



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

**Facultad de Ingeniería Industrial, Sistemas e Informática
Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica**

**La radiofrecuencia LoRaWAN para mejorar la transmisión de datos en la
Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico

Autor

Brayan Ssmidth Espinoza Alva

Asesor

Ing. Franco Jhordy Miranda Portella



MIRANDA PORTELLA FRANCO JHORDY
ING. ELECTRONICO
Reg. Colegio de Ingenieros CIP N° 234743

Huacho – Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

Facultad de Ingeniería Industrial, Sistemas e Informática
Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica

INFORMACION DE METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Brayan Ssmith Espinoza Alva	71518092	29 – 05 – 2026
DATOS DEL ASESOR:		
Nombres y apellidos	DNI	CÓDIGO ORCID
Franco Jhordy Miranda Portella	73044452	https://orcid.org/0000-0002-7324-2858
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Javier Honorato Ramirez Gomez	15611298	https://orcid.org/0000-0002-6384-269X
Ronald Demetrio Flores Flores	15300224	https://orcid.org/0000-0003-4211-7285
Daniel Angel Delgado Namuche	16621080	https://orcid.org/0000-0001-9716-2847

Brayan Ssmith Espinoza Alva

La Radiofrecuencia LoRaWAN para mejorar la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel-San Isidro 2023

 Quick Submit

 Quick Submit

 Unidad de Investigación FIISI-2025

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3451445804

Fecha de entrega

29 dic 2025, 11:28 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

29 dic 2025, 11:31 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

adiofrecuencia_Lorawan_para_mejorar_la_transmisio_n_de_datos.pdf

Tamaño del archivo

1.6 MB

83 páginas

13.912 palabras

80.373 caracteres



Página 2 de 89 - Descripción general de Integridad

Identificador de la entrega trn:oid::1:3451445804

20% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

19%  Fuentes de Internet

5%  Publicaciones

11%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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.

**LA RADIOFRECUENCIA LORAWAN PARA
MEJORAR LA TRANSMISIÓN DE DATOS EN LA
URBANIZACIÓN SANTA ISABEL – SAN ISIDRO
2023.**

DEDICATORIA

Esta investigación se dedica, en primer lugar, a mis padres, cuyo respaldo constante, sacrificio y afecto han sido el motor principal que me permitió avanzar y culminar esta etapa académica. A mi familia, por acompañarme de manera permanente, brindándome fortaleza y motivación incluso en los momentos de mayor dificultad. A mis amistades, quienes formaron parte esencial de esta experiencia universitaria, compartiendo aprendizajes, emociones y recuerdos significativos. Asimismo, expreso mi reconocimiento a los docentes que, con su orientación, conocimientos y compromiso, contribuyeron de manera decisiva a mi proceso de formación profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco de manera especial a mis padres por su apoyo permanente, dedicación y afecto han sido el principal impulso que hizo posible la culminación de esta investigación. Su acompañamiento constante me brindó seguridad y fortaleza en los momentos de incertidumbre y dificultad. Asimismo, extendo mi gratitud a mi asesor de tesis, por su orientación profesional, su disposición constante y el rigor académico con el que condujo el desarrollo de este trabajo. Sus aportes y observaciones fueron decisivos para consolidar cada etapa de la investigación. A lo largo de este proceso, las dificultades enfrentadas pudieron superarse gracias a la confianza y el respaldo de mi familia. Este resultado representa no solo un logro personal, sino también el reflejo del apoyo de quienes estuvieron presentes, alentándome de manera incondicional. Mi gratitud es sincera hacia todos ellos, por creer en mí y motivarme a seguir adelante.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	6
AGRADECIMIENTO.....	7
ÍNDICE DE TABLA.....	10
ÍNDICE DE FIGURA.....	11
RESUMEN.....	12
ABSTRACT.....	13
INTRODUCCIÓN.....	14
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	15
1.2. Formulación del problema.....	16
1.2.1. Problema general.....	16
1.2.2. Problemas específicos.....	16
1.3. Objetivos de la investigación.....	17
1.3.1. Objetivo general.....	17
1.3.2. Objetivos específicos.....	17
1.4. Justificación de la investigación.....	17
1.5. Delimitaciones del estudio.....	18
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. Antecedentes de la investigación.....	19
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	19
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	21
2.2. Bases teóricas.....	23
2.2.1. Radiofrecuencia LoRaWAN (X).....	23
2.2.2. Transmisión de datos (Y).....	27
2.3. Bases filosóficas.....	30
2.4. Definición de términos básicos.....	32
2.5. Hipótesis de investigación.....	33
2.5.1. Hipótesis general.....	33
2.5.2. Hipótesis específicas.....	34
2.6. Operacionalización de las variables.....	34
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	35

3.1. Diseño metodológico.....	35
3.2. Población y muestra	36
3.2.1. Población	36
3.2.2. Muestra	36
3.3. Técnicas de recolección de datos	37
3.4. Técnicas para el procesamiento de la información.....	37
3.5. Matriz de consistencia	39
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	42
4.1. Análisis de resultado	42
4.2. Contrastación de hipótesis.....	50
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN	56
5.1. Discusión	56
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
6.1. Conclusiones	59
6.2. Recomendaciones	61
CAPÍTULO VII. REFERENCIAS	62
7.1 Fuentes bibliográficas.....	62
ANEXOS	64

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. <i>Operacionalización de las variables</i>	33
Tabla 2. <i>Radiofrecuencia LORAWAN</i>	41
Tabla 3. <i>Sensibilidad de recepción</i>	42
Tabla 4. <i>Ancho de banda utilizado</i>	43
Tabla 5. <i>Frecuencia de transmisión</i>	44
Tabla 6. <i>Inmunidad al ruido</i>	45
Tabla 7. <i>Transmisión de datos</i>	46
Tabla 8. <i>Deterioro de la transmisión</i>	47
Tabla 9. <i>Confiabilidad</i>	48
Tabla 10. <i>Prueba de normalidad de la Radiofrecuencia LORAWAN y la transmisión de datos</i>	49
Tabla 11. <i>La radiofrecuencia LoRaWAN y la transmisión de datos</i>	50
Tabla 12. <i>La sensibilidad de recepción y la transmisión de datos</i>	51
Tabla 13. <i>El ancho de banda utilizado y la transmisión de datos</i>	52
Tabla 14. <i>La frecuencia de transmisión y la transmisión de datos</i>	53
Tabla 15. <i>La inmunidad al ruido y la transmisión de datos</i>	54

