

**Mantenimiento preventivo de equipos de RX, para mejorar la calidad de las
imágenes de radiología digital**

Angie Paola Muñoz Cruz

Juan Sebastián Ortegón

Ingrid Vanessa Rincón Hoyos

Luisa Fernanda Bonilla Palacio

Viviana Patricia Penagos Sierra

Asesor

Víctor Julio Vargas

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA)

Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnósticas

2024

Dedicatoria

Queremos dedicar este diplomado especialmente a Dios por darnos la vida y permitirnos llegar a este proceso tan importante en nuestras vidas, a nosotros por el esfuerzo y la constancia de cada uno. A nuestros padres, esposos, familiares por preocuparse y no dejar que la desesperación y la angustia nos venciera, recibiendo siempre consejos para un futuro mejor.

También queremos dedicarle este proyecto a la universidad abierta y a distancia (UNAD) por permitirnos estar aquí presente en este diplomado para nuestra formación como tecnólogos en radiología e imágenes diagnósticas. Y a nuestra directora de curso Edna Roció Jamaica Guio y nuestro tutor Víctor Julio Vargas Bermúdez por guiarnos en cada actividad presente y ser partícipes de nuestros conocimientos y habilidades como estudiantes, a todo nuestro docente que han sido partes de nuestra carrera universitaria por transmitirnos sus conocimientos.

Y por último y no menos importante, a cada tecnólogo del área de radiología que cada día hace lo mejor posible para que esta bella labor beneficie a cada paciente que lo requiere y por ser nuestra inspiración para un día no muy lejano poder hacer lo mismo.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento, en primer lugar, a Dios, quien nos permitió la bendición de llegar hasta aquí, guiándonos y dándonos la fortaleza necesaria para completar este significativo proceso como lo fue el diplomado. A nuestras familias, gracias por su amor incondicional, por la fe intacta en cada uno de nosotros, y por ser ese pilar que nos sostuvo en los momentos más desafiantes.

A cada tutor, mi reconocimiento y gratitud por su dedicación, paciencia y compromiso. Su guía constante y esfuerzo nos motivaron a dar lo mejor de nosotros mismos, haciendo de este diplomado un verdadero éxito. Finalmente, a nuestros compañeros, un aplauso sincero por su sacrificio, disciplina y determinación. Este es el cierre de un arduo camino que hemos recorrido juntos, y cada uno de ustedes representa el esfuerzo colectivo que hoy celebramos con orgullo.

Resumen

El trabajo aborda la importancia del mantenimiento preventivo en equipos de radiología digital, destacando cómo este contribuye a la mejora en la calidad de las imágenes diagnósticas y asegura la seguridad de los pacientes y operadores. El documento explica que los avances en la radiología digital han transformado el diagnóstico médico al ofrecer imágenes de alta calidad de manera casi instantánea, reduciendo riesgos asociados con la radiología convencional, como la exposición a productos químicos. Sin embargo, para que estos beneficios sean consistentes, es imprescindible implementar un programa riguroso de mantenimiento preventivo. El mantenimiento preventivo garantiza la funcionalidad óptima de los equipos de rayos X, prolonga su vida útil, reduce fallas inesperadas y previene la obtención de imágenes de baja calidad que podrían llevar a diagnósticos erróneos. El texto enfatiza que la negligencia en estas actividades puede generar costos operativos elevados, pérdidas económicas y deterioro en la percepción institucional. Además, el cumplimiento con normativas y estándares internacionales de radioprotección, como el principio ALARA (As Low As Reasonably Achievable), también depende en gran medida del adecuado mantenimiento. El documento propone un enfoque integral que incluye diagnósticos técnicos iniciales, calibración de parámetros, capacitación del personal, limpieza de componentes críticos y monitoreo de indicadores clave. Esto no solo asegura imágenes claras y diagnósticos precisos, sino que también reduce la exposición a radiación innecesaria y minimiza los riesgos de interrupciones en los servicios de radiología. Se concluye que el mantenimiento preventivo es una inversión estratégica que mejora la eficiencia operativa, reduce los costos a largo plazo y contribuye a una atención médica de calidad. Esto, a su vez, fortalece la confianza de los pacientes y el cumplimiento con organismos reguladores, consolidando la sostenibilidad de las instituciones de salud.

Palabras Clave Mantenimiento preventivo, Mantenimiento correctivo, Equipos de RX,
Radiología digital

Abstract

This study explores the critical role of preventive maintenance in ensuring the operational efficiency and diagnostic quality of digital radiology equipment. Advances in digital radiology have revolutionized medical diagnostics by providing high-quality images instantaneously, reducing risks associated with traditional radiology. However, achieving and maintaining these benefits requires rigorous preventive maintenance protocols. Preventive maintenance optimizes equipment performance, extends its lifespan, reduces unexpected failures, and prevents low-quality imaging that could lead to diagnostic errors. Neglecting these processes can result in increased operational costs, economic losses, and a decline in institutional reputation.

