

**Generación de un protocolo para el reemplazo de equipos de radiología análoga por  
equipos digitales**

Lina Marcela Amaya Mora

Leidy Yohana Ayala Guerrero

Ana Horalia Bermúdez Quiroga

Nelly Mercedes Rincón Echeverria

Haydee Tatiana Suarez Muñoz

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias de la Salud ECISA

Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnosticas

2022

### **Dedicatoria**

A Dios, primeramente, por permitirnos llegar hasta este momento tan importante de nuestras vidas. Por los logros y los momentos difíciles que nos han enseñado a valorar cada día más el esfuerzo por crecer profesionalmente. A nuestras familias por ser el pilar de este proceso por su compañía en este proceso estudiantil y de vida, dedicamos a cada persona que, con su apoyo, la sabiduría y el respaldo que nos brindaron en el desarrollo académico de cada una de nosotras

### **Agradecimientos**

Agradecemos principalmente a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia por la formación académica que nos brindó, igualmente a los profesores gracias por compartir sus conocimientos y su dedicación con cada uno de nosotros, desde el inicio hasta el fin. En especial a nuestro asesor y docente Luis Fernando Gómez, por su tiempo su orientación y consejos para lograr culminar con este proyecto investigativo. A nuestros compañeros por su apoyo y entendimiento, su dedicación para trabajar en equipo, logrando todo lo que en el día de hoy somos y seguiremos siendo, personas capacitadas para brindar buenos servicios a nuestros pacientes y familiares, siendo personas correctas, amables, responsables, éticos, y con muy buenos valores. Todo esto no podría ser sin que cada uno de ustedes nos ayudara en este desarrollo profesional y personal.

## Resumen

A lo largo de los últimos años los servicios de diagnóstico por la imagen una evolución y expansión de la radiología, en este caso la radiología digital ha facilitado el desarrollo de nuevos y mejores sistemas de detección digital de la imagen en comparación con la radiología análoga. El objetivo de este trabajo es desarrollar un protocolo para el reemplazo de equipos de radiología análoga por equipos digitales, a través de la realización de una búsqueda de literatura relacionada para establecer estructura y componentes de un protocolo de reemplazo de equipos y finalmente proponer un documento base para un protocolo de reemplazo de equipos.

La metodología implementada trata de una investigación de tipo cualitativa y descriptiva, por el análisis de textos para estructurar un protocolo sobre reemplazo de equipos. Consta de tres fases, búsqueda bibliográfica, selección de los documentos y consolidación del documento final.

Para el campo de la radiología y para el personal profesional, estos nuevos cambios implican un nuevo reto en el desarrollo de su trabajo que los involucra a una actualización amplia y profunda de los conocimientos previamente adquiridos en su formación reglada y/o en su ámbito laboral tradicional.

**Palabras clave:** Sistema de Comunicación y Archivo de Imágenes PACS, Sistemas de información radiológica RIS, radiología, protocolo.

### **Abstract**

Over the last few years, diagnostic imaging services have evolved and expanded radiology, in this case digital radiology has facilitated the development of new and better digital image detection systems compared to analog radiology. The objective of this work is to develop a protocol for the replacement of analog radiology equipment by digital equipment, through a search of related literature to establish the structure and components of an equipment replacement protocol and finally propose a base document. for an equipment replacement protocol.

The implemented methodology deals with a qualitative and descriptive research, through the analysis of texts to structure a protocol on equipment replacement. It consists of three phases, bibliographic search, selection of documents and consolidation of the final document.

For the field of radiology and for professional personnel, these new changes imply a new challenge in the development of their work that involves them in a broad and in-depth update of the knowledge previously acquired in their formal training and/or in their work environment. traditional.

**Keywords:** PACS Image Archiving and Communication System. RIS radiological information systems, protocol.

## Tabla de Contenido

Introducción.....	10
Planteamiento del Problema .....	11
Justificación.....	13
Objetivos .....	14
Metodología .....	21
Conclusiones.....	28
Referencias.....	29
Apéndices .....	33

**Lista de Tablas**

<b>Tabla 1</b> <i>Selección de estudios</i> .....	22
<b>Tabla 2</b> <i>Análisis final de estudios</i> .....	22

### Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> <i>Sistema para archivo y comunicación de imágenes</i> .....	20
<b>Figura 2</b> <i>Esquema de depuración de contenidos</i> .....	26

## Lista de Apéndices

<b>Apéndice A</b> Protocolo para el reemplazo de los equipos de radiología análoga por equipos digitales .....	33
--	----

## Introducción

“La radiología es una rama de la medicina la cual se encarga de producir imágenes (radiografías) para fines diagnósticos” (MedlinePlus, 2020, párr. 1). “A lo largo de los últimos años los servicios de diagnóstico por la imagen una evolución y expansión de la radiología” (Buscà et al., 2020, p. 70), en este caso la radiología digital ha facilitado el desarrollo de nuevos y mejores sistemas de detección digital de la imagen en comparación con la radiología análoga. En este trabajo se expone como se puede reemplazar los equipos de la radiología análoga por equipos digitales para poder obtener un diagnóstico médico más preciso.

En la radiología análoga se obtiene una placa de acetato, reconocidas por entregar imágenes de gran calidad. En contraste la radiología digital se obtiene totalmente en un formato digital entendiéndose de qué trata cada una de estas. Al obtener una radiografía de manera análoga, a diferencia de la digital lo que vamos a obtener es una imagen que se encuentra en el sistema; utilizando otros medios.

En radiología digital se obtienen imágenes digitales no requiere de un chasis ya que esta transmite la imagen a una pantalla o computador. En la análoga se requiere contar con todo el equipo necesario para revelar las imágenes obtenidas.

Se puede decir que ambas imágenes radiológicas no proporcionan la misma información ya que la análoga al ser ampliada presenta distorsiones que pueden afectar la percepción sobre el diagnóstico derivado de las imágenes radiográficas, a diferencia de la digital al realizar el mismo proceso se pueden obtener imágenes de mejor calidad lo que impacta positivamente en el diagnóstico médico según la parte del cuerpo que se desea estudiar.

