

**Aumento de las acciones correctivas en los equipos de radiología convencional por falta  
mantenimiento preventivo**

Wilfredo Banguero Pinzón

Allyson Fabiana Campo Ibarra

Laura Valentina Granada Morales

Lina Marcela Granada Barrios

Gloria Esperanza Monsalve Carreño

Asesora

Leslie Andrea Vélez Álvarez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias de la Salud ECISA

Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnósticas

2024

### **Agradecimientos**

A lo largo de este rastreo bibliográfico, como estudiantes, hemos contado con el apoyo valioso de una buena tutora a la cual le agradecemos sus respuestas oportunas las cuales fueron fundamentales para la realización de este trabajo. Es por eso que nos permitimos exponer nuestro más sincero agradecimiento a ella.

En segundo lugar, agradecemos a nuestras familias por el amor, la paciencia y la escucha. Su confianza en cada uno de nosotros ha dado frutos en nuestro estudio como hemos deseado y este trabajo también es la evidencia de esto.

También agradecemos a los compañeros de estudio, quienes con su entrega y responsabilidad logramos sacar adelante con mucho amor este rastreo bibliográfico.

### **Dedicatoria**

A aquellos profesionales de la salud que dedican su vida a garantizar diagnósticos precisos y tratamientos oportunos, enfrentando desafíos tecnológicos y administrativos en beneficio del bienestar del paciente. A nuestras familias y amigos, cuyo apoyo incondicional fue el motor para culminar este trabajo.

## Resumen

El mantenimiento preventivo en los equipos de radiología convencional es una práctica esencial para garantizar la calidad del diagnóstico médico y la eficiencia en la atención a los pacientes. Este proyecto analiza el impacto de la falta de mantenimiento preventivo sobre la frecuencia de fallas y acciones correctivas en dichos equipos. A través de un rastreo bibliográfico y el análisis de datos, se evidencia cómo la atención de esta práctica incrementa los costos operativos, afecta la calidad de las imágenes diagnósticas y pone en riesgo la seguridad de los pacientes y el personal. La implementación de programas estructurados de mantenimiento preventivo se destaca como una solución clave para optimizar recursos y mejorar la calidad del servicio.

***Palabras clave:*** Mantenimiento Preventivo, Acción Correctiva, Equipo De Radiología Convencional.

## **Abstract**

Preventive maintenance in conventional radiology equipment is an essential practice to ensure the quality of medical diagnosis and efficiency in patient care. This project analyzes the impact of the lack of preventive maintenance on the frequency of failures and corrective actions in such equipment. Through a literature crawl and data analysis, it is shown how attention to this practice increases operating costs, affects the quality of diagnostic imaging, and jeopardizes the safety of patients and staff. The implementation of structured preventive maintenance programs stands out as a key solution to optimize resources and improve the quality of service.

**Keywords:** Preventive Maintenance, Corrective Action, Conventional Radiology Equipment.

## Tabla de Contenido

Introducción .....	9
Planteamiento del problema .....	10
Justificación.....	12
Objetivos .....	14
Objetivo General .....	14
Objetivos Específicos .....	14
Marco Teórico.....	15
Marco Metodológico .....	18
Resultados y Conclusiones .....	20
Referencias Bibliográficas .....	26

**Lista de Tablas**

<b>Tabla 1</b> <i>Comparativo de Mantenimiento Preventivo</i> .....	24
---	----

**Lista de Figuras**

<b>Figura 1</b> <i>Relación costo Mantenimiento</i> .....	20
<b>Figura 2</b> <i>Mantenimiento Preventivo</i> .....	21
<b>Figura 3</b> <i>Mantenimiento Correctivo</i> .....	21

## Introducción

En el ámbito de la medicina, los equipos de radiología convencional desempeñan un papel crucial en el diagnóstico y tratamiento de diversas condiciones de salud. La precisión de las imágenes diagnósticas depende no solo de la tecnología avanzada de estos equipos, sino también de su adecuado mantenimiento. Sin embargo, muchas instituciones de salud enfrentan desafíos significativos para garantizar el funcionamiento óptimo de estos activos debido a los elevados costos de adquisición y mantenimiento.