ÍNDICE DE FIGURA

<i>Figura 1.</i> Radiofrecuencia LORAWAN	41
<i>Figura 2.</i> Sensibilidad de recepción	42
<i>Figura 3.</i> Ancho de banda utilizado	43
<i>Figura 4.</i> Frecuencia de transmisión	44
<i>Figura 5.</i> Inmunidad al ruido	45
<i>Figura 6.</i> Transmisión de datos	46
<i>Figura 7.</i> Deterioro de la transmisión	47
<i>Figura 8.</i> Confiabilidad	48

RESUMEN

Objetivo: Conocer la radiofrecuencia LoRaWAN y su relación con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023. **Método:** La investigación se desarrolló bajo un enfoque clásico, también denominado pura o fundamental, ubicándose en un nivel descriptivo-correlacional. La información se obtuvo mediante instrumentos como encuestas y cuestionarios. Para procesar y analizar los datos, se utilizó el software SPSS 25.0, lo que permitió interpretar los resultados de manera precisa, los cuales se presentan mediante tablas y gráficos estadísticos. **Resultados:** Los resultados del estudio indican que la percepción de la variable “radiofrecuencia LoRaWAN” es moderada, con el 53.8% de los encuestados calificándola como nivel medio, el 33.8% como nivel bajo y solo el 12.3% como nivel alto. Del mismo modo, la percepción de la variable “transmisión de datos” también es moderada, con el 50.8% de los participantes la consideran nivel medio, el 40.0% nivel bajo y el 9.2% nivel alto. Estos resultados apuntan a una posible área de mejora tanto en la radiofrecuencia LoRaWAN como en la transmisión de datos, según la perspectiva de los encuestados. **Conclusiones:** Se logró evidenciar que la radiofrecuencia LoRaWAN se relaciona con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023, respaldada por una correlación de Spearman de 0.886, indicando una correlación positiva alta.

Palabras clave: transmisión de datos, radiofrecuencia, LoRaWAN.

ABSTRACT

Objective: To understand the LoRaWAN radio frequency and its relationship to data transmission in the Santa Isabel Urbanization – San Isidro, 2023. **Method:** The research was conducted using a classical approach, also known as pure or fundamental research, at a descriptive-correlational level. Data was collected through instruments such as surveys and questionnaires. SPSS 25.0 software was used to process and analyze the data, allowing for accurate interpretation of the results, which are presented in tables and statistical graphs. **Results:** The results of the study indicate that the perception of the “LoRaWAN radio frequency” variable is moderate, with 53.8% of respondents rating it as medium, 33.8% as low, and only 12.3% as high. Similarly, the perception of the "data transmission" variable is also moderate, with 50.8% of participants considering it to be at a medium level, 40.0% at a low level, and 9.2% at a high level. These results point to a possible area for improvement in both LoRaWAN radio frequency and data transmission, according to the respondents' perspective. **Conclusions:** It was demonstrated that LoRaWAN radio frequency is related to data transmission in the Santa Isabel Urbanization – San Isidro 2023, supported by a Spearman correlation of 0.886, indicating a strong positive correlation.

Keywords: data transmission, radio frequency, LoRaWAN.

INTRODUCCIÓN

La transmisión eficiente y confiable de datos constituye uno de los principales desafíos en el desarrollo de sistemas de comunicación para aplicaciones de monitoreo, automatización y gestión inteligente de entornos urbanos. En la actualidad, el crecimiento de las tecnologías asociadas al Internet de las Cosas (IoT) ha generado una demanda cada vez mayor de redes de comunicación capaces de conectar múltiples dispositivos de manera simultánea, garantizando un bajo consumo energético, amplia cobertura y costos reducidos de implementación. En este contexto, la tecnología LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) se ha consolidado como una alternativa innovadora para la transmisión inalámbrica de datos a larga distancia, especialmente en escenarios donde las redes convencionales presentan limitaciones de alcance o eficiencia.

La urbanización Santa Isabel, ubicada en el distrito de San Isidro, enfrenta la necesidad de contar con mecanismos de comunicación que permitan optimizar la transferencia de información proveniente de diversos dispositivos y sensores distribuidos en su entorno. La calidad de la transmisión de datos es un factor determinante para garantizar la disponibilidad, integridad y continuidad de la información, aspectos fundamentales para la toma de decisiones y la implementación de soluciones tecnológicas orientadas a la gestión urbana inteligente.

La presente investigación tiene como propósito analizar la influencia de la tecnología de radiofrecuencia LoRaWAN en la mejora de la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro durante el año 2023. Para ello, se evaluarán indicadores relacionados con el alcance de comunicación, la estabilidad de la señal, la tasa de pérdida de paquetes y la eficiencia en la transferencia de información. Asimismo, se busca determinar el grado en que esta tecnología contribuye a superar las limitaciones de los sistemas de comunicación tradicionales.

Los resultados de este estudio permitirán generar evidencia técnica sobre la viabilidad y efectividad de LoRaWAN como solución para redes IoT en entornos urbanos, aportando conocimientos que podrán ser utilizados en futuros proyectos de telecomunicaciones y ciudades inteligentes, promoviendo una gestión más eficiente de los recursos y una mejor conectividad para la comunidad.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

En un entorno contemporáneo impulsado por el flujo constante de información, la demanda global de transmisión de datos ha alcanzado proporciones sin precedentes. La proliferación de dispositivos conectados, la progresiva adopción de sistemas basados en Internet de las Cosas y el incremento de los requerimientos han colocado a las redes existentes bajo una presión constante. Este fenómeno ha llevado a una saturación de las frecuencias convencionales, generando interferencias y degradación en la calidad de la conexión a nivel mundial. La búsqueda de soluciones eficientes y sostenibles se ha convertido en un desafío crucial para mantener la conectividad global en un estado óptimo.

