

UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS E INFORMÁTICA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES



TESIS

“Enlace Microondas de Respaldo Para la Continuidad Operativa de las Comunicaciones en Infraestructura Crítica en una Empresa de Energías Renovables, 2025”

AUTORES:

Bach. Benites Santa Cruz, Wilfredo Yaver

Bach. Flores Torres, Ivan Erick

Bach. Huamani Ruiz, Alberto Javier

PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

ASESOR:

Mg. Corilla Baquerizo Eduardo Cansío

ORCID: 0000-0003-3472-2696

DNI N.º 20037930

Lima – Perú

2025

INFORME DE SIMILITUD



UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS E INFORMÁTICA
Facultad de Ciencias e Ingeniería

INFORME DE SIMILITUD N° 085-2025-FCI-UPCI-T-ECCB

A : **MG. QUISPE AYQUIPA, CESAR ANTONIO**
Decano (e) de la Facultad de Ciencias e Ingeniería

DE : **MG. EDUARDO CANCIO CORILLA BAQUERIZO**
Docente FCI - UPCI

ASUNTO : Informe de Evaluación de Similitud

FECHA : Jesús María, 15 de diciembre del 2025

Tengo el agrado de dirigirme a Ud. a fin de informar lo siguiente:

- Mediante el uso del programa informático TURNITIN (con las configuraciones de excluir citas, excluir bibliografía y excluir oraciones con cadenas menores a 15 palabras) se ha analizado la tesis titulada: “Enlace Microondas de Respaldo Para la Continuidad Operativa de las Comunicaciones en Infraestructura Crítica en una Empresa de Energías Renovables, 2025” presentado por el (los) Br (es):

Bach. Benites Santa Cruz, Wilfredo Yaver

Bach. Flores Torres, Ivan Erick

Bach. Huamani Ruiz, Alberto Javier

- El resultado de la evaluación indica que la tesis en mención tiene un INDICE DE SIMILITUD DE 12% (cumpliendo con el art. 35 del Reglamento de Grado de Bachiller y Título Profesional UPCI aprobado con Resolución N° 373-2019-UPCI-R de fecha 22/08/2019)
- Al término del análisis, se concluye que PUEDE(N) CONTINUAR su trámite.

Sin otro particular quedo de usted.

Atentamente

Mg. Eduardo Cancio Corilla Baquerizo
DOCENTE UPCI

PD:

Se adjunta:

- Recibo digital Turnitin
- Resultado de similitud

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mi familia, a mis padres por su apoyo constante, a mi esposa por ser mi compañera de vida y a mi hija por ser mi razón para ser mejor cada día, cuyo apoyo constante ha sido un pilar fundamental en mi formación personal y profesional. Su acompañamiento, comprensión y confianza inquebrantable me han permitido avanzar con firmeza incluso en los momentos de mayor exigencia. A ellos, que con paciencia y amor han contribuido silenciosamente a mi desarrollo, les ofrezco este logro académico como muestra de gratitud por todo lo que han hecho por mí. Esta tesis representa no solo un objetivo cumplido, sino también el reflejo de los valores que me inculcaron y que han guiado cada paso de mi vida.

Bach. Benites Santa Cruz, Wilfredo Yaver

A mis padres, por su amor incondicional, que siempre ha sido mi refugio y mi mayor fuente de motivación. Han sido el faro que iluminó mi camino y el ejemplo constante de que la perseverancia conduce al logro de las metas.

Este triunfo también es suyo, forjado gracias a su sacrificio, dedicación y la confianza que jamás me faltó.

Con profundo agradecimiento y eterno amor.

Bach. Flores Torres, Ivan Erick

Principalmente, agradezco a Dios por darme la salud, la fortaleza y la oportunidad de culminar satisfactoriamente mi carrera profesional.

A mis padres, por estar siempre a mi lado, brindándome su apoyo incondicional y esforzándose constantemente para acompañarme en cada etapa de mi formación universitaria.

A mis hermanos, por creer en mí, motivarme y ofrecerme su apoyo en todo momento.

Bach. Huamani Ruiz, Alberto Javier

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a todas las personas e instituciones que hicieron posible la culminación de esta tesis. En especial, doy gracias a Dios por la fortaleza y sabiduría brindadas; a mis padres, por su amor, esfuerzo y apoyo incondicional; y a mi asesor, por su guía profesional y compromiso académico. Extiendo mi gratitud a las autoridades y docentes de la universidad por su valiosa formación, así como a mis compañeros y amigos por su apoyo y compañerismo. Finalmente, agradezco a todos quienes contribuyeron de alguna manera a este importante logro.

Bach. Benites Santa Cruz, Wilfredo Yaver

Agradezco sinceramente a todas las personas que hicieron posible este trabajo de grado. En especial, al Mg. Eduardo Corilla Baquerizo por su valiosa guía y rigor académico; a las autoridades y docentes de la Universidad Peruana de Ciencias Informáticas por la formación brindada; y a mis compañeros y amigos por su apoyo y compañerismo. Cada uno contribuyó de manera significativa a este logro.

Gracias a cada uno de ustedes por ser parte de este importante logro.

Bach. Flores Torres, Ivan Erick

Agradezco profundamente a todas las personas e instituciones que hicieron posible la culminación de esta tesis. En especial, doy gracias a Dios por la fortaleza y sabiduría brindadas; a mis padres, por su amor, esfuerzo y apoyo incondicional; y a mi asesor, por su guía profesional y compromiso académico. Extiendo mi gratitud a las autoridades y docentes de la universidad por su valiosa formación, así como a mis compañeros y amigos por su apoyo y compañerismo. Finalmente, agradezco a todos quienes contribuyeron de alguna manera a este importante logro.

Bach. Huamani Ruiz, Alberto Javier

PRESENTACION

Señores miembros del jurado, de acuerdo al “Reglamento de Grado de Bachiller y Título Profesional de la Universidad Peruana de Ciencias e Informática, aprobado por Resolución N° 373-2019-UPCI-R”; y en cumplimiento del requisito establecido por el Artículo N° 45, ley N° 30220; donde indica los procedimientos para la obtención de grados y títulos, presento ante ustedes nuestra tesis titulada “Enlace Microondas de Respaldo Para la Continuidad Operativa de las Comunicaciones en Infraestructura Critica en una Empresa de Energías Renovables, 2025”, la cual será puesto a vuestra consideración, evaluación y juicio profesional; para su aprobación y esto nos conlleve a obtener el Título Profesional de Ingeniero en Telecomunicaciones.

Bach. Benites Santa Cruz, Wilfredo Yaver

Bach. Flores Torres, Ivan Erick

Bach. Huamani Ruiz, Alberto Javier

ÍNDICE

| | |
|---|-------------|
| CARATULA..... | i |
| INFORME DE SIMILITUD..... | ii |
| DEDICATORIA..... | iii |
| AGRADECIMIENTO..... | iv |
| PRESENTACION..... | v |
| ÍNDICE..... | vi |
| INDICE DE FIGURAS..... | viii |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | ix |
| RESUMEN..... | x |
| ABSTRACT..... | xi |
| I. INTRODUCCION..... | 12 |
| 1.1. Realidad problemática..... | 13 |
| 1.2. Planteamiento del problema..... | 19 |
| 1.3. Hipótesis de la investigación..... | 19 |
| 1.4. Objetivos de la investigación..... | 20 |
| 1.5. Variables, dimensiones e indicadores..... | 20 |
| 1.6. Justificación del estudio..... | 22 |
| 1.7. Antecedentes nacionales e internacionales..... | 26 |
| 1.8. Marco teórico..... | 33 |
| 1.9. Definición de términos básicos..... | 39 |
| II. METODO..... | 42 |
| 2.1. Tipo y diseño de la investigación..... | 42 |
| 2.2. Población y muestra..... | 43 |
| 2.3. Técnicas para la recolección de datos..... | 44 |
| 2.4. Validez y confiabilidad de instrumentos..... | 44 |
| 2.5. Procesamiento y análisis de datos..... | 46 |
| 2.6. Aspectos éticos..... | 47 |
| III. RESULTADOS..... | 48 |

| | |
|---|-----------|
| 3.1. Resultados descriptivos..... | 48 |
| 3.2. Prueba de normalidad | 56 |
| 3.3. Contrastación de hipótesis | 57 |
| IV. DISCUSION..... | 61 |
| V. CONCLUSIONES..... | 63 |
| VI. RECOMENDACIONES..... | 65 |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 67 |
| ANEXOS..... | 71 |
| Anexo 1: Matriz de Consistencia..... | 71 |
| Anexo 2: Instrumento de recolección de datos | 72 |
| Anexo 3: Base de datos..... | 78 |
| Anexo 4: Evidencia de similitud digital..... | 79 |
| Anexo 5: Autorización de publicación en repositorio | 81 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. <i>Redes de comunicación</i> | 34 |
| Figura 2. <i>Medios de transmisión de datos</i> | 34 |
| Figura 3. <i>Medios de comunicación no guiados (Microondas)</i> | 35 |
| Figura 4. <i>Frecuencia de la variable enlace microondas de respaldo</i> | 48 |
| Figura 5. <i>Frecuencia de la dimensión requerimientos técnicos</i> | 49 |
| Figura 6. <i>Frecuencia de la dimensión diseño del enlace</i> | 50 |
| Figura 7. <i>Frecuencia de la dimensión implementación técnica</i> | 51 |
| Figura 8. <i>Frecuencia de la variable continuidad operativa de las comunicaciones.</i> | 52 |
| Figura 9. <i>Frecuencia de la dimensión disponibilidad del servicio internet.</i> | 53 |
| Figura 10. <i>Frecuencia de la dimensión estabilidad</i> | 54 |
| Figura 11. <i>Frecuencia de la dimensión resiliencia ante fallas.</i> | 55 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. <i>Operacionalización de variables</i> | 21 |
| Tabla 2. <i>Características principales de las microondas en telecomunicaciones</i> | 36 |
| Tabla 3. <i>Juicio de expertos</i> | 45 |
| Tabla 4. <i>Confiabilidad de Alfa de Cronbach</i> | 46 |
| Tabla 5. <i>Frecuencia de la variable enlace microondas de respaldo</i> | 48 |
| Tabla 6. <i>Frecuencia de la dimensión requerimientos técnicos</i> | 49 |
| Tabla 7. <i>Frecuencia de la dimensión diseño del enlace</i> | 50 |
| Tabla 8. <i>Frecuencia de la dimensión implementación técnica</i> | 51 |
| Tabla 9. <i>Frecuencia de la variable continuidad operativa de las comunicaciones.</i> | 52 |
| Tabla 10. <i>Frecuencia de la dimensión disponibilidad del servicio internet.</i> | 53 |
| Tabla 11. <i>Frecuencia de la dimensión estabilidad</i> | 54 |
| Tabla 12. <i>Frecuencia de la dimensión resiliencia ante fallas.</i> | 55 |
| Tabla 13. <i>Prueba de Shapiro-Wilk</i> | 56 |
| Tabla 14. <i>Contrastación de hipótesis general</i> | 57 |
| Tabla 15. <i>Contrastación de hipótesis específica 1</i> | 58 |
| Tabla 16. <i>Contrastación de hipótesis específica 2</i> | 59 |
| Tabla 17. <i>Contrastación de hipótesis específica 3</i> | 60 |
| Tabla 18. <i>Matriz de Consistencia</i> | 71 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la influencia del enlace microondas de respaldo en la continuidad operativa de las comunicaciones en infraestructura crítica de una empresa de energías renovables, 2025.

Es un estudio científico metodológico, de tipo aplicada, diseño no experimental, nivel correlacional, el cual tuvo una población de 35 empleados en la empresa Caral S.AC. y la muestra fue censal, se aplicó la técnica de la encuesta y un cuestionario, se procesaron los datos para medir la relación de las variables de estudio de acuerdo a sus respectivas dimensiones.

Donde se observó el coeficiente Rho de Spearman obtenido (0.748) muestra una correlación positiva alta entre Enlace microondas de respaldo y Continuidad Operativa de las Comunicaciones. Esto significa que, a mayor calidad o desempeño del enlace microondas, mejor es la continuidad operativa percibida en las comunicaciones de la empresa. Además, el valor de significancia ($p = 0.000 < 0.05$) confirma que esta relación es estadísticamente significativa, por lo que no es producto del azar. El enlace microondas de respaldo influye de manera fuerte y directa en la continuidad operativa de las comunicaciones, evidenciando su importancia dentro de la infraestructura crítica.

Palabras clave: Continuidad operativa, Enlace microondas, Infraestructura crítica, Respaldo de comunicaciones, Resiliencia ante fallas, Redundancia tecnológica y Telecomunicaciones.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the influence of the backup microwave link on the operational continuity of communications in the critical infrastructure of a renewable energy company, 2025.

This is an applied, methodological scientific study with a non-experimental, correlational design. The population consisted of 35 employees of the company Caral S.A.C., and the sample was census-based. The survey technique and a questionnaire were applied, and the data were processed to measure the relationship between the study variables according to their respective dimensions.

The results showed that the Spearman's Rho coefficient obtained (0.748) indicates a high positive correlation between the backup microwave link and the operational continuity of communications. This means that the higher the quality or performance of the microwave link, the better the perceived operational continuity of the company's communications. Furthermore, the significance value ($p = 0.000 < 0.05$) confirms that this relationship is statistically significant and not due to chance. The backup microwave link strongly and directly influences the operational continuity of communications, demonstrating its importance within critical infrastructure.

Keywords: Operational continuity, Microwave link, Critical infrastructure, Communications backup, Failure resilience, Technological redundancy, Telecommunications.

I. INTRODUCCION

En el momento presente, todos los fabricantes de energía renovable dependen principalmente de infraestructuras de telecomunicaciones ultra capaces para lograr un funcionamiento seguro, eficiente y duradero de las actividades vitales. La necesidad de monitoreo remoto para parques eólicos, plantas solares, subestaciones y centros de control requiere un servicio de telecomunicaciones efectivo con comunicación ininterrumpida, señales SCADA, alarmas y control de hardware distribuido geográficamente. Sin embargo, a medida que estas infraestructuras se vuelven más complejas y dependen de interconectores de comunicación proporcionados por fuentes externas, existe el riesgo de cortes abruptos e imprevistos, interrupciones de red, eventos climáticos extremos o incidentes operativos que pueden amenazar la capacidad de las operaciones para mantenerse al día. Por lo tanto, el uso de un enlace de microondas de respaldo es estratégicamente importante para mantener el negocio de las comunicaciones en infraestructuras críticas. Una característica única de los sistemas de microondas es su alta disponibilidad, velocidad de despliegue, falta de dependencia de los proveedores de telecomunicaciones y resistencia a fallos en redes terrestres convencionales. Así que son una alternativa efectiva para mantener el sistema de energía operativo, incluso si el enlace principal se corta. Además, como resultado de las altas capacidades de transmisión de datos, baja latencia y robustez, la tecnología de microondas contemporánea está disponible para aplicaciones en la industria energética que necesitan uso en tiempo real. Para una empresa de energía renovable, la pérdida de comunicación desde el centro de control hasta el equipo operativo puede resultar en retrasos en la toma de decisiones, el estado del equipo no puede ser visto, las maniobras operativas se detienen y pueden introducirse riesgos en el suministro de energía. Como resultado, tener alta disponibilidad de canales de comunicación es un problema técnico que también necesita ser considerado desde una perspectiva estratégica no solo en términos de seguridad energética

sino también para la eficiencia operativa y el cumplimiento de estándares internacionales de operación en infraestructuras críticas. Este estudio tiene como objetivo evaluar la posibilidad y desarrollar una propuesta de enlace de microondas de respaldo para garantizar futuras operaciones de comunicación en una empresa de energía renovable en el año 2025. Esta investigación tiene como objetivo analizar los aspectos del sitio, condiciones de capacidad, nivel de disponibilidad, requisitos, las limitaciones de la infraestructura y el riesgo relacionado con la comunicación actual. Además, se discuten parámetros técnicos para el enlace de respaldo como la frecuencia, línea de vista, potencia, modulación, ancho de banda, interferencia y cumplimiento de regulaciones. La investigación se esfuerza por presentar un método integrado que sea propicio para un mejor rendimiento de la resiliencia operativa de la empresa y mejore la operación estable de las plataformas de comunicación clave, así como su suministro de energía bajo adversidad. En segundo lugar, la idea formulada aquí es un paso sustancial en el avance de la investigación de tecnología de energía renovable con todos los criterios de eficiencia energética, fiabilidad y sostenibilidad en el desarrollo de tecnología energética moderna.

1.1. Realidad problemática

A nivel mundial, la continuidad operativa de las comunicaciones en infraestructuras críticas se ha convertido en un desafío creciente debido al incremento de interrupciones ocasionadas por fallas físicas, ciberataques, desastres naturales y sobrecargas en las redes de telecomunicaciones. Según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU-D., 2022), las infraestructuras críticas como energía, transporte, salud y comunicaciones dependen de sistemas de transmisión altamente disponibles; sin embargo, gran parte de estas redes continúan operando con enlaces únicos vulnerables a interrupciones.

