



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

**OPTIMIZACIÓN DE MANTENIMIENTOS  
PREVENTIVOS DE VENTILADORES MECÁNICOS DEL  
HOSPITAL UNIVERSITARIO SAN VICENTE FUNDACIÓN,  
BASADOS EN LA SEGURIDAD E INTEGRIDAD DEL PACIENTE**

Autor(es)

Nataly García Ramírez

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería, Tecnología Biomédica

El Carmen de Viboral Antioquia, Colombia

2020



OPTIMIZACIÓN DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS DE VENTILADORES  
MECÁNICOS DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO SAN VICENTE FUNDACIÓN,  
BASADOS EN LA SEGURIDAD E INTEGRIDAD DEL PACIENTE

**Nataly García Ramírez**

Trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:  
**Tecnóloga Biomédica**

Asesores (a):  
Zulma Londoño Naranjo Bioingeniera  
Marisela Castillo González Bioingeniera

Línea de Investigación:  
Mantenimiento Biomédico

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería, Tecnología biomédica  
El Carmen de Viboral Antioquia, Colombia  
2020.

## Tabla de contenido

<b>Resumen</b> .....	<b>3</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>4</b>
<b>Objetivos</b> .....	<b>6</b>
Objetivo general .....	<b>6</b>
Objetivos específicos.....	<b>6</b>
<b>Marco teórico</b> .....	<b>7</b>
<b>Metodología</b> .....	<b>13</b>
Diagnóstico inicial .....	<b>11</b>
Oportunidades de mejora .....	<b>14</b>
Metodología propuesta.....	<b>16</b>
Implementación.....	<b>17</b>
Instructivo .....	<b>18</b>
<b>Resultados y análisis</b> .....	<b>21</b>
Fase I .....	<b>21</b>
Fase II.....	<b>28</b>
<b>Conclusiones</b> .....	<b>38</b>
<b>Referencias bibliográficas</b> .....	<b>39</b>

## **Resumen**

En el presente documento se describen las acciones realizadas en el Hospital Universitario San Vicente Fundación de la ciudad de Medellín, basadas en el proyecto del semestre de industria en tecnología biomédica. El principal objetivo propuesto en este proyecto, se enfocó en la implementación y desarrollo de una metodología con condiciones y características adecuadas para la asertividad en la realización de mantenimientos preventivos de todos los ventiladores mecánicos de alto soporte. Se llevó un registro ordenado de su implementación, avances y resultados de acuerdo a la metodología planteada, enfocada conforme a las necesidades encontradas en el diagnóstico inicial de los mantenimientos, dando paso a un proceso de implementación de un cronograma de mantenimiento único de ventiladores, protocolos de mantenimiento preventivos digitalizados, reconocimiento de equipos pendientes por medio de un distintivo de ingeniería y un inventario actualizado, comunicación efectiva del personal de ingeniería con los jefes de enfermería y terapeutas respiratorios, obteniendo como resultado el aumento de la calidad, eficiencia interna, y solvencia financiera en lo que respecta al modelo de gestión de mantenimientos preventivos internos y externos de los ventiladores mecánicos del hospital, además de lograr la caracterización de los sucesos que impedían el desarrollo de los mantenimientos de manera que se puedan ejecutar acciones pertinentes a estos factores.

## **Introducción**

El Hospital Universitario San Vicente Fundación (HUSVF) establece anualmente un cronograma de mantenimiento preventivo de los diferentes equipos biomédicos que utiliza, entre los que se encuentran los equipos con mantenimiento interno y externo, este cronograma de mantenimiento se rige según lo establecido por el fabricante y por la norma, como se observa en las Tablas 1 y 2, estas indican el tiempo en el que se debe realizar el mantenimiento preventivo, el uso permanente de estos equipos en las 8 Unidades de Cuidados Intensivos (UCI), genera dificultades a la hora de ejecutar el mantenimiento preventivo, lo cual hace obligatorio disponer de un cronograma que indique el mes en el cuál debe ser realizado, tanto en el área de ingeniería biomédica como en el servicio, con el fin de prevenir un incidente o evento adverso para la salud, integridad o seguridad del paciente.

El equipo de ingenieros y tecnólogos que conforman el grupo de trabajo de mantenimiento biomédico; tienen designadas tareas específicas, donde se establece quién se encarga de los mantenimientos según el servicio, en el caso de los ventiladores se realizan rondas diarias en las UCI's, a fin de hallar la disponibilidad de los setenta y dos (72) ventiladores.

Cada ventilador (Hamilton Galileo Gold y Galileo Classic, Hamilton G-5 y S1, Hamilton C1 y Dräger) posee un sticker que identifica la última vez que se realizó la intervención al equipo y la fecha del siguiente mantenimiento. La disponibilidad de los ventiladores en los servicios es muy baja, por lo tanto, cuando un ventilador está disponible, el personal de ingeniería mira la fecha de su mantenimiento y si es próxima, es decir, faltan alrededor de veinte (20) días es llevado a ingeniería biomédica. Este procedimiento presentaba fallas, debido a que los equipos eran llevados sin tener en cuenta el cronograma de mantenimiento que se estableció desde un

principio, generando un alto número de ventiladores y ordenes abiertas pendientes por mantenimiento en el sistema interno del HUSVF (SAP).

Asimismo, los ventiladores marca Dräger para realizar el chequeo inicial de funcionamiento del equipo, entre otras cosas, el mantenimiento preventivo, requieren de un pulmón de prueba SelfTestLung que contiene una abrazadera de retención. Esta pieza es obligatoria en el pulmón de prueba para efectuar mantenimientos preventivos y correctivos en estos equipos, y su pérdida era constante, en consecuencia, el proveedor era contactado continuamente para adquirir la abrazadera, lo que implica un gasto adicional al hospital.

Finalmente se determinó la necesidad de implementar una metodología que optimizara el mantenimiento preventivo interno y externo de los ventiladores mecánicos de soporte vital, enfocados principalmente en el cumplimiento de la norma, características indicadas por el fabricante y la seguridad del paciente.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Optimizar el mantenimiento preventivo de los ventiladores mecánicos en las Unidades de Cuidados Intensivos del HUSVF, a través de una metodología operable, de la mano del cumplimiento de la norma, la integridad y seguridad de sus pacientes.

### **Objetivos específicos**

- Disponer de información actual de todos los ventiladores mecánicos del HUSVF en una plantilla de Excel, por medio de la realización de un inventario del cual se pueda renovar la información de la base de datos del hospital (SAP).
- Efectuar los mantenimientos preventivos internos y externos de los ventiladores Hamilton y Dräger de acuerdo al cronograma de mantenimiento, en un desempeño del 95% en los indicadores de cumplimiento en base a la estructuración de la disponibilidad.
- Implementar en el pulmón de prueba el modelo de la abrazadera de retención de los ventiladores Dräger, para ejecutar los chequeos iniciales de funcionamiento y mantenimientos preventivos y correctivos.
- Disponer de un resguardo de los protocolos y reportes de mantenimiento preventivo desde los últimos 3 años, en el sistema interno SAP y el disco duro del HUSVF, además de actualizar la hoja de vida del equipo en SAP.

## Marco teórico

En Colombia todos los establecimientos de salud, tanto públicos como privados, deben registrarse bajo la resolución 2003 del 2014, por la cual, se definen los procedimientos y condiciones de inscripción de los prestadores de servicios de salud y de habilitación de servicios de salud. (Social M. d., 2014). Esta resolución se clasifica en 7 estándares de calidad: infraestructura, talento humano, interdependencia, procesos prioritarios, historia clínica, medicamentos, dispositivos médicos e insumos y dotación.

La dotación se describe como las condiciones y el mantenimiento de los equipos médicos, que determinen procesos críticos institucionales. La resolución 2003 tiene definidos criterios que deben ser cumplidos por los prestadores para cualquier servicio de salud objeto de habilitación que se pretenda prestar; según el caso la resolución expresa:

Realiza el mantenimiento de los equipos biomédicos eléctricos o mecánicos, con sujeción a un programa de revisiones periódicas de carácter preventivo y calibración de equipos, cumpliendo con los requisitos e indicaciones dadas por los fabricantes y con los controles de calidad de uso corriente, en los equipos que aplique. Lo anterior estará consignado en la hoja de vida del equipo, con el mantenimiento correctivo.

(Social M. d., 2014, pág. 26).

Asimismo, la resolución establece que las instituciones deben disponer de un profesional o tecnólogo, con certificado de formación para el mantenimiento de los equipos biomédicos cuya definición se evidencia en el decreto decreto 1769 de 1994:

Por mantenimiento hospitalario define como el proceso que integra un conjunto de procedimientos técnicos y administrativos dirigidos principalmente a prevenir averías, y a restablecer la infraestructura y la dotación hospitalaria a su estado normal de

funcionamiento, así como las actividades tendientes a mejorar el funcionamiento de un equipo.

(Salud, 1994).

El mantenimiento en los establecimientos de salud es importante debido a que ayuda a garantizar la seguridad de los pacientes, visitantes y personal que tenga contacto con tecnología biomédica, además de conservar el equipo en condiciones operativas, mantener la calidad de la atención en salud, disminuir la interrupción y costos de operación en los servicios, pudiéndose denominar el mantenimiento preventivo como:

Intervención periódica y programada para evaluar el estado de funcionamiento de un bien con la finalidad de identificar fallas para lograr que los equipos, instalaciones y la infraestructura física estén en completa operación y en niveles óptimos de eficiencia. Ésta incluye: inspecciones (de funcionamiento y de seguridad), ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación y calibración.