La falta de mantenimiento preventivo en los equipos de rayos x y otras tecnologías de imagen no solo reduce su vida útil, sino que también impacta negativamente en la calidad del diagnóstico médico. Además, esta carencia aumenta la frecuencia de fallas técnicas y los costos operativos asociados a reparaciones correctivas, lo que puede comprometer la sostenibilidad financiera de los hospitales y clínicas. En este contexto, resulta esencial implementar estrategias efectivas de mantenimiento preventivo que aseguren un rendimiento constante y minimicen las interrupciones en los servicios médicos.

A través de un rastreo bibliográfico, se analizará la importancia del mantenimiento preventivo en los equipos de radiología, evaluando su impacto en la calidad del servicio, la seguridad del paciente y la sostenibilidad económica de las instituciones de salud. Al mismo tiempo, se revisarán las normativas existentes y las mejores prácticas internacionales en la gestión de equipos biomédicos, destacando la necesidad de priorizar estas acciones preventivas en el sector salud.

## **Planteamiento del Problema**

En el extenso mundo de la medicina, se encontraron con avances médicos innovadores y de gran ayuda como el que brinda la tecnología de la adquisición de imágenes diagnósticas por medio de equipos avanzados que con el tiempo se observan con nuevas mejoras y que son vitales para un correcto diagnóstico en cualquier rama de la salud, “sin embargo no todas las empresas clientes (hospitales y clínicas) están en la facultad de adquirir nuevos equipos con facilidad por los costos tan elevados que cada unidad de rayos x que aumentan cada día, por lo que requieren un mantenimiento preventivo que alargue la vida útil de estos activos.” (Riaño, 2017, p. 2)

La Organización Mundial de la Salud explica que “la financiación inicial es necesaria para comenzar un programa, pero también lo es la financiación adicional para comprar, calibrar y mantener los equipos de medición.” (OMS, 2011, p. 18-19)

Un estudio realizado en cinco países latinoamericanos indica que “más de 30% de las unidades de radiología convencional y fluoroscopia presentaba fallas, fundamentalmente en elementos mecánicos y geométricos... lo que incidió negativamente en la densidad óptica de las imágenes.” (Fleitas, et al. 2006, p. 119).

En México, realizaron un seguimiento entre agosto y diciembre de 2007 en comparación al año anterior, que decía que al 2006 en el Hospital al 21% de los equipos de rayos x. (Amador, 2008, p. 6).

“En Colombia todas las instituciones que poseen equipos emisores de rayos x... deben realizar estudios de control de calidad para dar cumplimiento a la norma que lo exige y así obtener su licencia del servicio, ya que esta certifica ante la entidad regulatoria el estado del funcionamiento del equipo.” (Castrillón, et al. 2019) Adicional a la sanción disciplinaria legal

que podrían obtener las entidades de salud en Colombia con la evasión del mantenimiento preventivo, es de importancia destacar que no es lo más riesgoso para estas empresas ya que, como se mencionaba al inicio, el costo de estos equipos nuevos es una inversión bastante grande, tan grande como para no arriesgar la vida útil del equipo evitando un mantenimiento preventivo para sí pagar un mantenimiento correctivo y tan vital como para procurar excelentes diagnósticos con la tecnología de las imágenes digitales como los rayos x y rayos x portátiles que se encuentran en la mayoría de centros porque es el equipo imagenológico más asequible y que brindan un apoyo de primera mano en las áreas más esenciales e imprescindibles como lo es: urgencias, hospitalización y UCI.

