



## **Priorización de mantenimientos correctivos clínica Somer**

Jean Carlos Paredes Benavides

Informe de práctica para optar al título de Bioingeniero

Asesores:

Interno: Javier Hernando García Ramos

Externo: Erika Natalia López Ramírez

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería,

Bioingeniería

Medellín, Colombia

2022

Cita	Paredes Benavides [1]
<b>Referencia</b>	[1] J. C. Paredes Benavides, “Priorización de mantenimientos correctivos clínica Somer”, Trabajo de grado profesional, Bioingeniería, Universidad de Antioquia, Medellín 2022.
Estilo IEEE (2020)	



Coordinador de prácticas programa Bioingeniería y asesor interno : Javier Hernando García Ramos

Asesor externo: Erika Natalia López Ramírez

Clínica Somer S.A, Departamento de proyectos y gestión de la tecnología.



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:** Jesús Francisco Vargas Bonilla.

**Jefe departamento:** Juan Diego Lemos Duque.

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.

## TABLA DE CONTENIDO

### CONTENIDO

RESUMEN .....	7
ABSTRACT .....	8
1. INTRODUCCIÓN .....	9
2. OBJETIVOS.....	12
2.1. Objetivo general .....	12
2.2. Objetivos específicos.....	12
3. MARCO TEÓRICO .....	13
3.1. Mantenimiento preventivo y correctivo .....	12
3.2. Riesgo.....	12
4. METODOLOGÍA .....	15
4.1. Actividad A .....	12
4.2. Actividad B .....	12
4.3. Actividad C .....	12
4.4. Actividad D .....	12
4.5. Actividad F .....	12
4.6. Actividad G .....	12
4.7. Actividad H .....	12
4.8. Actividad I.....	12
5. RESULTADOS.....	17
5.1. Clasificación de prioridades generales .....	12
5.2. Priorización de equipos biomédicos.....	12
5.3. Priorización de servicios .....	12
5.4. Priorización según el riesgo .....	12

5.5. Priorización según frecuencia de uso .....12

5.8. Contingencia.....12

5.6. Posible interrupción del servicio prestado .....12

5.7. Algoritmo para realizar la priorización .....12

6. ANÁLISIS.....23

7. CONCLUSIONES .....27

REFERENCIAS .....28

ANEXOS.....29

## LISTA DE TABLAS

TABLA I VALORES PRIORIZACIÓN EQUIPOS BIOMÉDICOS	18
TABLA II VALORES PRIORIZACIÓN SERVICIOS	19
TABLA III VALORES PRIORIZACIÓN SEGÚN EL RIESGO	20
TABLA IV VALORES PRIORIZACIÓN SEGÚN FRECUENCIA DE USO	20
TABLA V VALORES PRIORIZACIÓN SEGÚN CONTINGENCIA	21
TABLA VI VALORES PRIORIZACIÓN SEGÚN TERRUPCION DEL SERVICIO	21

## LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. Metodología implementada para el desarrollo de proyecto	17
Fig. 2. Priorización de mantenimientos en el inventario de equipos	23
Fig. 3. Tiempos de oportunidad mes de agosto	24
Fig. 4. Tiempos de oportunidad mes de septiembre	25
Fig. 5. Tiempos de oportunidad mes de octubre	25

## SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

<b>Clase I</b>	Dispositivo biomédico con riesgo clase I
<b>Clase IIA</b>	Dispositivo biomédico con riesgo clase IIA
<b>Clase IIB</b>	Dispositivo biomédico con riesgo clase IIB
<b>Clase III</b>	Dispositivo biomédico con riesgo clase III
<b>CM</b>	Mantenimiento correctivo
<b>PM</b>	Mantenimiento preventivo
<b>PMC</b>	Priorización mantenimiento correctivo
<b>C</b>	Criticidad
<b>A</b>	Área
<b>R</b>	Riesgo
<b>F</b>	Frecuencia de uso
<b>Cx</b>	Contingencia
<b>X</b>	Posible paro en el servicio

## RESUMEN

La clínica Somer S.A, escenario de práctica profesional para la obtención del título académico busca una oportunidad de mejora a la hora de tener una priorización de los mantenimientos correctivos de los equipos biomédicos que son utilizados diariamente para prestar su servicio en las mejores condiciones de funcionamiento y disponibilidad. Es por esto que el presente trabajo constituye un proyecto de practica desarrollado en una clínica de alto prestigio en el oriente antioqueño y a nivel nacional, cuyo objetivo consistió en desarrollar una estrategia que permita priorizar los mantenimientos correctivos y los tiempos de respuesta de los equipos biomédicos. Esta estrategia permite priorizar los tiempos de oportunidad en el escenario donde un equipo biomédico presenta una falla y requiere un mantenimiento correctivo, esta priorización se da con base a una clasificación de equipos, servicios, riesgo y otros criterios como frecuencia de uso, contingencia y si es indispensable para la prestación de un servicio, desarrollando de esta manera un algoritmo que permite saber los tiempos de oportunidad necesarios para darle solución al escenario de falla de un equipo. De esta manera desde el departamento de proyectos y gestión de la tecnología se pueda brindar el mejor servicio, se tengan tiempos de respuesta de mantenimientos correctivos muy cortos cuando sean prioritarios, se logren ejecutar óptimamente estos mantenimientos, se genere mucha más confianza con el personal encargado de manipular los dispositivos en los servicios para que siempre tengan el respaldo del área biomédica en caso de presentarse un evento adverso y también se pretende mejorar las evaluaciones periódicas que se realizan en el área biomédica en cuanto al trabajo del personal técnico encargado de estos mantenimientos.

