



## Análisis de una red inalámbrica bajo el estándar wi-fi 6 gestionado con SDN: caso de estudio LABOMEDICA

*Analysis of a Wi-Fi 6 Wireless Network Managed with SDN: LABOMEDICA Case Study*

Mariela Paola Espinoza Martínez\*

[mariela.espinozam@ug.edu.ec](mailto:mariela.espinozam@ug.edu.ec)

Fausto Raúl Orozco Lara\*

[fausto.orozcol@ug.edu.ec](mailto:fausto.orozcol@ug.edu.ec)

Ariana Betsaida Vásquez Díaz\*

[ariana.vasquezdi@ug.edu.ec](mailto:ariana.vasquezdi@ug.edu.ec)

Mario David Hernández Ponce\*

[mario.hernandezpon@ug.edu.ec](mailto:mario.hernandezpon@ug.edu.ec)

Willian Andrés Rodríguez López\*

[willian.rodriguezl@ug.edu.ec](mailto:willian.rodriguezl@ug.edu.ec)

\*Universidad de Guayaquil, Ecuador.

Recibido: 01/06/2025-Aceptado: 07/08/2025.

Correspondencia: [mariela.espinozam@ug.edu.ec](mailto:mariela.espinozam@ug.edu.ec)

### RESUMEN

Este artículo surge como producto final del trabajo de titulación que tiene como tema Análisis de una red inalámbrica bajo el estándar wi-fi 6 gestionado con SDN: caso de estudio LABOMEDICA, la cual presenta serios desafíos con su actual red Wi-Fi, incluyendo congestión en áreas de alta densidad y una gestión de infraestructura compleja, lo que impide ofrecer servicios que mejoren la experiencia del cliente. Esta situación subraya la necesidad crítica de una modernización tecnológica que no solo resuelva los problemas presentes, sino que también prepare a la organización para las demandas futuras. Para abordar esto, se propone un diseño de red inalámbrica que integra dos tecnologías punteras: Wi-Fi 6 (IEEE 802.11ax) y las Redes Definidas por Software (SDN), utilizando la plataforma de Ruijie Networks. Wi-Fi 6 optimiza el rendimiento en entornos de alta concurrencia, mientras que SDN centraliza y automatiza la gestión, simplificando drásticamente la operación de la red. El objetivo principal de este trabajo es proporcionar un diseño de red integral y validado que funcione como una hoja de ruta para la actualización tecnológica de Labomédica. Este diseño abarca desde un estudio de cobertura para la ubicación óptima de los puntos de acceso, hasta la selección específica del equipo Ruijie y la configuración lógica de la red. Adicionalmente, se planifica la implementación de servicios avanzados, como un portal cautivo para invitados que no solo mejora la experiencia del cliente, sino que también sirve como una herramienta de marketing. La propuesta concluye con un análisis de factibilidad que demuestra la viabilidad técnica, operativa y económica del proyecto, consolidándolo como una solución estratégica y escalable para la organización.

**Palabras clave:** WIFI-6, SDN, Ruijie Networks

### ABSTRACT

*This article is the final product of the thesis on the topic "Analysis of a Wireless Network Using the Wi-Fi 6 Standard Managed with SDN: A LABOMEDICA Case Study." The company faces serious challenges with its current Wi-Fi network, including congestion in high-density areas and complex infrastructure management, which prevents it from offering services that improve the customer experience. This situation underscores the critical need for technological modernization that not only solves current problems but also prepares the organization for future demands. To address this, a wireless network design is proposed that integrates two cutting-edge technologies: Wi-Fi 6 (IEEE 802.11ax) and Software-Defined Networking (SDN), using the Ruijie Networks platform. Wi-Fi 6 optimizes performance in high-concurrency environments, while SDN centralizes and automates management, dramatically simplifying network operation. The main objective of this work is to provide a comprehensive and validated network design that serves as a roadmap for Labomédica's technological upgrade. This design ranges from a coverage study for optimal access point placement to the specific selection of Ruijie equipment and the logical network configuration. Additionally, the implementation of advanced services is planned, such as a captive guest portal that not only improves the customer experience but also serves as a marketing tool. The proposal concludes with a feasibility analysis that demonstrates the technical, operational, and economic viability of the project, consolidating it as a strategic and scalable solution for the organization.*

**Keywords:** Wi-Fi 6, SDN, Ruijie Networks

### Cómo citar

Espinoza Martínez, M. P., Orozco Lara, F. R., Vásquez Díaz, A. B., Hernández Ponce, M. D., & Rodríguez López, W. A. (2025). Análisis de una red inalámbrica bajo el estándar wi-fi 6 gestionado con SDN: caso de estudio LABOMEDICA. GADE: Revista Científica, 5(3), 220-238. <https://doi.org/10.63549/rg.v5i3.706>



## INTRODUCCIÓN

En la era digital actual, la conectividad inalámbrica se ha consolidado como un servicio esencial para el funcionamiento de cualquier organización moderna. Para empresas del sector salud como LABOMEDICA, la red Wi-Fi ha evolucionado de ser una simple comodidad para los visitantes a una herramienta crítica que soporta tanto las operaciones internas del personal como la experiencia de los clientes. Sin embargo, las redes tradicionales a menudo enfrentan serias dificultades para gestionar la creciente densidad de dispositivos, la demanda de mayor ancho de banda y las expectativas de una conexión estable y segura. Este escenario, caracterizado por la saturación del espectro y una administración de red compleja y descentralizada, genera cuellos de botella que impactan negativamente en la productividad y en la percepción de calidad del servicio.