## Planteamiento del Problema

La implantación de equipos de radiología que generan una imagen digital y la implementación de los PACS,

Han modificado drásticamente el panorama del diagnóstico médico. Las nuevas tecnologías y métodos empleados para la adquisición, procesado, almacenamiento, distribución y análisis e informe de la imagen, requieren nuevos procedimientos de control de calidad que tengan en cuenta las características específicas de la imagen digital y de las modalidades que la producen. (Miquélez, 2019, p. 15)

Esto ha generado una serie de problemas para las IPS a la hora de generar este cambio, el uso de espacios es una de las mayores problemáticas debido a que una sala de radiología digital debe contar con un cuarto para panel de comando, consultorio médico, una recepción para pacientes, cuarto para vestuario, y cuarto de cámara oscura, Las paredes deben estar construidas de materiales que permitan la atenuación de la radiación y garanticen la protección del personal, En general, las dimensiones de una sala de rayos X convencional deben estar comprendidas entre los 18 m<sup>2</sup> y 20 m<sup>2</sup>, para permitir la instalación segura y adecuada del equipamiento previsto. Esto para muchas de las IPS es muy difícil ya que la mayoría no cuentan con los espacios requeridos y con los costos que se generan el adaptar la infraestructura (Buscà et al., 2020)

El alto costo que genera la compra de los equipos es muy elevada que para la mayoría de IPS resulta difícil su adquisición, estos equipos como el telemando, aparatos de mesa horizontal, los tomógrafos, mamógrafo, son equipos que son fundamentales en el proceso de la radiología convencional, es importante que estas salas de radiología convencional queden cerca de salas de cirugía y urgencias es decir en la primera planta, pero por otro lado el mantenimiento y actualización de redes, software, sistemas de comunicación y cómputo y monitores de visualización, entre otros, representan importantes costos durante la vida útil de los sistemas digitales (Buscà et al., 2020).

Otra problemática para las IPS es el costo de los sueldos del personal ya que se requiere de radiólogo, tecnólogo de radiología y auxiliar administrativo, que intervienen en la realización de los procedimientos. Los costos de material fungible e insumos también son fundamental ya que en la radiología convencional no se utilizarán películas ni papel, pero si está el costo del archivo por cada exploración ya sea en un sistema PAC son costos considerables.

### **Formulación del Problema**

¿Cómo se genera un protocolo para el reemplazo de equipos de radiología análoga por equipos digitales?

## Justificación

La imagen producida por el sistema digital es superior en nitidez, contraste, detalle y diferenciación de densidad, y requiere una exposición a la radiación menos severa que la radiografía análoga. Esto reduce los riesgos del examen para el paciente y hace que el entorno de trabajo sea más seguro para el tecnólogo. Además, dado que la imagen se genera inmediatamente en computador, puede acudir rápidamente al médico radiólogo, este experto luego transmite el informe médico a un especialista remoto o al médico del paciente dentro de la institución ya que al adquirir la imagen la información tanto del paciente como de la imagen queda guardada en sistema denominado PACS y puede realizar el diagnóstico e iniciar el tratamiento adecuado, haciendo que todo el proceso de atención sea más ágil y eficiente (Ramírez, 2005).

Otra gran ventaja de la radiografía digital es la posibilidad de procesamiento de imágenes computarizadas, lo que permite el ajuste de contraste e incluso el cambio de tamaño de la imagen para ayudar en la identificación de lesiones. Totalmente sin el uso de películas y sustancias nocivas, lo que demuestra que la radiología digital es más sostenible (Miñano, 2013).

El proceso de revelado de películas no es solo un paso más, sino que también genera sustancias que contribuyen a la contaminación ambiental. Y la película en sí se descarta con el paso de los años y genera basura. Aunque el proceso de revelado lleva menos de una hora, no se puede comparar con la velocidad del sistema digital, que produce imágenes en cuestión de segundos (López y Maurelos, 2020).

Por este motivo las instituciones que aún manejan la radiología convencional o análoga deberían implementar o sustituir aquellos equipos análogos por la radiología digital para ofrecer un mejor servicio a quienes lo requieran.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Desarrollar un protocolo para el reemplazo de equipos de radiología análoga por equipos digitales.

### **Objetivos Específicos**

Realizar búsqueda de literatura relacionada.

Establecer estructura y componentes de un protocolo de remplazo de equipos.

Proponer un documento base para un protocolo de reemplazo de equipos

### **Marco Teórico**

El reemplazo de equipos corresponde a la adquisición, por parte del Sostenedor, de nuevo equipamiento en reemplazo del equipamiento que sea dado de baja (ya sea por robo, hurto, falla no reparable u obsolescencia) o actualización de los dispositivos, con el fin de mantener el estándar de infraestructura (cantidad de equipamiento disponible) y no afectar las actividades diarias. (Ministerio de Educación de Chile, 2020, párr. 2)

El problema del reemplazo debe enfocarse hacia la determinación de un punto de equilibrio, en el que los costos acumulados sean mínimos o el rendimiento de la inversión sea máximo (Cantillo, 1998).

Antes de iniciar con el protocolo se debe tener en cuenta las condiciones y especificaciones técnicas exigidas para el equipo, que permita ser utilizado con seguridad (Cantillo, 1998), algunas de ellas son.

Condiciones o características distintas a las de los Términos de Referencia que hayan sido aceptadas.

Cantidad de cada equipo y sus especificaciones.

Tiempo de entrega y lugar de entrega.

Condiciones de garantía y servicio técnico (duración, cobertura, tiempos de respuesta, boletas de garantía, etc.).

Condiciones de ejecución (como, por ejemplo, garantías financieras de cumplimiento de contrato, multas, forma de pago, condiciones de recepción de los productos).

En cuanto a la adaptación del equipo a la institución, es necesario tomar en cuenta lo siguiente:

La capacitación y educación del personal frente a las nuevas tecnologías

Las instalaciones y el espacio adecuado para los equipos

La reglamentación y las indicaciones institucionales

Los métodos de desinfección y limpieza de los equipos

### Programas de mantenimiento correctivo y preventivo

En el trabajo de investigación de González et al, se enfocaba en que buscaba la viabilidad de implementar un equipo digital concluyeron que el retorno de la inversión más el costo de los trabajadores se lograba recuperar dentro 5 años dependiendo del flujo de pacientes y se mantuvieran las variables sujetas (Mugarra y Chavarría, 2010).

En algunas revistas médicas, los artículos de profesionales de la medicina exploran temas sobre radiografía digital o convencional: para ampliar el conocimiento de las ventajas y desventajas de estas tecnologías. Además, la importancia en el futuro de la radiología y cómo funciona sus canales de comunicación (Tomé, 2019).

Ha suplantado la radiografía de pantalla -película en muchos departamentos de radiología, hoy en día los fabricantes proporcionan una variedad de soluciones de imagen digital basado en diversas tecnologías de detección y lectura, los detectores digitales junto a sistemas computacionales modernos permiten la implementación de un sistema de archivos, visualización y de comunicación de imágenes digitales, otra ventaja de la radiografía digital incluye un mayor número de pacientes atendidos, el aumento de la eficiencia de la dosis , y el mayor rango dinámico de los detectores digitales con posible reducción de la exposición a la radiación para el paciente (Buscà et al., 2020).