Additionally, compliance with international radiation protection standards, such as the ALARA principle (As Low As Reasonably Achievable), heavily relies on adequate maintenance. The proposed approach includes technical diagnostics, parameter calibration, personnel training, component cleaning, and key performance monitoring. This ensures clear imaging, precise diagnostics, reduced unnecessary radiation exposure, and minimizes service disruptions in radiology departments. The study concludes that preventive maintenance is a strategic investment that enhances operational efficiency, reduces long-term costs, and promotes high-quality medical care. It also fosters patient trust and regulatory compliance, ensuring the sustainability of healthcare institutions.

Keywords: Preventive maintenance, Corrective maintenance, RX Equipment, Digital radiology

Tabla de contenido

Introducción	8
Planteamiento del problema	10
Justificación	14
Objetivos	16
Objetivo general.....	16
Objetivos específicos	16
Marco teórico	17
Metodología.....	20
Desarrollo del proyecto	24
Conclusiones.....	26
Referencias Bibliográficas	28

Introducción

La radiología en el área de la salud ha sido uno de los mayores descubrimientos que el hombre ha podido aportar, ya que ha sido una de la forma más eficaz para poder identificar enfermedades dando un diagnóstico más certero y realizar tratamientos a ellas.

La radiología es una de las disciplinas médicas con más avances tecnológicos y científicos desde su creación; no obstante, su mayor evolución surgió a partir de la llegada de la era digital, en dónde, se desarrollan métodos de gran importancia para la radiología moderna. (Rodríguez, A., Martínez, L., & Alvarado, S. R. 2023).

Como dice Castillo, R. C. “El objetivo que se persigue, cuando se toma una placa radiográfica, es obtener una imagen del área a estudiar con la mayor claridad y nitidez posible, para determinar si está dentro de los parámetros de la normalidad o no” (p. 1). Por ello es la importancia de la calidad de la radiología digital, siendo uno de los métodos más importantes para el diagnóstico y tratamiento de infinidad de enfermedades.

Como tecnólogos en el área de radiología se tiene la gran tarea de realizar la labor encomendada de forma prudente y sensata para no cometer errores que pueden no tener soluciones y como consecuencia se perjudique la salud de los pacientes, sobre todo teniendo en cuenta que en el área de radiología se usa la tecnología para realizar estudios de diagnóstico y tratamiento a miles de pacientes, por lo cual es evidente la necesidad del conocimiento suficiente y del buen mantenimiento preventivo para que los equipos de radiología funcionen correctamente.

Siendo la radiología digital uno de los mayores medios para la atención médica, asegurar su fiabilidad y precisión es indispensable, es ello la importancia del mantenimiento preventivo de equipos de RX, ayudando a un mejor diagnóstico médico, asegurando la eficiencia y

disponibilidad de los equipos de RX, ayudando a prolongar la vida útil de los mismos, disminuyendo costos a la hora de evitar daños, además de garantizar un óptimo servicio, entre otros.

Planteamiento del Problema

Los rayos X han sido uno de los descubrimientos más relevantes para la humanidad, especialmente por su enorme contribución al campo de la medicina. Desde su invención, los avances en la tecnología de rayos X han permitido una evolución constante en la manera de realizar diagnósticos médicos. La transición de la radiología convencional a la radiología digital es uno de los desarrollos más significativos, ya que ha optimizado el proceso de adquisición de imágenes, facilitando diagnósticos más precisos y eficientes. En lugar de depender de placas de película radiográfica, un proceso que implicaba tiempos de revelado prolongados y la exposición a productos químicos potencialmente peligrosos, la radiología digital permite obtener imágenes de alta calidad de manera casi instantánea, minimizando riesgos tanto para el tecnólogo como para el medio ambiente.

La radiología digital, tal como la definen González y Díaz (2016), "se utiliza para denominar a la radiología que obtiene imágenes directamente en formato digital sin haber pasado previamente por obtener la imagen en una placa de película radiológica" (p. 33).

Este avance ha revolucionado el flujo de trabajo en los servicios de diagnóstico por imagen, ya que las imágenes digitales pueden transferirse de manera inmediata entre los distintos profesionales médicos, sin la necesidad de estar físicamente en el mismo lugar. Este proceso ha mejorado notablemente la colaboración entre equipos médicos y ha acelerado el tiempo de respuesta en la toma de decisiones clínicas (Buscá et al., 2010).