En regiones de Asia, África y América Latina, la dependencia de la fibra óptica como único medio de transmisión ha incrementado la exposición a cortes accidentales, vandalismo

y desastres naturales como terremotos o inundaciones, afectando gravemente la continuidad de los servicios esenciales (WB, 2020). Estas interrupciones tienen un impacto directo en la seguridad pública, el abastecimiento energético y la estabilidad económica, evidenciando la necesidad de redundancia en los sistemas de comunicación (OCDE, 2019).

La literatura señala que los enlaces microondas representan una alternativa robusta para garantizar comunicaciones resilientes, especialmente en zonas con infraestructura frágil o dispersa. (Freeman, 2018) destaca que los sistemas de microondas poseen alta disponibilidad, rápida implementación y capacidad de funcionar como rutas de respaldo independientemente de la infraestructura terrestre. En Europa y Estados Unidos, estos sistemas ya se utilizan para asegurar la continuidad de redes móviles, enlaces SCADA y centros de datos, registrando mejoras significativas en la reducción del tiempo de inactividad (Ericsson., 2021).

Sin embargo, en muchos países en desarrollo, la adopción de sistemas de respaldo mediante enlaces microondas sigue siendo limitada debido a la falta de inversión, políticas de telecomunicaciones desactualizadas y carencia de personal capacitado (ITU-D., 2022). Esta brecha tecnológica incrementa el riesgo operativo y reduce la resiliencia de la infraestructura crítica frente a eventos disruptivos, lo que demuestra la urgencia de implementar soluciones de respaldo confiables para sostener la estabilidad de las telecomunicaciones a nivel global.

En el continente americano, la continuidad operativa de las comunicaciones en infraestructura crítica enfrenta importantes desafíos asociados a la vulnerabilidad de los sistemas de transmisión, la falta de redundancia y la exposición a riesgos naturales y antrópicos. Países de América Latina y el Caribe, así como regiones de Norteamérica, registran interrupciones frecuentes en redes de fibra óptica debido a desastres naturales —

como huracanes, terremotos, inundaciones y deslizamientos afectando servicios esenciales como energía, transporte, telecomunicaciones y salud (ECLAC, 2020).

En múltiples países latinoamericanos, la dependencia casi exclusiva de la fibra óptica sin rutas de respaldo aumenta la fragilidad del sistema de comunicaciones. La Comisión Interamericana de Telecomunicaciones (CITEL-OEA, 2021) señala que uno de los principales problemas en la región es la limitada infraestructura redundante, lo que genera interrupciones que pueden paralizar operaciones críticas como el monitoreo eléctrico, la supervisión SCADA o la coordinación de emergencias. Esta vulnerabilidad es más grave en áreas rurales o remotas, donde la reconstrucción o mantenimiento de líneas físicas puede tomar semanas (BID, 2022).

Los enlaces microondas han demostrado ser una alternativa efectiva para garantizar la resiliencia de las comunicaciones, especialmente en territorios con geografía compleja o infraestructura limitada. Según (Rappaport, 2016), los sistemas microondas ofrecen alta disponibilidad, rápida instalación y operación estable en climas adversos, lo que los convierte en una solución ideal para zonas expuestas a fallas de infraestructura terrestre. En países como Estados Unidos, Canadá, Brasil y Chile, los enlaces microondas se utilizan ampliamente como rutas de respaldo en redes móviles, subestaciones eléctricas, centros de datos y redes de transporte (GSMA, 2021)

En el Perú, la continuidad operativa de las comunicaciones en infraestructura crítica enfrenta importantes dificultades debido a la fragilidad de los sistemas de transmisión, la limitada redundancia de redes y la vulnerabilidad ante eventos naturales recurrentes. El país posee una geografía compleja cordillera andina, selva amazónica y desiertos costeros que dificulta la instalación y mantenimiento de redes de fibra óptica, ocasionando interrupciones frecuentes en el servicio, especialmente en zonas alejadas (OSIPTEL, 2022).

La infraestructura de telecomunicaciones peruana ha mostrado debilidades frente a fenómenos naturales como sismos, huaicos, inundaciones y deslizamientos, los cuales afectan directamente las redes físicas de transmisión, provocando interrupciones que generan impactos severos en servicios esenciales como salud, transporte, energía y seguridad ciudadana (INDECI, 2021). Esta situación evidencia que muchas entidades públicas y privadas continúan operando con enlaces únicos, sin sistemas de respaldo adecuados para garantizar la continuidad de las comunicaciones.

Diversos informes técnicos indican que la falta de redundancia en los sistemas de comunicación es uno de los principales factores que reduce la resiliencia operativa del país. El (MTC, 2021) señala que, aunque el despliegue de fibra óptica ha avanzado, aún existe una brecha significativa en regiones altoandinas y amazónicas, donde los cortes del servicio pueden prolongarse por horas o incluso días, comprometiendo la operación de infraestructuras críticas como plantas eléctricas, subestaciones, centros de salud y estaciones de monitoreo.

En este contexto, los enlaces microondas de respaldo representan una alternativa viable, rentable y resistente para garantizar la transmisión continua ante fallas del sistema principal. Según (Herrera L. , 2020), la tecnología microondas es especialmente adecuada para zonas donde las condiciones geográficas limitan la instalación de cableado físico, ofreciendo alta disponibilidad, baja latencia y rápida implementación. Sin embargo, su adopción en el Perú es todavía limitada debido a restricciones presupuestales, falta de personal especializado y a la percepción de que la fibra óptica es suficiente para garantizar la continuidad del servicio (OSIPTTEL, 2022).

Ante este panorama, resulta evidente que la infraestructura crítica peruana requiere fortalecer sus sistemas de comunicaciones con enlaces de respaldo, como los microondas,

para reducir el riesgo operativo, mejorar la resiliencia y asegurar la continuidad de los servicios estratégicos del país.

La continuidad operativa de las comunicaciones en el departamento de Lima enfrenta serios desafíos debido a la vulnerabilidad de la infraestructura física, la alta demanda de servicios digitales y la limitada implementación de enlaces de respaldo en sectores críticos. Lima concentra más del 56% del tráfico nacional de telecomunicaciones, lo que la convierte en el núcleo operativo del país (OSIPTEL, 2022). Sin embargo, esta centralización expone la infraestructura a fallas que pueden afectar simultáneamente a múltiples sectores estratégicos.

En materia de conectividad, aproximadamente el 78% de las redes troncales en Lima dependen exclusivamente de fibra óptica, lo que representa un riesgo elevado frente a cortes accidentales, trabajos civiles, robos de cable y desastres naturales (MTC, 2021). Según (OSIPTEL, 2022), en el periodo 2020–2022 se registraron más de 1,200 interrupciones de redes de comunicación en Lima Metropolitana, de las cuales el 62% fueron causadas por daños en infraestructura de fibra óptica, afectando servicios energéticos, financieros, de seguridad y transporte.

En el sector energético, la situación es particularmente crítica. Las subestaciones eléctricas y centros de control ubicados en los distritos de Ate, Lurín, Chilca, Ventanilla y Huarochirí reportan que, ante cortes de fibra, la recuperación del servicio puede tardar entre 3 y 12 horas, afectando la operación de sistemas SCADA, la supervisión de líneas de alta tensión y la coordinación de maniobras operativas (COES, 2022). Estas interrupciones comprometen la estabilidad del sistema eléctrico interconectado y aumentan el riesgo operativo.

En este contexto, los enlaces microondas de respaldo se presentan como una alternativa eficiente para garantizar continuidad operativa, especialmente porque su implementación no depende de infraestructura terrestre vulnerable. Sin embargo, su

adopción en Lima sigue siendo limitada: solo el 28% de las instalaciones críticas del sector energía y telecomunicaciones cuentan con un enlace redundante mediante microondas (OSINERGMIN, 2022). Esto deja una brecha significativa que expone a la infraestructura crítica a fallas que podrían evitarse con tecnologías de respaldo adecuadas.

Por ello, la falta de enlaces microondas de respaldo representa una problemática relevante en Lima, ya que aumenta la probabilidad de interrupciones en servicios críticos, compromete la seguridad operativa y afecta la continuidad del flujo de información necesaria para la gestión de energía, transporte, salud y seguridad pública.

A pesar de ello, persiste una brecha significativa entre Norteamérica y América Latina en cuanto al nivel de adopción tecnológica. El (WB, 2020) advierte que la falta de inversión, políticas regulatorias desactualizadas y escasez de personal especializado limitan la implementación de enlaces redundantes, aumentando la vulnerabilidad de la región frente a eventos disruptivos. Esta situación revela la necesidad urgente de incorporar enlaces microondas de respaldo como parte de las estrategias de continuidad operativa y resiliencia en infraestructura crítica en América.

Las telecomunicaciones son fundamentales para el funcionamiento de sistemas productivos, empresariales y gubernamentales. Las infraestructuras críticas como redes de energía, centros de datos, sistemas financieros o de salud dependen de comunicaciones permanentes y fiables. La mayoría de estas redes utiliza fibra óptica como enlace principal; sin embargo, este medio es vulnerable a cortes accidentales, vandalismo, fallas de equipos y desastres naturales.

La ausencia de un sistema de respaldo ocasiona interrupciones que generan pérdidas económicas, riesgos operativos y fallas en servicios esenciales. Frente a ello, los enlaces de microondas se presentan como una alternativa eficiente, autónoma y confiable, ya que permiten mantener la continuidad de las comunicaciones ante la caída del enlace principal.

1.2. Planteamiento del problema

Delimitación del Problema

Espacial

La investigación se limita a analizar la situación actual en la Caral S.AC. ubicado en el distrito de Miraflores, Lima, Departamento Lima.

Temporal

El trabajo de investigación se llevó a cabo desde julio a setiembre del 2025.

1.2.1. Problema general.

¿Cómo influye el enlace microondas de respaldo en la continuidad operativa de las comunicaciones en infraestructura crítica en una empresa de energías renovables, 2025?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Como influyen los requerimientos técnicos en la continuidad operativa de las comunicaciones criticas?
- b) ¿Cómo influye el diseño del enlace en la estabilidad de la continuidad operativa de las comunicaciones criticas?
- c) ¿Cómo influye la implementación técnica en la continuidad operativa de las comunicaciones criticas?

1.3. Hipótesis de la investigación

1.3.1. Hipótesis general

El enlace microondas de respaldo influye significativamente en la continuidad operativa de las comunicaciones en infraestructura crítica de una empresa de energías renovables, 2025.

1.3.2. Hipótesis específicas

- a) Los requerimientos técnicos influyen en la continuidad operativa de las comunicaciones críticas.

- b) El diseño del enlace influye en la estabilidad de la continuidad operativa de las comunicaciones críticas.
- c) La implementación técnica influye en la continuidad operativa de las comunicaciones críticas.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Determinar la influencia del enlace microondas de respaldo en la continuidad operativa de las comunicaciones en infraestructura crítica de una empresa de energías renovables, 2025.

1.4.2. Objetivos específicos

- a) Analizar la influencia los requerimientos técnicos en la continuidad operativa de las comunicaciones críticas.
- b) Determinar la influencia del diseño del enlace en la estabilidad de la continuidad operativa de las comunicaciones críticas.
- c) Determinar la influencia de la implementación técnica en la continuidad operativa de las comunicaciones críticas.

1.5. Variables, dimensiones e indicadores

1.5.1. Variable independiente

- ✓ Enlace microondas de respaldo

1.5.2. Variable dependiente

- ✓ Continuidad operativa de las comunicaciones

1.5.3. Dimensiones

- ✓ Requerimientos técnicos
- ✓ Diseño del enlace
- ✓ Implementación técnica

- ✓ Disponibilidad del servicio
- ✓ Estabilidad
- ✓ Resiliencia ante fallas

1.5.4. Indicadores de las variables

- ✓ Distancia del enlace
- ✓ Condiciones del entorno
- ✓ Frecuencia
- ✓ Potencia
- ✓ Instalación
- ✓ Alineación de antenas
- ✓ SLA ($\geq 99.99\%$)
- ✓ Tiempo de actividad
- ✓ Latencia
- ✓ Tiempo de failover
- ✓ Funcionamiento del enlace durante contingencias

1.5.5. Operacionalización de variables

Tabla 1.
Operacionalización de variables

| Variables | Dimensiones | Indicador | Técnica /Instrumentos |
|--------------------------------------|-----------------------------|---|------------------------------|
| Enlace Microondas de Respaldo | Requerimientos técnicos | Distancia del enlace Condiciones del entorno | Encuesta /Cuestionario |
| | Diseño del enlace | Frecuencia Potencia | |
| | Implementación técnica | Instalación Alineación de antenas | |
| Continuidad Operativa de las | Disponibilidad del servicio | SLA ($\geq 99.99\%$) Tiempo de actividad | |

| | | |
|-----------------------|-------------------------|--|
| Comunicaciones | Estabilidad | Latencia |
| | Resiliencia ante fallas | Pérdida de paquetes Tiempo de failover Funcionamiento del enlace durante contingencias |

Fuente: Elaboración propia

1.6. Justificación del estudio

Justificación teórica

El uso de enlaces microondas de respaldo en infraestructura crítica del departamento de Lima se sustenta en la necesidad de asegurar la continuidad operativa de las comunicaciones ante la alta vulnerabilidad de los sistemas tradicionales basados en fibra óptica. Los fundamentos de la teoría de comunicaciones establecen que los sistemas críticos deben incorporar mecanismos de redundancia y resiliencia que permitan mantener el flujo de información aun ante fallas del sistema principal (Stallings, 2017).

En Lima, donde se concentra más del 56% del tráfico de telecomunicaciones del país (OSIPTEL, 2023), la dependencia de un único medio de transmisión constituye un riesgo significativo. La teoría de redes resilientes señala que la redundancia mediante enlaces alternos independientes como los microondas fortalece la capacidad del sistema para absorber, resistir y recuperarse de interrupciones (Rappaport, 2016). Esta postura teórica se refuerza con datos recientes: entre 2021 y 2023 se registraron más de 1,200 interrupciones de fibra óptica en Lima Metropolitana, afectando directamente a sectores estratégicos como energía, transporte y seguridad (MTC, 2022).

Los enlaces microondas, según Freeman (2018), presentan ventajas operacionales derivadas de su independencia respecto a la infraestructura terrestre, su alta disponibilidad, su baja latencia y su capacidad para operar en condiciones adversas. Estas características coinciden con las recomendaciones internacionales de la UIT-R para redes críticas, que

establecen valores de disponibilidad superiores al 99.99% para garantizar una continuidad confiable de los servicios (UIT-R, 2021).

Asimismo, estudios de resiliencia del sector energético peruano muestran que las subestaciones y centros de control ubicados en Lima presentan interrupciones promedio de 3 a 12 horas ante cortes de fibra óptica, generando riesgos operativos en la supervisión del sistema eléctrico nacional (COES, 2022). La teoría de continuidad operativa plantea que estos riesgos se mitigan mediante enlaces redundantes autónomos, donde los microondas destacan como solución eficiente para garantizar la transmisión estable de datos y señales críticas (IEC, 2019).

Por lo tanto, la teoría respalda que los enlaces microondas de respaldo no son solo una alternativa tecnológica, sino un componente fundamental del diseño de infraestructuras críticas modernas, especialmente en regiones como Lima donde la vulnerabilidad física del sistema es elevada. La evidencia técnica y estadística confirma que su implementación fortalece la resiliencia, reduce el tiempo de inactividad y asegura la continuidad operativa de los sistemas de comunicación esenciales.

Justificación práctica

La implementación de un enlace microondas de respaldo en la infraestructura crítica del departamento de Lima tiene una justificación práctica sólida debido al impacto directo que genera sobre la continuidad operativa de servicios esenciales. Lima concentra más del 56% de la actividad económica del país y alberga la mayor parte de las instalaciones estratégicas de energía, telecomunicaciones, salud y transporte (OSIPTel, 2023). Por ello, cualquier interrupción en las comunicaciones tiene consecuencias operativas, económicas y de seguridad de alto impacto.

En la práctica, los cortes de fibra óptica son frecuentes. Entre 2021 y 2023, Lima registró más de 1,200 interrupciones de comunicación, de las cuales el 62% fueron

causadas por daños físicos en la red, como excavaciones, robos de cableado y desastres naturales (MTC, 2022). En promedio, el restablecimiento del servicio toma entre 3 y 12 horas, afectando especialmente operaciones críticas como monitoreo SCADA, telemetría, videovigilancia y coordinación de emergencias (COES, 2022). Esta situación evidencia la necesidad de un sistema alternativo que permita mantener las comunicaciones activas durante contingencias.

Los enlaces microondas ofrecen una solución práctica porque no dependen de la infraestructura terrestre vulnerable, permiten una implementación rápida y presentan una disponibilidad superior al 99.99%, según estándares UIT-R (2021). En zonas industriales de Lima como Lurín, Ventanilla, Ate y Huarochirí donde las distancias y el terreno dificultan tendidos de fibra, los microondas permiten establecer rutas de comunicación fiables y estables (OSINERGMIN, 2022).