(Bambarén Alatrística & Alatrística de Bambarén, 2011)

La correcta revisión periódica de los equipos médicos, ligados a un mantenimiento preventivo establecido por el fabricante y por norma, genera diversas ventajas entre las cuales se encuentran la confiabilidad en la operación, disminución de tiempo muerto debido a la interrupción del servicio, mayor duración de los equipos médicos y menor costo en la reparación.

(Bambarén Alatrística & Alatrística de Bambarén, 2011).

El HUSVF cuenta con ventiladores de marca Hamilton (C1, Galileo, G5 y S1), Dräger Savina 300 y VN 500 el cronograma de mantenimiento se sujeta a las indicaciones dadas por el fabricante.

Tabla 1

***Indicaciones de mantenimientos preventivos de ventiladores Hamilton establecidas por el fabricante.***

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS DE LOS VENTILADORES ESTABLECIDOS POR EL FABRICANTE		
INTERVALO	COMPONENTE	PROCEDIMIENTO
Ventilador Hamilton Galileo Gold y Galileo Classic (AG, Manual de servicio Galileos, 2006)		
3 meses ó Cada 1250 horas	Ensamblajes del filtro de suministro de gas	Inspeccione el filtro. Reemplácelo si está sucio o decolorado. Limpie la carcasa del filtro si así lo desea
Anualmente ó Cada 5000 horas	Celda de oxígeno	Reemplácela si se ha agotado
	Ventilador	Realice el mantenimiento preventivo relacionado con el servicio técnico.
Ventilador Hamilton G-5 y S-1 (AG, Manual de servicio Hamilton G5-S1, 2014)		
Anualmente ó Cada 5000 horas	Microfiltro de entrada de gas.	Asegúrese de que los elementos del micro filtro de entrada de gas están limpios Si están descoloridos, reemplácelos.
Cada dos años ó cada 5000 horas	Batería de 12 voltios	Reemplace la batería interna de 12V
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad &lt;80%</li> <li>• Ciclos &gt; 400</li> <li>• Años de uso &gt; 4 años</li> </ul>	Batería de iones de litio	Reemplace la batería de litio
Ventilador Hamilton C-1 (AG, Manual de servicio C1, 2015)		
Anualmente ó Cada 5000 horas	Ventilador	Realice una inspección visual del dispositivo
	Celda de oxígeno	Reemplace si está agotado. La vida celular real depende de entorno operativo. Operación en temperaturas más altas, mayor oxígeno Las concentraciones acortan la vida celular.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad &lt;3600mAh</li> <li>• Capacidad &lt;5360</li> <li>• Años de uso &gt; 3 años</li> <li>• Ciclos &gt;400</li> </ul>	Baterías de iones de litio	Reemplace la batería de litio

*Nota.* (AG, Manual de servicio C1, 2015) (AG, Manual de servicio Galileos, 2006) (AG, Manual de servicio Hamilton G5-S1, 2014)

Tabla 2

***Indicaciones de mantenimientos preventivos de ventiladores Dräger Savina 300 y Dräger VN 500 establecidas por el fabricante.***

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS DE LOS VENTILADORES ESTABLECIDOS POR EL FABRICANTE		
INTERVALO	COMPONENTE	PROCEDIMIENTO
Ventilador Dräger Savina 300		
Si aparece mensaje de alarma <b>medición de FIO2 inoperativa</b> o si ya no es posible realizar la calibración	Sensores de CO2	Inserte los sensores de O2 nuevos en el soporte correspondiente y gírelos, aplicando una ligera presión, hasta que los sensores de O2 se deslicen más dentro del soporte
Cada 4 semanas	Juego de filtros antipolvo	Examine visualmente el juego de filtros antipolvo para comprobar si tiene suciedad y límpielo o cámbielo según sea necesario
Cada 12 meses	Microfiltro	Extraiga el microfiltro sucio del soporte y elimínelo, empuje el microfiltro nuevo dentro del soporte hasta que haga tope
	Juego de filtros antipolvo	Extraiga el juego de filtros antipolvo sucio de la cubierta de los filtros y elimínelo, inserte el nuevo juego de filtros anti polvo y ajuste la cubierta de los filtros
	Diafragma de válvula respiratoria reutilizable	Retire el diafragma, coloque el diafragma nuevo sobre el borde de la carcasa de la válvula espiratoria, elimine el diafragma usado, inserte la válvula espiratoria.
	Batería interna	Compruebe la capacidad, sustituya la batería en caso necesario
	Batería externa	Compruebe la capacidad, sustituya la batería en caso necesario
Cada 2 años	Batería interna	Sustitución
	Filtro de la entrada de gas de LPO	Personal del servicio técnico especializado
Cada 6 años	Filtro de O2	Personal del servicio técnico especializado
	Reloj de tiempo real	
	Juego de cables para el sensor de flujo Spirilog	
Cada 8 años	Turbina	Personal del servicio técnico especializado

*Nota.* Estos ventiladores son usados constantemente, por consiguiente, el ventilador tiene 5000 horas de uso en seis meses. (Dräger, 2017)

Los ventiladores marca Dräger Savina 300 requieren de un chequeo inicial de funcionamiento antes de ser utilizado por el paciente. Consta de un pulmón de prueba que es conectado para simular las condiciones reales de un paciente, es necesario realizar este procedimiento para verificar que el equipo cuenta con las condiciones óptimas para iniciar su funcionamiento, además de ser necesario para realizar mantenimientos preventivos y correctivos. (Dräger, 2017)

El pulmón de prueba (SelfTestLung) consta de 4 piezas en su estructura:

1. Simulador de pulmón de material siliconado, el cual tiene la capacidad de tener distensibilidad como lo hace un pulmón real, sin modificar sus dimensiones físicas.
2. Placa de fibra de carbono, la cual ejerce presión sobre el pulmón.
3. Abrazadera de retención que permite el ajuste correcto
4. Perno de fijación para anclar a la Y. (Drägerwerk, 2019)



*Figura 1: SelfTestLung pulmón de prueba Dräger, (Drägerwerk, 2019)*

Llevando a práctica el uso del pulmón de prueba SelfTestLung, se ha perdido la abrazadera de retención, por lo cual el chequeo inicial de funcionamiento no es satisfactorio, lo que implica realizar el diseño de esta en material inoxidable y en software 3D.

La resolución 002434 del 11 de julio del 2006, dice que un equipo repotenciado es un equipo biomédico que no ha sido modificado en su diseño original; se han modificado los subsistemas con componentes nuevos o repotenciados por el fabricante; cuenta con las mismas características de efectividad, seguridad y desempeño de un equipo biomédico nuevo; y se encuentra en estado óptimo de operación y funcionamiento. (Social M. d., 2016).

Además, el decreto 4125 de 2005 define explícitamente que:

El repotenciamiento de ninguna manera podrá alterar el diseño inicial del equipo y el fabricante o su representante oficial, o el repotenciador autorizado por el fabricante deberá garantizar que el equipo biomédico cuenta con las mismas características y efectividad del equipo cuando estaba nuevo.

(Social M. d., 2005)

Ambas definiciones nos permiten replicar la pieza, por no infringir los requerimientos establecidos por la norma, ya que, el diseño original del equipo no se está alterando, ningún subsistema del equipo médico se modificó, y su accesorio principal SelfTestLung, no fue sometido a ningún cambio en su fibra de carbono y el perno de fijación que se conecta a la Y, así se garantiza su validez, seguridad y correcto desempeño.

## **Metodología**

El sistema de salud moderno confía que los equipos biomédicos puedan brindar calidad y excelente servicio a los pacientes. El cuidado proporcionado por los entes prestadores de servicios de salud, depende del buen estado en el que se encuentren los equipos biomédicos, de la mano del debido seguimiento de estos, para perfeccionar los servicios de atención y tratamiento de la salud de los pacientes. Esta dependencia que ha desarrollado la medicina por los equipos sofisticados y complejos como los ventiladores mecánicos de alto soporte, hace necesaria la presencia de una persona con los conocimientos y habilidades para desarrollar un buen plan de mantenimiento y gestión de esta tecnología en los centros de salud. (Salazar, 2008)

A continuación se describe la metodología empleada para optimizar los mantenimientos preventivos de los ventiladores mecánicos marca Hamilton y Dräger en las 8 Unidades de Cuidados Intensivo del HUSVF se observa a continuación:

### **1. Diagnóstico inicial de los mantenimientos, actualizaciones y chequeos iniciales de funcionamiento.**

En la primera etapa del proyecto se conoció el funcionamiento del departamento de ingeniería biomédica en lo que refiere a los procedimientos de mantenimiento, determinando que tan competente y eficaz son dichos procedimientos, de esta forma también fue posible evaluar las necesidades en materia de protocolos y metodologías de mantenimiento que se llevan a cabo diariamente en el HUSVF. En ese orden de ideas se empezó por realizar consultas sobre las necesidades más prioritarias que se presentan, para esto se requirió reconocer el espacio y las condiciones de funcionamiento de los ventiladores mecánicos de

alto soporte y el funcionamiento de la base de datos institucional, lo cual se desarrolló con apoyo del personal del departamento de ingeniería, buscando reorganizar la información disponible de todos los ventiladores. En consecuencia se desarrollaron las siguientes actividades:

- a. Se efectuó un inventario de los 72 ventiladores y se identificaron los siguientes datos: serie, modelo, placa, ubicación, fecha del último mantenimiento preventivo realizado y requerimiento de actualización.
- b. Digitalización del inventario de los 72 ventiladores en base a las novedades encontradas.
- c. Actualización del sistema interno del hospital, se adjuntó la información recolectada en la hoja de vida de cada equipo.
- d. Creación de todos los protocolos de mantenimientos no digitalizados y adjuntados a SAP, se cerraron las órdenes abiertas para comenzar un mejoramiento en los indicadores de cumplimiento.
- e. Se contactó a los proveedores Dräger y EMCO, se solicitaron los reportes de mantenimientos realizados en el transcurso del año, listado de los ventiladores pendientes por actualización y una cotización de las abrazaderas de retención del pulmón de prueba.

