

Redes LiFi en hospitales: una alternativa segura y eficiente para la conectividad inalámbrica en entornos clínicos

LiFi networks in hospitals: a safe and efficient alternative for wireless connectivity in clinical environments

Santiago Ismael Vacacela Iturralde ¹ 

¹ Instituto Tecnológico Superior Quito Metropolitano. Carán N3-195 y Calle B (Nueva Tola 2) Quito, Ecuador;
savacacela@itsqmet.edu.ec

Resumen: La creciente demanda de conectividad inalámbrica en hospitales ha evidenciado las limitaciones del Wifi especialmente en áreas críticas donde la interferencia electromagnética puede afectar los equipos médicos y la seguridad del paciente. Este estudio analiza la viabilidad de implementar redes Lifi mediante una evaluación teórica basada en criterios como seguridad electromagnética, velocidad de transmisión, compatibilidad hospitalaria y relación costo-beneficio. Se aplicó una metodología descriptiva y documental, con análisis comparativo e identificación de zonas hospitalarias sensibles. Los resultados indican que Lifi ofrece ventajas clave frente al Wifi especialmente en quirófanos, unidades de cuidados intensivos y áreas de imagenología, por su baja interferencia y alta velocidad. Además, más del 70 % de los espacios analizados presentan un alto grado de criticidad, lo que respalda la necesidad de una tecnología más segura. Aunque no se realizaron pruebas experimentales, la evidencia teórica respalda a Lifi como una opción viable y estratégica para mejorar la conectividad hospitalaria en Ecuador.

Palabras clave: LiFi; interferencia; conectividad hospitalaria; electromagnética.

Abstract: The growing demand for wireless connectivity in hospitals has highlighted the limitations of Wi-Fi, especially in critical areas where electromagnetic interference can affect medical equipment and patient safety. This study analyzes the feasibility of implementing LiFi networks through a theoretical evaluation based on criteria such as electromagnetic safety, transmission speed, hospital compatibility, and cost-benefit ratio. A descriptive and documentary methodology was applied, with comparative analysis and identification of sensitive hospital areas. The results indicate that LiFi offers key advantages over Wi-Fi, especially in operating rooms, intensive care units, and imaging areas, due to its low interference and high speed. In addition, more than 70% of the spaces analyzed are highly critical, supporting the need for safer technology. Although no experimental tests were conducted, theoretical evidence supports LiFi as a viable and strategic option for improving hospital connectivity in Ecuador.

Keywords: LiFi; interference; hospital connectivity; electromagnetic.

ÉLITE 2025, Vol. 7. Núm. 2
ISSN: 2600-5875

Recibido: 24/08/2025
Revisado: 12/09/2025
Aceptado: 14/09/2025
Publicado: 20/09/2025

I. INTRODUCCIÓN

Para superar las deficiencias de los sistemas de salud tradicionales se están introduciendo tecnologías de la información y la comunicación que posibilitan nuevos servicios de salud como la monitorización remota. Los futuros sistemas de salud lograrán una atención sanitaria generalizada, proporcionando servicios de calidad a los pacientes, las comunicaciones inalámbricas deben basarse en tecnologías robustas, seguras y adaptadas a los desafíos que representan los entornos hospitalarios (Acakpo-Addra et al., 2022).

En la actualidad, las tecnologías de comunicación inalámbrica son un pilar fundamental en entornos hospitalarios permitiendo el acceso en tiempo real a historiales médicos, monitoreo remoto de pacientes. Tradicionalmente, estas redes se basan en tecnologías Wifi o Bluetooth las cuales operan en el espectro radioeléctrico, sin embargo, estas tecnologías presentan limitaciones en entornos hospitalarios críticos debido a la posible interferencia electromagnética con equipos médicos sensibles como monitores cardiacos, tomógrafos o sistemas de resonancia magnética.

La red LiFi o “light Fidelity” es una tecnología pionera que incorpora comunicación inalámbrica de alta velocidad e iluminación mediante diodos emisores de luz (LED) LiFi representa un modelo de comunicación inalámbrica con un intercambio de datos a alta velocidad ampliando así el concepto de comunicación por luz visible o llamado también (VLC) para lograr un intercambio de datos inalámbrico completamente en red y una estructura bidireccional (Arunkumar & Thanasekhar, 2024).