Desde la perspectiva operativa, contar con un respaldo microondas evita la paralización de procesos críticos, reduce el downtime, mantiene la supervisión continua de infraestructuras sensibles y asegura la transmisión de alarmas, datos y señales de control. Como afirma Freeman (2018), los microondas son ideales para complementar redes terrestres, ya que garantizan continuidad en casos donde la fibra falla.

Importancia del estudio

El estudio del enlace microondas de respaldo para garantizar la continuidad operativa de las comunicaciones en infraestructura crítica del departamento de Lima es de gran relevancia debido al impacto directo que tiene en la resiliencia, seguridad y eficiencia de los servicios esenciales. Lima concentra la mayor parte de la actividad industrial, energética y tecnológica del país, lo que exige sistemas de comunicación robustos capaces de operar sin interrupciones (OSIPTEL, 2023). La teoría de la continuidad operativa señala que los sistemas críticos deben disponer de mecanismos redundantes que mitiguen

riesgos asociados a fallas imprevistas, desastres naturales o interrupciones accidentales (Stallings, 2017).

El incremento de cortes de fibra óptica registrados en Lima más de 1,200 interrupciones entre 2021 y 2023 evidencia la vulnerabilidad de depender exclusivamente de infraestructura terrestre para mantener servicios esenciales, lo cual afecta sectores como energía, transporte, salud y seguridad pública (MTC, 2022). Esta problemática destaca la importancia de contar con un sistema alternativo de respaldo, independiente y resistente, como los enlaces microondas, que presentan alta disponibilidad y rápida recuperación ante fallas (Freeman, 2018).

La literatura técnica señala que los enlaces microondas son fundamentales para asegurar la continuidad operativa en entornos donde la infraestructura física es vulnerable o insuficiente, gracias a su independencia del terreno, baja latencia, alta disponibilidad y capacidad de transmisión en tiempo real (Rappaport, 2016). En Lima, donde gran parte de las subestaciones eléctricas, centros de monitoreo y sistemas SCADA requieren comunicación permanente, la importancia del estudio radica en que permite fortalecer la resiliencia de la infraestructura crítica y prevenir interrupciones que pueden comprometer la estabilidad operativa (COES, 2022).

Además, el análisis aporta valor al promover soluciones prácticas y viables que pueden ser aplicadas por empresas de energía, telecomunicaciones e instituciones estratégicas del Estado. En conjunto, este estudio contribuye a mejorar la eficiencia operativa, garantizar la continuidad del servicio y reducir riesgos técnicos y operativos en el departamento de Lima.

1.7. Antecedentes nacionales e internacionales

1.7.1. Antecedentes internacionales.

(Hernández A. O., 2025) El objetivo central de la tesis fue analizar la tecnología HAPS como nodo central en redes de comunicaciones no terrestres y en coexistencia con redes terrestres, con el propósito de brindar cobertura en situaciones adversas y apoyar aplicaciones 5G.

La metodología se describe cómo se desarrolló el trabajo: Se evaluaron escenarios de redes basadas en plataformas aéreas semipermanentes (HAPS), Se calcularon parámetros como: Potencia de transmisión, Modulación, Frecuencias asignadas, Relación portadora a ruido (CNR), valores de QoS (latencia, velocidad de bits, ancho de banda y disponibilidad del canal) y se analizaron radioenlaces tierra aire, aire tierra y aire aire.

La metodología fue un estudio analítico-técnico basado en la simulación de parámetros de comunicación y evaluación de escenarios HAPS para redes 5G.

Las conclusiones: Los HAPS permiten ofrecer un sistema alternativo a las redes terrestres y satelitales, destacan por su capacidad de brindar conectividad a zonas remotas o de difícil acceso, pueden operar como estaciones base 5G (HIBS) y complementar redes inalámbricas, satelitales y terrestres y permiten apoyar redes dañadas o sobresaturadas, especialmente en desastres naturales o condiciones adversas.

(Mao, y otros, 2025) El objetivo del estudio es proponer y demostrar un esquema de comunicación cuántica segura directa (CV-QSDC) basado en microondas, empleando estados cuánticos entrelazados de microondas en canales de espacio libre bajo condiciones criogénicas.

El propósito es habilitar una comunicación directa segura, sin intercambio previo de claves, mediante un protocolo de dos pasos.

La metodología fue el diseño de un protocolo de comunicación cuántica de dos pasos (two-step scheme) para CV-QSDC, generación de estados cuánticos entrelazados de microondas (M-EPR) a través de amplificadores paramétricos de Josephson en criogenia, codificación de mensajes mediante modulación Gaussiana y operaciones de desplazamiento sobre los estados cuánticos y Procesamiento de datos que incluye: detección del canal, estimación de parámetros, reconstrucción de la información transmitida.

Simulaciones numéricas para evaluar: capacidad de transmisión, tolerancia al ruido, desempeño bajo ataques colectivos, efectos de tamaño finito (finite-size analysis).

Conclusiones son: El esquema propuesto demuestra que los estados cuánticos entrelazados de microondas son viables para implementar CV-QSDC, las simulaciones muestran que frecuencias altas de microondas (especialmente 5 GHz) permiten mayores distancias de transmisión debido a menor ruido térmico, el protocolo es seguro bajo ataques colectivos, y su desempeño mejora con mayor longitud de bloque en la codificación, la distancia efectiva de comunicación aumenta significativamente conforme crece la longitud de datos intercambiados y la frecuencia utilizada y el protocolo es adecuado para plataformas superconductoras e integración en tecnologías cuánticas de estado sólido.

(López, Trejos, & Jaen, 2025) El objetivo del proyecto fue desarrollar un prototipo de infraestructura tecnológica que mejore la operatividad empresarial, la seguridad y la continuidad de las operaciones, y que al mismo tiempo sea robusto y escalable.

La metodología de estudio que se aplicó una metodología cualitativa y multimetódica, que incluyó: Análisis documental de diversas infraestructuras de red, juicio de expertos, mediante varios ciclos de retroalimentación y desarrollo del prototipo en dos fases: Planificación y validación e implementación del diseño en infraestructura real.

Además, se implementaron servicios como DHCP, Active Directory, servidores de respaldo y firewalls físicos.

Las conclusiones indican que: El prototipo permite optimizar la operatividad empresarial, fortaleciendo procesos y servicios, se incrementa significativamente la seguridad, al integrar firewalls físicos y servidores de respaldo inalámbricos, la arquitectura desarrollada garantiza la continuidad operativa, incluso ante fallas o contingencias, el modelo es replicable en empresas medianas y grandes, gracias a su robustez y escalabilidad y se proyecta que el prototipo podría transformar la infraestructura tecnológica de organizaciones reales mediante tecnologías avanzadas y modernas medidas de seguridad.

(Rubik & Brown, 2021) El objetivo del artículo fue investigar si la radiación de radiofrecuencia ambiental (RFR)—incluidas microondas, ondas milimétricas y 5G—puede ser un factor ambiental que contribuye a la pandemia de COVID-19, examinando literatura científica revisada por pares sobre los efectos biológicos de la RFR.

La metodología se basó en: Revisión sistemática de literatura científica revisada por pares sobre radiación de radiofrecuencia (RFR) y efectos fisiológicos, análisis de más de 250 estudios publicados entre 1969 y 2020, incluyendo estudios en humanos, animales y células y identificación comparativa de los efectos documentados de la RFR y las manifestaciones clínicas de COVID-19 para detectar intersecciones.

Se concluye RFR, especialmente 5G, podría actuar como un cofactor ambiental que exacerba la prevalencia y gravedad del COVID-19, según la evidencia revisada, la exposición a RFR puede contribuir a: Cambios morfológicos en eritrocitos (rouleaux y equinocitos), favoreciendo hipercoagulación, alteración de la microcirculación y disminución de hemoglobina, exacerbando hipoxia, disfunción del sistema inmunológico, generando inmunosupresión o hiperinflamación, aumento del estrés oxidativo, agravando

lesiones celulares y daño orgánico, aumento del calcio intracelular, facilitando replicación viral y vías inflamatorias y mayor riesgo de arritmias y problemas cardíacos.

El artículo indica que la RFR es un factor de estrés ambiental omnipresente que puede contribuir negativamente al desarrollo o agravamiento del COVID-19.

(Mane, 2022) El objetivo fue evaluar los modos de falla en sistemas eléctricos y de redes cibernéticas mediante la técnica FMEA, con el fin de estimar el riesgo en sistemas inteligentes de distribución eléctrica. El artículo plantea el uso de FMEA como un método confiable y sistemático para analizar posibles fallas y mejorar la seguridad y la confiabilidad de infraestructuras críticas como plantas hidroeléctricas con represas de tierra.

La metodología uso la técnica FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) para identificar, clasificar y analizar modos de falla, aplicación de FMEA a componentes eléctricos y cibernéticos de redes inteligentes y evaluación sistemática de riesgos en procesos y sistemas dentro del ámbito de generación y distribución eléctrica.

La FMEA se presenta como un procedimiento documentado, estructurado y ampliamente utilizado en ingeniería para evaluar riesgos y mejorar el diseño.

Conclusiones la técnica FMEA es confiable, sencilla y altamente efectiva para evaluar riesgos en sistemas eléctricos y de redes cibernéticas, es útil para identificar fallas potenciales que podrían afectar la operación estable y confiable de infraestructuras críticas y su aplicación permite diseñar sistemas más seguros y con mayor resiliencia frente a fallas de componentes.

1.7.2. Antecedentes nacionales

(Salas, 2025) El documento señala que el objetivo principal fue implementar la herramienta de respaldo Veeam Backup & Replication para mejorar la seguridad,

disponibilidad e integridad de la información crítica de la empresa Teleatento del Perú S.A.C., con el fin de asegurar la continuidad operativa y optimizar los procesos de respaldo y recuperación de datos.

El proyecto aplicó una metodología de implementación tecnológica, descrita en el capítulo “Desarrollo del proyecto”, que incluye: Selección de la solución de respaldo, instalación y configuración de Veeam Backup & Replication, integración con la infraestructura VMware, configuración del repositorio, servidores proxy, trabajos de respaldo y monitoreo y evaluación mediante análisis de resultados y medición de satisfacción del usuario.

Conclusiones principales, la implementación fortaleció significativamente la seguridad y disponibilidad de la información, mitigando pérdidas debido a incidentes o ciberataques, se establecieron políticas eficaces de respaldo que permiten rápida recuperación de datos, contribuyendo a la continuidad operativa, la solución mejoró la eficiencia en la gestión de respaldos, automatizó procesos manuales y redujo errores y los usuarios valoraron positivamente la facilidad de uso, funcionalidad y soporte técnico.

(Rojas, 2024) El objetivo principal del estudio fue diseñar una red de telecomunicaciones mediante un radioenlace microondas dedicado, empleando una conexión simétrica de 40 Mbps en subida y 40 Mbps en bajada, con un ancho de banda total de 80 Mbps, con el fin de mejorar la capacidad y calidad del servicio de telefonía e internet en la Unidad Minera Corihuarmi, perteneciente a la empresa minera IRL.

La metodología de estudio se caracteriza como investigación de tipo aplicativo, enfocada en elaborar el diseño técnico del radioenlace.

Se utilizó el software Link Planner para la simulación y diseño del enlace punto a punto (PTP), complementado con herramientas de Google (Maps y Earth) para obtener perfiles topográficos y parámetros de diseño. La propuesta incluye: Nodo principal

ubicado en Huancayo (proveedor Telefónica del Perú), tres saltos o estaciones: TDP → Torre 01 → Torre 02 → Oficina Corihuarmi y configuración de torres de 50 metros para los repetidores.

Se concluye que: El radioenlace microondas soluciona las limitaciones del servicio satelital VSAT, que mostraba baja capacidad y latencias elevadas, el enlace propuesto garantiza mayor disponibilidad, capacidad y estabilidad en el servicio de telefonía e internet y la solución diseñada permite que empleados, obreros y contratistas cuenten con comunicación óptima, favoreciendo la productividad operativa.

(Gonzales, 2022) El objetivo principal del estudio fue diseñar una propuesta de mejora para la red microondas existente de Yachay Telecomunicaciones en Ucayali, con el fin de incrementar la capacidad, disponibilidad y fiabilidad del servicio de Internet, asegurando que la red responda a las necesidades tecnológicas actuales y proyectadas de las comunidades beneficiarias.

La metodología fue técnico-analítica, basada en: Análisis de la demanda actual y futura donde se utilizaron datos estadísticos del INEI para proyectar el crecimiento del servicio y la demanda de Internet en la región y diseño técnico del enlace microondas y se aplicaron: Regulación 138-2021/CD-OSIPTEL, recomendaciones UIT-R P.530-7 - UIT-R P.525-4, R.M. N.º 199-2013-MTC/03 y recomendaciones técnicas de Tranzeo y Cambium Networks.

El estudio económico se evaluó la factibilidad del proyecto mediante indicadores como:

CAPEX, OPEX, VAN, TIR y Payback

Se concluye que: El rediseño propuesto de la red microondas cumple con la normativa técnica vigente, la propuesta garantiza mayor capacidad de transmisión, mayor disponibilidad del servicio, y mejor adaptación a la demanda proyectada, la red diseñada

mejorará la conectividad de las comunidades rurales, atendiendo adecuadamente sus necesidades tecnológicas y el análisis económico realizado demuestra que el proyecto es factible y sostenible, ya que arroja valores adecuados para VAN, TIR y periodo de recuperación.

(Briceño, 2020) El objetivo principal fue determinar en qué medida la implementación del radioenlace por microondas influye en la transmisión de datos en la Aviación del Ejército del Perú – Callao (2019). Esto incluye evaluar la influencia del radioenlace sobre: La velocidad de carga de datos, la velocidad de descarga de datos y la latencia

La metodología describe las actividades técnicas desarrolladas, las cuales constituyen:

a. Verificación técnica inicial, comprobación de la línea de vista (LOS) entre las estaciones, determinación de alturas de torres: 45 m y 35 m., determinación de alturas de antenas: 30 m y 15 m. y selección de la frecuencia de operación: 5.1 GHz.

b. Cálculos y simulación del enlace: Cálculo de potencia de recepción (PR = 15.80 dBm), cálculo del margen de desvanecimiento (FM = 21.376 dB), análisis de funcionamiento del sistema con dichos parámetros.

c. Evaluación de la influencia del radioenlace: Se empleó la herramienta estadística modelo rendimiento (R^2) para analizar, velocidad de carga, velocidad de descarga y latencia

d. Cálculo económico: Costo de inversión total del radioenlace: S/. 63,437.34.

Resultados concluyentes sobre el impacto del radioenlace en la transmisión de datos: El radioenlace influye en un 71.2 % sobre la transmisión total de datos y respecto a indicadores específicos: Influye en 56.4 % en la velocidad de carga, influye en 65.7 % en la velocidad de descarga e influye en 95.7 % en la latencia.

Los resultados muestran linealidad directamente proporcional: A mejores valores de propagación, mejor calidad de comunicación.

(Camargo, 2023) El objetivo principal del estudio fue plantear una propuesta de implementación de un sistema de radio enlace para la transmisión de datos e internet en el Establecimiento Penitenciario de Concepción, con el fin de mejorar la comunicación y la conectividad interna entre las instalaciones del penal.

La tuvo un método: Deductivo, Tipo de investigación: Aplicada, Nivel: Descriptivo y Diseño: No experimental. La técnica de recolección de datos fue la observación.

Asimismo, el trabajo analiza los fenómenos físicos que intervienen en un radioenlace: difracción, reflexión, refracción y absorción.

Se describe también que la propuesta técnica incluye: Dos antenas Airmax PowerBeam 5AC-620, enlace Huancayo – Concepción, con una distancia de 18.19 km y el presupuesto total: S/ 4 130.00, las conclusiones de los principales resultados: El radioenlace propuesto funciona correctamente, considerando los fenómenos de propagación identificados, las pruebas realizadas mostraron velocidades de recepción entre 163 Mbps y 134 Mbps, confirmando su eficiencia y la prueba de conectividad fue exitosa, demostrando la viabilidad del sistema implementado.