La presente investigación justifica su relevancia al proponer una solución a estos desafíos mediante el diseño de una infraestructura de red de próxima generación. El proyecto se fundamenta en la sinergia de dos tecnologías disruptivas: el estándar Wi-Fi 6

(802.11ax) y la arquitectura de Redes Definidas por Software (SDN). El Wi-Fi 6 está diseñado específicamente para ofrecer un rendimiento superior en entornos de alta densidad, garantizando mayor velocidad y capacidad para cada usuario. Por su parte, la tecnología SDN, a través de la plataforma en la nube de Ruijie Networks, centraliza la gestión, el control y la seguridad de toda la red, permitiendo una administración ágil, proactiva y escalable. La incorporación de servicios avanzados, como portales de acceso personalizados, transforma la red de un centro de costos a una plataforma de valor agregado, capaz de mejorar la interacción con el cliente y ofrecer inteligencia de negocio.

El principal nudo es la probable brecha entre las capacidades limitadas de una red Wi-Fi, en términos de velocidad, capacidad de dispositivos concurrentes y eficiencia en entornos densos y las necesidades crecientes reales de pacientes y personal en un entorno de alto tráfico como la matriz del laboratorio. Esto genera un cuello de botella tecnológico directo.

El desfase tecnológico causa mala experiencia y dificulta la gestión, mientras que la complejidad de gestión



impide optimizar la experiencia y prepararse para el futuro. Abordar estos puntos es esencial para la modernización y eficiencia de LABOMEDICA Matriz, por lo cual, se presenta la tabla 1 de causas y consecuencias de la problemática encontrada.

El objetivo principal de este diseño es aumentar el rendimiento de la Red, mejorando la velocidad de transferencia de datos (throughput), latencia, jitter, capacidad para manejar dispositivos

concurrentes, mientras se mejora también la cobertura de la Red en áreas clave, eliminando zonas muertas de señal, mientras se obtiene gran Fiabilidad de la Conexión, aumentando la percepción de velocidad y estabilidad por parte de pacientes y personal, que serán medibles a través de encuestas o métricas indirectas como reducción de quejas.

**Tabla 1.**

Causas y consecuencias del problema

Causas	Consecuencias
Obsolescencia del Estándar Wi-Fi	Bajo rendimiento general, manifestado en velocidad lenta y latencia alta, junto con la capacidad limitada para manejar múltiples dispositivos simultáneamente (saturación), son indicadores clave de un sistema o red deficiente.
Infraestructura de Red Desactualizada y Gestión No Centralizada	Cobertura deficiente y las conexiones inestables con caídas frecuentes son síntomas de operaciones de red ineficientes y complejas.
Aumento Concurrente de Dispositivos y Ancho de Banda Requerido	Congestión de la red, particularmente durante las horas pico o en áreas concurridas, se manifiesta en la lentitud para acceder a aplicaciones y la dificultad para conectar nuevos dispositivos.
Limitaciones en Seguridad	Operaciones de red ineficientes y complejas y la incapacidad de separar de forma segura las redes de invitados y corporativas/clínicas provocan mayores riesgos de acceso no autorizado y vulnerabilidades, lo que a su vez genera dificultades para cumplir con las normativas de protección de datos.

Fuente: Elaboración de los autores.

Las redes de área local inalámbricas (WLAN) se han vuelto omnipresentes, pero los estándares anteriores como Wi-Fi 5 (IEEE 802.11ac) enfrentaban limitaciones significativas en entornos de alta densidad de usuarios y dispositivos,

comunes en espacios públicos, empresariales y de salud. Estos entornos se caracterizan por una alta demanda de ancho de banda, baja tolerancia a la latencia y un número creciente de dispositivos heterogéneos conectados simultáneamente.



En el estudio presentado por (Ezozbek & Ravshan, 2023), menciona que, según la comparación de datos entre versiones antiguas y actuales de red inalámbrica, la conectividad Wi-Fi cambia en varios frentes, como la velocidad y el alcance de la transferencia de datos. Por lo tanto, mencionan que, para mejorar el rendimiento y la eficiencia de los productos de consumo, comerciales e industriales, así como la calidad y el servicio, es razonable considerar que la generación actual de tecnología de redes inalámbricas se debe aprovechar al máximo sus capacidades y actualizarse a los mejores equipos disponibles en el mercado.

Diversos estudios han analizado y simulado el rendimiento de Wi-Fi 6, demostrando mejoras sustanciales en la eficiencia espectral, el rendimiento promedio por usuario y la capacidad general de la red en escenarios congestionados en comparación con sus predecesores.

Otros estudios, han comparado estas nuevas tecnologías SDN en plataformas Edge Computing y SDN, tal como muestra (Arizaga Gamboa & Alvarado Unamuno, 2024) donde diseñan e implementan controladores redundantes SDN bajo el esquema

activo/activo utilizando herramientas de software libre como distribuciones de LINUX, Ryu Controller y hardware adicional de bajo costo como Raspberry Pi 3 B+, implementando clúster para garantizar una conexión estable para los usuarios finales mediante el protocolo OpenFlow y Open vSwitch.

Los resultados demostraron que el prototipo del proyecto cumplía con la redundancia y la alta disponibilidad, proponiendo una solución económica y viable para implementaciones empresariales.

La historia de la tecnología WiFi, basada en los estándares IEEE 802.11, comenzó con la primera norma en 1997, que ofrecía velocidades de hasta 2 Mbps. Desde entonces, ha evolucionado significativamente, pasando por estándares como 802.11b (11 Mbps), 802.11g (54 Mbps), 802.11n (hasta 600 Mbps), 802.11ac (hasta 1.3 Gbps o 3.4 Gbps), y finalmente 802.11ax (WiFi 6) que promete hasta 10 Gbps.

Sus características clave incluyen OFDMA, MU-MIMO, TWT y BSS Coloring, que mejoran la gestión de la red, el rendimiento y la eficiencia energética.