Ante estos escenarios ha surgido esta alternativa del LiFi, ya que se considera una de las tecnologías más prometedoras para entornos hospitalarios debido a su capacidad de transmitir datos sin generar interferencias electromagnéticas, en diversos estudios han resaltado su potencial para mejorar la conectividad en espacios críticos, ya que al trabajar con fuentes luminosas garantiza un alto nivel de seguridad y de estabilidad y según investigaciones recientes se ha demostrado que el LiFi puede alcanzar velocidades superiores al WiFi tradicional además de ofrecer ventajas en términos de eficiencia energética y sobre todo baja latencia.

En muchos hospitales de Latinoamérica presenta limitaciones en la infraestructura tecnológica que representa una barrera importante para la transformación digital del sector salud y a pesar de los

esfuerzos por implementar sistemas informáticos hospitalarios persisten deficiencias en la conectividad inalámbrica, segmentación de redes, disponibilidad de servidores y protección de datos sensibles. Estas debilidades afectan directamente procesos esenciales como el acceso a tiempo real a historiales clínicos, la interoperabilidad entre áreas médicas y el funcionamiento de dispositivos biomédicos que requieren comunicación continua en este contexto la falta de inversión y la falta de capacitación del personal técnico y la dependencia de redes wifi en zonas críticas generan vulnerabilidades tanto operativas como de seguridad esto limita las tecnologías emergentes como el 5g o el LiFi las cuales podrían transformar radicalmente la forma en la que se gestionan los datos médicos y presta de atención hospitalaria (Piedra-Peña & Prior, 2023).

En Ecuador muchos hospitales enfrentan limitaciones en su infraestructura tecnológica sobre todo en la conectividad inalámbrica, una de las principales causas de estos problemas es el uso de las redes WiFi en áreas donde la radiación electromagnética puede interferir con el funcionamiento de equipos médicos sensibles como monitores cardiacos, bombas de infusión o sistemas de imagenología estas zonas conocidas como áreas sensibles o entornos críticos se caracterizan por requerir niveles mínimos de interferencia para garantizar la precisión y seguridad en los procedimientos clínicos como efecto esta situación limita la posibilidad de digitalizar completamente los procesos hospitalarios en espacios donde más se necesita precisión y conectividad estable y seguridad electro médica lo que compromete tanto la eficiencia operativa como la calidad del servicio médico.

¿Puede la tecnología LiFi representar una solución viable, segura y funcional para mejorar la conectividad inalámbrica en hospitales mitigando las limitaciones del Wifi en entornos clínicos críticos?

El presente estudio tiene como objetivo analizar la viabilidad técnica y el impacto funcional de la implementación de redes LiFi para hospitales matriz de valoración de criterios de requerimientos funcionales.

II. METODOLOGÍA

2.1 Tipo de estudio

El presente estudio es de tipo documental, descriptivo y aplicado porque se basa en el análisis de literatura científica, normativa técnica para evaluar la viabilidad de implementar redes LiFi en hospitales ecuatorianos

en el desarrollo de este artículo no se contempla el desarrollo de pruebas experimentales debido a las limitaciones logísticas y éticas que implica intervenir en infraestructuras hospitalarias da que la manipulación directa en redes en entornos clínicos puede comprometer la operación médica es por eso que se optó por un enfoque teórico y propositivo que permita establecer criterios claros para futuras aplicaciones reales.

2.2 Criterios de evaluación

Para analizar la factibilidad y aplicabilidad de las redes LiFi como solución inalámbrica en entornos hospitalarios se han establecido cuatro criterios técnicos que son clave todos ellos definidos a partir de las fuentes bibliográficas y técnicas consultadas y son las siguientes:

La seguridad electromagnética se toma como criterio porque se evalúa la capacidad de la tecnología LiFi para operar sin generar interferencias que afecten el funcionamiento de equipos médicos sensibles, un aspecto crítico en áreas hospitalarias donde se requiere alta precisión y estabilidad en los dispositivos clínicos.

Se analiza la velocidad de transmisión, tasa de transferencia de datos y la latencia en la comunicación así comparando el rendimiento de LiFi frente a tecnologías tradicionales como Wifi, especialmente en aplicaciones que demandan transmisión en tiempo real.

La compatibilidad hospitalaria se considera en el grado de integración de la tecnología LiFi con la infraestructura hospitalaria existente. Este criterio contempla tanto la estabilidad operativa como la facilidad de implementación en distintos espacios del centro de salud.

Finalmente, en el coste-beneficio se realizará un análisis preliminar que considere la inversión inicial requerida para la instalación de la red LiFi, así como sus beneficios a largo plazo, incluyendo aspectos como el ahorro energético, mantenimiento y escalabilidad.

