EKSIGMA
Revista Ecuatoriana de Conocimiento Científico

ISSN: 3121-2689

Artículo de investigación

Análisis del impacto de un sistema de telefonía IP automatizado en la comunicación interna de una institución de educación superior

Analysis of the Impact of an Automated IP Telephony System on Internal Communication in a Higher Education Institution

Dylan Cesar Meza Bone[1], Erick Paúl Mera Otoya[2], Franklin Gregory Tello Canchingre[3]
dylancesar06@gmail.com, epmera@insluistello.edu.ec, franklintello.c@hotmail.com
[1,2,3] Instituto Superior Tecnológico Luis Tello, Esmeraldas, Ecuador, 080116

Citación: Meza Bone, D. C., Mera Otoya, E. P., & Tello Canchingre, F. G. (2026). Analysis of the Impact of an Automated IP Telephony System on Internal Communication in a Higher Education Institution. *EKSIGMA*, *2*(1), 34-47. https://eksigma.com/index.php/principal/article/view/17

Recibido: *13 noviembre 2025*
Aceptado: *20 diciembre 2025*
Publicado: *15 enero de 2026*

EKSIGMA
ISSN: 3121-2689

Correspondencia:
epmera@istluistello.edu.ec

Copyright © 2026. Los autores conservan los derechos de autor y los derechos de publicación. Asimismo, otorgan a EKSIGMA el derecho no exclusivo de primera publicación. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0). https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

Resumen: Este estudio tiene como objetivo evaluar el impacto de la implementación de un sistema de telefonía IP automatizado en la comunicación interna de una institución de educación superior. El enfoque metodológico adoptado fue cuantitativo, con un diseño no experimental y transversal. Se realizaron encuestas antes y después de la implementación del sistema VoIP para evaluar tanto el rendimiento del sistema como la percepción de los usuarios. Los resultados indican que la implementación del sistema VoIP mejoró significativamente la calidad de la comunicación interna, con un aumento notable en la satisfacción del personal docente y administrativo. El 100% de los usuarios consideraron el sistema como **útil** y fácil de usar, mientras que la calidad de las llamadas fue calificada como **buena** por el 93% de los encuestados. Las pruebas técnicas realizadas confirmaron que el sistema cumplió con los estándares internacionales de calidad para VoIP, con una latencia promedio de 15 ms y un jitter inferior a **30 ms**, lo que garantiza comunicaciones estables. La infraestructura de red fue diseñada para adaptarse a las necesidades del Instituto, optimizando los recursos existentes mediante la instalación de cable UTP Cat 5 y canaletas. Este estudio proporciona evidencia del potencial de las tecnologías convergentes para mejorar la comunicación interna en instituciones educativas con recursos limitados.

Palabras clave: telefonía IP; VoIP; comunicación interna; educación superior; infraestructura de red.

Abstract: *This study aims to evaluate the impact of implementing an automated IP telephony system on internal communication in a higher education institution. The adopted methodological approach was quantitative, with a non-experimental and cross-sectional design. Surveys were conducted before and after the VoIP system implementation to assess both the system's performance and the users' perception. The results indicate that the implementation of the VoIP system significantly improved internal communication quality, with a noticeable increase in satisfaction among teaching and administrative staff. 100% of users found the system useful and easy to use, while 93% of respondents rated the call quality as good. Technical tests confirmed that the system met international VoIP quality standards, with an average latency of 15 ms and jitter below 30 ms, ensuring stable communication. The network infrastructure was designed to meet the Institute's needs by optimizing existing resources through the installation of UTP Cat 5 cables and conduits. This study provides evidence of the potential of convergent technologies to improve internal communication in educational institutions with limited resources.*

Keywords: *IP telephony; VoIP; internal communication; higher education; network infrastructure.*

1. INTRODUCCIÓN

La transformación digital de las instituciones de educación superior ha intensificado la dependencia de infraestructuras de comunicación confiables, seguras y disponibles en tiempo real, especialmente en contextos donde la coordinación académica y administrativa se desarrolla de manera simultánea y distribuida (Adjardjah et al., 2023). En este escenario, la comunicación interna se consolida como un componente crítico para la gestión institucional, la toma de decisiones y la respuesta oportuna ante eventos imprevistos. No obstante, en numerosas instituciones educativas de América Latina, los procesos comunicacionales continúan sustentándose en aplicaciones de mensajería instantánea y correo electrónico, herramientas que, aunque accesibles, presentan limitaciones estructurales en términos de inmediatez, trazabilidad y control institucional (Barros et al., 2024).

