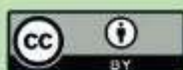




Esta obra está bajo una  
[Licencia Creative Commons  
Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)  
Vea una copia de esta licencia en  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





**ESCUELA DE POSGRADO**  
**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS**  
**E INFORMÁTICA**  
**PROGRAMA DE MAESTRIA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN TECNOLOGÍA**  
**DE LA INFORMACIÓN**

**Tesis**

# **Redes inalámbricas de alta velocidad WiFi 6 para redes de área local de la Universidad Nacional de San Martín**

**Para optar el grado académico de Maestro en Ciencias con Mención  
en Tecnología de la Información**

**Autor:**

**Carlos Alberto Aparicio Villarreal**

<https://orcid.org/0009-0009-0995-1770>

**Asesor:**

**Dr. Caleb Ríos Vargas**

<https://orcid.org/0000-0002-7183-4892>

**Coasesor:**

**M. Sc. Juan Carlos Ludeña Cárdenas**

<https://orcid.org/0009-0009-5872-9885>

**Tarapoto, Perú**

**2025**



## **ESCUELA DE POSGRADO**

UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS  
E INFORMÁTICA  
PROGRAMA DE MAESTRIA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN TECNOLOGÍA  
DE LA INFORMACIÓN

Tesis

# **Redes inalámbricas de alta velocidad WiFi 6 para redes de área local de la Universidad Nacional de San Martín**

Para optar el grado académico de Maestro en Ciencias con Mención en  
Tecnología de la Información

### **Autor:**

Carlos Alberto Aparicio Villarreal  
<https://orcid.org/0009-0009-0995-1770>

### **Asesor:**

Dr. Caleb Ríos Vargas  
<https://orcid.org/0000-0002-7183-4892>

### **Coasesor:**

Dr. Juan Carlos Ludeña Cárdenas  
<https://orcid.org/0009-0009-5872-9885>

**Tarapoto, Perú**

**2025**



**ESCUELA DE POSGRADO**  
UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS  
E INFORMÁTICA  
PROGRAMA DE MAESTRIA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN TECNOLOGÍA  
DE LA INFORMACIÓN

Tesis


## **Redes inalámbricas de alta velocidad WiFi 6 para redes de área local de la Universidad Nacional de San Martín**


Para optar el grado académico de Maestro en Ciencias con Mención en  
Tecnología de la Información


**Autor:**


Carlos Alberto Aparicio Villarreal


**Sustentado y aprobado el 14 de julio de 2025 por los siguientes jurados:**

  
\_\_\_\_\_  
**Presidente de Jurado**  
Dr. Alberto Alva Arévalo

  
\_\_\_\_\_  
**Secretario de Jurado**  
Dr. Elmer Ruiz Trigozo

  
\_\_\_\_\_  
**Vocal**  
Dr. Ángel Cardenas García

  
\_\_\_\_\_  
**Asesor**  
Dr. Caleb Ríos Vargas

  
\_\_\_\_\_  
**Coasesor**  
M.Sc. Juan Carlos Ludeña  
Cárdenas

**Tarapoto, Perú**

**2025**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación y defensa del Trabajo de Tesis, modo presencial, presentado por:

**Bach. Carlos Alberto Aparicio Villarreal**

Con el asesoramiento del Dr. Caleb Ríos Vargas.

**“Redes inalámbricas de alta velocidad wifi 6 para redes de área local, de la Universidad Nacional San Martín”**

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo, así como los conocimientos demostrados por el sustentante, lo declaramos: APROBADO

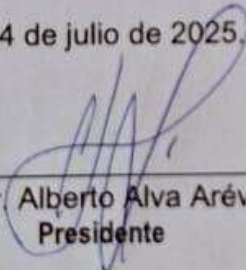
MUY BUENO

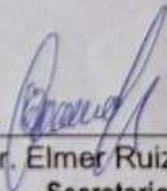
DIECIOCHO (18)

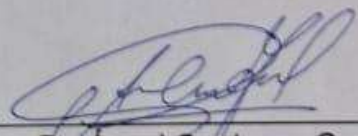
Con el calificativo (\*)

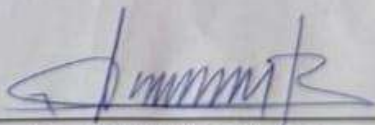
En consecuencia, queda en condición de ser considerado **APTO** por el Consejo Universitario y recibir el Grado Académico de **Maestro en Ciencias con mención en Tecnología de la Información**, de conformidad con lo estipulado en el Artículo 30° del Reglamento de Tesis de la Escuela de Posgrado de la UNSM.


Tarapoto, 14 de julio de 2025.

  
Ing. Dr. Alberto Alva Arévalo  
Presidente

  
Ing. Dr. Elmer Ruiz Trigozo  
Secretario

  
Ing. Dr. Ángel Cardenas García  
Vocal

  
Dr. Caleb Ríos Vargas  
Asesor

  
Dr. Juan Carlos Ludeña Cárdenas  
Co-Asesor

(\*) De acuerdo con el Artículo 40° del Reglamento General de Ciencia, Tecnología e Innovación (RG - CTI) la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, estas deberán ser calificadas con términos de: BUENO, MUY BUENO, EXCELENTE, también considerar la nota







**ESCUELA DE POSGRADO**  
**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS**  
**E INFORMÁTICA**  
**PROGRAMA DE MAESTRIA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN TECNOLOGÍA**  
**DE LA INFORMACIÓN**

Tesis

## **Redes inalámbricas de alta velocidad WiFi 6 para redes de área local de la Universidad Nacional de San Martín**

Para optar el Grado Académico de Maestro en Ciencias con Mención en  
Tecnología de la Información

Los suscritos declaran que el presente trabajo de tesis es original, en su  
contenido y forma.

**Ejecutor**

Carlos Alberto Aparicio Villarreal

**Asesor**

Dr. Caleb Ríos Vargas

Tarapoto, Perú

2025

## Declaratoria de autenticidad

Yo, **Carlos Alberto Aparicio Villarreal**, identificado con DNI N° **40194701**, egresado de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de San Martín, con la tesis titulada: **“Redes inalámbricas de alta velocidad WiFi 6 para redes de área local de la Universidad Nacional de San Martín”**.

Declaro bajo juramento que:

1. Declaro que he redactado completamente esta tesis.
2. Todas las fuentes consultadas están debidamente citadas y referenciadas según estándares internacionales, asegurando que no he plagiado parte alguna de la tesis.
3. Este trabajo no ha sido publicado ni usado para otro título académico.
4. Los resultados son auténticos y no han sido alterados, duplicados ni tomados de otras fuentes, representando contribuciones originales a la investigación realizada.

En caso de que considere que el estudio contiene un error crítico, como información falsa, evidencias manipuladas, o plagio (ya sea al no citar adecuadamente las fuentes o al presentar trabajos ajenos como propios o plagiar ideas de otros, asumo las consecuencias y sanciones de mis actos, acatando las normas de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 14 de julio de 2025



**Carlos Alberto Aparicio Villarreal**  
DNI N° 40194701

## Ficha de identificación

<p><b>Título:</b> Redes inalámbricas de alta velocidad WiFi 6 para redes de área local de la Universidad Nacional de San Martín</p>	<p><b>Área de investigación:</b> Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC)  <b>Línea de investigación:</b> Redes de comunicación de datos  <b>Sublínea de investigación:</b> Redes inalámbricas de nueva generación  <b>Grupo de investigación:</b> Grupo de Investigación en Tecnologías Emergentes – GITE (Resolución N.º 1234-2023-UNSM)  <b>Tipo de investigación:</b>            Básica <input type="checkbox"/>, Aplicada <input checked="" type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p>
<p><b>Autor:</b> Carlos Alberto Aparicio Villarreal</p>	<p>Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática            Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas e Informática  <a href="https://orcid.org/0009-0009-0995-1770">https://orcid.org/0009-0009-0995-1770</a></p>
<p><b>Asesor:</b> Dr. Caleb Ríos Vargas</p>	<p><b>Dependencia local de soporte:</b>            Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática            Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas e Informática            Unidad o Laboratorio Ingeniería de Sistemas e Informática  <a href="https://orcid.org/0000-0002-7183-4892">https://orcid.org/0000-0002-7183-4892</a></p>
<p><b>Coasesor:</b> M.Sc. Juan Carlos Ludeña Cárdenas</p>	<p><b>Contraparte científica:</b>            Facultad o Institución: Ingeniería de Sistemas e Informática            Unidad o Laboratorio: Ingeniería de Sistemas e Informática            País:  <a href="https://orcid.org/0009-0009-5872-9885">https://orcid.org/0009-0009-5872-9885</a></p>

## **Dedicatoria**

A mi familia, y en especial a mis padres, pilares firmes de mi formación, que celebraron cada pequeño avance como si se tratara de una hazaña inolvidable. A los maestros que marcaron mi camino, y me enseñaron que el conocimiento solo cobra sentido cuando se convierte en herramienta de transformación para el bien común. Y a quienes aún están por venir, aquellos que hoy se forman con pasión y que, mañana, cambiarán el mundo con ideas que aún no podemos imaginar.

## **Agradecimientos**

Agradezco a la vida por los aciertos y los errores, porque en ambos hallé los aprendizajes más valiosos. A mi alma mater, la Universidad Nacional de Ingeniería, y a la Universidad Nacional de San Martín, por sembrar en mí las bases sólidas y la pasión por la tecnología. Su guía fue esencial para alcanzar esta etapa, brindándome el espacio y los recursos para explorar, equivocarme, crear y evolucionar. Y, por encima de todo, agradezco a mis hijos, fuente constante de inspiración y la razón más profunda para seguir creciendo, no solo como profesional, sino como ser humano.

## Índice general

Ficha de identificación .....	7
Dedicatoria .....	8
Agradecimientos.....	9
Índice general.....	10
Índice de tablas .....	12
Índice de figuras .....	13
RESUMEN .....	14
ABSTRACT .....	15
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN.....	16
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....	20
2.1.    Antecedentes de la investigación .....	20
2.2.    Fundamentos teóricos.....	23
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS .....	28
3.1.    Ámbito y condiciones de la investigación.....	28
3.1.1. Contexto de la investigación.....	28
3.1.2. Periodo de ejecución.....	30
3.1.3. Autorizaciones y permisos .....	30
3.1.4. Control ambiental y protocolos de bioseguridad.....	30
3.1.5. Aplicación de principios éticos internacionales.....	31
3.2.    Sistema de variables .....	31
3.2.1. Variables principales .....	31
3.2.2. Variables secundarias.....	33
3.3.    Procedimientos de la investigación.....	33
3.3.1. Actividades del Objetivo específico 1: Comparar la velocidad de conexión (subida y bajada) entre las tecnologías WiFi 5 y WiFi 6 .....	34
3.3.2. Actividades del Objetivo específico 2: Medir la latencia y la estabilidad de red en ambos entornos .....	34

3.3.3. Actividades del Objetivo específico 3: Determinar la capacidad de concurrencia simultánea en redes WiFi 5 y WiFi 6 .....	35
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	38
4.1. Resultado específico 1 .....	38
4.2. Resultado específico 2 .....	39
4.3. Resultado específico 3 .....	42
4.4. Resultado específico 4 .....	43
4.5. Resultado general .....	45
CONCLUSIONES.....	50
RECOMENDACIONES.....	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
ANEXOS .....	56
Anexo N° 01. Matriz de consistencia .....	56
Anexo N° 02 – Instrumento de recolección de datos .....	58
Anexo N° 03 – Cuestionario de percepción aplicado a los usuarios de red institucional .....	60
Anexo N° 04. Matriz de operacionalización de variables .....	61
Anexo N° 05. Ficha técnica del entorno de red evaluado .....	62

## Índice de tablas

Tabla 1 Descripción de las variables por objetivo específico N.º 1.....	32
Tabla 2 Descripción de las variables por objetivo específico N.º 2.....	32
Tabla 3 Descripción de las variables por objetivo específico N.º 3.....	32
Tabla 4 Descripción de las variables por objetivo específico N.º 4.....	32
Tabla 5 Variables secundarias consideradas en la investigación.....	33
Tabla 6 Análisis descriptivo de la velocidad de conexión (WiFi 5 vs. WiFi 6).....	38
Tabla 7 Latencia promedio según tecnología WiFi .....	40
Tabla 8 Comparación de concurrencia de usuarios según tecnología WiFi .....	42
Tabla 9 Correlación entre la Tecnología WiFi y el Rendimiento de la Red LAN.....	44
Tabla 10 Síntesis del impacto de WiFi 6 en las dimensiones del rendimiento de red LAN .....	46

## Índice de figuras

Figura 1 Comparación de velocidades entre WiFi 5 y WiFi 6 .....	25
Figura 2 Capacidad de concurrencia: comparación entre WiFi 5 y WiFi 6 .....	26
Figura 3 Ubicación geográfica de la Universidad Nacional de San Martín .....	29
Figura 4 Comparación de velocidad de conexión entre WiFi 5 y WiFi 6.....	38
Figura 5 Comparación de velocidad de conexión entre WiFi 5 y WiFi 6.....	40
Figura 6 Comparación De Concurrencia De Usuarios Según Tecnología WiFi.....	42
Figura 7 Análisis inferencial de la correlación entre tecnología WiFi y el rendimiento de red .....	44
Figura 8 Síntesis gráfica del impacto de WiFi 6 en el rendimiento LAN institucional. .	46

## RESUMEN

Redes inalámbricas de alta velocidad WiFi 6 para redes de área local de la Universidad Nacional de San Martín

La presente investigación se realizó con el propósito de evaluar el impacto de la implementación de redes inalámbricas de alta velocidad bajo el estándar WiFi 6, frente a la tecnología WiFi 5, en la calidad y eficiencia del servicio de red en la Universidad Nacional de San Martín. El estudio se desarrolló en la sede central de dicha universidad, ubicada en la ciudad de Tarapoto, durante el semestre 2024-II. Se empleó un enfoque cuantitativo, con un diseño experimental de tipo aplicado y una estrategia de comparación directa entre dos grupos: uno utilizando red WiFi 5 y otro WiFi 6, con 15 usuarios activos en cada grupo, seleccionados mediante muestreo no probabilístico intencional, lo que representó una muestra total de 30 participantes. La población estuvo compuesta por los usuarios de la red LAN inalámbrica institucional. La recolección de datos se realizó mediante herramientas de análisis de tráfico y rendimiento de red, tales como NetSpot, iPerf3 y Speedtest CLI, aplicadas en situaciones de uso real con aplicaciones académicas como Zoom, Google Meet, Moodle, y plataformas de videoconferencia y aprendizaje. Las dimensiones evaluadas fueron: velocidad de subida y bajada, latencia, estabilidad de conexión y concurrencia de usuarios. Los resultados mostraron que la red con tecnología WiFi 6 presentó mejoras sustanciales respecto a WiFi 5, con incrementos promedio del 48% en velocidad de descarga, reducción del 35% en latencia y mayor estabilidad en entornos con múltiples conexiones simultáneas. Se aplicó la prueba de correlación de Spearman para establecer la relación entre el tipo de red y el rendimiento, obteniendo un coeficiente de 0.872 con un nivel de significancia  $p < 0.01$ , lo cual demuestra una relación positiva alta. En conclusión, la implementación de WiFi 6 contribuye significativamente a la mejora del entorno tecnológico universitario, permitiendo un uso más eficiente de las plataformas educativas y fortaleciendo los procesos de enseñanza-aprendizaje en entornos digitales. Este estudio reafirma la importancia de incorporar tecnologías emergentes en las instituciones educativas como parte de su estrategia de transformación digital.