## **2. Oportunidades de mejora para mantenimiento preventivos en UCI's en ventiladores**

### **Hamilton y Dräger**

De acuerdo a las necesidades encontradas en el diagnóstico inicial de los mantenimientos, se evalúan estas necesidades de la mano de los procesos llevados a cabo

en el hospital, los cuales pueden ser reestructurados o incorporados de tal manera que involucren beneficios para la implementación del proyecto.

- a.** El manejo de los datos de la información interna de ingeniería biomédica en cuanto a los cronogramas de mantenimiento de los equipos biomédicos internos era robusto, no permite la comodidad de acceder la información única de los ventiladores y añadir a esta posteriores modificaciones, por lo tanto, era necesario determinar la manera de simplificar la adquisición de los datos.
- b.** En la búsqueda de los equipos indicados por mantenimiento preventivo, se presentaban grandes inconvenientes puesto que, se desconocía su ubicación exacta a falta de la actualización de su hoja de vida, se considera necesario una constante actualización del inventario.
- c.** En la realización de las rondas diarias de gestión de disponibilidad de los ventiladores para mantenimiento preventivo en UCI's, se observa que los encargados de los equipos en las áreas (jefes de enfermería y terapeutas respiratorios) no identificaban fácilmente los equipos pendientes por mantenimiento, debido a que la información la dispone el departamento de ingeniería, en consecuencia, es preciso implementar un distintivo de información acerca del mantenimiento.
- d.** En el desarrollo de los mantenimientos preventivos internos, el protocolo de mantenimiento se escribía en una hoja de papel, realizando la continuación y posteriormente la terminación del mantenimiento, generando acumulación, pérdida y órdenes sin anexo de protocolos, por lo tanto, es necesario digitalizar, guardar y subir el protocolo en el instante de realizar el test en el equipo.

- e. La comunicación con los proveedores Dräger y EMCO es baja dado que no está delegada esta función, obteniendo como resultado desinformación en la hoja de vida de los equipos, actualizaciones pendientes, mantenimientos preventivos atrasados pagados por el hospital y órdenes abiertas, de modo que, se requiere establecer una comunicación estable y controlada con los proveedores.
- f. El chequeo inicial de funcionamiento, mantenimientos preventivos y correctivos de los ventiladores marca Dräger se estaban viendo afectados por no disponer del pulmón de prueba completo, puesto que el equipo no realiza estas acciones si este no se encuentra en perfecto estado, por ello, se considera necesario replicar la abrazadera de retención, además de informarle al personal de enfermería las repercusiones que implica perder esta pieza.

### 3. Metodología propuesta

De acuerdo al diagnóstico inicial llevado a cabo para obtener información reciente de los ventiladores con mantenimiento interno o tercerizado, se encontraron oportunidades de mejora abordadas de la siguiente manera:

- a. **Plantilla Excel 1 “Cronograma de mantenimiento”**: Implementación de un archivo en Excel con la información del cronograma de mantenimientos únicamente con la de los ventiladores.
- b. **Plantilla Excel 2 “Inventario ventiladores mecánicos de mantenimiento interno”**  
**“Inventario ventiladores mecánicos de mantenimiento externo”**: Implementación de dos archivos en Excel con la información del inventario efectuado, de constante actualización basado en los mantenimientos que se van ejecutando.

- c. **Distintivo Ingeniería:** Fabricación de un distintivo “Protocolo Ingeniería” con el fin de que los equipos pendientes de mantenimiento sean visibles y se logre gestionar su disponibilidad.
- d. **Digitalización de datos:** Digitalización de todos los protocolos de mantenimiento en el instante que se realiza el test, adjuntarlo a la orden y cerrarla, guardarlo en su respectiva carpeta en el disco duro de ingeniería biomédica.
- e. **Técnica en la comunicación:** Se realiza contacto con los proveedores Dräger y EMCO, con el fin de obtener los reportes de mantenimientos realizados a partir del 2018, actualizaciones de software pendientes, cotización de la abrazadera de retención, definición de fechas para la realización de próximos mantenimientos y actualizaciones, se establecieron compromisos adquiridos de ambas partes.
- f. **Fabricación de la abrazadera de retención:** Diseño y corte de dos modelos, realización de pruebas de funcionamiento y esterilización.

#### 4. Implementación

Al plantear las oportunidades de mejora, ligadas a posibles soluciones se conllevan a la práctica por medio de actividades realizadas en el Hospital como:

- a. Realización de rondas diarias controladas por el cronograma en las 8 UCI's, identificando el equipo que debe ser llevado a ingeniería en el mes establecido, si este no se encuentra disponible, situar el distintivo ingeniería, se debe verificar en las rondas su ubicación y actualización.
- b. En la realización de la ronda identificar ventiladores pendientes por actualización, situar el distintivo ingeniería y contactar a el proveedor EMCO si se tiene disponibilidad de alguno de los 17 ventiladores pendientes por actualización.

- c. Adjuntar a la orden de mantenimiento el protocolo realizado y cerrarla, además de guardarlo debidamente en la carpeta “Protocolos de mantenimiento/ ventiladores/2019” del disco duro del hospital.
- d. Guardar en la carpeta “Reportes de mantenimiento/Proveedores/Dräger o EMCO” del disco duro del hospital, los reportes entregados por los proveedores en el momento de haber realizado mantenimientos preventivos, correctivos o actualizaciones, así: trabajo realizado, fecha y número de orden, por último, adjuntar el protocolo y cerrar la orden.
- e. Diseño de la abrazadera de retención en un software 3D (SpaceClaim), corte del modelo en lámina de acero inoxidable de 1,3 mm en una cortadora láser, validación de la réplica por medio de pruebas de funcionamiento y esterilización, además de una concientización al personal asistencial, de esta manera se entienda todas las repercusiones negativas que implica perder la abrazadera de retención.

## **5. Instructivo.**

Se describen los pasos a seguir en un día común de la realización de la ronda diaria por todos los servicios, contando con la disponibilidad del personal de ingeniería para la realización del mantenimiento.

- a. Basados en el documento de excel llamado: cronograma de mantenimientos preventivos de ventiladores mecánicos HUSVF, ubicado en el disco duro de ingeniería biomédica en la carpeta EB-VENTILADORES, sustraer la información a otro archivo en excel de los equipos señalados por mantenimiento en el mes indicado (en una hoja los internos y en otra diferente los externos).
- b. Verificar que toda la información esté completa estado, denominación, placa, serie, modelo, proveedor y ubicación.

- c.** Añadir al archivo todo equipo que se encuentra pendiente por mantenimiento preventivo de meses anteriores y verificar que su información esté completa, imprimir el archivo y llevarlo a todos los servicios.
- d.** Realizar una ronda por cada servicio, allí hablar con el/la jefe de enfermería y el/la terapeuta respiratorio, quien puede brindar información inmediata acerca del estado de disponibilidad de los equipos, tiempo del personal de enfermería para la limpieza del equipo y pacientes en condición de aislamiento.
- e.** Marcar con el distintivo de ingeniería todos los equipos que se encuentran pendiente por mantenimiento en el mes establecido, verificar que todos los equipos de meses anteriores estén debidamente marcados, e informar al personal del servicio, cuántos equipos hay pendientes, cuáles de meses anteriores y cuáles del mes actual.
- f.** En caso de encontrar equipos disponibles, hablar con el jefe de enfermería para que hable con la auxiliar encargada del cubículo y proceda a realizar la correcta desinfección, organización de cables y accesorios del ventilador para su adecuado retiro del servicio.
- g.** Informar al personal de mensajería del HUSVF acerca de la disponibilidad de ventiladores en los servicios, de manera que pueda ser traslado a ingeniería lo antes posible para evitar tiempos muertos de uso.
- h.** Cuando el equipo se encuentra en el laboratorio de mantenimiento de ingeniería biomédica y es un ventilador de mantenimiento interno, deben ser registrados sus números de placa y serie en el protocolo de mantenimiento, y digitalizar los datos inmediatamente sea realizado, en caso de ser un equipo de mantenimiento externo, solicitar al final del mantenimiento el reporte al proveedor.