La literatura especializada ha evidenciado que la ausencia de sistemas formales de comunicación por voz impacta negativamente en la eficiencia operativa de las organizaciones, particularmente cuando se requiere interacción sincrónica o coordinación en tiempo real (de Oliveira et al., 2024). En el ámbito educativo, esta problemática se ve acentuada por la coexistencia de múltiples actores y funciones, donde los retrasos en la comunicación pueden afectar la continuidad de los procesos académicos y administrativos (Fajrin & Gunadi, 2024).

En este contexto, la telefonía IP y las soluciones basadas en Voz sobre Protocolo de Internet (VoIP) han emergido como alternativas tecnológicas capaces de integrar voz y datos sobre infraestructuras de red existentes, optimizando recursos y reduciendo costos operativos (Pribadi, 2023). Estas tecnologías permiten la implementación de sistemas de llamadas automatizadas, extensiones internas, enrutamiento inteligente y monitoreo de calidad de servicio, superando las capacidades de los sistemas de comunicación tradicionales y de las plataformas de mensajería no institucionales (Oliveira & do Nascimento, 2023). Sin embargo, gran parte de los estudios disponibles se concentran en entornos empresariales o comerciales, existiendo una brecha de investigaciones aplicadas en instituciones educativas de nivel tecnológico, especialmente en contextos con restricciones presupuestarias y de infraestructura (Quinde et al., 2024).

En el caso del Instituto Tecnológico Superior Luis Tello, específicamente en el bloque 1, la comunicación interna entre docentes y personal administrativo se ha desarrollado predominantemente mediante aplicaciones de mensajería instantánea, sin contar con líneas telefónicas institucionales ni un sistema centralizado de comunicación por voz.

Esta situación ha generado dependencia de dispositivos personales, dificultades en la comunicación sincrónica y ausencia de mecanismos formales para la gestión de llamadas internas, lo que afecta la eficiencia organizacional y la capacidad de respuesta ante situaciones críticas, tal como se ha evidenciado en estudios similares en entornos educativos (Ramos et al., 2022).

Frente a este escenario, el presente estudio propone el desarrollo e implementación de un sistema automatizado de llamadas telefónicas utilizando redes IP, como una solución tecnológica orientada a fortalecer la comunicación interna institucional. A diferencia de enfoques meramente descriptivos, esta investigación adopta un enfoque aplicado y evaluativo, integrando el diseño de infraestructura de red, la selección tecnológica basada en criterios técnicos y económicos, y la validación del sistema mediante pruebas de funcionamiento y percepción de usuarios, siguiendo lineamientos metodológicos utilizados en estudios recientes sobre VoIP en instituciones educativas (Prayogi & Sinaga, 2021; Tuleun, 2024).

El aporte de este trabajo radica en demostrar la viabilidad técnica y operativa de una solución VoIP de bajo costo en un entorno educativo real, evidenciando su impacto en la calidad de la comunicación, la estabilidad del servicio y la satisfacción de los usuarios. Asimismo, los resultados contribuyen a la discusión académica sobre la adopción de tecnologías de comunicación convergente en instituciones de educación superior, ofreciendo un modelo replicable para contextos similares en países en desarrollo, donde la modernización tecnológica debe equilibrarse con criterios de sostenibilidad y eficiencia (Budiyanto & Silalahi, 2022).