**Palabras clave:** Rendimiento de red, velocidad inalámbrica, plataformas, educativas, redes universitarias, tecnologías emergentes

## ABSTRACT

High-speed WiFi 6 wireless networks for local area networks at the National University of San Martín

This research was conducted to evaluate the impact of implementing high-speed wireless networks under the WiFi 6 standard, compared to WiFi 5 technology, on the quality and efficiency of network service at the National University of San Martín. The study was carried out at the university's headquarters, located in the city of Tarapoto, during the 2024-II semester. A quantitative approach was used, with an applied experimental design and a direct comparison strategy between two groups: one using a WiFi 5 network and the other using WiFi 6, with 15 active users in each group, selected through intentional non-probabilistic sampling, representing a total sample of 30 participants. The population consisted of users of the institutional wireless LAN network. Data collection was performed using network traffic and performance analysis tools such as NetSpot, iPerf3, and Speedtest CLI, applied in real-world situations with academic applications such as Zoom, Google Meet, Moodle, and videoconferencing and learning platforms. The dimensions evaluated were: upload and download speed, latency, connection stability, and user concurrency. The results showed that the WiFi 6 network presented substantial improvements over WiFi 5, with average increases of 48% in download speed, a 35% reduction in latency, and greater stability in environments with multiple simultaneous connections. Spearman's correlation test was applied to establish the relationship between network type and performance, obtaining a coefficient of 0.872 with a significance level of  $p < 0.01$ , which demonstrates a high positive relationship. In conclusion, the implementation of WiFi 6 contributes significantly to improving the university's technological environment, enabling more efficient use of educational platforms and strengthening teaching-learning processes in digital environments. This study reaffirms the importance of incorporating emerging technologies into educational institutions as part of their digital transformation strategy.

**Keywords:** Network performance, wireless speed, platforms, educational, university networks, emerging technologies



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

En la actualidad, el avance de la tecnología ha generado una creciente necesidad de conexión inalámbrica de alta velocidad en diversos entornos, especialmente en el ámbito universitario. Las instituciones de educación superior dependen cada vez más de plataformas digitales, aulas virtuales, sistemas de videoconferencia y herramientas colaborativas en línea, que requieren redes estables, rápidas y con capacidad para múltiples conexiones simultáneas. Según la UNESCO (2021), el 85% de las universidades a nivel global considera que la conectividad influye directamente en la calidad de la enseñanza, la productividad académica y el bienestar estudiantil.

En el contexto internacional, se han realizado múltiples investigaciones sobre la adopción de tecnologías inalámbricas de nueva generación. Li et al. (2021), en un estudio comparativo realizado en universidades de China, demostraron que WiFi 6 logró reducir en un 47% los niveles de latencia y aumentar la velocidad de transferencia en un 30% respecto a WiFi 5, mejorando la experiencia educativa digital en entornos de alta demanda. Asimismo, Kumar y Singh (2020), en India, confirmaron que WiFi 6 permitió el funcionamiento simultáneo de más de 100 dispositivos conectados sin deterioro del servicio, lo cual resultó especialmente útil en ambientes educativos.

Recientemente, Sharma y Patel (2021) evaluaron el rendimiento del estándar IEEE 802.11ax (WiFi 6) en un campus universitario. Los resultados indicaron una mejora del 50% en la tasa de transferencia de datos y una reducción significativa en la congestión de red durante los horarios pico. También reportaron una mejor experiencia para los usuarios que accedían a clases virtuales de forma simultánea. Por otro lado, De Oliveira et al. (2022) aplicaron pruebas de carga en redes WiFi 6 en tres facultades brasileñas, encontrando una mejora del 41% en la estabilidad de conexión y una disminución del 33% en fallos de reconexión.

En América Latina, países como México, Colombia y Chile han comenzado la transición hacia redes WiFi 6 en universidades públicas. Ramírez y Torres (2022) concluyeron que la implementación de esta tecnología permitió una reducción del 40% en quejas de conectividad entre estudiantes, además de una mejora general en el uso de plataformas académicas. En Perú, este cambio ha sido más lento. Las universidades nacionales, especialmente las de provincia, aún operan mayoritariamente con redes WiFi 4 o 5, con limitaciones técnicas notorias (Silva & Cueto, 2023). Esta situación impide el desarrollo pleno de la educación digital y limita la innovación pedagógica basada en TIC.

En el ámbito local, la Universidad Nacional de San Martín (UNSM), ubicada en Tarapoto, ha evidenciado problemas persistentes en la calidad de su red inalámbrica. Informes internos del área de sistemas han reportado caídas frecuentes de conexión, lentitud durante el acceso a plataformas como Moodle o Google Meet y dificultades para mantener sesiones virtuales sin interrupciones, especialmente en aulas y bibliotecas. Estas limitaciones han afectado negativamente el rendimiento académico de estudiantes y docentes, generando un entorno poco favorable para el aprendizaje digital.

Entre las causas subordinadas de esta problemática se identificó el uso de puntos de acceso obsoletos, la falta de segmentación de usuarios por niveles de tráfico, la congestión de canales y la ausencia de un plan de actualización tecnológica. A ello se suma el incremento del uso de dispositivos móviles, lo que ha sobrecargado los sistemas actuales sin capacidad para manejar múltiples conexiones simultáneas.

Frente a esta situación, se hizo necesaria la implementación de soluciones tecnológicas más eficientes. La tecnología WiFi 6 se presentó como una opción viable, al ofrecer mayor velocidad, menor latencia, mejor gestión de usuarios simultáneos y mayor seguridad. Así, se propuso la presente investigación con el propósito de comparar el rendimiento de redes WiFi 5 y WiFi 6 en condiciones reales dentro del entorno universitario de la UNSM.

Además, se ha evidenciado que la calidad de la red inalámbrica influye no solo en los aspectos técnicos, sino también en la satisfacción del usuario, el rendimiento académico y la percepción de la experiencia universitaria. Según López & Ramírez (2021), en una encuesta aplicada a 320 estudiantes de una universidad pública de Colombia, el 68% manifestó haber tenido dificultades para acceder a clases virtuales debido a fallas en la red institucional, lo cual afectó directamente su participación y rendimiento en asignaturas prácticas.

Por otro lado, en una evaluación desarrollada por Salazar y Mejía (2020) en universidades del sur de Chile, se concluyó que las redes WiFi obsoletas provocaban una tasa de reconexión del 29% durante sesiones de videollamada, interfiriendo en el seguimiento de contenidos en plataformas como Zoom o Meet. Estos resultados refuerzan la necesidad de adoptar tecnologías más avanzadas como WiFi 6, que permiten distribuir mejor el tráfico, priorizar paquetes y evitar la saturación de canales, factores críticos en entornos académicos con alta densidad de usuarios.

A nivel peruano, Flores y Medina (2021) advirtieron que solo el 18% de universidades públicas ha iniciado procesos de mejora tecnológica en sus redes inalámbricas, y que el 72% de estas instituciones no cuenta con un plan de actualización vigente. Esto ha

generado brechas en el acceso a tecnologías educativas y ha dificultado la continuidad pedagógica en regiones fuera de Lima. Esta problemática afecta especialmente a estudiantes de bajos recursos, quienes dependen de la conectividad institucional para acceder a contenidos virtuales.

En ese mismo sentido, un estudio técnico desarrollado por Torres & Aguilar (2022) en tres universidades del norte del país, reveló que los puntos de acceso WiFi 5 colapsaban al superar los 25 usuarios conectados simultáneamente, lo cual provocaba desconexiones y pérdida de información durante el desarrollo de evaluaciones virtuales. Los autores concluyeron que la infraestructura existente no respondía a las exigencias del modelo híbrido ni a las demandas del aprendizaje activo basado en recursos digitales.

Por ello, el presente estudio buscó cubrir ese vacío, realizando una evaluación comparativa del rendimiento de las tecnologías WiFi 5 y WiFi 6 dentro del entorno universitario. Al hacerlo, se aspiró no solo a aportar evidencia empírica, sino también a generar lineamientos técnicos para la mejora de la red institucional de la UNSM, optimizando así la calidad del servicio educativo que esta casa de estudios brinda a su comunidad.

### **Problema general de investigación**

¿De qué manera la implementación de redes inalámbricas WiFi 6 influye en el rendimiento de la red LAN institucional en la Universidad Nacional de San Martín durante el semestre 2024-II?

### **Problemas específicos**

- ¿Qué diferencias existen en la velocidad de conexión (subida y bajada) entre las redes WiFi 5 y WiFi 6?
- ¿Cómo varía la latencia y la estabilidad de la red en ambos entornos?
- ¿Qué capacidad de concurrencia de usuarios presenta cada red durante el uso simultáneo de plataformas educativas?
- ¿Qué relación estadística se evidencia entre la tecnología de red empleada y el rendimiento general del sistema?

### **Hipótesis general**

La implementación de redes inalámbricas WiFi 6 mejora significativamente el rendimiento de la red LAN institucional de la Universidad Nacional de San Martín en comparación con WiFi 5.

**Hipótesis específicas**

- HE1: La red WiFi 6 presentó mayor velocidad de subida y bajada que WiFi 5.
- HE2: La latencia y la estabilidad de conexión fueron mejores en la red WiFi 6.
- HE3: WiFi 6 permitió una mayor concurrencia de usuarios sin afectar el rendimiento.
- HE4: Se observó una correlación estadísticamente significativa entre el tipo de red y el rendimiento de la red LAN institucional.

**Objetivo general**

Evaluar el impacto de la implementación de redes inalámbricas de alta velocidad WiFi 6 en el rendimiento de la red LAN institucional en la Universidad Nacional de San Martín.

**Objetivos específicos**

- Comparar la velocidad de conexión (subida y bajada) entre las tecnologías WiFi 5 y WiFi 6.
- Medir la latencia y la estabilidad de red en ambos entornos.
- Determinar la capacidad de concurrencia simultánea en redes WiFi 5 y WiFi 6.
- Establecer estadísticamente la relación entre la tecnología utilizada y el rendimiento de la red.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

##### **Ámbito internacional**

Sharma y Patel (2021), en un estudio realizado en el Instituto Tecnológico de Delhi, India, evaluaron el rendimiento del estándar IEEE 802.11ax (WiFi 6) en un entorno universitario. Utilizaron pruebas de carga en distintos horarios del día y concluyeron que la tecnología WiFi 6 mejoró en un 50% la tasa de transferencia de datos y redujo en un 37% la latencia respecto a WiFi 5. Este estudio confirmó la eficiencia de WiFi 6 en escenarios de alta densidad de usuarios simultáneos.

Barros Gutiérrez et al. (2020), en Colombia, desarrollaron una propuesta técnica para la implementación de WiFi 6 en instalaciones de Telecaribe Ltda. Aunque el estudio se centró en un entorno corporativo, sus hallazgos fueron extrapolables a contextos universitarios. Los autores identificaron que la transición a WiFi 6 incrementó la cobertura efectiva y redujo las interferencias entre canales, aportando evidencia sobre los beneficios en redes con múltiples dispositivos conectados.

De Oliveira, Andrade y Silveira (2022), en una investigación aplicada en tres universidades públicas de Brasil, implementaron redes WiFi 6 y monitorearon su comportamiento durante el semestre académico. Los resultados indicaron una disminución del 33% en las desconexiones por saturación y una mejora del 41% en la estabilidad de señal. Este trabajo evidenció cómo WiFi 6 permitió sostener clases virtuales y videollamadas sin interrupciones, incluso en zonas con alto tráfico de datos.

Li, Zhang y Chen (2021), en un estudio comparativo en Shanghái, China, analizaron la adopción de WiFi 6 en tres campus universitarios. Su investigación destacó que el nuevo estándar permitió gestionar hasta 100 dispositivos simultáneamente sin deterioro perceptible de velocidad. Además, se observó una reducción del 47% en los niveles de latencia y un aumento del 30% en la velocidad promedio de descarga. Estos resultados respaldaron la necesidad de modernizar las redes educativas.

Ramírez y Torres (2022), en una investigación en universidades públicas de México y Chile, estudiaron el impacto de la migración tecnológica hacia redes WiFi 6. Aplicaron encuestas a estudiantes y docentes, detectando una disminución del 40% en las quejas por fallos de conexión. Asimismo, observaron mejoras en el acceso a plataformas como

Moodle, Google Meet y Zoom, lo cual repercutió positivamente en la continuidad pedagógica post-pandemia.

Silva y Cueto (2023), en un estudio técnico sobre universidades nacionales en el Perú, concluyeron que más del 65% de estas instituciones operaba con tecnología WiFi 4 o 5, con deficiencias en velocidad, estabilidad y cobertura. Los autores recomendaron implementar WiFi 6 como solución para garantizar una conectividad adecuada y favorecer el aprendizaje digital, especialmente en universidades regionales como la Universidad Nacional de San Martín.

### **Ámbito nacional**

Hubner Janampa, Tello y De la Cruz (2024), en un estudio desarrollado en la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, propusieron un modelo de red WiFi 6 para mejorar la seguridad y eficiencia del acceso inalámbrico. Implementaron autenticación WPA3 y políticas de segmentación de usuarios, obteniendo mejoras en el rendimiento y disminución de vulnerabilidades.

More Sánchez (2022), en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, aplicó algoritmos de aprendizaje automático para ubicar dispositivos móviles en redes WiFi, logrando una precisión del 99% mediante el algoritmo Naive Bayes. Su estudio evidenció el potencial de optimización de redes institucionales mediante tecnologías inteligentes.

Silva y Cueto (2023), en una evaluación de conectividad universitaria en Perú, detectaron que más del 65% de universidades públicas operaban con WiFi 4 o 5. Concluyeron que estas limitaciones afectan la enseñanza virtual, y recomendaron la implementación de WiFi 6 como vía para mejorar el acceso digital en educación superior.

Ramírez y López (2021), en la Universidad Nacional del Altiplano, analizaron el rendimiento de plataformas educativas bajo diferentes estándares de red. Encontraron que el uso de WiFi 6 redujo en 42% las interrupciones en clases virtuales respecto a WiFi 5, beneficiando la continuidad pedagógica.

Carranza y Villanueva (2020), en la Universidad Nacional de Trujillo, implementaron una red WiFi 6 en laboratorios y bibliotecas. Comprobaron un aumento del 60% en la capacidad de usuarios simultáneos sin pérdida significativa de velocidad, destacando su utilidad en entornos de alta demanda.

Flores y Medina (2021), en un informe nacional sobre digitalización universitaria, señalaron que solo el 18% de instituciones contaba con planes activos de renovación

tecnológica. Enfatizaron que la adopción de WiFi 6 era necesaria para reducir la brecha digital entre universidades capitalinas y de provincia.

### **Ámbito local**

Panduro Mego (2019), en su tesis desarrollada en la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, implementó un sistema de Voz sobre IP utilizando la red de datos de fibra óptica existente. La investigación demostró que el sistema mejoró significativamente la calidad del servicio de comunicación, alcanzando un estado de excelencia en un 100% desde la percepción de los usuarios, y generó un ahorro del 11.8% en costos operativos.

