

**Análisis documental sobre el Internet de las cosas (IoT) y los sistemas interconectados
para mejorar la seguridad del paciente, a través de la monitorización continua y la
automatización de alertas en tiempo real**

Andrés Camilo Díaz Cervera

Iván Darío Cordero Lizcano

Sergio Aza Torres

Yolanda Carreño Laitón

Zaida Yulieth Uribe Vargas

Asesor

Edna Rocío Jamaica Guío

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias de la Salud ECISA

Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnósticas

2026

Dedicatoria

Dedicamos este logro a nuestras familias, cuyo apoyo incondicional nos impulsó en cada etapa del camino.

Agradecemos también a nuestros docentes y compañeros, quienes con su dedicación, colaboración y compromiso hicieron posible un proceso de formación enriquecedor.

Este diplomado representa el esfuerzo conjunto de un grupo que aprendió, creció y avanzó unido.

Agradecimientos

A Dios, por guiarnos, darnos fortaleza en los momentos de mayor reto y permitirnos culminar este diplomado con sabiduría, claridad y determinación.

A nuestras familias, por su amor, paciencia y apoyo incondicional durante este proceso. Gracias por comprender nuestras ausencias, motivarnos en los días difíciles y celebrar con nosotros cada avance.

A la UNAD, por brindarnos un espacio académico de calidad, flexible y enriquecedor, que nos permitió fortalecer nuestras competencias profesionales y personales.

A nuestros tutores, por su orientación, compromiso y acompañamiento constante, su guía fue fundamental para nuestro aprendizaje y para la culminación exitosa de cada fase del diplomado.

Y finalmente, a nosotros mismos, Andrés Camilo Díaz Cervera, Iván Darío Cordero Lizcano, Sergio Aza Torres, Yolanda Carreño Laitón y Zaida Yulieth Uribe Vargas como grupo y como individuos, por la constancia, la disciplina y el trabajo en equipo. Porque cada esfuerzo y cada aporte nos permitió avanzar juntos hasta alcanzar este logro.

Resumen

El Internet de las Cosas (IoT) ha transformado los servicios de salud mediante la monitorización continua y la automatización del registro de parámetros clínicos, entre ellos la dosis radiológica administrada en procedimientos diagnósticos. En radiología, los dispositivos IoT permiten obtener datos en tiempo real que favorecen la seguridad del paciente y la toma de decisiones clínicas. No obstante, la calidad, precisión y trazabilidad de estos registros dependen de una arquitectura tecnológica robusta y de un adecuado nivel de interoperabilidad entre sistemas hospitalarios como PACS, RIS y plataformas institucionales. Esta investigación, de enfoque descriptivo y documental, analiza el impacto de las deficiencias en la infraestructura tecnológica, la falta de estandarización y las limitaciones de conectividad sobre la exactitud y confiabilidad de los datos de dosis radiológica generados por dispositivos IoT. La revisión literaria incluyó estudios y reportes técnicos publicados entre 2010 y 2026 sobre IoT, interoperabilidad, arquitectura tecnológica, seguridad del paciente y transmisión de datos. Los hallazgos evidencian que la heterogeneidad de sistemas, las fallas de conectividad, la interoperabilidad incompleta y la ausencia de protocolos estandarizados comprometen la integridad de los datos, generan inconsistencias en los registros y afectan la continuidad del monitoreo radiológico. Se concluye que fortalecer la arquitectura tecnológica, garantizar la interoperabilidad y mejorar los procesos de estandarización son requisitos fundamentales para asegurar un uso confiable del IoT en la monitorización de dosis radiológica y para optimizar la protección radiológica del paciente.

Palabras Clave: IoT, interoperabilidad, dosis radiológica, seguridad del paciente, arquitectura tecnológica, monitorización radiológica.

Abstract

The Internet of Things (IoT) has transformed healthcare services through continuous monitoring and automated recording of clinical parameters, including the radiological dose administered during diagnostic procedures. In radiology, IoT devices enable real-time data acquisition that enhances patient safety and supports clinical decision-making. However, the quality, accuracy, and traceability of these records depend on a robust technological architecture and an adequate level of interoperability among hospital systems such as PACS, RIS, and institutional platforms. This descriptive and documentary research analyzes the impact of deficiencies in technological infrastructure, lack of standardization, and connectivity limitations on the accuracy and reliability of radiological dose data generated by IoT devices. The literature review included scientific studies and technical reports published between 2010 and 2026 addressing IoT, interoperability, technological architecture, patient safety, and data transmission. The findings show that system heterogeneity, connectivity failures, incomplete interoperability, and the absence of standardized protocols compromise data integrity, generate inconsistencies in records, and affect the continuity of radiological monitoring. The study concludes that strengthening technological architecture, ensuring interoperability, and improving standardization processes are essential requirements for ensuring reliable use of IoT in radiological dose monitoring and for optimizing patient radiation protection.

Keywords: IoT, interoperability, radiation dose, patient safety, technological architecture, radiological monitoring.

Tabla de Contenido

Introducción.....	10
Planteamiento del Problema.....	13
Justificación.....	18
Objetivos.....	23
Objetivo General.....	23
Objetivos Específicos.....	23
Marco Teórico.....	24
Internet de las Cosas (IoT) en el Entorno Hospitalario.....	24
<i>Internet de las Cosas (IoT) y Seguridad del Paciente.....</i>	<i>26</i>
<i>Internet de las Cosas (IoT) y la Radiología.....</i>	<i>26</i>
<i>IoT y Monitorización de Radiación en Radiología.....</i>	<i>28</i>
Monitorización Continua y Alertas Automatizadas.....	29
Interoperabilidad y Calidad de los Datos en Sistemas Interconectados.....	30
<i>Arquitectura Tecnológica e Interoperabilidad en Sistemas IoT.....</i>	<i>31</i>
<i>Tecnología y Desafíos de Interoperabilidad.....</i>	<i>31</i>
Vulnerabilidades en Redes IoT Hospitalarias.....	32
Seguridad y Continuidad de Datos.....	33
Seguridad del Paciente en Radiología.....	33
<i>Beneficios.....</i>	<i>35</i>
<i>Retos.....</i>	<i>35</i>
Metodología.....	38

Tipo y Enfoque del Estudio	38
Población, Muestra y Criterios de Selección.....	38
<i>Criterios de Inclusión</i>	39
<i>Criterios de Exclusión</i>	39
Fases de la Investigación	39
Análisis de Resultados.....	41
Conclusiones.....	53
Referencias Bibliográficas.....	55

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Fases Metodológicas</i>	39
Tabla 2 <i>Impacto de las Fallas Tecnológicas</i>	42
Tabla 3 <i>Parámetros Tecnológicos y su Impacto en Datos de Dosis</i>	44
Tabla 4 <i>Evaluación de Factores Tecnológicos en Sistemas IoT vs Objetivos Específicos</i> ..	46
Tabla 5 <i>Criterios para la Validación de Datos Dosimétricos Generados por IoT</i>	48
Tabla 6 <i>Recomendaciones para Fortalecer el IoT Hospitalario</i>	50

Lista de Figuras

Figura 1 *Árbol del Problema*.....13

Introducción

El Internet de las Cosas (IoT) ha cambiado la radiología al permitir la monitorización continua, la automatización de alertas y la generación de datos de dosis radiológica en tiempo real. Estas capacidades han mejorado la eficiencia operativa y la toma de decisiones clínicas, especialmente en escenarios donde la precisión dosimétrica es crítica para la seguridad del paciente. Autores como Ahmad et al. (2021) y Kelly (2020) destacan que, aunque el IoT mejora la vigilancia y automatización de procesos clínicos, la fragmentación tecnológica y la falta de estandarización entre sistemas hospitalarios pueden comprometer la calidad de los datos generados, sobre todo donde intervienen sistemas como PACS, RIS y DICOM, y las fallas de integración pueden afectar la exactitud, trazabilidad y confiabilidad de la información dosimétrica.

Sin embargo, su implementación en entornos hospitalarios está limitado por deficiencias en la arquitectura hospitalaria y escasa interoperabilidad entre dispositivos, redes y sistemas clínicos como PACS, RIS y DICOM. Estas limitaciones pueden comprometer la exactitud, trazabilidad y confiabilidad de los datos dosimétricos, poniendo en riesgo la seguridad del paciente y la eficiencia operativa del servicio radiológico. Los dispositivos IoT permiten la monitorización continua, automatización de alertas y registro detallado de parámetros dosimétricos en tiempo real para garantizar una atención segura y basada en evidencia. Cuando existen deficiencias en infraestructura, incompatibilidad entre plataformas o fallas en la integración con sistemas PACS, RIS y DICOM, el flujo de datos puede generar inconsistencias, retrasos o pérdidas de información (Lu et al. 2021). Según Kelly (2020) destaca que estas fallas pueden comprometer la calidad de los datos clínicos, poniendo en riesgo la seguridad del paciente, especialmente cuando se requieren

mediciones precisas para prevenir sobreexposiciones o evaluar adecuadamente un procedimiento diagnóstico.

La literatura coincide en que la adopción de IoT en salud depende de una infraestructura tecnológica robusta, protocolos de comunicación seguros y niveles adecuados de estandarización (Ahmad et al. 2021). Cuando estos elementos no están garantizados, surgen fallas en la captura, transmisión y almacenamiento de los datos, lo que afecta la toma de decisiones clínicas y los procesos de protección radiológica. En radiología, donde la dosis es un indicador crítico de seguridad, cualquier inconsistencia o pérdida de información puede traducirse en riesgos para el paciente, mala praxis, duplicación de estudios o retrasos diagnósticos. Además, el uso en el entorno sanitario ha innovado la forma en que se capturan, procesan y utilizan los datos clínicos, particularmente en las salas de radiología donde la precisión de la información dosimétrica es crítica para la seguridad del paciente. La integración de dispositivos inteligentes permite la monitorización continua y la generación de alertas en tiempo real, optimizando la toma de decisiones clínicas y reduciendo riesgos de exposición radiológica.

Aunque la integración de IoT ha cambiado la forma de monitorear los pacientes y en que se capturan, procesan y utilizan los datos clínicos, este avance implica también retos relacionados con la interoperabilidad, la estabilidad de la arquitectura tecnológica y la estandarización de los formatos de transmisión. En este contexto, se vuelve necesario analizar las limitaciones estructurales que afectan el rendimiento del IoT en radiología y su impacto en la exactitud y confiabilidad de los datos de dosis.