***Palabras clave* — Equipo biomédico, mantenimiento correctivo, priorización, estrategia.**

## ABSTRACT

The Somer S.A. clinic, professional practice scenario for obtaining the academic degree seeks an opportunity for improvement when having a prioritization of corrective maintenance of biomedical equipment that are used daily to provide their service in the best operating conditions and availability. This is why this work is a practice project developed in a prestigious clinic in eastern Antioquia and nationally, whose objective was to develop a strategy to prioritize corrective maintenance and response times of biomedical equipment. This strategy allows to prioritize the opportunity times in the scenario where a biomedical equipment presents a failure and requires corrective maintenance, this prioritization is given based on a classification of equipment, services, risk and other criteria such as frequency of use, contingency and if it is essential for the provision of a service, thus developing an algorithm that allows to know the opportunity times needed to provide a solution to the scenario of equipment failure. In this way, the department of projects and technology management can provide the best service, have very short response times for corrective maintenance when they are a priority, achieve optimal execution of this maintenance, generate much more confidence with the personnel in charge of handling the devices in the services so that they always have the support of the biomedical area in case of an adverse event and also aims to improve the periodic evaluations that are made in the biomedical area regarding the work of the technical personnel in charge of this maintenance.

***Keywords* — Biomedical equipment, corrective maintenance, prioritization, strategy.**

## INTRODUCCIÓN

El correcto funcionamiento de los dispositivos médicos en una entidad clínica es fundamental para su buen funcionamiento, el servicio y seguridad del paciente. Una falla en un dispositivo médico puede ocasionar muchas consecuencias incluso fatales, además de esto ocasionan una interrupción en el servicio y en su funcionamiento si no se corrige a tiempo. Es por esto que surge la necesidad de intervenir y reparar al dispositivo o sustituirlo, a esto se refiere un mantenimiento correctivo, el cual se realiza para intervenir el dispositivo, hallar el fallo y posteriormente solucionarlo. En la Sociedad Médica de Rionegro Somer se trabajan con más de 3000 dispositivos para atender en las diferentes áreas, los servicios de salud de alta complejidad en Rionegro y el Oriente Antioqueño, en la cual se atienden en diferentes servicios como lo son: Unidades de cuidados intensivos y especiales en adultos, pediátricos y neonatales, unidad materno infantil, unidad de enfermedades digestivas, unidad de cirugía, urgencias, unidades de oftalmología y neurología, banco de sangre, imagenología, hospitalización, unidad de primer nivel, etc.[1], con base a esto se deben atender diferentes solicitudes de daños o fallos ocurridos en los dispositivos desde el área biomédica para realizar los mantenimientos correctivos, donde uno de los inconvenientes que se presentan para atender estas solicitudes es que no están priorizados, es decir, al contar con la gran cantidad de dispositivos médicos y con tantos servicios que cuenta la clínica Somer, la atención de un dispositivo que requiera mantenimiento correctivo no está ligado a la clasificación del riesgo del dispositivo ni tampoco al servicio donde se utiliza el dispositivo médico, un ejemplo de esto es que realizar un mantenimiento correctivo de un dispositivo de clase I, clase IIA, clase IIB o un dispositivo que genere una interrupción en un servicio, están en el mismo nivel de prioridad, así también un dispositivo que falle en cualquiera de los servicios, sea en cirugía o en consulta externa tienen la misma prioridad. Por lo tanto esto genera que servicios que son de mucha prioridad como lo es la unidad de cirugía o las unidades de cuidados intensivos no tengan la atención necesaria visto desde la planeación de los mantenimientos, esto mismo ocurre con un dispositivo como un ventilador que debería tener mayor prioridad que un fonendoscopio, por tomarlos como ejemplo. Además de esto el tiempo de respuesta es demasiado importante para cumplir las necesidades presentadas en fallos de dispositivos prioritarios o dependiendo del servicio donde el evento ocurra que requieran un mantenimiento correctivo.

En la clínica Somer dos de los pilares fundamentales es el mejoramiento continuo y seguridad del paciente, es por esto por lo que desde el área biomédica y continuando el planteamiento dicho anteriormente se busca desarrollar una estrategia para mejorar la atención a esas necesidades que se presentan continuamente, para así prestar el mejor servicio y brindarle seguridad al paciente y al personal médico. Se busca mediante este proyecto hacer una priorización a los mantenimientos correctivos los cuales tengan como base de ejecución y prioridad la clase de dispositivo médico, el servicio donde ocurren los eventos, si un dispositivo interrumpe la atención de un paciente y posiblemente su contingencia. Así el tiempo de respuesta de un evento prioritario se debe atender desde el área biomédica lo más pronto posible y lo que no es sumamente prioritario pueda tener un tiempo de respuesta más largo.