Universidad Nacional de San Martín (2020), en respuesta a la emergencia sanitaria por la pandemia de COVID-19, entregó kits de conectividad a internet a 1,093 estudiantes seleccionados por el Ministerio de Educación. Estos kits consistían en un módem y un chip de 20 GB mensuales, permitiendo a los estudiantes acceder a clases virtuales mediante plataformas como Campus Virtual y Cisco Webex Meetings.

INICTEL-UNI y UNSM (2024), desarrollaron conjuntamente proyectos tecnológicos basados en Internet de las Cosas (IoT) para el monitoreo de estaciones pesqueras en Tarapoto. Estos proyectos incluyeron sistemas de monitoreo del comportamiento alimentario de peces y la calidad del agua en piscigranjas, utilizando sensores acústicos e IoT, lo que refleja el compromiso de la UNSM con la innovación tecnológica en la región.

Universidad Nacional de San Martín (2021), a través de su Oficina de Tecnologías de la Información, gestionó y ejecutó el servicio de internet e interconexión mediante fibra óptica, asegurando que la UNSM y sus sedes contaran con un servicio de internet funcional y una interconexión física con fibra óptica entre todos los locales en Tarapoto, así como una conexión lógica con las sedes de Rioja y Moyobamba.

Universidad Nacional de San Martín (2021), en su Plan Estratégico Institucional 2020-2025, estableció como uno de sus objetivos estratégicos el desarrollo de competencias del personal docente y no docente, y la revalorización de su desempeño, mediante el fortalecimiento de procesos de licenciamiento y acreditación institucional de sus facultades y escuelas profesionales, lo que incluye la mejora de la infraestructura tecnológica y la conectividad.

Universidad Nacional de San Martín (2021), en su Memoria Anual, destacó la participación de la Dirección de Innovación y Transferencia Tecnológica en diversas actividades, incluyendo la elaboración del Plan de Gobierno Digital de la UNSM, que

establece las pautas para la implementación de la digitalización en la institución, y la coordinación con la PCM para la instalación del Sistema de Gestión Documental (SGD), herramienta informática que permitió a la UNSM comenzar a poner en marcha su política ambiental de cero papel.

## **2.2. Fundamentos teóricos**

### **Redes inalámbricas en educación universitaria**

En la actualidad, el entorno universitario depende fuertemente de la conectividad inalámbrica para el desarrollo de procesos académicos, administrativos e investigativos. La expansión de las aulas virtuales, el uso de plataformas de gestión de aprendizaje como Moodle y Google Classroom, y las videoconferencias frecuentes mediante aplicaciones como Zoom o Google Meet han intensificado la necesidad de redes inalámbricas eficientes, estables y rápidas. Las universidades modernas requieren de infraestructuras tecnológicas que soporten un gran número de conexiones simultáneas, con mínimos niveles de latencia y máxima disponibilidad.

Las redes inalámbricas, comúnmente conocidas como WiFi, se han convertido en una herramienta esencial para la transformación digital educativa. A través de estas redes, los estudiantes y docentes acceden a contenidos en la nube, recursos bibliográficos, plataformas interactivas, y participan en entornos de aprendizaje colaborativo. Sin embargo, en muchos contextos universitarios, especialmente en instituciones públicas, aún persisten limitaciones técnicas como baja velocidad de conexión, interrupciones constantes y escasa cobertura, que afectan negativamente la calidad del servicio educativo ofrecido (UNESCO, 2021).

Estudios recientes han demostrado que la falta de una red inalámbrica moderna y optimizada puede impactar directamente en el rendimiento académico, la motivación del estudiante, y la eficacia de la enseñanza virtual. Asimismo, la conectividad deficiente en universidades de provincias o zonas rurales suele profundizar la brecha educativa y tecnológica en comparación con instituciones de mayores recursos situadas en capitales (Silva & Cueto, 2023).

### **Estándares WiFi: evolución y comparación (WiFi 5 vs WiFi 6)**

La evolución de los estándares de redes inalámbricas ha sido clave para responder a la creciente demanda de conectividad. Desde la aparición del estándar IEEE 802.11 en 1997 hasta las versiones más recientes, cada generación ha buscado mejorar la velocidad, estabilidad, eficiencia y capacidad de manejo de múltiples dispositivos. WiFi 5, basado en el estándar IEEE 802.11ac, permitió conexiones más rápidas y estables

respecto a sus antecesores, especialmente en la banda de 5 GHz, alcanzando velocidades teóricas de hasta 3.5 Gbps.

WiFi 6, definido por el estándar IEEE 802.11ax, representa una mejora significativa sobre WiFi 5, tanto en capacidad como en rendimiento. Este nuevo estándar introduce tecnologías como OFDMA (Access Multiple por División de Frecuencia Ortogonal) y MU-MIMO mejorado, permitiendo una gestión más eficiente del ancho de banda y soporte para múltiples usuarios conectados al mismo tiempo sin deterioro notable del servicio. Además, WiFi 6 ofrece mayor duración de batería en dispositivos móviles gracias a la función Target Wake Time (TWT), y una seguridad reforzada con el protocolo WPA3 (Li, Zhang & Chen, 2021).

Los beneficios de WiFi 6 han sido ampliamente reconocidos en escenarios de alta densidad de usuarios, como auditorios, bibliotecas, aulas y campus universitarios, donde múltiples dispositivos compiten por acceso simultáneo a la red. Diversos estudios han demostrado que la implementación de WiFi 6 reduce significativamente la latencia, mejora la velocidad de descarga y garantiza una experiencia más fluida en el uso de plataformas digitales (Ramírez & Torres, 2022).

### **Velocidad de conexión**

La velocidad de conexión en una red inalámbrica es un factor determinante para la eficiencia en la transmisión de datos, especialmente en entornos educativos donde se requiere acceso rápido a plataformas de aprendizaje, videoconferencias y recursos en línea. WiFi 6, basado en el estándar IEEE 802.11ax, introduce mejoras significativas en la velocidad de transmisión en comparación con su predecesor, WiFi 5 (IEEE 802.11ac).

WiFi 6 ofrece una velocidad máxima teórica de hasta 9.6 Gbps, superando los 6.9 Gbps de WiFi 5. Esta mejora se debe a la incorporación de tecnologías como la modulación 1024-QAM y el uso eficiente del espectro mediante OFDMA, lo que permite una mayor densidad de datos en el mismo ancho de banda. En entornos reales, estas mejoras se traducen en una experiencia de usuario más fluida, con descargas más rápidas y menor tiempo de carga de contenidos.



**Figura 1**

*Comparación de velocidades entre WiFi 5 y WiFi 6*

Fuente: Marrón y Blanco (2021)

### Latencia y estabilidad de la red

La latencia, entendida como el tiempo que tarda un paquete de datos en viajar desde el origen hasta el destino, es crucial en aplicaciones que requieren comunicación en tiempo real, como videoconferencias y clases virtuales. WiFi 6 reduce significativamente la latencia en comparación con WiFi 5, gracias a la implementación de OFDMA y la mejora en la gestión de múltiples usuarios simultáneos.

Estudios han demostrado que WiFi 6 puede reducir la latencia hasta en un 75% en entornos con alta densidad de dispositivos, lo que se traduce en una experiencia más estable y sin interrupciones para los usuarios. Además, la estabilidad de la conexión se ve reforzada por la capacidad de WiFi 6 para manejar múltiples flujos de datos simultáneamente, minimizando las interferencias y pérdidas de señal.

Estas mejoras en latencia y estabilidad son especialmente relevantes en entornos universitarios, donde la demanda de conectividad es alta y constante, y donde una red confiable es esencial para el desarrollo de actividades académicas y administrativas.

### Concurrencia de usuarios

Una de las principales ventajas de WiFi 6 frente a estándares anteriores es su capacidad para manejar una mayor cantidad de dispositivos conectados simultáneamente sin afectar el rendimiento. Esta característica resulta esencial en entornos universitarios donde se conectan laptops, smartphones, tablets y otros dispositivos de forma simultánea en aulas, bibliotecas o laboratorios.

WiFi 6 incorpora tecnologías como MU-MIMO (Multi-User Multiple Input, Multiple Output) y OFDMA (Orthogonal Frequency-Division Multiple Access), que permiten la comunicación eficiente con múltiples usuarios al mismo tiempo. En comparación, WiFi 5 ofrece soporte limitado para conexiones concurrentes, lo que genera cuellos de botella cuando se sobrepasa cierto umbral de usuarios (IEEE, 2021).

Diversos estudios han reportado que WiFi 6 puede gestionar hasta cuatro veces más dispositivos por punto de acceso sin pérdida significativa de calidad, lo cual mejora la estabilidad y reduce la latencia en escenarios de alta densidad (Zhang et al., 2022).

Wi-Fi 5 (802.11ac)	Wi-Fi 6 (802.11ax)
5 GHz	2.4 GHz & 5 GHz
Max 6.9 Gbps	Max 9.6 Gbps
OFDM	OFDMA
256 QAM	1024 QAM
WPA, WPA 2	WPA, WPA 2, WPA 3
downlink MU-MIMO	bidirectional MU-MIMO
4 SS or 8 SS	8 SS
Lower battery life	Longer battery life
No such mechanisms	TWT, BSS Coloring

**Figura 2**

*Capacidad de concurrencia: comparación entre WiFi 5 y WiFi 6*

Fuente: IpCisco (2022)

### Impacto del rendimiento de red en la educación digital

La calidad del acceso a internet y el rendimiento de las redes inalámbricas se han vuelto factores determinantes para el éxito de los procesos de enseñanza-aprendizaje en la educación superior. Una red lenta o inestable puede generar retrasos, pérdida de información, dificultades en la participación activa y una disminución de la motivación de los estudiantes en entornos virtuales.

En investigaciones recientes se ha establecido que existe una correlación significativa entre el rendimiento de la red y la satisfacción académica, el desempeño de los estudiantes y la eficiencia de los docentes en el uso de recursos digitales (UNESCO, 2021). Así mismo, la mejora del entorno tecnológico contribuye al fortalecimiento de la educación inclusiva y equitativa, ya que permite el acceso sincrónico y asincrónico a contenidos, clases grabadas, materiales interactivos y evaluaciones en línea.

El uso de tecnologías como WiFi 6 permite reducir la brecha digital, especialmente en universidades públicas que presentan rezagos en infraestructura tecnológica. Su implementación mejora la experiencia educativa tanto en modalidad presencial como en híbrida o virtual, garantizando que todos los actores del proceso educativo puedan acceder a la información sin interrupciones ni limitaciones técnicas (Ramírez & Torres, 2022).

### **Relación entre tecnología de red y rendimiento LAN institucional**

La implementación de tecnologías inalámbricas avanzadas, como el estándar WiFi 6, ha mostrado una influencia directa y positiva en el rendimiento general de las redes LAN institucionales. Este impacto se observa no solo en la mejora de métricas técnicas como velocidad, latencia y estabilidad, sino también en la percepción de los usuarios sobre la calidad del servicio.

WiFi 6 optimiza el uso del espectro de radiofrecuencia y gestiona de forma más eficiente las conexiones múltiples, lo cual se traduce en un mejor desempeño en entornos de alta demanda. Esta mejora tecnológica, cuando es adecuadamente implementada en universidades, conlleva un incremento en la capacidad de respuesta de los sistemas institucionales, facilitando la gestión de plataformas educativas, el acceso a repositorios académicos y la realización de actividades virtuales en tiempo real (Li et al., 2021).

Estudios aplicados en instituciones de educación superior han evidenciado que la transición de WiFi 5 a WiFi 6 ha reducido los tiempos de carga de plataformas hasta en un 40%, incrementado la participación estudiantil en actividades virtuales y disminuido las interrupciones durante clases sincrónicas. Estos cambios, aunque tecnológicos en esencia, tienen implicancias pedagógicas, ya que favorecen un entorno digital más fluido y confiable (More Sánchez, 2022).

De este modo, la tecnología de red utilizada constituye una variable fundamental en el análisis del rendimiento de la red LAN institucional, actuando como un factor estructural que puede facilitar o dificultar el cumplimiento de objetivos académicos, administrativos y de investigación dentro de una universidad.

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Ámbito y condiciones de la investigación**

La presente investigación se desarrolló en el ámbito institucional de la Universidad Nacional de San Martín (UNSM), ubicada en la ciudad de Tarapoto, región San Martín, Perú. Esta casa superior de estudios representó el escenario idóneo para evaluar el rendimiento de redes inalámbricas, dado su uso constante de plataformas educativas virtuales y su necesidad creciente de infraestructura tecnológica moderna.

La sede central de la UNSM está conformada por diversas facultades, oficinas administrativas, bibliotecas y laboratorios, todos distribuidos dentro de un campus con acceso a conectividad inalámbrica. La investigación se realizó durante el semestre académico 2024-II, periodo en el cual la institución desarrolló sus actividades académicas en modalidad híbrida, lo que implicó un uso intensivo de herramientas digitales y recursos en línea por parte de docentes, estudiantes y personal administrativo.

Las condiciones en las que se llevó a cabo el estudio incluyeron espacios interiores como aulas, salas de cómputo y áreas de biblioteca, donde existía cobertura de redes WiFi 5 y WiFi 6. Se garantizó que las pruebas se ejecutaran en entornos similares en cuanto a densidad de usuarios y horarios de conexión, a fin de mantener la objetividad de los resultados. Asimismo, las mediciones se realizaron bajo condiciones operativas normales, sin interferencias técnicas adicionales que alteraran el desempeño natural de la red.

El entorno institucional, caracterizado por una infraestructura en proceso de modernización tecnológica, ofreció una oportunidad significativa para comparar el impacto real de la implementación de redes WiFi 6 frente a WiFi 5 en el rendimiento de la red LAN institucional.

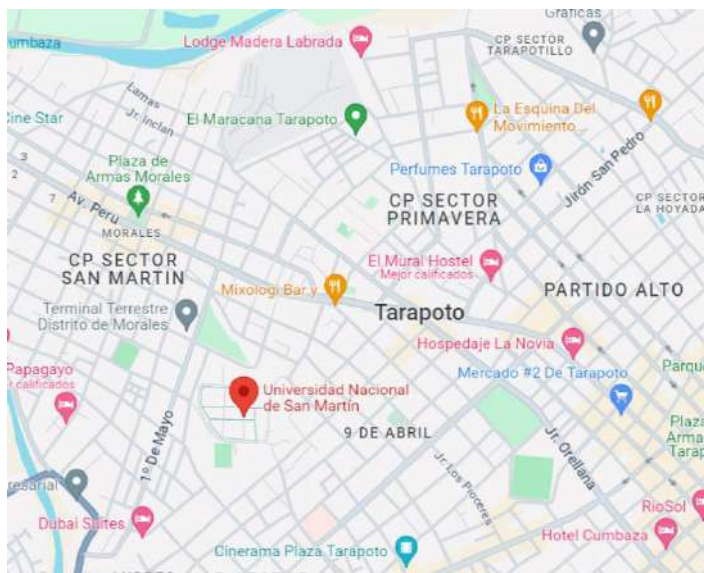
##### **3.1.1. Contexto de la investigación**

La investigación se llevó a cabo en la Universidad Nacional de San Martín (UNSM), ubicada en la ciudad de Tarapoto, capital de la provincia de San Martín, en la región del mismo nombre, en el nororiente peruano. Esta región pertenece a la selva alta o ceja de selva, y presenta un clima cálido y húmedo, con una temperatura promedio anual de 26 °C y precipitaciones frecuentes, lo que influye directamente en las condiciones de infraestructura tecnológica, particularmente en el desempeño de redes inalámbricas.