Wi-Fi 6 utiliza una modulación de amplitud en cuadratura de 1024 bits



(1024-QAM), que permite transmitir más datos en una señal, aumentando la velocidad de transferencia, así como, mayor eficiencia espectral, debido al acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales (OFDMA), que permite dividir los canales en subcanales más pequeños, lo que mejora la eficiencia en entornos con muchos dispositivos, obteniendo un mayor rendimiento, así como, también la tecnología MIMO, que consiste en la entrada múltiple y salida múltiple para múltiples usuarios (MU-MIMO) permite que varios dispositivos se conecten y reciban datos simultáneamente, aumentando la capacidad total de la red.

Entre otras características relevantes, el Target Wake Time (TWT) permite que los dispositivos se conecten y desconecten solo cuando sea necesario, ahorrando energía de la batería y mejorando la vida útil de los dispositivos IoT.

El estándar de seguridad WPA3 mejora la seguridad de las redes Wi-Fi, especialmente en entornos con dispositivos IoT.

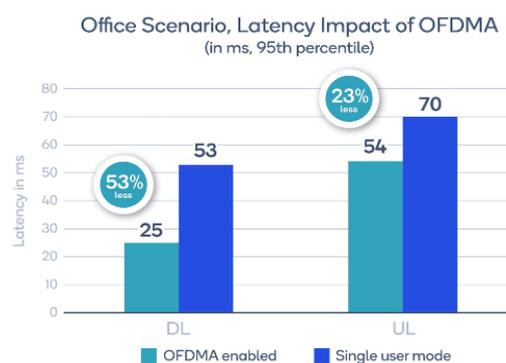
En la figura 1, se presenta unas pruebas del rendimiento en un escenario de oficina, en las que se concluye que el uso del conjunto de funciones OFDMA

ofrece una reducción de la latencia de enlace descendente de hasta un 53 % y una reducción de la latencia de enlace ascendente de hasta un 23 %.

Qualcomm demostró el importante impacto positivo del uso de OFDMA para minimizar la latencia de red que experimentan los clientes. En concreto, este impacto es muy relevante para aplicaciones en tiempo real como videojuegos y llamadas de voz y video (Vegt, 2020).

### Gráfico 1.

Estudio de Latencia mejorada con OFDMA



Fuente: Adaptado de Qualcomm Technologies, Inc.

MU-MIMO trabaja con tecnología de formación de haces para implementar la comunicación simultánea con múltiples terminales. Un AP mide las características de los canales desde cada antena hasta cada terminal, y basándose en las características del canal, el AP realiza un cálculo sobre los datos a



transmitir y transmite las señales en cada antena.

De esta manera, cuando los datos de todas las antenas llegan a los terminales, cada terminal recibe solo datos destinados a sí mismo. Esto es similar a formar haces direccionales en cada terminal (Ruiz & Huawei, 2024).

MU-MIMO es una tecnología clave en Wi-Fi 6 que mejora la eficiencia, la velocidad y la experiencia del usuario, especialmente en entornos con múltiples dispositivos conectados.

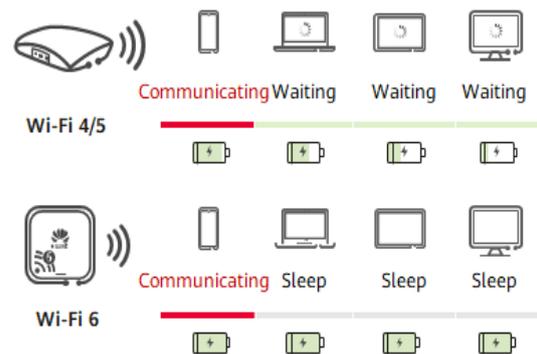
El Target Wake Time (TWT) es una tecnología que permite a los dispositivos programar cuándo deben activarse para recibir datos, en lugar de estar continuamente escuchando la red.

Esto reduce el consumo de energía de los dispositivos, prolongando la vida de la batería, especialmente en dispositivos IoT como sensores y automatización, por lo que, permite que los dispositivos se conecten y desconecten solo cuando sea necesario, ahorrando energía de la batería y mejorando la vida útil de los dispositivos IoT.

Esta tecnología permite una comunicación más eficiente entre el router y el dispositivo en lo relativo a cuando este debe estar en modo de

suspensión o encendido. Al comunicarse eficazmente con la radio Wi-Fi del dispositivo y activarla solo cuando necesita estar encendido, su dispositivo gastará menos tiempo y energía en la búsqueda de una señal inalámbrica (INTEL LA, 2022).

El TWT asegura que los dispositivos se activen y se comuniquen con la red en el momento adecuado, lo que reduce la posibilidad de errores de conexión y se asignan recursos de manera eficiente, por lo que, en WiFi 6, se mejora esta funcionalidad, ya que, los dispositivos deben seguir instrucciones de transmisión específicas para las sesiones de transmisión a las que pertenecen, como se puede observar en la figura 1 la diferenciación con Wi-fi 6.



**Figura 1.** Tecnología Target Wake Time. Fuente: Adaptado de (Ruiz & Huawei, 2024).

Esto es lo que permite que el estándar 802.11ax haga que el ahorro de energía sea más eficiente para los dispositivos, y también hace que la



conexión en redes WiFi 6 sea más confiable (Forum Huawei, 2022).

En esencia, el TWT es una característica clave de Wi-Fi 6 que ayuda a optimizar la eficiencia energética de los dispositivos conectados a la red, prolongando la vida útil de la batería y mejorando la experiencia del usuario.