Es por esto que se diseñó una estrategia en la cual se hace una clasificación de unos criterios los cuales determinan la priorización de los mantenimientos, estas prioridades se clasifican en valores de 1 a 5 siendo 5 el de mayor importancia; se trabajan 6 criterios los cuales son una clasificación de equipo biomédico, servicios prestados, riesgo según decreto 4725, frecuencia de uso, contingencia y si un equipo al presentar falla interrumpe un servicio prestado, después de esto se les da un porcentaje a cada criterio y se realiza un algoritmo el cual sea cuantificable para así lograr dar prioridad “ALTA”, “MEDIA” y “BAJA”; según el resultado que se obtenga de este algoritmo, estas prioridades van a determinar un tiempo de respuesta para atender las solicitudes de mantenimientos correctivos, siendo de 6 horas para prioridad “ALTA”, 10 horas para prioridad “MEDIA” y 15 horas para prioridad “BAJA”.

Este algoritmo se registró en el inventario de equipos que tiene la clínica Somer y es una mejora para reducir los tiempos de respuesta en la atención de los mantenimientos y darle prioridad a las solicitudes que lo necesitan por encima de otras que no tienen tanta prioridad, así se prestara un mejor servicio y se lograrán las metas en cuanto al tiempo de respuesta que se evalúa mes a mes en el departamento de proyectos y gestión de la tecnología, por otro lado se realizó una simulación de cómo se reducen los tiempo de respuesta si esta estrategia se hubiera sido implementada en los

meses de agosto, septiembre y octubre del año 2021, donde el promedio del tiempo de respuesta se reduce casi a la mitad en las diferentes semanas de estos meses.

La priorización de mantenimientos correctivos se evalúa en un plan piloto alrededor de 3 meses, se pretende que cumplido este tiempo y teniendo resultados satisfactorios , se implemente directamente al software de la clínica, para que esta priorización se realice automáticamente.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. *Objetivo general*

Desarrollar una estrategia que permita priorizar los mantenimientos correctivos y los tiempos de respuesta de la clínica Somer.

### 2.2. *Objetivos específicos*

- Definir la priorización de mantenimientos correctivos analizando los aspectos más importantes para la clasificación de los dispositivos médicos.
- Clasificar y establecer un orden de las diferentes áreas de servicio.
- Diseñar una estrategia para implementar desde el área biomédica la priorización de los mantenimientos correctivos en la que se obtenga un algoritmo capaz de cuantificar la priorización de mantenimientos correctivos.
- Evaluar la implementación de la estrategia desarrollada y el algoritmo con el software de la clínica para que este articulada y así poder realizar la priorización automáticamente desde el gestor clínico.

### 3. MARCO TEÓRICO

El objetivo principal de la gestión de dispositivos biomédicos es garantizar un rendimiento máximo y seguro y un funcionamiento rentable de todos los equipos biomédicos en uso, mediante un mantenimiento basado en riesgos, con el objetivo de proporcionar un entorno seguro y funcional para el equipo y sus espacios. También es una herramienta para ayudar al personal médico y técnico para el desarrollo, monitorización y dirección de un programa de mantenimiento de equipos biomédicos [2].

En el campo médico, el equipo biomédico es un componente esencial para brindar servicios de prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de enfermedades. Sin embargo, una mala gestión puede generar riesgos potenciales en este tipo de tecnología, por lo que las organizaciones de servicios deben contar con procesos para evitarlos. Las estadísticas recogidas en países desarrollados aseguran que el 21 % de los accidentes hospitalarios son causados por tecnología biomédica [3].

La gestión del mantenimiento es un facilitador importante en la dirección, el control y el mantenimiento de la tecnología biomédica hospitalaria. Esto nos permite mejorar la calidad de los servicios prestados y aumentar la relación costo-beneficio de las operaciones hospitalarias [4].

La estandarización de los procedimientos de seguimiento y control de equipos médicos, así como la correcta implementación de los procedimientos de mantenimiento correctivo, es una herramienta fundamental para la gestión del mantenimiento hospitalario y contribuye a minimizar los tiempos de parada, reparación y retorno de los equipos a su servicio, y por tanto a maximizar la disponibilidad.

#### **3.1. Mantenimiento correctivo y preventivo**

En la gestión del mantenimiento, existen dos tipos principales de actividades: las actividades de mantenimiento preventivo y las actividades de mantenimiento correctivo. El mantenimiento preventivo (PM) incluye una serie de inspecciones periódicas del equipo, limpieza,

lubricación, ajuste, verificación y reemplazo de piezas dañadas, para mantener el equipo en buen estado de funcionamiento. El mantenimiento correctivo (CM) es el trabajo que se realiza en el equipo para que vuelva a funcionar después de una falla. Este tipo de mantenimiento no es planificado y se realiza solo sobre la base de los informes de los usuarios del equipo o de las personas que realizan el mantenimiento programado [4].

De hecho, el mantenimiento correctivo es mucho más costoso que el mantenimiento preventivo, donde las limitaciones de tiempo dictan la toma de decisiones con poca planificación. Sin embargo, es innegable que por muy bien planificados que estén los mantenimientos preventivos, las reparaciones y las calibraciones, siempre habrá casos en los que no se detecten fallos de funcionamiento hasta que las funciones principales del equipo se han visto comprometidas. El dispositivo afectado. En este caso, se requieren acciones claramente definidas para minimizar el impacto de la falla y la indisponibilidad del servicio [5].

