

Experience in the management of mechanical ventilators in an Intensive Care Unit during their useful life, the role of users.

Tulio F. Perez¹, Diego O. Kadur El Ainie^{1,2}

¹Departamento de Ingeniería Sanatorio La Entrerriana, Paraná, Argentina.

²Docente de Ingeniería Clínica FIUNER

Abstract— Within the management of ventilators in the Intensive Care Unit (ICU), a control of the monthly hours of use is carried out. Non-uniform use of them has been detected, possibly associated with user behavior. This leads to uneven wear of the equipment and an increase in annual maintenance costs.

Keywords— Ventilator management, useful life, user training, maintenance of medical equipment.

Resumen— Dentro de las estrategias de gestión de los ventiladores mecánicos de la Unidad de Terapia Intensiva, se ejecutan controles mensuales de las horas de uso. En relación a ello, se ha detectado una utilización no uniforme de los mismos, posiblemente asociada a conductas de los usuarios. Esto produce un desgaste desigual de los equipos y un incremento de los costos anuales de mantenimiento.

Palabras clave— Gestión de ventiladores, vida útil, capacitación usuarios, mantenimiento equipos de uso médico.

I. ESCENARIO INICIAL

Los ventiladores mecánicos (VM) son equipos soporte de vida que deben¹ ser gestionados desde el área de Ingeniería procurando obtener su máxima disponibilidad.

Una estrategia en la gestión de estos equipos es llevar un control de las horas de uso, además de realizar los mantenimientos preventivos propuestos por los fabricantes y la intervención ante mantenimientos correctivos.

En el análisis de estos controles, se ha detectado una utilización no uniforme de los mismos. Posiblemente la experiencia y conocimiento del usuario estén directamente relacionados con la selección o frecuencia de utilización de los equipos a la hora de conectar un paciente.

II. HIPÓTESIS DEL TRABAJO IMPLEMENTADO

En este último tiempo los equipos de ventilación mecánica, junto a médicos y enfermeros intensivistas se han convertido en los protagonistas de un desafío planteado a las instituciones de salud de Argentina frente al virus Sars CoV2 (COVID-19).

Cuando se analiza la utilización de esta tecnología en la UTI, resulta útil entender que depende de múltiples factores que incluyen la intervención de profesionales de la salud: médicos, enfermeros, personal técnico y de mantenimiento, entre otros, con distintos grados de capacitación y experiencia, que influyen en las horas de uso y prestaciones del equipo durante toda su vida.

A. Vida útil

Varios factores afectan la vida útil de un dispositivo biomédico, la frecuencia, naturaleza y ambiente de uso;

conocimiento del usuario; riesgos asociados con el uso continuo o discontinuo; y sobre todo disponibilidad de fondos².

La COCIR (*European Coordination Committee of the Radiological, Electromedical, and Healthcare Industry*), en su guía práctica para optimizar el ciclo de vida del equipamiento, en base a buenas prácticas de mantenimiento³, describe una serie de definiciones en relación al ciclo de vida, según se puede apreciar en la Figura N°1.

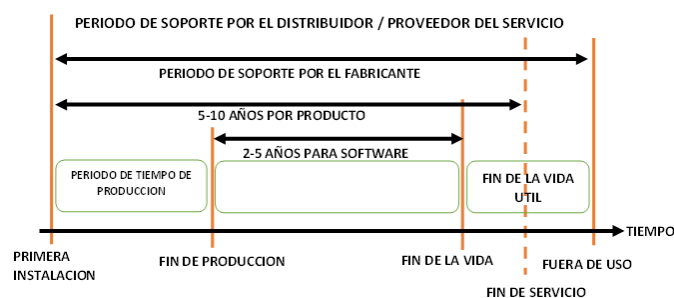


Figura 1: Ciclo de Vida de un Equipo Médico⁴.

Fin de Producción: Fecha en que se produce el último producto.

Fin de la Vida: Fecha en que se define el final del mantenimiento por conveniencia económica, del soporte de ingeniería o la actualización del equipo médico por parte del fabricante.

Fin de Servicio: Fecha en que el fabricante deja de brindar soporte.