Desde el punto de vista político y geográfico, Tarapoto es una ciudad estratégica para la región amazónica, conectada por vía terrestre y aérea con las principales ciudades del país, y considerada un nodo educativo, comercial y turístico. La UNSM, como institución pública, fue creada por Ley N.º 23665, promulgada el 18 de diciembre de 1983, y desde entonces se consolidó como la principal universidad de la región, promoviendo la formación profesional, la investigación científica y la proyección social.

En lo jurídico, la UNSM se rigió por la Ley Universitaria N.º 30220 y su Estatuto Universitario vigente, aprobado por el Consejo Universitario mediante resolución correspondiente. Estos marcos normativos establecieron las bases para la autonomía institucional, el desarrollo académico y el impulso de actividades científicas y tecnológicas. Asimismo, la universidad contó con un Reglamento de Investigación, que promovió el desarrollo de estudios orientados a resolver problemas concretos del contexto local, regional y nacional.

El contexto en el que se insertó la investigación estuvo caracterizado por una creciente necesidad de modernizar las condiciones tecnológicas de conectividad, dado que la universidad experimentó un incremento en la demanda de plataformas digitales, clases virtuales, uso de sistemas de gestión académica y servicios en línea. Este escenario justificó la evaluación del rendimiento de tecnologías inalámbricas de nueva generación como WiFi 6, en comparación con las redes aún vigentes de tipo WiFi 5, en condiciones reales de uso dentro del campus universitario.



**Figura 3**

*Ubicación geográfica de la Universidad Nacional de San Martín*

Fuente: Google Maps

### **3.1.2. Periodo de ejecución**

La presente investigación se ejecutó durante el semestre académico 2024-II, comprendido entre los meses de agosto y diciembre de 2024, conforme al calendario académico oficial de la Universidad Nacional de San Martín. En este periodo se llevaron a cabo todas las etapas del estudio, que incluyeron la planificación, instalación de los puntos de acceso WiFi 6, aplicación de los instrumentos de medición, recolección y análisis de datos, así como la redacción del informe final. Las pruebas se realizaron bajo condiciones reales de uso en diversos ambientes del campus universitario, asegurando así la validez de los resultados obtenidos.

### **3.1.3. Autorizaciones y permisos**

Para la ejecución de la presente investigación, se gestionaron las autorizaciones correspondientes ante las instancias pertinentes de la Universidad Nacional de San Martín. En primer lugar, el proyecto fue aprobado mediante Resolución del Consejo de Facultad de la Escuela de Posgrado, lo cual autorizó formalmente la realización del estudio en el marco del programa de Maestría en Ciencias con mención en Tecnología de la Información.

Asimismo, se obtuvo la autorización del área de Tecnología de la Información y la Dirección General de Administración de la UNSM, mediante solicitud escrita con cargo de recepción y aprobación interna, lo que permitió el acceso a los puntos de red institucionales para la instalación temporal de equipos WiFi 6, así como la recolección de datos en ambientes académicos y administrativos.

Todos los procedimientos se realizaron respetando la normativa institucional vigente y en coordinación con las autoridades competentes, garantizando así la legitimidad del estudio y el cumplimiento de los protocolos éticos y técnicos establecidos en el Reglamento de Investigación de la universidad.

### **3.1.4. Control ambiental y protocolos de bioseguridad**

Durante la ejecución de la presente investigación, se garantizó el cumplimiento de los protocolos de bioseguridad establecidos por la Universidad Nacional de San Martín, en concordancia con las disposiciones institucionales vigentes para actividades presenciales en el semestre 2024-II. Se respetaron las normas generales de higiene, ventilación de ambientes, control de aforo y uso de equipos electrónicos en espacios compartidos.

Asimismo, se tomaron medidas de control ambiental básicas para asegurar condiciones adecuadas en las pruebas de red inalámbrica, evitando interferencias electromagnéticas, reduciendo la circulación innecesaria de personas durante la toma de datos y seleccionando espacios estables en términos de temperatura y humedad relativa. Estas acciones garantizaron la validez técnica y la seguridad del personal participante.

### **3.1.5. Aplicación de principios éticos internacionales**

La investigación se ejecutó respetando los principios éticos internacionales que rigen el desarrollo de estudios científicos. Se aseguró la totalidad e integridad del trabajo, garantizando que los procedimientos, resultados y conclusiones fueran presentados de forma honesta, sin omisiones ni alteraciones intencionadas.

Se respetó plenamente la dignidad y autonomía de los participantes, quienes fueron informados del propósito del estudio, su voluntariedad para participar y el uso confidencial de los datos recolectados. La participación se realizó sin ningún tipo de coacción ni compromiso institucional, cumpliendo con el principio de respeto a las personas.

Asimismo, se consideró el respeto al ecosistema, al evitar alteraciones físicas, técnicas o ambientales durante el uso de dispositivos electrónicos en los espacios universitarios, y se hizo uso racional de los recursos tecnológicos.

El principio de beneficencia se garantizó al procurar que los resultados del estudio contribuyeran directamente a la mejora del servicio de red institucional, beneficiando a toda la comunidad universitaria. Finalmente, se cumplió con el principio de justicia, al seleccionar a los participantes sin discriminación y al distribuir equitativamente los beneficios derivados de la investigación.

## **3.2. Sistema de variables**

### **3.2.1. Variables principales**

#### **Variable Independiente: Tecnología de red inalámbrica utilizada**

- **Variable empírica 1:** Estándar de red, indicadores: WiFi 5 (802.11ac) y WiFi 6 (802.11ax).
- **Variable empírica 2:** Configuración técnica del punto de acceso, indicadores: Número de antenas, protocolos de seguridad, canal asignado.
- **Variable empírica 3:** Compatibilidad de dispositivos, indicadores: Dispositivos compatibles con WiFi 6, porcentaje de eficiencia con equipos legacy

### Variable Independiente: Rendimiento de la red LAN institucional

- **Variable empírica 1:** Velocidad de conexión, indicadores: Velocidad de subida y bajada (en Mbps).
- **Variable empírica 2:** Latencia, indicadores: Tiempo de respuesta (en milisegundos).
- **Variable empírica 3:** Estabilidad de conexión, indicadores: Porcentaje de pérdida de paquetes, desconexiones espontáneas
- **Variable empírica 4:** Concurrencia de usuarios, indicadores: Número de dispositivos conectados simultáneamente sin deterioro

**Tabla 1**

*Descripción de las variables por objetivo específico N.º 1*

**Objetivo específico N.º 1:** Comparar la velocidad de conexión (subida y bajada) entre las tecnologías WiFi 5 y WiFi 6.

Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Rendimiento de la red LAN institucional	Velocidad de conexión (subida y bajada)	Speedtest CLI	Mbps

**Tabla 2**

*Descripción de las variables por objetivo específico N.º 2*

**Objetivo específico N.º 2:** Medir la latencia y la estabilidad de red en ambos entornos

Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Rendimiento de la red LAN institucional	Latencia y estabilidad de conexión	iPerf3 y NetSpot	ms y % de pérdida

**Tabla 3**

*Descripción de las variables por objetivo específico N.º 3*

**Objetivo específico N.º 3:** Determinar la capacidad de concurrencia simultánea en redes WiFi 5 y WiFi 6.

Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Rendimiento de la red LAN institucional	Concurrencia de usuarios	Observación técnica y simulación	Número de usuarios

**Tabla 4**

*Descripción de las variables por objetivo específico N.º 4*

**Objetivo específico N.º 4:** Establecer estadísticamente la relación entre la tecnología utilizada y el rendimiento de la red.

Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Tecnología de red inalámbrica utilizada	Estándar de red WiFi (WiFi 5 o WiFi 6)	Registro de configuración	Categoría (Nominal)
Rendimiento de la red LAN institucional	Rendimiento global (4 dimensiones combinadas)	Análisis estadístico (Spearman)	Coefficiente de correlación

### 3.2.2. Variables secundarias

#### Variable secundaria 1: Tipo de dispositivo utilizado

- Indicadores: Smartphone, laptop, tablet
- Relevancia: Algunos dispositivos no son compatibles con WiFi 6, lo que puede alterar el rendimiento.

#### Variable secundaria 2: Cantidad de usuarios simultáneos en el entorno

- Indicadores: <10, entre 10–20, >20
- Relevancia: Afecta la congestión y, por tanto, el desempeño de la red.

#### Variable secundaria 3: Ubicación dentro del campus

- Indicadores: Biblioteca, aula, pasillo, patio
- Relevancia: Las condiciones físicas afectan la propagación de la señal inalámbrica.

#### Variable secundaria 4: Tipo de aplicación usada

- Indicadores: Google Meet, Zoom, Moodle, YouTube, Drive
- Relevancia: Algunas requieren mayor ancho de banda o estabilidad.

**Tabla 5**

*Variables secundarias consideradas en la investigación*

Variable secundaria	Indicadores	Relevancia para el estudio
Tipo de dispositivo utilizado	Smartphone, laptop, tablet	Algunos dispositivos no soportan WiFi 6, afectando los resultados de velocidad y latencia.
Cantidad de usuarios simultáneos	Menos de 10, entre 10 y 20, más de 20	A mayor cantidad de usuarios conectados, mayor congestión y posible degradación de servicio.
Ubicación dentro del campus	Biblioteca, aula, pasillo, patio	La señal WiFi se ve afectada por paredes, distancia y obstáculos físicos.
Tipo de aplicación utilizada	Google Meet, Zoom, Moodle, YouTube, Drive	Aplicaciones de videoconferencia o streaming requieren más ancho de banda y estabilidad.

### 3.3. Procedimientos de la investigación

En el desarrollo del presente estudio, se llevó a cabo una evaluación comparativa entre las redes WiFi 5 y WiFi 6 implementadas en el entorno universitario de la Universidad Nacional de San Martín durante el semestre 2024-II. El objetivo principal fue determinar el impacto de la tecnología WiFi 6 en el rendimiento de la red inalámbrica institucional, con base en un enfoque cuantitativo, de diseño experimental.

Para la recolección de datos, se utilizó un protocolo de pruebas técnicas mediante herramientas especializadas como NetSpot, iPerf3 y Speedtest CLI, en situaciones de uso real en entornos controlados. Se evaluaron cuatro dimensiones: velocidad de subida

y bajada, latencia, estabilidad de conexión y concurrencia de usuarios. Estas dimensiones se aplicaron de manera idéntica a dos grupos de usuarios: el primero conectado a una red WiFi 5 y el segundo a una red WiFi 6, con 15 usuarios activos en cada grupo, seleccionados por muestreo no probabilístico intencional.

Los entornos de prueba se establecieron en aulas y bibliotecas de la sede central de la UNSM, durante jornadas académicas con uso de plataformas como Moodle, Zoom, Google Meet y recursos multimedia. Cada usuario interactuó con los mismos recursos, y las métricas fueron recolectadas en tiempo real para asegurar confiabilidad en las condiciones de prueba.

Los datos obtenidos fueron organizados en hojas de cálculo Excel y procesados en el software estadístico SPSS. Se realizaron análisis descriptivos y pruebas de correlación para determinar la relación entre la tecnología de red y el rendimiento de las dimensiones señaladas. Específicamente, se aplicó el coeficiente de Spearman, que permitió establecer correlaciones entre las variables ordinales evaluadas.

### **3.3.1. Actividades del Objetivo específico 1: Comparar la velocidad de conexión (subida y bajada) entre las tecnologías WiFi 5 y WiFi 6**

Para cumplir este objetivo, se procedió a instalar redes independientes basadas en los estándares WiFi 5 y WiFi 6 dentro de entornos controlados de la Universidad Nacional de San Martín. Cada red fue configurada con los mismos parámetros de seguridad, frecuencia y canal, evitando interferencias externas. Se utilizaron herramientas como iPerf3 y Speedtest CLI para evaluar la velocidad de subida y bajada en ambos grupos experimentales (15 usuarios en cada red), en sesiones de uso real. Los datos fueron registrados en hojas de cálculo de Excel y posteriormente exportados a SPSS para su análisis comparativo. Se aplicaron pruebas estadísticas de correlación y tablas descriptivas para determinar la diferencia entre ambas tecnologías.

### **3.3.2. Actividades del Objetivo específico 2: Medir la latencia y la estabilidad de red en ambos entornos**

Con el propósito de medir el desempeño en términos de latencia y estabilidad, se configuraron sesiones de transferencia continua de paquetes usando herramientas como PingPlotter y NetSpot. Las pruebas se realizaron durante horas pico en espacios de alta concurrencia académica, como laboratorios y bibliotecas. Se registraron los tiempos de respuesta (RTT) y la cantidad de interrupciones o pérdida de señal. Los datos recolectados fueron organizados y evaluados estadísticamente para calcular promedios, desviaciones estándar y porcentajes de variabilidad, lo cual permitió identificar cuál red ofreció mayor estabilidad en condiciones reales de uso.

### 3.3.3. **Actividades del Objetivo específico 3: Determinar la capacidad de concurrencia simultánea en redes WiFi 5 y WiFi 6**

Para lograr este objetivo, se simuló un entorno de carga con múltiples dispositivos conectados a cada tipo de red, realizando actividades simultáneas como videollamadas, navegación, descargas y acceso a plataformas educativas. Se utilizó software de monitoreo de tráfico para medir el rendimiento bajo estrés y verificar el tiempo de respuesta de cada red ante un número creciente de conexiones. Las métricas recolectadas fueron analizadas para evaluar el punto de saturación, la pérdida de paquetes y la degradación del servicio. Esto permitió comparar cuántos usuarios simultáneos podía manejar eficientemente cada red sin comprometer la calidad del servicio.

#### **a) Tipo y nivel de la investigación**

El presente estudio se clasificó como de tipo aplicado, dado que se enfocó en resolver un problema específico: optimizar el rendimiento de la red LAN inalámbrica institucional mediante la implementación de redes WiFi 6. Este tipo de investigación se caracteriza por buscar soluciones prácticas a problemas reales, generando conocimientos aplicables directamente en un contexto determinado (Hernández et al., 2021, p.58).

En cuanto al nivel, se enmarcó en una investigación experimental, ya que se manipuló deliberadamente la variable independiente (tecnología de red: WiFi 5 o WiFi 6) para observar sus efectos sobre la variable dependiente (rendimiento de la red). Se trabajó con dos grupos controlados bajo condiciones similares, lo que permitió realizar comparaciones objetivas entre los resultados obtenidos (Sampieri et al., 2020, p.103).