## **Justificación**

La justificación de este rastreo bibliográfico se fundamenta en la creciente preocupación por la efectividad y seguridad de los equipos de radiología convencional, que son esenciales para el diagnóstico médico preciso. En las clínicas y servicios médicos los equipos de rayos x son de primera necesidad, de uso más frecuente y presentan un nivel de desgaste más alto. La falta de mantenimiento preventivo ha llevado a un aumento significativo de las acciones correctivas, reflejando no solo un deterioro en la fiabilidad operativa de estos equipos, sino también un incremento en los costos asociados a reparaciones y paradas no planificadas. Estos costos no solo afectan el presupuesto de las instituciones de salud, sino que también impactan la calidad del servicio, retrasando diagnósticos y tratamientos oportunos para los pacientes. Además, la ineficiencia en el manejo de estos equipos puede poner en riesgo la salud del paciente, debido a la posibilidad de errores diagnósticos. Por tanto, este rastreo bibliográfico busca resaltar la importancia de implementar programas de mantenimiento preventivo efectivos, y de demostrar las consecuencias de la falta de mantenimiento que no solo optimicen el funcionamiento de los equipos, sino que también garanticen la sostenibilidad económica y la calidad de la atención en el ámbito de la salud.

Al analizar el aumento de las acciones correctivas derivadas de la falta de mantenimiento preventivo, se pone en evidencia una problemática por imagen, la seguridad del paciente y los costos hospitalarios.

Los equipos de radiología pueden mejorar significativamente la calidad del servicio, reduciendo las fallas técnicas, mejorando la calidad de las imágenes, y asegurando que los pacientes reciban diagnósticos precisos en un tiempo adecuado. Además, invertir en un programa de mantenimiento preventivo bien estructurado no solo reduce los costos a largo plazo, sino que

también protege la salud y la seguridad de los pacientes, garantizando la confiabilidad del sistema de salud.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Determinar el impacto de la falta de mantenimiento preventivo en los equipos de radiología convencional sobre la frecuencia de fallas y de acciones correctivas.

### **Objetivos Específicos**

Exponer la relación entre la infrecuencia de mantenimiento preventivo y la incidencia de fallas correctivas en los equipos de radiología.

Analizar cada una de las consecuencias que se derivan de la mala praxis en cuanto al mantenimiento preventivo, como la nula gestión o extemporaneidad por tiempos muy largos entre las fechas establecidas por el fabricante.

Evidenciar los riesgos de seguridad radiológica al paciente y personal, los errores de lectura radiológica debido a la mala calidad de la imagen y las repercusiones financieras de las entidades de salud que realizan inversiones altas en las compras de estos equipos radiológicos.

Evaluar el impacto potencial de un mantenimiento preventivo más riguroso en la mejora de los tiempos de inactividad del servicio de imágenes diagnósticas y cómo reducen los costos operativos en estos servicios de salud.

## Marco Teórico

La calidad de imagen en los equipos médicos es, sin duda, uno de los pilares más importantes para un diagnóstico correcto y un tratamiento oportuno (Fleitas et al., 2006). Cuando estos equipos sufren el desgaste de sus componentes, la mala calibración o la contaminación, no se limitan simplemente a la funcionalidad técnica, sino que impactan profundamente en la salud del paciente (Paja, 2020). La distorsión en las imágenes o las malas exposiciones pueden generar diagnósticos erróneos, poniendo en riesgo la vida del paciente, y a su vez, sobrecargando el sistema de salud con tratamientos incorrectos o tardíos.

Este aspecto subraya la importancia crítica de la calidad del mantenimiento preventivo. No se trata únicamente de evitar fallas técnicas o costos imprevistos, sino de proteger la integridad de los pacientes y mejorar la eficiencia del sistema de salud en su totalidad. El tiempo de inactividad de un equipo, por ejemplo, no solo implica la inactividad del aparato en sí, sino también la pérdida de tiempo para los pacientes, quienes esperan diagnósticos que podrían haber sido entregados con prontitud. Esta situación afecta no solo la calidad de vida de los pacientes, sino también la moral de los profesionales de la salud, quienes se ven limitados en su capacidad para proporcionar atención eficiente (Camacho et al., 2017).