2. MÉTODOS

2.1. Enfoque metodológico

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo de tipo aplicado, orientado a evaluar el desempeño y el impacto de un sistema automatizado de llamadas VoIP sobre redes IP en la comunicación interna de una institución de educación superior. Este enfoque permitió medir variables asociadas a la calidad del servicio, estabilidad de la comunicación y percepción de los usuarios antes y después de la implementación del sistema, siguiendo lineamientos comunes en investigaciones tecnológicas aplicadas en telecomunicaciones (Peralta et al., 2022; Kavyashre & Padma, 2018).

El diseño de la investigación fue no experimental y de tipo transversal, dado que las variables no fueron manipuladas deliberadamente, sino observadas en su contexto real de operación una vez implementada la solución tecnológica (Djumhadi & Tukino, 2023).

2.2. Población y muestra

La población de estudio estuvo conformada por el personal docente y administrativo del Instituto Tecnológico Superior Luis Tello, bloque 1, quienes participan activamente en los procesos de comunicación interna institucional. Esta población incluyó docentes de tiempo completo y medio tiempo, así como personal administrativo de las distintas áreas operativas. La muestra estuvo constituida por 15 participantes, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando su disponibilidad y uso directo del sistema de llamadas VoIP implementado. Este tipo de muestreo resulta adecuado en estudios aplicados de carácter tecnológico, donde el interés se centra en la evaluación funcional del sistema en usuarios reales (Farhandika & Christianto, 2024).

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos se emplearon técnicas de encuesta, observación directa y pruebas técnicas de funcionamiento, permitiendo una evaluación integral del sistema desde una perspectiva técnica y de usuario. El instrumento principal fue un cuestionario estructurado, aplicado en dos momentos: antes y después de la implementación del sistema VoIP. El cuestionario incluyó preguntas cerradas orientadas a medir aspectos como métodos de comunicación utilizados, percepción de eficiencia, facilidad de uso y nivel de satisfacción, siguiendo criterios utilizados en evaluaciones de sistemas de telefonía IP en entornos institucionales (Sanjana et al., 2024). Adicionalmente, se utilizaron registros técnicos del sistema, tales como consumo de ancho de banda, latencia, jitter, retardo y estabilidad de llamadas, obtenidos durante las pruebas de funcionamiento del sistema VoIP.

2.4. Procedimiento

El procedimiento metodológico se desarrolló en varias etapas. En una fase inicial, se realizó un diagnóstico del estado de la comunicación interna, mediante la aplicación de la encuesta pre implementación y la observación de los métodos de comunicación existentes. Posteriormente, se diseñó la infraestructura de red y se seleccionaron los componentes tecnológicos del sistema VoIP, considerando criterios de compatibilidad, escalabilidad y costo (Ramadhan et al., 2021; Sombie & Poda et al.,

2018). En una segunda etapa, se procedió a la implementación del sistema automatizado de llamadas, que incluyó la instalación de la central IP, la configuración de los dispositivos de red y la asignación de extensiones telefónicas. Una vez puesto en marcha el sistema, se realizaron pruebas técnicas de funcionamiento para verificar su estabilidad y calidad de servicio. Finalmente, se aplicó la encuesta post implementación con el objetivo de evaluar la percepción de los usuarios respecto al funcionamiento del sistema y su impacto en la comunicación interna institucional.

2.5. Análisis de datos

El análisis de datos se realizó mediante estadística descriptiva, utilizando frecuencias y porcentajes para interpretar los resultados obtenidos en las encuestas pre y post implementación. Este tipo de análisis permitió identificar cambios en la percepción de los usuarios y valorar el impacto del sistema VoIP en la comunicación interna, tal como se recomienda en estudios de evaluación tecnológica aplicada (Polyanov & Toropov, 2024). Los datos técnicos obtenidos durante las pruebas de funcionamiento fueron analizados en función de parámetros estándar de calidad de servicio en VoIP, tales como latencia, jitter y consumo de ancho de banda, contrastándolos con valores de referencia reportados en la literatura especializada (Lyimo, 2023).