Estos criterios permitirán una evaluación integral de la viabilidad técnica y económica del uso de redes LiFi en hospitales, considerando tanto las condiciones tecnológicas actuales como las necesidades específicas del entorno clínico.

2.3 Diseño Metodológico

El diseño metodológico del estudio se desarrolló en cinco fases:

1. Revisión bibliográfica sistemática de literatura científica entre 2020 hasta fechas actuales sobre redes LiFi y su uso en contextos hospitalarios.
2. Comparación técnica de especificaciones entre tecnologías inalámbricas de lifi y wifi en términos de velocidad, cobertura y compatibilidad electromagnética
3. Análisis de riesgos electromagnéticos asociados al uso de tecnologías convencionales en áreas médicas sensibles, mediante fuentes biomédicas y guías de la OMS.
4. Evaluación cualitativa del impacto esperado de su adopción en el sistema hospitalario público, considerando el contexto tecnológico del país.

Este diseño metodológico busca garantizar la coherencia del análisis facilitar la replicabilidad en otros entornos de la salud cabe recalcar que en este estudio no se contempla pruebas de campo como se lo menciono anteriormente sino una evaluación teórica de su implementación en hospitales haciendo énfasis en las áreas críticas.

2.4 Fuentes de información

Se emplearon tanto fuentes primarias como secundarias para el desarrollo de este estudio. Entre ellas se incluyen artículos científicos indexados en bases de datos especializadas como IEEE Xplore, Google Scholar y SpringerLink, los cuales aportaron evidencia actualizada sobre las tecnologías inalámbricas aplicadas en entornos hospitalarios así mismo se consideraron normativas internacionales emitidas por organismos como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) específicamente en lo referente a la compatibilidad electromagnética en ambientes clínicos, además, se revisó documentación técnica proporcionada por documentación que está especializada en el desarrollo de soluciones LiFi tales como Signify, pureLiFi y VLNComm con el fin de comprender las características técnicas y aplicaciones prácticas de esta tecnología. Finalmente, se consultaron informes regionales sobre el estado actual de la digitalización hospitalaria en Ecuador y América Latina, que permitieron contextualizar la viabilidad y

necesidades tecnológicas de los centros de salud en la región.

2.5 Limitaciones metodológicas

Entre las principales limitaciones se encuentra la escasa documentación sobre casos de uso de redes Lifi en América Latina y la falta de experiencias locales lo cual obliga a inferir a datos en contextos internacionales además de tratarse de un análisis teórico no se incluye resultados en campo.

III. RESULTADOS

Se presentan los resultados obtenidos del análisis comparativo entre tecnologías inalámbricas en entornos hospitalarios, este estudio se basó en fuentes técnicas y científicas de años recientes evaluando los criterios clave como seguridad electromagnética, velocidad de transmisión, compatibilidad con áreas críticas y la relación coste-beneficio.

3.1 Tecnología Wifi

Tabla 1. Criterios de evaluación de las redes LiFi en hospitales

Criterio	Descripción	Año
Seguridad electromagnética	Alto nivel de interferencia puede afectar equipos médicos sensibles	(2024)
Velocidad de transmisión	150–600 Mbps promedio, dependiendo del estándar	(2024)
Compatibilidad hospitalaria	Alta compatibilidad estructural, pero riesgo de interferencia en zonas críticas	(2024)
Costo-beneficio	Bajo costo de implementación inicial, pero alta demanda energética y problemas de congestión en red	(2022)

Fuente: *Elaboración propia*

La evaluación de la tecnología Wifi en los entornos hospitalarios revela diversas implicaciones técnicas según criterios establecidos. En cuanto a la seguridad electromagnética presenta un alto nivel de interferencia lo cual supone un riesgo significativo en

áreas donde operen equipos médicos sensibles lo cual es de preocupación especialmente en zonas de cuidados intensivos, quirófanos o laboratorios de imagenología donde se requiere estabilidad y precisión en el funcionamiento de los dispositivos.

Con respecto a la velocidad de transmisión en el cual la tecnología wifi tiene una tasa promedio de 150 a 600 Mbps dependiendo del estándar implementado estas velocidades permiten una transferencia de datos eficiente para muchas aplicaciones clínicas pueden ser ineficientes en situaciones de alta demanda lo que puede generar cuellos de botella y ralentizaciones en la red.