Como mencionan estudios como los de Hernández y Martínez (2022), un equipo de radiología inoperante puede generar demoras críticas en diagnósticos que podrían salvar vidas. A menudo hay una desconexión entre la teoría y la práctica en muchos hospitales y clínicas, donde, debido a la falta de recursos o a la presión por priorizar otros aspectos, el mantenimiento preventivo no recibe la atención que merece.

La relación entre el mantenimiento preventivo y los costos operativos es otra área donde el análisis profundo es crucial. La falta de inversión en mantenimiento preventivo genera un círculo vicioso de costos adicionales, como bien lo documentan Pérez y Torres (2023).

Es cierto que la gestión de mantenimiento preventivo también enfrenta barreras importantes, como la falta de recursos y de personal capacitado. Estos obstáculos, a pesar de estar bien documentados, siguen siendo un desafío constante. La implementación de sistemas digitales como los CMMS puede ser una respuesta a estos problemas, pero no puede ser la única (Duran, 2024). El compromiso del personal con la cultura del mantenimiento preventivo es esencial.

No es solo una responsabilidad técnica, sino una responsabilidad colectiva. Todos los miembros del equipo, desde los tecnólogos hasta los directivos, deben entender la importancia del mantenimiento preventivo y cómo este afecta directamente la calidad de atención que se ofrece al paciente. La capacitación constante y el involucramiento de todo el personal en la gestión del mantenimiento son clave para garantizar que los estándares de calidad se mantengan elevados.

El análisis de las normativas y regulaciones, como la Ley 1751 de 2015 y la Resolución 2003 de 2014, muestra un panorama claro de que, a pesar de la legislación, muchas veces la implementación real de estas normas no es adecuada debido a la falta de recursos, formación o compromiso institucional.

En este sentido, se observa que hay una brecha significativa entre lo que la normativa exige y lo que realmente se lleva a cabo en los hospitales y clínicas, lo que pone en riesgo tanto la calidad del servicio como la vida de los pacientes.

La gestión proactiva del mantenimiento debe ser vista como una parte integral de la cultura institucional, no como una tarea secundaria. Esto requiere un enfoque holístico que

involucre a todos los niveles de la organización y que tenga como principal objetivo garantizar la seguridad, la calidad y la disponibilidad de los equipos para ofrecer un servicio médico confiable y oportuno.

## **Marco Metodológico**

Para construir el análisis de nuestro rastreo bibliográfico, en relación con los principios fundamentales y con el fin de garantizar la validez del mismo, tendremos en cuenta, primeramente, la literatura revisada de trabajos anteriores para entender el contexto, identificar vacíos en el rastreo bibliográfico y fundamentar la metodología de nuestro estudio. Por lo que hemos encontrado que se evidencian continuos desgastes en los equipos por falta del debido mantenimiento y, por ende, repercusiones económicas en el ámbito hospitalario.

Este rastreo bibliográfico se fundamenta en un tipo básico de investigación, en el cual, observamos las dificultades por las cuales pueden llegar a pasar los centros de salud con la falta de un equipo diagnóstico por encontrarse éste en mantenimiento o desuso debido a malas prácticas en cuanto a la revisión y el mantenimiento de los equipos. Los costos injustificados por esta práctica llevan a la clínica a un desequilibrio financiero que resulta en la dificultad para cubrir inversiones previamente presupuestadas y necesarias.

En el peor de los casos, llevan a la entidad a la dificultad de cubrir necesidades básicas. El enfoque metodológico que utilizamos en este estudio se basa en una investigación de tipo exploratorio-descriptivo, que busca comprender a fondo la problemática del mantenimiento de equipos médicos en los centros de salud.

La investigación se fundamenta en la revisión exhaustiva de literatura existente, utilizando fuentes académicas, informes de salud y normativas locales e internacionales que abordan las mejores prácticas en mantenimiento preventivo y los impactos de su ausencia en el entorno hospitalario.

Se emplea una metodología cualitativa que permite explorar las percepciones de los profesionales del área de salud y técnicos encargados del mantenimiento de los equipos. Para ello, se utilizaron entrevistas semi-estructuradas, permitiendo obtener información detallada sobre las dificultades que enfrentan los centros de salud, así como las prácticas más comunes en relación con el mantenimiento de equipos médicos. Además, se analizan casos específicos donde la falta de mantenimiento ha generado consecuencias críticas, tanto para los pacientes como para las instituciones.