Este fenómeno no es ajeno a Latinoamérica, donde la necesidad de soluciones innovadoras se ha vuelto apremiante. La transmisión de datos en Latinoamérica enfrenta obstáculos significativos que limitan el desarrollo tecnológico en la región. La infraestructura de comunicaciones desigual y la falta de acceso a tecnologías de vanguardia han dejado a muchos países rezagados en términos de conectividad. Esta brecha digital se traduce en dificultades para implementar soluciones innovadoras, afectando los ámbitos educativo, sanitario y económico. La necesidad de abordar estos problemas se presenta como una prioridad para impulsar el progreso en Latinoamérica.

En el Perú, la situación no difiere considerablemente. A pesar de los avances en diversos sectores, la transmisión de datos se ve frenada por la obsolescencia de las infraestructuras de comunicación existentes. Las áreas urbanas, como Lima, se ven particularmente afectadas, experimentando interrupciones frecuentes en los servicios esenciales debido a la sobrecarga de las frecuencias convencionales. La falta de una red de comunicación eficiente repercute en la productividad y el desarrollo económico, evidenciando la necesidad urgente de adoptar tecnologías más avanzadas.

En este contexto, la Urbanización Santa Isabel en San Isidro, Lima, no es una excepción. A pesar de ser parte de la capital peruana y beneficiarse de su estatus de

centro económico, la transmisión de datos en esta urbanización presenta una serie de desafíos que repercuten significativamente en las condiciones de vida de los habitantes.

La Urbanización Santa Isabel en San Isidro, Lima, refleja de manera palpable los desafíos a los que se enfrenta la transmisión de datos a nivel local. A pesar de su ubicación estratégica en el corazón de la capital peruana, la urbanización experimenta interrupciones constantes en los servicios de comunicación. Esto afecta no solo las interacciones cotidianas de los residentes, sino también la implementación de soluciones tecnológicas avanzadas, como la gestión inteligente de recursos y la seguridad. La falta de conectividad confiable limita el potencial de la urbanización para aprovechar plenamente las oportunidades que ofrece la era digital.

La problemática radica en la obsolescencia de las tecnologías de transmisión de datos actuales, incapaces de satisfacer las demandas de una población cada vez más conectada. La saturación de las frecuencias tradicionales ha llevado a la interrupción frecuente de servicios esenciales, desde la comunicación básica hasta la gestión inteligente de recursos.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo la radiofrecuencia LoRaWAN se relaciona con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cómo la sensibilidad de recepción se relaciona con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023?
2. ¿Cómo el ancho de banda utilizado se relaciona con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023?
3. ¿Cómo la frecuencia de transmisión se relaciona con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023?
4. ¿Cómo la inmunidad al ruido se relaciona con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Conocer la radiofrecuencia LoRaWAN y su relación con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Conocer la sensibilidad de recepción y su relación con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023.
2. Conocer el ancho de banda utilizado y su relación con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023.
3. Conocer la frecuencia de transmisión y su relación con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023.
4. Conocer la inmunidad al ruido y su relación con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023.

1.4. Justificación de la investigación

a) Justificación Teórica

Bajo un enfoque teórico, mi proyecto se respalda en la necesidad imperante de mejorar la transmisión de datos mediante la implementación de la tecnología LoRaWAN. La teoría que respalda esta elección se centra en los principios de comunicación inalámbrica eficiente y de bajo consumo que caracterizan a LoRaWAN. Este enfoque se ha destacado a nivel global como una solución robusta y escalable para las demandas crecientes de conectividad en la era digital. Al comprender las limitaciones inherentes a las tecnologías tradicionales, la adopción de LoRaWAN se presenta como una evolución necesaria para mantenerse al día con las expectativas de una sociedad cada vez más conectada.

b) Justificación práctica

Desde un punto de vista práctico, mi proyecto tiene como objetivo abordar problemas concretos y mejorar la calidad de vida en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023. La implementación de LoRaWAN no solo resolvió las interrupciones frecuentes en los servicios de comunicación, sino que también estableció las bases para una infraestructura tecnológica más eficiente y sostenible. Esta aplicación práctica de la tecnología beneficiará directamente a los

residentes al proporcionar una conectividad más confiable, facilitando la gestión inteligente de recursos, mejorando la seguridad y promoviendo un entorno urbano más avanzado.

c) Justificación metodológica

La justificación metodológica detalla el enfoque que siguió para llevar a cabo la implementación del proyecto. Planeo realizar una cuidadosa selección de dispositivos LoRaWAN, considerando factores como el alcance y la eficiencia energética. La planificación de la red fue clave, involucrando la identificación de puntos estratégicos para la instalación de los dispositivos y la configuración óptima de la infraestructura. La colaboración con proveedores de servicios especializados fue esencial para garantizar la adquisición adecuada de tecnología y asistencia técnica. Además, la ejecución de pruebas exhaustivas y un monitoreo constante asegurarán el éxito de la implementación y la optimización continua del sistema.

1.5. Delimitaciones del estudio

a. Delimitación temporal

El estudio desarrollado resulta relevante en el escenario contemporáneo, ya que examina la aplicación de LoRaWAN como tecnología de radiofrecuencia y su incidencia en la transmisión de datos, un tema de interés actual en el ámbito tecnológico.

b. Delimitación espacial

El escenario geográfico del estudio se sitúa en el distrito de San Isidro, dentro de la Provincia y Región Lima.

c. Delimitación Social

Participan en el estudio el investigador, el asesor, los jurados y los pobladores pertenecientes al distrito de San Isidro.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Capdehourat y La Rocca (2019) desarrollaron una investigación orientada a la implementación de un sistema de posicionamiento de alta precisión utilizando tecnología RTK integrada a redes LoRa y LoRaWAN, trabajo realizado con el respaldo de la Universidad de la República. El propósito principal del estudio consistió en diseñar una alternativa de localización precisa y de bajo costo, basada en la comunicación eficiente entre un nodo móvil y una estación de referencia mediante el uso de tecnología LoRa. La investigación se enmarcó dentro de un enfoque descriptivo y adoptó un diseño no experimental, empleando el cuestionario como instrumento para la recolección de información. Como resultado, los autores lograron desarrollar un prototipo funcional capaz de determinar posiciones con precisión centimétrica y transmitir dichos datos hacia un servidor central, demostrando además la viabilidad de una infraestructura completa LoRa/LoRaWAN compuesta por nodo, gateway y servidor, susceptible de ser aplicada en distintos escenarios tecnológicos.