- i.** Guardar los protocolos y reportes de mantenimiento en el disco duro del hospital en sus correctas carpetas, anexar los archivos al sistema internos del hospital SAP y realizar el correcto diligenciamiento para cerrar la orden de mantenimiento preventivo.
- j.** Actualizar los archivos: inventario ventiladores mecánicos de mantenimiento interno, inventario ventiladores mecánicos de mantenimiento externo y el archivo impreso, indicando la fecha en la que se realizó la última intervención del equipo.
- k.** Retirar el distintivo de ingeniería biomédica, contactar al servicio de mensajería del HUSVF para la devolución del ventilador.

## **Resultados y análisis**

La metodología de mantenimiento de ventiladores mecánicos de alto soporte, ha sido elaborada dentro del marco del trabajo de presentación de práctica académica para obtener el título de Tecnóloga Biomédica, consta de un proceso de implementación del cronograma y protocolos de mantenimiento preventivo de los ventiladores mecánicos en el Hospital Universitario San Vicente Fundación, tiene como propósito aumentar la calidad, eficiencia interna, y solvencia financiera en lo que respecta al modelo de gestión de mantenimiento preventivo interno y externo de los ventiladores mecánicos del hospital.

### **1. FASE 1. Desarrollo de la metodología propuesta, con base en el diagnóstico inicial y las oportunidades de mejora de mantenimiento**

El estudio realizado demuestra que el Hospital Universitario San Vicente Fundación de la ciudad de Medellín es una de las instituciones de salud más grandes e importantes de Colombia y de Latinoamérica, presta servicios de atención en salud de alta complejidad, es distinguido por su acreditación en salud, brinda servicios mediante personal calificado e infraestructura adecuada inclusive a quienes no pueden pagar por ello, sin embargo, actualmente presenta latentes necesidades en la gestión de los mantenimientos preventivos de los ventiladores mecánicos de alto soporte, por una parte, requiere modificar, mejorar y/o elaborar procedimientos de inventario, digitalización de datos, rutinas matutinas en los servicios que involucran toda una metodología propuesta, con el propósito de brindar la seguridad, efectividad, eficiencia y economía en el uso de los ventiladores de la institución, ya que, el decreto 4725 establece:

El propietario o tenedor del equipo biomédico deberá asegurarse que su uso y funcionamiento estén de acuerdo a lo establecido en los manuales entregados por

el fabricante en el momento de la venta del mismo, así como su calibración y mantenimiento...Las instituciones prestadoras de servicio de salud deberán llevar registros de las actividades de mantenimiento realizadas por ellas o por terceros para la programación y control de los equipos biomédicos de tecnología controlada.

(Ministerio de Protección Social, 2005, pág. 19)

Como primer paso se seleccionaron e identificaron todos los ventiladores mecánicos de alto soporte del HUSVF de acuerdo a: número de placa y serie, modelo, proveedor y ubicación, en base a esto se realizó un cronograma de mantenimiento único de equipos de ventilación mecánica, acorde a la capacidad del personal del hospital para la realización de esta tarea de gran magnitud.

ESTADO	DENOMINACION	PLACA	SERIE	MODELO	PROVEEDOR	UBICACIÓN	ENERO	FEBRERO	MARZO
INTERNO	VENTILADOR	12109	1607	Galileo Classic	INGENIERIA	Uci Cardio			X
INTERNO	VENTILADOR	16166	1620	Galileo Classic	INGENIERIA	Uci sta Margarita			X
INTERNO	VENTILADOR	12113	1623	Galileo Classic	INGENIERIA	Uci Cardio			X
INTERNO	VENTILADOR	24775	6870	Galileo Gold	INGENIERIA	Uci Medica			X
INTERNO	VENTILADOR	24780	6872	Galileo Gold	INGENIERIA	Uci Neonatal			X
INTERNO	VENTILADOR	24777	6874	Galileo Gold	INGENIERIA	Uci Medica			X
INTERNO	VENTILADOR	24776	6876	Galileo Gold	INGENIERIA	Uci Medica			X
INTERNO	VENTILADOR	31588	1945	G-5	INGENIERIA	Uci San Miguel			X
INTERNO	VENTILADOR	31582	1952	G-5	INGENIERIA	Uci San Miguel			X
INTERNO	VENTILADOR	19993	4540	Galileo Gold	INGENIERIA	Uci Neonatal	X		
INTERNO	VENTILADOR	24778	6864	Galileo Gold	INGENIERIA	Uci Neonatal	X		
INTERNO	VENTILADOR	24771	6867	Galileo Gold	INGENIERIA	Uci sta Margarita	X		

Figura 2. Cronograma de Mantenimiento

En el momento de llevar a cabo el cronograma de mantenimiento se tuvo la necesidad de crear y mantener un inventario actualizado. Para ello, se verificó periódicamente que todos los ventiladores incluidos en el cronograma fuera posible localizarlos acorde a este. En la realización de las rondas diarias se consideró conveniente ejecutar tareas de inventario en las inspecciones habituales de disponibilidad de equipos. Además, cuando llegan equipos nuevos se los debe inspeccionar y agregar al inventario al igual si no se encuentran en este.

Equipo	No. Placa	Denominación	Marca	Modelo	Denominación	Fecha adquis.	Status sistema	UBICACIÓN ACTUAL
10046985	42470	VENTILADOR DE TRANSPORTE	HAMILTON	C1			DISP	
10025199	35758	VENTILADOR DE VOLUMEN	HAMILTON	C1	BODEGA ACTIVOS FIJOS	24/10/2011	MONT	
10017444	33438	VENTILADOR DE VOLUMEN	HAMILTON	G5	UCI INFANTIL	29/12/2009	MONT	UCI INFANTIL
10017446	33440	VENTILADOR DE VOLUMEN	HAMILTON	G5	UCI INFANTIL	29/12/2009	MONT	UCI INFANTIL
10017447	33441	VENTILADOR DE VOLUMEN	HAMILTON	G5	UCI INFANTIL	29/12/2009	MONT	UCI INFANTIL
10017443	33437	VENTILADOR DE VOLUMEN	HAMILTON	G5	UCI INFANTIL	29/12/2009	MONT	INGENIERÍA
10017445	33439	VENTILADOR DE VOLUMEN	HAMILTON	G5	UCI INFANTIL	29/12/2009	MONT	INGENIERÍA
10015622	31579	VENTILADOR	HAMILTON	G5	UCI SAN MIGUEL	30/12/2008	MONT	UCI SAN MIGUEL
10037848	39506	VENTILADOR DE ALTO SOPORTE	HAMILTON	G5	UCI MEDICA		MONT	UCI MÉDICA
10037849	39507	VENTILADOR DE ALTO SOPORTE	HAMILTON	G5	UCI CARDIOVASCULAR		MONT	UCI MÉDICA
10037851	39509	VENTILADOR DE ALTO SOPORTE	HAMILTON	G5	UCI CARDIOVASCULAR		MONT	UCI CARDIOVASCULAR
10037850	39508	VENTILADOR DE ALTO SOPORTE	HAMILTON	G5	UCI MEDICA		MONT	UCI MÉDICA
10037846	39504	VENTILADOR DE ALTO SOPORTE	HAMILTON	G5	UCI MEDICA		MONT	REPARACIÓN EMCO
10015633	31590	VENTILADOR DE VOLUMEN	HAMILTON	G5	UCI CARDIOVASCULAR	30/12/2008	MONT	UCI CARDIOV

Figura 3. Inventario ventiladores mecánicos de mantenimiento interno

El programa de mantenimiento en el HUSVF es aplicado de diferentes modos, por lo que es importante disponer de un inventario independiente para los ventiladores marca Dräger, en este caso, fue esencial disponer de personal de ingeniería para supervisar y gestionar las tareas de estos contratistas.

Estado	Equipo	No. Placa	Denominación	Marca	Modelo	Denominación	Status si	UBICACIÓN ACTUAL
contrato	10032571	36841	VENTILADOR DE ALTA FRECUENCIA	DRAGER	BABY LOG VN 500	UCI NEONATOS	MONT	UCI NEONATOS
Contrato	10018560	34699	VENTILADOR DE VOLUMEN	DRAGER	BABY LOG VN 500	SALA NEONATOS INTERMEDIOS	MONT	UCI NEONATOS
Contrato	10018561	34700	VENTILADOR DE VOLUMEN	DRAGER	BABY LOG VN 500	UCI NEONATOS	MONT	UCI NEONATOS
Contrato	10037856	39455	VENTILADOR DE ALTA FRECUENCIA	DRAGER	BABY LOG VN 500	UCI NEONATOS	MONT	UCI NEONATOS
Contrato	10037857	39456	VENTILADOR DE ALTA FRECUENCIA	DRAGER	BABY LOG VN 500	UCI NEONATOS	MONT	UCI NEONATOS
Garantía	10045674	42007	VENTILADOR DE ALTA FRECUENCIA	DRAGER	BABY LOG VN 500	UCI NEONATOS	MONT	UCI NEONATOS
Garantía	10045675	42008	VENTILADOR DE ALTA FRECUENCIA	DRAGER	BABY LOG VN 500	UCI NEONATOS		
Garantía	10045676	42009	VENTILADOR DE ALTA FRECUENCIA	DRAGER	BABY LOG VN 500	UCI NEONATOS		
Contrato	10037858	39457	VENTILADOR DE ALTA FRECUENCIA	DRAGER	BABY LOG VN 500	UCI INFANTIL	MONT	UCI INFANTIL
Contrato	10037859	39458	VENTILADOR DE ALTA FRECUENCIA	DRAGER	BABY LOG VN 500	UCI INFANTIL	MONT	UCI INFANTIL
Contrato	10032570	36840	VENTILADOR DE ALTA FRECUENCIA	DRAGER	BABY LOG VN 500	UCI NEONATOS	MONT	UCI NEONATOS
Contrato	10032572	36842	VENTILADOR DE ALTA FRECUENCIA	DRAGER	BABY LOG VN 500	UCI NEONATOS	MONT	UCI NEONATOS
Garantía	10043410	K766	VENTILADOR DE ALTA FRECUENCIA NEONATAL	DRAGER	BABY LOG VN 500	UCI NEONATOS		
Garantía	10043411	K767	VENTILADOR DE ALTA FRECUENCIA NEONATAL	DRAGER	BABY LOG VN 500	UCI NEONATOS		
Garantía	10046187	42311	VENTILADOR DE SOPORTE VITAL	DRAGER	SAVINA 300	UCI SANTA MARGARITA	MONT	