Asimismo, la metodología incluye un enfoque comparativo, revisando las normativas y estándares internacionales en materia de mantenimiento de equipos médicos, como la ISO 13485, y evaluando cómo estas normativas se implementan en el contexto colombiano, con el fin de identificar áreas de mejora y estrategias para garantizar la calidad y seguridad en el uso de dispositivos biomédicos.

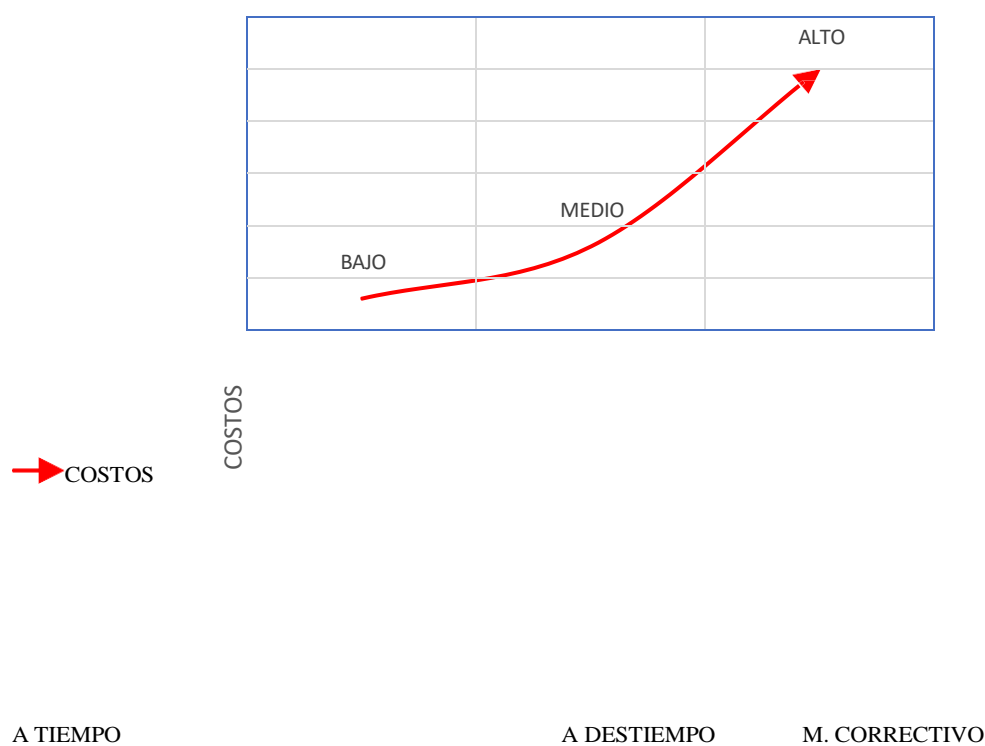
El análisis de los datos obtenidos permite identificar patrones recurrentes en la gestión del mantenimiento y establecer recomendaciones basadas en la evidencia, dirigidas a mejorar la eficiencia operativa y la sostenibilidad financiera de los centros de salud. Esta metodología también contempla la evaluación de sistemas tecnológicos, como los CMMS (Sistemas de Gestión de Mantenimiento Computarizado), para explorar su efectividad en la optimización de los procesos de mantenimiento en los hospitales y clínicas.

## Resultados y Conclusiones

En respuesta al objetivo específico número uno que dice; “Exponer la relación entre la infrecuencia de mantenimiento preventivo y correctivo con los costos generados por daños en los equipos de radiología.” Se expone el siguiente gráfico:

**Figura 1**

*Relación costo Mantenimiento*



*Nota.* Elaboración propia.