Huqui y Castro (2022) desarrollaron una investigación orientada al despliegue y la configuración de una red LoRaWAN aplicada a dispositivos del Internet de las Cosas, utilizando la plataforma The Things Network (TTN), con el respaldo académico de la Universidad Politécnica Salesiana. El estudio tuvo como finalidad implementar una infraestructura funcional que permitiera la comunicación de dispositivos IoT mediante dicha plataforma. La investigación adoptó un enfoque descriptivo y un diseño experimental. Entre los principales resultados, los autores destacaron el proceso de integración y gestión del gateway con las aplicaciones alojadas en el servidor TTN, durante el cual se identificaron inconvenientes de compatibilidad con medidores de agua. Para superar estas limitaciones, fue necesario el desarrollo y programación de un dispositivo propio que asegurara la comunicación entre el gateway y TTN. Asimismo, se logró la integración exitosa del servicio Azure IoT Hub con la plataforma TTN, permitiendo la administración eficiente de la información generada por los nodos finales sin presentar conflictos en el servidor de aplicaciones.

Alberca (2022), en su estudio denominado “Estudio de la tecnología LoRa, LPWAN (Low Power Wide Area Network) para cubrir la zona urbana de la ciudad de Quito”, desarrolló una investigación con el respaldo académico de la Escuela Politécnica Nacional, orientada al análisis de la tecnología LoRa como solución de comunicación de largo alcance y bajo consumo energético para entornos urbanos. El propósito del estudio fue examinar la aplicabilidad de las redes LPWAN basadas en LoRa para la cobertura de la ciudad de Quito. La investigación se llevó a cabo bajo un enfoque descriptivo. Entre los principales hallazgos, el autor destacó las ventajas de la banda ISM en UHF asignada a Ecuador dentro de la Región 2 de la ITU, señalando que, a diferencia de otras bandas libres, como la utilizada en Europa, la frecuencia de 915 MHz no impone restricciones estrictas de ciclo de trabajo. Esta condición facilita la implementación de redes con dispositivos capaces de transmitir de forma continua y cambiar de canal sin limitaciones, aspecto que fue corroborado mediante el análisis de la señal LoRa utilizando un analizador de espectro.

Costales (2020), en su estudio denominado “Comparación del desempeño de las modulaciones PAM-2, PAM-4 y PAM-8 en la transmisión de datos a alta velocidad en redes PON de nueva generación (NG-PON)”, desarrolló una investigación con el respaldo de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, orientada a evaluar el comportamiento de diferentes esquemas de modulación aplicados a redes ópticas pasivas de nueva generación. El propósito del estudio fue examinar y contrastar el desempeño de las modulaciones PAM-2, PAM-4 y PAM-8 en escenarios de transmisión de datos a altas velocidades. La investigación se enmarcó dentro de un enfoque descriptivo. Como principal aporte, el autor planteó la utilización de técnicas de pre-distorsión de amplitud en los símbolos transmitidos, con el fin de optimizar el rendimiento del sistema. Esta estrategia permitió mejorar la simetría del diagrama de ojo en la señal recibida, favoreciendo una decodificación más precisa de los distintos niveles de modulación PAM.

Hernández et al. (2023), en su estudio denominado “Análisis de un sistema de transmisión/recepción de datos mediante comunicación por luz visible”, desarrollaron una investigación con el respaldo del Instituto Politécnico Nacional, enfocada en la evaluación integral de un sistema de comunicación basado en luz visible como alternativa para la transmisión de información. El objetivo del estudio fue examinar las

características técnicas, el desempeño y los beneficios asociados a este tipo de sistemas de comunicación. La investigación se abordó desde un enfoque descriptivo. Entre los principales resultados, los autores destacaron mejoras relevantes en la velocidad de transmisión de datos, así como una mayor flexibilidad en el uso del ancho de banda, dado que los canales empleados no requieren licenciamiento. Asimismo, se resaltó el aporte de esta tecnología en términos de seguridad para el usuario, al no generar radiación electromagnética, lo que amplía su aplicabilidad en diversos entornos como viviendas, centros de salud, espacios culturales y medios de transporte. Finalmente, el estudio concluyó que la comunicación por luz visible no busca sustituir a las tecnologías existentes, sino complementarlas, recomendando la adopción de esquemas híbridos que permitan aprovechar las ventajas de ambas soluciones.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Quispe (2021), en su estudio titulado “Diseño e implementación de un sistema de comunicación LoRaWAN para la localización de vicuñas en la comunidad primer Chimpa Jilahuata – Azángaro – Azángaro – Puno”, llevó a cabo una investigación respaldada por la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, enfocada en la utilización de la tecnología LoRaWAN para rastrear animales. El objetivo principal fue desarrollar un sistema de comunicación capaz de determinar la ubicación de las vicuñas dentro de la comunidad de Chimpa Jilahuata, en el distrito y provincia de Azángaro, región Puno. La investigación adoptó un enfoque cuasi-experimental y utilizó fichas de registro para la recolección de datos. Entre los logros más destacados se encuentra la implementación de un sistema de monitoreo basado en un nodo final portátil, de bajo consumo de energía, con una precisión promedio de 9,11 metros. Este sistema permitió la localización de los animales de manera remota y en tiempo real, asegurando la vigilancia sin alterar el hábitat natural de las vicuñas.