Figura 4. Inventario ventiladores mecánicos de mantenimiento externo

En la realización de las rondas diarias por los servicios, se determinó localizar en los equipos un distintivo de ingeniería, y así identificar el equipo pendiente por mantenimiento más fácil y rápido.



Figura 5. Distintivo ingeniería

La hoja de vida de cada equipo debe incluir datos identificatorios como una breve descripción, el nombre del fabricante, el modelo, el número de serie y la ubicación. Resultó útil incluir, además, los protocolos de mantenimiento realizados cada 6 meses, lo que conllevó a una digitalización de cada protocolo. Estos datos figuran en SAP en los registros de órdenes de servicio que documentan todas las tareas de mantenimiento realizadas en el equipo. En consecuencia, la base de datos del hospital contiene los antecedentes técnicos de cada ventilador mecánico y a su vez se reorganizaron los protocolos desde el año 2018 y se guardó la información en el disco duro de ingeniería biomédica.

The screenshot displays the SAP 'Modificar Orden de mantenimiento preventivo' interface. The title bar indicates the order number '200189610' and the description 'Cabecera centra'. The main content area is divided into several sections:

- Order Header:** Order number 'PM02 200189610', description 'MTTO PREVENT VENTILADOR DE ALTO SOPORTE', and status 'LIB. DMNV KKMP NLIQ PREC'.
- Responsible:** Group 'M02 / 1000 INGENIERIA BIOMEDI', position 'TEC IN B / 1000 TECNOLOGO ING...', and a field for the responsible person.
- Costs:** Cost center '0 COP', activity '022 Mantenimiento', and a checkbox for 'EstadInstal'.
- Dates:** Start date '01.02.2019 00:00' and end date '28.02.2019 24:00'.
- Object of Reference:** Location 'HUSVP-BLOQUE 14-1...' and equipment '10004102'.
- First Operation:** Operation 'MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMESTRAL' and a field for 'CivCá'.

Figura 6. Hoja de vida ventilador mecánico SAP

REPORTES PROTOCOLOS 2017	07/05/2019 14:06	Carpeta de archivos
REPORTES PROTOCOLOS 2018	04/12/2018 8:25	Carpeta de archivos
REPORTES PROTOCOLOS 2019	26/09/2019 8:04	Carpeta de archivos

1. PROTOCOLOS ENERO	16/08/2019 9:13	Copia de Ventilador G-5 33441 UCI INFAL...
2. PROTOCOLOS FEBRERO	12/09/2019 7:47	Copia de Ventilador G-5 39906 UCI MÉD...
3. PROTOCOLOS MARZO	16/08/2019 9:23	Ventilador G-5 31578 SAN MIGUEL
4. PROTOCOLOS ABRIL	22/08/2019 16:56	Ventilador G-5 31581 SAN MIGUEL
5. PROTOCOLOS MAYO	16/08/2019 9:39	Ventilador G-5 31583 SAN MIGUEL
6. PROTOCOLOS JUNIO	16/08/2019 9:42	Ventilador G-5 31588 SAN MIGUEL
7. PROTOCOLOS JULIO	26/09/2019 9:54	Ventilador G-5 31591 UCI MÉDICA
8. PROTOCOLOS AGOSTO	17/09/2019 7:18	Ventilador G-5 33439 UCI INFANTIL
9. PROTOCOLOS SEPTIEMBRE	26/09/2019 9:46	Ventilador G-5 39505 UCI CARDIOV
		Ventilador G-5 39508 UCI MÉDICA
		Ventilador G-5 39509 UCI CARDIOV
		Ventilador Galileo CLASSIC 18133 UCI IN...
		Ventilador GALILEO CLASSIC 24771 SANT...
		Ventilador GALILEO CLASSIC 24773 SANT...
		Ventilador GALILEO GOLD 24769 UCI Ma...
		Ventilador GALILEO GOLD 25455 UCI INF...

Figura 7 y 8. Protocolo de mantenimiento preventivo en disco duro I

Desde el punto de vista normativo, el mantenimiento que no queda registrado es un mantenimiento que nunca se realizó. Además, cuando hay un problema con un ventilador mecánico, es necesario poder ver qué trabajos se realizaron anteriormente y cuáles eran los valores de las mediciones. Por lo tanto, poseer documentación sobre todos los incidentes que se han producido en la vida del equipo es sumamente valioso, así que, se contacta a los contratistas Dräger y EMCO para recopilar los reportes de mantenimientos realizados a partir del 2018, actualizaciones de software pendientes, realización de próximos mantenimientos y actualizaciones.

## Reporte de Servicio Técnico

# Dräger

N° Cliente  
C231

N° Reporte de servicio:

U601511562

05/11/2019

Cliente:

HOSPITAL UNIVERSITARIO DE SAN VICENTE  
FUNDACION  
CALLE 64 No. 51 D - 154  
0 MEDELLIN  
ANTIOQUIA

Ingeniero

Robinson Henao (6015) []

Fecha solicitud/servicio

05/11/2019

Problema reportado

Mantenimiento Preventivo

Figura 9. Reporte de servicio técnico Dräger

 <b>REPORTE DEL TECNICO</b> <b>OTM - 13018</b>		Version 1 FC-121
S. EXTERNO: X	F. OT: 19/09/2019 10:59:00 a.m.	SOL No: _____
S. TALLER:	F. SOL: 01/01/1900 12:00:00 a.m.	Prioridad: Media
		CTTO No: 50 - 0
		SERVICIO: SERVICIO ASOCIADO A VENTAS
CLIENTE:	HOSPITAL UNIVERSITARIO SAN VICENTE DE PAUL	SUCURSAL:
DIRECCION:	Cr 51d Calle 64	CIUDAD:
TELEFONO:	4441333	FAX:
CONTACTO:		CARGO:
EQUIPO:	[Hamilton Medical][G5][2660]	SOLICITANTE:
MODELO:	G5	CEL CONTACTO:
UBICACION:	Sin Direccion	MARCA:
		SERIAL:
		Hamilton Medical
		2660

Figura 10. Reporte de servicio técnico EMCO

La implementación de la abrazadera de retención del ventilador mecánico Savina 300 marca Dräger, en el pulmón de prueba SelfTestLung, tuvo un conjunto de actividades que a través de pruebas de chequeos iniciales de funcionamiento, esterilización y anclaje, abrieron paso a su puesta en marcha.

Tabla 3.

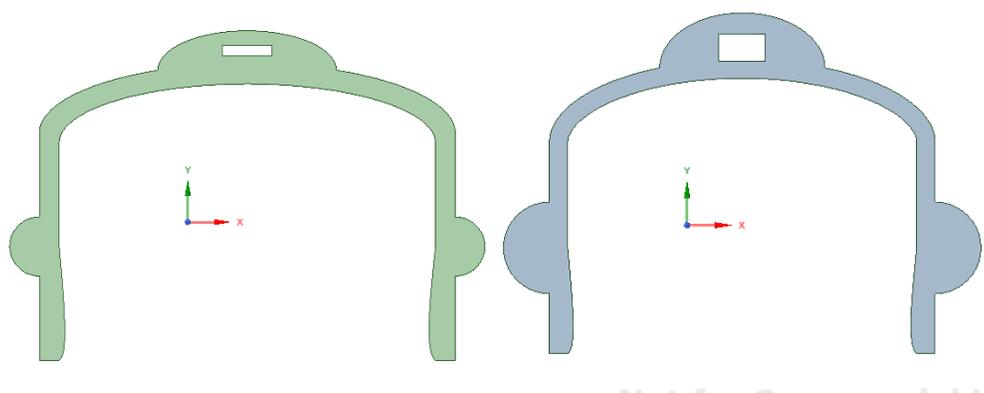
*Costo del diseño y corte de la abrazadera de retención en acero inoxidable*

Costo abrazadera de retención		
Mano de obra	Ingeniero o tecnólogo con habilidades de diseño	SMLV \$828.116
Corte	Corte de acero inoxidable	\$ 30.000
Diseño	Precio licencia de software	\$ 0
Lámina	Valor lámina de acero inoxidable	\$ 50.000



Figura 11. Diseño original abrazadera de retención. (Drägerwerk, 2019)

Dadas las indicaciones recibidas por el contratista Dräger, únicamente es posible comprar el pulmón de prueba SelfTestLung completo, el cual tiene un valor aproximado de \$725.000 COP. La fabricación de la abrazadera de retención, incluyendo todas las pruebas para su puesta en marcha, es de \$908.166 COP, teniendo en cuenta que se podrían producir más de 100 unidades de esta.