Fuera de Uso: Fecha que define el fin real de uso de un equipo porque no cumple con los requisitos mínimos

¹Servicios de Ingeniería en los establecimientos de Salud: <https://e-legis-ar.msal.gov.ar/legisalud/migration/pdf/erley10915.pdf>

²“Life Span of Biomedical Device” (BEAG, 2004)

³ https://www.cocir.org/fileadmin/Publications_2013/13004.COC.Good_Maintenance_WEB.pdf

⁴ https://www.cocir.org/fileadmin/Publications_2013/13004.COC.Good_Maintenance_WEB.pdf

esenciales de seguridad o ya no satisface las necesidades clínicas (obsolescencia) y no debe ser usado más.

Periodo de Soporte por parte del fabricante: Período en el que el fabricante se compromete a brindar asistencia y repuestos. Puede ser de 10 o 5 años dependiendo el equipo.

B. Obsolescencia tecnológica

Casi todos los modelos de renovación de tecnología médica hacen hincapié en los tiempos de vida útil que establece el fabricante, sin embargo, en una institución podemos encontrar equipos que tienen una prioridad de renovación centrada en sus fallas sin importar la vida útil, o estar dentro de su vida útil y haber caído en desuso. Esta controversia se observa en países con economías en desarrollo donde los avances tecnológicos no van asociados a la economía de las instituciones, por lo que es necesario contar con herramientas que nos brinden más información cuando analizamos este concepto.

III. EVOLUCIÓN DE LA IDEA

Se pretende analizar el grado de utilización de los ventiladores mecánicos durante su vida útil en la UTI de la institución. Por un lado, mensualmente se recolectan datos relacionados con las horas de uso de estos dispositivos. Mediante el indicador: Tasa de uso (TU2021). Definido como el promedio de horas mensuales de uso respecto a las horas mensuales disponibles totales en el periodo 2021.

Por otro lado, se busca conocer la influencia del usuario en las decisiones respecto a la elección del equipo a utilizar.

El dato numérico para generar el numerador del indicador de Tasa de uso es extraído del software del equipo y junto a las horas del último servicio nos proporcionan información para la programación de mantenimientos preventivos por año calendario o cada 5000 y 10000 horas de uso según recomendación del fabricante.

Cuando gestionamos la tecnología desde el área de ingeniería, además del inventario patrimonial e inventario funcional de equipos médicos, se ha implementado para los ventiladores mecánicos, un sistema de fácil identificación mediante stickers con letras consecutivas desde la A a la J. Esto permite obtener información adicional de parte de los usuarios que reconocen el dispositivo y complementan con mayores detalles al momento de la planificación y ejecución del mantenimiento.

A continuación, se muestra una tabla simplificada de los dispositivos de ventilación mecánica presentes en la unidad.

TABLA: 1

IDENTIFICACIÓN DE VM	
Identificación de VM	Marca y modelo
A	NEUMOVENT GRAPH
B	NEUMOVENT GRAPH
C	NEUMOVENT GRAPH NET
D	NEUMOVENT GRAPH NET ADVANCE
E	NEUMOVENT GRAPH
F	PURITAN BENETT 840
G	NEUMOVENT GRAPH NET TS
H	NEUMOVENT GRAPH NET TS

I	NEUMOVENT GRAPH NET ADVANCE
J	NEUMOVENT GRAPH NET TS

A continuación, se muestra una gráfica que muestra el valor del indicador TU2021 obtenido de cada V.M.

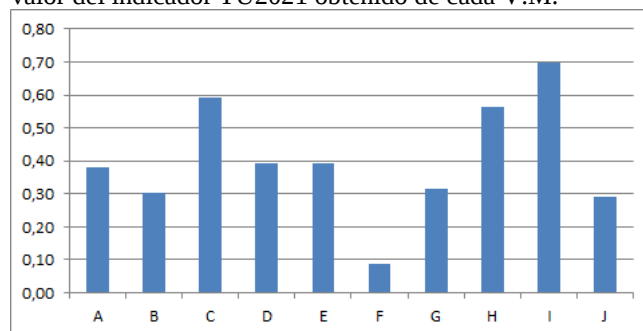


Figura 2: Tasa de uso (TU2021) en función de la tecnología utilizada

Con el propósito de investigar el proceso de selección realizado por un usuario para la utilización de un VM en un paciente, se procede a realizar una encuesta validada e implementada en Google forms donde se solicita que indiquen si reconocen V.M. con distintas prestaciones y si esto influye en las necesidades ventilatorias de los pacientes.