En el tercer criterio muestra que la tecnología wifi tiene una alta compatibilidad estructural y que para su implementación no requiere modificaciones físicas significativas en la estructura existentes, sin embargo, como se mencionó anteriormente el riesgo de interferencia en zonas críticas conlleva el riesgo de interferencia lo cual limita su aplicación segura en todos los espacios del hospital especialmente donde se requiera un entorno libre de interferencias.

En cuanto al cuarto criterio el wifi presenta un bajo coste de implementación inicial lo cual lo hace accesible para muchas instituciones no obstante este beneficio económico se ve afectado por su alta demanda energética y por los frecuentes problemas de congestión en la red que pueden reducir la eficiencia operativa en general del hospital en procesos que dependen de una conectividad continua y estable.

3.2 Tecnología LiFi

Tabla 2. Otros criterios de evaluación de las redes LiFi en hospitales

Criterio	Descripción	Año
Seguridad electromagnética	No genera interferencia electromagnética	(2021)
Velocidad de transmisión	Hasta 1 Gbps en condiciones óptimas; baja latencia	(2023)
Compatibilidad hospitalaria	Requiere línea de visión directa; adecuada para entornos controlados como quirófanos o UCI	(2020)
Costo-beneficio	Mayor inversión inicial, pero ofrece ahorro	(2020)

	energético y mayor seguridad a largo plazo	
--	--	--

Fuente: *Elaboración propia*

En el análisis de la tecnología Lifi se observa un desempeño notable frente a los criterios técnicos propuestos en primer lugar con respecto a la seguridad electromagnética esta tecnología se destaca significativamente al no generar interferencia lo que la convierte en una solución ideal para espacios donde operan equipos de alta sensibilidad esta característica representa una ventaja crucial frente a otras tecnologías inalámbricas tradicionales.

En cuanto a la velocidad de transmisión el LiFi puede alcanzar hasta 1 Gbps en condiciones óptimas superando en muchos casos a las velocidades promedio ofrecidas por redes Wifi además de que su baja latencia favorece a la transmisión de datos en tiempo real lo cual es esencial para las aplicaciones médicas críticas como la monitorización de pacientes, el acceso instantáneo a historiales clínicos y la transmisión de imágenes diagnósticas en alta resolución.

Con respecto a la compatibilidad hospitalaria esta tecnología presenta una característica técnica relevante requiere línea de visión directa entre el emisor y receptor lo cual limita su uso en áreas con muchos obstáculos o movimiento constante, sin embargo, esta misma característica la hace altamente adecuada para entornos controlados donde la disposición del espacio y el orden permiten mantener la eficiencia de la transmisión lumínica.

En el análisis del costo-beneficio se identifica que la implementación de Lifi implica una mayor inversión inicial en infraestructura y equipos especializados no obstante este costo se compensa a largo plazo gracias al ahorro energético la mayor seguridad en la transmisión de datos y la reducción de riesgos por interferencia lo cual lo convierte en una opción estratégica para la modernización de hospitales con visión a futuro.

3.3 Gráfico comparativo de Wifi y Lifi entornos hospitalarios

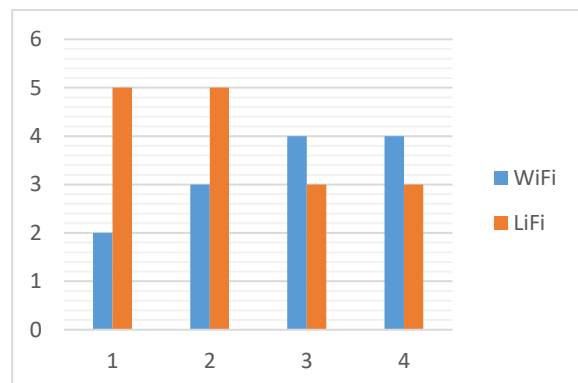


Figura 1. Comparación de criterios de desempeño entre Wifi y LiFi

El gráfico expone una representación comparativa entre las dos tecnologías con los criterios anteriormente mencionados para este análisis cada tecnología fue calificada en una escala del 1 al 5 donde la puntuación más alta indica un mejor desempeño en el criterio respectivo.