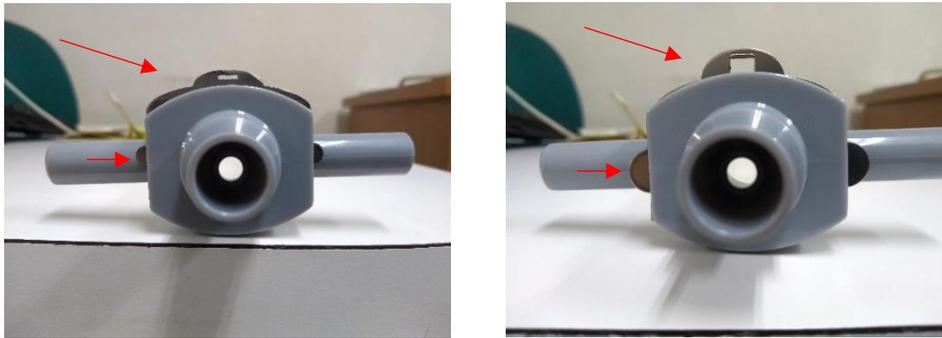


*Figuras 12 y 13. Diseño 1 y 2 de la abrazadera de retención.*



*Figuras 14 y 15. Corte 1 y 2 de la abrazadera de retención.*

Como se observa en las *Figuras 16 y 17* de la prueba de anclaje el diseño número 2, tiene mayor anclaje que el diseño número 1, su abertura es más grande, por lo cual permite sacar la abrazadera más fácil cuando sea necesario, además sus extremos ofrecen mayor anclaje a la fibra de carbono, por consiguiente, se realizó el chequeo de funcionamiento y el proceso de esterilización con el diseño número 2.



*Figuras 16 y 17.* Pruebas 1 y 2 de anclaje

## **2. FASE 2 Distinción y reconocimiento de resultados**

Los mantenimientos preventivos de los ventiladores mecánicos del HUSVF se establecieron con base al cronograma de mantenimiento, en la realización de rondas diarias en las 8 Unidades de cuidados intensivos, en el desarrollo del trabajo se realizaron registro de las rondas realizadas, días sin disponibilidad de los equipos y a su vez del personal de ingeniería encargado de realizar esta tarea

## 2.1. Mantenimientos preventivos internos mes de agosto del 2019

Tabla 4.

*Ejecución mantenimientos preventivos internos mes de agosto del 2019*

<b>EJECUCIÓN DE LOS MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS MES DE AGOSTO 2019</b>	
Total ordenes de trabajo generadas	9
Número de rondas realizadas	12
Días sin disponibilidad de equipos	5
Días sin disponibilidad del personal	11
Ordenes de trabajo cerradas (realizadas)	9
Ordenes de trabajo pendientes	0
Porcentaje de cumplimiento	100%
Meta porcentaje de cumplimiento	95%

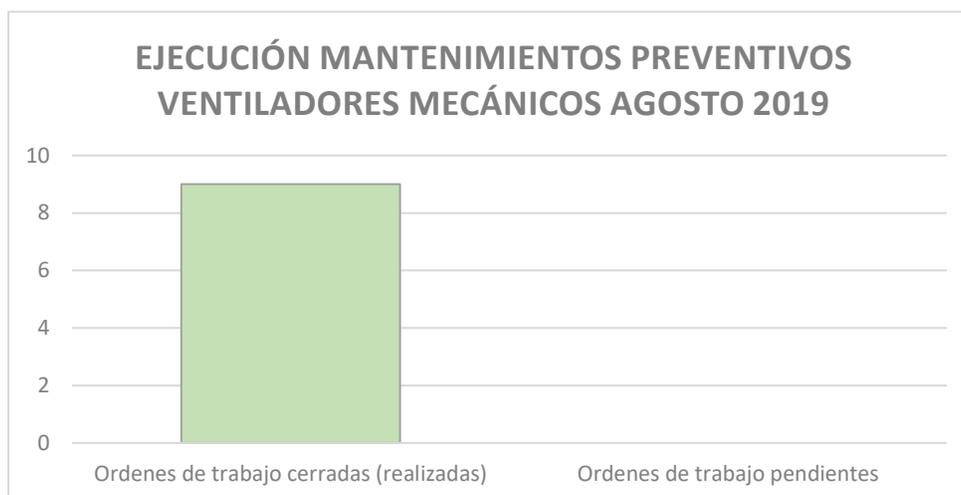


Figura 18. Ejecución mantenimientos preventivos internos mes de agosto del 2019

## 2.2. Mantenimientos preventivos internos mes de septiembre del 2019

Tabla 5.  
*Ejecución mantenimientos preventivos internos mes de septiembre 2019*

EJECUCIÓN DE LOS MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS MES DE SEPTIEMBRE 2019	
Total ordenes de trabajo generadas	9
Número de rondas realizadas	9
Días sin disponibilidad de equipos	2
Días sin disponibilidad del personal	11
Ordenes de trabajo cerradas (realizadas)	6
Ordenes de trabajo pendientes	3
Porcentaje de cumplimiento	66.66%
Meta porcentaje de cumplimiento	95%

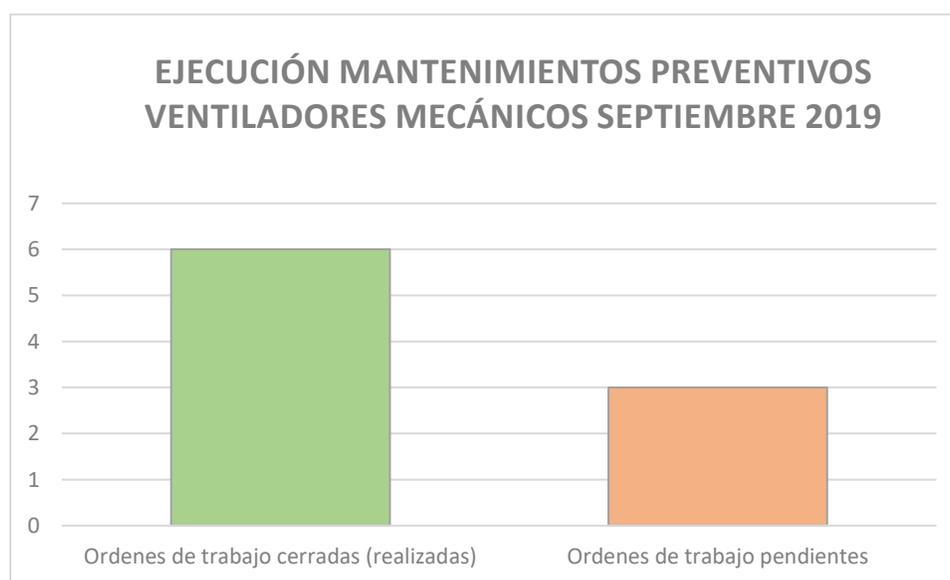


Figura 19. Ejecución mantenimientos preventivos internos mes de septiembre del 2019

### 2.3. Mantenimientos preventivos internos mes de octubre del 2019

Tabla 6.

*Ejecución mantenimientos preventivos internos mes de octubre del 2019*

EJECUCIÓN DE LOS MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS MES DE OCTUBRE 2019	
Total ordenes de trabajo generadas	14
Número de rondas realizadas	4
Días sin disponibilidad de equipos	2
Días sin disponibilidad del personal	20
Ordenes de trabajo cerradas (realizadas)	7
Ordenes de trabajo pendientes	7
Porcentaje de cumplimiento	50%
Meta porcentaje de cumplimiento	95%

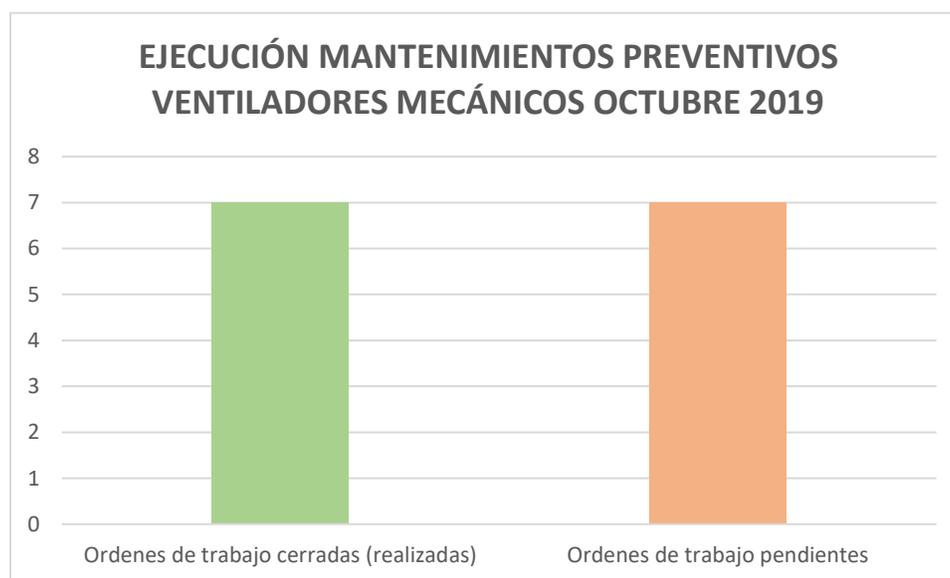


Figura 20. Ejecución mantenimientos preventivos internos mes de octubre del 2019

## 2.4. Mantenimientos preventivos internos mes de noviembre del 2019

Tabla 7.