3. RESULTADOS

3.1. Pruebas de Funcionamiento del Sistema

Las pruebas técnicas realizadas fueron esenciales para evaluar el rendimiento del sistema VoIP y garantizar su adecuación al entorno institucional. Las pruebas se enfocaron en parámetros como latencia, jitter, retardo y calidad del audio. Además, como se visualiza en la Tabla 1 se evaluaron aspectos como la estabilidad de las llamadas y el consumo de ancho de banda para asegurar que el sistema pueda funcionar bajo condiciones normales de operación.

Tabla 1 Resultados de Pruebas de Funcionamiento del Sistema VoIP

Prueba	Parámetros Evaluados	Valor	Estándares Comparativos	Observaciones
Registro SIP	Conexión con servidor SIP	Sí	Conexión estable y continua	No se interrumpió la comunicación durante las pruebas.
Autenticación Correcta	Verificación de usuario	Sí	Protegido por autenticación de usuario	Sistema correctamente protegido con autenticación.
Establecimiento de llamada	Tiempo de conexión	<5 segundos	10-15 segundos (estándar VoIP)	Excelente tiempo de respuesta del sistema.
Estabilidad	Calidad continua de llamadas	Sí	Estabilidad sin fluctuaciones	El sistema respondió bien a múltiples llamadas simultáneas.
Calidad de audio (MOS)	Retardo en audio (medido en ms)	15 ms	<120 ms (Estándar)	La calidad del audio fue percibida como excelente por los usuarios.
Jitter	Variabilidad en la señal	<30 ms	<30 ms (Ideal)	Jitter bajo, sin pérdidas de paquetes significativas.
Latencia	Tiempo de retardo por llamada	<120 ms	<100 ms (Ideal)	Latencia dentro de los límites aceptables, sin afectaciones en las conversaciones.
Consumo de ancho de banda	Uso de datos en kbps por llamada	412.23 kbps	400 kbps (VoIP estándar)	Consumo adecuado para el uso de VoIP, sin congestión.
Prueba de códecs	Calidad con códecs G.711, G.729, Opus	Sí	Sin pérdidas de calidad	Códecs compatibles, garantizando alta calidad de audio.
Corte de llamadas	Estabilidad en llamadas largas	No	Sin interrupciones	Llamadas largas sin corte ni pérdida de señal.
Prueba PoE	Alimentación de teléfonos IP	Sí	Compatible con PoE	Funciona con el cableado PoE sin necesidad de fuentes de energía adicionales.
Prueba de transferencia	Transferencia entre extensiones	Sí	Transferencia sin fallos	Comunicación eficaz entre departamentos.
Seguridad SIP	Protección contra ataques	Sí	Protocolos estándar (Apache)	Seguridad con protección robusta ante ataques.

Fuente. Elaborado por los autores

Las pruebas de funcionamiento confirmaron la efectividad del sistema, con resultados dentro de los márgenes aceptables establecidos para sistemas VoIP. Las métricas de calidad, como la latencia y el jitter, estuvieron muy por debajo de los valores críticos establecidos en las mejores prácticas internacionales para la transmisión de voz sobre

IP. El análisis de la calidad del audio arrojó una puntuación MOS promedio de 4.5, lo cual es indicativo de un desempeño óptimo y sin interferencias. Estos resultados validan la capacidad del sistema para mejorar significativamente la comunicación interna del Instituto.

3.2. Encuestas Pre Implementación

Se realizó una encuesta a 15 personas, compuesta por docentes y personal administrativo, con el fin de evaluar las herramientas de comunicación actuales y las expectativas respecto a la implementación de un sistema de telefonía IP. Los resultados presentados en la Tabla 2 revelaron que la mayoría de los empleados utilizaban aplicaciones de mensajería instantánea como WhatsApp (80%), con solo un 20% utilizando Telegram. Esta alta dependencia de aplicaciones informales indica la necesidad de un sistema más formal y eficiente para la comunicación interna. La encuesta también indagó sobre el conocimiento de la tecnología VoIP, y se encontró que un 87% de los encuestados estaban familiarizados con sus beneficios, lo cual sugiere que la adopción de una tecnología más avanzada sería bien recibida por la mayoría del personal.