Esta investigación analiza cómo las limitaciones en la arquitectura tecnológica y la interoperabilidad impactan directamente la seguridad del paciente, considerando que decisiones clínicas críticas dependen de la integridad de estos datos. A través de una

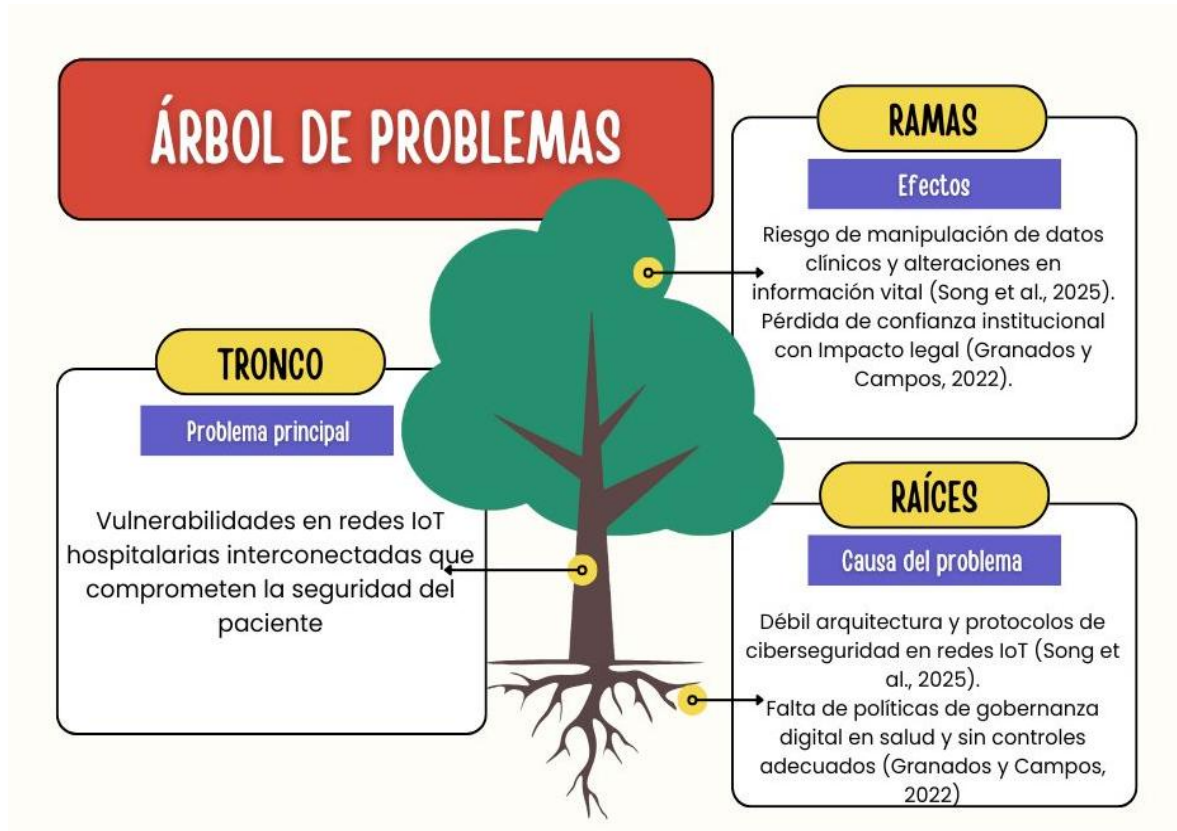
revisión literaria, se busca identificar las principales brechas tecnológicas y proponer lineamientos que permitan optimizar el uso del IoT en entornos hospitalarios.

Además, se analizan las deficiencias en la arquitectura tecnológica hospitalaria y la limitada interoperabilidad y su impacto en la calidad radiológica de los dispositivos IoT, los riesgos asociados a fallos de conectividad, errores de transmisión, incompatibilidades de formato y ausencia de protocolos unificados, con el fin de aportar recomendaciones que fortalezcan la seguridad del paciente en entornos clínicos digitalizados, con el fin de aportar recomendaciones que fortalezcan la calidad radiológica, la protección del paciente y la confiabilidad del ecosistema digital en radiología.

Planteamiento del Problema

Figura 1

Árbol del Problema



Nota. Autoría propia

El internet de las cosas IoT ha cambiado el ámbito de la salud mediante la interconexión de dispositivos médicos que permiten la monitorización continua del paciente y la automatización de alertas en tiempo real, mejorando la toma de decisiones clínicas.

Según Amador et al. (2018) la implementación de sistemas IoT en dispositivos médicos permite el rastreo de fallos y optimiza la gestión tecnológica hospitalaria. Asimismo, Quiroz et al. (2021) demuestran que los sistemas IoT usado en el monitoreo de variables como la presión arterial fortalecen el control clínico y la prevención de complicaciones.

No obstante, en muchos centros de salud persiste una gran brecha en infraestructura tecnológica, interoperabilidad y confiabilidad técnica. La ausencia de redes robustas, protocolos estandarizados y compatibilidad entre dispositivos IoT y los sistemas de información hospitalarios obstaculiza que los datos captados se transmitan en tiempo real, causando inconsistencias en los registros de dosis radiológica, retrasos en la disponibilidad de información y decisiones clínicas basadas en datos incompletos o imprecisos.

A esta problemática se suman nuevas vulnerabilidades en ciberseguridad derivadas de la interconexión de dispositivos médicos a redes hospitalarias, pues una arquitectura tecnológica débil y la falta de protocolos de seguridad informática pueden comprometer la integridad, confidencialidad y disponibilidad de la información clínica (Amador et al. 2018). Asimismo, la falta de políticas claras de gobernanza digital en salud y de controles adecuados en las redes IoT hospitalarias aumenta el riesgo de manipulación de datos clínicos, alteraciones en información vital en tiempo real y posibles fallos en dispositivos críticos, afectando la seguridad del paciente y la confiabilidad del sistema.

Los avances tecnológicos en la monitorización en tiempo real en el sector salud, con el internet de las cosas IoT, facilita la captura, transmisión y análisis de datos clínicos de manera automatizada. Quiroga et al. (2019) evidencian que los sistemas IoT pueden integrarse en entornos hospitalarios para supervisar variables críticas como temperatura y humedad en tiempo real, mejorando el control y la trazabilidad de procesos sensibles.

En radiología, en el control de dosis es un componente esencial para la seguridad del paciente, Ahmed et al. (2022) destacan que el Internet de las Cosas Médicas (IoMT) fortalece la monitorización continua de pacientes, permitiendo una gestión más precisa de información clínica y favoreciendo la toma de decisiones oportunas.

Sin embargo, a pesar de los avances, persisten limitaciones en la arquitectura tecnológica hospitalaria y en la interoperabilidad entre dispositivos y sistemas de información, con registros incompletos, falta de seguimiento acumulativo de exposición y subutilización de la tecnología IoT. Por tanto, resulta necesario analizar cómo la brecha en interoperabilidad y arquitectura tecnológica impacta la calidad y confiabilidad de los datos radiológicos captados mediante dispositivos IoT.

Cuando los sistemas no están bien integrados, se pueden presentar inconsistencias en los datos, pérdida de información, retrasos en la actualización de registros y dificultades en la trazabilidad. Estas fallas conllevan a diagnósticos imprecisos y generan una subutilización de la tecnología disponible, desaprovechando las capacidades de automatización y monitoreo continuo que ofrece el IoT. En consecuencia, la brecha de interoperabilidad y confiabilidad técnica se convierte en un obstáculo crítico para la consolidación de sistemas inteligentes de gestión de dosis en radiología.

La integración del Internet de las Cosas Médicas (IoMT) en el sector salud ha fortalecido la monitorización continua de variables clínicas y optimizado la toma de decisiones mediante la transmisión de datos en tiempo real. Ahmed et al. (2022) evidencian que la interconexión de dispositivos médicos facilita el seguimiento constante de pacientes y mejora la gestión de la información clínica, siempre que exista una infraestructura tecnológica adecuada que garantice estabilidad y precisión en la transmisión de datos.

Sin embargo, en muchos centros hospitalarios sigue habiendo debilidades estructurales en la arquitectura tecnológica y en los mecanismos de integración entre sistemas. La ausencia de interoperabilidad efectiva entre sensores, dispositivos IoT y plataformas hospitalarias produce fallas en la comunicación de datos, afectando su integridad y continuidad. Molina (2006) advierte que una mala gestión de riesgos y

seguridad en entornos IoT puede comprometer la confiabilidad de la información y exponer los sistemas a vulnerabilidades técnicas.

En radiología, donde el registro y control de la dosis es esencial para la seguridad del paciente, estas deficiencias son datos incompletos, inconsistentes o no sincronizados en tiempo real. La falta de infraestructura robusta limita la trazabilidad de la información y conduce a decisiones clínicas basadas en registros imprecisos.

De esta manera, la brecha de interoperabilidad y confiabilidad técnica no solo reduce el aprovechamiento de la tecnología IoT, sino que también es un riesgo potencial para la calidad del diagnóstico y la protección radiológica.

Cuando la infraestructura hospitalaria no es robusta, cuando existen redes inestables, sensores sin mantenimiento, sistemas desactualizados o plataformas aisladas, la trazabilidad de la información se ve severamente limitada, lo que conduce a decisiones clínicas basadas en registros imprecisos y potencialmente riesgosos.

En este sentido, la brecha de interoperabilidad y confiabilidad técnica no solo limita el aprovechamiento del potencial del IoT en radiología, sino que también constituye un riesgo directo para la calidad del diagnóstico, la precisión de la información dosimétrica y la protección radiológica del paciente.

De acuerdo con Ahmad et al. (2021), la incorporación del Internet de las Cosas (IoT) en el monitoreo de radiación ionizante es avance significativo para la gestión de la dosis radiológica en entornos clínicos y que las tecnologías de monitoreo de radiación se encuentran en una etapa de convergencia con el IoT, lo que permite la captura y transmisión automatizada de datos en tiempo real, mejorando la supervisión y el control de la exposición. También, que los desarrollos recientes en imágenes de baja dosis basados en IA indican que la optimización tecnológica puede reducir riesgos y fortalecer la precisión

diagnóstica (Clement et al. 2025). Estas innovaciones demuestran que la integración tecnológica es posible y que, cuando es correctamente implementada, aporta beneficios sustanciales al proceso de diagnóstico radiológico y a la seguridad del paciente.

Pero, a pesar de estos avances, en muchos centros de salud persiste una brecha en la infraestructura tecnológica que limita la interoperabilidad entre sensores, dispositivos médicos y sistemas de información hospitalarios como PACS, RIS o DICOM. La ausencia de arquitecturas robustas, protocolos estandarizados y plataformas integradas impide que los datos de dosis radiológica se transmitan de manera fidedigna, continua y en tiempo real. Esta limitación afecta la exactitud, trazabilidad y confiabilidad de la información registrada, lo que deriva en inconsistencias en el control acumulativo de la dosis, retrasos en la disponibilidad de datos y decisiones clínicas basadas en información incompleta.

En consecuencia, aunque la tecnología IoT y los sistemas inteligentes ofrecen herramientas para mejorar la seguridad radiológica, su potencial se ve limitado por deficiencias estructurales por la subutilización de las capacidades disponibles y comprometen la calidad del proceso diagnóstico y aumenta la vulnerabilidad del paciente frente a sobreexposiciones o fallos en la supervisión. Esto compromete la calidad del proceso diagnóstico y limita la adopción plena de prácticas innovadoras que podrían mejorar la vigilancia dosimétrica y la precisión de los estudios radiológicos.

Con este análisis se plantea la pregunta de investigación: ¿En qué medida las deficiencias en la arquitectura tecnológica y la limitada interoperabilidad de los sistemas hospitalarios impactan la exactitud, trazabilidad y confiabilidad de los datos de dosis radiológica generados por dispositivos IoT?

Justificación

En radiología es crucial tener una información real de las dosis de radiación para garantizar la seguridad del paciente y el cumplimiento de estándares de protección radiológica. Quiroga et al. (2019) señala que el IoT permite la monitorización en tiempo real y el control eficiente de variables críticas en entornos hospitalarios, así como el seguimiento continuo de pacientes mediante dispositivos médicos interconectados (Ahmed et al. 2022), estos beneficios dependen de una infraestructura tecnológica sólida y de sistemas interoperables.