En función de la identificación de la tabla 1, se solicitó que relacionen características de la facilidad de uso, facilidad de conexión al paciente, nivel de ruido, diseño y efectividad de la terapia. Por último, se solicitó a los usuarios que indiquen qué características predominan en la selección de un dispositivo para ser usado en un paciente. Esta información fue contrastada con el indicador tasa de uso (TU2021) en la sección siguiente.

IV. RESULTADOS

Respondieron las encuestas el 61% de las personas que utilizan los ventiladores en la UTI. Reconocen que en el servicio los V.M. ofrecen distintas prestaciones, que cubren las necesidades respiratorias requeridas por los pacientes.

Al momento de decidir qué tecnología les resulta más fácil de usar (Figura 3), los usuarios han optado por aquellos equipos que tienen más años en la institución. Estos les brindan más seguridad en la conexión con el paciente y sus diseños tienen más aceptación. Esto podría estar relacionado con la antigüedad de los usuarios en el servicio y por el nivel de capacitación o actualización en nuevas tecnologías.

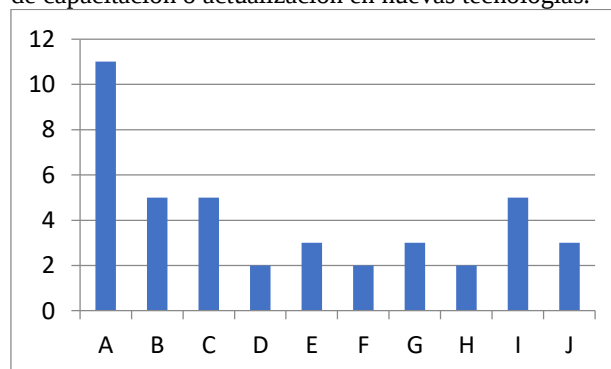


Figura 3: V.M. Facilidad de uso / cantidad de respuestas

Cuando analizamos la relación entre la terapia brindada y la edad del dispositivo, encontramos que los usuarios perciben mayor efectividad terapéutica en los modelos más modernos (figura 4).

En el 2020, la institución incorporó V.M. y equipos de oxigenoterapia, destinados a brindar oxigenoterapia de alto flujo a pacientes infectados por el virus Sars CoV2 (COVID-19).

Al considerar la tasa de uso (TU2021) en el periodo enero-diciembre del 2021, preferentemente se observa el uso de V.M. para alto flujo y mantiene relación con la percepción de los usuarios respecto de la efectividad de la terapia (figura 4).

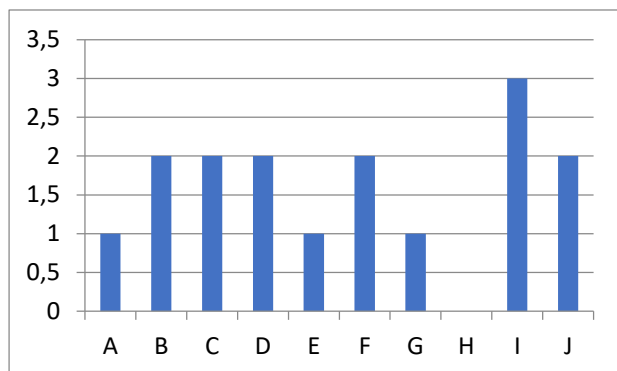


Figura 4: VM. Efectividad terapéutica

En este análisis, se destaca el caso del V.M. Puritan Bennett 840, F, con una performance superior a las otras marcas presentes y dentro de su vida útil. Este equipo presenta la tasa de uso más baja respecto de los otros, el usuario prefiere un 76 % de veces otro V.M.

Esta información se ha obtenido del análisis de las horas de uso y de la opinión de usuarios derivada de la encuesta realizada. Estos resultados reflejan dos situaciones a considerar por el área de ingeniería, la capacitación a usuarios de este tipo de tecnología y la implementación de pautas de gestión que sustenten la decisión de qué características definirán los criterios de incorporación de tecnología.

En relación con los costos de mantenimiento asociados a los V.M., se obtuvo un valor porcentual entre el costo del preventivo y el costo de adquisición del V.M.⁵ Este valor porcentual se muestra en el periodo 2019-2022.