1.8. Marco teórico

1.8.1. Redes de comunicación

Las redes de comunicación son infraestructuras que permiten la interconexión de dispositivos y sistemas para la transmisión confiable y bidireccional de información. Utilizan diversos medios físicos o inalámbricos como cables de cobre, fibra óptica y ondas de radio (incluidas las microondas) para garantizar la conectividad, el intercambio de datos, voz y señales de control entre usuarios, aplicaciones y centros de operación. (Stallings, 2013, pág. 15)

Figura 1.
Redes de comunicación

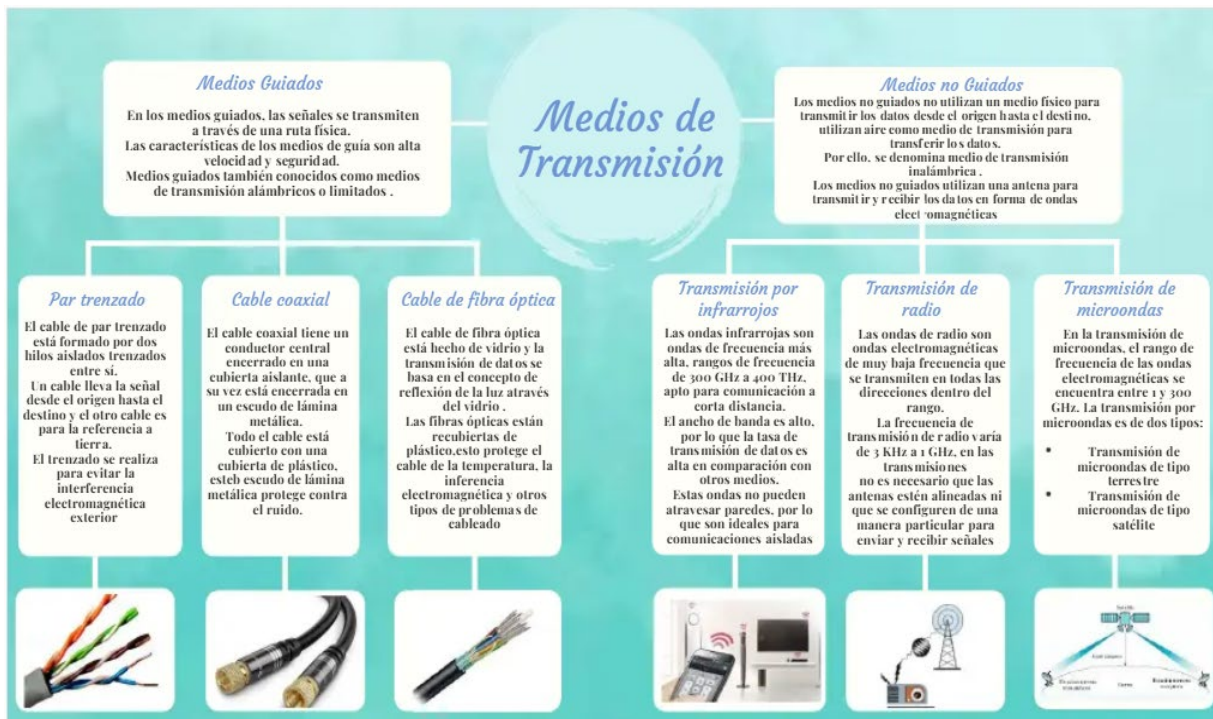


Fuente: <https://redesinformatica1999.blogspot.com/p/la-comunicacion-traves-de-la-red.html>

Medios de transmisión

Los medios de transmisión constituyen el soporte físico (guiado o no guiado) a través del cual se propagan señales eléctricas, luminosas o electromagnéticas portadoras de información entre los elementos de una red de comunicaciones. (Forouzan, 2012, pág. 100).

Figura 2.
Medios de transmisión de datos



Fuente: <https://es.scribd.com/document/607057554/Medios-de-Transmision-1>

Medios de transmisión no guiados

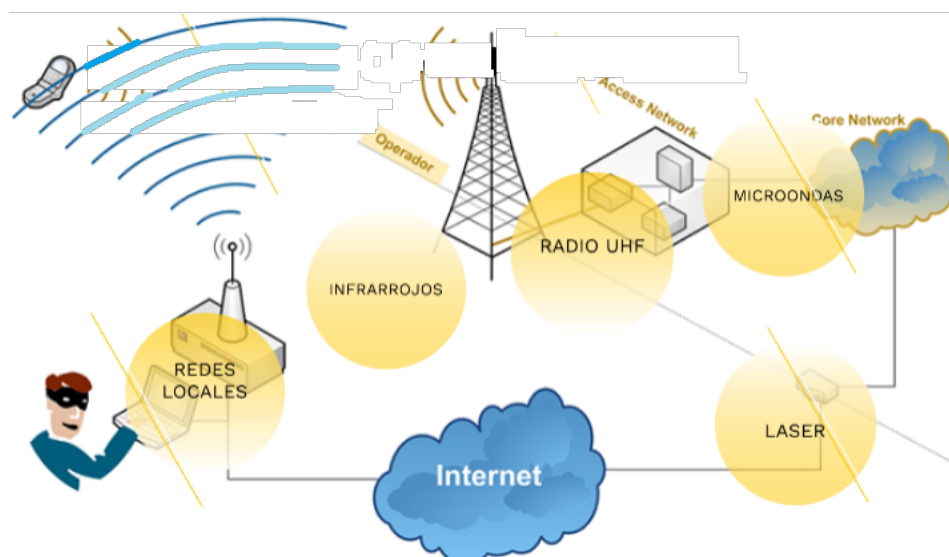
Los medios de transmisión no guiados, también denominados inalámbricos, permiten la propagación de señales electromagnéticas a través del espacio libre sin necesidad de un medio físico conductor o dieléctrico guiado. Incluyen tecnologías como radiofrecuencia (RF), enlaces microondas terrestres, ondas milimétricas (E-Band), comunicaciones satelitales y enlaces ópticos de espacio libre (FSO) (Stallings, 2013, pág. 130).

Microondas

Para (Mane, 2022) las redes de microondas “permiten mantener comunicaciones aun cuando existan fallas en la infraestructura terrestre, gracias a su independencia física y su rapidez de despliegue”.

La microondas es un tipo de onda electromagnética cuya frecuencia está comprendida aproximadamente entre 300 MHz (0.3 GHz) y 300 GHz, lo que corresponde a longitudes de onda entre 1 metro y 1 milímetro.

Figura 3.
Medios de comunicación no guiados (Microondas)



En telecomunicaciones, cuando hablamos de “microondas” normalmente nos referimos al rango más usado en enlaces de transmisión: De 6 GHz hasta 42 GHz (bandas licenciadas más comunes: 6, 7/8, 11, 13, 15, 18, 23, 26, 32, 38 y 42 GHz) y también se usan bandas más altas como 60 GHz (V-Band), 70/80 GHz (E-Band) y hasta 90–100 GHz en aplicaciones especiales.

Tabla 2.
Características principales de las microondas en telecomunicaciones

| Característica | Descripción |
|-----------------------------|---|
| Propagación | Casi óptica: requiere línea de vista directa (LOS) entre antenas |
| Alta capacidad | Puede transportar desde decenas de Mbps hasta más de 20 Gbps por enlace |
| Baja latencia | Ideal para aplicaciones en tiempo real (SCADA, teleprotección, voz, video) |
| Inmunidad a cortes de fibra | No depende de cables enterrados ni postes (gran ventaja como respaldo) |
| Sensible a la lluvia | A partir de 15–20 GHz, la atenuación por lluvia fuerte puede ser significativa (se mitiga con técnicas como ACM – Adaptive Coding & Modulation) |

Fuente: Elaboración propia

Usos más comunes de los enlaces de microondas

- a. Enlace primario en zonas rurales o de difícil acceso (montañas, islas, selva).
- b. Enlace de respaldo para fibra óptica en infraestructura crítica (energía eléctrica, oil & gas, defensa, bancos, gobierno).
- c. Extensiones rápidas y temporales de red (eventos masivos, obras, emergencias).
- d. Backhaul de estaciones base 4G/5G.
- e. Conexiones privadas punto a punto de alta seguridad.

Las microondas son la tecnología inalámbrica más utilizada en el mundo para transmitir grandes cantidades de datos a larga distancia cuando se necesita alta confiabilidad y, sobre todo, cuando se busca independencia total de la fibra óptica como ruta de respaldo en infraestructura crítica.

Requerimientos técnicos

Los requerimientos técnicos son el conjunto de condiciones físicas, operativas y tecnológicas necesarias para que un sistema de comunicaciones funcione correctamente, incluyendo parámetros como frecuencia, potencia, ancho de banda, línea de vista y características del equipamiento.

Según (Freeman, 2018) los sistemas de microondas requieren especificaciones técnicas precisas frecuencias adecuadas, potencia óptima y despeje de la zona de Fresnel para garantizar un enlace confiable.

Diseño del enlace

El diseño del enlace es el proceso de planificación, modelado y dimensionamiento de un sistema de comunicaciones inalámbricas, donde se calculan rutas, potencias, niveles de señal, alturas de antena y márgenes de desvanecimiento para garantizar el rendimiento.

Para (Pratt, Bostian, & Allnutt, 2010) el diseño de un enlace satelital o microondas implica análisis detallado de propagación, presupuesto de enlace, disponibilidad y confiabilidad.

Implementación técnica

La implementación técnica consiste en instalar, configurar, calibrar y poner en funcionamiento los componentes de un sistema de telecomunicaciones siguiendo parámetros de diseño y estándares técnicos.

(Cisco, 2020) define la implementación como el conjunto de actividades para integrar equipos, realizar pruebas, asegurar interoperabilidad y validar rendimiento.

Para (Hernández & Lema, 2018) en sistemas inalámbricos la implementación técnica implica alineación de antenas, ajustes de potencia y validación de conectividad.

1.8.2. Continuidad operativa de las comunicaciones

Para (Stallings, 2013) los sistemas de comunicaciones críticas deben disponer de mecanismos que garanticen funcionamiento continuo, incluso ante fallas parciales, mediante enlaces alternos, tolerancia a fallos y redundancia.

La continuidad operativa de las comunicaciones es la capacidad de un sistema de telecomunicaciones para mantener sus funciones esenciales sin interrupciones, incluso ante fallas, desastres o contingencias, mediante mecanismos de redundancia, resiliencia y recuperación rápida.

Disponibilidad del servicio

La disponibilidad del servicio es la capacidad de un sistema de comunicaciones para mantenerse operativo y accesible durante un periodo de tiempo, usualmente expresado como un porcentaje de uptime.

Según (IUT, 2016) la disponibilidad es un indicador clave que mide el tiempo en que los servicios de telecomunicaciones permanecen activos, influenciado por fallas, mantenimientos y redundancia.

(Cisco, 2020) afirma que la disponibilidad es esencial para garantizar continuidad en infraestructuras críticas.

Estabilidad

La estabilidad de un sistema de comunicaciones es la capacidad del enlace para mantener un desempeño constante, evitando fluctuaciones significativas en potencia, latencia, tasa de errores o throughput.

(Stallings, 2013) afirma que la estabilidad depende de la consistencia en la transmisión de datos y la ausencia de variaciones abruptas.

Resiliencia ante fallas

La resiliencia ante fallas es la capacidad de un sistema de comunicaciones para resistir interrupciones, recuperarse rápidamente y mantener operatividad, incluso frente a eventos inesperados o fallas técnicas.

La (ITU-D., 2022) la define como la habilidad de una red para continuar operando ante incidentes mediante redundancia, protección y mecanismos de recuperación.

1.9. Definición de términos básicos

1.9.1 . Enlace microondas

"Sistema de transmisión de datos punto a punto que utiliza ondas electromagnéticas en el rango de microondas (generalmente entre 1 GHz y 100 GHz) propagadas por el espacio libre, sin necesidad de cableado físico."

1.9.2 . Enlace de respaldo (Backup Link)

"Ruta alternativa de comunicación diseñada para entrar en operación automáticamente o manualmente cuando el enlace primario (fibra óptica, cable, satélite, etc.) falla o se degrada."

1.9.3 . Continuidad operativa (CO)

Capacidad de una organización o sistema para mantener sus funciones esenciales y servicios críticos de forma ininterrumpida o con el menor tiempo de interrupción posible ante cualquier incidente o desastre.

1.9.4 . Plan de continuidad de negocio (BCP - Business Continuity Plan)

Conjunto documentado de procedimientos y recursos que garantizan la continuidad de las operaciones críticas de una organización frente a interrupciones graves.

1.9.5 . Infraestructura crítica

"Conjunto de sistemas, redes y activos (energía eléctrica, telecomunicaciones, transporte, agua, salud, finanzas, seguridad pública, etc.) cuya interrupción prolongada tendría un impacto grave en la seguridad nacional, la economía o el bienestar de la población."

1.9.6 . Comunicaciones en infraestructura crítica

"Servicios de voz, datos y control necesarios para la operación y supervisión de los procesos críticos (SCADA, teleprotección, telemetría, centros de control, emergencias, etc.)."

1.9.7 . Alta disponibilidad (High Availability - HA)

"Diseño de sistemas que busca maximizar el tiempo de operación (típicamente 99.999% o “cinco nueves”), minimizando los tiempos de caída mediante redundancia y conmutación automática."

1.9.8 . Tiempo de recuperación objetivo (RTO - Recovery Time Objective)

Tiempo máximo aceptable que puede estar interrumpido un servicio crítico antes de que genere impactos inaceptables.

1.9.9 . Punto de recuperación objetivo (RPO - Recovery Point Objective)

Cantidad máxima de datos (medida en tiempo) que la organización está dispuesta a perder en caso de interrupción.

1.9.10. Conmutación por error (Failover)

Proceso automático o manual mediante el cual el tráfico se redirige al enlace de respaldo cuando se detecta una falla en el enlace primario.

1.9.11. Diversidad de rutas

"Uso de caminos físicos y/o geográficos diferentes para el enlace primario y el de respaldo con el fin de evitar fallas comunes (corte de fibra, caída de torre, etc.)."

1.9.12. Enlace microondas licenciado

"Enlace que opera en bandas de frecuencia asignadas y protegidas por la autoridad reguladora (ej. 6, 11, 18, 23 GHz), ofreciendo mayor protección contra interferencias."

1.9.13. Enlace microondas no licenciado

"Enlace que opera en bandas libres (ej. 2.4, 5.8, 24, 60 GHz) sin necesidad de licencia, pero con mayor riesgo de interferencia."

1.9.14. LOS (Line of Sight - Línea de Vista)

Condición indispensable para la mayoría de los enlaces microondas: debe existir visibilidad óptica directa y sin obstáculos entre las dos antenas (salvo excepciones en NLOS con tecnologías especiales).

1.9.15. Zona de Fresnel

Región elipsoidal alrededor de la línea de vista directa que debe estar libre de obstáculos para evitar pérdidas excesivas de señal.

1.9.16. Disponibilidad del Enlace Microondas

Porcentaje de tiempo en que el enlace cumple con los parámetros de calidad establecidos (BER (Bit Error Rate)). En infraestructura crítica se suelen exigir disponibilidades $\geq 99.99\%$ o 99.999% .

II. METODO

2.1. Tipo y diseño de la investigación

2.1.1. Tipo de investigación

La investigación es aplicada

Porque es un tipo de estudio orientado a resolver problemas específicos, mejorar procesos, o generar soluciones prácticas mediante la aplicación de conocimientos, teorías o métodos científicos.

Por su parte, Tamayo (2012) señala que la investigación aplicada tiene como finalidad “la solución inmediata de problemas prácticos, empleando los principios y métodos de la investigación científica”.

2.1.2. Diseño de la investigación

La investigación es no experimental.

"El diseño de investigación no experimental es aquel en el que no se manipulan intencionalmente las variables independientes, sino que se observan los fenómenos tal como se presentan en su contexto natural, sin intervención directa del investigador" (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pág. 149)

2.1.3. Nivel de investigación

"El nivel de investigación correlacional tiene como objetivo identificar la relación o grado de asociación que existe entre dos o más variables, sin establecer causalidad directa entre ellas" (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pág. 92)

2.1.4. Enfoque de la investigación.

“El enfoque cuantitativo, se usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías” (Sampieri, Collado, & Baptista, 1991, pág. 46).

Nuestra investigación tiene un enfoque cuantitativo, porque el mejoramiento del servicio de internet es cuantitativo y estadísticos descriptivos, por ello se analizará la estadística de los usuarios.

2.2. Población y muestra

✓ Población

“Una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pág. 174).

La población o universo de la presente investigación está constituida por todos los trabajadores de la empresa Caral S.AC. ubicado en el distrito de Miraflores, Lima, Departamento Lima.35 empleados.

✓ Muestra

“La Muestra es el Subgrupo de la población del cual se recolectan los datos y debe ser representativo de ésta” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pág. 173)

La muestra censal es un tipo de muestreo en el cual se incluye la totalidad de la población de estudio, es decir, todos los elementos, unidades o individuos que cumplen los criterios establecidos participan en la recolección de datos. En este tipo de muestra, no se selecciona una parte representativa, sino que se estudia el 100% de la población debido a su tamaño reducido, importancia estratégica o accesibilidad total.

Una muestra será censal de 35 empleados de la Caral S.AC. ya que se estudia el total de la población objetivo, sin seleccionar una parte, lo que permite obtener resultados precisos y sin errores muestrales, siendo adecuada cuando el número de unidades es reducido o cuando es necesario evaluar exhaustivamente cada elemento del sistema estudiado.