La incorporación del IoT en el sector salud ha permitido avances significativos en la monitorización continua y en la automatización de alertas clínicas, mejorando la eficiencia operativa y la calidad de la atención médica (Amador et al. 2018). No obstante, estos beneficios tecnológicos deben ir acompañados de una infraestructura segura que garantice la protección de los datos clínicos y la integridad de los dispositivos médicos conectados. La confiabilidad de los datos de dosis radiológica es un elemento crítico para la seguridad del paciente y el cumplimiento de estándares de protección radiológica. Si los sistemas IoT no cuentan con una infraestructura sólida y con mecanismos de interoperabilidad adecuados, la información transmitida puede verse afectada en términos de precisión, integridad y disponibilidad.

La transformación digital en salud necesita el uso de dispositivos IoT y una infraestructura tecnológica sólida que garantice la interoperabilidad y la confiabilidad de los datos. Granados y Campos (2022) destacan que el IoT puede promover la eficiencia de los procesos médicos; sin embargo, su efectividad depende de la apropiada integración con los sistemas institucionales. Asimismo, Song et al. (2025) señalan que la seguridad y

estabilidad de redes IoT están relacionadas con la solidez de la arquitectura tecnológica y los mecanismos de supervisión implementados.

El control preciso de la dosis radiológica requiere sistemas capaces de registrar y transmitir información de manera continua, exacta y segura. El IoMT puede mejorar significativamente la monitorización clínica y la gestión de datos en salud (Ahmed et al. 2022); sin embargo, su desempeño depende de una infraestructura tecnológica sólida y de procesos adecuados de gestión de riesgos.

Molina (2006) destaca que la seguridad y confiabilidad en entornos IoT están relacionadas con la calidad de la arquitectura tecnológica y los protocolos implementados. Cuando estos elementos son insuficientes, se aumenta la probabilidad de inconsistencias en los datos y fallas en la trazabilidad, afectando la toma de decisiones clínicas.

Estas debilidades no solo comprometen la integridad de los parámetros dosimétricos, sino que también afectan la toma de decisiones clínicas, dado que un tecnólogo o radiólogo podría basarse en valores incompletos o imprecisos al ajustar protocolos de exposición. En este sentido, Clement et al. (2025) evidencian que la optimización inteligente de dosis con algoritmos de IA ofrece una mejora notable en la calidad diagnóstica con menor exposición; sin embargo, este beneficio solo es alcanzable cuando los datos provenientes de sensores IoT se entregan en condiciones de confiabilidad, precisión y oportunidad. Esto reafirma que la innovación tecnológica, por sí sola, no es suficiente sin una infraestructura interoperable y consistente.

De manera complementaria, Souza et al. (2020) señala que la integración adecuada entre IoT e inteligencia artificial facilita el desarrollo de sistemas capaces de realizar análisis avanzados de imágenes médicas, identificar patrones radiológicos y mantener un registro continuo y verificable de las dosis administradas a cada paciente. Esta combinación

tecnológica fortalece los procesos de seguridad clínica, ya que permite un seguimiento más preciso, automatizado y basado en evidencia.

Los entornos hospitalarios se han transformado con el uso del Internet de las Cosas (IoT) al poner en práctica el uso de la monitorización continua, automatización de procesos y transmisión de datos en tiempo real. En el ámbito de la salud, su implementación es clave para mejorar la eficiencia operativa y la calidad de los servicios médicos (Granados y Campos, 2022). Asimismo, el desarrollo de tecnologías IoT ha demostrado que, si la arquitectura es robusta y los sistemas interconectados funcionan adecuadamente, se fortalece la seguridad, confiabilidad y supervisión de redes complejas (Song et al. 2025).

Sin embargo, en muchos centros de salud persiste una brecha significativa en infraestructura tecnológica e interoperabilidad. La falta de redes estables, protocolos estandarizados y compatibilidad entre dispositivos médicos y sistemas de información hospitalarios limita la transmisión fidedigna y en tiempo real de los datos generados por sensores IoT. En radiología, es relevante, puesto que el registro preciso de las dosis radiológicas es esencial para la seguridad del paciente y el control acumulativo de la exposición.

Por esta razón, esta investigación es oportuna, ya que permitirá analizar cómo las limitaciones en interoperabilidad y arquitectura tecnológica afectan la calidad de los datos de dosis radiológica, también aportará fundamentos teóricos para fortalecer la integración técnica de los sistemas IoT en radiología, promoviendo un uso más seguro, eficiente y confiable de la información clínica y contribuyendo a la mejora de la seguridad del paciente.

En radiología, la exactitud en el registro y seguimiento de la dosis de radiación es un factor concluyente para garantizar la seguridad del paciente y dar cumplimiento a los

estándares de protección radiológica. Cuando la infraestructura tecnológica es insuficiente o los sistemas carecen de interoperabilidad, los datos generados por dispositivos IoT pueden presentar fallas en su precisión, seguimiento y consistencia, lo que afecta la calidad de la información e influye de forma negativa a la hora de tomar decisiones clínicas (Song et al. 2025).

El monitoreo de la dosis radiológica es fundamental para la seguridad del paciente y de la optimización de la práctica diagnóstica. Ahmad et al. (2021) enfatizan que la integración de tecnologías IoT en la medición de radiación mejora el seguimiento continuo y la gestión de datos; no obstante, su eficacia depende de la solidez de la infraestructura tecnológica y de la interoperabilidad entre sistemas.

Igualmente, los avances en imágenes de baja dosis apoyados por la IA demuestran que la reducción del riesgo radiológico necesita de sistemas de información confiables e integrados (Clement et al. 2025). Si los datos de dosis no son exactos o no se transmiten adecuadamente, se limita la capacidad de implementar estrategias de optimización y control.

En conjunto, los autores coinciden en que la seguridad del paciente en radiología depende no solo de la cantidad de dispositivos IoT implementados, sino de la calidad técnica, interoperabilidad y confiabilidad del flujo de datos dentro de estos sistemas.

La presente investigación es relevante porque permite analizar cómo la brecha en interoperabilidad y confiabilidad técnica afecta la calidad de los datos radiológicos generados por dispositivos IoT. Además, aportará fundamentos teóricos para fortalecer la integración tecnológica en radiología, promoviendo el uso más eficiente, seguro y coherente con los principios de protección radiológica y transformación digital en salud, además identificar la brecha tecnológica permitirá identificar las principales limitaciones

técnicas que obstaculizan la transmisión eficaz de datos y fortalecer la arquitectura digital del ámbito de la salud (Quiroz et al. 2021). Además, el fortalecimiento de protocolos de ciberseguridad y gobernanza digital contribuye a proteger la privacidad del paciente, mejorando la trazabilidad de las dosis radiológicas y las decisiones clínicas.

Estudiar y analizar las limitaciones actuales en arquitectura tecnológica, interoperabilidad e interconexión permitirá identificar los factores que afectan la integridad y trazabilidad de los datos de dosis radiológica. Asimismo, ayudará a plantear lineamientos que fortalezcan la integración entre dispositivos IoT y sistemas hospitalarios, mejorando la gestión de información y reduciendo los riesgos asociados a datos imprecisos o incompletos.

Por ende, la presente investigación aportará evidencia técnica para optimizar la transformación digital en radiología, causando una implementación más segura, eficaz y confiable de tecnologías IoT en los centros de salud y un análisis crítico para la transformación digital en salud, con el uso efectivo de tecnologías IoT, con lineamientos para mejorar la seguridad digital, orientada a la protección del paciente y a la sostenibilidad tecnológica del sistema de salud.

Objetivos

Objetivo General

Analizar mediante una revisión documental, cómo las deficiencias en la arquitectura tecnológica y la limitada interoperabilidad de los sistemas hospitalarios impactan en la exactitud, trazabilidad y confiabilidad de los datos de dosis radiológica generados por dispositivos IoT.

Objetivos Específicos

Identificar, a partir de la evidencia científica, las características técnicas y los componentes de la arquitectura tecnológica hospitalaria que influyen en el funcionamiento y la generación de datos de los dispositivos IoT utilizados en radiología.

Evaluar el nivel de integración, compatibilidad e interoperabilidad reportado en la literatura, entre los dispositivos IoT y los sistemas PACS, RIS y DICOM, y su impacto en la transmisión, integridad y trazabilidad de los datos de dosis radiológica.

Analizar los factores técnicos, operativos y de conectividad encontrados en estudios científicos que pueden generar errores, inconsistencias, pérdidas de información o fallas en el monitoreo radiológico en tiempo real.

Determinar, con base en la revisión documental, cómo las limitaciones tecnológicas y de gestión afectan la calidad de los registros de dosis radiológica y la seguridad del paciente durante el uso de sistemas IoT en entornos clínicos.

Marco Teórico

Internet de las Cosas (IoT) en el Entorno Hospitalario

El internet de las cosas (IoT) es la interconexión de dispositivos físicos que pueden capturar, procesar y transmitir datos en tiempo real mediante redes digitales. En el ámbito sanitario, esta evolución ha dado lugar al Internet of Medical Things (IoMT), que integra sensores biomédicos, sistemas de monitoreo, software clínico y plataformas de análisis de datos para fortalecer la atención y la seguridad del paciente. Alvear et al. (2017) explican que la arquitectura IoT se compone de tres capas fundamentales: capa física (sensores y dispositivos), capa de red (comunicación y transmisión de datos) y capa de aplicación (procesamiento, análisis y visualización). Las deficiencias en cualquiera de estas capas pueden afectar la sincronización, exactitud y disponibilidad de la información clínica.

De igual forma, Salinas et al. (2025) destacan que los sistemas IoT interconectados permiten monitoreo continuo y generación automática de alertas en tiempo real, lo cual mejora la trazabilidad de eventos clínicos y reduce riesgos asociados a fallos humanos. Sin embargo, su efectividad depende de una arquitectura interoperable y segura. La literatura también evidencia que esta capacidad de vigilancia continua reduce de manera significativa los riesgos asociados a errores humanos, donde la supervisión manual puede ser limitada por carga laboral, fatiga del personal o falta de estandarización de procesos. La tecnología IoT actúa, entonces, como un sistema de apoyo que amplifica la precisión del monitoreo y disminuye la posibilidad de omisiones involuntarias.

El Internet de las Cosas (IoT) es la integración tecnológica de monitorización, análisis y automatización en tiempo real (Kelly, 2020). En el ámbito hospitalario, el IoT brinda oportunidades para mejorar la eficiencia operativa, la seguridad del paciente y la gestión de recursos, incluyendo los servicios de radiología (Jadavid et al. 2022).

Los dispositivos IoT en radiología registran automáticamente parámetros de exposición, acumulación de dosis y alertas por sobreexposición, apoyando la trazabilidad de la información y la protección del paciente (Lu et al. 2021). Sin embargo, deficiencias en la arquitectura tecnológica, la interoperabilidad y la estandarización de datos pueden afectar la exactitud y confiabilidad de los registros generados (Jiménez et al. 2025).

Es la conectividad entre dispositivos físicos con sensores, redes y plataformas digitales que permiten la recopilación, transmisión y análisis de datos en tiempo real (León et al. 2024). En salud, se usan para monitoreo continuo de pacientes, prevención de enfermedades, optimización de procesos clínicos y aseguramiento de la calidad asistencial (Murillo et al. 2015).