### **3.2. Riesgo**

Los dispositivos médicos son clasificados por el fabricante en función de los riesgos potenciales asociados con el uso y el potencial de falla del dispositivo de acuerdo con una combinación de varios criterios, como el tiempo de contacto con el cuerpo, el grado de invasión y efectos comparados con efectos sistémicos. Clase I son dispositivos médicos de bajo riesgo, no destinados a proteger o perpetuar la vida o para uso particularmente importante en la prevención del deterioro de la salud humana y no como un riesgo potencial de enfermedad o lesión. Clase IIA. Son dispositivos médicos de riesgo medio que deben someterse a controles especiales durante la etapa de fabricación para demostrar su seguridad y eficacia. Clase del IIB. Se trata de dispositivos médicos de alto riesgo que deben someterse a controles específicos de diseño y fabricación para demostrar su seguridad y eficacia [6].

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1. Actividad A. Clasificación dispositivos médicos.

Realizar una clasificación de los dispositivos médicos según:

- Equipo biomédico.
- Servicio.
- Riesgo según decreto 4725.
- Frecuencia de uso.
- Contingencia.
- Si el servicio se interrumpe

Esta clasificación se realiza con información del personal del área biomédica, información del personal de los servicios, información de inventarios y de información que arroja el gestor clínico.

### 4.2. Actividad B. Clasificación de los servicios.

Realizar una clasificación de los servicios según:

- Importancia de atención al paciente
- Si es una emergencia
- Si involucra el no poder brindar atención a un paciente
- Los riesgos de los pacientes

Esta clasificación se realiza con la información que puede brindar el personal del área biomédica, información del personal de los servicios, información que arroje el gestor clínico.

### 4.3. Actividad C.

Crear una estrategia para enlazar la información de los equipos, los servicios, la contingencia y poder recolectar información para establecer la prioridad y el tiempo de respuesta de un mantenimiento.

#### **4.4. Actividad D.**

Saber cuál es el criterio para asignar la solicitud y teniendo la información de la clasificación de los equipos y los servicios, establecer un grado de prioridad de 5 a 1 siendo 5 lo más prioritario para así establecer también el tiempo de respuesta siendo para prioridad mayor el tiempo de 6 horas y siendo para menor prioridad un tiempo de respuesta de 15 horas.

#### **4.5. Actividad E.**

Realizar una matriz en la que todo el personal del área de mantenimiento biomédico pueda entender y ejecutar fácilmente la prioridad correspondiente a un evento de un mantenimiento correctivo, esta matriz se puede realizar en Excel.

#### **4.6. Actividad F.**

Mejorar la estrategia anteriormente planteada con la retroalimentación del personal del área de mantenimiento biomédico.

#### **4.7. Actividad G.**

Cuando esta estrategia sea funcional , se procede a realizar un algoritmo capaz de cuantificar la priorización para así incluirla en el gestor clínico esto teniendo el apoyo del personal encargado en el área de sistemas.

#### **4.8. Actividad H.**

Cuando esto este implementado en el inventario, capacitar al personal de una manera muy didáctica el nuevo recurso que se integró en el inventario de equipos.

#### **4.9. Actividad I.**

Realizar un seguimiento de la ejecución de los mantenimientos correctivos para poder recolectar información de los resultados obtenidos en la implementación de la priorización de mantenimientos correctivos.

En la figura 1 se muestra la metodología implementada para el desarrollo del proyecto.