En la actualidad, uno de los aspectos críticos para asegurar la calidad de las imágenes radiológicas digitales es el mantenimiento preventivo de los equipos de rayos X. Es esencial que el personal encargado del manejo y supervisión de estos equipos cuente con un conocimiento profundo sobre su funcionamiento para poder identificar fallas o problemas técnicos que puedan

comprometer tanto la seguridad del paciente como la precisión del diagnóstico. Los organismos reguladores, como la Comisión Europea, han establecido normas rigurosas que exigen la realización de controles periódicos de los equipos de radiología para garantizar su operatividad y prevenir fallas que puedan afectar la calidad de las imágenes. Estas fallas pueden estar relacionadas con el desgaste de los equipos, su antigüedad, o el uso inadecuado por parte de operadores no capacitados.

A pesar de las regulaciones, algunas instituciones, en un intento de reducir costos operativos, omiten realizar mantenimientos preventivos adecuados. Esta falta de inversión puede acarrear consecuencias negativas, como la degradación de la calidad de las imágenes y, en consecuencia, diagnósticos erróneos. Aunque la mayoría de las instituciones de salud han adoptado sistemas de mantenimiento preventivo, aún existen empresas que, por ahorrar recursos, eluden estas responsabilidades, lo cual puede comprometer la seguridad y eficiencia del servicio.

El mantenimiento preventivo adecuado no solo es crucial para evitar la inoperatividad de los equipos, sino que también juega un papel fundamental en la prolongación de su vida útil, la reducción de fallas inesperadas y la mejora de la seguridad tanto del personal como de los pacientes. Un buen sistema de mantenimiento permite identificar y corregir problemas antes de que estos se conviertan en fallos graves, asegurando que las imágenes obtenidas mantengan la calidad diagnóstica necesaria sin exponer innecesariamente a los pacientes a dosis adicionales de radiación.

El objetivo de esta investigación es analizar la importancia del mantenimiento preventivo en los equipos de radiología digital, con especial énfasis en cómo este influye en la calidad de las imágenes obtenidas. La capacidad de los equipos de rayos X digitales para generar imágenes diagnósticas precisas depende no solo de la tecnología empleada, sino también de un

mantenimiento adecuado que garantice que los equipos funcionen dentro de sus especificaciones óptimas. Una mala gestión de estos equipos puede resultar en imágenes de baja calidad que, a su vez, pueden llevar a diagnósticos erróneos o retrasados, afectando negativamente el tratamiento de los pacientes.

Según Córdoba Lemus (2021), "los dispositivos biomédicos de diagnóstico juegan un papel esencial, ya que mediante el uso de estos se obtienen ayudas diagnósticas, las cuales permiten brindar información vital y así transformar vidas" (p. 14). Este hecho subraya la importancia de mantener los equipos de rayos X en perfectas condiciones, ya que cualquier fallo en su funcionamiento no solo afecta la calidad de las imágenes, sino también la salud de los pacientes que dependen de un diagnóstico preciso.

Entre los principales problemas que pueden surgir debido a un mal mantenimiento preventivo se encuentran: la inoperatividad de los equipos debido a la falta de seguimiento en la programación de mantenimientos y servicios técnicos, la insuficiente información para una correcta toma de decisiones en la gestión de los equipos, y la insatisfacción de los pacientes, lo que puede llevar a pérdidas económicas y un deterioro de la imagen institucional. Además, el incumplimiento de las normativas, como la falta de actualización de registros ante organismos reguladores como el Invima, puede resultar en sanciones o la pérdida de oportunidades de negocio (Córdoba Lemus, 2021).

En conclusión, el mantenimiento preventivo de los equipos de radiología digital no solo es esencial para garantizar la seguridad y eficacia de los diagnósticos médicos, sino también para asegurar la sostenibilidad y eficiencia operativa de las instituciones de salud. Este trabajo busca resaltar la necesidad de adoptar protocolos de mantenimiento rigurosos y continuos que aseguren

la máxima calidad en la obtención de imágenes diagnósticas, contribuyendo así a una mejor atención médica y al bienestar general de los pacientes.

Pregunta Problema

¿Cuál es la importancia del mantenimiento preventivo de equipos de RX para mejorar la calidad de las imágenes de radiología digital?

Justificación

La evolución de la radiología digital ha sido un cambio crucial en los sistemas de diagnóstico médico, ofreciendo imágenes de alta precisión y eficiencia. Sin embargo, para que estos avances tecnológicos se traduzcan en beneficios concretos para los pacientes y el personal de salud, es indispensable implementar un sistema riguroso de mantenimiento preventivo de los equipos. Este estudio cobra relevancia precisamente al abordar cómo el mantenimiento preventivo impacta de manera directa en la calidad de las imágenes radiológicas y en la seguridad de los pacientes.