El monitoreo continuo con IoT registra indicadores de salud, detecta anomalías tempranas y automatiza alertas para mejorar la seguridad del paciente, minimizando riesgos clínicos (Paganelli et al. 2022). Este tipo de monitoreo continuo reduce la dependencia exclusiva del seguimiento manual y disminuye el riesgo de eventos adversos relacionados con retrasos en la identificación de irregularidades, fallos técnicos o variaciones inesperadas en los niveles de dosis radiológica.

Sin embargo, la efectividad de estos sistemas depende directamente de la robustez de la arquitectura tecnológica y de la fiabilidad en la transmisión de datos (Sonavane et al. 2023). Cuando las redes presentan latencia, pérdida de paquetes, incompatibilidad entre sistemas o vulnerabilidades de ciberseguridad, la información puede llegar incompleta, alterada o fuera de tiempo, lo que compromete la trazabilidad y puede generar decisiones clínicas basadas en datos erróneos.

Es decir, que la utilidad del monitoreo continuo no reside únicamente en la existencia de sensores o dispositivos conectados, sino en la capacidad del sistema para

garantizar integridad, continuidad, precisión y seguridad en todo el flujo de información, desde la captura de datos hasta su interpretación clínica.

Internet de las Cosas (IoT) y Seguridad del Paciente

El Internet de las Cosas (IoT) Es la integración tecnológica de monitorización continua, que favorece la automatización de alertas y la toma de decisiones basada en datos. Granados y Campos (2022) sostienen que el IoT constituye una estrategia clave para mejorar la eficiencia operativa y la trazabilidad de los procesos médicos; sin embargo, advierten que la falta de integración entre sistemas hospitalarios limita el aprovechamiento de datos en tiempo real, afectando la continuidad y confiabilidad de la información clínica.

Asimismo, Quiroga et al. (2019) señalan que, los sistemas IoT permiten monitorización en tiempo real en entornos hospitalarios y aún tienen desafíos relacionados con interoperabilidad, latencia y estabilidad en la transmisión de datos, factores que pueden comprometer la seguridad del paciente cuando la información no se actualiza de manera precisa y oportuna.

Internet de las Cosas (IoT) y la Radiología

El Internet de las Cosas (IoT) involucra la conexión de dispositivos físicos mediante sensores, redes y sistemas de procesamiento, para el monitoreo continuo, análisis de datos y generación de alertas en tiempo real. Los sistemas IoT facilitan la recopilación automática de parámetros clínicos y de dosis radiológica, lo que mejora la seguridad del paciente, la trazabilidad de información y la eficiencia operativa (Gaspar et al. 2021). En los servicios de radiología, la aplicación del IoT ha transformado de manera significativa la forma en que se gestionan y monitorean las dosis radiológicas. A través de sensores inteligentes, sistemas de medición automatizados y plataformas integradas, es posible registrar la

exposición del paciente, supervisar el funcionamiento del equipo, detectar anomalías operativas y organizar datos dosimétricos de manera estandarizada.

Uno de los principales aportes del IoT en radiología es la trazabilidad continua de los parámetros de exposición, lo que permite evaluar de forma precisa la dosis acumulativa del paciente, identificar variaciones inusuales y ajustar protocolos para mejorar la seguridad radiológica (Murillo et al. 2015). Además, la automatización de la captura de datos reduce el margen de error humano y mejora la eficiencia operativa del servicio, al minimizar tareas manuales que suelen ser repetitivas o propensas a inconsistencias (León et al. 2024). Así, el IoT se convierte en un componente clave para la implementación de modelos modernos de protección radiológica, diagnósticos más precisos y procesos asistenciales más seguros.

No obstante, la efectividad de estos sistemas depende de la robustez de la arquitectura tecnológica y la interoperabilidad entre dispositivos y sistemas hospitalarios PACS, RIS o el estándar DICOM limita la trazabilidad y continuidad de la información. (Giraldo et al. 2016). Estas deficiencias comprometen la exactitud, trazabilidad y confiabilidad de los datos generados, aumentando el riesgo de errores clínicos y sobreexposición en procedimientos de imagenología (Lu et al. 2021).

Es decir, aunque IoT es una gran herramienta para fortalecer la seguridad radiológica, su impacto se ve limitado cuando no existe una estructura tecnológica adecuada que soporte su funcionamiento. Por ello, garantizar una arquitectura hospitalaria robusta, protocolos estandarizados, redes estables y plataformas interoperables constituye un requisito indispensable para aprovechar plenamente los beneficios del IoT en radiología y asegurar la protección del paciente.

IoT y Monitorización de Radiación en Radiología

La monitorización de las dosis es crucial para la seguridad de los pacientes. Ahmad et al. (2021) analizan tecnologías de monitoreo de radiación ionizante integradas con IoT, enfatizando en el uso de sensores inteligentes para transmitir datos en tiempo real. No obstante, identifican limitaciones afines con la conectividad, precisión de sensores e interoperabilidad, factores que pueden comprometer la confiabilidad de los datos dosimétricos.

La integración de dispositivos IoT en servicios de radiología permite registrar automáticamente parámetros de exposición, acumulación de dosis y alertas por sobreexposición (Salinas et al. 2025). Sin embargo, cuando existen fallas tecnológicas, como latencia en la red, pérdida de paquetes de datos o incompatibilidad entre sistemas, se generan riesgos en la exactitud y trazabilidad de la información (Ahmad et al. 2021).

La integración de dispositivos IoT permite el registro automático de parámetros de exposición, acumulación de dosis y generar alertas ante altos niveles de radiación, esto es relevante, en tomografía computarizada (TC), donde el control de dosis es un indicador crítico de seguridad. Souza et al. (2020) plantean un modelo de IoMT con aprendizaje profundo aplicado a tomografía computarizada, señalando que la interoperabilidad adecuada entre dispositivos, algoritmos inteligentes y sistemas de almacenamiento garantiza trazabilidad y análisis eficiente de datos radiológicos.

De otra parte, Clement et al. (2025) destacan que los avances impulsados por IA en imágenes de baja dosis permiten optimizar la exposición sin comprometer la calidad diagnóstica, dependiendo de la correcta integración de datos y de la confiabilidad de los sistemas interconectados que registran y procesan la información dosimétrica.

Monitorización Continua y Alertas Automatizadas

La integración de IoT con IA permite la automatización de alertas clínicas en tiempo real. Según Jiménez et al. (2025), esta combinación permite el monitoreo continuo de variables clínicas y parámetros radiológicos, generar alertas automáticas en alteraciones de protocolos o sobreexposición y garantizar la exactitud de los datos, siempre que exista interoperabilidad y arquitectura confiable.

Asimismo, Clement et al. (2025) destacan que los avances en IA aplicados a imágenes de baja dosis amplían la capacidad de los sistemas IoT para optimizar protocolos radiológicos, reduciendo la exposición innecesaria.

La combinación de IoT con sistemas IA permite el monitoreo en tiempo real de parámetros clínicos y radiológicos, la generación de alertas automáticas ante desviaciones de protocolos o sobreexposición y la optimización de procesos clínicos, garantizando trazabilidad y seguridad de la información (Krizhevsky et al. 2012).

En radiología, IoT permite registrar automáticamente parámetros de exposición, acumulación de dosis y alertas ante sobreexposición, promoviendo la seguridad del paciente y la optimización de protocolos diagnósticos, con la captura automática y continua de indicadores como el kVp, mAs, DAP, CTDIvol, tiempo de exposición y acumulación de dosis, lo que facilita un control preciso de la radiación administrada al paciente. Estos sistemas, además, posibilitan la generación de alertas inmediatas ante valores anómalos o eventos de sobreexposición, contribuyendo a la prevención de riesgos y al fortalecimiento de la seguridad radiológica (Morales et al. 2023).

Asimismo, la información capturada por dispositivos IoT permite una optimización dinámica de los protocolos diagnósticos, ya que los datos se convierten en insumos para ajustar parámetros, evaluar tendencias de exposición y apoyar la toma de decisiones

fundamentadas en evidencia, favorece las prácticas basadas en ALARA, mejora la eficiencia operativa y fortalece la calidad del proceso diagnóstico (Molina, 2006). Sin embargo, las vulnerabilidades y la poca interoperabilidad pueden generar riesgos graves como la pérdida de datos sobre las dosis, alertas retrasadas y reducción de la confiabilidad de los sistemas de monitoreo radiológico (Sánchez, 2019).

En consecuencia, aunque el IoT ofrece un potencial significativo para fortalecer la seguridad del paciente y la calidad de los servicios de imagen diagnóstica, su efectividad depende de una arquitectura tecnológica sólida, interoperable y confiable, que garantice la integridad, continuidad y disponibilidad de los datos de dosis radiológica.

Interoperabilidad y Calidad de los Datos en Sistemas Interconectados

La interoperabilidad es la capacidad de diferentes sistemas y dispositivos para intercambiar, interpretar y utilizar datos de manera coherente. Ahmed et al. (2022) señalan que, en entornos IoMT, la transmisión segura y la calidad de datos son determinantes para la confiabilidad de los sistemas médicos conectados. Este análisis es extrapolable al monitoreo de dosis radiológica, donde la integridad de los datos es crítica para la toma de decisiones clínicas.

Salinas et al. (2025) subrayan que la integración sistémica y la arquitectura interoperable garantizan trazabilidad y confiabilidad en tiempo real, elementos esenciales para la seguridad del paciente. La ausencia de estándares comunes o la fragmentación tecnológica incrementan el riesgo de inconsistencias en los registros de dosis. Así mismo, Roque et al. (2018) relacionan la confiabilidad tecnológica con la seguridad clínica, indicando que los sistemas interoperables reducen errores en registros y fortalecen los procesos de calidad asistencial.

Arquitectura Tecnológica e Interoperabilidad en Sistemas IoT

La importancia de la gestión de riesgos y la ciberseguridad en entornos IoT, señalando que arquitecturas deficientes o vulnerabilidades en red comprometen la integridad de los datos generados por dispositivos médicos conectados (Molina, 2006). Además, Song et al. (2025) analizan la aplicación de tecnologías IoT en sistemas de monitoreo de seguridad, donde la arquitectura segura y el monitoreo continuo son esenciales para preservar la integridad y disponibilidad de la información.

Quiroz et al. (2021) diseñaron un sistema IoT para monitoreo biomédico continuo, probando que los errores en comunicación o almacenamiento afectan la calidad del dato clínico, es decir, registros incompletos o inexactos de dosis acumulada.

La interoperabilidad es la capacidad de diferentes sistemas y dispositivos para intercambiar información de manera precisa, segura y continua. En entornos hospitalarios, la falta de estandarización y deficiencias arquitectónicas pueden afectar la exactitud, trazabilidad y confiabilidad de los datos clínicos, incluyendo registros de dosis radiológica en servicios de imagenología (Sanmartín et al. 2016).

Tecnología y Desafíos de Interoperabilidad

Para que los sistemas IoT sean confiables, deben integrarse con la infraestructura hospitalaria y adaptarse al contexto clínico y organizacional (Gaspar et al. 2021). Entre los desafíos se encuentran las limitaciones estructurales y técnicas como protocolos de comunicación, inestabilidad de redes y fallas de sincronización pueden generar pérdidas de datos y afectar la continuidad de monitoreo (Morales et al. 2023); la interoperabilidad entre sistemas donde la falta de estandarización de datos médicos limita la integración de IoT con otros sistemas clínicos, afectando la exactitud y trazabilidad de los registros generados en tiempo real (Lu et al. 2021) y la seguridad y gobernanza de datos donde la información

clínica y radiológica es sensible; la arquitectura IoT debe proteger la integridad, confidencialidad y trazabilidad de los datos para prevenir riesgos a la seguridad del paciente (Giraldo et al. 2016).