La radiología computarizada indirecta CR, Fue introducida por primera vez en 1980, esta registra las imágenes digitales de RX en un sistema que consta de un chasis que contiene un fosforo de almacenamiento foto estimulable, que consiste en una capa con cristales halógenos, bromuros o ioduros, depositados sobre una resina en forma no estructurada durante la exposición la energía de los RX es absorbida por los cristales y temporalmente almacenada por promoción de los electrones a niveles de energía superiores. La lectura es diferida a otro proceso cuando la capa detectora es barrida pixel a pixel con un haz laser de una longitud de onda especifica la energía almacenada es liberada por emisión de luz de longitud de onda diferente a las del láser (Alcaraz, 2003).

Esta luz es colectada por fotomultiplicadores y convertida en la imagen digital, el proceso puede durar entre 30 y 45 segundos la ventaja de los detectores con base en fosforo de almacenamiento fotoestimulable es que incluyen un amplio rango dinámico, lo que reduce la rata de fallos en exposiciones de rayos x (Ramírez, 2005), además como debido a los sistemas CR se basan en chasis de formato estándar, pueden ser fácilmente integrados a los dispositivos radiográficos existentes (González et al., 2014).

El primer sistema de radiología digital directa (DR), sistema sin chasis, aparece en los años noventa, y el medio de registro consistía de una cámara CCD (dispositivo de carga acoplada).

Estos sistemas que al comienzo, debido a la necesidad de utilizar lentes ópticas que enfoquen la luz de los centelladores en el pequeño arreglo de fotodiodos de la cama CCD, presentaban baja eficiencia y por lo tanto las buenas imágenes se obtenían con grandes exposiciones, han mejorado sustancialmente en el desarrollo de lentes más eficientes en la colección de la luz, sensores CCD de mayor tamaño y centelladores más brillantes, también en esta tecnología se ha diseñado y producido un sistema denominado SLOT-SCAN que evita la radiación dispersa en el sensor CCD y por lo tanto se ha eliminado la rejilla antidifusora que como se ha comprobado, aumenta la dosis en factores que van entre dos y cuatro veces (González et al., 2014).

La radiología análoga es mucho más económica ya que se operan con menos dispositivos electrónicamente más económicos y muchas instituciones están en procesos de actualizar sus 33 equipos, vendiendo los antiguos mucho más económicos (Alcaraz, 2003).

En cuanto a los costos de equipos estos nuevos sistemas no requieren de película para funcionar, habrá una reducción en los costos y en el desecho de materiales. De esta forma, invertir en equipos digitales, no solo es una decisión inteligente, sino que representa una cuestión de sustentabilidad (Alcaraz, 2003).

La teleradiología es el proceso donde se envían exámenes de un destino a otro por medio del internet de esta manera facilita la conectividad entre centros médicos y personal capacitado que realice la lectura y genere los diagnósticos necesarios sin tener que estar dentro de la misma clínica o hospital donde se reflejan sus ventajas y alcances. Según Ortiz (2018) justifica que la Teleradiología es un gran avance tecnológico que se debe implementar de manera rápida ya que no solo mejora el servicio si no es más eficiente y económico además genera la oportunidad de extenderse a más personas. Gracias a la digitalización de la radiología y uniendo fuerzas con TIC se está logrando dar solución a una problemática latente en Colombia es llegar a todos aquellos rincones rurales de Colombia. (Jiménez, 2022, pp. 33-34)

Las TIC permitieron el acceso a más personas al servicio de imagenología ya que se logran conectar los centros rurales con las grandes clínicas o hospitales de las capitales por medio del internet tienen la posibilidad de que sus exámenes sean interpretados por los profesionales especializados, además de segundas opiniones, gestión pedagógica entre otros beneficios sin tener que viajar largas distancias por la lectura de sus imágenes o un diagnóstico. (Cerinza, como se citó en Jiménez, 2022, p. 34)

Se ha comentado que la calidad de la imagen digital puede ser comparable, mejor en algunos aspectos y más limitada en otros, en comparación con la imagen analógica convencional. Presenta, en cualquier caso, algunos aspectos diferenciales. El análisis de las imágenes radiológicas es un asunto muy complejo y resulta difícil expresarlo en términos simples. Para comparar sistemas, es necesario, sin embargo, tratar de objetivar algunos de sus elementos. (Guevara, 2020, p. 2).

En la radiología digital encontramos varios beneficios en los que se encuentra la edición de imágenes tomadas, una vez la imagen llega al sistema, podemos encontrar herramientas para así poder modificar el brillo, recorte, contraste, zoom, agregar texto, darle otra orientación

a la imagen, estas herramientas nos ayudan en la calidad de la imagen y en no repetir los diferentes estudios (Miquélez, 2019).

*Formato Digital Imaging and Communications in Medicine* (DICOM), creado en 1983 por un comité norteamericano formado por el American College Of Radiology (ACR) y por la National Electrical Manufacturers Association (NEMA), es el estándar común para la codificación de la información radiológica, facilita el manejo de información médica entre hospitales y centros de investigación conforman toda la parte lógica de la digitalización de la imagen médica (Rico, 2015).

Como estándar de comunicación define un amplio conjunto de servicios como el almacenamiento de imágenes (DICOM Storage), búsqueda y recuperación de imágenes (DICOM Q/R -Query & Retrieve-), impresión (DICOM Print), captura secundaria por conversión de imágenes no digitales o analógicas (DICOM SC -Secondary Capture-), gestión de listas de trabajo (DICOM MWL -Modality Worklist-) entre otras. La mayoría de estos servicios vinculan la transmisión de datos sobre la red. (González et al., 2014)

Este estándar es de gran ayuda ya que promueve el intercambio de informaciones de imágenes digitales y la estandarización de los diversos formatos de imágenes médicas, el estándar DICOM se basa en la búsqueda del desarrollo y expansión de los sistemas PACS (sistema que permite el almacenamiento y comunicación de imágenes generadas por equipamientos médicos). (Canal MV, 2015, párr. 4)