El mantenimiento preventivo de los equipos de rayos X digitales no solo prolonga su vida útil, sino que asegura que la calidad de las imágenes sea óptima para un diagnóstico preciso. Uno de los factores críticos que afectan la calidad de la imagen es el estado del detector digital, cuya calibración y mantenimiento adecuados son esenciales para evitar distorsiones, ruido excesivo y errores de dosificación. Asimismo, un correcto mantenimiento contribuye a mantener el equilibrio entre calidad de imagen y dosis de radiación, siguiendo el principio ALARA (As Low As Reasonably Achievable), que busca minimizar la exposición del paciente sin comprometer la utilidad diagnóstica de la imagen.

Este trabajo de investigación tiene como objetivo identificar los procedimientos específicos de mantenimiento preventivo que deben seguirse para asegurar la eficiencia de los equipos de radiología digital. A través del análisis de diferentes protocolos y su aplicación en el contexto hospitalario, se espera generar una guía de buenas prácticas que no solo optimice el rendimiento de los dispositivos, sino que también mejore la calidad de los diagnósticos y reduzca los riesgos asociados al mal funcionamiento de los equipos.

El aporte de esta investigación radica en proponer un enfoque sistemático y documentado sobre cómo implementar y evaluar los programas de mantenimiento preventivo en radiología digital, tomando en cuenta factores que afectan directamente la calidad de las imágenes, como el calibrado de los detectores, la limpieza de componentes ópticos y electrónicos, y las actualizaciones de software. Este trabajo pretende ser una contribución significativa para las instituciones médicas, ofreciendo una herramienta práctica que garantice diagnósticos más precisos y seguros, además de una mayor durabilidad de los equipos.

Objetivos

Objetivo General

Identificar la relación entre la mala calidad de las imágenes de radiología digital, con la falta de mantenimiento preventivo de los equipos de rayos X, para asegurar que el equipo funcione al máximo rendimiento, cumpliendo con todas las normas de seguridad y regulaciones y siguiendo las especificaciones de operación del fabricante

Objetivos Específicos

Justificar la importancia del mantenimiento preventivo de los equipos de RX para garantizar la calidad de la imagen.

Brindar un plan de mantenimiento semestral de los equipos para obtener un resultado claro y seguro.

Conceptualizar indicadores de plan de mantenimiento correctivo como costo, eficiencia y cumplimiento.

Marco teórico

La optimización de la dosis de radiación aplicada a los pacientes es un aspecto fundamental para garantizar la calidad de las imágenes en radiología digital.

Esta optimización se logra a través del uso adecuado de técnicas radiográficas que minimizan las repeticiones de estudios innecesarios, lo que a su vez reduce la exposición de los pacientes a radiación adicional. Cuando los sistemas de imágenes están correctamente ajustados y en buen estado, son capaces de detectar cualquier sobreexposición, lo que permite obtener imágenes claras, con un mínimo de ruido, y de alta calidad para el diagnóstico (López et al., 2020).

Díaz et al., (2012) señala que “esta mejora no solo es clave para la protección radiológica del paciente, sino que también incrementa la eficiencia diagnóstica al evitar imágenes defectuosas que podrían comprometer la toma de decisiones clínicas” (p. 15).

El mantenimiento preventivo de los equipos de rayos X desempeña un papel esencial en este proceso. Ramírez y Gómez (2015) explican que “este tipo de mantenimiento garantiza que los dispositivos funcionen dentro de sus especificaciones óptimas” (p. 7).

Un equipo que no recibe el cuidado adecuado puede generar imágenes borrosas o distorsionadas, lo que afectaría directamente la calidad de la información diagnóstica y obligaría a repetir exámenes, exponiendo innecesariamente a los pacientes a más radiación. Por lo tanto, el mantenimiento preventivo asegura tanto la calidad de las imágenes como el cumplimiento del principio de radioprotección ALARA (As Low As Reasonably Achievable), cuyo objetivo es minimizar la exposición a radiación sin comprometer los resultados diagnósticos (Organización Mundial de la Salud, 2019).

La evolución tecnológica en el campo de la radiología ha permitido la integración de sistemas digitales que ofrecen una mayor resolución y reducen los tiempos de procesamiento de imágenes. Según Pérez y Sánchez (2021) “esta transición hacia lo digital ha impulsado una mejora considerable en la calidad de las imágenes, siempre que los equipos se mantengan en condiciones óptimas” (p. 25).

La calidad de las imágenes radiológicas está directamente relacionada con los parámetros técnicos utilizados y el estado de conservación de los equipos. Así, el mantenimiento preventivo no solo asegura la continuidad operativa de los dispositivos, sino que también optimiza los resultados diagnósticos, permitiendo a los radiólogos obtener imágenes más nítidas y precisas, lo que contribuye significativamente a una mejor atención médica. (Díaz et al., 2012).