La integración de dispositivos IoT en hospitales enfrenta múltiples barreras estructurales y técnicas:

Limitaciones en arquitectura híbrida de comunicación: Morales et al. (2015) señalan que la implementación de módulos GPS, GSM/GPRS y Zigbee puede generar problemas de sincronización y pérdida de datos sin una arquitectura interoperable robusta.

Deficiencias en interoperabilidad y estandarización: Lu et al. (2021) destacan que la falta de integración tecnológica entre sistemas clínicos compromete la exactitud, trazabilidad y continuidad de los datos médicos generados en tiempo real.

Riesgos de seguridad y gobernanza de datos: Rodríguez (2022) advierte que la limitada interoperabilidad y las fallas de seguridad en redes IoT hospitalarias pueden afectar la confiabilidad y protección de la información médica.

Kelly (2020) señala que estos problemas estructurales impactan la seguridad del paciente, sobre todo, cuando se registran datos críticos como la dosis radiológica en servicios de imagenología, donde los errores pueden llevar a sobreexposición o registros incompletos.

Vulnerabilidades en Redes IoT Hospitalarias

Las redes hospitalarias interconectadas tienen vulnerabilidades técnicas que comprometen la seguridad del paciente. Ahmad et al. (2021) identifican problemas como interferencias en la transmisión de datos, limitaciones de ancho de banda y fallas en la calibración de sensores.

A su vez, Alvear et al. (2017) subrayan errores en la capa física como sensores mal calibrados, en la capa red como interrupciones o en la capa aplicación como procesamiento inadecuado, que afectan la exactitud y sincronización de datos clínicos.

Según Machado et al. (2011) demuestran que las fallas en los dispositivos de monitoreo continuo afectan la confiabilidad de la información clínica y la monitorización de dosis en radiología. La fragmentación tecnológica limita la continuidad informacional, afectando la trazabilidad clínica. En radiología, esto impide el seguimiento preciso de la dosis acumulada del paciente (Granados y Campos, 2022). Molina (2006) añade que la ausencia de políticas robustas de gestión de riesgos IoT incrementa la posibilidad de alteración, pérdida o manipulación de datos clínicos, comprometiendo directamente la seguridad del paciente.

Seguridad y Continuidad de Datos

La seguridad de los datos clínicos es un componente principal de IoT en salud. La interconexión de múltiples dispositivos acrecienta la superficie de ataque y las posibles vulnerabilidades en redes hospitalarias (Sonavane et al. 2023).

La interoperabilidad entre dispositivos y sistemas clínicos permite la continuidad en el monitoreo, garantiza la trazabilidad de los datos, esencial para auditorías y cumplimiento de estándares de calidad (Sanmartín et al. 2016).

También, la integración de IA y algoritmos de análisis inteligente depende de que los datos recopilados sean precisos y confiables, reforzando la necesidad de arquitecturas IoT bien diseñadas (Morales et al. 2023).

Seguridad del Paciente en Radiología

La seguridad del paciente en radiología depende de la exactitud, trazabilidad y confiabilidad de los datos de dosis radiológica, si los datos capturados por dispositivos IoT

son precisos, íntegros y transmitidos en tiempo real. Clement et al. (2025) demuestran que la optimización inteligente de dosis mediante IA mejora la calidad diagnóstica con menor exposición; sin embargo, este avance requiere sistemas interoperables y datos confiables. Este tipo de optimización inteligente depende de datos exactos y en tiempo real; por lo tanto, si la arquitectura tecnológica o la interoperabilidad fallan, la IA no podrá realizar ajustes adecuados ni garantizar la protección radiológica, lo que evidencia la importancia crítica de un ecosistema digital coherente.

Asimismo, Souza et al. (2020) refuerzan que la integración adecuada entre IoT e inteligencia artificial permite análisis avanzado de imágenes médicas y trazabilidad radiológica, lo que fortalece la seguridad clínica. La capacidad de analizar volúmenes masivos de datos, correlacionar dosis, identificar patrones y detectar posibles anomalías depende directamente de la calidad del dato de origen. Esto implica que la seguridad clínica solo es alcanzable cuando la infraestructura tecnológica hospitalaria asegura la integridad y continuidad del flujo de información.

En síntesis, la seguridad del paciente en radiología depende de un ecosistema IoT interconectado, estandarizado y tecnológicamente robusto, capaz de garantizar que los datos dosimétricos sean precisos, completos y confiables. Los estudios revisados coinciden en que, aunque la tecnología IoT y la IA representan un avance significativo en la protección radiológica, su efectividad está condicionada a la existencia de una infraestructura hospitalaria estable, protocolos unificados de interoperabilidad y un sistema de gobernanza de datos que asegure la integridad de la información clínica. Solo bajo estas condiciones es posible fortalecer la seguridad diagnóstica y minimizar los riesgos asociados a la radiación ionizante.

El IoT en radiología favorece la gestión de la dosis de radiación, la seguridad del paciente y la eficiencia operativa del servicio (Souza et al. 2020). La seguridad del paciente depende de la precisión de los dispositivos, de la solidez de la red y la integración de sistemas, reforzando la necesidad de arquitecturas interoperables y protocolos estandarizados (Roque et al. 2018).

Igualmente, Granados y Campos (2022) destacan que sistemas IoT bien integrados permiten registrar de forma automática la información de TC y RM, facilitando auditorías, control de calidad y decisiones clínicas basadas en datos confiables.

El IoT impacta en la radiología de diferentes formas:

Beneficios

Mejora de la seguridad del paciente mediante alertas en tiempo real.

Optimización de recursos y eficiencia operativa.

Mayor trazabilidad de datos clínicos y radiológicos (León et al. 2024).

Retos

Falta de estandarización de datos e interoperabilidad.

Vulnerabilidades de ciberseguridad y pérdida de información.

Necesidad de adaptar la arquitectura IoT al ámbito clínico para mantener confiabilidad y continuidad de datos (Gaspar et al. 2021).

El IoT en salud y radiología tienen múltiples beneficios al mejorar la seguridad del paciente y la eficiencia clínica, permitiendo el monitoreo continuo, detectando anomalías de forma temprana y registrando automáticamente la dosis radiológica (León et al. 2024) y la automatización de alertas, advirtiendo sobre riesgos clínicos sin intervención humana directa (Paganelli et al. 2022).

También, garantiza la trazabilidad y auditoría de los datos confiables y verificables para fines clínicos y administrativos (Sanmartín et al. 2016), y ayuda a la optimización de recursos y eficiencia operativa, al reducir la sobrecarga de personal y errores en registros manuales (León et al. 2024).

No obstante, su implementación tiene grandes retos, como deficiencias en conectividad y protocolos de comunicación (Murillo et al. 2015), vulnerabilidades en la seguridad de redes hospitalarias (Sánchez, 2019) y limitaciones en la integración tecnológica e interoperabilidad (Sonavane et al. 2023).

En cuanto a regulación, gobernanza de datos y seguridad del paciente, Medinaceli y Díaz (2021) resaltan la necesidad de marcos regulatorios y estándares que garanticen protección, trazabilidad y confiabilidad de datos generados por tecnologías digitales en salud, pues sin ellos, se aumentan los riesgos de manipulación, pérdida o interpretación errónea de datos clínicos.

Entonces, la seguridad del paciente depende de la tecnología implementada y de su adecuada gobernanza, protocolos de calibración y sistemas de auditoría que validen la integridad de los datos generados por dispositivos IoT. Esto incluye la existencia de protocolos claros de calibración, validación y mantenimiento preventivo de los equipos, así como la implementación de sistemas de auditoría que permitan verificar la coherencia y calidad de los datos que integran los sistemas PACS, RIS y DICOM. Sin estos mecanismos de control, incluso una infraestructura tecnológica avanzada puede convertirse en una fuente de riesgos clínicos al generar datos incompletos, inconsistentes o erróneos.

Además, la gobernanza adecuada implica definir responsabilidades institucionales sobre el almacenamiento, protección y uso de la información, considerando aspectos éticos y legales asociados al manejo de datos sensibles. Un sistema de salud que incorpora

tecnologías IoT sin adoptar políticas de seguridad informática, medidas de cifrado, controles de acceso y planes de contingencia, expone a los pacientes a vulnerabilidades que pueden afectar su privacidad y la calidad del diagnóstico.

En consecuencia, garantizar la seguridad del paciente en un entorno digitalizado requiere no solo del despliegue técnico del IoT, sino de un ecosistema regulado que asegure transparencia, vigilancia continua y evaluación periódica de la integridad de la información clínica. Solo mediante una adecuada gobernanza de datos es posible aprovechar plenamente el potencial del IoT, reducir riesgos y fortalecer la confiabilidad del proceso diagnóstico en radiología.

Metodología

Según Hernández et al. (2014), esta investigación tiene un enfoque sistemático que asegura coherencia y la recolección de información y el análisis de los resultados. El estudio es de tipo documental, cualitativo y descriptivo, orientado a caracterizar los elementos tecnológicos del Internet de las Cosas (IoT) en radiología y analizar cómo sus limitaciones de interoperabilidad y arquitectura tecnológica afectan la exactitud, trazabilidad y confiabilidad de los datos de dosis radiológica.

Tipo y Enfoque del Estudio

La investigación es descriptiva y documental, sustentada en el análisis interpretativo de literatura científica, reportes técnicos, normativas y guías institucionales relacionadas con IoT clínico, interoperabilidad hospitalaria y gestión digital de la dosis radiológica.

El diseño es no experimental, dado que no se manipulan variables, sino que se examinan estudios previos para identificar patrones, relaciones, brechas tecnológicas y riesgos asociados.

Población, Muestra y Criterios de Selección

La población está conformada por literatura publicada entre 2010 y 2026, incluyendo artículos científicos, documentos técnicos, reportes de investigación, normativas y repositorios institucionales sobre IoT, radiología digital y sistemas interconectados.

La muestra estuvo constituida por las fuentes que cumplieran con los criterios de pertinencia, actualidad y calidad metodológica. De un total aproximado de publicaciones identificadas inicialmente, se seleccionó un conjunto final de documentos que abordan directamente la integración del IoT en radiología, las limitaciones técnicas y operativas, la arquitectura tecnológica, la interoperabilidad con sistemas clínicos, como PACS, RIS y

DICOM, y las implicaciones en la toma de decisiones clínicas. La muestra se conformó siguiendo un proceso de cribado basado en resúmenes, palabras clave y revisión completa del contenido.

Criterios de Inclusión

Estudios sobre IoT o IoMT en entornos hospitalarios.

Publicaciones sobre interoperabilidad, arquitectura tecnológica, transmisión de datos clínicos o trazabilidad radiológica.

Documentos en inglés o español entre 2010 y 2026.

Estudios que incluyan información técnica o clínica relevante.

Criterios de Exclusión

Artículos sin relación con aplicaciones clínicas del IoT.

Publicaciones sin información técnica suficiente sobre interoperabilidad o arquitectura tecnológica.

Trabajos duplicados, sin acceso al texto completo o de contenido administrativo sin aporte científico.