En el cual, podemos ver que la curva de costo asciende considerablemente cuando dejamos pasar los mantenimientos correctivos y nos encontramos con la necesidad, por fallas en el equipo, del mantenimiento correctivo que siempre tendrá costes más elevados hasta el punto

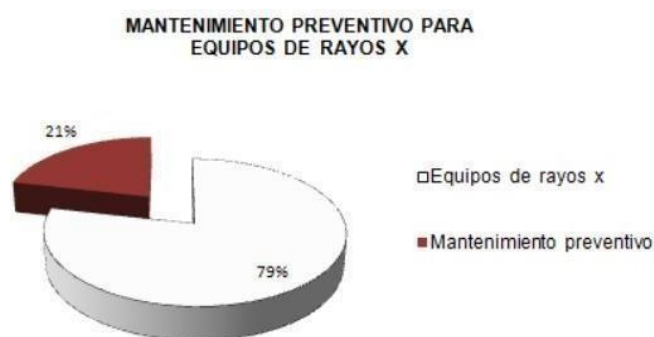
de encontrarnos con falla completa y reposición de equipo completo.

De esta manera, como se deducía en el párrafo anterior, los daños generados por la falta de mantenimiento preventivo pueden llevar a un fallo total del equipo que se traduce en la inactividad del servicio de manera indefinida o la compra con costos altísimos y no presupuestados de equipos nuevos que termina siendo innecesarios teniendo en cuenta la vida útil de un equipo de imagenología diagnóstica que puede ser entre siete y diez años por recomendación del proveedor.

En respuesta al objetivo específico número dos que dice; “Analizar cada una de las consecuencias que se derivan de la mala praxis en cuanto al mantenimiento preventivo, como la nula gestión o extemporaneidad por tiempos muy largos entre las fechas establecidas por el fabricante.” Entendiendo el mantenimiento preventivo como el conjunto de acciones que se ejecutan para detectar o corregir fallas en forma temprana, con el propósito de evitar que esas fallas puedan ocasionar pérdidas en los procesos o daños severos en los equipos. Exponemos la siguiente gráfica:

**Figura 2**

*Mantenimiento Preventivo*



*Nota.* Tomado de. *Mantenimiento preventivo para equipos de radiología (rayos x móviles y arco en C)* Amador, S. (2008). URL <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/23211/Sandibel%20Amador%20Conejo.pdf?sequenc>

**Figura 3***Mantenimiento correctivo*

*Nota.* Tomado de. *Mantenimiento preventivo para equipos de radiología (rayos x móviles y arco en C)* Amador, S. (2008). URL <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/23211/Sandibel%20Amador%20Conejo.pdf?sequenc>

De esta manera, se observa la importancia de realizarlo en los tiempos en los que el fabricante estima que es apropiado, ya que ellos como proveedores de dichos equipos deben evitar gastos innecesarios al lograr que las empresas no tengan que utilizar la garantía que se les otorga al comprar equipos de tan elevado costo.

La figura 2 muestra cómo las estadísticas del mantenimiento preventivo no rebasaban ni la tercera parte de los equipos de rayos x ocasionando así que en la figura 3 se tuviese que realizar, ya de manera forzada, un mantenimiento correctivo que conlleva más gastos. El mantenimiento correctivo se lleva a cabo hasta de 69% en los equipos versus el 31% en los equipos que se les realizó el mantenimiento preventivo.

De esta manera, se concluye que mantener los equipos en óptimas condiciones asegura imágenes más claras y precisas, reduciendo errores diagnósticos al realizar los mantenimientos en tiempos establecidos por el fabricante que eximen costosas reparaciones de emergencia y

reducen gastos operativos a largo plazo.