### Redes Definidas por Software (SDN - Software-Defined Network)

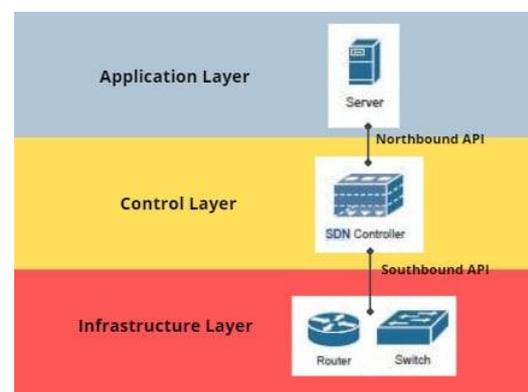
La transformación digital de las organizaciones modernas exige infraestructuras de red más ágiles, flexibles y eficientes.

En este contexto, la tecnología de Redes Definidas por Software (SDN) emerge como un paradigma innovador que separa el plano de control del plano de datos en los dispositivos de red.

Esta disociación permite una gestión centralizada y programable de la red, abriendo nuevas posibilidades para la automatización, la optimización y la innovación en la prestación de servicios de red.

La adopción de principios SDN en la propuesta de diseño de la red inalámbrica Wi-Fi 6 para Labomedica Matriz busca proporcionar una infraestructura robusta, adaptable y capaz de ofrecer servicios avanzados a sus clientes de manera eficiente.

La arquitectura SDN se fundamenta en la separación funcional de los elementos tradicionales de la red, lo que facilita una gestión más coherente y dinámica. Sus componentes principales interactúan para ofrecer una visión centralizada del comportamiento de la red y permitir su manipulación mediante software, se visualiza en la figura 2 la arquitectura:



**Figura 2.** Arquitectura SDN. Fuente: Adaptado de (Cisco, 2021).

La aplicación de los principios de SDN a las redes inalámbricas, como la red WiFi 6 propuesta para Labomedica Matriz, ofrece beneficios significativos en términos de gestión, flexibilidad y la capacidad de ofrecer servicios avanzados.

La integración de SDN con WiFi permite una gestión centralizada de los puntos de acceso, la aplicación consistente de políticas de seguridad y QoS, y la posibilidad de implementar



servicios basados en la ubicación o el contexto de los usuarios.

Además, la programabilidad de SDN facilita la adaptación dinámica de la red inalámbrica a las cambiantes demandas de los clientes y las aplicaciones, permitiendo la implementación de servicios avanzados y personalizados de manera eficiente.

Fabricantes como Ruijie Networks están integrando activamente la tecnología SDN en sus soluciones de redes inalámbricas para ofrecer estas ventajas a las empresas.

## **METODOLOGÍA**

En la presente investigación se realizó la selección de la metodología PPDIOO para el desarrollo de la tesis se fundamenta en el enfoque en el Ciclo de Vida Completo, ya que, no se limita solo al diseño, sino que abarca todo el ciclo de vida de la red.

Aunque el entregable principal la propuesta de diseño, que debe ser realista y debe fundamentarse en una comprensión clara de los requisitos iniciales, así como también se debe considerar cómo la red será implementada, operada y optimizada.

Esto asegura que el diseño propuesto sea técnicamente viable, gestionable y escalable a futuro, siendo

alineado con los objetivos del proyecto que buscan diseñar una solución específica para un contexto particular con metas claras, tales como, mejorar conectividad, habilitar servicios avanzados y optimizar gestión.

El proyecto se basó en esta metodología para la planificación, diseño, implementación, operación y optimización de la red.

- Diseño Físico (Site Survey): Determinación de la ubicación óptima de los Puntos de Acceso (AP) utilizando el software de planificación de Ruijie Cloud.
- Selección de Equipamiento: Cuadros comparativos de Puntos de Acceso y Switches Ruijie, y una lista de productos recomendados.
- Diseño de Arquitectura Lógica: Esquema de VLANs, direccionamiento IP y SSIDs, y topologías lógicas resumida y ampliada de equipos Ruijie.
- Servicios Avanzados: Implementación de un portal cautivo para invitados, QoS, segmentación de red, seguridad WPA3 y roaming optimizado.
- Criterios de Validación: Se realizaron encuestas a usuarios de la



red y cuestionarios a expertos para validar la propuesta tecnológica.

La selección de la tecnología a implementar es un pilar fundamental de este proyecto. La propuesta parte desde dos de los paradigmas más innovadores en el ámbito de las redes de datos: el estándar de transmisión inalámbrica Wi-Fi 6 (IEEE 802.11ax) y la arquitectura de Redes Definidas por Software (SDN). La adopción de Wi-Fi 6 se justifica por su capacidad inherente para operar de manera eficiente en entornos de alta densidad de dispositivos, ofreciendo un mayor rendimiento por usuario, menor latencia y una gestión optimizada del espectro radioeléctrico, los cuales, son características indispensables para soportar simultáneamente las operaciones críticas del laboratorio y la demanda de conectividad de los clientes.

Complementariamente, la tecnología SDN, a través de la plataforma en la nube de Ruijie Networks, introduce un nivel de abstracción y centralización que revoluciona la gestión de la red. Esta arquitectura desacopla el plano de control del plano de datos, permitiendo una administración unificada, una

configuración dinámica y una visibilidad completa de toda la infraestructura desde una única interfaz, superando así las limitaciones de las redes tradicionales en cuanto a flexibilidad, escalabilidad y costes operativos.

La propuesta contempla el uso de tecnología de última generación como WiFi 6, la cual proporciona mejoras significativas en velocidad, eficiencia y capacidad de conexión simultánea, lo que es especialmente beneficioso para entornos de alta densidad como laboratorios y oficinas corporativas.