Fases de la Investigación

Tabla 1

Fases de la Metodología

Fase	Descripción
Fase 1. Planteamiento del Problema y Búsqueda Documental	<p>Formulación de la pregunta de investigación.</p> <p>Identificación de la problemática sobre calidad y trazabilidad de datos IoT en radiología.</p> <p>Definición de descriptores y criterios de búsqueda.</p> <p>Revisión en bases de datos: Scopus, PubMed, ScienceDirect, IEEE Xplore, Google Académico, ResearchGate, SciELO, Biblioteca Virtual UNAD.</p> <p>Organización inicial de la literatura según categorías temáticas.</p>

Fase	Descripción
Fase 2. Selección, Clasificación y Análisis de Información	<p>Evaluación de pertinencia y calidad metodológica de documentos.</p> <p>Clasificación en categorías: arquitectura tecnológica, interoperabilidad, IoT clínico, radiología digital, seguridad del paciente.</p> <p>Análisis comparativo para identificar patrones, fallas y limitaciones tecnológicas.</p> <p>Identificación de riesgos para el paciente asociados a inconsistencias de datos dosimétricos.</p>
Fase 3. Interpretación de Resultados	<p>Integración y síntesis de hallazgos por categoría temática.</p> <p>Análisis del impacto de la arquitectura e interoperabilidad en la exactitud del dato radiológico.</p> <p>Identificación de tendencias, brechas y factores críticos que afectan la confiabilidad del IoT.</p>
Fase 4. Conclusiones y Recomendaciones	<p>Elaboración de conclusiones basadas en el análisis documental.</p> <p>Desarrollo de recomendaciones para fortalecer la arquitectura IoT hospitalaria.</p> <p>Propuestas para mejorar la interoperabilidad, la trazabilidad y la protección radiológica del paciente.</p>

Nota. Autoría propia

Análisis de Resultados

La literatura permitió reconocer que la arquitectura tecnológica en ambientes hospitalarios depende de redes estables y de baja latencia como señalan Jadavid et al. 2022. Protocolos de comunicación estandarizados como HL7, FHIR y DICOM (Lu et al. 2021). Mecanismos de seguridad basados en encriptación y autenticación (Sánchez, 2019) y plataformas de integración IoT con capacidad de interoperar con sistemas legados (Paganelli et al. 2022).

Igualmente, la interoperabilidad es un requisito crítico para garantizar la continuidad del flujo de datos clínicos, IoT requiere compatibilidad con estándares DICOM Radiation Dose SR para garantizar trazabilidad de dosis (Ahmad et al. 2021).

La falta de integración PACS y IoT puede generar duplicación de estudios o registros incompletos (Granados y Campos, 2022). Los dispositivos IoT médicos presentan gran variabilidad en protocolos y formatos (Ahmed et al. 2022).

Además, la literatura también muestra que los errores en los datos de dosis radiológica son por fallos técnicos como latencia en redes WiFi saturadas (Quiroga et al. 2019). Pérdida de paquetes por interferencias en bandas de 2.4 GHz (Amador et al. 2018) y sensores IoT que recalculan o duplican información al reconectarse (Song et al. 2025).

Asimismo, factores operativos como el personal no entrenado en gestión digital de la dosis (Roque et al. 2018) y mala configuración de gateways o nodos IoT (Sonavane et al. 2023).

Tabla 2*Impacto de las Fallas Tecnológicas*

Componente	Fallas	Consecuencia	Autores
Redes hospitalarias	Latencia, saturación, pérdida de paquetes	Registros incompletos de dosis	Quiroga et al. 2019; Amador et al. 2018
Protocolos de comunicación	Incompatibilidad IoT y DICOM	Datos no trazables o ilegibles	Ahmad et al. 2021; Sonavane et al. 2023
Integración PACS y RIS	Falta de interoperabilidad	Ruptura del flujo clínico de información	Granados y Campos, 2022
Plataformas IoT	Sensores inestables, reconexiones	Duplicación o alteración de datos	Song et al. 2025
Gestión operativa	Falta de capacitación	Errores en configuración y fallas del sistema	Roque et al. 2018

Nota. Elaboración propia

El IoT médico permite el monitoreo continuo y automatización de alertas, esencial para la seguridad del paciente. Sin embargo, la literatura muestra que esto se logra cuando hay una arquitectura robusta e interoperabilidad efectiva.

Según Lu et al. (2021), los dispositivos IoT generan grandes cantidades de datos que requieren una infraestructura que no tenga pérdidas. Cuando la arquitectura tecnológica es deficiente, el flujo de datos se interrumpe, afectando la exactitud de la dosis.

Ahmad et al. (2021) señalan que el monitoreo radiológico IoT es confiable cuando se garantizan transmisión continua, almacenamiento seguro y dispositivos compatible con DICOM. También, Paganelli et al. (2022) demuestran que, cuando se integra IoT con motores de alerta temprana, se reducen eventos adversos. No obstante, si no existe interoperabilidad, las alertas no se generan o se activan tarde.

Además, para el análisis se tuvieron en cuenta las fases de la metodología, basados en la evidencia científica, donde se evidenció que el desarrollo del IoT en salud ha sido

acelerado, pero desarticulado. Jadavid et al. (2022) indican que la adopción tecnológica ha superado la capacidad de integración de los sistemas hospitalarios, generando entornos heterogéneos con múltiples plataformas no compatibles.

Asimismo, se identificaron problemas recurrentes en la interoperabilidad entre dispositivos IoT y sistemas hospitalarios. Ahmad et al. (2021) señalan que los errores en la transmisión de datos de dosis radiológica se causan por incompatibilidades en protocolos de comunicación.

Lu et al. (2021) destacan que la falta de estandarización limita la trazabilidad del dato clínico en tiempo real. Asimismo, Paganelli et al. (2022) evidencian que los sistemas de alerta temprana dependen de una integración robusta; de lo contrario, se generan retrasos o pérdidas de información crítica.

De igual forma, la interpretación de resultados mostró que la arquitectura tecnológica influye en la confiabilidad del dato. Según Kelly (2020), los sistemas IoT requieren infraestructuras escalables, seguras y bien integradas; de lo contrario, se incrementa el riesgo de inconsistencias y errores clínicos. Además, Clement et al. (2025) resaltan que la precisión de la dosis depende del dispositivo y del sistema que procesa y almacena la información.

También, se concluye que las deficiencias tecnológicas afectan la seguridad del paciente, pues los datos incorrectos derivan en decisiones clínicas inadecuadas. Roque et al. (2018) enfatizan que la calidad de la atención en salud está directamente relacionada con la confiabilidad de los sistemas de información, lo que refuerza la necesidad de fortalecer la interoperabilidad.

Tabla 3*Parámetros Tecnológicos y su Impacto en Datos de Dosis*

Parámetro	Descripción	Impacto	Autor
Interoperabilidad limitada	Falta de integración entre IoT, PACS, RIS y DICOM	Pérdida de trazabilidad y errores en transmisión	Lu et al. (2021)
Arquitectura fragmentada	Sistemas aislados sin comunicación eficiente	Inconsistencias y duplicidad de datos	Jadavid et al. (2022)
Fallas de conectividad	Interrupciones en redes o latencia	Datos incompletos o retrasados	Ahmad et al. (2021)
Falta de estandarización	Uso de protocolos no unificados	Baja confiabilidad del dato clínico	Kelly (2020)
Deficiencias en seguridad digital	Vulnerabilidad en sistemas IoT	Riesgo de alteración de datos	Molina (2006)
Automatización deficiente	Sistemas de alerta no integrados	Retrasos en detección de eventos críticos	Paganelli et al. (2022)

Nota. Elaboración propia

El uso del IoT en salud representa una oportunidad significativa para mejorar la seguridad del paciente mediante la monitorización continua y la automatización de alertas en tiempo real. Sin embargo, los hallazgos de esta investigación evidencian que estos beneficios dependen en gran medida de la calidad de la arquitectura tecnológica y del nivel de interoperabilidad de los sistemas.

Kelly (2020) y Jadavid et al. (2022) coinciden en que la implementación del IoT sin una infraestructura adecuada puede generar más riesgos que beneficios, debido a la fragmentación de los sistemas. En radiología, la falta de integración entre dispositivos y plataformas clínicas compromete la trazabilidad de los datos de dosis, lo que puede afectar la toma de decisiones médicas y, en consecuencia, la seguridad del paciente. El verdadero impacto del IoT en la seguridad del paciente depende de la tecnología y de la capacidad de los sistemas para integrarla de forma segura y eficiente.

Los hallazgos muestran que una arquitectura hospitalaria heterogénea, con dispositivos de diferentes fabricantes y protocolos propietarios, afecta la estandarización de los datos. Ahmad et al. (2021) señalan que los sistemas de monitoreo de radiación basados en IoT requieren estructuras tecnológicas robustas para garantizar precisión en la captura de datos. Sin embargo, cuando existen fallas en la configuración de sensores o en la sincronización de sistemas, se generan errores en la medición de dosis.

De acuerdo con Kelly (2020) la interoperabilidad es uno de los mayores retos en el IoT clínico. La falta de integración efectiva entre PACS, RIS y DICOM provoca pérdida de integridad en los datos, afectando su trazabilidad. De igual forma, Jadavid et al. (2022) subrayan que la baja compatibilidad entre sistemas limita la transmisión segura y continua de información clínica.

La evidencia también señala que los problemas de conectividad, fallos en redes inalámbricas y errores humanos en la configuración de dispositivos contribuyen a inconsistencias en los datos (Amador et al. 2018), además, impactan la seguridad del paciente y derivan en errores de la interpretación de dosis o en la ausencia de alertas críticas en tiempo real. los resultados muestran que las deficiencias tecnológicas no solo afectan la calidad del dato, sino que representan un riesgo clínico significativo, especialmente en entornos donde la toma de decisiones depende de información precisa y oportuna.

Además, se confirma que IoT tiene un alto potencial para mejorar la seguridad del paciente mediante la monitorización continua y la automatización de alertas en tiempo real. Sin embargo, este potencial depende en gran medida de la solidez de la arquitectura tecnológica y del nivel de interoperabilidad de los sistemas hospitalarios.

Paganelli et al. (2022) destacan que los sistemas IoT bien estructurados permiten la detección temprana de eventos críticos, optimizando la respuesta clínica. No obstante,

cuando existen deficiencias en la integración de sistemas, estas ventajas se ven limitadas, generando brechas en la continuidad de la atención.

Igualmente, Sánchez (2019) advierte que la seguridad IoT depende de la tecnología y de la gestión del riesgo, la estandarización de procesos y la capacitación del personal. En radiología, la falta de interoperabilidad puede impedir el seguimiento adecuado de la dosis acumulada del paciente, lo que incrementa el riesgo de sobreexposición.

En síntesis, aunque el IoT es una herramienta relevante en el fortalecimiento de la seguridad del paciente, su implementación sin una buena base tecnológica puede generar más riesgos que beneficios, especialmente en la radiología.