En cuanto a la seguridad electromagnética la tecnología Lifi alcanza la puntuación máxima lo que evidencia su capacidad para operar sin generar interferencias, por el contrario, el Wifi presenta una baja calificación debido a producir perturbaciones electromagnéticas en áreas clínicas sensibles. Con respecto a la velocidad de transmisión Lifi también sobresale con la calificación más alta lo cual se justifica por su capacidad de alcanzar velocidades de 1 Gbps y mantener una baja latencia mientras tanto que el Wifi obtiene una puntuación intermedia lo que refleja un rendimiento variable en función del estándar utilizado.

En cambio, el análisis de compatibilidad hospitalaria la tecnología Wifi presente una leve ventaja con una cobertura más amplia, pero la tecnología lifi, aunque limitado por su necesidad por mantener línea de visión entre emisor y receptor resulta ser más apropiado para espacios controlados. Finalmente, en lo que respecta al criterio de costo beneficio ambas tecnologías obtienen una calificación similar, pero en este criterio destaca el Wifi por su bajo coste de implementación al contrario de su contraparte el Lifi que a pesar de que requiere una inversión más alta ofrece ventajas a largo plazo.

3.4 Áreas sensibles por la interferencia de RF

Tabla 3. Evaluación del riesgo por interferencia de RF en áreas hospitalarias y niveles de protección requeridos.

Área Hospitalaria	Equipos Médicos Involucrados	Riesgo por Interferencia RF	Nivel de Protección Requerido
Unidad de Cuidados Intensivos (UCI)	Monitores cardíacos, respiradores, bombas de infusión, sistemas de monitorización continua	Alto	Nivel 3
Sala de Imagenología	Resonadores magnéticos (MRI), tomógrafos, equipos de rayos X, PACS	Muy alto	Nivel 3
Quirófanos	Lámparas quirúrgicas, electrobisturí, sistemas de anestesia, robots quirúrgicos	Alto	Nivel 3
Laboratorios	Analizadores automáticos, microscopios electrónicos, centrifugadoras	Medio	Nivel 2
Farmacia Hospitalaria	Sistemas de dispensación automática	Medio	Nivel 2
Urgencias	Desfibriladores, monitores portátiles, equipos de diagnóstico rápido	Medio	Nivel 2
Neonatología	Incubadoras, monitores neonatales, sistemas de fototerapia	Alto	Nivel 3
Hemodinámica	Equipos de angiografía, sistemas de monitorización hemodinámica	Muy alto	Nivel 3

Fuente: *Elaboración propia*

La tabla detalla diversas áreas hospitalarias clasificadas según el nivel de riesgo por interferencia electromagnética que enfrentan y el nivel de protección requerido en función del tipo de equipos médicos involucrados, se evidencia que ciertas zonas críticas como la unidad de cuidados intensivos, los quirófanos, la sala de imagenología y la unidad de

neonatología son las que más presentan riesgo de sufrir por la interferencia electromagnética por la presencia de equipos altamente sensibles en consecuencia estas áreas requieren un nivel de protección 3 que es el nivel de clasificación más alto lo cual implica la necesidad de medidas estrictas para garantizar la integridad del funcionamiento clínico y la seguridad del paciente.

En el caso particular de la sala de imagenología y el área de hemodinámica se destacan porque aquí se encuentran los equipos más sensibles, ya que los mismos se ven afectados por las señales de radiofrecuencia, estos entornos son críticos en donde las soluciones de conectividad deben de garantizar compatibilidad electromagnética absoluta tal como lo proporciona la red Lifi.

Por otra parte, las zonas como laboratorio, farmacias hospitalarias y servicios de urgencias se clasifican con un riesgo medio, ya que si bien se utiliza tecnología electrónica sofisticada no están expuestas de forma constante a interferencias de alto impacto por ello estas áreas requieren un nivel de protección 2 que permite una mayor flexibilidad en el uso de tecnologías inalámbricas convencionales siempre que se tomen las debidas precauciones.

3.5 Tabla de porcentajes de áreas sensibles del hospital

Tabla 4. Evaluación de la sensibilidad de áreas hospitalarias y justificación técnica.

Área Hospitalaria	Porcentaje de sensibilidad	Justificación
Sala de Imagenología	95%	Equipos como resonadores magnéticos y tomógrafos son extremadamente sensibles a cualquier interferencia electromagnética.
Hemodinámica	90%	Equipos de angiografía y monitorización invasiva requieren entornos libres de ruido RF.
Quirófanos	85%	Electrobisturíes, robots quirúrgicos y sistemas de anestesia pueden fallar por interferencias.
Unidad de Cuidados Intensivos (UCI)	80%	Monitores cardíacos y respiradores son críticos; interferencias podrían alterar su funcionamiento.
Neonatología	75%	Incubadoras y monitores neonatales son sensibles a perturbaciones electromagnéticas.