Además del impacto en la calidad diagnóstica, es necesario considerar las implicaciones económicas del mantenimiento preventivo. Aunque puede representar un costo inicial para las instituciones de salud,

Los beneficios a largo plazo son significativos. Un equipo de rayos X que recibe mantenimiento regular no solo tiene una vida útil más larga, sino que también produce imágenes de mejor calidad, lo que reduce la necesidad de repeticiones o estudios adicionales (Fernández y Pardo, 2019).

A largo plazo, esto contribuye a disminuir los costos asociados con reemplazos de equipos o reparaciones mayores, y evita interrupciones en el servicio debido a fallos imprevistos.

En este contexto, el mantenimiento preventivo de los equipos de radiología se presenta no solo como una medida técnica indispensable para la mejora de la calidad de imagen, sino también como un elemento clave para la eficiencia operativa y económica en los centros

de salud. Este enfoque integral permite que los equipos mantengan un rendimiento óptimo y que los pacientes reciban diagnósticos precisos con la mínima exposición a radiación, logrando así una atención más segura y efectiva (OMS, 2019).

Metodología

El objetivo principal de este proyecto es justificar a través de una revisión literaria, la necesidad de realizar un mantenimiento preventivo en equipos de RX, analizando que el déficit de los mismos afectan la calidad de las imágenes de radiología digital, aumentando la posibilidad de desencadenar un incorrecto diagnóstico y generar una exposición innecesaria a los pacientes sometidos a radiaciones ionizantes por repetición de los estudios imagenológicos; también los equipos de RX pueden presentar fallas ocasionando una detención en la atención de los pacientes y con ello costos elevados a clínicas y hospitales secundarios a la reparación de daños que se pueden evitar con un adecuado mantenimiento oportuno.

Diseño De Investigación

En este proyecto el diseño de investigación a emplear es el cualitativo, al permitir una descripción coherente por medio de la revisión de la literatura publicada sobre el objeto de estudio, la cual es apoyada de artículos científicos, material bibliográfico y repositorio de la UNAD. La investigación cualitativa implica la recolección de abundante información en todas sus formas, inclusive hasta imágenes y sonidos, solo basta con describir la situación problema y sus significados.

En base a estos métodos, este tipo de investigación se elige cuando se quiere explicar el comportamiento de un grupo de interés, también se elige si se buscan nuevas ideas, soluciones o alternativas positivas, o simplemente sí se quiere probar algo. (Terán, F. et al., 2022).

Nivel de Investigación

El presente proyecto es descriptivo, en su nivel de investigación, al poder reunir los datos que nos llevan a un análisis del problema y su posterior solución, tal como lo dice R. Gay (1996)

“La investigación descriptiva, comprende la colección de datos para probar hipótesis o responder a preguntas concernientes a la situación corriente de los sujetos del estudio. Un estudio descriptivo determina e informa los modos de ser de los objetos” (p. 20)

Hipótesis

Se plantea la hipótesis de que por la falta de mantenimiento preventivo en los equipos de RX se pueden presentar fallas que afecta la calidad de las imágenes de radiología digital.

Fases de Investigación

Para realizar el presente proyecto fue necesario usar 4 fases que son las siguientes:

Fase 1: Revisión y Análisis de Literatura y Fuentes de Información

La revisión de la literatura es una fase imprescindible en cualquier trabajo de investigación, puesto que nos ayuda a situar la investigación y a sustentarla teórica y conceptualmente a partir de lo que otros investigadores e investigadoras han escrito previamente sobre la temática (Sabatés, L. A., & Roca, J. S. 2020).

Es por ello que se usa estrategias como las palabras claves que según Sabatés, L. A., & Roca, J. S. (2020) “son los conceptos nucleares que están en relación con el tema objeto de estudio, y que permiten delimitar y orientar la búsqueda de información.” (p. 5). Una vez definidas las palabras claves se realiza la investigación y revisión bibliográfica en plataformas como repositorio de la UNAD, Google académico, ScienceDirect, entre otros, donde se clasifica y delimita minuciosamente la literatura, libros y artículos encontrados y se selecciona la información que aborda la importancia del mantenimiento preventivo en equipos de RX y como la falta de la misma afecta para la obtención de imágenes digitales de excelente calidad, según Sabatés, L. A., & Roca, J. S. (2020) “esto nos permitirá obtener una visión general de los recursos electrónicos que hay disponibles en Internet sobre nuestra temática de estudio.” (p. 6).

Fase 2: Criterios de Selección

Se realiza una exhausta revisión a cada artículo, libro y fuentes de información encontradas con el propósito de sintetizar evidencia suficiente que apoye el presente proyecto.