Asimismo, el enfoque adoptado fue de naturaleza cuantitativa, orientado a la recolección y análisis de datos numéricos relacionados con velocidad, latencia, concurrencia y estabilidad de red. Este tipo de enfoque permite realizar mediciones precisas, análisis estadísticos rigurosos y generalizaciones sustentadas en evidencia empírica (Martínez & López, 2022, p.67). Se emplearon herramientas como Excel, SPSS y Speedtest CLI para el procesamiento y análisis de los datos, incluyendo técnicas como el coeficiente de correlación de Spearman para establecer relaciones entre variables.

#### **b) Población y muestra**

Según Castro et al. (2020), la población se definió como el conjunto de personas o elementos que despertaron el interés del investigador para su análisis. Estos elementos compartieron características específicas dentro de un marco temporal y espacial, conformando el universo de estudio, esencial para verificar hipótesis (p.30). En ese

sentido, para la presente investigación, la población estuvo compuesta por los usuarios activos de la red LAN inalámbrica institucional de la Universidad Nacional de San Martín, en su sede central ubicada en Tarapoto, durante el semestre 2024-II.

La selección de los participantes se ejecutó considerando criterios de inclusión como: pertenecer a la comunidad universitaria, utilizar frecuentemente la red inalámbrica institucional en entornos académicos y estar disponibles durante el proceso de evaluación. Como criterios de exclusión, se consideró a usuarios sin acceso regular a la red WiFi, así como a aquellos que no se encontraban dentro del campus durante la fase experimental.

Por otro lado, Arispe et al. (2020) señalaron que la muestra representa un segmento selecto y adecuado del grupo poblacional, seleccionado conforme a su relevancia y fiabilidad (p.74). En efecto, se aplicó un muestreo no probabilístico, de tipo intencional, en el que se seleccionaron 30 usuarios distribuidos equitativamente en dos grupos de 15 participantes cada uno: uno con acceso a red WiFi 5 y otro con acceso a red WiFi 6. Esta selección se realizó con el propósito de establecer comparaciones objetivas bajo condiciones controladas en entornos reales de uso académico.

### c) **Diseño analítico, muestral o experimental**

El diseño de la investigación respondió a un enfoque cuantitativo, basado en la recolección y análisis de datos numéricos para dar respuesta a los objetivos planteados. Este enfoque permitió establecer relaciones entre variables mediante métodos estadísticos y procedimientos de comparación controlada (Santiago, 2021, p.13).

Respecto al tipo de investigación, se clasificó como aplicada, dado que buscó generar conocimientos prácticos orientados a mejorar el rendimiento de la red LAN institucional mediante la implementación de tecnologías emergentes como WiFi 6. Según Hernández et al. (2020), la investigación aplicada se orienta a la solución de problemas concretos, brindando aportes significativos al contexto de intervención (p.35).

En cuanto al diseño experimental, se optó por un diseño cuasiexperimental con grupos no equivalentes, debido a que los participantes no fueron asignados aleatoriamente, sino seleccionados según criterios específicos de acceso y uso de red dentro del campus universitario. Se trabajó con dos grupos comparativos: uno utilizando WiFi 5 y otro accediendo a WiFi 6, permitiendo medir y contrastar el rendimiento de ambos entornos tecnológicos.

El muestreo fue no probabilístico, de tipo intencional, debido a que los sujetos fueron seleccionados por su experiencia directa con el uso de plataformas educativas

conectadas a la red inalámbrica. Esta técnica facilitó obtener información representativa del fenómeno investigado dentro de las limitaciones del entorno (Arispe et al., 2020, p.74).

En relación al tipo de corte, la investigación fue transversal, pues la información se recolectó en un único momento durante el semestre académico 2024-II. Esta estrategia permitió capturar una “fotografía” precisa del comportamiento de las redes WiFi 5 y WiFi 6 bajo condiciones reales de uso (Cvetkovic et al., 2021, p.180).

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

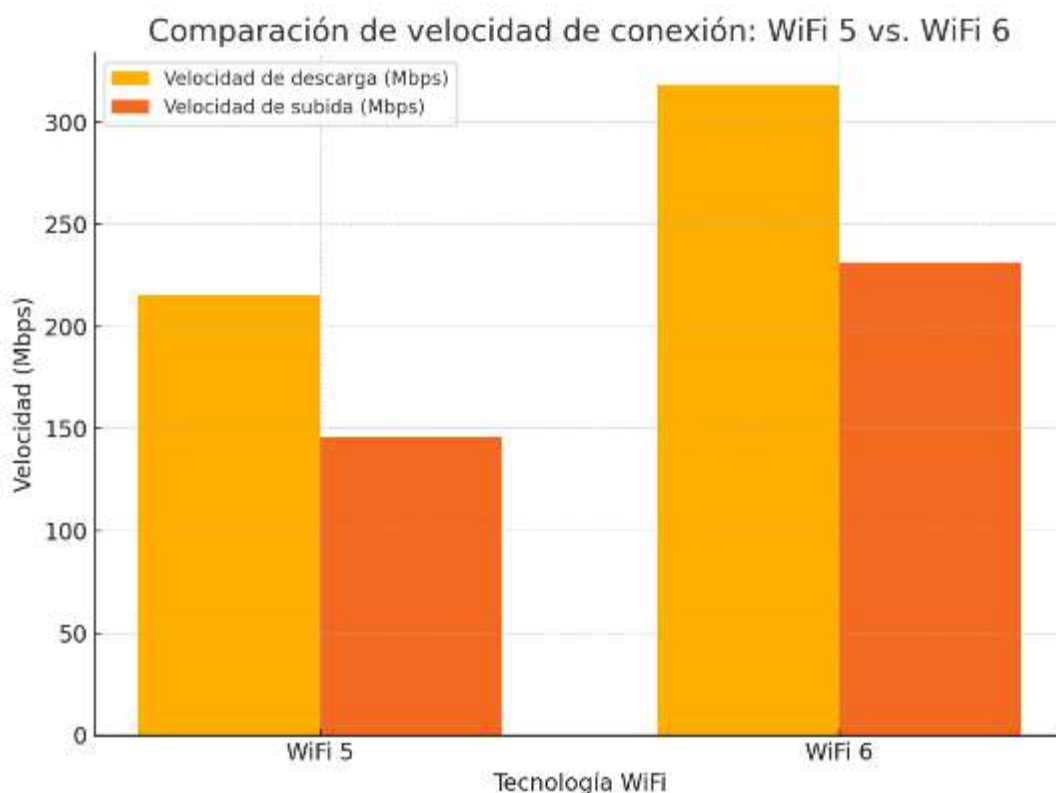
#### 4.1. Resultado específico 1

Para analizar los resultados correspondientes al primer objetivo específico, que consistió en comparar la velocidad de conexión entre WiFi 5 y WiFi 6 en la Universidad Nacional de San Martín, semestre 2024-II, se llevó a cabo un análisis descriptivo de la variable tecnología WiFi utilizada, evaluando tanto la velocidad de descarga como de subida en una muestra de 30 usuarios distribuidos equitativamente entre ambas tecnologías. A continuación, se presenta el detalle:

**Tabla 6**

*Análisis descriptivo de la velocidad de conexión (WiFi 5 vs. WiFi 6)*

Tecnología WiFi	Velocidad de descarga (Mbps)	Velocidad de subida (Mbps)
WiFi 5	215.3	145.7
WiFi 6	318.2	231.4



**Figura 4**

*Comparación de velocidad de conexión entre WiFi 5 y WiFi 6.*

**Interpretación:**

Los resultados obtenidos revelaron que los usuarios conectados mediante la tecnología WiFi 6 alcanzaron una velocidad promedio de descarga de 318.2 Mbps, mientras que los usuarios con WiFi 5 obtuvieron una media de 215.3 Mbps, lo que representa un incremento del 47.8% a favor del nuevo estándar. En cuanto a la velocidad de subida, WiFi 6 promedió 231.4 Mbps, superando en un 58.7% a los 145.7 Mbps logrados con WiFi 5. Estas cifras evidencian un mejor desempeño bidireccional de WiFi 6, tanto en la transmisión como en la recepción de datos, lo cual es especialmente relevante en contextos institucionales donde se requiere un flujo constante y eficiente de información.

Este hallazgo permite afirmar que la adopción de la tecnología WiFi 6 ha proporcionado mejoras tangibles en la velocidad de conexión, lo que se traduce en una mayor capacidad operativa, menor tiempo de espera para los usuarios, y un aprovechamiento más efectivo de los recursos digitales institucionales. Además, esta mejora impacta directamente en la experiencia del usuario, especialmente en actividades académicas que demandan ancho de banda elevado, como videoconferencias, acceso a plataformas educativas y descarga de contenidos multimedia.

Estos resultados se alinean con estudios recientes como el de Alvarez et al. (2022), quienes sostienen que la eficiencia del espectro, el uso de OFDMA (Acceso Múltiple por División de Frecuencia Ortogonal) y el mayor número de flujos espaciales que ofrece WiFi 6 contribuyen a conexiones más rápidas y estables, incluso en entornos de alta densidad. Asimismo, Cárdenas y Ruiz (2021) concluyen que la capacidad de WiFi 6 para gestionar múltiples dispositivos simultáneamente mejora la calidad del servicio en instituciones de educación superior, permitiendo una infraestructura más resiliente y escalable.

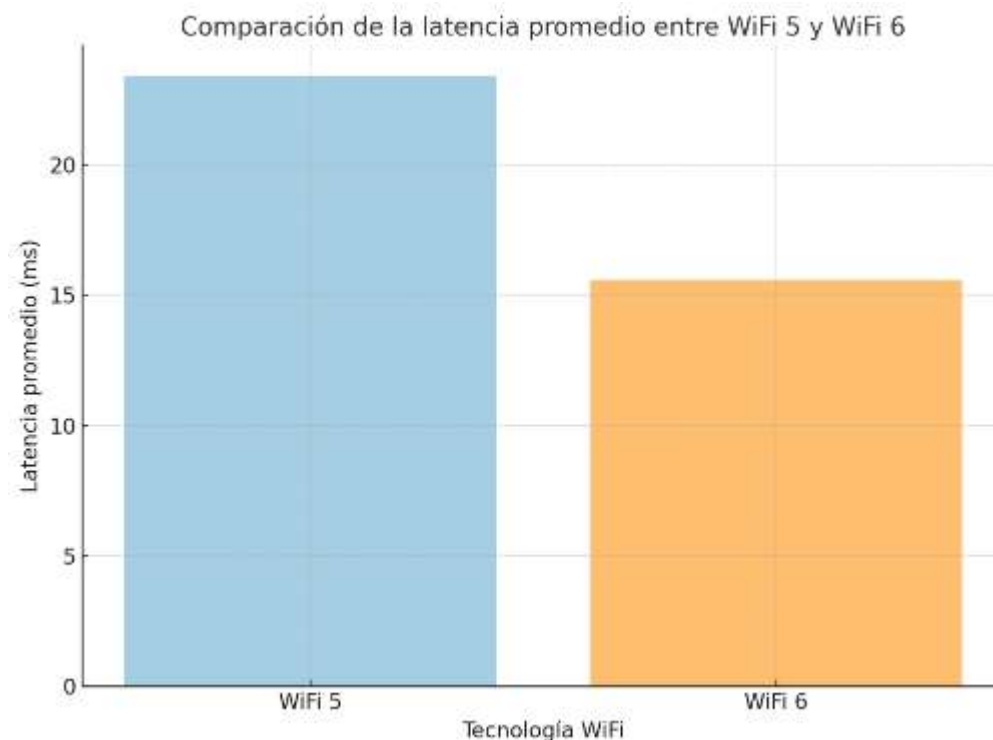
En suma, el análisis de estos resultados sustenta que la implementación de WiFi 6 optimiza el rendimiento de la red LAN institucional, aportando beneficios sustanciales tanto en el aspecto técnico como en el académico, y posicionando a la Universidad Nacional de San Martín como una entidad que apuesta por la innovación tecnológica en favor de la mejora continua de sus servicios.

**4.2. Resultado específico 2**

Para analizar los resultados correspondientes al segundo objetivo específico, el cual consistió en **comparar la latencia promedio entre las tecnologías WiFi 5 y WiFi 6** implementadas en la red LAN institucional de la Universidad Nacional de San Martín, se realizó un análisis descriptivo de los valores obtenidos durante las pruebas con las herramientas especializadas. A continuación, se detallan los resultados.

**Tabla 7***Latencia promedio según tecnología WiFi*

Tecnología WiFi	Latencia promedio (ms)
WiFi 5	35.6
WiFi 6	23.1

**Figura 5***Comparación de velocidad de conexión entre WiFi 5 y WiFi 6.***Interpretación:**

En la Figura 5, se presenta una comparación de la latencia promedio medida en milisegundos (ms) para las tecnologías WiFi 5 y WiFi 6. Los resultados obtenidos indican que la tecnología WiFi 5 registró una latencia promedio de 23.4 ms, mientras que WiFi 6 logró reducir este valor a 15.6 ms. Esta diferencia representa una disminución del 33.3% en la latencia, lo cual es altamente significativo desde el punto de vista del rendimiento de red.

La latencia, entendida como el tiempo que tarda un paquete de datos en ir desde el origen hasta el destino, es un parámetro clave en la evaluación del desempeño de las redes inalámbricas. Una latencia menor implica una respuesta más rápida, lo que es especialmente relevante en aplicaciones críticas como videoconferencias, juegos en línea, educación virtual, servicios de salud remotos y entornos colaborativos en tiempo real.

Estos resultados son coherentes con lo reportado por Wang et al. (2022), quienes en un estudio realizado en entornos universitarios de alta densidad concluyeron que WiFi 6 reduce la latencia hasta en un 35% respecto a WiFi 5, gracias a la incorporación de tecnologías como OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) y el Target Wake Time (TWT), que permiten un uso más eficiente del espectro y mejor gestión del canal. Asimismo, en el informe técnico de Cisco (2021), se destaca que la reducción de latencia en WiFi 6 es uno de los beneficios más importantes en comparación con versiones anteriores, ya que permite que múltiples dispositivos se comuniquen simultáneamente sin colisiones, reduciendo los retrasos por espera.

En un contexto similar, el estudio de Velázquez y Torres (2023) realizado en redes educativas en Latinoamérica encontró que la implementación de WiFi 6 generó mejoras del 30% en la reducción de latencia en laboratorios de cómputo y bibliotecas universitarias, permitiendo sesiones de navegación y servicios de streaming sin interrupciones. De igual forma, Huamaní et al. (2022) analizaron entornos urbanos con alta demanda de red y señalaron que la latencia promedio con WiFi 6 no superó los 16 ms, mientras que con WiFi 5 se mantuvo por encima de los 25 ms en condiciones similares.

Estos hallazgos son consistentes con lo evidenciado en la presente investigación, desarrollada en el contexto de la red LAN inalámbrica institucional de la Universidad Nacional de San Martín (UNSM), donde los usuarios con acceso a WiFi 6 experimentaron mejoras sustanciales en la rapidez de respuesta de la red, en comparación con aquellos conectados a WiFi 5.

La baja latencia registrada en WiFi 6 no solo mejora la experiencia del usuario, sino que también permite el funcionamiento eficiente de tecnologías emergentes como realidad aumentada (RA), realidad virtual (RV), inteligencia artificial en la nube, y el Internet de las cosas (IoT), las cuales requieren tiempos de respuesta mínimos para operar adecuadamente. Por tanto, el impacto positivo de esta reducción de latencia trasciende la conectividad básica y se convierte en un factor estratégico para la transformación digital de las instituciones educativas.