Urgencias	60%	Aunque hay equipos portátiles, algunos sistemas (como desfibriladores) son prioritarios.
Laboratorios	55%	Analizadores automáticos pueden verse afectados, pero no suelen ser críticos en tiempo real.
Farmacia Hospitalaria	50%	Robots de dispensación son importantes, pero menos sensibles que equipos de vida crítica.

Fuente: *Elaboración propia*

Para determinar el nivel de sensibilidad a interferencias electromagnéticas en diversas áreas hospitalarias se empleó una metodología basada en tres criterios que son criticidad del equipo involucrado, vulnerabilidad de la interferencia de radiofrecuencia y necesidad de funcionamiento en tiempo real. A cada criterio se le asignó una puntuación en una escala del 1 al 5 que representa el mayor nivel de exigencia y riesgo, la suma de estas puntuaciones da un máximo de 15 puntos posibles por área fue posteriormente transformada a porcentaje mediante una regla de tres permitiendo así representar de manera cuantitativa el nivel de sensibilidad de cada espacio clínico frente a posibles interferencias.

Una vez aplicando este modelo se tiene como resultado que la sala de imagenología obtuvo el porcentaje más alto por los equipos que son sensibles a la interferencia, a este le sigue el área de hemodinámica en donde los equipos de angiografía y monitorización invasiva requieren entornos libres de interferencia para poder garantizar la precisión diagnóstica. Con respecto a los quirófanos la presencia de equipos de monitoreo y equipos de anestesia esta área obtiene una alta calificación, ya que cualquier fallo por interferencia podría comprometer directamente la seguridad del paciente.

La unidad de cuidados intensivos refleja un 80% de calificación reflejando la criticidad de dispositivos como monitores cardíacos y respiradores que deben de operar de forma estable y continua como en el área de neonatología donde se emplean incubadoras y sistemas de fototerapia indicando una alta sensibilidad aunque en menor porcentaje a diferencia de las anteriores áreas mientras que en urgencias se evidencia una sensibilidad intermedia si bien alberga equipos prioritarios como desfibriladores la naturaleza móvil y no continua de su operación reduce el riesgo relativo.

Los laboratorios y la farmacia hospitalaria presentan los niveles más bajos de sensibilidad en estos espacios, aunque los equipos pueden ser afectados por interferencias de la radiofrecuencia, generalmente no realizan funciones críticas en tiempo real o vitales por la supervivencia.

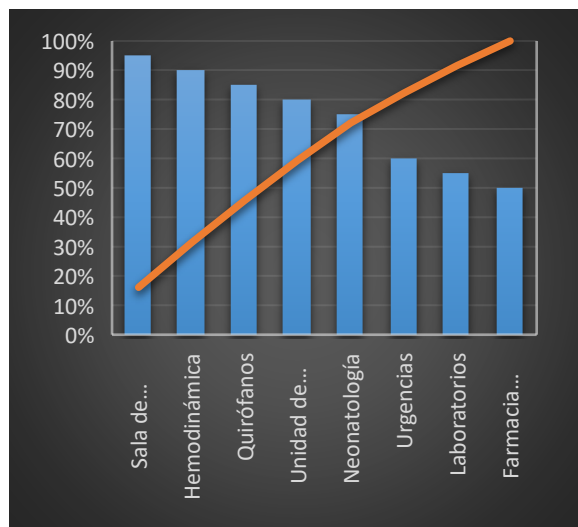


Figura 2. *Análisis de Pareto de las áreas hospitalarias según nivel de incidencia.*

En este tipo de gráfica permite evidenciar con claridad como la sensibilidad disminuye progresivamente desde las áreas altamente críticas hasta las zonas menos sensibles aunque todas siguen siendo relevantes en términos de seguridad electromagnética, además el gráfico ofrece una base visual que valida los criterios utilizados para la orientación de áreas sensibles y respalda la necesidad de enfocar las estrategias de conectividad inalámbrica en función del nivel de criticidad técnica de cada entorno clínico.

IV. DISCUSIÓN

Los resultados del estudio respaldan la viabilidad de implementar las redes Lifi en ambientes hospitalarios basándose en tres ejes principales como la comparativa tecnológica, sensibilidad de las áreas y el porcentaje de criticidad.