Ruijie Networks ofrece una plataforma robusta para la gestión centralizada y automatizada de redes, lo que permite a la organización monitorear, configurar y optimizar la red de manera dinámica desde una consola centralizada, reduciendo errores humanos y aumentando la eficiencia operativa. Se ha verificado la compatibilidad del hardware y software propuesto con las necesidades actuales y futuras de Labomédica, asegurando que se puede escalar fácilmente con el crecimiento organizacional, teniendo en consideración equipos de distinta marca como se visualiza en la tabla 2.

**Tabla 2.**

Comparación entre marcas para los dispositivos seleccionados

Característica Técnica	Ruijie Networks RG-NBS3200	Cisco Meraki MS120-24P	Aruba Instant On 1960 (JL807A)	Nexxt Solutions Vektor2400-Plus
Puertos de Acceso	24 x 1G Base-T	24 x 1G Base-T	24 x 1G Base-T	24 x 1G Base-T
Potencia PoE Total (Presupuesto)	370W (PoE/PoE+)	370W (PoE/PoE+)	370W (PoE/PoE+)	370W (PoE/PoE+)
Puertos de Enlace (Uplink)	4 x 10G SFP+	4 x 1G SFP	2 x 1G Base-T, 2 x 10G SFP+	4 x 1G SFP
Gestión Centralizada (Plataforma SDN)	Ruijie Cloud (Plataforma unificada de por vida)	Cisco Meraki Dashboard (Plataforma líder)	Aruba Central (Plataforma robusta) / App Instant On	Gestión Web Local / App básica (sin SDN unificado)
Modelo de Licenciamiento para la Nube	Licencia incluida de por vida	Suscripción obligatoria (1, 3, 5, 7, 10 años). El equipo no funciona sin licencia activa.	Suscripción opcional para funciones avanzadas en Aruba Central. Funcionalidad base en la nube.	No aplica.
Capacidades L2+/L3 Estático	Enrutamiento estático, VLAN, QoS, IGMP Snooping, ACLs	VLAN, QoS, Link Aggregation, etc.	Enrutamiento estático, VLAN, QoS, ACLs.	VLAN, QoS, Link Aggregation.
Posicionamiento de Mercado	Enterprise / PyME (Alto valor)	Enterprise	Enterprise / PyME	PyME / SOHO

Fuente: Elaboración de los autores.

El análisis comparativo detallado en la tabla 2 revela distinciones críticas que fundamentan la selección de Ruijie Networks como la opción óptima para el proyecto de Labomédica.

Los switches de las marcas Cisco y Aruba, en la serie empresarial, representan soluciones de clase mundial, con plataformas de gestión en la nube extremadamente maduras y robustas. Sin embargo, su modelo de negocio se basa en un licenciamiento por suscripción

obligatorio y de alto costo. En el caso de Cisco Meraki, el switch deja de ser funcional si la licencia expira, lo que introduce un riesgo operativo y un Costo Total de Propiedad significativamente más elevado. Aruba ofrece más flexibilidad, pero para acceder a las capacidades empresariales completas de Aruba Central también se requiere una suscripción, motivo por el cual, no se optó por estas alternativas. Técnicamente, el modelo de Aruba es muy competitivo, pero el de Meraki



analizado presenta una desventaja clave en sus puertos de enlace de solo 1 Gbps, lo cual podría convertirse en un cuello de botella futuro para una red densa con múltiples APs Wi-Fi 6 que agreguen tráfico.

Sin embargo, Nexxt Solutions ofrece una solución económicamente atractiva para necesidades básicas de conectividad. No obstante, carece del requisito fundamental de este proyecto: una plataforma SDN (Software-Defined Network) real y unificada en la nube.

Su gestión se limita a una interfaz web local o una aplicación móvil con funcionalidades limitadas, lo cual impide la administración centralizada y la implementación de políticas de seguridad y servicios avanzados de manera automatizada y escalable. Por tanto, no cumple con el perfil técnico requerido para una red empresarial moderna como la que se requiere diseñar para Labomédica.

La propuesta de Ruijie Networks emerge como la solución técnicamente superior y económicamente más viable para este proyecto. Ofrece características de hardware de clase empresarial que igualan o superan a las de sus competidores directos, destacando sus cuatro puertos de enlace ascendente de

10G SFP+, que garantizan una capacidad de backhaul más que suficiente para el futuro. El diferenciador más contundente es su modelo de gestión en la nube: la plataforma Ruijie Cloud es una solución SDN completa y potente cuya licencia está incluida de por vida con la compra del hardware. Esto elimina los costos operativos recurrentes de licenciamiento, reduciendo drásticamente el TCO sin sacrificar rendimiento ni capacidades de gestión avanzadas.

De esta manera se ofrece el mejor equilibrio entre rendimiento técnico avanzado, una verdadera capacidad de gestión SDN centralizada y una viabilidad económica superior, alineándose perfectamente con los objetivos de Labomédica de implementar una solución de vanguardia que sea sostenible a largo plazo.

Con respecto a los costos de adquisición, instalación, configuración y mantenimiento de la solución propuesta, frente a los beneficios esperados, tanto en términos financieros como operativos.

A pesar de que la inversión inicial en equipos Wi-Fi 6 y en una plataforma de gestión SDN puede representar un costo considerable, los beneficios



superan ampliamente los gastos a mediano y largo plazo.

Entre estos beneficios se incluyen, la reducción del tiempo de inactividad por fallos de red, mejor experiencia del usuario interno y externo, disminución

de costos operativos gracias a la automatización de tareas repetitivas, mayor capacidad de respuesta y adaptación tecnológica ante futuras necesidades. Se observa la tabla 3 con los costos iniciales.