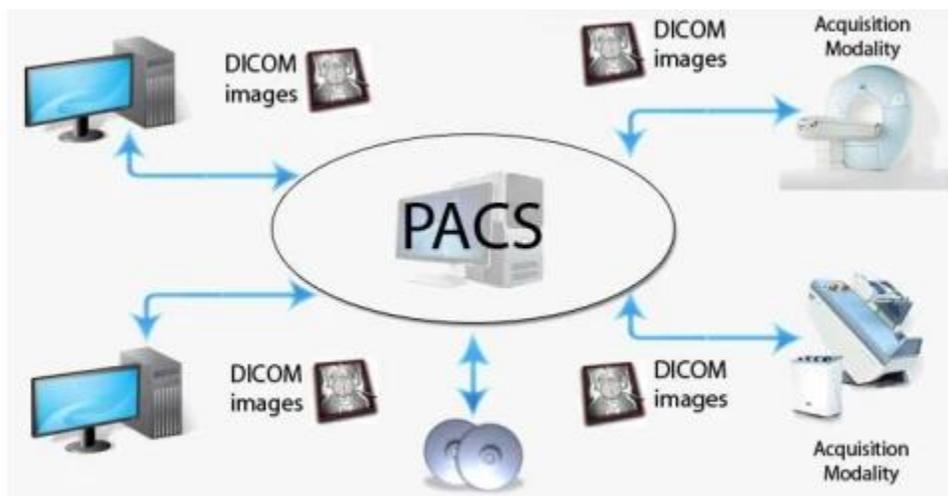
Sistema para archivo y comunicación de imágenes. (*Picture Archiving Communication System*). Este sistema tiene la posibilidad de guardar imágenes radiológicas, de igual forma transferir y descargarlas, se compone por dos sistemas como software y hardware que brindan un soporte de a la actividad de búsqueda de las imágenes (Roldán et al., 2003).

PACS está directamente relacionado con DICOM, ya que su funcionalidad es impulsada por dicho estándar, lo que garantiza su interoperabilidad. Por esa razón, cualquier dispositivo o software PACS, viene con su propio DICOM. Declaración de Conformidad, que es un

documento muy importante que explica acerca del grado en que el dispositivo es compatible con el estándar DICOM. En esencia, el PACS lleva el estándar DICOM (Ramírez, 2005).

### Figura 1

*Sistema para archivo y comunicación de imágenes*



*Nota.* Figura del funcionamiento del Sistema para archivo y comunicación de imágenes.

Tomado de Informática desde la Sanidad. *Fuente.* García (2014)

### Marco Legal

Ley 1341 de 2009 (2009) la presente ley determina el marco general para la formulación de las políticas públicas que regirán el sector de las Tecnologías, para la protección de datos de cada paciente por medio de las nuevas tecnologías.

Resolución 482 de 2018 (2018) rige el uso de equipos adecuados por la radiación ionizante, control de calidad, prestación de servicios de protección radiológica y se dictan otras disposiciones.

Resolución 2654 del 2019 (2019) responsable de la vigilancia y protección del paciente, garantizando su privacidad, integridad y confiabilidad de sus datos.

## Metodología

### Tipo de Investigación

Esta investigación es de tipo cualitativa, pues se desarrollará un análisis de textos para determinar cuáles son los principales beneficios que trae la adquisición de equipos digitales. Investigación bibliográfica, la cual tienen como propósito, utilizar fuentes de información bibliográfica o electrónica para obtener resultados de investigación de otros autores (Salgado, 2007).

Descriptiva, porque se hace una recopilación de la información para ser utilizada en el análisis y fundamento teórico de un determinado objetivo, en este caso es desarrollar un protocolo para el reemplazo de equipos de radiología análoga por equipos digitales.

### Fases y Tareas

Fase 1. Realizar búsqueda de literatura.

Tarea 1. Realizar búsqueda en internet abierta.

Tarea 2. Realizar búsqueda en base de datos de la UNAD.

Fase 2. Seleccionar documentos.

Tarea 3. Clasificar documentos por afinidad con el tema de profundización.

Tarea 4. Realizar lectura sistemática de los textos clasificados.

Fase 3. Consolidar un documento.

Tarea 5. Realizar documento sobre protocolo de intercambio

### Desarrollo del Proyecto

#### ***Fase 1. Realizar Búsqueda de Literatura***

De acuerdo a la búsqueda realizada se identificaron 25 estudios, los cuales fueron revisados por título y abstract, que tuvieran coherencia con la temática expuestas sobre radiología digital y el protocolo de reemplazo de equipos con tecnología análoga.

Consolidando así 10 estudios para el documento final. La bibliografía fue organizada en la

matriz de selección de estudios (Tabla 1) de acuerdo con las diferentes bases de datos preseleccionadas.

**Tabla 1**

*Selección de estudios*

<b>Base de datos</b>	<b>Fecha de búsqueda</b>	<b>Resultados generales (en número)</b>
<b>Scielo</b>	30-OCT	2
<b>Sciendirect</b>	04-NOV	2
<b>Pubmed</b>	07-NOV	2
<b>Elsevier</b>	07-NOV	2
<b>Biblioteca Cochrane</b>	07-NOV	2
<b>TOTAL</b>		10

*Nota.* Tabla de selección primaria de estudios en las diferentes bases de datos. *Fuente.* Autoría propia

En la tabla 1, se muestran los documentos seleccionados base para la realización de la propuesta de protocolo para el reemplazo de equipos de radiología análoga por equipos digitales.

**Tabla 2**

*Análisis final de estudios*

<b>Autor</b>	<b>Título</b>	<b>Resumen</b>
González et al., (2014)	Implementación de estándares DICOM SR y HL7 CDA para la creación y edición de informes de estudios imagenológicos.	Este artículo habla de facilitar el uso de estándares y tecnologías disponibles hacia el sector salud, especialmente hacia instituciones hospitalarias. Utilizar y actualizar los sistemas para mejorar la edición de informes de estudios imagenológicos, por imágenes. Lo ideal es que tenga la capacidad de adaptarse a los distintos ambientes y escenarios,

Autor	Título	Resumen
Miñano (2013)	Introducción al Control de Calidad en Radiología Digital	<p>permitiendo agilizar y estandarizar el proceso que se informatiza.</p> <p>En este libro una visión general de las tecnologías existentes y de los parámetros empleados para controlar la calidad de las mismas. Se puede considerar una guía para implantar un programa de garantía de calidad en un entorno digital. Los protocolos de control de calidad en radiodiagnóstico indican los parámetros y magnitudes a medir para determinar el estado de un sistema.</p>
Organismo Internacional de Energía Atómica (2021)	Protocolos de Control de Calidad para Radiodiagnóstico en América Latina y el Caribe	<p>En este libro la OIEA, en colaboración con la OMS/OPS, plasmaron el desarrollo de diversos proyectos en el área de la protección radiológica en la región de América Latina y el Caribe. Estos proyectos dieron lugar a recomendaciones y regulaciones que han servido de referencia para todos los países y han promovido la optimización de las técnicas radiográficas para la obtención de imágenes de calidad para el diagnóstico y la reducción de la dosis a la que se ven expuestos pacientes y trabajadores.</p>
Morales (2015)	Radiología convencional digital. VI Congreso nacional de protección radiológica.	<p>En esta compilación que nace de un congreso donde más de 600 profesionales, especialistas nacionales, personal del cuerpo técnico del CSN y participantes internacionales procedentes de numerosos países se reúnen para debatir sobre los últimos avances en torno al uso médico de las radiaciones ionizantes, la dosimetría, la reglamentación y normativa, así como la cultura de protección radiológica y la importancia de la comunicación del riesgo radiológico o</p>