*Ejecución mantenimientos preventivos internos mes de noviembre del 2019*

EJECUCIÓN DE LOS MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS MES DE NOVIEMBRE 2019	
Total ordenes de trabajo generadas	11
Número de rondas realizadas	15
Días sin disponibilidad de equipos	3
Días sin disponibilidad del personal	7
Ordenes de trabajo cerradas (realizadas)	9
Ordenes de trabajo pendientes	2
Porcentaje de cumplimiento	82%
Meta porcentaje de cumplimiento	95%



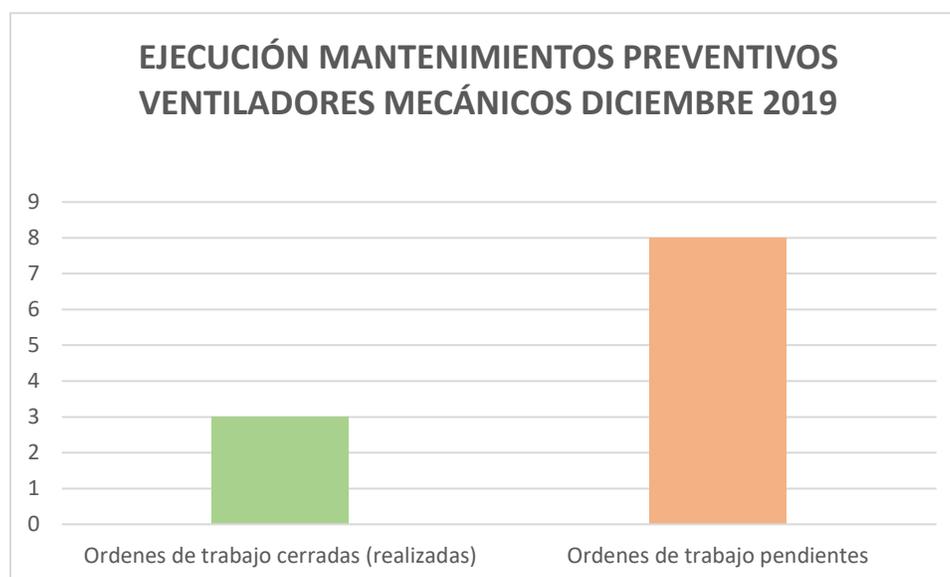
Figura 21. Ejecución mantenimientos preventivos internos mes de noviembre del 2019

## 2.5. Mantenimientos preventivos internos mes de diciembre del 2019

Tabla 8.

*Ejecución mantenimientos preventivos internos mes de diciembre del 2019*

EJECUCIÓN DE LOS MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS MES DE DICIEMBRE 2019	
Total ordenes de trabajo generadas	11
Número de rondas realizadas	8
Días sin disponibilidad de equipos	4
Días sin disponibilidad del personal	17
Ordenes de trabajo cerradas (realizadas)	3
Ordenes de trabajo pendientes	8
Porcentaje de cumplimiento	28%
Meta porcentaje de cumplimiento	95%

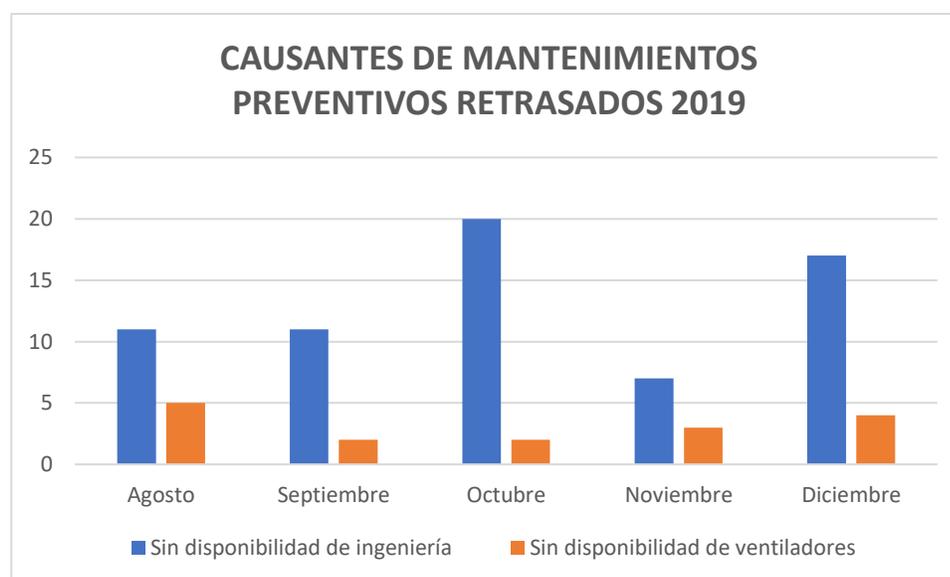


Figuras 22. Ejecución mantenimientos preventivos internos mes de diciembre del 2019

Las ordenes de trabajo de ingeniería biomédica de mantenimiento preventivo de ventiladores mecánicos del HUSVF son documentos internos diligenciados por el departamento de ingeniería y manejados con el sistema interno del hospital SAP, éstas indican cuándo se debe llevar a cabo una actividad de mantenimiento sobre un equipo en

específico, así se evidencia que ha sido ejecutado el protocolo establecido por el hospital o por el fabricante. Cuando una orden de trabajo se encuentra cerrada, se entiende que está debidamente diligenciada con los datos mínimos necesarios y sus debidos anexos. En los meses agosto y noviembre del 2019 se obtuvo un indicador de cumplimiento satisfactorio, resultado que se encuentra ligado a la disponibilidad de ingeniería biomédica para la realización de estos.

En el desarrollo de la metodología fue factible evidenciar dos causas principales, por las cuales fueron retrasados mantenimientos preventivos de los ventiladores mecánicos en el mes establecido, se evidencia en el siguiente gráfico.



*Figuras 23.* Causantes de mantenimientos preventivos internos retrasados 2019

A pesar de la alta demanda de los ventiladores en las 8 UCI's, en todos los meses fueron pocos los días por los cuales no se pudo realizar un mantenimiento preventivo a falta de disponibilidad del equipo en los servicios, a diferencia de los días que no se realizaron a falta de disponibilidad de ingeniería biomédica.

## 2.6.Mantenimientos preventivos externos por garantía mes de agosto del 2019

Tabla 9.

*Ejecución mantenimientos preventivos externos mes de agosto del 2019*

<b>EJECUCIÓN DE LOS MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS POR GARANTÍA MES DE AGOSTO 2019</b>	
Total ordenes de trabajo generadas	21
Número de rondas realizadas	19
Días sin disponibilidad de equipos	8
Días sin disponibilidad del proveedor	3
Equipos en espera de repuestos	2
Ordenes de trabajo cerradas (realizadas)	15
Ordenes de trabajo pendientes	6
Porcentaje de cumplimiento	71.42%
Meta porcentaje de cumplimiento	95%



Figuras 24. Ejecución mantenimientos preventivos externos mes agosto del 2019

## 2.7.Mantenimientos preventivos externos por contrato mes de octubre del 2019

Tabla 10.