2.3. Técnicas para la recolección de datos

✓ **Técnicas**

"Las técnicas de recolección de datos son los procedimientos y herramientas que se utilizan para obtener información relevante y necesaria para un estudio, permitiendo la recopilación de datos de manera sistemática y organizada a fin de responder a las preguntas de investigación". (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pág. 171)

✓ **Instrumentos**

"Los instrumentos de recolección de datos son herramientas específicas, como cuestionarios, entrevistas, y escalas de medición, diseñadas para capturar, registrar y medir la información requerida para un estudio de manera precisa y confiable". (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pág. 172)

Cuestionario

"El cuestionario es un instrumento de recolección de datos que consiste en una serie de preguntas estructuradas, diseñadas para obtener información específica de los encuestados, facilitando la medición de variables y la obtención de datos cuantitativos y cualitativos". (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pág. 193)

2.4. Validez y confiabilidad de instrumentos

Validez del instrumento

Validez grado en que un instrumento en verdad mide la variable que se busca medir.

Validez de expertos se refiere al grado en que aparentemente un instrumento de medición mide la variable en cuestión, de acuerdo con expertos en el tema. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pág. 204)

Para la validación del contenido se utilizará el Juicio de tres expertos, profesores de la universidad, expertos en asesoramiento de tesis.

Tabla 3.

Juicio de expertos

| Nro. | Nombre del experto | Ponderado % |
|-----------|---------------------------------------|-------------|
| 1.- | Mg. Corilla Baquerizo, Eduardo Cancio | 90 |
| 2.- | Mg. Gonzales Calderon. Jose Ramos | 88 |
| 3.- | Mg. Acosta Salvador, Sabina | 89 |
| Ponderado | | 89% |

Fuente: Elaboración propia

Criterio de confiabilidad de instrumento

La confiabilidad de la Encuesta, será medida usando el coeficiente Alpha de Cronbach

$$\alpha = \frac{k}{(k-1)} \left(1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_x^2} \right)$$

Donde

k = es el número de ítems

 $(\sigma_i)^2$ = varianza de cada ítem $(\sigma_x)^2$ = varianza del cuestionario total

Según lo mencionado por (Ñaupas, Mejía, Novoa, & Villagómez, 2014, pág. 217) se considera que un instrumento es fiable cuando sus mediciones se mantienen estables y no presentan variaciones significativas, ya sea a lo largo del tiempo o al ser aplicadas a diferentes personas bajo condiciones similares. La confiabilidad implica que el instrumento genere resultados consistentes y reproducibles, de manera que, al aplicarlo en las mismas o en condiciones equivalentes, produzca siempre resultados similares, lo que brinda confianza en su precisión y estabilidad.

“Se sugieren los siguientes criterios para evaluar los coeficientes de alfa de Cronbach:

- Coeficiente alfa > 0.9 es excelente
- Coeficiente alfa > 0.8 es bueno
- Coeficiente alfa > 0.7 es aceptable
- Coeficiente alfa > 0.6 es cuestionable
- Coeficiente alfa > 0.5 es pobre
- Coeficiente alfa < 0.5 es inaceptable” (Ñaupas, Mejía, Novoa, & Villagómez, 2014)

Tabla 4.
Confiabilidad de Alfa de Cronbach

Estadísticas de fiabilidad

| Alfa de Cronbach | N de elementos |
|------------------|----------------|
| ,824 | 30 |

Fuente: Elaboración propia

Podemos observar que el Alfa de Cronbach es mayor a 0.824, bueno, superior al mínimo aceptable de 0.7.

2.5. Procesamiento y análisis de datos

El procesamiento y análisis de datos es el conjunto de procedimientos mediante los cuales los datos recolectados son organizados, depurados, codificados, transformados y examinados, con el propósito de obtener resultados válidos, interpretar patrones y responder a los objetivos de investigación.

Según (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014), el procesamiento de datos consiste en “codificar, capturar y preparar la información para su análisis, a fin de obtener resultados que permitan verificar hipótesis o responder preguntas de investigación”.

Los datos fueron obtenidos por medio de una encuesta que se aplicó en cada integrante de cada familia, permitiendo que cada uno de ellos pueda brindar la información según su percepción de acuerdo a las preguntas realizadas con criterio de la investigación.

2.6. Aspectos éticos

El estudio se llevó a cabo con un alto estándar ético para garantizar la integridad, transparencia y responsabilidad al considerar información confidencial sobre infraestructuras de comunicación cruciales en energía renovable.

El compromiso ético fue: Confidencialidad y protección de datos: Se mantuvo la confidencialidad de toda la arquitectura de la red, los protocolos y todos los detalles del hardware para la operación sin terceros sin autorización informada. Honestidad, objetividad y veracidad: Los datos fueron recopilados, analizados y expresados claramente, libres de discrepancias, sin prejuicios, omisiones o sesgos y con una representación completamente precisa del comportamiento real del sistema. No maleficencia: Todos los experimentos, simulaciones o evaluaciones se realizaron solo en entornos controlados con datos de la empresa sin interferir con la operación real o la continuidad del suministro eléctrico. Respeto por las personas: Se aseguró el consentimiento informado por escrito de ingenieros, técnicos y partes responsables; su dignidad y datos personales/profesionales se mantuvieron sin presión indebida ni comprometer la confianza. Cumplimiento normativo: Se observó el cumplimiento ético con las leyes de protección de datos del sector energético, las políticas internas de la empresa y los estándares éticos internacionales para infraestructuras esenciales para la ciberseguridad de los datos por parte de la empresa. Responsabilidad social: Estos resultados estaban destinados a mejorar la resiliencia y la capacidad de continuidad operativa de los sistemas de comunicación, ayudando al fortalecimiento tecnológico y organizativo de la empresa bajo principios éticos de ingeniería e investigación científica.

III. RESULTADOS

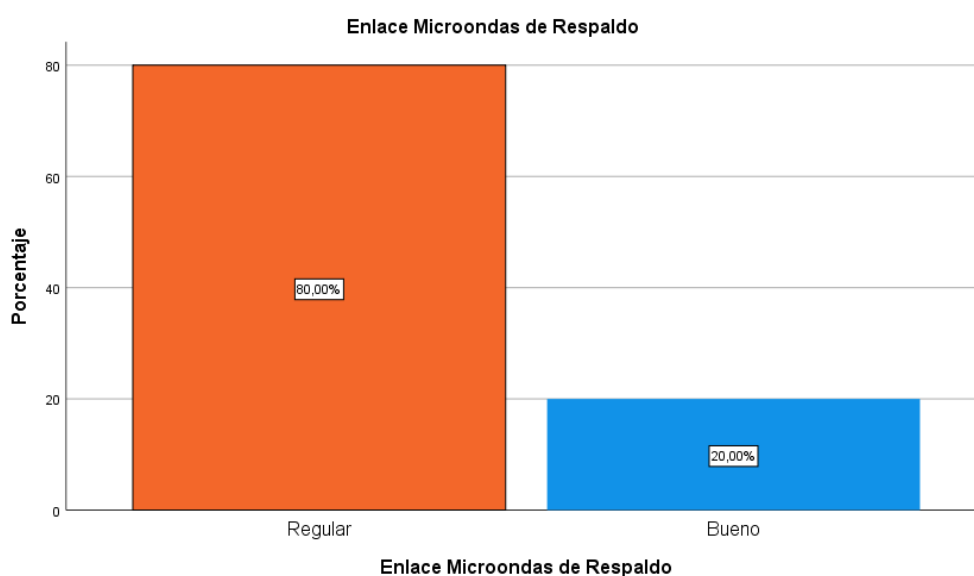
3.1. Resultados descriptivos

Tabla 5.
Frecuencia de la variable enlace microondas de respaldo

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|--------|---------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válido | Regular | 28 | 80,0 | 80,0 | 80,0 |
| | Bueno | 7 | 20,0 | 20,0 | 100,0 |
| | Total | 35 | 100,0 | 100,0 | |

Fuente: Elaboración propia

Figura 4.
Frecuencia de la variable enlace microondas de respaldo



Fuente: Elaboración propia

Interpretación

Podemos observar de los 35 encuestados, el 80 % considera que el enlace microondas de respaldo se encuentra en un nivel regular, mientras que el 20 % lo califica como bueno. Esto indica que, aunque una parte de los usuarios reconoce un desempeño

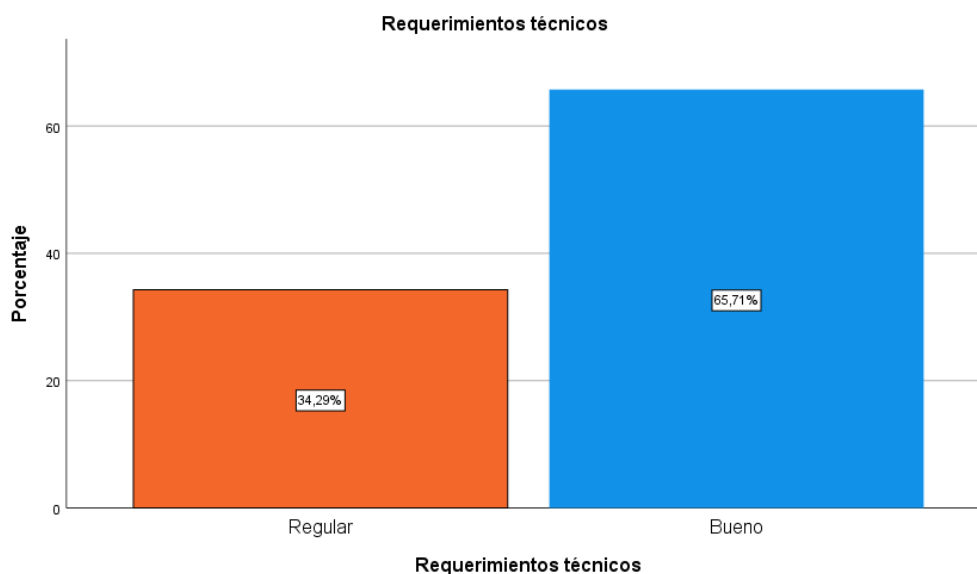
adecuado, la mayoría percibe que el sistema aún presenta limitaciones o aspectos por mejorar.

Tabla 6:
Frecuencia de la dimensión requerimientos técnicos

| | | Requerimientos técnicos | | | |
|--------|---------|--------------------------------|------------|-------------------|----------------------|
| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
| Válido | Regular | 12 | 34,3 | 34,3 | 34,3 |
| | Bueno | 23 | 65,7 | 65,7 | 100,0 |
| | Total | 35 | 100,0 | 100,0 | |

Fuente: Elaboración propia

Figura 5.
Frecuencia de la dimensión requerimientos técnicos



Fuente: Elaboración propia

Interpretación

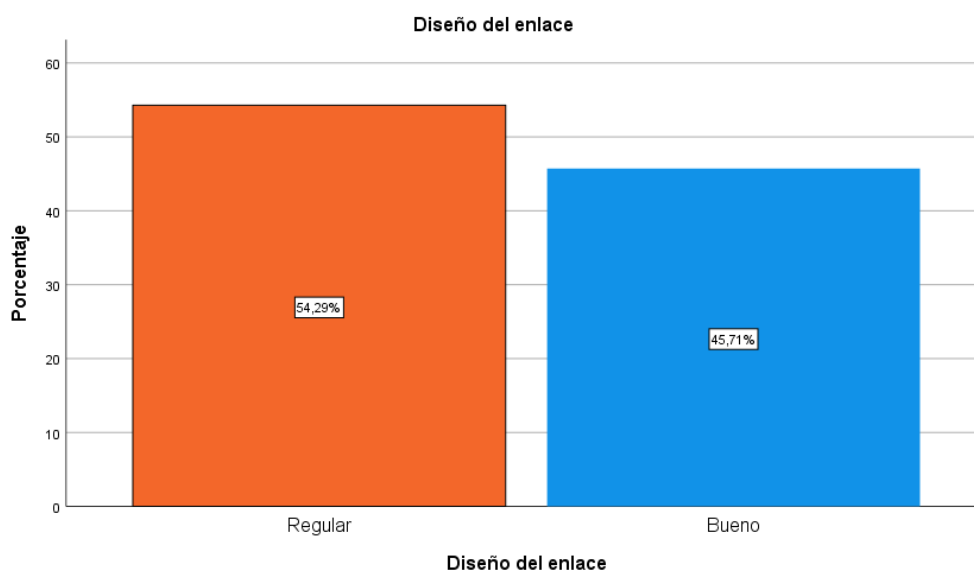
el 65,7 % de los encuestados considera que los requerimientos técnicos del sistema son buenos, mientras que el 34,3 % los califica como regulares. Esto indica que, en general, la mayoría percibe que los aspectos técnicos del enlace cumplen adecuadamente con las necesidades operativas.

Tabla 7.
Frecuencia de la dimensión diseño del enlace

| | | Diseño del enlace | | | |
|--------|---------|-------------------|------------|-------------------|----------------------|
| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
| Válido | Regular | 19 | 54,3 | 54,3 | 54,3 |
| | Bueno | 16 | 45,7 | 45,7 | 100,0 |
| | Total | 35 | 100,0 | 100,0 | |

Fuente: Elaboración propia

Figura 6.
Frecuencia de la dimensión diseño del enlace



Fuente: Elaboración propia

Interpretación

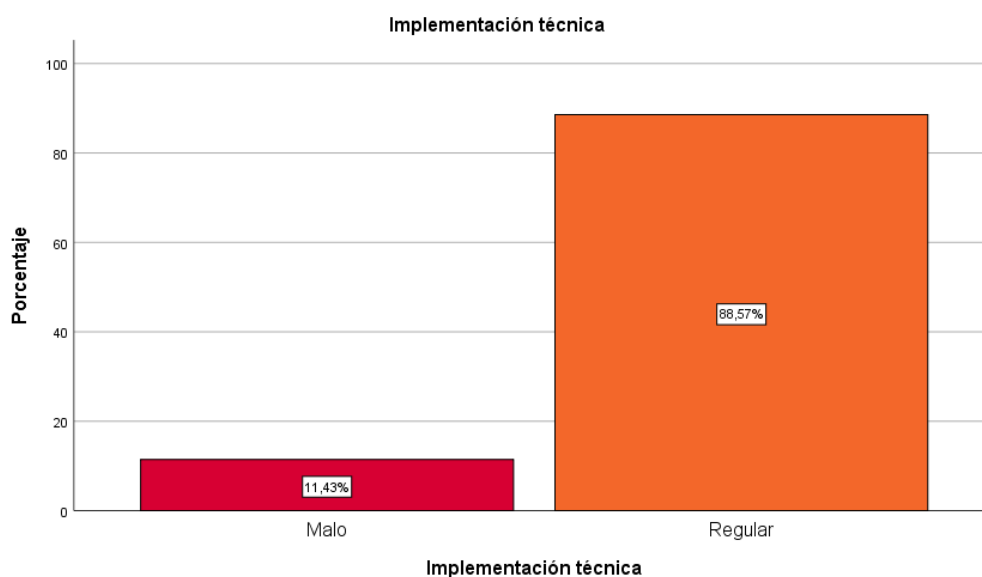
Podemos observar que el 54,3 % de los encuestados considera que el diseño del enlace es regular, mientras que el 45,7 % lo evalúa como bueno. Esto refleja que, aunque casi la mitad percibe un diseño adecuado, la mayoría siente que aún existen aspectos del enlace que deben ser optimizados.

Tabla 8.
Frecuencia de la dimensión implementación técnica

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|--------|---------|------------|------------|----------------------|-------------------------|
| Válido | Malo | 4 | 11,4 | 11,4 | 11,4 |
| | Regular | 31 | 88,6 | 88,6 | 100,0 |
| | Total | 35 | 100,0 | 100,0 | |

Fuente: Elaboración propia

Figura 7.
Frecuencia de la dimensión implementación técnica



Fuente: Elaboración propia

Interpretación

Podemos observar que el 88,6 % de los encuestados califica como regular, y mientras que un 11,4 % la califica como mala. Esto evidencia que, aunque la implementación cumple parcialmente su función, presenta múltiples limitaciones o dificultades técnicas que deben ser corregidas.