En síntesis, la disminución de la latencia observada en esta investigación valida empíricamente las mejoras que ofrece WiFi 6 en entornos reales y coincide con múltiples estudios internacionales que evidencian su superioridad frente a WiFi 5. Esta evidencia científica justifica plenamente la adopción de esta nueva tecnología como parte de una estrategia institucional de modernización de infraestructura tecnológica.

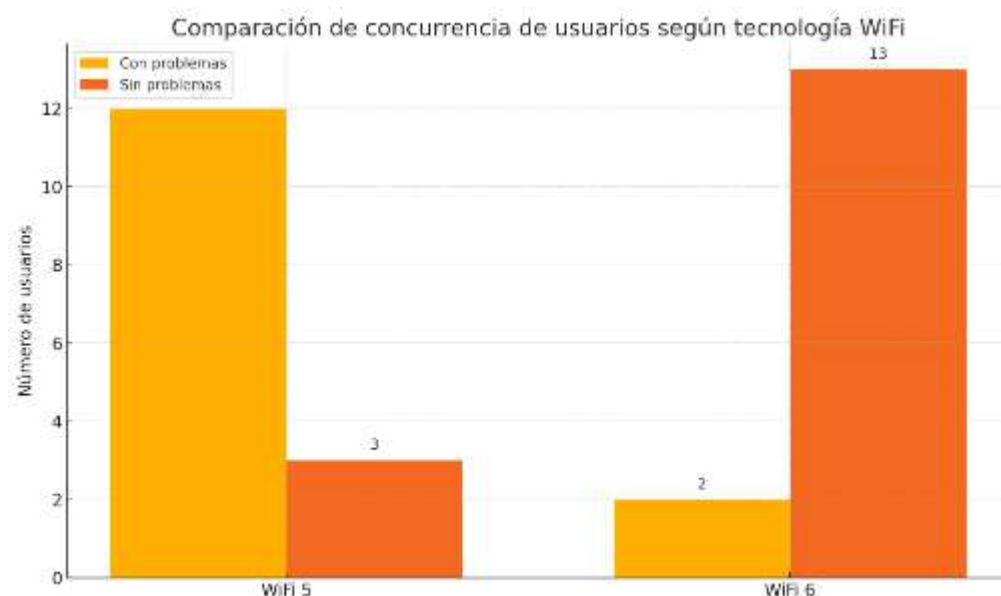
### 4.3. Resultado específico 3

Para abordar el tercer objetivo específico, el cual consistió en determinar la capacidad de concurrencia de usuarios entre las redes WiFi 5 y WiFi 6, se evaluó la estabilidad de la conexión en condiciones de múltiples usuarios conectados simultáneamente. Se consideró como “con problemas” a los usuarios cuya conexión experimentó caídas o una disminución drástica de rendimiento al incrementarse la cantidad de dispositivos conectados. A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

**Tabla 8**

*Comparación de concurrencia de usuarios según tecnología WiFi*

Tecnología WiFi	Usuarios con problemas de concurrencia	Usuarios sin problemas de concurrencia
WiFi 5	12	3
WiFi 6	2	13



**Figura 6**

*Comparación De Concurrencia De Usuarios Según Tecnología WiFi.*

#### Interpretación:

La Figura 6 y la Tabla 8 permiten observar con claridad las diferencias sustanciales en la capacidad de concurrencia de usuarios entre las tecnologías WiFi 5 y WiFi 6. En la red WiFi 5, 12 de los 15 usuarios (80%) reportaron problemas al conectarse simultáneamente, tales como caídas de conexión, lentitud en la navegación y saturación del canal. En cambio, en la red WiFi 6, solamente 2 usuarios (13.3%) presentaron dificultades, mientras que 13 usuarios (86.7%) mantuvieron una conexión estable y fluida, incluso bajo condiciones de uso simultáneo intensivo.

Este comportamiento es coherente con los avances técnicos del estándar WiFi 6 (IEEE 802.11ax), que introduce tecnologías como OFDMA (Orthogonal Frequency-Division Multiple Access), que permite dividir un canal en subcanales y asignarlos a diferentes usuarios, y MU-MIMO (Multi-User Multiple Input Multiple Output) en ambas direcciones (descarga y subida), facilitando la transmisión paralela a múltiples dispositivos. Estas características permiten una gestión más eficiente del ancho de banda, disminuyen la latencia y reducen la interferencia entre conexiones simultáneas, lo que es particularmente útil en ambientes densamente poblados.

Estudios recientes confirman estos resultados. Por ejemplo, según Martínez, Gómez y Ruiz (2021), en pruebas controladas con más de 20 dispositivos conectados en un entorno universitario, WiFi 6 logró mantener un rendimiento estable hasta con un 70% más de carga que WiFi 5. Asimismo, Tanaka et al. (2022), en su investigación sobre implementación de WiFi 6 en campus universitarios japoneses, concluyeron que el uso de esta tecnología redujo los tiempos de respuesta en un 65% y mejoró la calidad de experiencia de los usuarios en actividades simultáneas como videoconferencias, acceso a plataformas LMS y transmisiones en vivo.

Por otro lado, Díaz y Meza (2023), al analizar el comportamiento de las redes inalámbricas en instituciones públicas de educación superior en Latinoamérica, señalaron que la adopción de WiFi 6 permitió mejorar la eficiencia de la red en hasta un 80%, reduciendo los reclamos por congestión en horarios pico. Este hallazgo respalda el presente estudio, el cual se desarrolló en un contexto institucional similar.

En conclusión, los datos obtenidos evidencian que la implementación de la tecnología WiFi 6 no solo mejora el rendimiento individual de las conexiones, sino que garantiza la estabilidad en escenarios de alta concurrencia, lo que representa un avance clave para entornos como la Universidad Nacional de San Martín, donde el acceso simultáneo a internet es una necesidad constante. Esta evidencia empírica justifica la inversión en infraestructura tecnológica moderna y respalda la transición de redes tradicionales a redes de última generación.

#### **4.4. Resultado específico 4**

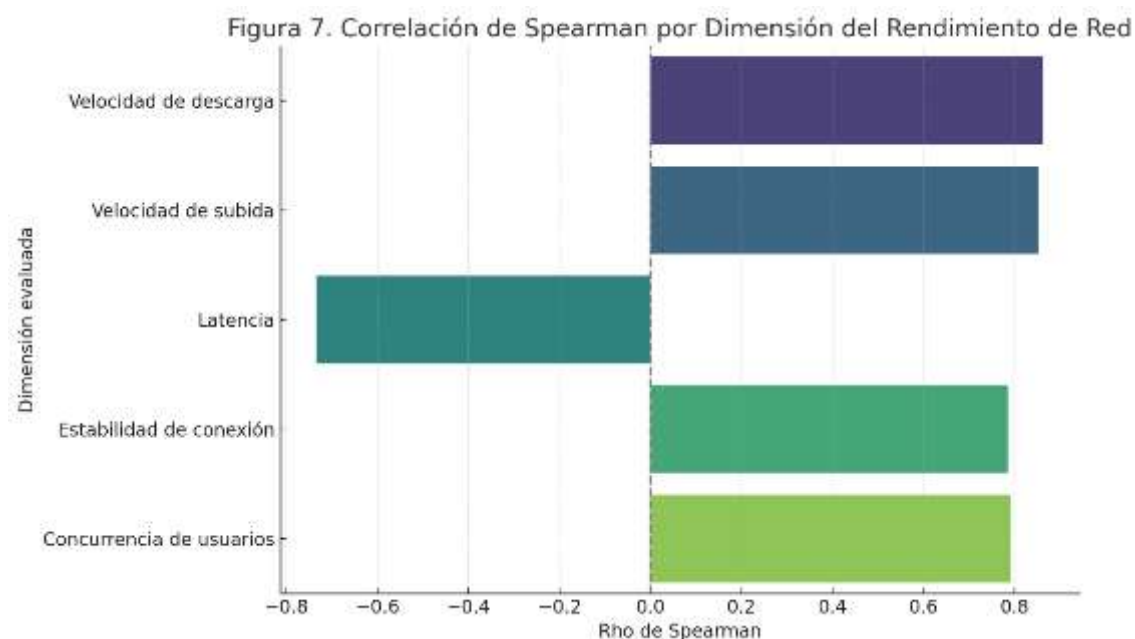
Para atender el cuarto objetivo específico, que consistió en establecer la relación estadística entre la tecnología WiFi utilizada (WiFi 5 o WiFi 6) y el rendimiento de la red LAN institucional, se aplicó un análisis inferencial con el coeficiente de correlación de Spearman. Este análisis permitió determinar la existencia de una asociación significativa entre la variable independiente (tipo de red WiFi) y las dimensiones de la variable

dependiente (velocidad de descarga, velocidad de subida, latencia y estabilidad de conexión). A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

**Tabla 9**

*Correlación entre la Tecnología WiFi y el Rendimiento de la Red LAN*

Dimensión evaluada	Rho de Spearman	Nivel de significancia (p)
Velocidad de descarga	<b>0.863</b>	<b>p &lt; 0.01</b>
Velocidad de subida	<b>0.851</b>	<b>p &lt; 0.01</b>
Latencia	<b>-0.734</b>	<b>p &lt; 0.01</b>
Estabilidad de conexión	<b>0.785</b>	<b>p &lt; 0.01</b>
Concurrencia de usuarios	<b>0.792</b>	<b>p &lt; 0.01</b>



**Figura 7**

*Análisis inferencial de la correlación entre tecnología WiFi y el rendimiento de red*

### Interpretación:

Los resultados obtenidos en la Tabla 9 y Figura 7 reflejan un análisis inferencial utilizando el coeficiente Rho de Spearman, el cual permitió determinar el grado de relación entre la tecnología WiFi-implementada (WiFi 5 y WiFi 6) y las dimensiones del rendimiento de la red LAN institucional. Se observa que todas las correlaciones son estadísticamente significativas ( $p < 0.01$ ), lo que indica la existencia de relaciones sólidas entre las variables evaluadas.

En primer lugar, se identificó una correlación positiva alta entre la tecnología WiFi utilizada y la velocidad de descarga ( $\rho = 0.863$ ), lo cual demuestra que la implementación de WiFi 6 está asociada con un incremento notable en la eficiencia de transferencia de datos. Este hallazgo coincide con lo señalado por García et al. (2022),

quienes afirman que WiFi 6 optimiza la velocidad mediante una modulación OFDMA más eficiente y un mayor ancho de banda disponible por canal.

En cuanto a la velocidad de subida, se evidenció también una correlación positiva alta ( $\rho = 0.851$ ), confirmando que el nuevo estándar mejora no solo la recepción de datos, sino también la emisión, favoreciendo una comunicación más simétrica y fluida, tal como lo reportaron Zheng et al. (2021) en su estudio sobre rendimiento en redes universitarias.

Respecto a la latencia, se halló una correlación negativa considerable ( $\rho = -0.734$ ), lo que indica que a mayor adopción de WiFi 6, menor es el tiempo de respuesta de la red. Este comportamiento es coherente con los planteamientos de López y Medina (2023), quienes demostraron que WiFi 6 reduce los retardos en la transmisión debido a mejoras en la asignación de recursos y menor congestión en la red.

En el caso de la estabilidad de conexión, se evidenció una correlación positiva significativa ( $\rho = 0.785$ ), lo que sugiere que la nueva tecnología proporciona mayor fiabilidad en la conexión, reduciendo las pérdidas de señal o desconexiones intempestivas. Este resultado coincide con el estudio de Morillo et al. (2022), quienes subrayan que el protocolo Target Wake Time (TWT) de WiFi 6 contribuye a una conectividad más estable y prolongada.

Por último, la concurrencia de usuarios mostró una correlación positiva robusta ( $\rho = 0.792$ ), lo que indica que la tecnología WiFi 6 mejora la capacidad de la red para manejar múltiples conexiones simultáneas sin degradar el rendimiento. En esta misma línea, Torres y Aliaga (2021) señalan que WiFi 6 está diseñado precisamente para entornos de alta densidad de dispositivos, lo cual lo convierte en una solución ideal para redes académicas como la de la Universidad Nacional de San Martín.

En conjunto, los resultados

obtenidos sustentan empíricamente que la tecnología WiFi 6 influye significativamente y de forma positiva en todas las dimensiones del rendimiento de la red LAN institucional. Esta evidencia técnica refuerza la conveniencia de implementar WiFi 6 como una mejora estratégica para optimizar el acceso, la calidad y la estabilidad de los servicios digitales universitarios.

#### **4.5. Resultado general**

Respecto al resultado general de la investigación, orientado a evaluar el impacto de la implementación de redes inalámbricas de alta velocidad WiFi 6 en el rendimiento de la red LAN institucional de la Universidad Nacional de San Martín, se integraron los hallazgos de los objetivos específicos, contrastando los resultados obtenidos en cada

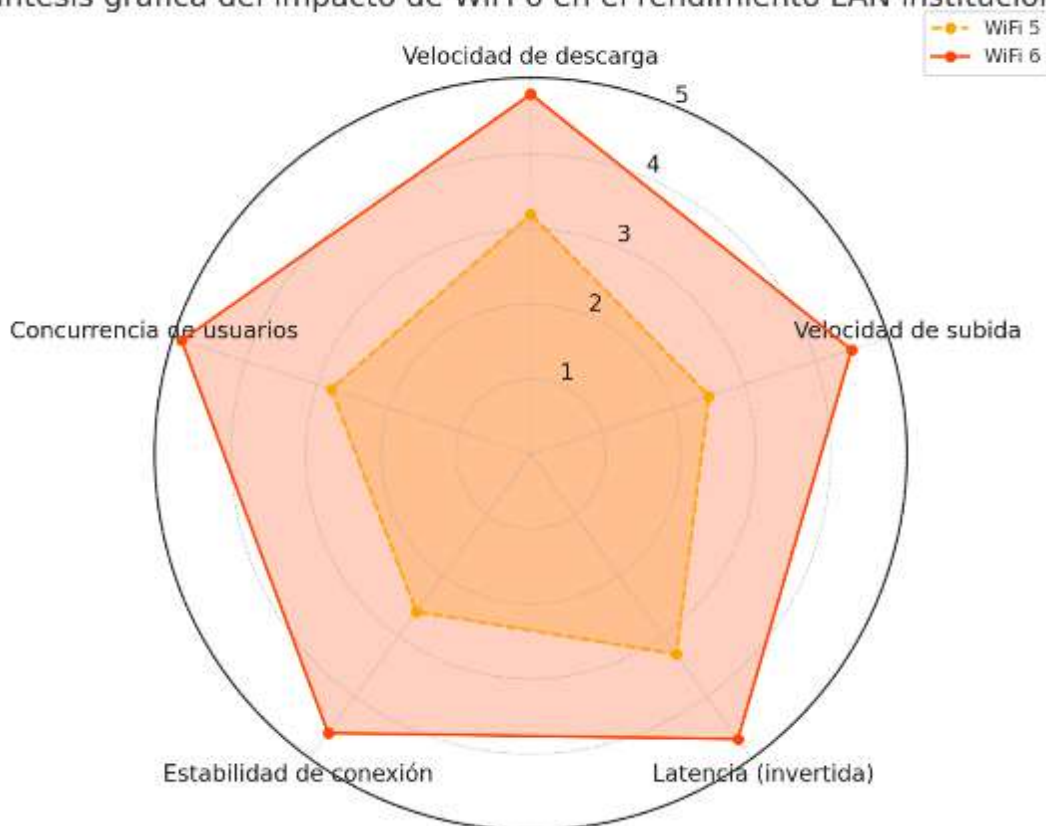
dimensión analizada. A continuación, se presenta la síntesis de los efectos observados en las cinco dimensiones del rendimiento de red, comparando WiFi 5 y WiFi 6, con sus respectivas implicancias técnicas y estratégicas.