Tabla 2 Resultados Encuesta Pre Implementación

Pregunta	Sí (%)	No (%)	Observaciones
¿Qué método de comunicación es el más usado entre el personal docente y administrativo?	WhatsApp: 80% Telegram: 20% Telefonía convencional: 0%	N/A	La mayoría del personal usa aplicaciones informales como WhatsApp.
¿Ha escuchado sobre la telefonía IP y sus beneficios?	87%	13%	La mayoría del personal está familiarizado con VoIP.
¿Mejoraría su trabajo si pudiera comunicarse de manera más rápida a través de internet mediante teléfonos IP o Voz sobre IP?	67%	33%	La mayoría considera que un sistema VoIP mejoraría su eficiencia.

¿Le gustaría contar con el servicio de desvío o extensión de llamadas hacia teléfonos de las diferentes áreas?	67%	33%	La mayoría está a favor de tener un sistema de extensión de llamadas.
¿Cree que mejoraría la comunicación entre el personal ante una emergencia o la necesidad de una respuesta inmediata?	93%	7%	La mayoría ve una mejora en la comunicación ante emergencias con VoIP.
¿Cómo calificaría la actual comunicación entre el personal docente y administrativo?	Buena: 67% Regular: 27% Mala: 6%	N/A	Aunque el 67% la considera buena, una parte significativa ve margen de mejora.

Fuente. Elaborado por los autores

Los resultados de la encuesta pre implementación reflejan una fuerte dependencia de herramientas de mensajería instantánea, lo que genera una brecha en la comunicación formal e institucional. Un 87% de los encuestados ya estaba familiarizado con VoIP, lo que sugiere que la adopción de este sistema no sería una barrera. Además, la mayoría de los encuestados consideró que el sistema VoIP mejoraría la eficiencia en la comunicación interna (67%) y facilitaría la respuesta ante emergencias (93%). Estas respuestas alinean con el objetivo del trabajo, que busca mejorar la comunicación interna en el Instituto mediante un sistema automatizado de llamadas telefónicas, confirmando que existe una demanda positiva por un sistema de comunicación más eficiente y formal.

3.3. Encuestas Post Implementación

Una vez implementado el sistema VoIP, se realizó una segunda encuesta para evaluar su desempeño y la satisfacción de los usuarios. Los resultados presentados en la Tabla 3 mostraron una aceptación total del sistema, con un 100% de los encuestados considerándolo útil para la comunicación entre áreas y confirmando que el sistema es fácil de usar. Además, la calidad de las llamadas fue calificada como buena por el 93%

de los usuarios, lo que indica que el sistema cumplió con las expectativas en cuanto a calidad de audio y fiabilidad.

Tabla 3 Resultados Encuesta Post Implementación

Pregunta	Sí (%)	No (%)	Observaciones
¿Considera que el sistema de llamadas VoIP implementado es útil para la comunicación entre las diferentes áreas?	100%	0%	Todos los encuestados consideran que el sistema es útil para la comunicación.
¿El sistema implementado le resultó fácil de usar?	100%	0%	Los usuarios encontraron la interfaz del sistema fácil de usar.
¿Cómo considera la calidad de la llamada?	Buena: 93% Regular: 7% Mala: 0%	N/A	La mayoría consideró la calidad de la llamada como excelente.
¿Cree que este sistema ayude a desempeñar de mejor manera sus labores diarias?	87%	13%	La mayoría considera que VoIP mejora su eficiencia laboral.
¿Qué tan satisfecho se encuentra con el sistema de llamadas VoIP?	Mucho: 100%	N/A	Todos los encuestados se mostraron muy satisfechos con la implementación.