Autor	Título	Resumen
Mugarra y Chavarría (2010)	La Radiología Digital: Adquisición de imágenes	<p>los posibles efectos de las radiaciones en la salud. Este artículo habla sobre el impacto del cambio de la radiología análoga a la Digital, comenzando por la irrupción de los PACS, que son sistemas de archivo y comunicación de imágenes médicas, y las estaciones de Visualización y Diagnóstico que acompañan a la llegada de la Radiología Digital. Así mismo resalta que esta revolución va a tener muchas implicaciones en todo el ámbito Hospitalario y extrahospitalario a través del RIS, Sistema de Información Radiológico, HIS, sistema de información hospitalario, y el gran desarrollo de Internet.</p>
Santos (2013)	Dosis y calidad de imagen en Radiología Digital	<p>Esta presentación habla de cómo recientemente se han sustituido muchos equipos convencionales radiográficos y fluoroscopios por técnicas digitales. Además de como la radiología digital se ha convertido en un reto con posibles ventajas y desventajas.</p>
Hospital de la Vega (2015)	Protocolo de calidad de imagen, vigilancia epidemiológica, vigilancia radiológica.	<p>En este artículo se menciona sobre reducir el impacto negativo de la exposición a las radiaciones ionizantes en la salud y la calidad de vida de los trabajadores de Hospital de La Vega sobre los riesgos profesionales donde existe el riesgo.</p>
Huanca (2016)	Factores de exposición óptimos de radiación en radiología convencional y digital para obtener imágenes diagnósticas de calidad	<p>Se relata los factores exposición que se aplica al paciente y que están en directa relación con las técnicas utilizadas y por sus características tecnológicas difieren entre la radiología convencional y la Radiología Digital Computarizada (CR). Además, este cambio requiere</p>

Autor	Título	Resumen
López y Maurelos (2020)	Técnicas de radiología simple	establecer parámetros de medición establecidos que permitan una dosificación efectiva.  Se expone como conocer las funciones del TSID respecto a los protocolos de recepción del paciente, preparación, realización y finalización del estudio radiográfico. La identificación de los receptores de imagen y el proceso de formación de la imagen y Comprender los conceptos técnicos básicos de formación de la imagen radiográfica y su geometría.
Gómez (2016)	La Importancia del Control de Calidad en Radiodiagnóstico	El control de calidad en radiodiagnóstico tiene múltiples beneficios, desde la seguridad para el paciente debido al control de dosis (mínima) hasta el ahorro en dinero y en riesgo al contribuir en la disminución de repeticiones, optimizando el flujo de trabajo y haciendo más rentable la radiología digital.

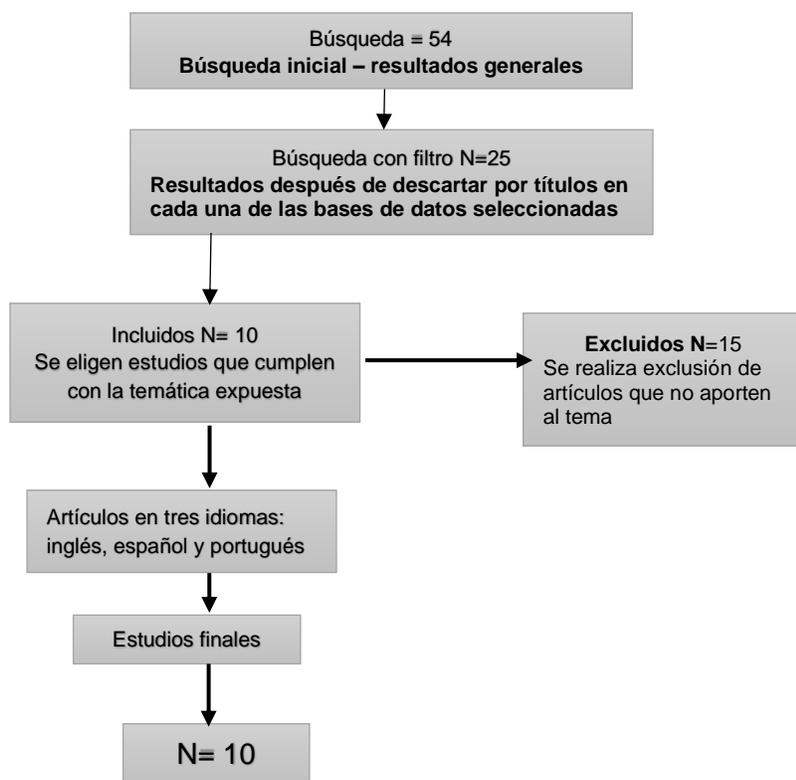
*Nota.* Se describen cada uno de los estudios seleccionados para la estructuración final del protocolo. *Fuente.* Autoría propia

### **Fase 2. Selección de Documentos Finales**

Para identificar los estudios finales se realizó un flujograma (ver figura 2), donde se resume la cantidad de estudios seleccionados, las causas de exclusión y el número de artículos finales con los criterios de inclusión para elaboración del protocolo.

**Figura 2**

*Esquema de depuración de contenidos*



*Nota.* Diagrama de flujo que describe el proceso de búsqueda y selección de la información.

*Fuente.* Autoría propia.

### **Fase 3. Consolidar un documento**

El documento final de “Protocolo para el reemplazo de equipos de radiología análoga por equipos digitales”, se consolidó a través de la lectura y revisión de la información seleccionada, tomando bases fundamentales en la definición de los conceptos básicos, la reglamentación vigente para el manejo de las tecnologías, los procesos educativos del personal y las indicaciones técnicas de los fabricantes o ingenieros biomédicos de los equipos analizados en radiología.

Por otra parte, los conocimientos adquiridos en la formación académica y profesional en la UNAD, han permitido afianzar la información encontrada y organizarla cronológicamente,

para que exista coherencia en los pasos a seguir. Igualmente, dejar claro y con la terminología acorde al área de radiología el proceso necesario para que el personal pueda realizarlo de manera segura y eficiente.

Así mismo, siempre este tipo de documento estará sometido a continuos cambios que ayudaran a perfeccionar el proceso de actualización de nuevas tecnologías en radiología.