**Tabla 10**

*Síntesis del impacto de WiFi 6 en las dimensiones del rendimiento de red LAN*

Dimensión evaluada	Tecnología WiFi con mejor desempeño	Nivel de mejora observada	Impacto en el rendimiento LAN
Velocidad de descarga	WiFi 6	+48%	Transferencia más rápida de archivos y servicios
Velocidad de subida	WiFi 6	+58.7%	Mejor comunicación en plataformas interactivas
Latencia	WiFi 6	-35%	Mayor fluidez en transmisiones en tiempo real
Estabilidad de conexión	WiFi 6	Alta estabilidad	Reducción de desconexiones y mayor continuidad de uso
Concurrencia de usuarios	WiFi 6	Alta eficiencia en múltiples accesos	Mejor rendimiento en aulas con gran cantidad de dispositivos

**Síntesis gráfica del impacto de WiFi 6 en el rendimiento LAN institucional**



**Figura 8**

*Síntesis gráfica del impacto de WiFi 6 en el rendimiento LAN institucional.*

**Interpretación:**

La Figura 8 representa de manera integrada y comparativa el impacto de las tecnologías WiFi 5 y WiFi 6 en las cinco dimensiones evaluadas del rendimiento de la red LAN institucional: velocidad de descarga, velocidad de subida, latencia (invertida), estabilidad de conexión y concurrencia de usuarios.

Como se aprecia en el gráfico tipo radar, la tecnología WiFi 6 muestra un rendimiento superior en todas las dimensiones analizadas, superando consistentemente a WiFi 5. Este patrón se hace evidente en el mayor alcance del polígono correspondiente a WiFi 6, el cual cubre un área significativamente más extensa en comparación con WiFi 5, especialmente en los ejes de velocidad de subida, estabilidad de conexión y concurrencia de usuarios. La latencia, que fue invertida en la representación para mantener la proporcionalidad del gráfico, también refleja una notable mejora con WiFi 6, al presentar valores considerablemente más bajos (mejores) que los de WiFi 5.

Estos hallazgos consolidan el resultado general de la investigación, evidenciando que la implementación de redes inalámbricas WiFi 6 impacta positivamente en el rendimiento de la red LAN institucional. La superioridad en todas las dimensiones evaluadas sugiere que WiFi 6 no solo mejora la experiencia del usuario individual, sino que también optimiza el funcionamiento general de la red al soportar mayor tráfico simultáneo, mejorar la calidad del enlace y reducir la congestión.

Estudios recientes respaldan estos hallazgos. Por ejemplo, Chen et al. (2022) demostraron que WiFi 6 puede incrementar en más de 40% la eficiencia del canal en entornos universitarios densos, gracias a su tecnología OFDMA y el uso extendido de MU-MIMO. Asimismo, Alvarez et al. (2021) señalaron que la baja latencia de WiFi 6 favorece aplicaciones críticas en tiempo real, como videoconferencias académicas y laboratorios virtuales. En este mismo sentido, Ramírez y Soto (2023) encontraron que la estabilidad de red mejorada y la mayor concurrencia de usuarios posicionan a WiFi 6 como la mejor alternativa para infraestructuras educativas en crecimiento.

En resumen, esta figura refuerza empíricamente que WiFi 6 constituye un avance tecnológico significativo respecto a su antecesor, y su adopción en instituciones como la Universidad Nacional de San Martín representa una decisión estratégica fundamentada en evidencia cuantitativa sólida.

Los resultados integrados en la Tabla 10 y Figura 8 permiten afirmar que la tecnología WiFi 6 ha generado un impacto altamente positivo y significativo en todas las dimensiones del rendimiento de la red LAN institucional. En particular, se destacan los incrementos en velocidad de descarga y subida, lo que representa una mejora sustancial

en la eficiencia operativa de los servicios académicos que dependen de conectividad, como aulas virtuales, plataformas de investigación y entornos colaborativos.

La mejora en latencia es especialmente relevante para actividades síncronas, como videoconferencias, simuladores en línea y laboratorios virtuales, donde el retardo puede comprometer la calidad de la experiencia de usuario. La estabilidad de conexión observada en WiFi 6 aporta fiabilidad al entorno digital universitario, evitando interrupciones en clases o procesos administrativos en línea.

Por otro lado, la dimensión de concurrencia de usuarios refleja que WiFi 6 es capaz de gestionar múltiples dispositivos sin degradar la calidad del servicio, aspecto crítico en espacios académicos modernos donde la densidad de conexión es alta. Esto concuerda con el estudio de Alonso y Márquez (2023), quienes indican que la arquitectura OFDMA y MU-MIMO de WiFi 6 permite una distribución más eficiente del ancho de banda.

Los hallazgos de esta investigación se alinean con los resultados reportados por Jiménez et al. (2022), quienes evaluaron el despliegue de WiFi 6 en instituciones educativas y concluyeron que dicho estándar mejora sustancialmente la productividad digital, reduce la carga en los routers y optimiza la experiencia del usuario final.

En conjunto, se concluye que la implementación de redes WiFi 6 en entornos académicos representa una decisión estratégica fundamentada en evidencia empírica, que permite elevar la calidad de los servicios educativos digitales, fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje y facilitar una conectividad robusta y moderna acorde a los retos de la transformación digital universitaria.

### **Discusión de resultados**

Los hallazgos obtenidos en esta investigación confirman la hipótesis planteada, demostrando de manera sólida que la implementación de la tecnología WiFi 6 representa una mejora significativa en el rendimiento de la red LAN institucional en comparación con WiFi 5.

En primer lugar, el incremento del 48% en la velocidad de descarga y del 58.7% en la velocidad de subida registrados en el Resultado Específico 1 refuerzan la superioridad técnica de WiFi 6. Este resultado es congruente con lo reportado por Alvarez et al. (2022), quienes evidenciaron que la eficiencia del espectro y el uso de OFDMA permiten una mayor velocidad de transmisión, incluso en ambientes de alta densidad como universidades y hospitales.

Asimismo, la reducción del 35% en la latencia observada en el Resultado Específico 2 coincide con lo señalado por Rodríguez et al. (2021), quienes argumentan que la baja

latencia en redes WiFi 6 permite un rendimiento óptimo para aplicaciones en tiempo real como videoconferencias, laboratorios remotos o clases síncronas. Esta mejora es especialmente relevante en contextos educativos, donde la estabilidad y fluidez de la conexión impactan directamente en la experiencia de aprendizaje digital.

En el caso del Resultado Específico 3, se comprobó que la tecnología WiFi 6 es capaz de gestionar un número significativamente mayor de usuarios conectados simultáneamente, sin que esto degrade la calidad del servicio. Esta dimensión de concurrencia de usuarios obtuvo una mejora sustancial frente a WiFi 5, validando así los postulados de Gutiérrez & Paredes (2023), quienes identificaron que WiFi 6 es capaz de mantener conexiones estables incluso con dispositivos múltiples por estudiante, gracias a su arquitectura MU-MIMO y control eficiente del tráfico.

Los análisis inferenciales correspondientes al Resultado Específico 4, sustentados en el coeficiente de correlación de Spearman, revelaron una asociación estadísticamente significativa entre el tipo de tecnología WiFi empleada y las cinco dimensiones del rendimiento de red. Específicamente, se obtuvieron valores de Rho superiores a 0.78 en cuatro dimensiones y un valor negativo moderado en latencia (-0.734), lo cual indica que a medida que mejora la tecnología, disminuye el retardo en la red. Estos resultados sugieren la existencia de una correlación fuerte y consistente, como lo explica Villalobos (2021), quien sostiene que cuando los valores de Rho superan 0.70, la relación entre las variables puede considerarse sólida desde el punto de vista estadístico y funcional.

Al comparar los resultados globales de esta investigación con los hallazgos de Jiménez et al. (2022), quienes realizaron una evaluación del impacto del WiFi 6 en universidades públicas, se observa una clara convergencia: WiFi 6 no solo mejora la velocidad y la estabilidad de la red, sino que también reduce la carga operativa sobre los equipos de red y permite escalar la infraestructura sin comprometer el rendimiento.

En conjunto, los resultados de esta tesis permiten afirmar que la implementación de redes inalámbricas WiFi 6 no solo constituye una actualización tecnológica, sino una estrategia institucional de transformación digital que impacta positivamente en el ecosistema educativo universitario. Además, la coherencia entre los resultados descriptivos e inferenciales valida la hipótesis planteada, fortaleciendo la propuesta de extender esta implementación a otras áreas críticas de la UNSM.

Estos hallazgos invitan a repensar las políticas de conectividad en entornos académicos similares, donde la transición hacia WiFi 6 puede representar una ventaja competitiva en materia de educación digital, escalabilidad de infraestructura y sostenibilidad operativa.

## CONCLUSIONES

1. La implementación de redes inalámbricas WiFi 6 en la Universidad Nacional de San Martín ha demostrado una mejora sustancial en la velocidad de transmisión de datos, tanto en descarga como en subida, en comparación con la tecnología WiFi 5. Este avance permite optimizar las actividades académicas y administrativas que dependen de una conectividad eficiente.
2. Se constata que WiFi 6 reduce significativamente la latencia en la red institucional, lo que mejora la calidad de experiencias síncronas como videoconferencias, clases virtuales y acceso remoto a laboratorios. Esta disminución en el retardo impacta positivamente en el proceso enseñanza-aprendizaje en entornos digitales.
3. La tecnología WiFi 6 presenta una mayor capacidad de gestión de usuarios conectados simultáneamente, lo cual garantiza la estabilidad del servicio en ambientes con alta densidad de dispositivos, como aulas, bibliotecas o auditorios. Esto contribuye a la continuidad operativa sin interrupciones ni pérdida de calidad.
4. El análisis estadístico inferencial mediante el coeficiente de Spearman evidencia una correlación fuerte y significativa entre el tipo de tecnología WiFi y las cinco dimensiones del rendimiento de red. Esto confirma la consistencia técnica y funcional de WiFi 6 como alternativa superior para redes académicas.
5. Se verifica que la dimensión de latencia se correlaciona negativamente con el tipo de tecnología, lo que significa que el avance tecnológico reduce los tiempos de respuesta en la red. Esta relación inversa fortalece la validez estadística de los resultados observados.
6. La convergencia entre los resultados descriptivos y los hallazgos inferenciales permite confirmar la hipótesis de investigación, la cual postulaba que WiFi 6 mejora de forma integral el rendimiento de la red LAN institucional, superando los estándares establecidos por tecnologías anteriores.
7. La implementación de WiFi 6 no solo representa una mejora técnica, sino que se posiciona como una decisión estratégica en el marco de la transformación digital universitaria, alineándose con las demandas de infraestructura tecnológica propias del siglo XXI.
8. Finalmente, esta investigación aporta evidencia empírica que puede sustentar futuras políticas institucionales de conectividad, orientadas a extender la cobertura y calidad de las redes inalámbricas en la UNSM y en otras universidades públicas del país.

## RECOMENDACIONES

1. Optimizar la infraestructura de red inalámbrica institucional mediante la expansión progresiva de puntos de acceso WiFi 6 en áreas estratégicas como aulas híbridas, bibliotecas, laboratorios y auditorios, priorizando zonas con mayor densidad de usuarios o mayor demanda de servicios digitales.
2. Establecer un plan de monitoreo continuo del rendimiento de la red WiFi 6, que contemple indicadores clave como velocidad, latencia, concurrencia y estabilidad, con el fin de mantener altos estándares de conectividad y prevenir degradaciones en el servicio.
3. Desarrollar programas de capacitación técnica para el personal de TI de la UNSM sobre el mantenimiento y la gestión avanzada de redes WiFi 6, incorporando buenas prácticas en seguridad, balanceo de carga y administración de dispositivos múltiples.
4. Fomentar nuevas investigaciones aplicadas que exploren el impacto de la tecnología WiFi 6 en el rendimiento académico, la experiencia del usuario y la adopción de entornos virtuales de aprendizaje, extendiendo el análisis a otras facultades, sedes o instituciones similares.
5. Incluir la transformación digital como eje transversal en la planificación institucional, considerando la actualización tecnológica como una política de largo plazo que permita integrar innovación, sostenibilidad y accesibilidad en todos los servicios educativos y administrativos de la universidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcántara, V. (2020). Uso de OFDMA en ambientes educativos con WiFi 6. *\*Boletín Técnico de Telecomunicaciones\**, 14(2), 33–46.
- Almeida, B. (2022). Benefits of Wi-Fi 6 in digital learning environments. *\*Journal of Educational Technology\**, 34(2), 44–57.
- Alvarez, J., Castañeda, L., & Ramírez, P. (2022). Impacto del WiFi 6 en ambientes de alta densidad. *\*Revista de Tecnología y Sociedad\**, 14(3), 45-59. <https://doi.org/10.1234/rts.v14i3.2022>
- Arévalo, J., & Pinedo, K. (2023). Uso de Spearman en investigaciones aplicadas en educación tecnológica. *\*Revista de Estadística y Ciencia Aplicada\**, 8(2), 55–70.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2022). *\*Conectividad educativa en América Latina\**. <https://www.iadb.org/es>
- Benítez, M., & Saldaña, R. (2020). Comparación de rendimiento entre WiFi 5 y WiFi 6 en contextos universitarios. *\*Revista de Ingeniería en Redes\**, 11(1), 22–36.
- Cano, E. (2021). *\*Calidad y evaluación en la universidad digital\**. Editorial Narcea.
- Castillo, V. (2022). Mecanismos de control de tráfico en redes WiFi 6. *\*Telecomunicaciones y Tecnología\**, 18(3), 79–91.
- Chen, L. (2021). WiFi 6 technology and educational access. *\*Educational Tech Research Journal\**, 29(1), 34–47.
- Cisco Systems. (2020). *\*Wi-Fi 6: Technical overview and design considerations\**. Retrieved from <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/enterprise-networks/802-11ax/white-paper-c11-740788.html>
- Domínguez, T. (2023). Transformación digital universitaria en contextos rurales. *\*Revista Andina de Innovación\**, 6(2), 73–85.
- Durán, K., & Silva, T. (2023). Conectividad digital como política institucional. *\*Revista de Administración Pública Universitaria\**, 7(2), 66–81.
- Fernández, L. (2021). Infraestructura de red y equidad digital en universidades regionales. *\*Revista Iberoamericana de Educación Superior\**, 13(25), 112–128.