El análisis comparativo revela que el Lifi ofrece claras ventajas sobre el Wifi en cuanto a seguridad electromagnética y velocidad de transmisión que son factores fundamentales en los entornos hospitalarios y en particular el Lifi obtuvo la máxima puntuación en seguridad lo que indica su viabilidad para operar sin interferencias en áreas clínicas críticas.

Este hallazgo coincide con un estudio desarrollado por Al-Khafaji quienes diseñaron un sistema de atención médica inteligente basado en Lifi y IoT en el hospital de Imam Al-Sadiq en la ciudad de Babilonia ellos concluyeron que el Lifi pueden transmitir señales biomédicas de manera eficaz sin interferencia electromagnética incluso bajo distintas condiciones de canal y ruido ambiental (Abdali et al., 2023). Esto refuerza la validez de los resultados teóricos al demostrar que el Lifi no solo es viable en términos técnicos sino también en aplicaciones reales y prácticas.

La identificación de áreas críticas en hospitales susceptibles a interferencias electromagnéticas es fundamental para evaluar la viabilidad de implementar tecnologías inalámbricas alternativas, en este estudio se clasificaron ocho áreas hospitalarias según su nivel de riesgo por interferencia estableciendo así los niveles de protección requerida en este caso los resultados indicaron que la sala de imagenología, la unidad de hemodinámica y los quirófanos presentan los niveles más altos de sensibilidad, ya que cualquier interferencia en estos entornos podría alterar significativamente la calidad diagnóstica o incluso comprometer la seguridad del paciente.

Estos hallazgos coinciden con investigaciones realizadas en hospitales de Turquía, donde se llevaron a cabo mediciones cuantitativas de campos electromagnéticos ambientales en diversas zonas hospitalarias. Dicho estudio destacó que las áreas de imagenología y cuidados intensivos registran los niveles más elevados de exposición a ruido electromagnético lo que puede provocar comportamientos anómalos en equipos médicos debido a la presencia de dispositivos emisores de RF como redes Wifi, teléfonos móviles o equipos externos no controlados, ante este escenario, los autores recomiendan la implementación de medidas correctivas y preventivas así respaldando la necesidad de adoptar alternativas de comunicación más seguras como Lifi en entornos médicos críticos (Kurnaz & Aygun, 2020).

En este estudio ha evidenciado las ventajas técnicas de la tecnología Lifi como una solución eficaz ante los riesgos de interferencia también es necesario considerar las limitaciones señaladas en la literatura reciente Badeel en su revisión sobre las aplicaciones médicas de las tecnologías ópticas inalámbricas que advierten que la implementación de Lifi en entornos clínicos aún enfrenta obstáculos significativos porque una de las principales preocupaciones radica en su dependencia de una línea de visión directa entre emisor y receptor lo cual representa una limitación

importante en espacios hospitalarios donde el personal y el equipo médico están en constante movimiento además que la funcionalidad de Lifi se ve comprometida en condiciones de baja iluminación o cuando las luminarias están apagadas lo cual podría interferir con su continuidad operativa en situaciones clínicas de atención nocturna (lifi, 2025).

Estos planteamientos permiten matizar los resultados de esta investigación y destacan la importancia de considerar un enfoque gradual y complementario para la implementación de las redes Lifi especialmente en los sectores de salud públicos porque cuentan con recursos limitados en consecuencia se refuerza la necesidad de llevar estudios controlados y desarrollar protocolo híbridos que combinen la tecnología Lifi con otras y diseñar estrategias de adaptación que contemplen la variabilidad de las condiciones clínicas reales antes de su despliegue a gran escala.

V. CONCLUSIONES

Este estudio permitió evidenciar la tecnología Lifi representa una alternativa viable y segura para mejorar la conectividad inalámbrica en hospitales sobre todo en áreas críticas en los hallazgos destacan que Lifi ofrece ventajas y en cuanto a la estabilidad, seguridad y reducción de interferencias la convierte en una opción prometedora asimismo el análisis por áreas hospitalarias permitió establecer un criterio de priorización para su implementación orientado a maximizar la eficiencia tecnológica sin comprometer la operatividad médica, pero también se identificaron limitaciones asociadas a los aspectos estructurales y condiciones de uso que deben de considerarse antes de su adopción generalizada.

Se concluye que la tecnología Lifi no sustituye completamente a otras tecnologías, si puede integrarse como una solución complementaria altamente beneficiosa en hospitales, siempre que se planifique con base en criterios técnicos y funcionales previamente definidos.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda considerar la tecnología Lifi como una solución complementaria al Wifi, priorizando su implementación en las áreas críticas que se mencionaron en este estudio en donde su sensibilidad a interferencias es alta.