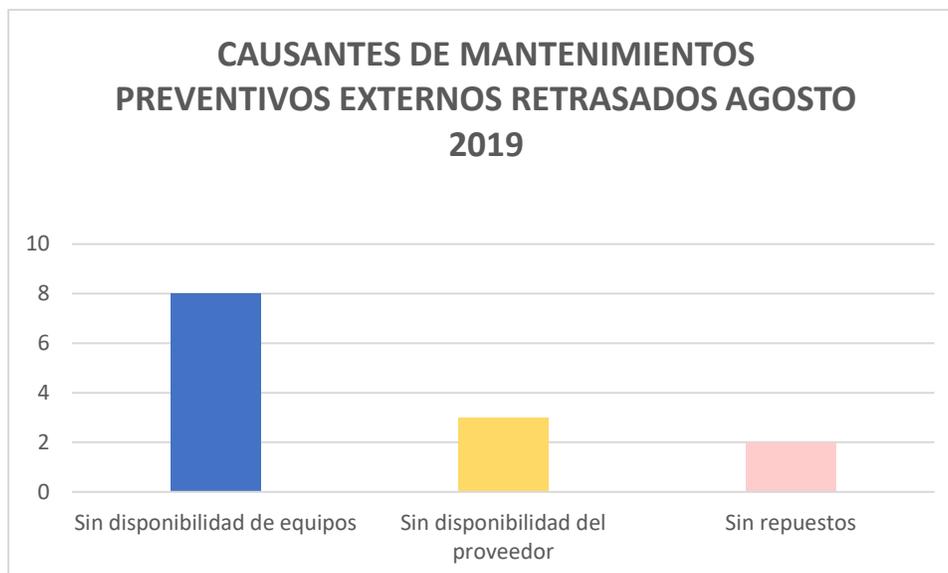
*Ejecución mantenimientos preventivos externos mes de octubre del 2019*

<b>EJECUCIÓN DE LOS MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS POR CONTRATO MES DE OCTUBRE 2019</b>	
Total ordenes de trabajo generadas	10
Número de rondas realizadas	11
Días sin disponibilidad de equipos	4
Días sin disponibilidad del proveedor	1
Equipos en espera de repuestos	1
Ordenes de trabajo cerradas (realizadas)	9
Ordenes de trabajo pendientes	1
Porcentaje de cumplimiento	90%
Meta porcentaje de cumplimiento	95%

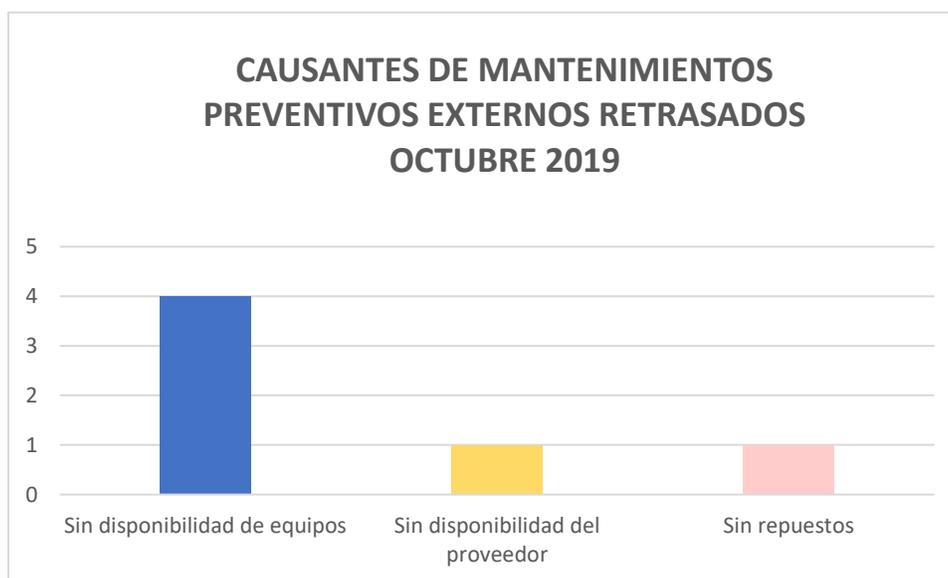


Figuras 25. Ejecución mantenimientos preventivos externos mes octubre 2019

Al igual que con los mantenimientos preventivos internos, en el desarrollo de la metodología fue factible evidenciar tres causas principales, por las cuales fueron retrasados mantenimientos preventivos externos de los ventiladores mecánicos en el mes establecido, se evidencia en el siguiente gráfico.



Figuras 26. Causantes de mantenimientos preventivos externos retrasados mes de agosto del 2019



Figuras 25. Ejecución mantenimientos preventivos externos retrasados mes octubre del 2019

La alta demanda de los ventiladores de alto flujo en las UCI's neonatales e infantiles, produce un evidente retraso en los mantenimientos programados por parte del proveedor Dräger, a diferencia de los equipos que no se realizaron por falta de repuestos o disponibilidad del contratista Dräger.

La trazabilidad de los mantenimientos preventivos tanto internos como externos en el HUSVF no era llevada, por lo tanto la institución acogió la metodología planteada para abrir paso a un reconocimiento de los mantenimientos que no fueron realizados y a su vez, verificar uno de los índices principales que afectan el indicador de cumplimiento, como lo son las ordenes de mantenimiento preventivo de ventiladores que no fueron cerradas en SAP, además de tener un control de todos los mantenimientos que se encuentran pendientes, a través de las plantillas en excel: cronograma de mantenimiento preventivo único de ventiladores mecánicos, inventario de ventiladores mecánicos de mantenimiento interno y externo de constante actualización (2 meses) y el instructivo de mantenimiento de ventiladores mecánicos, todos guardados en el disco duro de ingeniería biomédica en la carpeta EB-VENTILADORES. Abriendo paso a un control digitalizado de datos único de ventiladores, mediante el cual se podrán evidenciar posteriores causantes de la no ejecución de estos mantenimientos.

## Conclusiones

- A través de la realización del inventario único de ventiladores mecánicos de alto soporte de mantenimiento externo o interno, es posible obtener información actualizada del estado de cada ventilador, siempre y cuando esté en constante renovación, lo que permitió llevar un control de cada equipo en base a la normatividad, estar atentos a cualquier novedad y tener disponible la información requerida para futuras auditorías.
- Fundamentados en los datos adquiridos en la ejecución de la metodología propuesta, es posible deducir que los mantenimientos preventivos internos del HUSVF de los ventiladores mecánicos logran desempeñar el indicador de cumplimiento al 95% , siempre y cuando exista disponibilidad por parte del personal de ingeniería en el transcurso del mes, ya que, a pesar de la existencia de factores como no disponibilidad de los equipos en los servicios o no realizar la ronda todos los días del mes, no fueron propiamente los factores que en su mayoría afectan el indicador de cumplimiento, sino la disponibilidad del personal de ingeniería.
- Gracias a la adquisición de la abrazadera de retención de los ventiladores Dräger, fue posible realizar el correcto y seguro chequeo inicial de funcionamiento de estos equipos, además de ser necesaria para efectuar los mantenimientos preventivos y correctivos, cumpliendo sus principales motivos de fabricación, sumándole el ahorro económico al hospital al evitar comprar nuevamente el pulmón de prueba completo.
- A raíz de los procedimientos realizados en la práctica académica, se detalla la importancia de la creación del cronograma de mantenimiento, este realizado teniendo en cuenta las indicaciones dadas por el fabricante, ya que rangos de medición, resolución, exactitud, entre otras; varían de un ventilador mecánico a otro, o incluso a un modelo diferente de la misma marca, aquí radica la necesaria implementación de este para disponer de una metodología funcional, que lograra adaptarse en al ámbito normativo y técnico.
- Basados en los resultados obtenidos en relación a los mantenimientos externos, se reconoce la efectividad de la metodología usada que conlleva el desarrollo de los mantenimientos de los ventiladores de alto flujo marca Dräger, ya que, la baja disponibilidad de estos equipos en la UCI neonatal e infantil es muy baja, siendo este el principal factor por el cual se retrasan los mantenimientos.

## Referencias bibliográficas

- AG, H. M. (2006). *Manual de servicio Galileos*. Switzerland.: Hamilton.
- AG, H. M. (2014). *Manual de servicio Hamilton G5-S1*. Switzerland: Hamilton.
- AG, H. M. (2015). *Manual de servicio C1*. Switzerland.: Hamilton.
- Bambarén Alatrística, C., & Alatrística de Bambarén, S. (Enero de 2011). *Mantenimientos de los Establecimientos de Salud*. Lima, Perú: SINCO. Obtenido de <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/ONGS%200354.pdf>
- Dräger. (2017). *Instrucciones de uso SAVINA 300, VN 500*. Lübeck: Drägerwerk.
- Drägerwerk. (2019). *Dräger*. Obtenido de SelfTestLung™ de Dräger: [https://www.draeger.com/es\\_csa/Hospital/Products/Accessories-and-Consumables/Ventilation-Accessories/Test-Lung/Draeger-Self-Test-Lung](https://www.draeger.com/es_csa/Hospital/Products/Accessories-and-Consumables/Ventilation-Accessories/Test-Lung/Draeger-Self-Test-Lung)
- Ministerio de Protección Social. (26 de Diciembre de 2005). *Decreto número 4725 de 2005*. Obtenido de [https://www.who.int/medical\\_devices/survey\\_resources/health\\_technology\\_national\\_policy\\_colombia.pdf](https://www.who.int/medical_devices/survey_resources/health_technology_national_policy_colombia.pdf)
- Salazar, K. E. (2008). *Manual de protocolos de mantenimiento de equipos biomédicos para el hospital Susana López de Valencia*. Obtenido de Red.uao.edu: <https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/6063/1/T04059.pdf>
- Salud, M. d. (3 de Agosto de 1994). *Decreto 1769 1994*. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/decreto-1769-de-1994.pdf>
- Social, M. d. (26 de Diciembre de 2005). *Decreto número 4725 del 2005*. Obtenido de [https://www.who.int/medical\\_devices/survey\\_resources/health\\_technology\\_national\\_policy\\_colombia.pdf](https://www.who.int/medical_devices/survey_resources/health_technology_national_policy_colombia.pdf)
- Social, M. d. (28 de Mayo de 2014). *Resolución número 2003 de 2014*. Obtenido de [https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%202003%20de%202014.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%202003%20de%202014.pdf)
- Social, M. d. (11 de Julio de 2016). *Resolución 002434*. Obtenido de [https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/RESOLUCI%C3%93N%202434](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/RESOLUCI%C3%93N%202434)