Fuente. Elaborado por los autores

La encuesta post implementación demuestra que la solución VoIP ha tenido un impacto positivo y ha superado las expectativas. El 100% de los usuarios consideran que el sistema es útil y fácil de usar, lo que indica que el sistema es bien recibido y accesible para todos los niveles del personal. La calidad de la llamada fue calificada como buena por la gran mayoría, lo que refleja que el sistema ha mejorado la calidad de las comunicaciones en comparación con las herramientas informales previas. Además, un 87% de los encuestados considera que el sistema ha ayudado a mejorar sus labores diarias, lo cual está directamente alineado con el objetivo del trabajo, que es optimizar la comunicación interna y hacerla más eficiente. La satisfacción general también fue muy alta, lo que sugiere que la implementación del sistema fue un éxito.

3.4. Análisis de Infraestructura y Equipos

El análisis de la infraestructura de red reveló que, aunque el Instituto contaba con una infraestructura básica de red, era necesario añadir más puntos de red para integrar correctamente los dispositivos VoIP. Para abordar esta limitación, se diseñó una red centralizada utilizando cable UTP Cat 5 y canaletas, lo que permitió instalar el sistema sin alterar la estética del edificio ni realizar perforaciones en las paredes.

La selección de los componentes del sistema se centró en garantizar la viabilidad técnica y económica. Se eligió Issabel como la central telefónica por su facilidad de

instalación y su interfaz intuitiva. Para el switch, se seleccionó el ZKTeco PoE de 16 puertos, que proporcionó alimentación para los teléfonos IP sin necesidad de fuentes adicionales, optimizando el espacio y los costos. Finalmente, se eligió el teléfono IP Grandstream GRP2601 PoE 2 SIP, que se destacó por su alta calidad de audio y compatibilidad con códecs avanzados como Opus, garantizando una comunicación clara y eficiente.

4. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de las pruebas técnicas y las encuestas post implementación del sistema VoIP en el Instituto Tecnológico Superior Luis Tello demuestran que la implementación ha tenido un impacto positivo en la comunicación interna y en la satisfacción de los usuarios. Las métricas de calidad, como la latencia y el jitter, fueron bajas (15 ms y <30 ms, respectivamente), lo que confirma que el sistema implementado cumple con los estándares internacionales establecidos para sistemas VoIP (Adjardjah et al., 2023). Además, la calidad del audio, evaluada mediante el puntaje MOS, mostró un rendimiento óptimo, lo que coincide con los resultados de estudios previos que indican que VoIP mejora significativamente la calidad de la comunicación en entornos educativos (de Oliveira et al., 2024).

La alta satisfacción de los usuarios con el sistema (100% de aceptación) y la facilidad de uso del sistema fueron consistentemente positivas, lo que se alinea con las investigaciones de Fajrin & Gunadi (2024), quienes reportaron una gran aceptación en sistemas similares debido a su intuitividad y eficacia. Sin embargo, a diferencia de algunos estudios previos, como el de Oliveira & do Nascimento (2023), que señalaron resistencia por falta de capacitación, en este caso la implementación fue bien recibida en su totalidad, probablemente debido a la simplitud del sistema de gestión elegido y la formación mínima proporcionada.

El análisis de la infraestructura de red reveló que, aunque el Instituto contaba con una infraestructura básica, se necesitaba agregar puntos de red para soportar la integración de dispositivos VoIP. Esto es consistente con los resultados encontrados por Pribadi (2023), quienes destacaron que la actualización de la infraestructura es uno de los mayores desafíos para la implementación de tecnologías avanzadas en instituciones educativas. No obstante, la solución adoptada en este estudio, que consistió en el diseño de una red centralizada con cable UTP Cat 5 y canaletas, permitió optimizar los recursos existentes y minimizar los costos adicionales, lo que

valida el enfoque adoptado en cuanto a la viabilidad económica y técnica del Sistema (Quinde et al., 2024).

A nivel de selección de equipos, la elección de Issabel como la central telefónica y de ZKTeco PoE y Grandstream GRP2601 para los teléfonos IP se alineó con las mejores prácticas recomendadas en la literatura. Estos componentes no solo fueron económicamente viables, sino también adecuados para garantizar una calidad de servicio constante en un entorno de bajo presupuesto (Ramos & Hernández, 2022). Los resultados indican que el sistema cumple con las expectativas en cuanto a estabilidad, calidad del audio y eficiencia operativa, tal como se había anticipado en estudios previos sobre el uso de VoIP en instituciones educativas (Farhandika & Christianto, 2024; Tuleun, 2024;).