En respuesta al objetivo específico número tres que dice; “Evidenciar los riesgos de seguridad radiológica al paciente y personal, los errores de lectura radiológica debido a la mala calidad de la imagen y las repercusiones financieras de las entidades de salud que realizan inversiones altas en las compras de estos equipos radiológicos.” A lo largo del desarrollo se evidenció como el no realizar los mantenimientos preventivos a los equipos disminuye la calidad de las imágenes tomadas, por ende, esto lleva a una demora en el proceso lo cual genera mayor exposición a la radiación tanto para el paciente como para el personal de salud y en los peores casos puede provocar una lectura errada de los resultados. Lo anterior no solo afecta al paciente y al personal de salud, sino también al área financiera ya que, el tiempo que se lleva demás en cada procedimiento, el material, los tiempos de inactividad de equipos, el mantenimiento correctivo e incluso la compra de equipos nuevos son costos demasiados altos en comparación a un mantenimiento preventivo a tiempo.

En definitiva, es fundamental que las instituciones de salud inviertan en equipos radiológicos de alta calidad y aseguren su adecuado mantenimiento y calibración. Además, la capacitación continua del personal en técnicas de diagnóstico y el manejo de estos equipos es crucial para minimizar los riesgos radiológicos tanto de pacientes como del personal expuesto. Los errores en la lectura de diagnósticos por parte del radiólogo, lo que a su vez mejorar la calidad del cuidado al paciente y optimizar los costos operativos de la institución.

En respuesta al objetivo específico número cuatro que dice;” Evaluar el impacto potencial de un mantenimiento preventivo más riguroso en la mejora de los tiempos de inactividad del servicio de imágenes diagnósticas y cómo reducen los costos operativos en estos servicios de

salud.” Se expone la siguiente tabla:

**Tabla 1**

*Comparativo de Mantenimiento Preventivo*

Sin mantenimiento preventivo	Con mantenimiento preventivo
Tendencia al desorden en la operación, haciéndola menos eficiente, segura y confiable.	El responsable del mantenimiento preventivo organiza las actividades, logrando una operación más eficiente, segura y confiable.
Menores expectativas de racionalizar los recursos de operación.	Proyecta y fomenta una imagen de orden, disciplina y organización.
No contribuye al buen funcionamiento del equipo.	Genera economías en costos y presupuestos de operación, liberando recursos.
Agota anticipadamente la vida útil de los componentes electrónicos del equipo.	Garantiza el funcionamiento correcto y eficiente del equipo.

*Nota.* Tomado de. *Mantenimiento preventivo para equipos de radiología (rayos x móviles y arco en C)* Amador, S. (2008). URL <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/23211/Sandibel%20Amador%20Conejo.pdf?sequence>

En la cual se evidencio esos impactos tantos buenos como malos que obtenemos al realizar un buen mantenimiento o no de los equipos, que al ser instrumentos de alto valor y gran ayuda en diagnósticos son vitales para los servicios y cómo un mantenimiento a tiempo prolonga la vida útil ayudando no solo a reducir costos innecesarios en los servicios al evitar la inactividad en los servicios, sino también contribuyendo a una excelente función del área que se ve reflejada en el tiempo de atención en las áreas de imagenología diagnóstica.

Y así, se ha demostrado que el mantenimiento preventivo es de gran importancia para garantizar que los equipos radiológicos funcionen correctamente, ofreciendo diagnósticos precisos y asegurando la seguridad del paciente, y además evitando tiempos de inactividad y sobrecostos por daños imprevistos en los equipos.

### Referencias Bibliográficas

- Alejo-Martínez, H., Peña-Rodríguez, A., Camilo Sevilla-Moreno, A., Cruz-Salazar, E., & Nereida Puerto-Jiménez, D. (2023). Niveles de referencia diagnósticos en equipos de radiografía dental en Bogotá, Colombia. *Revista Salud UIS*, 55(1), 1-10. <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.18273/saluduis.55.e:23044>
- Alcaraz, M. (2017). *Tema 17. Control de calidad en radiodiagnóstico*. Universidad de Murcia. [https://webs.um.es/mab/miwiki/lib/exe/fetch.php?media=lectura\\_17.pdf](https://webs.um.es/mab/miwiki/lib/exe/fetch.php?media=lectura_17.pdf)
- Amador, S. (2008). *Mantenimiento preventivo para equipos de radiología (rayos x móviles y arco en C)* [Tesis]. Instituto Politécnico Nacional. <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/23211/Sandibel%20Amador%20Conejo.pdf?sequenc>
- Azuero, D. (2018). *Plan de mantenimiento y optimización de recursos para los sistemas de digitalización de imágenes de rayos x y mamografía que operan en la ciudad de Cuenca, 2017*. Universidad del Azuay. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/7741/1/13548.pdf>
- Camacho-Cogollo, J. E., Torres-Vélez, D. M., & Chavarría, T. (2017). Gestión de equipos médicos: implementación y validación de una herramienta de auditoría. *Revista mexicana de ingeniería biomédica*, 38(1), 76-92. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-95322017000100076&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-95322017000100076&script=sci_arttext)