Romero (2020), en su estudio denominado “Monitoreo de indicadores durante el transporte de un tanque de leche en comunidades altoandinas aplicando redes LPWAN”, desarrolló una investigación con el respaldo de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, orientada a la aplicación de redes LPWAN en el control de variables asociadas al traslado de leche en contextos altoandinos. El objetivo del estudio fue diseñar, implementar y poner en operación un sistema de monitoreo de parámetros de calidad durante el transporte del producto. La investigación adoptó un enfoque cuasi-

experimental y empleó fichas de registro para la recopilación de información. Entre los aportes del estudio, se resaltó el uso de LoRaWAN como un protocolo de acceso abierto que facilita el monitoreo de procesos industriales vinculados al transporte y control de insumos críticos. Asimismo, el trabajo destacó la importancia de estructurar el proyecto en etapas claramente definidas y de verificar los resultados en función de los objetivos planteados, concluyendo que las redes LPWAN ofrecen beneficios relevantes tanto a nivel operativo como colectivo para aplicaciones de monitoreo en entornos rurales y de difícil acceso.

Zegarra (2020), en su estudio denominado “Diseño de una red inalámbrica de sensado remoto con aplicación en un escenario de selva baja”, desarrolló una investigación con el respaldo de la Pontificia Universidad Católica del Perú, orientada al diseño de una red inalámbrica destinada a la recolección de información climática en entornos caracterizados por una elevada densidad de vegetación. El propósito del estudio fue proponer una arquitectura de red de sensado remoto que permitiera obtener datos ambientales de manera eficiente, haciendo uso de la tecnología LoRa como medio de comunicación. La investigación se enmarcó dentro de un enfoque cuasi-experimental. Entre los principales resultados, el autor evidenció que la frecuencia de operación constituye un factor determinante en la atenuación de la señal en escenarios con cobertura vegetal, observándose que las tecnologías que operan en bandas de frecuencia más bajas presentan menores pérdidas de propagación. Asimismo, se determinó que los efectos de la precipitación y de los gases atmosféricos resultan poco relevantes en frecuencias inferiores a 1 GHz, lo que otorga ventajas comparativas a tecnologías como LoRa, Zigbee y Sigfox frente a aquellas que funcionan en bandas más altas.

Vega (2023) desarrolló la investigación titulada “Implementación de una red wireless para la transmisión de datos de internet del anexo Nijandaris, año 2022”, la cual contó con el respaldo de la Universidad Peruana Los Andes. El propósito principal del estudio fue analizar el grado de incidencia que tiene la implementación de una red inalámbrica en la transferencia de datos de internet en el anexo Nijandaris durante el año 2022 (p. 21). El trabajo se enmarcó dentro de un enfoque de investigación aplicada (p. 79). Como resultado del procesamiento estadístico, específicamente mediante la prueba T-Student aplicada a los datos de transmisión, se comprobó que la red wireless ejerce una

influencia directa sobre el desempeño de la transmisión de datos. Los valores obtenidos evidenciaron velocidades de 224.75 Mbps en el extremo receptor y 240.57 Mbps en el emisor, lo que permitió corroborar el cumplimiento del objetivo planteado (p. 63).

Janampa (2019), en su estudio denominado “Diseño de una red de fibra óptica para implementar el servicio de banda ancha para Andina Perú Cable E.I.R.L. en la ciudad de Cerro de Pasco”, desarrolló una investigación con el respaldo de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, orientada a la planificación de una infraestructura de fibra óptica destinada a optimizar la provisión de servicios de telecomunicaciones. El objetivo del estudio fue proponer el diseño de una red que permitiera incrementar la velocidad y la capacidad de transmisión de servicios como internet, televisión digital, telefonía y aplicaciones multimedia, con la finalidad de mejorar la experiencia de los usuarios de la empresa Andina Perú Cable en la ciudad de Cerro de Pasco. La investigación se abordó desde un enfoque deductivo. Como resultado principal, el autor concluyó que la implementación de redes de fibra óptica constituye una alternativa eficaz para fortalecer la transmisión de los servicios de telecomunicaciones, al posibilitar mayores tasas de transferencia y capacidad, lo que contribuye directamente a la satisfacción de las necesidades de los clientes.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Radiofrecuencia LoRaWAN (X)

Capdehourat y La Rocca (2019) mencionan que:

En esta sección se describen las redes LoRa/LoRaWAN, que forman parte de las tecnologías LPWAN y son preferidas para la implementación de redes de sensores inalámbricos conectados a Internet. Estas redes facilitan la conexión de diversos dispositivos, presentan un consumo energético reducido y, gracias a la tecnología de comunicación LoRa, ofrecen un alcance considerable. La velocidad máxima de transferencia de datos en estas redes es de hasta 50 kbps. (p. 14)

Asimismo, se indica que las redes LPWAN están orientadas al funcionamiento de dispositivos con consumo energético mínimo, cuya finalidad es permitir la transmisión de información a grandes distancias, aunque con tasas de datos limitadas, generalmente del orden de algunos kilobits por segundo. Este tipo de

redes fue concebido para escenarios en los que sensores o equipos remotos envían volúmenes reducidos de datos, priorizando el alcance y la eficiencia energética sobre la velocidad de transmisión.

Por otro lado, este protocolo opera en el nivel de enlace del modelo de comunicaciones y se apoya en la tecnología de radio LoRa para posibilitar la conexión, administración y supervisión de dispositivos pertenecientes al ecosistema del Internet de las Cosas. Además, incorpora mecanismos de control de acceso al medio, permitiendo una gestión eficiente de la comunicación en entornos de red pública.

2.2.1.1. Sensibilidad de recepción

Andres (2011) menciona que:

La capacidad de un receptor para detectar señales débiles se determina por su sensibilidad, que es la potencia mínima de la señal deseada que el receptor puede detectar. Normalmente, en el contexto de los receptores, se establece el ancho de banda de la recepción, lo que hace que la potencia mínima de recepción esté vinculada al ruido presente en el canal. (p. 25)

2.2.1.1.1. Señal de entrada

Andres (2011) menciona que: “Cuando se aplica a un receptor perfecto, esta técnica resultaría en el aumento deseado, lo que definiría la sensibilidad de dicho receptor. Es bien sabido que la salida de un receptor es igual a la entrada multiplicada por la ganancia del receptor”.