**Tabla 3.**

Costos de Inversión Inicial

Concepto	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
Hardware			
Punto de Acceso Ruijie	12	\$150.00	\$1800.00
Switch Ruijie RG-NBS3200 (24P PoE+)	2	\$350.00	\$700.00
Material de montaje y cableado menor	1	\$350.00	\$350.00
Subtotal Hardware			\$2,850.00
Software			
Licencia Ruijie Cloud Reyee	1	\$ 0.00	\$ 0.00
Subtotal Software			
Servicios Profesionales			
Instalación y Configuración Inicial	1	\$2,500.00	\$2,500.00
Subtotal Servicios			\$2,500.00
<b>INVERSIÓN TOTAL (CAPEX)</b>			<b>\$5,350.00</b>

Fuente: Elaboración de los autores

### Métricas de Rentabilidad

Para esta sección se utilizarán dos indicadores importantes, tales como, el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), que se usarán para tomar la decisión final sobre la viabilidad del proyecto.

Se asume una tasa de descuento (k) o Tasa Mínima Aceptable de Retorno (TMAR) del 12%, que representa el costo de oportunidad del capital para Labomédica.

a) Valor Actual Neto (VAN)

El VAN trae todos los flujos de caja futuros del proyecto al presente y les resta la inversión inicial. Si el resultado es positivo, el proyecto crea valor.

La fórmula que se utilizó en este proyecto es:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+k)^t} - I_0$$

Se tiene el flujo de caja neto para cada año en \$5117,50, y la inversión inicial en \$5350, con la tasa de descuento del 12% (0,12) para un periodo de n=5



años, con lo que se procede a despejar la siguiente fórmula:

$$\text{VAN} = [5117.50/(1.12)^1] + [5117.50/(1.12)^2] + [5117.50/(1.12)^3] + [5117.50/(1.12)^4] + [5117.50/(1.12)^5] - 5350$$

$$\text{VAN} = 4569.19 + 4079.63 + 3642.34 + 3252.3 + 2903.87 - 5350$$

$$\text{VAN} = \$ 13097.33$$

Dado que el VAN es positivo (\$13097.33), el proyecto no solo recupera la inversión inicial, sino que genera un valor adicional, superando la rentabilidad mínima esperada del 12%, por lo que se concluye que el proyecto es económicamente aceptable.

#### a) Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR es la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero.

Representa la rentabilidad intrínseca del proyecto, calculando la tasa de descuento a la que el valor presente neto (VAN) de una inversión es igual a cero.

En otras palabras, es la tasa de interés a la que una inversión genera ganancias y pérdidas de manera que el valor actual de todos los flujos de efectivo futuros es igual a la inversión inicial. Es una herramienta financiera esencial para evaluar la rentabilidad de proyectos de inversión.

Para el presente proyecto, la TIR se calculará mediante iteración utilizando la función TIR en Excel sobre el flujo de caja neto calculado anteriormente, entregando un resultado de TIR = 92%. Como  $92\% > 12\%$  ( $\text{TIR} > k$ ), el proyecto genera una rentabilidad muy superior al costo de oportunidad del capital. Esto confirma de manera contundente la viabilidad y atractivo financiero de la inversión.

El análisis de factibilidad económico demuestra que la implementación de la red en Labomédica Matriz es un proyecto robustamente factible desde el punto de vista económico. Con una inversión inicial de \$5350, el proyecto genera un Valor Actual Neto (VAN) positivo de \$13097.33 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 92% en un horizonte de cinco años.

Ambas métricas superan ampliamente la tasa de descuento del 12%, indicando que el proyecto no solo se paga a sí mismo, sino que crea un valor considerable para la organización.

Si a esto se suman los significativos beneficios intangibles, como la mejora en la imagen de marca y la satisfacción de clientes y empleados, la inversión se justifica plenamente



como un paso estratégico y rentable para Labomédica.

## RESULTADOS

Se identificaron las necesidades fundamentales de Labomédica, las cuales son, la urgencia de modernizar su infraestructura para soportar operaciones clínicas cada vez más digitalizadas y la oportunidad estratégica de mejorar la experiencia del cliente a través de servicios de valor agregado.

Se validó que una red WiFi 6 gestionada mediante SDN de Ruijie Networks era la solución tecnológica idónea para cumplir con estos requisitos de alta densidad, rendimiento y gestión centralizada. Esta fase concluyó con la definición de un caso de negocio sólido que articulaba los beneficios esperados, como la mejora de la eficiencia del personal y el fortalecimiento de la imagen de marca, obteniendo así el respaldo preliminar de la administración para proceder.

En la figura 3 podemos observar cómo se encuentra actualmente la infraestructura de red.



**Figura 3.** Revisión de infraestructura actual de redes en Labomédica.

Como se puede apreciar en la imagen anterior, se presenta un Rack de Datos, donde no presenta organización alguna con respecto a las redes.

Se llevaron a cabo reuniones con las partes interesadas de Labomédica para identificar y documentar de manera precisa los requisitos funcionales y técnicos de la red, así como la visita a las instalaciones, mediante una revisión técnica con el personal de TICs.

El resultado fue la realización de normas y parámetros que formalizan el alcance, los objetivos, los recursos necesarios y el cronograma del proyecto, asegurando que todas las partes tengan un entendimiento común de lo que se entregará, en qué plazo y con qué recursos. Las secciones siguientes de



este apartado detallan los productos clave de esta fase fundamental.

Para Labomédica, la segmentación es crucial para la seguridad y el rendimiento, ya que, se pudo determinar que no poseen dicha segmentación, sino que, al contrario, todos los equipos se conectan en el mismo Switch, sin realizar algún tipo de configuración que evite los dominios de colisión y de broadcast.

De la misma manera, se pudo comprobar que dicha red, no posee políticas de calidad de servicio QoS.