- Castrillón, W., Morales, J., & Jaramillo, W. (2019). Control de calidad en equipos de rayos X en intervencionismo. *Revista Colombiana de Cardiología*. ELSEVIER.  
<https://www.elsevier.es/es-revista-revista-colombiana-cardiologia-203-articulo-%20control-calidad-equipos-rayos-x->
- Colaboradores de Promedco. (2023, agosto 25). Consejos sobre el mantenimiento y cuidado de los dispositivos médicos de rayos X. *PROMEDCO*.  
<https://www.promedco.com/noticias/cuidado-equipos-rayos-x>
- Contreras, J. S., Jiménez-Rodríguez, L. A., & Gamboa-Suárez, R. (2022). Contribución de la radiología digital al mejoramiento de la calidad en el servicio de imagenología. *NOVA: Publicación Científica en Ciencias Biomédicas*, 20(39), 25–47. <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.22490/24629448.6576>
- D'Ambrosio, A., & Adduci, S. (2015). Healthcare technology management: A strategic approach to optimize the performance of medical devices. *Health Services Management Research*, 28(4), 157-165. <https://doi.org/10.1177/0951484815582354>
- Duran, M. S. G. M. C. (2024). Sistemas de Gestión de Mantenimiento Computarizado CMMS. <https://cmmshere.com/wp-content/uploads/2022/03/art-CMMShere-marzo.pdf>
- Fleitas, I., Caspani, C., Plazas, M., Miranda, A., Brandan, M., & De la Mora, R. (2006). La calidad de los servicios de radiología en cinco países latinoamericanos. *Revista Panamericana de Salud Pública*.  
<https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/7937/08.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Forrellat, B. M. (2014). Calidad en los servicios de salud: un reto ineludible. *Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia*, 30(2), 179-183.  
<http://scielo.sld.cu/pdf/hih/v30n2/hih11214.pdf>
- Mazzoleni, M., & Rocco, M. (2017). Preventive maintenance of medical equipment: A systematic review. *Biomedical Engineering Online*, 16(1), 1-15. <https://doi.org/10.1186/s12938-017-0383-3>
- Ministerio de Protección Social. (2005). *Decreto Número 4725 de 2005*.  
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Decreto-%204725-de-2005.pdf>
- Ordoñez, J. (2024, septiembre 20). Cuidado y mantenimiento del equipo de rayos X: Seis recomendaciones. *Carestream*. <https://www.carestream.com/blog/home/>
- Organización Mundial de la Salud. (2011, diciembre 31). *Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos*. Serie de documentos técnicos de la OMS sobre dispositivos médicos. <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241501538>
- Organización Panamericana de la Salud. (2000). *Garantía de la calidad en radiodiagnóstico*. Publicación científica N° 469. Organización Panamericana de la Salud.  
<https://www3.paho.org/hq/dmdocuments/2010/GarantiaCalidadRadiodiagnostico.pdf>

Paja Chire, W. A. (2020). Optimización en el desempeño de los equipos Komatsu después de una reparación general en el área de mantenimiento Mina Tractores de la UO Toquepala de la empresa Southern Perú, 2019. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/8213>

World Health Organization. (2011). *Medical devices: Managing the mismatch. An outcome of the priority medical devices project.*

[https://www.who.int/medical\\_devices/management/mismatch/en/](https://www.who.int/medical_devices/management/mismatch/en/)