## **Conclusiones**

Para el campo de la radiología y para el personal profesional, estos nuevos cambios implican un nuevo reto en el desarrollo de su trabajo que los involucra a una actualización amplia y profunda de los conocimientos previamente adquiridos en su formación reglada y/o en su ámbito laboral tradicional.

Todo proceso de cambio debe ser acompañado por una planeación estratégica del equipo o personal involucrado, esto debe permitir que se realice bajo protocolos institucionales, capacitación oportuna y planes de evaluación y mejoramiento continuo. Todo esto permite una mayor aceptación en el cambio de tecnología y la prevención de daños al equipo o al personal que desmejoren el proceso de atención a los pacientes.

Es necesario actualizar los protocolos, procedimientos y manuales de acuerdo a los aportes literarios y normativos que surjan en el campo de la radiología. Además de documentar cada uno de los procesos para brindar herramientas optimas al personal de radiología que rote por el servicio y requiera conocer cada uno de los pasos a seguir.

## Referencias

Alcaraz, M. (2003). *Equipos radiológicos convencionales*.

[https://webs.um.es/mab/miwiki/lib/exe/fetch.php?media=lectura\\_8.pdf](https://webs.um.es/mab/miwiki/lib/exe/fetch.php?media=lectura_8.pdf)

Buscà, J., Vigil, A., & Medina, R. (2020). Radiología digital en los servicios de radiodiagnóstico.

Parámetros dosimétricos. *Imagen Diagnóstica*, 1(2), 70-72 .

[https://doi.org/10.1016/S2171-3669\(10\)70017-2](https://doi.org/10.1016/S2171-3669(10)70017-2)

Canal MV. (2015). *¿Qué es el estándar DICOM?* <https://mv.com.br/es/blog/-que-es-el-estandar-dicomr>

Cantillo, V. (1998). Reemplazo económico de los equipos. *Ingeniería & Desarrollo*, 3(4), 58-63.

<https://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/2194>

Como, A. (2022). *Imaging In Diagnostic Radiography*. [https://www.studocu.com/en-](https://www.studocu.com/en-au/document/university-of-newcastle-australia/mrs-physics-radiation-protection/phys1250-section-7-imaging-in-diagnostic-radiography/18740217)

[au/document/university-of-newcastle-australia/mrs-physics-radiation-](https://www.studocu.com/en-au/document/university-of-newcastle-australia/mrs-physics-radiation-protection/phys1250-section-7-imaging-in-diagnostic-radiography/18740217)

[protection/phys1250-section-7-imaging-in-diagnostic-radiography/18740217](https://www.studocu.com/en-au/document/university-of-newcastle-australia/mrs-physics-radiation-protection/phys1250-section-7-imaging-in-diagnostic-radiography/18740217)

Congreso de la República de Colombia. (2009, 30 de julio). *Ley 1341 de 2009*. Por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones TIC, se crea la Agencia Nacional de Espectro y se dictan otras disposiciones:

[https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma\\_pdf.php?i=36913](https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=36913)

García, S. (2014). *¿PACS único o departamental?*

<https://informaticasanidad.wordpress.com/2014/07/11/pacs-unico-o-departamental/>

Gómez, M. (2016). *La Importancia del Control de Calidad en Radiodiagnóstico*. *Diagnostico*

Journal: <https://bit.ly/3FPOKjO>

González, D., Álvarez, L., & Fernández, A. (2014). Implementación de estándares DICOM SR y

HL7 CDA para la creación y edición de informes de estudios imagenológicos. *Revista*

*Cubana de Informática Médica*, 6(1), 71-86 .

<http://scielo.sld.cu/pdf/rcim/v6n1/rcim08114.pdf>

- Guevara, I. (2020). *Equipo de radiología convencional*. <https://bit.ly/3YLebM7>
- Hospital de la Vega. (2015). *Protocolo de calidad de imagen, vigilancia epidemiológica, vigilancia radiológica*. ESE Hospital de la Vega: <https://eselavega-cundinamarca.gov.co/wp-content/uploads/2020/05/PROTOCOLOS-DE-CALIDAD-DE-IMAGEN-VIGILANCIA-EPIDEMIOLOGICA-Y-RADIOLOGICA.pdf>
- Hospital San Juan de Lurigancho. (2009). *Plan de mantenimiento preventivo del equipo biomédico*.  
<http://www.hospitalsjl.gob.pe/ArchivosDescarga/Transparencia/PlanMantenimiento.pdf>
- Huanca, D. (2016). Factores de exposición óptimos de radiación en radiología convencional y digital para obtener imágenes diagnósticas de calidad. *Cuadernos Hospital de Clínicas*, 57(2), 57-60. [http://www.scielo.org.bo/pdf/chc/v57n2/v57n2\\_a10.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/chc/v57n2/v57n2_a10.pdf)
- Jiménez, L. (2022). *Exponer los beneficios de la aplicación de radiología digital en el servicio de imagenología*. [Trabajo de grado, Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnósticas] Repositorio UNAD: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/47836>
- López, I., & Maurelos, P. (2020). *Técnicas de radiología simple*. Madrid: Editorial Síntesis, S.A.
- MedlinePlus. (2020). *Imagenología y radiología*. <https://bit.ly/3Vi2Cch>
- Ministerio de Educación de Chile. (2020). *Guía de Reposición de Equipamiento*. Centro de Educación y Tecnología:  
<https://centroderecursos.educarchile.cl/handle/20.500.12246/2605>
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2018, 22 de febrero). *Resolución 482 de 2018*. Por la cual se reglamenta el uso de equipos generadores de radiación ionizante, su control de calidad, la prestación de servicios de protección radiológica y se dictan otras disposiciones:  
[https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion\\_minsaludps\\_0482\\_2018.htm](https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minsaludps_0482_2018.htm)
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2019, 3 de octubre). *Resolución 2654 del 2019*. Por la cual se establecen disposiciones para la Telesalud y parámetros para la práctica de la

telemedicina en el país:

[https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion\\_minsaludps\\_2654\\_2019.htm](https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minsaludps_2654_2019.htm)

Miñano, J. (2013). Fundamentos de radiología digital. En S. Miquélez, *Introducción al Control de Calidad en Radiología Digital* (págs. 19-38). Adi Servicios Editoriales.

<http://proteccionradiologica.cl/wp-content/uploads/2016/08/8-2013-Control-de-calidad-en-Radiologia-Digital.pdf>

Miquélez, S. (2019). *Introducción al Control de Calidad en Radiología Digital*.

<https://bit.ly/3GaXXod>

Morales, J. (2015). *Radiología convencional Digital*. VI Congreso Nacional de Protección radiológica. Universidad Nacional de Colombia:

<https://www.dssa.gov.co/index.php/descargas/1377-radiologia-convencional-a-digital/file>

Mugarra, F., & Chavarría, M. (2010). *La Radiología Digital; Adquisición de imágenes*.