Tabla 4

Evaluación de Factores Tecnológicos en Sistemas IoT vs Objetivos Específicos

Objetivos Específicos	Análisis	Autores	Impacto	Alcance en la seguridad del paciente
Identificar componentes tecnológicos	Infraestructura de red, sensores IoT, servidores	Ahmad et al. (2021)	Variabilidad en la precisión de medición.	Errores en cálculo de dosis
Evaluar interoperabilidad	Integración PACS, RIS, DICOM	Kelly (2020)	Pérdida de integridad y continuidad del dato.	Fallas en trazabilidad clínica
Analizar factores técnicos	Conectividad, configuración, mantenimiento	Amador et al. (2018)	Datos incompletos o inconsistentes.	Riesgo de decisiones clínicas incorrectas
Determinar impacto en calidad del registro	Gestión tecnológica y soporte institucional	Jadavid et al. (2022)	Baja confiabilidad del sistema	Incremento del riesgo radiológico

Nota. Elaboración propia

La evidencia también refleja que los errores técnicos detectados son riesgos directos para la seguridad del paciente, debido a que los registros incompletos, desactualizados o

imprecisos de dosis radiológica pueden alterar los procesos de vigilancia, decisión médica y protección radiológica.

Roque et al. (2018) y Morales et al. (2023) señalan que la pérdida de trazabilidad en los datos de dosis impide garantizar el cumplimiento de los niveles de referencia diagnósticos y limita la capacidad de detectar exposiciones acumuladas potencialmente peligrosas, lo que aumenta el riesgo de eventos adversos con radiación. Asimismo, Paganelli et al. (2022) demuestran que las alertas tardías o no generadas comprometen la oportunidad de intervención clínica, especialmente en procedimientos de fluoroscopia y TAC.

Es decir, que las limitaciones tecnológicas afectan la calidad del dato e impactan la seguridad del paciente al disminuir la capacidad del sistema de protección y de garantizar decisiones diagnósticas seguras basadas en la dosis real administrada.

La literatura coincide en que no basta con implementar dispositivos IoT, sino que se deben tener arquitecturas interoperables y con sistemas hospitalarios integrados. Cuando esta integración es limitada, se generan pérdidas de información, fallas en la trazabilidad o registros incompletos que afectan la confiabilidad del sistema (Lu et al. 2021).

Además, se demuestra que las alertas automatizadas son eficaces si el flujo de datos es estable. Si existen interrupciones, los sistemas pueden fallar en notificar incrementos peligrosos de dosis, comprometiendo la seguridad radiológica del paciente (Paganelli et al. 2022).

En resumen, la evidencia justifica una tendencia creciente hacia sistemas IoT más robustos, con mayor capacidad de integración y con análisis mediante IA, lo que podría mitigar varios de los problemas actuales. No obstante, las brechas tecnológicas persisten, especialmente en instituciones con infraestructura limitada o sistemas heterogéneos.

Tabla 5*Criterios para la Validación de Datos Dosimétricos Generados por IoT*

Criterio	Indicador	Aplicación en IoT	Relevancia	Autores
Exactitud del Dato	Variabilidad entre IoT y referencia estándar (estándar dosimétrico DICOM-DSR y calibración NIST)	Verificación mediante algoritmos de calibración continua y comparación contra referencia estándar	Minimiza errores en el registro de dosis administrada	Ahmad et al. (2021); Jiménez et al. (2025)
Integridad de la Transmisión	Porcentaje de paquetes transmitidos sin pérdida, incluye retransmisión automática	Monitoreo mediante protocolos TCP/UDP optimizados con mecanismos de retransmission control	Garantiza que el historial dosimétrico no presente vacíos	Morales et al. (2015); Sonavane et al. (2023)
Latencia Operacional	Tiempo desde la captura hasta el envío del dato	Implementación de Edge Computing	Evita retrasos en alertas durante exposiciones prolongadas	Paganelli et al. (2022); Ahmed et al. (2022)
Disponibilidad del Sistema	Uptime (%) de servicios IoT conectados	Redundancia de red y servidores + planes de contingencia DRP (Disaster Recovery Plan)	Reduce el riesgo de fallas durante procedimientos sensibles	Granados y Campos (2022); Salinas et al. (2025)
Trazabilidad Digital	Asociación entre eventos, tiempos y dispositivos	Registro unificado bajo DICOM-SR	Permite reconstruir eventos ante auditorías o incidentes	Kelly (2020); Lu et al. (2021)
Ciberseguridad	Nivel de vulnerabilidad según análisis NIST	Cifrado extremo a extremo, autenticación MFA, segmentación de redes, auditorías periódicas	Impide manipulación o corrupción del dato dosimétrico	Sánchez (2019); Medinaceli y Díaz (2021)
Interoperabilidad Funcional	Nivel de compatibilidad con PACS/RIS	Uso de FHIR, HL7 y DICOMweb	Mejora la continuidad del flujo de información radiológica	Alvear et al. (2017); Jadavid et al. (2022)

Criterio	Indicador	Aplicación en IoT	Relevancia	Autores
Fiabilidad del Dispositivo	Frecuencia de fallas o reinicios	Mantenimiento preventivo y firmware actualizado	Disminuye interrupciones durante el monitoreo	Amador et al. (2018); Quiroga et al. (2019)

Nota. Elaboración propia

Los hallazgos evidencian que la arquitectura tecnológica fragmentada es el principal factor que afectan la calidad del dato radiológico, también se evidencia que la implementación de IoT en radiología depende de una arquitectura tecnológica sólida y del nivel de interoperabilidad entre sistemas. Aunque diversos autores resaltan el potencial del IoT para optimizar la monitorización y la automatización de procesos, también coinciden en que las deficiencias estructurales representan un obstáculo significativo.

Según Jadavid et al. (2022), la falta de integración entre sistemas genera entornos aislados donde la información no fluye de manera coherente, lo que incrementa la probabilidad de inconsistencias en los registros dosimétricos.

También, Lu et al. (2021) destacan que la interoperabilidad limitada entre dispositivos IoT y sistemas clínicos como PACS y RIS dificulta la estandarización de los datos, afectando su integridad durante la transmisión, siendo pérdidas de trazabilidad, que impide reconstruir de manera fiable el historial de exposición del paciente.

Asimismo, Ahmad et al. (2021) señalan que las fallas en la conectividad, como la latencia o interrupciones en la red, afectan la transmisión en tiempo real de los datos, generando retrasos o registros incompletos que comprometen la monitorización continua.

Además, Kelly (2020) enfatiza que la ausencia de protocolos estandarizados limita la interoperabilidad semántica, reduciendo la confiabilidad del dato clínico. Igualmente, Molina (2006) advierte que las deficiencias en la seguridad digital de IoT aumentan el riesgo de manipulación o pérdida de información, afectando la integridad de los datos

dosimétricos y Paganelli et al. (2022) evidencian que una automatización inadecuada de alertas reduce la capacidad de respuesta ante eventos críticos, impactando directamente la seguridad del paciente.

Tabla 6

Recomendaciones para Fortalecer el IoT Hospitalario

Componente	Recomendación Técnica	Impacto	Autores
Arquitectura tecnológica	Implementación de arquitecturas integradas y escalables	Mejora en la coherencia y disponibilidad del dato	Jadavid et al. (2022)
Interoperabilidad	Adopción de estándares como HL7 y DICOM unificados	Mayor trazabilidad y consistencia de datos	Lu et al. (2021)
Conectividad	Optimización de redes hospitalarias (baja latencia y alta disponibilidad)	Transmisión continua y en tiempo real	Ahmad et al. (2021)
Estandarización	Uso de protocolos homogéneos para captura y almacenamiento de datos	Incremento en la confiabilidad del dato clínico	Kelly (2020)
Seguridad informática	Implementación de cifrado y control de accesos en sistemas IoT	Protección de la integridad de la información	Molina (2006)
Automatización de alertas	Integración de sistemas inteligentes de detección temprana	Mejora en la respuesta clínica y seguridad del paciente	Paganelli et al. (2022)

Nota. Elaboración propia

La arquitectura tecnológica hospitalaria determina la confiabilidad del IoT en radiología. Cuando la infraestructura es inestable se generan errores en la captura y transmisión de los datos de dosis radiológica, afectando su exactitud, consistencia y uso clínico. Estas deficiencias producen mediciones inconsistentes, dificultan el monitoreo continuo y alteran la interpretación de los parámetros dosimétricos necesarios para la toma de decisiones.

A su vez, la interoperabilidad limitada entre dispositivos IoT, PACS, RIS y DICOM compromete la trazabilidad de la dosis. La incompatibilidad de formatos, la falta

de estándares unificados y la ausencia de integración funcional causan pérdidas de información y registros fragmentados que afectan la seguridad del paciente y dificulta consolidar la información dosimétrica. Cuando la interoperabilidad es insuficiente, la generación de datos de dosis radiológica se vuelve menos confiable y se incrementa el riesgo de errores que afectan la seguridad del paciente. Estas brechas tecnológicas afectan la integridad y continuidad del flujo de datos, lo que compromete directamente la transmisión, el almacenamiento y la auditabilidad de la exposición radiológica.

De igual manera, los factores técnicos y operativos como fallas de conectividad, mantenimiento insuficiente, redes hospitalarias inestables, servidores con baja capacidad o ausencia de gobernanza tecnológica afectan la continuidad del monitoreo dosimétrico y la generación de alertas en tiempo real, funciones esenciales para la seguridad del paciente. Estos elementos pueden generar errores, pérdidas de información, retrasos en la actualización de datos o fallas en los sistemas de vigilancia dosimétrica,

La seguridad del paciente depende de la existencia de ecosistemas IoT interconectados y estandarizados, mejorando la monitorización y las alertas en tiempo real, pero únicamente cuando existe una integración efectiva de plataformas, redes y sistemas que garanticen la confiabilidad del dato dosimétrico. Cuando estas condiciones no se cumplen, aumenta el riesgo de interpretaciones clínicas erróneas, exposición innecesaria a radiación, fallos en la verificación de dosis y dificultades para dar seguimiento a la exposición acumulada del paciente.

Las deficiencias en la arquitectura tecnológica y la interoperabilidad hospitalaria afectan la exactitud, trazabilidad y confiabilidad de los datos de dosis radiológica, comprometiendo la seguridad del paciente. Por ello, la optimización de la infraestructura tecnológica, la estandarización de protocolos y el fortalecimiento de la seguridad digital se

consolidan como elementos clave para mejorar la calidad del dato radiológico y garantizar entornos hospitalarios más seguros y eficientes.

En conjunto, las mejoras en la infraestructura tecnológica, la estandarización de protocolos y la gestión adecuada del IoT son elementos clave para optimizar la monitorización en tiempo real y reducir riesgos asociados a errores en datos clínicos.

La seguridad del paciente en entornos radiológicos depende de la implementación de tecnologías IoT y de su correcta integración, gestión y estandarización dentro de un sistema hospitalario interconectado y eficiente. Asimismo, la confiabilidad del IoT en radiología depende de factores técnicos y operativos, donde los errores de conectividad, mantenimiento deficiente o ausencia de gobernanza tecnológica comprometen el monitoreo continuo y la generación de alertas en tiempo real.

La arquitectura tecnológica hospitalaria tiene un impacto directo y crítico en la exactitud del dato dosimétrico, ya que las fallas en redes, servidores o sensores generan mediciones inconsistentes que pueden alterar la interpretación clínica. La limitada interoperabilidad entre IoT, PACS, RIS y DICOM afecta la trazabilidad radiológica, provocando fragmentación de registros, pérdida de metadatos e inconsistencias en la secuencia temporal del paciente.

La optimización de la infraestructura tecnológica, la estandarización de protocolos y el fortalecimiento de la seguridad digital son esenciales para garantizar la calidad del dato radiológico y mejorar la seguridad del paciente en entornos IoT.