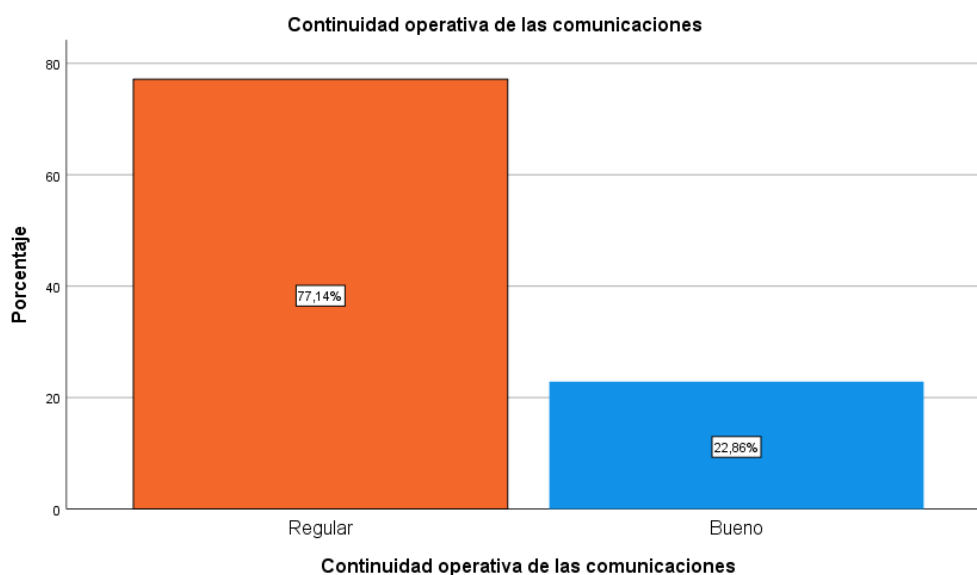
Tabla 9.
Frecuencia de la variable continuidad operativa de las comunicaciones.

Continuidad operativa de las comunicaciones

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|--------|---------|------------|------------|----------------------|-------------------------|
| Válido | Regular | 27 | 77,1 | 77,1 | 77,1 |
| | Bueno | 8 | 22,9 | 22,9 | 100,0 |
| | Total | 35 | 100,0 | 100,0 | |

Fuente: Elaboración propia

Figura 8.
Frecuencia de la variable continuidad operativa de las comunicaciones.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación

Podemos observar que el 77,1 % de los encuestados considera que la continuidad operativa de las comunicaciones es regular, mientras que el 22,9 % la califica como buena. Esto refleja que, aunque una parte de los usuarios percibe un desempeño adecuado, la mayoría estima que el sistema no garantiza de manera óptima la continuidad requerida.

Tabla 10.
Frecuencia de la dimensión disponibilidad del servicio internet.

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|--------|---------|------------|------------|----------------------|-------------------------|
| Válido | Regular | 35 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 9.
Frecuencia de la dimensión disponibilidad del servicio internet.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

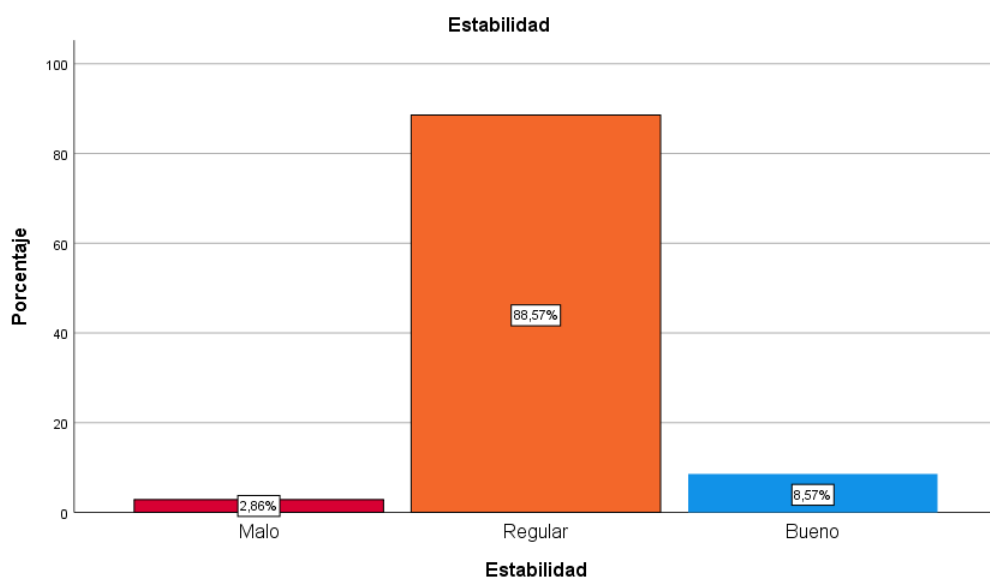
El 100 % de los encuestados calificó la disponibilidad del servicio como regular, lo que evidencia una percepción unánime de que el sistema no alcanza un nivel óptimo de disponibilidad. Aunque cumple parcialmente su función, los usuarios consideran que presenta interrupciones o limitaciones que afectan su desempeño. Esto indica la necesidad urgente de implementar mejoras técnicas que garanticen una disponibilidad más alta y estable del servicio.

Tabla 11.
Frecuencia de la dimensión estabilidad

| | | Estabilidad | | | |
|--------|---------|--------------------|------------|-------------------|----------------------|
| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
| Válido | Malo | 1 | 2,9 | 2,9 | 2,9 |
| | Regular | 31 | 88,6 | 88,6 | 91,4 |
| | Bueno | 3 | 8,6 | 8,6 | 100,0 |
| | Total | 35 | 100,0 | 100,0 | |

Fuente: Elaboración propia

Figura 10.
Frecuencia de la dimensión estabilidad



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

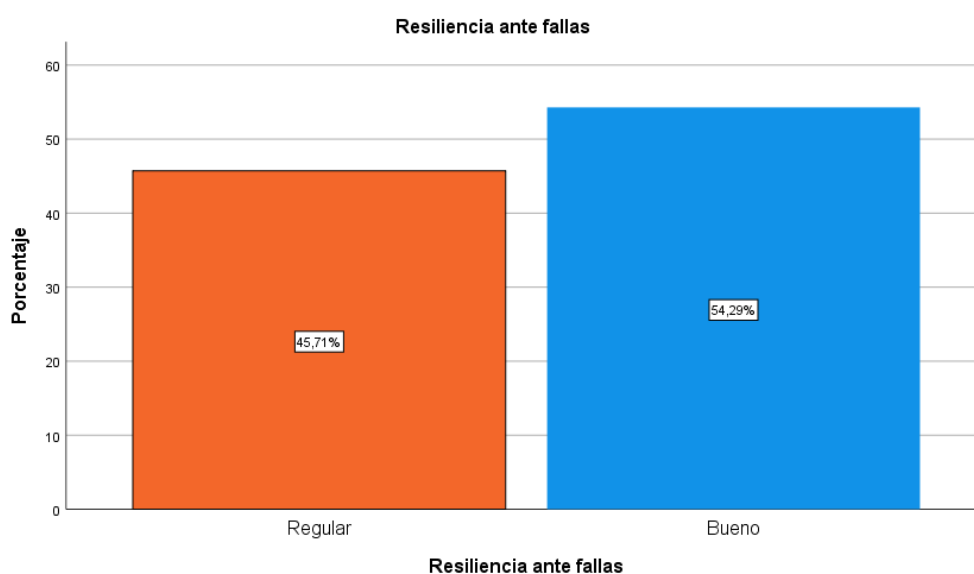
Podemos observar que la estabilidad del sistema es percibida como regular por la gran mayoría de los encuestados (88,6 %). Solo un 8,6 % considera que la estabilidad es buena, mientras que un 2,9 % la evalúa como mala. Esto indica que, aunque el sistema funciona de manera aceptable, su estabilidad no es plenamente confiable y presenta fluctuaciones que afectan su desempeño.

Tabla 12.
Frecuencia de la dimensión resiliencia ante fallas.

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|--------|---------|------------|------------|----------------------|-------------------------|
| Válido | Regular | 16 | 45,7 | 45,7 | 45,7 |
| | Bueno | 19 | 54,3 | 54,3 | 100,0 |
| | Total | 35 | 100,0 | 100,0 | |

Fuente: Elaboración propia

Figura 11.
Frecuencia de la dimensión resiliencia ante fallas.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación

Podemos observar que el 54,3 % de los encuestados califica como bueno, mientras que el 45,7 % la califica como regular. Esto indica que, en general, el sistema demuestra una capacidad aceptable para recuperarse o mantenerse operativo frente a fallas. Sin embargo, casi la mitad de los usuarios percibe que aún existen limitaciones que podrían afectar su desempeño en situaciones críticas.

3.2. Prueba de normalidad

Para la prueba de normalidad se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk ya que el tamaño de muestra es menor a 50, en este caso 35 empleados.

Hipótesis:

H0: Los datos provienen de una distribución normal

H1: Los datos no provienen de una distribución normal

Decisión: Es significativa si $p > \alpha$, entonces se acepta H0. ($\alpha = 0.05$)

Tabla 13.
Prueba de Shapiro-Wilk

| | Pruebas de normalidad | | | | | |
|---|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Enlace Microondas de Respaldo | ,489 | 35 | ,000 | ,491 | 35 | ,000 |
| Continuidad operativa de las comunicaciones | ,476 | 35 | ,000 | ,521 | 35 | ,000 |

a. Corrección de significación de Lilliefors
Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se observa de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para las variables Enlace microondas de respaldo y Continuidad operativa de las comunicaciones muestran valores de significancia (Sig.) de 0.000.

Dado que $p < 0.05$, se concluye que los datos no siguen una distribución normal.

Esto significa que:

Las variables no presentan un comportamiento normal, por lo que no se pueden aplicar pruebas estadísticas paramétricas se debe emplear pruebas no paramétricas, como el coeficiente de correlación de Spearman.

3.3. Contrastación de hipótesis

Contrastación de hipótesis general

H0: El enlace microondas de respaldo no influye significativamente en la continuidad operativa de las comunicaciones en infraestructura crítica de una empresa de energías renovables, 2025.

H1: El enlace microondas de respaldo influye significativamente en la continuidad operativa de las comunicaciones en infraestructura crítica de una empresa de energías renovables, 2025.

Tabla 14.
Contrastación de hipótesis general

| | | | Correlaciones | |
|-----------------|---|----------------------------|-------------------------------------|---|
| | | | Enlace Microondas de Respaldo | Continuidad operativa de las comunicaciones |
| Rho de Spearman | Enlace Microondas de Respaldo | Coeficiente de correlación | 1,000 | ,748** |
| | | Sig. (bilateral) | . | ,000 |
| | | N | 35 | 35 |
| | Continuidad operativa de las comunicaciones | Coeficiente de correlación | ,748** | 1,000 |
| | | Sig. (bilateral) | ,000 | . |
| | | N | 35 | 35 |

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Podemos observar que el coeficiente Rho de Spearman obtenido (0.748) muestra una **correlación positiva alta** entre Enlace microondas de respaldo y Continuidad Operativa de las Comunicaciones. Esto significa que, a mayor calidad o desempeño del enlace microondas, mejor es la continuidad operativa percibida en las comunicaciones de la empresa. Además, el valor de significancia ($p = 0.000 < 0.05$) confirma que esta relación es estadísticamente significativa, por lo que no es producto del azar. El enlace microondas de respaldo influye de manera fuerte y directa en la continuidad operativa de las comunicaciones, evidenciando su importancia dentro de la infraestructura crítica.

Contrastación de hipótesis específica 1

H0: Los requerimientos técnicos no influyen en la continuidad operativa de las comunicaciones críticas.

H1: Los requerimientos técnicos influyen en la continuidad operativa de las comunicaciones críticas.

Tabla 15.
Contrastación de hipótesis específica 1

| | | | Requerimientos técnicos | Continuidad operativa de las comunicaciones |
|-----------------|---|-----------------------------|-------------------------|---|
| Rho de Spearman | Requerimientos técnicos | Coefficiente de correlación | 1,000 | ,393 |
| | | Sig. (bilateral) | . | ,019 |
| | | N | 35 | 35 |
| | Continuidad operativa de las comunicaciones | Coefficiente de correlación | ,393 | 1,000 |
| | | Sig. (bilateral) | ,019 | . |
| | | N | 35 | 35 |

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se observa el coeficiente Rho de Spearman (0.393) indica una **correlación positiva moderada** entre los Requerimientos técnicos y la Continuidad operativa de las comunicaciones. Esto significa que, a mejores requerimientos técnicos mayor será la continuidad operativa percibida en el sistema de comunicaciones.

El valor de significancia ($p = 0.019 < 0.05$) confirma que esta relación es estadísticamente significativa, por lo que existe una asociación real entre ambas variables. El cumplimiento adecuado de los requerimientos técnicos contribuye de manera importante, aunque moderada, a mejorar la continuidad operativa de las comunicaciones.

Contrastación de hipótesis específica 2

H0: El diseño del enlace no influye en la estabilidad de la continuidad operativa de las comunicaciones críticas.

H1: El diseño del enlace influye en la estabilidad de la continuidad operativa de las comunicaciones críticas.

Tabla 16.
Contrastación de hipótesis específica 2

| | | | Correlaciones | |
|-----------------|---|----------------------------|----------------------|---|
| | | | Diseño del enlace | Continuidad operativa de las comunicaciones |
| Rho de Spearman | Diseño del enlace | Coeficiente de correlación | 1,000 | ,593** |
| | | Sig. (bilateral) | . | ,000 |
| | | N | 35 | 35 |
| | Continuidad operativa de las comunicaciones | Coeficiente de correlación | ,593** | 1,000 |
| | | Sig. (bilateral) | ,000 | . |
| | | N | 35 | 35 |

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

El coeficiente Rho de Spearman (0.593) indica una **correlación positiva moderada alta** entre el Diseño del enlace y la Continuidad operativa de las comunicaciones. Esto significa que un mejor diseño del enlace microondas considerando parámetros como frecuencia, potencia, línea de vista y modulación se asocia con una mayor continuidad operativa en el sistema de comunicaciones.

El valor de significancia ($p = 0.000 < 0.05$) demuestra que la relación es estadísticamente significativa, por lo que no se debe al azar. El diseño técnico sólido y bien estructurado del enlace microondas contribuye notablemente a mejorar la continuidad operativa de las comunicaciones, reflejándose en una conexión más estable y confiable.

Contrastación de hipótesis específica 3

H0: c) La implementación técnica no influye en la continuidad operativa de las comunicaciones críticas.

H1: c) La implementación técnica influye en la continuidad operativa de las comunicaciones críticas.

Tabla 17.
Contrastación de hipótesis específica 3

| | | Correlaciones | | |
|-----------------|---|----------------------------|------------------------|---|
| | | | Implementación técnica | Continuidad operativa de las comunicaciones |
| Rho de Spearman | Implementación técnica | Coeficiente de correlación | 1,000 | ,196 |
| | | Sig. (bilateral) | . | ,260 |
| | | N | 35 | 35 |
| | Continuidad operativa de las comunicaciones | Coeficiente de correlación | ,196 | 1,000 |
| | | Sig. (bilateral) | ,260 | . |
| | | N | 35 | 35 |

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se observa el coeficiente Rho de Spearman (0.196) muestra una **correlación positiva muy débil** entre la Implementación técnica y la Continuidad operativa de las comunicaciones. Esto significa que la implementación técnica del enlace microondas no se relaciona de manera significativa con la continuidad operativa percibida por los usuarios.

El valor de significancia ($p = 0.260 > 0.05$) indica que la relación no es estadísticamente significativa, por lo que no existe evidencia suficiente para afirmar que la implementación técnica haya influido de manera directa en la continuidad operativa. La implementación técnica del sistema no muestra un impacto relevante ni significativo en la continuidad operativa de las comunicaciones, lo que sugiere que esta área requiere mejoras sustanciales para generar resultados más favorables.

IV. DISCUSION

El objetivo general de la investigación fue determinar la influencia del enlace microondas de respaldo en la continuidad operativa de las comunicaciones en infraestructura crítica de una empresa de energías renovables (2025). Los resultados muestran que el coeficiente Rho de Spearman (0.748) evidencia una correlación positiva alta y significativa entre ambas variables ($p = 0.000$), lo que indica que un mejor desempeño del enlace microondas se traduce en una mayor continuidad operativa en las comunicaciones de la empresa. En consecuencia, el enlace microondas de respaldo constituye un elemento determinante dentro de la infraestructura crítica, garantizando estabilidad y operatividad en escenarios donde la comunicación resulta esencial.

Estos hallazgos coinciden con estudios previos. En la tesis de Salas (2025), la implementación de un sistema de respaldo tecnológico Veeam Backup & Replication fortaleció la seguridad, disponibilidad e integridad de los datos críticos, contribuyendo directamente a la continuidad operativa. Su metodología de implementación tecnológica y los resultados obtenidos demostraron mejoras en recuperación de datos, automatización de procesos y satisfacción del usuario.

Del mismo modo, Rojas (2024) demostró que el diseño de un radioenlace microondas dedicado permitió superar las limitaciones del servicio satelital, incrementando la capacidad, disponibilidad y estabilidad del servicio de telefonía e internet en una unidad minera. Su estudio evidenció que un diseño adecuado del enlace mejora sustancialmente la calidad del servicio y la productividad operativa.

En la investigación de Gonzales (2022), el rediseño de una red microondas incrementó la fiabilidad y disponibilidad del servicio de Internet en zonas rurales,

cumpliendo con la normativa vigente y demostrando viabilidad económica. El estudio probó que una infraestructura microondas correctamente dimensionada mejora el acceso a los servicios digitales y asegura la continuidad operativa.