Monográfico: Radiología Digital: [http://www.conganat.org/SEIS/is/is45/IS45\\_33.pdf](http://www.conganat.org/SEIS/is/is45/IS45_33.pdf)

Ordiales, J. (2017). *Optimización de la exposición médica y ocupacional en cardiología intervencionista mediante el uso de sensores de radiaciones ionizantes*. [Tesis doctoral, Universidad de Extremadura] Dialnet:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=148703>

Organismo Internacional de Energía Atómica. (2001). *Acuerdo Regional de Cooperación para La Promoción de la Ciencia y Tecnología Nuclear en Latinoamérica y el Caribe*.

Protocolos de control de calidad en radiodiagnóstico:

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/MET/arc49-protocolo-cc.pdf>

Organismo Internacional de Energía Atómica. (2021). *Protocolos de Control de Calidad para Radiodiagnóstico en América Latina y el Caribe*. IAEA: [https://www-](https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TE-1958web.pdf)

[pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TE-1958web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TE-1958web.pdf)

Promedco. (2019). *Importancia de realizar mantenimiento a sus equipos médicos*.

<https://www.promedco.com/noticias/importancia-mantenimiento-de-equipos-medicos>

Ramírez, J. (2005). Nueva tecnología en radiología e imagen de los Hospitales Ángeles: PACS y RIS. *Acta Médica Grupo Ángeles*, 3(4), 279-286.

<https://www.medigraphic.com/pdfs/actmed/am-2005/am054j.pdf>

Rico, S. (2015). *DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine)*. <https://bit.ly/3jlzSSA>

Roldán, E., Espejo, R., & Hernández, J. (2003). Sistema de Archivo y Comunicación de Imágenes (PACS). *Anales de Radiología México*, 4, 219-224.

<https://www.medigraphic.com/pdfs/anaradmex/arm-2003/arm034e.pdf>

Salgado, A. (2007). Investigación cualitativa: diseños, evaluación del rigor metodológico y retos.

*Liberabit*, 13(13), 71-78. <http://www.scielo.org.pe/pdf/liber/v13n13/a09v13n13.pdf>

Santos, F. (2013). *Dosis y calidad de imagen en Radiología Digital*. Caja Costarricense de

Seguro Social:

[https://na.eventscloud.com/file\\_uploads/4b6643e1cd1616970bb1a7abf766067c\\_Fredys](https://na.eventscloud.com/file_uploads/4b6643e1cd1616970bb1a7abf766067c_Fredys)

SantosGutierrez.pdf

Tomé, C. (2019). *El descubrimiento de los rayos X*. Cultura Científica:

<https://culturacientifica.com/2019/07/16/el-descubrimiento-de-los-rayos-x/>

## Apéndices

### **Apéndice A.** *Protocolo para el reemplazo de equipos de radiología análoga por equipos digitales*

#### **Objetivo General**

Ampliar la vida útil y mantener en óptimo estado de funcionamiento los equipos biomédicos del Hospital ESE La Vega.

#### **Objetivos Específicos**

Evitar las paradas imprevistas no programadas de los servicios asistenciales de la institución y causar molestias en nuestros clientes potenciales, desmedro en los ingresos económicos de la institución y problemas derivados por equipos paralizados.

Mantener un alto índice de operatividad de los equipos.

Reducir los costos de energía por pérdidas innecesarias en los sistemas. Fomentar y concientizar la cultura del Mantenimiento Preventivo el cual permitirá realizar grandes ahorros a la institución, el cual podría ser usado en implementar de herramientas las áreas de nuestro servicio.

Disminuir costos, aumentar eficiencia y eficacia en el soporte tecnológico de los equipos biomédicos y afines. Realizar y mantener el inventario actualizado de los equipos biomédicos, información que contribuirá en la toma de decisiones.

Elaboración de fichas técnicas y registros históricos donde se registrarán información relevante del estado situacional, ubicación, repuestos de alta rotación, número de intervenciones, tiempo de antigüedad, marca, modelo, serie, código patrimonial de la totalidad de los equipos biomédicos, eléctricos... Clasificación del equipo médico según tipo de riesgo. (clase I, clase IIa, clase IIb, clase III)

#### **Marco Conceptual**

**Mantenimiento predictivo:** Mantenimiento basado fundamentalmente en detectar la posibilidad de falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicios al servicio,

ni detención de la producción, etc. Estos controles pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua, en función de tipos de equipo, sistema productivo, etc. Para ello, se usan para ello instrumentos de diagnóstico, aparatos y pruebas no destructivas, como análisis de lubricantes, comprobaciones de temperatura de equipos eléctricos, entre otros (Promedco, 2019).

**Mantenimiento preventivo:** El mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos se debe considerar un proceso, el cual tiene como objetivo principal mantener en buen estado de funcionamiento los equipos o instrumentos, se define también como el conjunto de acciones técnicas administrativas que se realizan para el cuidado e inspección sistemático de un equipo o instrumento con el propósito de mantenerlo en buen estado de funcionamiento, evitar y detectar fallas (Hospital San Juan de Lurigancho, 2009, p. 6).

### **Líneas de Acción**

Ejecución del mantenimiento y gestión del equipamiento de radiología digital.

Actualización del inventario físico funcional del equipamiento digital.

Elaboración de programa de capacitación al personal asistencial.

### **Políticas de Trabajo Entorno a las Nuevas Tecnologías**

Entre las principales políticas laborales que se aplicarán entre el personal del Área de radiología, biomédicos y servicios generales y mantenimiento están:

Participación total del personal, propiciando y permitiendo que el personal emita libremente su opinión, comunique sus quejas o reclamos, efectúe las críticas que considere conveniente y canalice sus aportes o sugerencias para la mejora de la gestión del área.

Propiciar los cambios y adaptarse a ellos, para realizar la competitividad permanente.

Realización de una permanente retroalimentación de información

### **Estrategias para el Equipamiento**

Mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo

Adiestramiento del personal propio en la ejecución de actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de los diferentes equipos del hospital

Capacitación del personal en las diferentes áreas.

### **Sistema Formador de Imágenes con Rayos X**

Elementos básicos de una unidad de rayos X

Tubo de rayos X: dispositivo que produce el haz de rayos X.

Generador: circuito de potencia que suministra el potencial requerido al tubo de rayos X

Receptor de imagen

### **Ventajas de la Radiografía Digital**

Incluye un mayor número de pacientes atendidos, el aumento de la eficiencia de la dosis, y el mayor rango dinámico de los detectores digitales con posible reducción de la exposición a la radiación para el paciente.