Sin embargo, aunque los resultados son mayoritariamente positivos, una limitación de este estudio radica en la escala limitada de la muestra, que consistió solo en 15 participantes. Este tamaño de muestra reduce la capacidad para generalizar los resultados a una población más amplia de usuarios (Polyanov & Toropov, 2024). Futuros estudios podrían incluir una muestra más grande y diversa para obtener una comprensión más completa del impacto de sistemas VoIP en la comunicación interna de instituciones educativas.

5. CONCLUSIONES

El sistema VoIP implementado en el Instituto Tecnológico Superior Luis Tello ha demostrado ser una solución efectiva para mejorar la comunicación interna y optimizar la eficiencia de las interacciones entre docentes y personal administrativo. Los resultados obtenidos confirman que la calidad de las llamadas y la estabilidad del servicio cumplen con los estándares internacionales requeridos para la transmisión de voz sobre IP. La satisfacción general de los usuarios fue alta, destacando la facilidad de uso y la mejora en la eficiencia operativa después de la implementación del sistema.

Este estudio subraya la importancia de adoptar tecnologías convergentes como VoIP en entornos educativos, especialmente en instituciones con recursos limitados, demostrando que las soluciones de bajo costo pueden ofrecer beneficios sustanciales tanto en términos de calidad de comunicación como de optimización de recursos. Además, la infraestructura de red fue diseñada de manera eficiente para adaptarse a las necesidades específicas del Instituto, superando las limitaciones iniciales.

Aunque los resultados son muy positivos, se reconoce que una muestra más amplia y diversa permitiría generalizar mejor los resultados a diferentes contextos educativos. De esta manera, se sugiere que futuros estudios consideren muestras mayores y evalúen diferentes tipos de instituciones educativas para confirmar la aplicabilidad de estos hallazgos en entornos con características similares o diferentes.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no existen conflictos de interés de ninguna naturaleza en la presente investigación.

REFERENCIAS

Adjardjah, W., Kumassah, F., Abdallah, D. M., & Addor, J. A. (2023). Performance evaluation of VoIP analysis and simulation. *Journal of Engineering Research and Reports*, *25*(7), 176-191. https://doi.org/10.9734/JERR/2023/v25i7951

Barros, F. R. de, Lima, H. da C. G., Oliveira, J. V. F. de, Faustino, L. R., & Muglia, T. B. (2024). Institutional Communication Strategies In Higher Education Institutions: a systematic literature review. *Educationis*, *12*(2), 69–81. https://doi.org/10.6008/CBPC2318-3047.2024.002.0009

Budiyanto, S., & Silalahi, L. M. (2022, September). Analysis QoS VoIP using GRE+ IPSec Tunnel and IPIP Based on Session Initiation Protocol. In *2022 5th International Conference of Computer and Informatics Engineering (IC2IE)* (pp. 47-54). IEEE. https://doi.org/10.1109/IC2IE56416.2022.9970120

de Oliveira, C. H. R., Fonseca, L. C. C., de Castro Torres, C., Pereira, D. G., Ripardo, L. R. S., Moraes, M. C., ... & da Cunha, A. A. (2024). VoIP University Solution: VoIP UEMA Project. In *Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos (SBRC)* (pp. 241-246). SBC. https://doi.org/10.5753/sbrc_estendido.2024.1645

Djumhadi, D., & Tukino, T. (2023). Perancangan Infrastruktur VoIP Menggunakan Trixbox Open Source dengan Lapisan Keamanan VPN Antar Klien. *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Sosial Dan Teknologi (SNISTEK)*, *5*, 274–285. https://doi.org/10.33884/psnistek.v5i.8095

Fajrin, K., & Gunadi, G. (2024). Implementasi Voice Over Internet Protocol Berbasis Vpn Menggunakan Metode Ppdioo Studi Kasus Pt Xyz. *Infotech: Journal of Technology Information*, *10*(2), 327-336. https://doi.org/10.37365/jti.v10i2.326

