general del protocolo de mantenimiento.*

*Anexo C. Cronogramas de neveras para los años 2023, 2024 y 2025.*