### **Metodología**

La imagen digital comprende cuatro pasos distintos:

La generación,

El post procesamiento,

El archivo,

La presentación de la imagen.

El detector digital está expuesto a los rayos X generados por un tubo estándar. En última instancia, la energía absorbida por el detector debe ser transformado en cargas eléctricas, las cuales se registran, se digitalizan, y se cuantifica en una escala de grises que representa la imagen digital resultante.

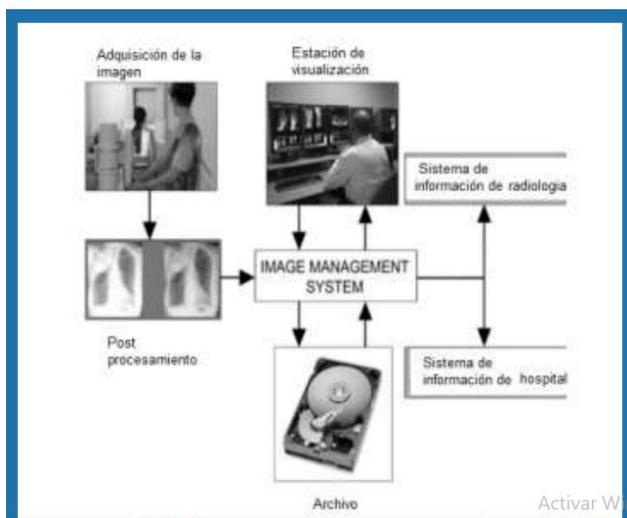
### **Pruebas de Aceptación**

Elaborar el esquema (croquis) de la sala de rayos x y sus áreas adyacentes (a escala, sí posible); Representar en el croquis el generador, tubo de rayos X, mesa del paciente, biombo, consola de comando, puertas y ventanas. Identificar estos ítems con números y

referirlos en la leyenda; Anotar el tipo de las áreas adyacentes (Ej.: cuarto oscuro, sala de espera, corredor, sala de lectura, estacionamiento, recepción, baños, etc.); Identificar con letras mayúsculas en el croquis los puntos de interés situados dentro y fuera de la sala donde individuos del público y/o miembros del equipo del servicio puedan estar expuestos a radiación. (Organismo Internacional de Energía Atómica, 2001, p. 8)

## Figura 1

### *Funcionamiento del almacenamiento digital*



*Nota.* Funcionamiento del almacenamiento digital. Tomado de PHYS1250 Detectors in Diagnostic Radiography Lecture 2, *Fuente.* Como (2022).

“Después de la generación de la imagen final, las imágenes se envían a un archivo de almacenamiento digital. La cabecera del archivo de digital contiene información del paciente que está vinculado a cada imagen” (Morales, 2015, p. 23).

## **Pruebas de Control de Calidad**

Los técnicos radiólogos se deben adaptar a la llegada de la radiografía digital, afinando la selección de técnicas de exposición y prestar más atención a la protección radiológica.

Los técnicos radiólogos que realizan exámenes de radiografía digital deben reconocer su responsabilidad en la comprensión de cómo optimizar imágenes digitales y reducir al mínimo la dosis de radiación a los pacientes.

Los técnicos radiólogos deben adherirse a la máxima "tan bajo como sea razonablemente posible" (ALARA), manteniendo la dosis de radiación tan bajo como sea razonablemente alcanzable cuando se realiza radiografía digital (Ordiales, 2017).

Las técnicas de exposición que técnicos radiólogos pueden utilizar para asegurarse de que las imágenes digitales son de calidad óptima y mínima dosis de radiación al paciente difieren de las utilizados para la imagen con detectores de pantalla - película.

La mejor práctica es seleccionar los factores técnicos de exposición apropiados para el tamaño y el estado del paciente, en base a un sistema de exposición planificada diseñados en colaboración con radiólogos, para determinar la calidad de imagen adecuada para el diagnóstico.

Una buena práctica en la radiografía digital es la inclusión de información con respecto a la exposición al receptor de imagen en los datos de imagen suministrados durante el proceso de archivo de imagen.

### **Pruebas Calidad de Imagen**

Revise cuidadosamente el examen ordenado para evitar posibles duplicaciones y garantizar la idoneidad en relación con la historia del paciente. Si existe la posibilidad de que el examen podría ser inadecuado, el técnico radiólogo entonces debe consultar con el radiólogo o médico remitente para garantizar el examen adecuado está siendo obtenido. (Morales, 2015, p. 79)

### **Preguntar a las Pacientes sobre la Posibilidad de estar Embarazadas**

Utilice control automático de exposición (CAE) que haya sido calibrado para receptor de imagen y así proporcionar una exposición consistente para el receptor de imagen.

Buenas Prácticas en radiografía digital Tecnología CAE actualmente instalados

generalmente no es apropiado para los niños porque el tamaño del sensor, la geometría y el software están normalmente diseñados o configurados para adultos. El CAE debe tener requerimientos técnicos específicos para pediatría. (Morales, 2015, p. 82)

“Utilice tablas de la técnica de exposición que son continuamente mejoradas y aplicables a una amplia gama de edades y tamaños de pacientes” (Morales, 2015, p. 83).

“Colimar el haz de rayos x a la zona anatómica adecuada para el procedimiento” (Morales, 2015, p. 84).

“Utilice dispositivos de inmovilización cuando sea necesario para evitar las exposiciones repetidas al paciente” (Morales, 2015, p. 87).

“Tome las medidas adecuadas para seguir principio ALARA, de protección contra las radiaciones ionizantes: la colocación apropiada, la colimación, inmovilización y técnicas de exposición apropiadas para tamaño en radiografía digital pediátrica” (Morales, 2015, p. 88).

Familiarizarse con el indicador de exposición estandarizado para la radiografía digital en medida que esté disponible en el equipo nuevo Usar el IE y la desviación de índice DI de para determinar si la exposición adecuada ha alcanzado el receptor de imagen. Evaluar valores de la IE, junto con la calidad de imagen para determinar si la imagen digital cumple con las normas establecidas en la instalación. (Morales, 2015, p. 89)

“Registrar electrónicamente las técnicas de exposición, los datos del IE y la dosis con la imagen radiográfica para permitir la evaluación y el perfeccionamiento de las prácticas de selección de la técnica” (Morales, 2015, p. 91).

“Implementar un programa de aseguramiento de calidad que involucra aspectos de control de calidad y la mejora continua de la calidad, incluido el análisis de repetición que son específicos para el sistema de imagen digital” (Morales, 2015, p. 92).

“Desarrollar un equipo de colaboración y de apoyo de trabajo en la que los miembros del equipo aprenden unos de otros y la práctica radiografía segura y ética” (Morales, 2015, p. 93).