Adicional, como se apreció en secciones anteriores, la topología de redes Wireless está limitada a un router casero con repetidores de señal mediante línea eléctrica, lo cual, limitaba el tráfico de redes y provocaba una congestión, no

solo en tráfico de la red, sino también en el espectro electromagnético correspondiente a la banda de 2.4 GHz.

Por lo tanto, se diseñó una arquitectura basada en Redes de Área Local Virtuales (VLANs) para separar el tráfico corporativo del tráfico de los invitados, así como, una Vlan distinta para los ordenadores, cámaras IP, y dejando escalabilidad para futuros crecimiento.

Cada VLAN operará en una subred IP distinta, y se aplicarán reglas de firewall en el gateway para impedir cualquier comunicación entre ellas que no sea estrictamente necesaria.

En la siguiente tabla 4, se presentan ciertas políticas que se tomaron en cuenta para el diseño lógico de la red:

**Tabla 4.**

Esquema de VLANs, Direccionamiento IP y SSIDs

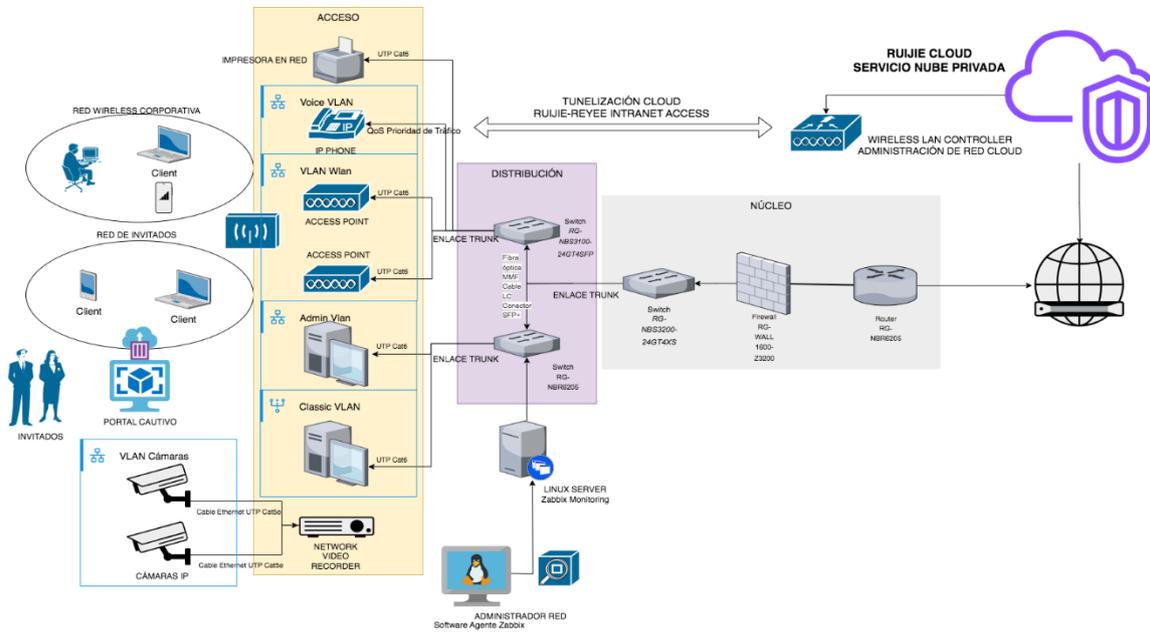
Elemento	Red Corporativa	Red de Invitados
Nombre de VLAN	<i>VLAN 10 - Corp</i>	<i>VLAN 20 - Invitados</i>
ID de VLAN	<i>10</i>	<i>20</i>
Subred IP	<i>192.168.10.0/24</i>	<i>10.10.20.0/24</i>
Nombre de Red (SSID)	<i>LABOMEDICA_Corp</i>	<i>Labomedica_Invitados</i>
Seguridad	<i>WPA3-Personal</i>	<i>Portal Cautivo / Red Abierta</i>
Propósito	<i>Uso exclusivo del personal, acceso a recursos internos y sistemas del laboratorio.</i>	<i>Acceso a Internet para pacientes y visitantes. Tráfico aislado de la red interna.</i>

Fuente: Elaboración de los autores.



Como resultado principal se puede representar el diseño de la red inalámbrica en la figura 6 como todos los

componentes que permitirán tener una red segura y escalable para estándar de Wi-fi 6.



**Figura 4.** Propuesta finalizada de arquitectura lógica de red. Fuente: Elaboración de los autores.

## CONCLUSIONES

Se validó la idoneidad de la solución tecnológica. La selección de la arquitectura de red basada en el estándar Wi-Fi 6 y la gestión centralizada mediante SDN de Ruijie Networks ha demostrado ser una solución técnica excepcionalmente adecuada para las necesidades de Labomédica Matriz.

El juicio de expertos confirmó la solidez del diseño y la pertinencia de la tecnología para un entorno de alta densidad, mientras que la prueba piloto demostró en la práctica un rendimiento superior, una cobertura robusta y una estabilidad que resuelve eficazmente las

deficiencias de la infraestructura anterior.

Adicionalmente se recomienda a la gerencia de Labomédica aprobar y ejecutar la implementación completa del diseño propuesto en toda la sede Matriz. La prueba piloto ha mitigado los riesgos técnicos y ha confirmado los beneficios, proveyendo una base sólida para un despliegue exitoso y controlado, así también planificar una expansión estratégica a otras sucursales. Dada la naturaleza centralizada de la plataforma SDN de Ruijie Networks, se recomienda desarrollar un plan de expansión para implementar este mismo modelo tecnológico en las demás sucursales de



Labomédica. Esto permitiría estandarizar la calidad del servicio, simplificar la gestión de TI a nivel nacional y consolidar la imagen de modernidad de la marca.