2.2.1.1.2. Potencia

Andres (2011) menciona que: “Se aplica a la entrada del receptor para lograr un incremento de 10 dB en la potencia de salida total, que se mide en el altavoz”.

2.2.1.2. Ancho de banda utilizado

Flo Networks (s.f.) menciona que:

Se refiere al límite máximo de información que puede ser enviada o recibida a través de un enlace de comunicación dentro de un intervalo de tiempo determinado. Habitualmente, esta capacidad se mide en bits por segundo y sus múltiplos, como kilobits, megabits o gigabits por segundo, los cuales indican la cantidad de datos que la conexión es capaz de transportar en un segundo. (p. 73)

2.2.1.2.1. Gestión de ancho de banda

Flo Networks (s.f.) menciona que:

Para establecer una gestión efectiva del ancho de banda o (QoS), es esencial comprender el nivel de uso del ancho de banda. Una vez identificado, realizar mediciones continuas garantizará que todos los usuarios reciban la cantidad de ancho de banda requerida. (p. 11)

2.2.1.2.2. Aceleración del ancho de banda

Flo Networks (s.f.) menciona que:

Después de analizar los patrones de consumo de ancho de banda y detectar si ciertos usuarios o aplicaciones están limitando el rendimiento de la red para otros, se pueden aplicar mecanismos que controlen o limiten la cantidad de ancho de banda que estas utilizan, optimizando así la eficiencia general de la red. (p. 11)

2.2.1.2.3. Máximos de ancho de banda

Flo Networks (s.f.) menciona que: “Existen ciertos tipos de conexiones que tienen un límite máximo de ancho de banda definido. Sin embargo, el ancho de banda real puede variar debido a varios factores, como el entorno, el cableado y la

cantidad de uso, y generalmente es menor que el máximo teórico”.

2.2.1.2.4. Velocidades máximas de descarga estándar de red inalámbrica

Flo Networks (s.f.) menciona que: “En lugar de depender de una única conexión, es posible obtener capacidad adicional mediante el equilibrio del tráfico a través de múltiples conexiones WAN, DIA (Acceso a Internet Dedicado) y redes móviles”.

2.2.1.3. Frecuencia de transmisión

Cairone (2022) menciona que:

Se producen fluctuaciones eléctricas a una frecuencia específica, conocida como frecuencia portadora, que se emiten desde la antena en forma de ondas electromagnéticas. Esta emisión, denominada onda portadora, se combina con la información a transmitir, llamada onda moduladora, formando así la señal de transmisión que se propaga por el espacio hasta ser captada por el receptor. El receptor realiza entonces el proceso inverso, llamado desmodulación, para obtener la información originalmente transmitida a través de un convertidor. (p. 43)

2.2.1.3.1. Conexión fibra óptica

Forouzan (2007) expone que: “Se fabrica a partir de vidrio o plástico y permite la transmisión de información mediante pulsos de luz.”

2.2.1.3.2. Cable utp

Forouzan (2007) menciona que: “consiste en dos conductores, generalmente de cobre, cada uno recubierto por su propio aislamiento de plástico, que se entrelazan entre sí para minimizar interferencias electromagnéticas.”.

2.2.1.4. Inmunidad al ruido

Forouzan (2007) menciona que:

El ruido representa otro factor de degradación. Existen diversas formas de ruido, como el ruido térmico, el ruido inducido, las interferencias cruzadas y el ruido impulsivo, que pueden afectar la integridad de una señal. Por consiguiente, las señales que se transmiten a través de los servidores pueden experimentar distintos problemas de deterioro, como atenuación, distorsión y ruido. Estos aspectos son fundamentales para garantizar una comunicación eficiente en el entorno laboral de una red. (p. 80)

2.2.1.4.1. Ruido Endógeno

“Se clasifica como ruido endógeno aquel que se genera debido a factores internos del sistema de comunicaciones, los cuales no pueden ser controlados directamente.”. (Guiadores, 2004)

2.2.1.4.2. Ruido Exógeno

“Se considera ruido exógeno aquel generado por factores externos al sistema de comunicaciones, los cuales interfieren o se acoplan al funcionamiento del mismo”. (Guiadores, 2004)

2.2.1.4.3. Ruido Blanco o gaussiano (Ruido de Johnson)

“Se origina a partir del desplazamiento al azar de los electrones dentro de los conductores y otros elementos electrónicos presentes en el sistema de comunicaciones”. (Guiadores, 2004)

2.2.2. Transmisión de datos (Y)

Guiadores (2004) menciona que:

Es el proceso mediante el cual la información codificada se desplaza desde un punto inicial hacia uno o varios receptores, utilizando para ello señales eléctricas u ópticas. electromagnéticas o electro-ópticas. Según la recomendación X.25 del CCITT, la transmisión de datos implica enviar datos a través de un medio de telecomunicaciones desde el lugar de inicio hasta el punto final, que puede estar ubicado dentro de la misma

organización, cerca o lejos del ordenador central. La diferencia clave se encuentra en la extensión y las características geográficas del problema que se analiza, ya que estos parámetros pueden determinar si es necesario o no utilizar redes de comunicación. (p. 11)

2.2.2.1. Deterioro de la transmisión

Forouzan (2007) refiere que: “Las señales se desplazan por medios de transmisión que no son ideales, lo que puede resultar en imperfecciones que afectan la integridad de las señales. Como consecuencia, la señal al inicio y al final del medio de transmisión puede diferir”.

2.2.2.1.1. Atenuación

Forouzan (2007) refiere que: “La atenuación implica la pérdida de energía. Cuando una señal, ya sea simple o compuesta, atraviesa un medio, experimenta una disminución en su energía debido a la resistencia inherente del medio”.

2.2.2.1.2. Distorsión

Forouzan (2007) refiere que: “La distorsión implica una alteración en la forma de onda de la señal. Este fenómeno se manifiesta en señales compuestas, las cuales están compuestas por varias frecuencias. Cada componente de la señal experimenta una propagación a través del medio con su respectivo retardo en llegar al destino final”.