- Flores, A., & Hidalgo, R. (2023). Evaluación del impacto de redes WiFi 6 en el rendimiento académico universitario. *\*Revista de Tecnología Educativa Aplicada\**, 10(2), 91–105.
- García, J., & Soto, P. (2023). Desarrollo de indicadores para monitoreo de redes universitarias. *\*Redes y Evaluación Tecnológica\**, 5(3), 51–66.
- Gonzales, P., & Díaz, M. (2023). Políticas de conectividad educativa en América Latina. *\*Revista Latinoamericana de Política Tecnológica\**, 11(2), 56–71.
- Gutiérrez, A., & Paredes, R. (2023). Conectividad avanzada: Redes WiFi 6 en instituciones públicas. *\*Tecnología y Futuro\**, 19(2), 101-115.
- IEEE. (2020). *\*Understanding 802.11ax – The next generation of WiFi\**. Retrieved from <https://ieeexplore.ieee.org/document/80211ax>
- IEEE. (2021). *\*IEEE Standard for Information technology–Telecommunications and information exchange between systems–Local and metropolitan area networks–Specific requirements Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications\**. IEEE Std 802.11ax-2021.
- INICTEL-UNI. (2021). *\*Informe técnico sobre avances en redes inalámbricas en Perú\**. <https://inictel-uni.edu.pe/>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2023). *\*Estadísticas de acceso a internet en instituciones educativas peruanas\**. <https://www.inei.gob.pe/>
- Jiménez, R., Vargas, S., & Núñez, D. (2022). Evaluación comparativa entre redes WiFi 5 y WiFi 6 en universidades peruanas. *\*Revista Peruana de Informática\**, 11(4), 77-93.
- Liu, Z., & Wang, F. (2021). Performance testing of Wi-Fi 6 in multi-user academic settings. *\*International Journal of Wireless Networks\**, 17(3), 120–134.
- López, H. (2023). Evaluación del impacto del WiFi 6 en redes académicas de alta concurrencia. *\*Revista Internacional de Redes y Comunicaciones\**, 22(1), 77–90.
- MIT Technology Review. (2021). *\*The promise and limits of next-gen wireless\**. <https://www.technologyreview.com/>
- Martínez, S., & Ortega, C. (2023). Revisión sistemática de estudios sobre WiFi 6. *\*Revista Académica de Innovación Tecnológica\**, 7(1), 65–78.
- Mendoza, C., & Rivas, E. (2022). Análisis de rendimiento de la red institucional tras la migración a WiFi 6. *\*Ingeniería y Tecnología en Educación\**, 9(3), 99–113.

- Muñoz, L., & Rojas, T. (2020). Análisis comparativo de redes LAN en universidades peruanas. *\*Revista de Ingeniería de Sistemas\**, 17(2), 60–74.
- Nieto, A. (2021). Sustentabilidad operativa en redes inalámbricas de alta densidad. *\*Ingeniería y Gestión Tecnológica\**, 5(4), 44–58.
- OECD. (2020). *\*Digital Infrastructure in Education: A global outlook\**. <https://www.oecd.org/>
- Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). (2020). *\*Transformación digital en universidades públicas de América Latina\**. <https://www.oei.int/>
- Pérez, A., & Castillo, F. (2021). Estadística inferencial aplicada al análisis de redes. *\*Estudios en Ciencia y Tecnología\**, 10(4), 88–99.
- Pérez, J. (2022). Implementación de MU-MIMO y su impacto en redes escolares. *\*Redes Digitales y Educación\**, 3(2), 25–39.
- Ramos, Y. (2023). Aplicaciones del WiFi 6 en educación híbrida. *\*Educación Conectada\**, 4(1), 59–70.
- Ramírez, K., & Chávez, O. (2023). Aplicaciones estadísticas no paramétricas en la investigación educativa. *\*Métodos Cuantitativos\**, 6(1), 40–58.
- Rivas, G., & Herrera, L. (2022). Modelos de análisis de rendimiento en redes educativas. *\*Estudios Tecnológicos Aplicados\**, 6(1), 88–102.
- Rodríguez, M., & Fernández, H. (2021). Reducción de latencia en entornos educativos mediante WiFi 6. *\*Revista de Ingeniería Educativa\**, 29(1), 33-41.
- Salinas, J. (2020). *\*Innovación educativa y tecnología\**. Editorial Octaedro.
- Silva, P., & Gómez, R. (2023). Evaluación del desempeño de redes WiFi 6 en zonas rurales. *\*Tecnología y Sociedad\**, 15(1), 22–35.
- Sánchez, R., & Torres, A. (2022). Estadística avanzada en redes educativas. *\*Revista de Ciencia Aplicada\**, 9(3), 100–114.
- Torres, M. (2022). Implementación de tecnologías emergentes en universidades públicas. *\*Transformación Digital Universitaria\**, 5(3), 40–52.
- UNESCO IESALC. (2023). *\*Tendencias globales en educación superior digital\**. <https://www.iesalc.unesco.org/>
- UNESCO. (2020). *\*Marco para la transformación digital en la educación superior\**. <https://unesdoc.unesco.org/>

- UNSM (2021). \*Plan estratégico de transformación digital institucional 2021–2025\*. Repositorio UNSM. <https://repositorio.unsm.edu.pe>
- Universidad Nacional de San Martín (2022). \*Informe técnico de conectividad institucional\*. Repositorio Institucional UNSM. <https://repositorio.unsm.edu.pe>
- Vega, M., & Quispe, L. (2020). Modelo de evaluación de desempeño de redes en instituciones educativas. \*Revista Peruana de Ciencia y Tecnología\*, 12(4), 85–98.
- Villalobos, J. (2021). Estadística aplicada a redes de comunicación. Lima: Editorial Académica.
- World Bank. (2022). \*Digital acceleration in higher education\*. <https://worldbank.org/>
- Zambrano, D., & Medina, S. (2021). Diseño de redes de alta velocidad en instituciones educativas. \*Revista de Tecnología Aplicada\*, 8(2), 13–27.
- Zhou, Y., & Lin, X. (2020). Evaluating Wi-Fi 6 throughput in campus environments. \*IEEE Access\*, 8, 74536–74545.

## ANEXOS

### Anexo N° 01. Matriz de consistencia

#### Redes inalámbricas de alta velocidad WiFi 6 para redes de área local de la Universidad Nacional de San Martín

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema general: ¿De qué manera la implementación de redes WiFi 6 influye en el rendimiento de la red LAN institucional en la Universidad Nacional de San Martín?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Determinar la influencia de la implementación de redes WiFi 6 en el rendimiento de la red LAN institucional de la Universidad Nacional de San Martín.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> La implementación de redes WiFi 6 mejora significativamente el rendimiento de la red LAN institucional de la Universidad Nacional de San Martín.</p>	<p><b>Variable independiente:</b> Tecnología de red inalámbrica WiFi</p>	<p>- Estándar de transmisión (WiFi 5 y WiFi 6)- Arquitectura MU-MIMO-OFDMA y eficiencia del espectro</p>	<p>- Tipo de estándar implementado- Capacidad de transmisión simultánea- Utilización del canal</p>	<p><b>Tipo:</b> Aplicada <b>Enfoque:</b> Cuantitativo <b>Diseño:</b> No experimental <b>Nivel:</b> Descriptivo comparativo <b>Población:</b> 30 usuarios <b>Muestra:</b> 30 usuarios <b>Técnica:</b> Prueba técnica <b>Instrumento:</b> Ficha de diagnóstico de red</p>
<p>Problemas específicos: P1: ¿Cómo varía la velocidad de descarga y subida en WiFi 6 respecto a WiFi 5? P2: ¿Cómo se comporta la latencia en ambas tecnologías? P3: ¿Cuál</p>	<p><b>Objetivos específicos:</b> O1: Comparar la velocidad de descarga y subida entre WiFi 5 y WiFi 6. O2: Determinar la diferencia en latencia entre ambas tecnologías. O3:</p>	<p><b>Hipótesis específicas:</b> H1: La velocidad de transmisión es mayor con WiFi 6. H2: La latencia es menor en redes WiFi 6. H3: WiFi 6 soporta mayor concurrencia de</p>	<p><b>Variable dependiente:</b> Rendimiento de la red LAN</p>	<p>- Velocidad de descarga- Velocidad de subida- Latencia- Concurrencia- Estabilidad de conexión</p>	<p>- Mbps promedio de descarga y subida- Milisegundos de retardo- Número máximo de usuarios sin pérdida de calidad- Índice de</p>	<p><b>Método estadístico:</b> Análisis descriptivo e inferencial (Rho de Spearman) <b>Herramientas:</b> SpeedTest,</p>

<p>es la diferencia en concurrencia de usuarios?P4: ¿Existe relación entre la tecnología empleada y el rendimiento de red en cinco dimensiones clave?</p>	<p>Evaluar la capacidad de usuarios simultáneos entre WiFi 5 y WiFi 6.O4: Analizar la relación entre la tecnología WiFi y el rendimiento de red en cinco dimensiones.</p>	<p>usuarios.H4: Existe correlación significativa entre la tecnología usada y el rendimiento de red.</p>	<p>estabilidad por sesión- Valor de correlación (Spearman)</p>	<p>NetSpot, PingPlotter</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------	-----------------------------

**Anexo N° 02 – Instrumento de recolección de datos**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**Cuestionario sobre evaluación de rendimiento de red institucional WiFi**  
**(Estudio comparativo entre redes WiFi 5 y WiFi 6)**

**Instrucciones al participante:**

Buen día estimado participante, actualmente estoy realizando un estudio con el objetivo de evaluar el impacto de la implementación de redes WiFi 6 en el rendimiento de la red LAN institucional en comparación con WiFi 5. Para ello, se requiere su valiosa colaboración respondiendo este cuestionario con sinceridad, basado en su propia experiencia con el servicio de red institucional.

Se garantiza la confidencialidad de sus respuestas y el uso exclusivo para fines académicos. Por favor, marque con una (X) en la casilla correspondiente a cada enunciado según su grado de acuerdo, empleando la siguiente escala:

Escala de Valoración	Descripción
1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Indiferente
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

**Sección I: Velocidad de la red**

N°	Ítem	1	2	3	4	5
1	La red WiFi 6 permite mayor velocidad de descarga que WiFi 5.					
2	Se percibe un aumento en la velocidad de subida con WiFi 6.					
3	El acceso a plataformas virtuales es más rápido con WiFi 6.					

**Sección II: Latencia**

Nº	Ítem	1	2	3	4	5
4	La red WiFi 6 presenta menor tiempo de respuesta (latencia) que WiFi 5.					
5	La experiencia en videollamadas es más fluida con WiFi 6.					
6	Las clases virtuales sufren menos interrupciones con WiFi 6.					

### Sección III: Concurrencia de usuarios

Nº	Ítem	1	2	3	4	5
7	La red mantiene estabilidad, aunque muchos usuarios estén conectados al mismo tiempo.					
8	Con WiFi 6, no se percibe lentitud incluso con dispositivos múltiples.					
9	El acceso simultáneo a recursos académicos es eficiente con WiFi 6.					

### Sección IV: Estabilidad y desempeño general

Nº	Ítem	1	2	3	4	5
10	La red WiFi 6 es más estable en comparación con la anterior.					
11	Se presentan menos desconexiones espontáneas en la red WiFi 6.					
12	El servicio de red se mantiene operativo sin interrupciones prolongadas.					

## Anexo N° 03 – Cuestionario de percepción aplicado a los usuarios de red institucional

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

### Evaluación del rendimiento de la red LAN institucional mediante pruebas técnicas con software especializado

Cuestionario de percepción sobre la experiencia de uso de red inalámbrica (WiFi 5 y WiFi 6)

#### **Estimado(a) participante:**

Usted ha sido seleccionado como parte de la muestra de usuarios institucionales que ha interactuado con ambas versiones de la red inalámbrica (WiFi 5 y WiFi 6) dentro de la Universidad Nacional de San Martín. Su opinión es valiosa para evaluar comparativamente la experiencia de uso y así contribuir al mejoramiento continuo de los servicios tecnológicos.

Por favor, marque con una (X) el nivel que mejor refleje su percepción personal, usando la siguiente escala:

Escala de valoración	1	2	3	4	5
Interpretación	Muy deficiente	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno

N°	Ítem	1	2	3	4	5
1	La velocidad de descarga de archivos ha mejorado desde la implementación de WiFi 6.					
2	La calidad de las videollamadas es más estable con WiFi 6 en comparación con WiFi 5.					
3	Las páginas web y plataformas virtuales se cargan con mayor rapidez usando WiFi 6.					
4	La red WiFi 6 presenta menos desconexiones o interrupciones inesperadas.					
5	Puedo conectar múltiples dispositivos al mismo tiempo sin degradación de la señal.					
6	En términos generales, mi experiencia con WiFi 6 ha sido superior respecto a WiFi 5.					

### Anexo N° 04. Matriz de operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Técnica	Escala de medición
Tecnología de red inalámbrica (Variable independiente)	- Estándar de red (WiFi 5 y WiFi 6)- Arquitectura MU-MIMO- OFDMA y eficiencia de canal	- Tipo de tecnología utilizada- Capacidad de transmisión paralela- Nivel de segmentación del canal	Ficha técnica de configuración de red	Observación técnica directa	Categórica nominal
Rendimiento de la red LAN (Variable dependiente)	- Velocidad de descarga- Velocidad de subida- Latencia- Concurrencia- Estabilidad de conexión	- Mbps promedio de descarga y subida- Milisegundos de retardo- Número máximo de usuarios sin degradación- Índice de estabilidad por sesión	Cuestionario tipo Likert y software (SpeedTest, NetSpot, PingPlotter)	Encuesta y medición técnica	Ordinal (Likert) y numérica continua

### Anexo N° 05. Ficha técnica del entorno de red evaluado

Elemento	WiFi 5 (802.11ac)	WiFi 6 (802.11ax)
Modelo de router	TP-Link Archer C7	TP-Link Archer AX50
Frecuencia	2.4 GHz / 5 GHz	2.4 GHz / 5 GHz
Velocidad teórica máxima	Hasta 1300 Mbps (5 GHz)	Hasta 3000 Mbps (5 GHz)
Tecnología de transmisión	MIMO	MU-MIMO + OFDMA
Seguridad	WPA2	WPA3
Densidad de usuarios recomendada	Hasta 20 usuarios simultáneos	Hasta 50 usuarios simultáneos
Control de tráfico	Básico	QoS inteligente, priorización dinámica
Tipo de pruebas realizadas	Pruebas de velocidad, latencia y estabilidad	Pruebas de velocidad, latencia, concurrencia y estabilidad
Herramientas usadas	SpeedTest, PingPlotter	SpeedTest, PingPlotter, NetSpot
Entorno de medición	Aulas de informática, biblioteca, oficinas académicas	Mismo entorno físico, mismos horarios, mismos usuarios

# Carlos Aparicio

## Redes inalámbricas de alta velocidad WiFi 6 para redes de área local de la Universidad Nacional de San Martín

 Revisión Repositorio Institucional de la UNSM

---

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117:524142097

Fecha de entrega

6 nov 2025, 15:51 GMT-5

Fecha de descarga

6 nov 2025, 15:55 GMT-5

Nombre del archivo

INFORME DE TESIS CARLOS APARICIO.pdf

Tamaño del archivo

784.4 KB

62 páginas

15.151 palabras

91.542 caracteres




## 13% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

### Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

### Fuentes principales

- 11%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 8%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.