## REFERENCIAS

- Arizaga Gamboa, J., & Alvarado Unamuno, E. (2024). Controladoras redundantes SDN en la plataforma TEMONET Fase II – FCI 011 de la universidad de Guayaquil. *Revista Científica de Innovación Educativa y Sociedad Actual "ALCON"*, 110-126.
- Capacho Alfonso, V., Soto Duran, D., & Jimenez Builes, J. (2023). Estado de la Implementación de las Tecnologías Emergentes Aplicadas a la Salud y los Hospitales Inteligentes: Una Revisión De Literatura. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação Iberian Journal of Information Systems and Technologies*, 372-386.
- Cisco. (2021). Cisco SDN – Software Defined Networking Explained. Retrieved from Study CCNA: <https://study-ccna.com/cisco-sdn-software-defined-networking/>
- Comunicaciones Octopus Force. (2024, Junio 20). La Evolución del WiFi, desde sus inicios hasta el corazón de los hogares. Retrieved from Octopus Force: <https://www.octopusforce.com/post/la-evoluci%C3%B3n-del-wifi-desde-sus-inicios-hasta-el-coraz%C3%B3n-de-los-hogares#:~:text=1999%3A%20Avances%20con%20802.11b%20y,con%20un%20alcance%20m%C3%A1s%20limitado.>
- E. Khorov, A. K. (2020). A Tutorial on IEEE 802.11ax High Efficiency WLANs. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 197-216.
- Ezozbek, T., & Ravshan, A. (2023). Analysis of the differences between Wi-Fi 6 and Wi-Fi 5. *E3S Web of Conferences* 402, 03020 (2023) .
- Forum Huawei. (2022, Octubre 31). Target Wake Time. Retrieved from Forum Huawei: <https://forum.huawei.com/enterprise/intl/es/thread/target-wake-time/667233693162422272?blogId=667233693162422272>
- Hewlett Packard Enterprise. (2021). ¿Qué es Wi-Fi 6 (802.11ax)? Retrieved from HPE: <https://www.hpe.com/es/es/what-is/wi-fi-6.html>



- INTEL LA. (2022). ¿Qué es Wi-Fi 6? Retrieved from Intel.LA: [https://www.intel.la/content/www/xl/es/gaming/resources/wifi-6.html#:~:text=Target%20Wake%20Time%20\(TWT\)%20es,la%20bater%C3%ADa%20de%20algunos%20dispositivos](https://www.intel.la/content/www/xl/es/gaming/resources/wifi-6.html#:~:text=Target%20Wake%20Time%20(TWT)%20es,la%20bater%C3%ADa%20de%20algunos%20dispositivos).
- Ley Constitucional del Ecuador. (2012). Ministerio de educación. Retrieved from <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/Constitucion.pdf>
- LEY DEL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA. (2015). CERLAC. Retrieved from [https://cerlalc.org/laws\\_rules/codigo-de-la-economia-social-de-los-conocimientos-creatividad-e-innovacion/titulo-ii-organos-del-sistema-nacional-de-ciencia-tecnologia-innovacion-y-saberes-ancestrales/](https://cerlalc.org/laws_rules/codigo-de-la-economia-social-de-los-conocimientos-creatividad-e-innovacion/titulo-ii-organos-del-sistema-nacional-de-ciencia-tecnologia-innovacion-y-saberes-ancestrales/)
- LEY ORGÁNICA DE EDUCACIÓN SUPERIOR (LOES). (2018). SITEAL. Retrieved from [https://siteal.iiep.unesco.org/sites/default/files/sit\\_accion\\_files/ec\\_6011.pdf](https://siteal.iiep.unesco.org/sites/default/files/sit_accion_files/ec_6011.pdf)
- LEY ORGÁNICA DE EDUCACIÓN SUPERIOR. (2015). Secretaria de Educación Superior. Retrieved from <https://www.educacionsuperior.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/Acuerdo-147-2015-Reforma-Reglamento-Proyectos-I-D.pdf>
- LEY ORGÁNICA DE TELECOMUNICACIONES. (2016). Órgano del gobierno del Ecuador. Retrieved from <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/Ley-Org%C3%A1nica-de-Telecomunicaciones.pdf>
- Ruiz, H., & Huawei. (2024, Junio 24). ¿Qué es MU-MIMO? - Conceptos Básicos. Retrieved from Foro de Tecnología Huawei: <https://forum.huawei.com/enterprise/intl/es/thread/%C2%BFqu%C3%A9-es-mu-mimo-conceptos-b%C3%A1sicos-wireless/805282252949643264?blogId=805282252949643264>
- Saavedra, J. C. (2015). Retrieved from <http://juancarlossaavedra.me/2015/01/disenio-de-red-con-top-down/ppdiao/>
- Vegt, R. d. (2020). Beneficios de latencia reducida de Wi-Fi 6 OFDMA. Retrieved from The Beacon:



[comm%20Technologies%2C%20](https://www-wi-fi-<br/>org.translate.googleusercontent.com/translate/ro/f-de-<br/>vegt/reduced-latency-benefits-of-<br/>wi-fi-6-<br/>ofdma?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es<br/>&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=sge#:~:<br/>text=OFDMA%20forma%20parte<br/>%20del%20est%C3%A1ndar,pro<br/>gramaci%C3%B3n%20Qual</a></p></div><div data-bbox=)

I

Xiaolong Huang, R. d. (2021). The Benefits of OFDMA for Wi-Fi 6: A technology brief highlighting Qualcomm Technologies' competitive advantage. Qualcomm Technologies, Inc. (QTI).