Finalmente, Briceño (2020) evidenció que la implementación de un radioenlace microondas influye significativamente (71.2 %) en la transmisión de datos, mejorando la velocidad de carga, descarga y reduciendo la latencia. Su estudio confirmó que un adecuado diseño técnico del enlace en términos de potencia, margen de desvanecimiento y frecuencia se traduce en una comunicación más eficiente y estable.

En conjunto, todas estas investigaciones respaldan los resultados obtenidos: los enlaces microondas, cuando son bien diseñados e implementados, tienen un impacto directo y significativo en la continuidad operativa, la disponibilidad del servicio y la estabilidad de las comunicaciones, especialmente en entornos críticos como minería, telecomunicaciones, defensa o energías renovables.

V. CONCLUSIONES

1. El enlace microondas de respaldo influye significativamente en la continuidad operativa de las comunicaciones. El coeficiente Rho de Spearman (0.748) evidencia una correlación positiva alta y estadísticamente significativa ($p = 0.000$), lo que demuestra que un mejor desempeño del enlace microondas se relaciona directamente con una mayor continuidad operativa en la empresa. Esto confirma que el enlace microondas es un elemento crítico dentro de la infraestructura de comunicaciones, indispensable para asegurar estabilidad, operatividad y respuesta ante posibles fallas o interrupciones.
2. Los requerimientos técnicos contribuyen de manera moderada, pero significativa, a la continuidad operativa. La correlación moderada (0.393) con un nivel de significancia adecuado ($p = 0.019$) muestra que el cumplimiento de los requerimientos técnicos como compatibilidad, equipamiento, especificaciones y soporte tecnológico tiene una influencia real sobre la continuidad operativa. Aunque su impacto es menor que el del enlace microondas, sigue siendo un factor importante para garantizar un funcionamiento adecuado del sistema.
3. El diseño del enlace microondas es un determinante importante para asegurar comunicaciones estables y confiables. La correlación moderada-alta (0.593) y estadísticamente significativa ($p = 0.000$) confirma que un diseño técnico adecuado frecuencia, potencia, línea de vista, modulación y parámetros operativos mejora de manera notable la continuidad operativa de las comunicaciones. Un diseño óptimo del enlace fortalece la estabilidad del sistema, reduce interferencias y asegura una transmisión eficiente, elementos esenciales en la infraestructura crítica.
4. La implementación técnica actual no tiene un impacto significativo en la continuidad operativa de las comunicaciones. El coeficiente (0.196) y su nivel de significancia ($p =$

0.260) muestran que la relación entre implementación técnica y continuidad operativa es muy débil y estadísticamente no significativa. Esto evidencia que, aunque el sistema está implementado, presenta deficiencias que limitan su impacto operativo. Se requiere una mejora sustancial en los procesos técnicos de instalación, configuración y validación, para que la implementación contribuya efectivamente a la continuidad operativa.

VI. RECOMENDACIONES

1. Fortalecer y optimizar el desempeño del enlace microondas de respaldo, dado que el enlace microondas presenta una influencia alta y significativa en la continuidad operativa de las comunicaciones, se recomienda priorizar su optimización mediante la actualización de equipos y antenas, el incremento de la capacidad del enlace, la implementación de un sistema de monitoreo continuo y el establecimiento de protocolos de contingencia. Estas acciones permitirán mejorar la estabilidad, disponibilidad y capacidad de recuperación del sistema ante eventuales fallas en la infraestructura crítica.
2. Asegurar el cumplimiento riguroso de los requerimientos técnicos del sistema, considerando su influencia moderada pero estadísticamente significativa, es necesario verificar la compatibilidad de todos los componentes del sistema, actualizar periódicamente las especificaciones técnicas según las nuevas demandas operativas, garantizar soporte tecnológico especializado y mantener un control permanente del hardware y software involucrado. Esto asegurará un funcionamiento óptimo del sistema y disminuirá los riesgos de interrupciones.
3. Optimizar el diseño técnico del enlace microondas para maximizar la continuidad operativa, dado el impacto moderado-alto del diseño del enlace en la continuidad operativa, se recomienda priorizar el rediseño o ajuste de parámetros técnicos como frecuencia, potencia, línea de vista y modulación; minimizar interferencias mediante estudios de espectro; y realizar simulaciones técnicas periódicas que permitan evaluar el rendimiento del enlace. Un diseño robusto garantizará conexiones más estables, confiables y eficientes en la operación diaria.
4. Mejorar y reforzar la implementación técnica del sistema para incrementar su impacto operativo, la ausencia de relación estadísticamente significativa entre la implementación técnica y la continuidad operativa evidencia deficiencias en las etapas de instalación y

configuración. Por ello, se sugiere realizar una revisión exhaustiva de los procesos de instalación y puesta en marcha, corregir errores de configuración y calibración, capacitar adecuadamente al personal técnico, aplicar pruebas de aceptación y validación más rigurosas y ejecutar auditorías técnicas periódicas. Estas acciones permitirán optimizar la implementación y asegurar que contribuya efectivamente a la continuidad operativa de las comunicaciones.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BID, B. I. (2022). *Resiliencia de la infraestructura digital en América Latina*. BID.
- Briceño, Q. C. (2020). Implementación del radioenlace por microondas y su influencia en la transmisión de datos, en la Aviación del Ejército – Callao 2019 [Tesis de Ingeniería en Telecomunicaciones. *Para optar el título profesional de: Ingeniero de Telecomunicaciones*. Instituto Científico y Tecnológico del Ejército, Lima, Perú.
- Camargo, C. R. (2023). Implementación de un sistema de radio enlace para la transmisión de datos e internet para el Establecimiento Penitenciario de Concepción. *Tesis para optar el título profesional de Ingeniero de Sistemas y Computación*. Universidad Peruana Los Andes, Huancayo, Perú.
- Cisco CCNA V7.2. (26 de Mayo de 2021). Obtenido de Cableado de Fibra Optica: <https://ccnadesdecero.es/cableado-fibra-optica/>
- Cisco, S. (2020). *Network deployment and resilience best practices*. Cisco Press.
- CITEL-OEA, C. I. (2021). *Estado de la infraestructura crítica y telecomunicaciones en América Latina*. . CITEL-OEA.
- COES, C. d. (2022). *Informe anual de continuidad operativa del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional*. COES.
- ECLAC, E. C. (2020). *Impactos de los desastres naturales en la infraestructura crítica de América Latina*. ECLAC.
- Ericsson. (2021). *Microwave Outlook: Global Evolution of Microwave Transport Systems*. Ericsson AB.
- Forouzan, B. A. (2012). *Data communications and networking (5.ª ed.)*. McGraw-Hill.
- Freeman, R. (2018). *Radio System Design for Telecommunications*. Wiley.

- Gonzales, S. O. (2022). Propuesta de mejora para la red microondas de Yachay Telecomunicaciones en Ucayali con el fin de aumentar la capacidad y disponibilidad del servicio de Internet. *Tesis de licenciatura*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- GSMA. (2021). *Microwave Backhaul in the Americas: Deployment and Performance Study*. GSMA Intelligence.
- Hernández, A. O. (2025). Diseño de enlaces de radiocomunicación sobre sistemas de plataformas de gran altitud (HAPS) para aplicaciones en redes 5G. *Tesis de Maestría*. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), Ensenada, Baja California, México.
- Hernández, J., & Lema, M. (2018). *Wireless communications principles and implementation*. McGraw-Hill.
- Hernández, S. R., Fernández, C. C., & Baptista, L. P. (2014). *Metodología de la investigación (6.ª ed.)*. McGraw-Hill.
- Herrera, L. (2020). *Tecnologías inalámbricas aplicadas a entornos críticos*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- INDECI, I. N. (2021). *Reporte de afectación a infraestructura crítica por desastres naturales en el Perú*. INDECI.
- ITU-D. (2022). *Challenges and Opportunities in Telecommunications Infrastructure Deployment*. ITU Development Sector.
- IUT, I. T. (2016). *Guidelines on network resilience and service continuity*. ITU.
- Kurose, J. F., & Ross, K. W. (2017). *Redes de computadoras y el Internet: Un enfoque descendente (7.ª ed.)*. Pearson.

- López, S., Trejos, K., & Jaen, F. (2025). Prototipo de infraestructura de red empresarial: escalabilidad y continuidad operativa. *Tecnología en Marcha*, 38(5), 28–36. doi:<https://doi.org/10.18845/tm.v38i5.7882>
- Mane, S. (2022). Conceptual overview on microwave communication networks & technologies. *International Journal of All Research Education and Scientific Methods (IJARESM)*, 10(12), 208–215.
- Mao, Y., Mao, L., Wang, W., Wang, Y., Zhang, H., & Guo, Y. (2025). Microwave-enabled two-step scheme for continuous variable quantum communications in integrated superconducting. *Mathematics*, 13(3263), 1–14. doi:<https://doi.org/10.3390/math13203263>
- MTC, M. d. (2021). *Diagnóstico de infraestructura de telecomunicaciones en el Perú*. MTC, .
- Ñaupas, H. P., Mejía, E. M., Novoa, E. R., & Villagómez, A. P. (2014). *Metodología de la investigación*. Colombia: Ediciones de la U.
- OCDE, O. f.-o. (2019). *Resilience of Critical Infrastructure Systems*. OECD Publishing.
- OSINERGMIN, O. S. (2022). *Evaluación de redundancia en infraestructuras críticas del sector energía*. OSINERGMIN.
- OSIPTEL, O. S. (2022). *Estado de la infraestructura de telecomunicaciones y continuidad de servicios en el Perú*. . OSIPTEL.
- Pratt, T., Bostian, C., & Allnutt, J. (2010). *Satellite communications (2nd ed.)*. Wiley.
- Rappaport, T. (2016). *Wireless Communications: Principles and Practice*. Prentice Hall.
- Rojas, Y. R. (2024). Diseño de red de comunicaciones, con radioenlace microondas para telefonía e internet en la empresa minera IRL Unidad Corihuarmi. *Tesis de Ingeniería Electrónica*. Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.

- Rubik, B., & Brown, R. R. (2021). Evidencia de una conexión entre COVID-19 y la exposición a la radiación de radiofrecuencia de dispositivos inalámbricos: telecomunicaciones, incluidas microondas y ondas milimétricas. *Revista de Salud Pública Integrativa*.
- Salas, G. R. (2025). Implementación de un sistema de respaldo de información para proteger y dar continuidad a los sistemas críticos de la empresa Teleatento del Perú S.A.C. *Trabajo de suficiencia profesional*. Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, Perú.
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de Investigación*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Baptista, L. M. (1991). *Metodologia de la Investigacion (Quinta edicion)*. Mexico: McGraw Hill.
- Stallings, W. (2013). *Comunicaciones y redes de computadoras (7.ª ed.)*. Pearson Educación.
- Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J. (2011). *Redes de computadoras (5.ª ed.)*. Pearson Educación.
- WB, W. B. (2020). *Strengthening Critical Infrastructure Resilience in Low- and Middle-Income Countries*. World Bank Group.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

Tabla 18:
Matriz de Consistencia

| Problemas General | Objetivos General | Hipótesis General | Variables Independiente | Indicador V.I. | Variables Dependiente | Indicador V.D. |
|--|--|---|-------------------------------|--|---|---|
| ¿Cómo influye el enlace microondas de respaldo en la continuidad operativa de las comunicaciones en infraestructura crítica en una empresa de energías renovables, 2025? | Determinar la influencia del enlace microondas de respaldo en la continuidad operativa de las comunicaciones en infraestructura crítica de una empresa de energías renovables, 2025. | El enlace microondas de respaldo influye significativamente en la continuidad operativa de las comunicaciones en infraestructura crítica de una empresa de energías renovables, 2025. | Enlace Microondas de Respaldo | --,-- | Continuidad Operativa de las Comunicaciones | --,-- |
| Problemas Especifico | Objetivos Específicos | Hipótesis Especificas | | | | |
| ¿Como influyen los requerimientos técnicos en la continuidad operativa de las comunicaciones críticas? | Analizar la influencia los requerimientos técnicos en la continuidad operativa de las comunicaciones críticas. | Los requerimientos técnicos influyen en la continuidad operativa de las comunicaciones críticas. | Requerimientos técnicos | - Distancia del enlace - Condiciones del entorno | Disponibilidad del servicio | - SLA (\geq 99.99%) - Tiempo de actividad |
| ¿Cómo influye el diseño del enlace en la estabilidad de la continuidad operativa de las comunicaciones críticas? | Determinar la influencia del diseño del enlace en la estabilidad de la continuidad operativa de las comunicaciones críticas. | El diseño del enlace influye en la estabilidad de la continuidad operativa de las comunicaciones críticas. | Diseño del enlace | - Frecuencia- Zona de Fresnel libre - Potencia | Estabilidad | - Latencia - Pérdida de paquetes |
| ¿Cómo influye la implementación técnica en la continuidad operativa de las comunicaciones críticas? | Determinar la influencia de la implementación técnica en la continuidad operativa de las comunicaciones críticas. | La implementación técnica influye en la continuidad operativa de las comunicaciones críticas. | Implementación técnica | - Instalación - Alineación de antenas | Resiliencia ante fallas | - Tiempo de failover - Funcionamiento del enlace durante contingencias |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Instrumento de recolección de datos

Determinar la influencia del enlace microondas de respaldo en la continuidad operativa de las comunicaciones en infraestructura crítica de una empresa de energías renovables, 2025.

ESCALA VALORATIVA

| INDICE | INTERVALO | PUNTUACION |
|--------|--------------------------|------------|
| A | Totalmente en desacuerdo | 1 |
| B | En desacuerdo | 2 |
| C | Indiferente | 3 |
| D | De acuerdo | 4 |
| E | Totalmente de acuerdo | 5 |

| Nº | V.I.: ENLACE MICROONDAS DE RESPALDO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| D1: Requerimientos técnicos | | | | | | |
| 1 | El sistema de comunicaciones actual cuenta con el ancho de banda necesario para implementar un enlace microondas de respaldo. | | | | | |
| 2 | La infraestructura existente cumple con los requisitos mínimos para soportar un enlace microondas (torres, energía, espacio, etc.). | | | | | |
| 3 | La empresa dispone de equipos y tecnologías compatibles con la instalación del enlace microondas de respaldo. | | | | | |
| 4 | Las condiciones geográficas y ambientales son adecuadas para instalar un enlace microondas estable y seguro | | | | | |
| D2: Diseño del enlace | | | | | | |
| 5 | El diseño del enlace microondas propuesto considera adecuadamente la línea de vista entre los puntos de transmisión. | | | | | |
| 6 | El diseño técnico incluye correctamente los parámetros de frecuencia, modulación y potencia necesarios para garantizar la calidad del enlace. | | | | | |

| | | | | | | |
|-----------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| 7 | La planificación del enlace contempla los riesgos de interferencia y pérdidas de señal. | | | | | |
| 8 | El diseño presentado asegura que el enlace de respaldo cumpliría con los estándares de disponibilidad requeridos por la empresa. | | | | | |
| D3: Implementación técnica | | | | | | |
| 9 | El proceso de instalación del enlace microondas puede realizarse con los recursos técnicos y humanos disponibles en la empresa. | | | | | |
| 10 | Los equipos seleccionados para la implementación cumplen con normas y certificaciones internacionales. | | | | | |
| 11 | El tiempo estimado para la instalación del enlace es adecuado según las necesidades operativas de la empresa. | | | | | |
| 12 | La empresa cuenta con planes de pruebas y protocolos técnicos suficientes para validar la operación del enlace microondas una vez instalado. | | | | | |

| Nº | V.D.: CONTINUIDAD OPERATIVA DE LAS COMUNICACIONES | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|--|---|---|---|---|---|
| D1: Disponibilidad del servicio | | | | | | |
| 1 | El sistema de comunicaciones actual presenta una disponibilidad adecuada para soportar las operaciones críticas de la empresa. | | | | | |
| 2 | La implementación de un enlace microondas contribuiría a mejorar la disponibilidad del servicio. | | | | | |
| 3 | Existe un impacto operativo significativo cuando el enlace principal falla. | | | | | |
| 4 | El enlace de respaldo garantizaría un nivel de disponibilidad superior al de la infraestructura actual. | | | | | |
| D2: Estabilidad | | | | | | |
| 5 | La estabilidad del enlace principal de comunicaciones es suficiente para las operaciones actuales. | | | | | |

| | | | | | | |
|------------------------------------|---|--|--|--|--|--|
| 6 | Un enlace microondas de respaldo proporcionaría un nivel mayor de estabilidad en situaciones críticas. | | | | | |
| 7 | Los sistemas actuales presentan variaciones o interrupciones que afectan la estabilidad del servicio. | | | | | |
| 8 | La estabilidad global del sistema de comunicaciones mejoraría de manera notable con un enlace de microondas de respaldo. | | | | | |
| D3: Resiliencia ante fallas | | | | | | |
| 9 | La empresa cuenta con mecanismos eficientes para recuperar las comunicaciones cuando se presentan fallas. | | | | | |
| 10 | La incorporación de un enlace microondas aumentaría significativamente la resiliencia del sistema ante fallas. | | | | | |
| 11 | Las interrupciones actuales generan un impacto considerable en la continuidad de las operaciones. | | | | | |
| 12 | La empresa podría mantener sus comunicaciones operativas aun en escenarios de fallo del enlace principal, gracias al enlace microondas de respaldo. | | | | | |

Juicio de expertos



UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS E INFORMÁTICA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

TÍTULO DE LA TESIS: "Enlace Microondas de Respaldo Para la Continuidad Operativa de las Comunicaciones en Infraestructura Crítica en una Empresa de Energías Renovables, 2025"

PRESENTADO POR (Tesisistas): Bach. Benites Santa Cruz, Wilfredo Yaver
Bach. Flores Torres, Ivan Erick
Bach. Huamani Ruiz, Alberto Javier

I. DATOS GENERALES DEL EXPERTO N°: 01

- 1.1. Apellidos y Nombres: Corilla Baquerizo, Eduardo Cancio
- 1.2. Grado Académico : Mg. Investigación y Docencia Universitaria
- 1.3. Cargo e Institución donde Labora: Docente, investigador y Jefe de Proyectos de TI - INEI
- 1.4. Tipo de Instrumento de Evaluación: ENCUESTA

| INDICADORES | CRITERIOS | DEFICIENTE 0 – 20% | REGULAR 21 – 40% | BUENO 41 – 60% | MUY BUENO 61 – 80% | EXCELENTE 81 – 100% |
|--------------------|--|-----------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|
| 1. CLARIDAD | Está formulado con lenguaje apropiado | | | | | X |
| 2. OBJETIVIDAD | Está expresado en conducta observable | | | | | X |
| 3. ACTUALIDAD | Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología | | | | | X |
| 4. ORGANIZACION | Existe organización Lógica | | | | | X |
| 5. SUFICIENCIA | Comprende los aspectos de cantidad y calidad | | | | X | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Adecuado para valorar aspectos del sistema metodológico y científico | | | | | X |
| 7. CONSISTENCIA | Se basa en aspectos teóricos, científicos acordes a la tecnología | | | | | X |
| 8. COHERENCIA | Entre índices, indicadores y dimensiones | | | | | X |
| 9. METODOLOGÍA | Responde al propósito del trabajo bajo los objetivos a lograr. | | | | X | |

II. OPCION DE APLICABILIDAD : Se puede aplicar

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN : 90%.....