Realizar revisiones de la literatura de buena calidad, permite avanzar en el conocimiento y comprender la amplitud de la investigación sobre un tema de interés; pero también, es útil para sintetizar la evidencia existente, desarrollar hipótesis o proporcionar un trasfondo conceptual para una investigación posterior, e identificar temas de investigación que requieren mayor desarrollo. (Manterola, et. al., 2023).

Para la selección de literatura se tienen en cuenta factores como la fuente de información, que sea verídica y de calidad, año de publicación, documentos repetidos, entre otros. Inicialmente se han encontrado aproximadamente 153 documentos que fueron analizados detenidamente, se realiza un filtro en búsquedas de datos con palabras claves y buscadores específicos para la investigación, los cuales se descartaron 95 que no brindan suficiente información sobre el tema a investigar, 15 documentos repetidos, 19 artículos considerados obsoletos por el año de publicación, para finalmente optar por 24 documentos y artículos que apoyan y complementan el presente proyecto.

Fase 3: Análisis de Datos

Se determina cómo el mantenimiento inadecuado o la falta del mismo en equipos de RX impacta la calidad de las imágenes digitales, se analiza la importancia del mantenimiento preventivo de los equipos de RX para garantizar la calidad de la imagen en un servicio de imagenología y se justifica que las imágenes digitales con resultados erróneos pueden dar un mal tratamiento y un mal diagnóstico a miles de pacientes. También se define la relación existente entre el mantenimiento preventivo con la imagen digital resultante de un estudio de RX.

Fase 4: Resultados

Se identifican, ordenan y numeran las consecuencias de no realizar el mantenimiento preventivo en los equipos que son usados para estudios de imagenología con el fin de crear un plan de mantenimiento semestral para prevenir posibles daños, imágenes digitales muy blancas o de baja calidad, diagnósticos erróneos y/o evitar la necesidad de repetir el estudio, al mismo tiempo con los datos obtenidos a través de la investigación se muestran indicadores de un plan de mantenimiento correctivo como costo, eficiencia y cumplimiento, al mismo tiempo se muestran los hallazgos encontrados en la investigación y se dan recomendaciones.

Desarrollo del Proyecto

El mantenimiento preventivo de los equipos de rayos X constituye una herramienta esencial para garantizar la calidad diagnóstica en la radiología digital, ya que incide directamente en la eficiencia operativa y en la seguridad de los pacientes. Este mantenimiento se fundamenta en acciones planificadas que buscan prevenir fallas, optimizar el rendimiento de los dispositivos y prolongar su vida útil. Según Córdoba Lemus (2021) “los dispositivos biomédicos de diagnóstico juegan un papel esencial, ya que mediante el uso de estos se obtienen ayudas diagnósticas, las cuales permiten brindar información vital y así transformar vidas” (p.14).

Para abordar la solución planteada en este proyecto, se propone la implementación de un plan de mantenimiento preventivo semestral, que se estructura en las siguientes fases:

Diagnóstico Inicial y Evaluación Técnica

Se lleva a cabo una inspección técnica detallada de los componentes de los equipos de rayos X, priorizando aquellos que afectan directamente la calidad de las imágenes, como el detector digital y los sistemas de calibración. Ramírez y Gómez (2015) señalan que “un equipo mal calibrado puede generar imágenes borrosas o distorsionadas, lo que aumenta la posibilidad de diagnósticos erróneos” (p. 3)

Calibración y Optimización de Parámetros

Se ajustan los valores técnicos del equipo, siguiendo las especificaciones del fabricante y respetando el principio ALARA (As Low As Reasonably Achievable). Esto reduce la exposición a la radiación ionizante y asegura que las imágenes obtenidas tengan el contraste y la claridad adecuados para el diagnóstico (Díaz et al., 2012).

Capacitación del Personal Operativo

Se realiza un programa de formación para los tecnólogos en radiología, orientado a garantizar un uso adecuado de los equipos. Este punto es crucial para evitar desgastes innecesarios en los dispositivos y minimizar el riesgo de errores humanos que puedan comprometer la calidad de las imágenes o la seguridad del paciente.

Implementación de Protocolos de Limpieza y Revisión

Se establecen rutinas de mantenimiento periódico en los equipos de RX que incluyan la limpieza de los componentes ópticos y electrónicos, lo que a su vez evita acumulaciones de polvo y partículas que podrían interferir con la obtención de imágenes claras (Cruz y Martínez, 2018).

Adicionalmente, se revisan las conexiones eléctricas y mecánicas del equipo para garantizar un funcionamiento óptimo.