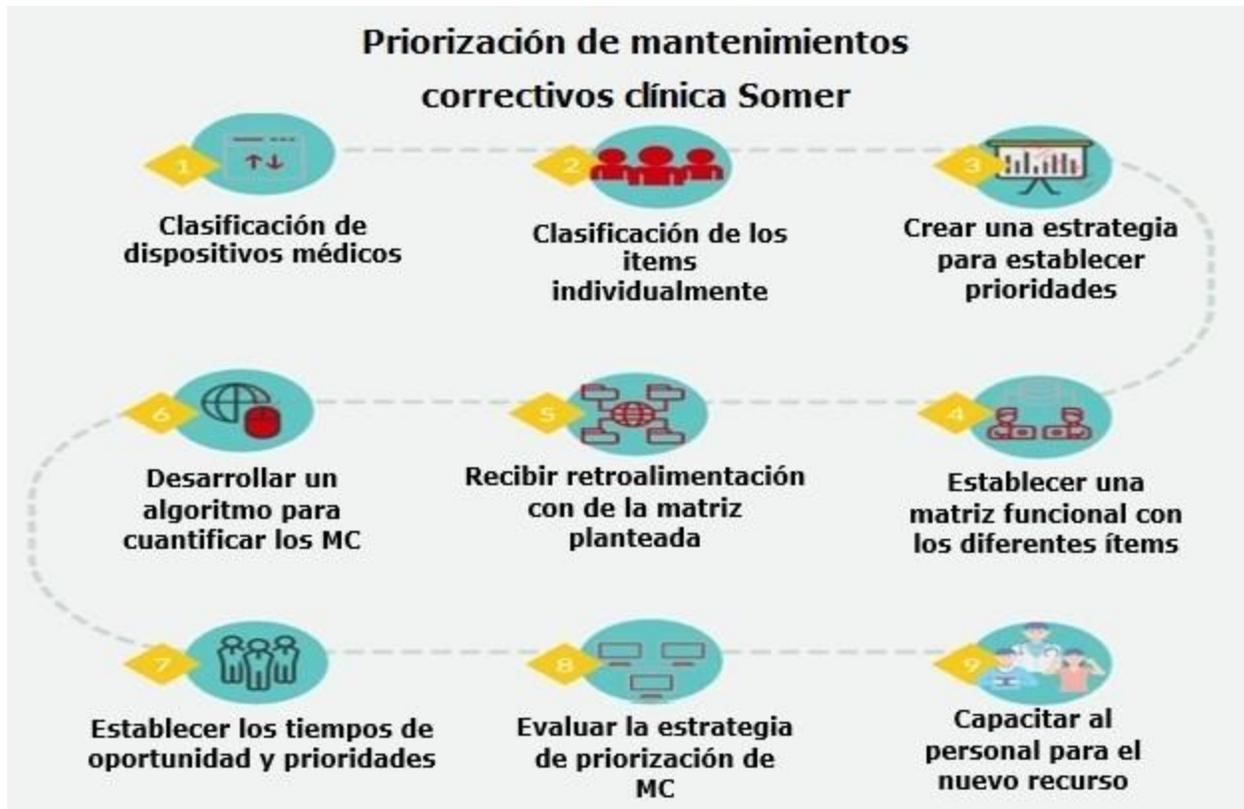


Fig. 1. Metodología implementada para el desarrollo de proyecto

## 5. RESULTADOS

Teniendo en cuenta la metodología implementada para el desarrollo del proyecto se ha dividido en una serie de actividades que cada una o más hacen parte de los objetivos específicos que en conjunto se desarrollan para poder cumplir el objetivo general el cual se basa en desarrollar una estrategia que sea viable para la priorización de mantenimientos correctivos.

### 5.1. Clasificación de prioridades generales

Inicialmente se realizará una clasificación de prioridades generales las cuales se van a implementar a las prioridades específicas para realizar la priorización de mantenimientos correctivos (PMC); se clasifican entre valores de 1 a 5, siendo 5 el mayor nivel importancia. Las prioridades específicas se trabajan con 6 criterios:

- Equipo biomédico.
- Servicio.

- Riesgo según decreto 4725.
- Frecuencia de uso.
- Contingencia.
- Si el servicio se interrumpe

### 5.2. Priorización de equipos biomédicos.

De acuerdo con el inventario de equipos al momento de realizar este proyecto hay 3169 equipos en la clínica Somer, los cuales para su clasificación se tienen en cuenta criterios como: la complejidad del equipo, el funcionamiento, el uso, si es indispensable para un paciente o para un procedimiento etc. Los valores y el porcentaje asignado se muestran en la **TABLA I**.

TABLA I  
VALORES PRIORIZACIÓN EQUIPOS BIOMÉDICOS

CRITERIO		VALOR	%	DESCRIPCIÓN
Priorización de equipo. [E]	5	Muerte del paciente	15	Este criterio de evaluación se da considerando las posibles consecuencias que traería una falla en el equipo o la no disponibilidad del equipo.
	4	Daño irreversible a paciente u operador		
	3	Daño sin secuela		
	2	Terapia inapropiada o falso diagnóstico		
	1	Riesgo mínimo		

### 5.3. Priorización de servicios.

Según el inventario de equipos y su ubicación se encuentran 50 servicios en los que se ofrecen la atención a los usuarios de la clínica, algunos servicios como cirugía, consulta externa y hospitalización.

Según la clasificación dada en la cual se tienen en cuenta aspectos como: servicios prestados, manejo de medicamentos, riesgos, urgencia en la atención del paciente, manejo de procedimientos. Los valores y el porcentaje asignado se muestran en la **TABLA II**.

TABLA II  
VALORES PRIORIZACIÓN SERVICIOS

CRITERIO		VALOR	%	DESCRIPCIÓN
Priorización del servicio. [A]	5	Cirugía, UCI y UMI	15	Clasificación dada en la cual se tienen en cuenta aspectos como: servicios prestados, manejo de medicamentos, riesgos, urgencia en la atención del paciente, manejo de procedimientos
	4	Urgencias		
	3	Ayuda diagnóstica y terapéutica		
	2	Hospitalización		
	1	Consulta externa y áreas de apoyo		

#### 5.4. Priorización según el riesgo.

De acuerdo con el Decreto 4725 de 2005, a los dispositivos médicos se les aplicará la siguiente clasificación.

Clase I: Dispositivos médicos de bajo riesgo que están sujetos a medidas generales de control, no están destinados a proteger o preservar la vida, o se utilizan para un propósito particularmente importante en la prevención de daños a la salud humana y no representan un riesgo potencial de enfermedad o lesión.

Clase IIA: Dispositivos médicos de riesgo medio que deben ser objeto de controles especiales durante la etapa de fabricación para demostrar inocuidad y eficacia.

Clase IIB: Dispositivos médicos de alto riesgo que han sido especialmente diseñados y fabricados para demostrar inocuidad y eficacia.

Clase III: Dispositivos médicos de alta peligrosidad que deben ser especialmente controlados, con el fin de salvar vidas o de protección, o para usos de gran importancia en la prevención del deterioro de la salud humana, o si su uso implica un riesgo de enfermedad o lesión [6]. Los valores y el porcentaje asignado se muestran en la **TABLA III**.