IV. RECOMENDACIONES : Ninguno

Firma del experto:

Fecha: 16/09/2025

DNI : 20037930



UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS E INFORMÁTICA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

TÍTULO DE LA TESIS: “Enlace Microondas de Respaldo Para la Continuidad Operativa de las Comunicaciones en Infraestructura Crítica en una Empresa de Energías Renovables, 2025”

PRESENTADO POR (Tesisistas): Bach. Benites Santa Cruz, Wilfredo Yaver

Bach. Flores Torres, Ivan Erick

Bach. Huamani Ruiz, Alberto Javier

I. DATOS GENERALES DEL EXPERTO N°: 02

1.1. Apellidos y Nombres : Gonzales Calderón, José Ramos

1.2. Grado Académico : Magister en Gestión de Tecnologías de la Información

1.3. Cargo e Institución donde Labora: Docente UPCI y Consultor de Proyectos - RENIEC

1.4. Tipo de Instrumento de Evaluación: ENCUESTA

| INDICADORES | CRITERIOS | DEFICIENTE E 0 - 20% | REGULAR 21 - 40% | BUENO 41 - 60% | MUY BUENO 61 - 80% | EXCELENTE 81 - 100% |
|--------------------|--|----------------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje apropiado | | | | | X |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta expresado en conducta observable | | | | | X |
| 3. ACTUALIDAD | Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología | | | | | X |
| 4. ORGANIZACION | Existe organización Lógica | | | | X | |
| 5. SUFICIENCIA | Comprende los aspectos de cantidad y calidad | | | | | X |
| 6. INTENCIONALIDAD | Adecuado para valorar aspectos del sistema metodológico y científico | | | | | X |
| 7. CONSISTENCIA | Se basa en aspectos teóricos, científicos acordes a la tecnología | | | | X | |
| 8. COHERENCIA | Entre índices, indicadores y dimensiones | | | | | X |
| 9. METODOLOGÍA | Responde al propósito del trabajo bajo los objetivos a lograr. | | | | X | |

II. OPCIÓN DE APLICABILIDAD : Puede aplicar.....

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN : 88%.....

IV. RECOMENDACIONES : Ninguno.....

Firma del experto:

Fecha: 15/09/2025

DNI : 17541317



UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS E INFORMÁTICA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

TÍTULO DE LA TESIS: “Enlace Microondas de Respaldo Para la Continuidad Operativa de las Comunicaciones en Infraestructura Crítica en una Empresa de Energías Renovables, 2025”

PRESENTADO POR (Tesistas): Bach. Benites Santa Cruz, Wilfredo Yaver

Bach. Flores Torres, Ivan Erick

Bach. Huamani Ruiz, Alberto Javier

I. DATOS GENERALES DEL EXPERTO N°: 03

1.1. Apellidos y Nombres : Acosta Salvador Sabina Gualvertina

1.2. Grado Académico : Mg. En Educación: Docencia y Gestión Educativa

1.3. Cargo e Institución donde Labora: Docente en la Facultad de Humanidades Universidad Cesar Vallejo

1.4. Tipo de Instrumento de Evaluación: ENCUESTA

| INDICADORES | CRITERIOS | DEFICIENTE E 0 - 20% | REGULAR 21 - 40% | BUENO 41 - 60% | MUY BUENO 61 - 80% | EXCELENTE 81 - 100% |
|--------------------|--|----------------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|
| 1. CLARIDAD | Está formulado con lenguaje apropiado | | | | | X |
| 2. OBJETIVIDAD | Está expresado en conducta observable | | | | X | |
| 3. ACTUALIDAD | Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología | | | | | |
| 4. ORGANIZACION | Existe organización Lógica | | | | X | X |
| 5. SUFICIENCIA | Comprende los aspectos de cantidad y calidad | | | | | X |
| 6. INTENCIONALIDAD | Adecuado para valorar aspectos del sistema metodológico y científico | | | | X | |
| 7. CONSISTENCIA | Se basa en aspectos teóricos, científicos acordes a la tecnología | | | | | X |
| 8. COHERENCIA | Entre índices, indicadores y dimensiones | | | | | X |
| 9. METODOLOGIA | Responde al propósito del trabajo bajo los objetivos a lograr. | | | | | X |

II. OPCIÓN DE APLICABILIDAD :Aplicar.....

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN :89%.....

IV. RECOMENDACIONES :Ninguno.....

Firma del experto:

Fecha: 24/09/2025

DNI : 40399889

Anexo 3: Base de datos

| N° | Enlace Microondas de Respaldo | | | | | | | | | | | | | | | Continuidad Operativa de las Comunicaciones | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------------------------------|----|----|----|----|---------------------|----|----|----|-----|------------------------|-----|-----|-----|-----|---|----|----|----|----|-------------|----|----|----|-----|-------------------------|-----|-----|-----|-----|---|
| | Requerimientos técnicos | | | | | Personal de soporte | | | | | Implementación técnica | | | | | Disponibilidad del servicio | | | | | Estabilidad | | | | | Resiliencia ante fallas | | | | | |
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 | P11 | P12 | P13 | P14 | P15 | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 | P11 | P12 | P13 | P14 | P15 | |
| 1 | 5 | 5 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 3 | 3 | 5 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 5 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 | 3 | 3 |
| 2 | 4 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 | 5 | 3 | 3 | 3 | 1 | 4 | 3 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 5 | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 3 | 4 |
| 3 | 1 | 5 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 1 | 5 | 1 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 | 3 | 5 |
| 4 | 5 | 5 | 3 | 4 | 5 | 5 | 5 | 3 | 2 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 4 | 4 | 3 | 2 | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 | |
| 5 | 5 | 5 | 4 | 3 | 4 | 5 | 5 | 3 | 3 | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 | 3 | 4 | |
| 6 | 1 | 5 | 2 | 3 | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 3 | 4 | |
| 7 | 5 | 5 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 | 3 | 3 | 4 | 1 | 3 | 3 | 3 | 5 | 2 | 4 | 1 | 3 | 3 | 3 | 4 | 1 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 | 3 | 5 | |
| 8 | 5 | 5 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 | 5 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 3 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 5 | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 2 | |
| 9 | 5 | 5 | 2 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 3 | 3 | 2 | 5 | 3 | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | |
| 10 | 5 | 5 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | |
| 11 | 5 | 5 | 3 | 3 | 4 | 5 | 3 | 5 | 3 | 4 | 5 | 3 | 3 | 1 | 5 | 3 | 4 | 5 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 3 | 3 | 4 | 5 | 3 | 5 | 5 | |
| 12 | 5 | 5 | 5 | 3 | 4 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 1 | 3 | 3 | 1 | 4 | 3 | 5 | 1 | 3 | 3 | 5 | 5 | 1 | 3 | 3 | 4 | 5 | 3 | 5 | 4 | |
| 13 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 | 5 | 5 | 3 | 5 | 2 | |
| 14 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 5 | 5 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 | 4 | 5 | 3 | 5 | 3 | |
| 15 | 1 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 3 | 5 | 5 | 4 | 5 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 4 | 5 | 3 | 3 | 5 | 4 | 5 | 3 | 3 | 4 | 5 | 3 | 5 | 4 | |
| 16 | 5 | 3 | 5 | 5 | 4 | 5 | 3 | 3 | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 5 | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 3 | 3 | 3 | |
| 17 | 5 | 2 | 5 | 3 | 4 | 5 | 2 | 3 | 2 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 5 | 3 | 5 | 3 | 3 | 3 | 2 | 5 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 2 | 3 | 5 | |
| 18 | 5 | 3 | 5 | 3 | 4 | 5 | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 1 | 5 | 1 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 2 | 2 | 5 | |
| 19 | 3 | 5 | 5 | 2 | 4 | 5 | 2 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 5 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 2 | 3 | 5 | |
| 20 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | |
| 21 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 3 | 4 | |
| 22 | 2 | 2 | 3 | 2 | 5 | 3 | 3 | 5 | 3 | 5 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 5 | 3 | 3 | 3 | 5 | 3 | 3 | 5 | 3 | |
| 23 | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 4 | 5 | 1 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 5 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 1 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 4 | 5 | 5 | |
| 24 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 2 | 3 | 5 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 5 | 2 | |
| 25 | 2 | 2 | 3 | 1 | 4 | 3 | 3 | 5 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 5 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 5 | 5 | |
| 26 | 1 | 3 | 3 | 2 | 4 | 2 | 3 | 5 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 3 | 5 | 2 | |
| 27 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 2 | 5 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 5 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 5 | 5 | |
| 28 | 1 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 2 | 5 | 1 | 4 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 1 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 2 | 5 | 2 | |
| 29 | 5 | 3 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 5 | 2 | 5 | 3 | 3 | 3 | 2 | 5 | 2 | 5 | 3 | 3 | 3 | 2 | 5 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 5 | 5 | |
| 30 | 3 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 5 | 5 | 2 | 5 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 5 | 3 | 3 | 3 | 2 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 3 | |
| 31 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 5 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 5 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 5 | 5 | |
| 32 | 2 | 5 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 5 | 3 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 5 | 4 | |
| 33 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 5 | 5 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 5 | 5 | 3 | |
| 34 | 3 | 2 | 2 | 1 | 4 | 3 | 3 | 5 | 3 | 4 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 5 | 3 | |
| 35 | 2 | 3 | 3 | 1 | 4 | 3 | 3 | 5 | 2 | 4 | 2 | 3 | 3 | 1 | 5 | 3 | 4 | 2 | 3 | 3 | 2 | 4 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 5 | 5 | |

Anexo 4: Evidencia de similitud digital





Página 1 de 80 - Portada

Identificador de la entrega trrcoid::1:3427403028

Wilfredo Yaver Benites Santa Cruz

“Enlace Microondas de Respaldo Para la Continuidad Operativa de las Comunicaciones en Infraestructura Crítica en...

 TRABAJO 2025 TALLER 2025 Universidad Peruana de Ciencias e Informatica

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3427403028

Fecha de entrega

29 nov 2025, 10:12 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

29 nov 2025, 10:28 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

TESIS_BENITES_FLORES_HUAMANI_29_11_25.docx

Tamaño del archivo

410.3 KB

76 páginas

14.104 palabras

84.839 caracteres



Página 1 de 80 - Portada

Identificador de la entrega trrcoid::1:3427403028




12% 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 15 palabras)

Fuentes principales

- 11%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 6%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
89 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

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.

Anexo 5: Autorización de publicación en repositorio



**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN
DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UPCI**

1.- DATOS DEL AUTOR

Apellidos y Nombres: Benites Santa Cruz Wilfredo Yaver
 DNI: 43969349 Correo electrónico: wbenites2019@gmail.com
 Domicilio: MTZ. 198 LT. 19 GR. 20 AA. HH. Miguel Grau Huascar SJL
 Teléfono fijo: 3928254 Teléfono celular: 930105299

2.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO Ó TESIS

Facultad/Escuela: _____
 Tipo: Trabajo de Investigación Bachiller () Tesis ()
 Título del Trabajo de Investigación / Tesis:
" Enlace Microondas de Respaldo Para la Continuidad Operativa de
los Comunicaciones en Infraestructura Crítica en una Empresa de
Energías Renovables, 2025"

3.- OBTENER:

Bachiller () Título () Mg. () Dr. () Ph.D. ()

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

Por la presente declaro que el documento indicado en el ítem 2 es de mi autoría y exclusiva titularidad, ante tal razón autorizo a la Universidad Peruana Ciencias e Informática para publicar la versión electrónica en su Repositorio Institucional (<http://repositorio.upci.edu.pe>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art.23 y Art.33.

Autorizo la publicación de mi tesis (marque con una X):
 () Sí, autorizo el depósito y publicación total.
 () No, autorizo el depósito ni su publicación.

Como constancia firmo el presente documento en la ciudad de Lima, a los
01 días del mes de Diciembre de 2025.



 Firma





FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UPCI

1.- DATOS DEL AUTOR

Apellidos y Nombres: Flores Torres Juan Eric
 DNI: 46983689 Correo electrónico: flortorresjuaneric@gmail.com
 Domicilio: P.S. Los Sucesos H215 Lt 38 El Independiente El Agustino
 Teléfono fijo: _____ Teléfono celular: 9661203704

2.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO Ó TESIS

Facultad/Escuela: Ingeniería
 Tipo: Trabajo de Investigación Bachiller () Tesis (X)
 Título del Trabajo de Investigación / Tesis:
"Empleo de Microonda de respaldo para la continuidad operativa de las comunicaciones en infraestructura crítica en una empresa de energías renovables, 2025"

3.- OBTENER:

Bachiller () Título (X) Mg. () Dr. () PhD. ()

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

Por la presente declaro que el documento indicado en el ítem 2 es de mi autoría y exclusiva titularidad, ante tal razón autorizo a la Universidad Peruana Ciencias e Informática para publicar la versión electrónica en su Repositorio Institucional (<http://repositorio.upci.edu.pe>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art23 y Art.33.

Autorizo la publicación de mi tesis (marque con una X):

(X) Sí, autorizo el depósito y publicación total.

() No, autorizo el depósito ni su publicación.

Como constancia firmo el presente documento en la ciudad de Lima, a los

01 días del mes de Diciembre de 2025.

Firma





**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN
DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UPCI**

1.- DATOS DEL AUTOR

Apellidos y Nombres: Huamani Ruiz Alberto Javier
 DNI: 75741316 Correo electrónico: huamaniruiz@gmail.com
 Domicilio: Cerro el Pingo sector S.H.12 - La Victoria
 Teléfono fijo: _____ Teléfono celular: 951264771

2.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO Ó TESIS

Facultad/Escuela: Ingeniería
 Tipo: Trabajo de Investigación Bachiller () Tesis (X)
 Título del Trabajo de Investigación / Tesis:
"Enlace microondas de respaldo para la continuidad operativa
de las comunicaciones en infraestructura crítica en una empresa
de energías renovables, 2025"

3.- OBTENER:

Bachiller () Título (X) Mg. () Dr. () PhD. ()

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

Por la presente declaro que el documento indicado en el ítem 2 es de mi autoría y exclusiva titularidad, ante tal razón autorizo a la Universidad Peruana Ciencias e Informática para publicar la versión electrónica en su Repositorio Institucional (<http://repositorio.upci.edu.pe>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art23 y Art.33.

Autorizo la publicación de mi tesis (marque con una X):

(X) Si, autorizo el depósito y publicación total.
 () No, autorizo el depósito ni su publicación.

Como constancia firmo el presente documento en la ciudad de Lima, a los
01 días del mes de diciembre de 2025.


 Firma