2.2.2.1.3. Radio

Forouzan (2007) refiere que:

El ruido constituye otro factor que puede degradar una señal. Existen diversas formas de ruido, como el ruido térmico, el ruido inducido, las interferencias y el ruido de impulsos, que pueden afectar la integridad de la señal. Por lo tanto, las señales transmitidas a través de los servidores pueden experimentar diversos problemas de deterioro, como atenuación, distorsión

y presencia de ruido. Estos factores son fundamentales para lograr una comunicación eficiente en el entorno de trabajo de una red. (p. 80)

2.2.2.2. Confiabilidad

Es una herramienta analítica que proporciona a los ingenieros diseñadores un criterio de selección adicional. Es crucial entender la solidez de una red para prevenir sanciones o pérdidas en caso de que ocurra un evento. La fiabilidad de las redes puede ser evaluada de varias formas: una medida determinística, por ejemplo, describiéndola como el número mínimo de enlaces cuya eliminación desconectaría la red.

2.2.2.2.1. Método analítico

“Emplea una serie de ecuaciones matemáticas (del modelo matemático) para evaluar los índices de confiabilidad”. (Rangel, 2004)

2.2.2.2.2. Método de SMC

Rangel (2004) refiere que:

Facilita la ejecución de experimentos prácticos con el sistema y la observación directa de su funcionamiento. A través de estas simulaciones, se determinan los indicadores de fiabilidad de manera similar al método analítico; es por ello que La simulación mediante Monte Carlo se considera el enfoque más frecuente para analizar la confiabilidad. (p. 4)

2.3. Bases filosóficas

Radiofrecuencia LoRaWAN

La elección de incorporar la tecnología de radiofrecuencia LoRaWAN como variable clave en mi proyecto no es simplemente una decisión técnica, sino que se fundamenta en una sólida base filosófica que abarca la visión de una sociedad conectada, eficiente y sostenible. En el trasfondo de esta elección se encuentra la filosofía de la innovación tecnológica como catalizador del progreso humano, en consonancia con las necesidades cambiantes de nuestra era digital.

En el corazón de la filosofía LoRaWAN se encuentra el principio de eficiencia. La filosofía LoRaWAN abraza la noción de que la eficiencia energética y la transmisión de datos de bajo consumo son esenciales para un desarrollo tecnológico sostenible. Se trata de superar las limitaciones de las tecnologías convencionales, que a menudo consumen excesiva energía y no son escalables para afrontar las demandas de una sociedad interconectada.

Esta elección filosófica también refleja la creencia en la accesibilidad universal a la conectividad. La filosofía LoRaWAN aboga por una conectividad robusta y confiable que no discrimina en función de la ubicación geográfica o la densidad poblacional. Al elegir LoRaWAN como variable, se respalda la visión de un entorno digital en el que incluso las áreas urbanas periféricas, como la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023, puedan disfrutar de la misma calidad de servicios que los centros urbanos más consolidados.

Además, la filosofía LoRaWAN abraza la flexibilidad y la adaptabilidad como elementos fundamentales. Al reconocer la diversidad de aplicaciones, desde la gestión de recursos hasta la seguridad, la variable LoRaWAN se alinea con la filosofía de la tecnología como una herramienta versátil que puede adaptarse a las necesidades específicas de una comunidad. Esta filosofía es esencial para fomentar soluciones tecnológicas que no solo resuelvan problemas inmediatos, sino que también evolucionen con las demandas cambiantes de la sociedad.

En última instancia, la elección de incorporar la radiofrecuencia LoRaWAN como variable en mi proyecto se basa en la filosofía de la tecnología como medio para construir

un futuro más conectado, sostenible y equitativo. Es un paso consciente hacia la construcción de una sociedad en la que la innovación tecnológica se alinee con valores fundamentales, impulsando el progreso en armonía con el entorno y las necesidades de la comunidad. Esta base filosófica no solo guía la implementación técnica, sino que también sienta las bases para un impacto positivo a largo plazo en la Urbanización Santa Isabel.

Transmisión de datos

En el núcleo de esta elección filosófica se encuentra la convicción de que la información es un recurso fundamental para el empoderamiento y el progreso humano. La filosofía de la transmisión de datos defiende la idea de que la libre circulación de información no solo fortalece la capacidad de decisión personal, sino que además impulsa el desarrollo colectivo. En una sociedad que valora el conocimiento como un activo compartido, la transmisión de datos efectiva se convierte en un pilar esencial para construir un entorno donde todos puedan participar plenamente en el intercambio de ideas y recursos.

Esta elección filosófica también abraza la noción de la conectividad como un derecho universal. La transmisión de datos efectiva se alinea con la idea de que la accesibilidad a la información no debería ser un privilegio, sino un componente básico de la participación democrática y el acceso a oportunidades. Al priorizar la mejora de la transmisión de datos, se aboga por una sociedad en la que la conectividad no conozca barreras geográficas ni socioeconómicas, permitiendo que incluso comunidades periféricas, como la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023, se integren de manera significativa en el flujo global de información.

Además, la filosofía de la transmisión de datos resalta la importancia de la seguridad y la integridad en la comunicación. Al garantizar la transmisión segura de información, se promueve la confianza en las interacciones digitales, lo que es esencial para el funcionamiento eficiente de una sociedad interconectada. La privacidad y la protección de datos se convierten en valores fundamentales que sustentan la filosofía de la transmisión de datos, asegurando que la conectividad no comprometa la seguridad de los individuos y la comunidad en general.

En última instancia, la elección de destacar la variable "Transmisión de Datos" en mi proyecto se basa en la filosofía de construir una sociedad informada, conectada y segura. Es un paso deliberado hacia la creación de un entorno donde la información sea un bien común, la conectividad sea universal y la seguridad digital sea prioritaria. Esta base filosófica guía no solo la implementación técnica, sino también la visión de contribuir a la construcción de un futuro en el que la transmisión de datos sea un motor para el bienestar colectivo.