TABLA III  
VALORES PRIORIZACIÓN SEGÚN EL RIESGO

CRITERIO		VALOR	%	DESCRIPCIÓN
Priorización según Riesgo. [R]	5	Consulta externa y áreas de apoyo	10	La clasificación se establece en el decreto 4725 de 2005, teniendo en cuenta la duración del contacto, grado de invasión y efecto producido en el paciente. (Act. 2).
	4	Clase III - Riesgo muy alto		
	3	Clase IIB – Riesgo alto		
	2	Clase IIA – Riesgo moderado		
	1	Clase I – Bajo riesgo		

### 5.5. Priorización según frecuencia de uso.

La clasificación se dará de acuerdo con las horas promedio en la cual el equipo se encuentra en funcionamiento durante el día. Los valores y el porcentaje asignado se muestran en la **TABLA IV**.

TABLA IV  
VALORES PRIORIZACIÓN SEGÚN FRECUENCIA DE USO

CRITERIO		VALOR	%	DESCRIPCIÓN
Frecuencia de uso [F].	5	Mayor o igual a 20 horas	20	Cantidad de horas promedio donde el equipo se encuentra en funcionamiento durante el día.
	4	Entre 15 horas y 19 horas		
	3	Entre 9 horas y 14 horas		
	2	Entre 4 y 8 horas		
	1	Menor a 4 horas		

### 5.6. Contingencia.

Cuando un equipo tiene contingencia se refiere a que si llegase a ocurrir un evento o un daño en algún equipo determinado, como puede ser remplazado de inmediato, si hay otro equipo en que pueda suplir esas necesidades y el funcionamiento inmediatamente; hay servicios y hay equipos que pueden ser remplazados por otro en el momento de un posible daño. Los valores y el porcentaje asignado se muestran en la **TABLA V**.

TABLA V  
VALORES PRIORIZACIÓN SEGÚN CONTINGENCIA

CRITERIO		VALOR	%	DESCRIPCIÓN
Contingencia [C].	5	Si un equipo no tiene contingencia	15	Al presentarse una falla en un equipo se puede sustituir inmediatamente por otro equipo para prestar el servicio.
	1	Si un equipo tiene contingencia		

### 5.7. Posible interrupción del servicio prestado.

Hay situaciones donde ocurre un evento donde un equipo presenta una falla y requiere mantenimiento correctivo, por lo cual hay una interrupción en el servicio que se está prestando o puede ocurrir una cancelación de agendas para procedimientos y en tal caso el equipo no tiene una contingencia para suplir las funciones y además de esto la frecuencia de uso del equipo es relativamente alta. También hay casos donde un equipo puede ser requerido para un caso de emergencia. Los valores y el porcentaje asignado se muestran en la **TABLA 6**.

TABLA VI  
VALORES PRIORIZACIÓN SEGÚN TERRUPCION DEL SERVICIO

CRITERIO		VALOR	%	DESCRIPCIÓN
Posible interrupción del servicio prestado [X].	5	Mayor o igual a 20 horas	25	Se da cuando un equipo no tiene contingencia y su uso de frecuencia es relativamente altas, también cuando se cancela agenda de servicio.
	3	Entre 15 horas y 19 horas		
	1	Entre 9 horas y 14 horas		

### 5.8 Algoritmo para realizar la priorización.

Para cada criterio dependiendo del equipo, servicio, riesgo, frecuencia de uso, posible interrupción del servicio y contingencia se le asigna un valor de 0 a 5, teniendo en cuenta la tabla al final de este instructivo en donde se especifica una descripción, el porcentaje que tendrá cada criterio y la asignación de los valores.

Explicados los 6 criterios con los cuales se hará la priorización de mantenimientos correctivos, el algoritmo utilizado después de haber asignado los valores a cada criterio y el porcentaje de importancia para cada uno se hará de la siguiente manera:

$$PMC = C * (0.15) + A * (0.15) + R * (0.10) + F(0.20) + Cx * (0.15) + X * (0.25) \quad (1)$$

- C: criticidad
- A: Área
- R: Riesgo
- F: Frecuencia de uso
- Cx: Contingencia
- X: posible paro en el servicio

Con este algoritmo se tendrá el cálculo para la priorización de mantenimientos correctivos [PMC], este cálculo arrojará valores entre 1 y 5

El nivel de prioridad después de haber asignado los valores a cada criterio y el porcentaje de importancia para cada uno se calculará de la siguiente manera:

De acuerdo con los resultados obtenidos anteriormente se hará la asignación para saber el nivel de prioridad de un mantenimiento correctivo así:

- Todo equipo con un resultado superior a 3,2 será asignado como prioridad “ALTA” lo cual significa que su tiempo de oportunidad para su atención serán 6 horas.
- Todo equipo con un resultado mayor a 2,3 y menor o igual a 3,2 será asignado como prioridad “MEDIA” lo cual significa que su tiempo de oportunidad para su atención serán 10 horas.
- Todo equipo con un resultado igual o inferior 2,3 será asignado como prioridad “BAJA” lo cual significa que su tiempo de oportunidad para su atención serán 15 horas.

### 6. ANÁLISIS

A partir de los resultados presentados y de la metodología planteada para el desarrollo del proyecto se realiza esta oportunidad de mejora para realizar la priorización de mantenimientos correctivos, en donde se realiza un plan piloto para saber si esta estrategia de mejora es útil para darle mejor gestión a estas situaciones donde se presenta la necesidad de realizar un mantenimiento correctivo.

La información de los resultados dados por cada equipo se registra en el inventario de equipos de la clínica Somer en un archivo .xls donde se crea una matriz al final del inventario la cual cuantifica automáticamente estos resultados. En la (Fig. 2) se observa una pequeña muestra de cómo queda registrado los valores de los criterios descritos anteriormente y como se consiguen la información en el inventario de equipos.