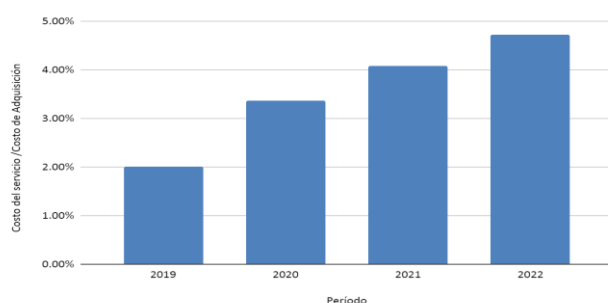


Figura 5: relación costo del servicio-costos de adquisición

La gráfica muestra un incremento porcentual de esta relación en el periodo 2019-2022. Si tomamos el valor obtenido en 2022, calculado como un mantenimiento preventivo anual, en diez (10) años este valor representará el 50% del valor de compra. Al aumentar la frecuencia de mantenimiento preventivo por aumento en la tasa de uso, podremos llegar a obtener valores cercanos al 100% en diez (10) años. Por lo que creemos es imperativo analizar la tasa de uso de los

equipos para lograr una uniformidad en el uso y en los costos asociados.

V. CONCLUSIONES

En base a lo analizado, cuando un usuario selecciona un V.M. predominantemente lo hace porque le brinda mayor seguridad, por el grado de conocimiento o por su facilidad de uso, independientemente de la tecnología o nivel de obsolescencia que presente el equipo. El hecho de que el equipo con mejor performance sea el más sub-utilizado puede estar relacionado con esto.

Por otro lado, la sobreutilización de algunos de los ventiladores implica un mayor desgaste y costo de mantenimiento de estos. Ya que se envían al representante del fabricante anualmente se utilicen o no.

El rol del usuario al momento de elegir cuál de los equipos será utilizado para asistir a un paciente, es un factor clave para tener en cuenta.

En consecuencia, es útil contar con indicadores, que permitan generar información para tomar decisiones respecto a la incorporación, utilización y gestión de los ventiladores, para que puedan brindar una asistencia segura y costo efectivo.

REFERENCIAS

- [1] Arges, George S. 2018. Estimated Useful Lives of Depreciable Hospital Assets. EEUU: Asociación Americana de Hospitales (AHA), 2018.
- [2] BEAG. 2004. "Life Span of Biomedical Devices". AUSTRALIA
- [3] COCIR. Obsolescencia de un producto sanitario según la COCIR "European Coordination Committee of the Radiological, Electromedical, and Healthcare it Industry".
- [4] Halbwachs, H. 2000. "Maintenance and the life expectancy of healthcare equipment in developing economies". s.l.: Health Estate, vol. 54, pp. 26–31, 2000.
- [5] Jiménez, C. 2007. "Revisión Sistemática y Efectividad Clínica". MÉXICO: 3er Foro Nacional de Tecnología para la Salud, 2007.
- [6] Otaño, M. 2007. "Gestión y evaluación de tecnología en salud y avances en cada una de ellas". Colombia: Así vamos en salud, Colombia, 2007.
- [7] Pichon, R. 2006. Evaluación de la Tecnología Sanitaria y Políticas de Salud. México: 2do Foro Nacional de tecnología para la salud, 2006.
- [8] Vega, Omar Antonio. 2012. Efectos colaterales de la obsolescencia tecnológica. s.l. Revista Facultad de Ingeniería, 2012.



Tulio Federico Perez es Bioingeniero y Especialista en Ingeniería Clínica, responsable del área de Ingeniería Clínica del Sanatorio La Entrerriana de la Ciudad de Paraná, Entre Ríos. Responsable de Mantenimiento en el Hospital San José de la Ciudad de Diamante, Entre Ríos.



Diego Kadur El Ainie es Bioingeniero y Magister en Gestión de Sistemas y Servicios de Salud. Responsable del Departamento de Ingeniería del Sanatorio La Entrerriana de la Ciudad de Paraná, Entre Ríos y docente e investigador de la FIUNER.

⁵ Preventive Maintenance of Ventilators and Its Cost Consideration By Dr. Ravinder Ahlawat, Dr. Amit Lathwal, Dr. Kanika Jain & Dr. Sidhartha Satpathy