Conclusiones

El análisis documental permitió establecer que el Internet de las Cosas (IoT) constituye una herramienta tecnológica con gran potencial para fortalecer la seguridad del paciente, al facilitar la monitorización continua de variables clínicas y la generación de alertas en tiempo real que apoyan la toma de decisiones oportunas por parte del personal de salud.

La efectividad de los sistemas IoT depende directamente de la existencia de una arquitectura tecnológica robusta, capaz de garantizar la transmisión continua, segura y confiable de los datos clínicos. Las fallas de conectividad, la latencia de las redes y las deficiencias en la infraestructura hospitalaria afectan la calidad de la información y limitan el desempeño de estos sistemas.

La interoperabilidad entre dispositivos IoT y sistemas hospitalarios como PACS, RIS, HL7, FHIR y DICOM se identificó como un requisito fundamental para asegurar la continuidad del flujo de información, la trazabilidad de los datos y la correcta integración de los procesos asistenciales, contribuyendo a una atención más segura y eficiente.

Los hallazgos evidencian que las limitaciones tecnológicas, tales como la incompatibilidad de protocolos, la fragmentación de sistemas y la falta de estandarización, pueden generar errores en los registros clínicos, retrasos en la generación de alertas y pérdida de información crítica, afectando directamente la seguridad del paciente.

Se determinó que la automatización de alertas en tiempo real representa uno de los principales beneficios del IoT en salud, ya que permite la detección temprana de eventos adversos, la vigilancia continua del estado del paciente y una respuesta clínica más rápida frente a situaciones de riesgo.

La literatura destaca que la implementación exitosa de tecnologías IoT no depende únicamente de la infraestructura tecnológica, sino también de factores organizacionales como la capacitación del personal, la gestión adecuada de los sistemas, el mantenimiento preventivo y la adopción de políticas de ciberseguridad que protejan la integridad y confidencialidad de la información clínica.

En síntesis, se concluye que el IoT y los sistemas interconectados representan una estrategia innovadora para fortalecer la seguridad del paciente; sin embargo, su impacto positivo está condicionado por la interoperabilidad, la calidad de la infraestructura tecnológica y la adecuada gestión de los recursos digitales dentro de las instituciones de salud, aspectos que deben fortalecerse para garantizar una atención segura, eficiente y basada en información confiable.

Referencias Bibliográficas

- Ahmad, M., Rahim, M., Nordin, R., Mohamed, F., Abu-Samah, A., & Abdullah, N. (2021). Ionizing radiation monitoring technology at the verge of IoT. *Sensors*, *21*(22), 7629. <https://doi.org/10.3390/s21227629>
- Ahmed, S., Srinivasu, P., Alhumam, A., & Alarfaj, M. (2022). Ambient Assisted Living and Internet of Medical Things for monitoring type-2 diabetic patients. *Diagnostics*, *12*(11), 2739. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12112739>
- Alvear, V., Rosero, P., & Peluffo, D. (2017). Internet de las Cosas y visión artificial, funcionamiento y aplicaciones: Revisión de literatura. *Enfoque UTE*, *8*(1), 1–15. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v8n1.121>
- Amador, D., Aya, P., Sarmiento, J., Quiroga, D., Muñoz, H., & Cruz, A. (2018). Diseño e implementación de un sistema para el seguimiento de los fallos en dispositivos médicos utilizando Internet de las Cosas (IoT). *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería (EIEI)*. <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/681/686>
- Clement, A., Olawade, D., Vanderbloemen, L., Rotifa, O., Fidelis, S., Egbon, E., Akpan, A., Adeleke, S., Ghose, A., & Boussios, S. (2025). AI-driven advances in low-dose imaging. <https://doi.org/10.3390/diagnostics15060689>
- Gaspar, R., Bonacin, R., & Gonçalves, V. (2021). Um estudo sobre atividades participativas para soluções IoT para home care de pessoas idosas. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2103.01078>
- Giraldo, L., Torres, S., Martínez, D., Gutiérrez, L. M., & Pérez, R. (2016). Tele-care and tele-alarms for the elderly. *Revista de Saúde Pública*, *50*, 457. <https://doi.org/10.1590/S0034-8910.2013047004574>

- Granados, D., & Campos, J. (2022). Internet de las cosas (IoT) como estrategia para impulsar la eficiencia de los procesos médicos en Costa Rica. <https://repositorio.ulacit.ac.cr/bitstream/handle/20.500.14230/10407/REF-1653841663-1.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación (6.^a ed.). *McGraw Hill*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008>
- Jadavid, M., Haleem, A., Pratpa, R., Rab, S., Irfan, M., & Raina, A. (2022). Internet of Things in Global Healthcare Sector: Significance, Applications and Barriers. *Results in Engineering*, 14, 100415. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666603022000197>
- Jiménez, A. M., Ovalle, C., Ramírez, E., Acevedo, J., & Mejía, S. (2025). Internet de las cosas (IoT) y sistemas interconectados para mejorar la seguridad del paciente y la automatización de alertas en tiempo real. *UNAD*. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/77375/emramirez0%20.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Kelly, J. T. (2020). The Internet of Things: Impact and implications for health care delivery. *Journal of Medical Internet Research*, 22(11), e20135. <https://www.jmir.org/2020/11/e20135/>
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for Performing Systematic Reviews. *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/228756057_Procedures_for_Performing_Systematic_Reviews
- Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. (2012). ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks. *Advances in Neural Information Processing Systems*. <https://dl.acm.org/doi/10.5555/2999134.2999257>

- León, P., Perea, R., Ríos, M., & Linares, S. (2024). Impacto del IoT en la salud: fomentando la actividad física para la prevención eficaz de enfermedades. *Innovación y Ciencia*, 9(2), 1–12.
<https://revistas.sena.edu.co/index.php/innocae/article/view/7109/6611>
- Lu, Z., Qian, P., Bi, D., Ye, Z., He, X., Zhao, Y., Su, L., Li, S., & Zhu, Z. (2021). Application of AI and IoT in Clinical Medicine: Summary and Challenges. *Frontiers of Medicine*, 15, 1–12. <https://doi.org/10.1007/s11596-021-2486-z>
- Machado, J., Fuentes, Z., & Rodríguez, O. (2011). Monitorización de la oxigenación en pacientes críticos. *Revista Cubana de Medicina Intensiva y Emergencias*, 10(3).
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=211119972007>
- Medinaceli, K., & Díaz, M. (2021). Impacto y regulación de la Inteligencia Artificial en el ámbito sanitario. *Revista IUS*, 15(48).
<https://doi.org/10.35487/rius.v15i48.2021.745>
- Molina, J. (2006). La importancia de la gestión de riesgos y seguridad en el Internet de las Cosas (IoT).
[https://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/6754/LA%20IMP%20ORTANCIA%20DE%20LA%20GESTI%C3%93N%20DE%20RIESGOS%20Y%20SEGURIDAD%20EN%20EL%20INTERNET%20DE%20LAS%20COSAS%20\(IOT\)-%20Jorge%20Molina%20Garc%C3%ADa%20ESI41.pdf](https://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/6754/LA%20IMP%20ORTANCIA%20DE%20LA%20GESTI%C3%93N%20DE%20RIESGOS%20Y%20SEGURIDAD%20EN%20EL%20INTERNET%20DE%20LAS%20COSAS%20(IOT)-%20Jorge%20Molina%20Garc%C3%ADa%20ESI41.pdf)
- Morales, O., Camargo, J., & Gaona, E. (2015). Sistema de monitoreo para pacientes de alto riesgo integrando módulos GPS, GSM/GPRS y Zigbee. *Tecnura*, 19(Edición especial), 95–107. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.SE1.a08>
- Morales, A., Souto, M., & Barreiro, A. (2023). Impacto del auge de la inteligencia artificial en la radiología: ¿Qué piensan los estudiantes? *Universidad de Murcia*.

https://webs.um.es/mab/miwiki/lib/exe/fetch.php?media=monografia_apurf_2023_a_nnia_morales_v2.pdf

Murillo, S., Márquez, C., & Segura, B. (2015). Impacto de IoT en la prevención, asistencia, detección y rehabilitación de pacientes con deterioro cognitivo: una revisión.

Revista Colombiana de Rehabilitación, 15(1), 1–10.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-83672015000100004

Paganelli, A., Velmovitsky, P., Miranda, P., Branco, A., Alencar, P., Cowan, D., Endler, M., & Morita, P. (2022). Una arquitectura conceptual de alerta temprana basada en IoT para la monitorización remota de pacientes con COVID-19. *Internet of Things*, 18, 100399. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2021.100399>

Quiroz, A., Acosta, G., & Torres, R. (2021). Diseño de un sistema IoT para el monitoreo de la presión arterial. *Revista EIA*, 18(35), 1–15.

<https://doi.org/10.24050/reia.v18i35.1474>

Quiroga, D., Baquero, A., Ballesteros, D., Aya, P., Bernal, H., Sarmiento, J., Córdoba, N., Beltrán, A., Núñez, A., & Perdomo, O. (2019). Sistema basado en Internet de las Cosas (IoT) para la monitorización en tiempo real de variables de temperatura y humedad en un equipo de refrigeración de área de farmacia de un hospital de cuarto nivel [Contribución a conferencia]. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería – ACOFI. Universidad del Rosario*.

<https://pure.urosario.edu.co/es/publications/sistema-basado-en-internet-de-las-cosas-iot-para-la-monitorizaci%C3%B3/>

- Rodríguez, R. (2022). Internet de las cosas, salud pública y pandemias. *Salud Uninorte*, 38(1). <https://doi.org/10.14482/sun.38.1.614.4>
- Roque, R., Guerra, R., & Torres, R. (2018). Gestión integrada de seguridad del paciente y calidad en servicios de salud. *Revista Cubana de Salud Pública*, 44(3).
<https://www.redalyc.org/journal/1804/180459978016/html/>
- Salinas, A., Paz, Y., Jaramillo, Y., Giraldo, S., & Ruiz, A. (2025). Internet de las Cosas (IoT) y los sistemas interconectados para mejorar la seguridad del paciente, a través de la monitorización continua y la automatización de alertas en tiempo real. *Repositorio UNAD*. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/77861>
- Sánchez, P. (2019). Internet de las cosas y seguridad en hospitales. *Hospitecnia*.
<https://hospitecnia.com/tecnologia/iot-internet-de-las-cosas/iot-seguridad-hospitales/>
- Sanmartín, P., Ávila, K., Vilora, C., & Jabba, D. (2016). Internet of Things and Home-Centered Health. *Revista SUN*, 32(2), 895–910.
<https://doi.org/10.14482/sun.32.2.8954>
- Sonavane, A., Khamparia, A., & Gupta, D. (2023). Revisión sistemática sobre Internet de las cosas médicas: técnicas, problemas abiertos y direcciones futuras. *Salud by Díaz*.
<https://saludbydiaz.com/2023/07/16/una-revision-sistemica-sobre-internet-de-las-cosas-medicas-tecnicas-problemas-abiertos-y-direcciones-futuras>
- Song, L., Lan, H., Du, J., Wang, K., & Kang, W. (2025). Application of intelligent IoT technology in the security monitoring system of power IoT network.
<https://doi.org/10.1007/s43926-025-00107-7>
- Souza, L., Silva, I., Marques, A., Silva, F., Nunes, V., Hassan, M., Albuquerque, V., & Rebouças, P. (2020). Internet de las cosas médicas: enfoque IoT con aprendizaje

profundo para segmentación de TC de pulmón.

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7727680/>