SERVICIO	NOMBRE	CRITICIDAD	FRECUENCIA DE US	ÁREA	RIESGO	POSIBLE # EN EL SERVICIO	CONTINGENCIA	EMERGENCIA, CANCELACION DE AGENDAS	RESULTADO	HORAS	PRIORIDAD
CIRUGÍA Q1	MONITOR DE SIGNOS VITALES	4	3	5	4	5	5	1	4,35	6 HORAS	ALTA
CIRUGÍA RECUPERACIÓN	MONITOR DE SIGNOS VITALES	4	2	5	4	1	1	1	2,55	10 HORAS	MEDIA
CONSULTA EXTERNA	BÁSCULA DIGITAL	2	1	1	2	1	1	1	1,25	15 HORAS	BAJA
ENDOSCOPIAS	MONITOR DE SIGNOS VITALES	4	2	3	4	5	5	5	3,85	6 HORAS	ALTA
H2	MONITOR DE SIGNOS VITALES	4	3	2	4	3	1	3	2,8	10 HORAS	MEDIA
LABORATORIO	ALIFAX - MICROTEST 1	2	5	3	2	1	1	1	2,35	10 HORAS	MEDIA
LABORATORIO	BAÑO SEROLÓGICO	2	3	3	2	1	1	1	1,95	15 HORAS	BAJA
LABORATORIO	CABINA DE BIOSEGURIDAD	1	2	3	2	1	1	1	1,6	15 HORAS	BAJA
NEONATOS	VENTILADOR ALTA FRECUENCIA	5	5	5	4	1	1	1	3,3	6 HORAS	ALTA
NEONATOS	VENTILADOR ALTA FRECUENCIA	5	5	5	4	1	1	1	3,3	6 HORAS	ALTA
ONCOLOGÍA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	4	2	3	4	3	1	3	2,75	10 HORAS	MEDIA
URGENCIAS	MONITOR DE SIGNOS VITALES	4	4	4	4	1	1	1	2,8	10 HORAS	MEDIA
U. CANCEROLOGÍA	ACELERADOR LINEAL	3	2	3	4	5	5	5	3,7	6 HORAS	ALTA
U. CANCEROLOGÍA	MONITOR DE ÁREA	2	1	3	2	1	5	1	2,15	15 HORAS	BAJA
U. CANCEROLOGÍA	MONITOR DE RADIACIÓN DE ÁREA	2	1	3	2	5	1	5	2,55	10 HORAS	MEDIA
U. CANCEROLOGÍA	MONITOR DE RADIACIÓN DE ÁREA	2	1	3	2	5	1	5	2,55	10 HORAS	MEDIA
U. CANCEROLOGÍA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	4	3	3	4	3	1	3	2,95	10 HORAS	MEDIA
H6	MONITOR DE SIGNOS VITALES	4	3	2	4	3	1	3	2,8	10 HORAS	MEDIA
H6	MONITOR DE SIGNOS VITALES	4	3	2	4	3	1	3	2,8	10 HORAS	MEDIA

Fig. 2. Priorización de mantenimientos en el inventario de equipos.

En la clínica Somer la evaluación de los tiempos de oportunidad se realizan en periodos de una semana, por lo tanto se realiza una simulación de los meses de agosto, septiembre y octubre

del año 2021 para observar cual es el cambio a la hora de utilizar esta estrategia, estos resultados se constatan en las la (**Fig. 3**), (**Fig. 4**), (**Fig. 5**) respectivamente.



Fig. 3. Tiempos de oportunidad mes de agosto

De la (**Fig. 3**), se observa que en las semanas del mes de agosto el tiempo promedio de respuesta de los mantenimientos correctivos presentados fue de 12,6 horas representado en las barras naranjas, por otro lado el tiempo promedio si se hubiese utilizado la estrategia desarrollada es de 6,6 horas representado en las barras grises, el tiempo de reducción es muy evidente con la estrategia planteada para darle priorización a los mantenimientos correctivos.



Fig. 4. Tiempos de oportunidad mes de septiembre

De la **(Fig. 4)**, observamos que durante las semanas de septiembre, el tiempo promedio de respuesta de mantenimiento correctivo se presenta como 12.8 horas indicado en las barras naranja, y por otro lado, el tiempo promedio si se utiliza para la estrategia desarrollada es de 5.68 horas, mostrado en barras grises, este mes el tiempo que se reduce también es muy claro con la estrategia propuesta para priorizar estos mantenimientos.