Farhandika, M. K. R., & Christianto, E. (2024). Analisa Quality Of Service (QOS) Voice Over Internet Protocol (VOIP) Pada Powerline Communication (PLC) di Aliran Listrik 110 Volt dan 220 Volt. *JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, *9*(4), 1936-1947. https://doi.org/10.29100/jipi.v9i4.5606

Kavyashree, B. S., & Padma, U. (2018). Implementation of VoIP Systems by Replacing EPABX Voice System. In *2018 3rd IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information & Communication Technology (RTEICT)* (pp. 94-97). IEEE. https://doi.org/10.1109/RTEICT42901.2018.9012639

Lyimo, J. M. (2023). Implementing a campus VoIP intercom VLAN: A technology review, system requirements and architecture. *International Journal of Science and Research Archive*, *9*(02), 716-726. https://doi.org/10.30574/ijsra.2023.9.2.0648

Oliveira, L. P., & do Nascimento, G. A. (2023). A systematic literature review on Asterisk: Teach more than VoIP communication. In *2023 29th International Conference on Telecommunications (ICT)* (pp. 1-6). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICT60153.2023.10374064

Peralta, P., Peña, M., Alave, I., Palomino, M., & Aguilar, M. (2022). Aplicación red VOIP para la mejora del servicio de comunicación en la empresa peruana. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *6*(5), 2704-2722. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i5.3276

Polyanov, V. V., & Toropov, S. V. (2024). Voice over IP to ISDN gateway via LTE access. *Synchroinfo Journal*, *10*(4), 31-42. https://doi.org/10.36724/2664-066X-2024-10-4-31-42

Prayogi, S. Y., & Sinaga, S. B. (2021). Implementasi Mos dan E-Model Untuk Mengetahui Kualitas Komunikasi Jaringan VoIP. *MEANS (Media Informasi Analisa Dan Sistem)*, *6*(1), 24–27. https://doi.org/10.54367/means.v6i1.1239

Pribadi, A. (2023). VoIP (Voice over Internet Protocol) based on Asterisk using Trixbox at SMKN 1 Bangkinang. *International Journal of Software Engineering and Technology*, *14*(2), 89-97. https://doi.org/10.35870/ijsecs.v3i2.1275

Quinde, H. P. A., Zamora, A. D. M., López, P. L., & Montúfar, C. C. (2024). Influencia de la comunicación interna en el clima organizacional en las unidades

educativas. *REVISTA EDUSER*, *11*(2), 39-49. https://doi.org/10.18050/eduser.v11n2a4

Ramadhan, B., Fatchan, M., & Rilvani, E. (2021). Analisis Implementasi Media Komunikasi Berbasis IP Menggunakan Arterisk Freepbx. *Journal Automation Computer Information System*, *1*(1), 19–25. https://doi.org/10.47134/jacis.v1i1.3

Ramos Fleites, A., & Hernández Portal, E. (2022). Implementación práctica de un sistema de Voz sobre Protocolo de Internet para la empresa Ferrocarriles del Centro en Santa Clara, Cuba. *Mare Ingenii*, *4*(1), 33–42. https://doi.org/10.52948/mare.v4i1.683

Sanjana Rai B S, Kushal T, Shashank B N, Rohan T R, & Naveen Chandra Gowda. (2024). Enterprise Network Design and Implementation. *International Journal of Human Computations and Intelligence*, *3*(3), 334–341. https://doi.org/10.5281/zenodo.13933408

Sombie, A. & Poda, P. (2018). Towards enhancing the performance of a VoIP infrastructure for limited-resource structures. In *1st International Conference on Smart Cities and Communities (SCCIC)*, Ouagadougou, Burkina Faso, pp. 1-4. https://doi.org/10.1109/SCCIC.2018.8632842.

Tuleun, W. (2024). Design of an asterisk based VoIP system and the implementation of security solution across the VoIP network. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, *23*(1), 10-30574. https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.23.1.2048