Para facilitar el cambio de tecnologías se recomienda realizar estudios de factibilidad específicos en cada institución, ya que no en todas se dará el mismo caso así mismo promover alianzas con proveedores

tecnológicos especializados además es fundamental capacitar al personal técnico y médico sobre el funcionamiento y beneficios de esta tecnología.

Para futuras investigaciones que exploren experiencias prácticas de implementación en los entornos hospitalarios reales para validar los beneficios teóricos identificados en este estudio.

REFERENCIAS

1. Abdali, M. R., Murdas, I. A., Al-Sady, H. A., & Baqir, Z. M. (2023). Performance Evaluation of Smart Healthcare Monitoring System Using Li-Fi Technology. 2023 Second International Conference on Advanced Computer Applications (ACA), 135-141. <https://doi.org/10.1109/ACA57612.2023.10346614>
2. Acakpo-Addra, N. C., Wu, D., & Okine, A. A. (2022). Channel Allocation for Medical Extra-WBAN Communications in Hybrid LiFi-WiFi Networks. Communications and Networking, 182-191. https://doi.org/10.1007/978-3-030-99200-2_15
3. Arunkumar, R., & Thanasekhar, B. (2024). Heterogeneous Lifi-Wifi with multipath transmission protocol for effective access point selection and load balancing. Wireless Networks, 30(4), 2423-2437. <https://doi.org/10.1007/s11276-024-03657-w>
4. Behera, S. K., M, K., A, A. D., M, E. S., & Affan A, M. A. (2023). Enhancing Healthcare with Li-Fi Technology. 2023 Intelligent Computing and Control for Engineering and Business Systems (ICCEBS), 1-5. <https://doi.org/10.1109/ICCEBS58601.2023.10449057>
5. Domakonda, P., Bastian, G. G., Azpúrua, M. A., Fernandez-Chimeno, M., & Silva, F. (2024). Analyzing Electromagnetic Interference Effects in Wireless Healthcare Equipment and Environments. 2024 International Symposium on Electromagnetic Compatibility – EMC Europe, 750-755. <https://doi.org/10.1109/EMCEurope59828.2024.10722522>
6. Kurnaz, C., & Aygun, T. (2020). Exposure assessment of radio frequency electromagnetic field levels in hospitals of Samsun Province, Turkey.

Environmental Science and Pollution Research, 27(27), 34005-34017. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09669-1>

7. Li, C., Wang, J., Wang, S., & Zhang, Y. (2024). A review of IoT applications in healthcare. Neurocomputing, 565, 127017. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2023.127017>
8. lifi. (2025, abril 9). Investigación y desarrollo de LiFi en el sector sanitario: Transformando la tecnología médica - LiFi - La conectividad está evolucionando. <https://navtechno.in/lifi-research-healthcare-medical-technology/>
9. Mana, S. M., Hellwig, P., Hilt, J., Bober, K. L., Jungnickel, V., Hirmanova, K., Chvojka, P., Janca, R., & Zvanovec, S. (2020). LiFi Experiments in a Hospital. 2020 Optical Fiber Communications Conference and Exhibition (OFC), 1-3. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9083114>
10. Mohsan, S. A. H., & Amjad, H. (2021). A comprehensive survey on hybrid wireless networks: Practical considerations, challenges, applications and research directions. Optical and Quantum Electronics, 53(9), 1-56. <https://doi.org/10.1007/s11082-021-03141-1>
11. Piedra-Peña, J., & Prior, D. (2023). Analyzing the effect of health reforms on the efficiency of Ecuadorian public hospitals. International Journal of Health Economics and Management, 23(3), 361-392. <https://doi.org/10.1007/s10754-023-09346-z>
12. Sachin, B. M., & Sarvagya, M. (2024). Exploring mmWave-Based LPWAN Technologies in WBAN for Remote Healthcare Monitoring. 2024 Second International Conference on Networks, Multimedia and Information Technology (NMITCON), 1-8. <https://doi.org/10.1109/NMITCON62075.2024.10698902>
13. Taleb, H., Nasser, A., Andrieux, G., Charara, N., & Motta Cruz, E. (2022). Energy consumption improvement of a healthcare monitoring system: Application to LoRaWAN. IEEE Sensors Journal, 22(7), 7288-7299. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2022.3150716>