Monitoreo de Indicadores Clave

Se diseñan indicadores específicos para evaluar la efectividad del plan, tales como el porcentaje de fallas reducidas, la disminución de repeticiones de estudios, y el costo-beneficio del mantenimiento preventivo. Fernández y Pardo (2019) destacan que “estos indicadores permiten medir el impacto económico y operativo del mantenimiento en las instituciones de salud” (p. 17).

La implementación de este plan asegura que los equipos de rayos X se mantengan en condiciones óptimas, lo cual es fundamental para obtener imágenes diagnósticas de alta calidad. Asimismo, minimiza las interrupciones en los servicios de imagenología, fortalece la satisfacción del usuario y reduce la exposición innecesaria a radiación, contribuyendo a un entorno médico más seguro y eficiente.

Conclusiones

El mantenimiento preventivo de los equipos de rayos X no solo optimiza la calidad de las imágenes diagnósticas, sino que también asegura la protección radiológica de los pacientes y tecnólogos. Esto se alinea con las normativas internacionales de radioprotección y los principios del cuidado médico responsable.

La formación constante del personal y la implementación de rutinas de mantenimiento garantizan la sostenibilidad operativa de las instituciones de salud, reduciendo costos asociados a reparaciones correctivas y prolongando la vida útil de los equipos. Tal como afirman González y Díaz (2016), "la calidad de las imágenes digitales depende tanto de la tecnología empleada como del cuidado y manejo de los dispositivos" (p. 33).

Este trabajo destaca la importancia de establecer protocolos documentados y sistemáticos para el mantenimiento preventivo, los cuales deben incluir la revisión periódica, calibración, limpieza y evaluación de resultados. De esta forma, se asegura un equilibrio entre eficiencia operativa y la calidad diagnóstica, beneficiando tanto a los pacientes como al personal médico.

La adopción de un plan de mantenimiento preventivo no solo evita la pérdida de tiempo y recursos en reparaciones inesperadas, sino que también contribuye a la confianza y percepción positiva de los servicios de radiología, fortaleciendo la imagen institucional ante los pacientes y organismos reguladores.

La prolongación de vida útil de los equipos se convierte en un beneficio evidente. Mantener los dispositivos en condiciones óptimas no solo mejora su desempeño, sino que también minimiza el riesgo de tener que afrontar reparaciones costosas y prolongadas. Cada segunda cuenta en el ámbito de la salud, donde el tiempo puede influir en el bienestar de los

pacientes. Por ello, implementar un sistema de mantenimiento preventivo es una inversión que rinde frutos a largo plazo.

Referencias Bibliográficas

- Alcaraz, M. (2013). Control de calidad en radiodiagnóstico. Documento en construcción.
- Andrade-Barreto, O. A., & Villa-Caballero, L. (2005). Radiología diagnóstica en la era tecnológica: Comparación entre dos modelos. *Gaceta médica de México*, 141(5), 425-429.
- Buades, M. González, A. (2013). Métricas que definen la calidad de imagen. Introducción al
- Burbano, G. Carlo, R. Escobar, V. Luisa, D. Patricia, C. Ruth, C. Steven, O. 2024 Calidad deficiente en las imágenes radiológicas por falta de mantenimiento preventivo en el equipo de rayo X.
- Buscá, J. Vigil, A. Medina, R. (2010). Radiología digital en los servicios de radiodiagnóstico.
- Buscá, P., Flores, M., & Serrano, C. (2010). Radiología digital: conceptos básicos y aplicaciones clínicas. *Journal of Radiology*, 7(4), 19-34.
<https://www.journalofradiology.org/radiologia-digital>
- Cabrero, F. (2007). *Imagen Radiológica Principios Físicos e Instrumentación* (Primera ed.). Barcelona, España: Elsevier. Recuperado el 8 de junio de 2018, de <http://booksmedicos.me/imagen-radiologica-principios-fisicos-einstrumentacion/#more-15715>
- Carranza, M. (2007). “Algunas ideas sobre la selección de textos literarios” en *Revista Imaginaria*, N° 202, 14 de marzo de 2007.
- Castillo, R. C. Importancia de la Radiología en el Diagnostico Odontoestomatológico. control de calidad en radiología digital. Sociedad Española de Física Médica.
- Córdoba Lemus, J. (2021). Diseño e implementación de un sistema de gestión integral aplicado al mantenimiento, seguimiento y control de los equipos de rayos x.