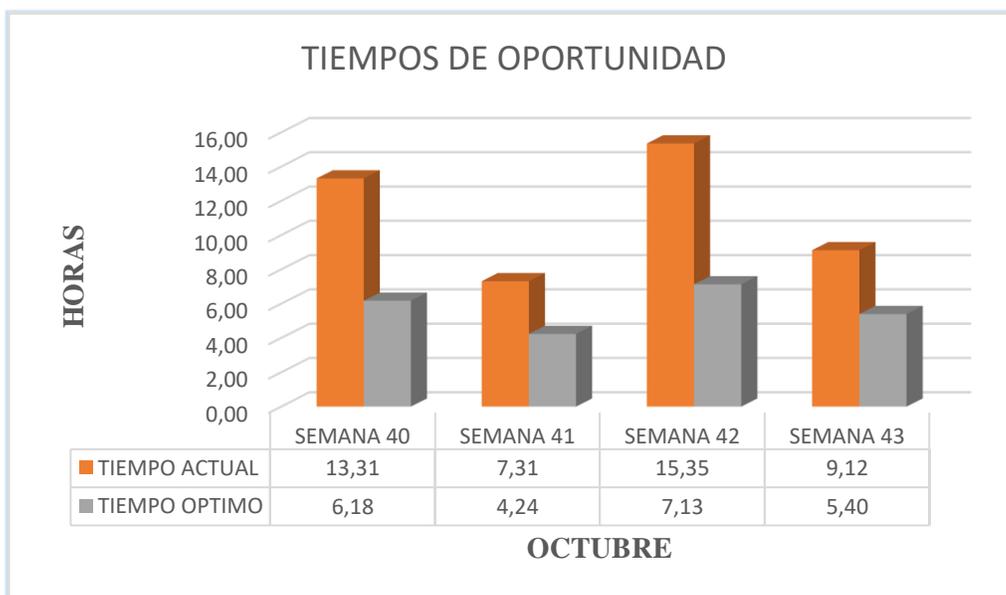


Fig. 5. Tiempos de oportunidad mes de octubre.

De la (**Fig. 5**), se observa que en las semanas del mes de octubre el tiempo promedio de respuesta de los mantenimientos correctivos presentados fue de 11,27 horas representado en las barras naranjas, por otro lado el tiempo promedio si se hubiese utilizado la estrategia desarrollada es de 5,73 horas representado en las barras grises, en este mes también el tiempo de reducción es muy evidente con la estrategia planteada para darle priorización a los mantenimientos correctivos.

Realizada la priorización de mantenimientos correctivos se hizo una socialización con el personal de mantenimiento biomédico, explicando de que se trata la estrategia desarrollada y dando a conocer el instructivo con el cual se realiza esta priorización, después de esto ellos son los encargados de consultar la prioridad de un mantenimiento en la parte final del inventario de equipos donde esta el registro de las prioridades.

Por otro lado se debe tener en cuenta algunos equipos biomédicos los cuales presentan prioridad “ALTA” los cuales tienen gran cantidad de cada uno en los diferentes servicios, se los debe tener en cuenta ya que la probabilidad de daño es mayor y como son de alta prioridad el personal de mantenimiento debe aprender a reconocerlos y saber que se deben atender en el menor tiempo posible; los equipos biomédicos para tener en cuenta son los siguientes:

- Camas eléctricas : 218
- Desfibriladores : 19
- Laringoscopios : 33
- Incubadoras y cunas: 47
- Máquinas de anestesia: 10
- Monitores de signos vitales: 88
- Ventiladores: 51

## 7. CONCLUSIONES

Se realiza una oportunidad de mejora para la priorización de mantenimientos correctivos y así mejorar los tiempos de oportunidad en cuanto a la respuesta que se le da a una solicitud de un evento donde un equipo falla, así se reducen los tiempos de atención, se presta un mejor servicio y se atienden estos eventos de con una estandarización.

La oportunidad de mejora es muy útil para cumplir con las metas planteadas desde el departamento de proyectos y gestión de la tecnología de la clínica Somer, después de que se cumpla un plan piloto donde se establezca que esta estrategia cumpla con las expectativas se puede adaptar a otras áreas como lo es el área de sistemas y el área de ambiente físico de la clínica.

Se pretende que después de cumplido el plan piloto esta estrategia desarrollada se implemente directamente al software de la clínica para que esta priorización de mantenimientos correctivos se genere de forma automática ante cada solicitud de un mantenimiento correctivo.

## REFERENCIAS

- [1] J. L. Arango, “Enfermedades respiratorias del recién nacido,” en *Fundamentos de pediatría: generalidades y neonatología*, J. A. Correa, J. F. Gómez, y R. Posada, Eds. Fondo Editorial CIB, 2000, pp. 463–467.
- [2] Estrada Puerta, Juan Sebastián. (2011) *Gestión de Mantenimiento de Equipo Biomédico en la Fundación Clínica Infantil Noel*. [Recurso Digital] Universidad Autónoma de Occidente. Programa de Ingeniería Biomédica. Santiago de Cali.
- [3] Gretchen Flores Sandí. *Como Disminuir Los Accidentes En La Atención De Salud Mediante Calidad Total, Uso De Computadoras Y Otras Medidas*. Revista Latinoamericana de Derecho Médico y Medicina Legal [En línea]. Disponible en: <http://www.binasss.sa.cr/revistas/rldmml/v7-8n2-1/08Flores.pdf>.
- [4] Rodríguez E., Ingeniería Clínica. (2003). [En línea]. Disponible en: [http://bioingenieria.edu.ar/academica/catedras/ingenieria\\_clinica/archivos/TP2013/](http://bioingenieria.edu.ar/academica/catedras/ingenieria_clinica/archivos/TP2013/)
- [5] Higgins L., Mobley K. *Maintenance Engineering Handbook*, McGraw-Hill, 2008.
- [6] COLOMBIA MINISTERIO DE LA PROTECCION SOCIAL. Decreto 4725 de 2005. *Por el cual se reglamenta el régimen de registros sanitarios, permiso de comercialización y vigilancia sanitaria de los dispositivos médicos para uso humano*. [En línea]. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=18697>

## ANEXOS

### **Anexo 1. Instructivo para priorización de mantenimientos correctivos.**