- Córdoba Lemus, J. (2021). Diseño e implementación de un sistema de gestión integral aplicado al mantenimiento, seguimiento y control de los equipos de rayos X
- Cruz, J., & Martínez, A. (2018). Optimización de dosis en radiología: Técnicas y aplicaciones. *Revista de Radioprotección*, 34(2), 112-127.
- Díaz, L., Gómez, P., & Torres, R. (2012). Impacto de la calidad de las imágenes radiológicas en la toma de decisiones clínicas. *Journal of Medical Imaging*, 45(1), 89-101.
- Fernández, M., & Pardo, L. (2019). Costo-beneficio del mantenimiento preventivo de equipos de imagenología en centros de salud. *Revista de Administración Hospitalaria*, 12(4), 34-49.
- González, C. F. M., & Díaz, M. C. (2016). La radiología digital: adquisición de imágenes. *Informática y Salud*, 33-40.
- Ramírez, J., & Gómez, L. (2015). Importancia del mantenimiento preventivo en equipos de rayos X: Una revisión técnica. *Radiología y Salud Pública*, 13(1), 45-59.
- Cruz, J., & Martínez, A. (2018). Optimización de dosis en radiología: Técnicas y aplicaciones. *Revista de Radioprotección*, 34(2), 112-127.
- Díaz, L., Gómez, P., & Torres, R. (2012). Impacto de la calidad de las imágenes radiológicas en la toma de decisiones clínicas. *Journal of Medical Imaging*, 45(1), 89-101.
- Fernández, M., & Pardo, L. (2019). Costo-beneficio del mantenimiento preventivo de equipos de imagenología en centros de salud. *Revista de Administración Hospitalaria*, 12(4), 34-49.
- Gay, L. (1996). *Educational Research Neu Jersey*. Estados Unidos: Prentice Hall Inc
- González, A. (2017). Estrategias económicas para el mantenimiento de equipos médicos en hospitales. *Economía y Salud*, 20(3), 56-67.

- González, C. F. M., & Díaz, M. C. (2016). La radiología digital: adquisición de imágenes. *Informática y Salud*, 33-40.
<http://proteccionradiologica.cl/wp-content/uploads/2016/08/8-2013-Control-de-calidaden-Radiologia-Digital.pdf>
- Jaume Buscà, A. V. ((julio - diciembre 2010)). Radiología digital en los servicios de radiodiagnóstico. Parámetros dosimétricos. Barcelona - España: ELSEVIER.
<https://www.elsevier.es/es-revista-imagen-diagnostica-308-articulo-radiologia-digital-los-servicios-radiodiagnostico--S2171366910700172>
- López, C., Ramírez, M., & Pérez, F. (2020). Calidad de imagen en sistemas de radiología digital: Un enfoque técnico y clínico. *Radiología Avanzada*, 27(2), 210-226.
- Manterola, C., Rivadeneira, J., Delgado, H., Sotelo, C., & Otzen, T. (2023). ¿Cuántos tipos de revisiones de la literatura existen? Enumeración, descripción y clasificación. Revisión cualitativa. *International Journal of Morphology*, 41(4), 1240-1253.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2019). Radioprotección en procedimientos de diagnóstico por imagen: Principios y recomendaciones. OMS, Ginebra.
Parámetros dosimétricos. Elsevier Imagen Diagnóstica. <https://www.elsevier.es/esrevista-imagen-diagnostica-308-articulo-radiologia-digital-servicios-radiodiagnostico-parametros-S2171366910700172>
- Pérez, F., & Sánchez, V. (2021). Transición digital en la radiología: Impacto en la calidad de las imágenes. *International Journal of Digital Radiology*, 18(3), 65-78.
- Ramírez, J., & Gómez, L. (2015). Importancia del mantenimiento preventivo en equipos de rayos X: Una revisión técnica. *Radiología y Salud Pública*, 13(1), 45-59.

- Rodríguez, A., Martínez, L., & Alvarado, S. R. (2023). Uso de nuevas tecnologías en Radiología e imágenes diagnósticas y su relación con las competencias profesionales y/o perfil de egreso del Licenciado en Radiología de Panamá y Latinoamérica en los últimos 15 años. *Ciencia Latina revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 6762-6788.
- Sabatés, L. A., & Roca, J. S. (2020). La revisión de la literatura científica. *Universitat Autònoma de Barcelona*, 1(1), 1-22.
- Sáenz Flores J. E. (2018). Configuración de los principales parámetros de un equipo de Rayos x Intraoral Orix 70 para mejorar su eficiencia.
- Silva Meléndez, F. (2019). La radiología digital.
<https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/2083/Silva%20Melendez%20Fernando.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- SL, T. R. (2021). Apuntes para la historia de la radiología en Matanzas (I). CUBA: REVISTA MEDICA. <http://scielo.sld.cu/pdf/san/v27n4/1029-3019-san-27-04-e4256.pdf>
- Terán, F. F. S. C., Peralta, E., Pastor, G., & Rodríguez-Balcázar, S. (2022). Investigación cualitativa: una mirada a su validación desde la perspectiva de los métodos de triangulación. *Revista de filosofía*, 39(101), 59-72.