2.4. Definición de términos básicos

a) Radiofrecuencia LoRaWAN

LoRaWAN corresponde a un protocolo de comunicación que se basa en la tecnología LoRa, diseñada para redes de largo alcance y bajo consumo energético, conocidas como LPWAN (Low Power Wide Area Network), y se emplea para facilitar la conexión y administración de dispositivos dentro de este tipo de redes.

b) Ancho de banda

Capacidad máxima que posee un enlace de comunicación para transferir datos durante un intervalo de tiempo determinado. Normalmente, esta capacidad se expresa en bits por segundo (bps) o sus múltiplos, como kilobits, megabits o gigabits por segundo, indicando la cantidad de información que puede transmitirse en un segundo.

c) Frecuencia de transmisión

La frecuencia establece la rapidez con la que los dispositivos de una red inalámbrica pueden enviar y recibir información. Además, los protocolos representan conjuntos de reglas que controlan cómo los dispositivos intercambian datos y se comunican dentro de la red.

d) Conexión fibra óptica

Una red de fibra óptica se compone de cables que incluyen haces de hilos de vidrio o plástico conocidos como fibras ópticas, a través de las cuales se transmiten datos convertidos en señales de luz.

e) Cable UTP

Es un tipo de cable empleado en telecomunicaciones y redes informáticas. Este cable está constituido por varios hilos de cobre trenzados que forman pares.

f) Ruido endógeno

Se considera ruido endógeno aquel que se origina a partir de factores internos del sistema de comunicaciones, los cuales no pueden ser controlados directamente.

g) Ruido exógeno

Se clasifica como ruido exógeno aquel generado por factores externos al sistema de comunicaciones, los cuales interfieren o se integran al funcionamiento del mismo.

h) Ruido blanco

Al igual que el ruido blanco, que es perceptible para el oído humano, engloba todas las frecuencias auditivas que los seres humanos pueden captar. Su sonido se asemeja al de las olas del mar o la lluvia. Puede ser útil para facilitar el sueño y mejorar la concentración. Además, algunos estudios sugieren una posible correlación con una memoria mejorada.

i) Transmisión de datos

Se refiere al desplazamiento de información codificada desde un punto de origen hacia uno o varios puntos adicionales, utilizando señales que pueden ser eléctricas, ópticas, electromagnéticas o electro-ópticas.

j) Atenuación

La atenuación es cuando describimos algo atribuyéndole mucho menos de una cierta cualidad de lo que la tiene en realidad.

2.5. Hipótesis de investigación

2.5.1. Hipótesis general

La radiofrecuencia LoRaWAN se relaciona significativamente con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023.

2.5.2. Hipótesis específicas

1. La sensibilidad de recepción se relaciona significativamente con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023.
2. El ancho de banda utilizado se relaciona significativamente con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023.
3. La frecuencia de transmisión se relaciona significativamente con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023.
4. La inmunidad al ruido se relaciona significativamente con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023.

2.6. Operacionalización de las variables

Tabla 1

Operacionalización de las variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
(X) RADIOFRECUENCIA LORAWAN	X.1.- Sensibilidad de recepción	X.1.1.- Señal de entrada X.1.2.- Potencia
	X.2.- Ancho de banda utilizado	X.2.1.- Gestión de ancho de banda X.2.2.- Aceleración del ancho de banda X.2.3.- Máximos de ancho de banda X.2.4.- Velocidades máximas de descarga estándar de red inalámbrica
	X.3.- Frecuencia de transmisión	X.3.1.- Conexión fibra óptica X.3.2.- Cable utp
	X.4.- Inmunidad al ruido	X.4.1.- Ruido endógeno X.4.2.- Ruido exógeno X.4.3.- Ruido blanco o gaussiano
(Y) TRANSMISIÓN DE DATOS	Y.1.- Deterioro de la transmisión	Y.1.1.- Atenuación Y.1.2.- Distorsión Y.1.3.- Radio
	Y.2.- Confiabilidad	Y.2.1.- Método analítico Y.2.2.- Método de SMC

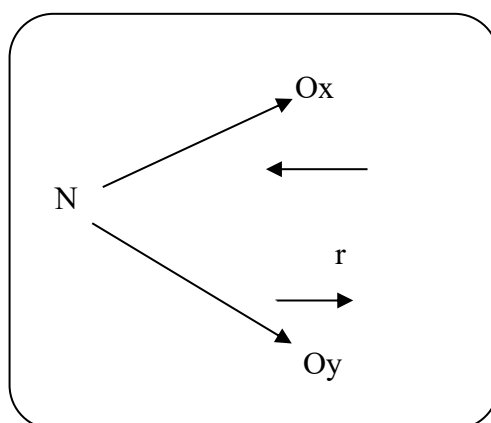
Nota: Elaboración propia

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

Tipo de Investigación

El estudio se clasificó como básica o fundamental, ya que buscaba profundizar en el conocimiento de un área específica sin preocuparse por su aplicación práctica inmediata. Además, adoptó un enfoque descriptivo, proporcionando información detallada sobre las variables estudiadas, utilizando principalmente métodos cuantitativos. El diseño utilizado fue no experimental, transaccional y correlacional, centrándose en la relación entre variables sin manipular directamente ninguna de ellas. Esto se pudo visualizar en la figura que se presentó a continuación:



Terminología:

N = Población

Ox = Registro correspondiente a la variable independiente.

Oy = Registro correspondiente a la variable dependiente.

r = Grado de asociación existente entre las variables.

Método de Investigación

Se empleó el método científico como enfoque sistemático para el desarrollo del estudio.

Procedimiento metodológico para la comprobación de hipótesis

Se utilizaron las reglas estratégicas para la prueba de hipótesis mediante el paquete estadístico de correlación, tanto en su forma descriptiva como comparativa, ya que el objetivo era determinar y establecer el grado de relación entre las dos variables. Por

último, se llevó a cabo un análisis estadístico de los resultados utilizando el coeficiente de correlación.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Córdoba (2009) señala que: “La población está constituida por un grupo específico de unidades de análisis que presentan rasgos comunes identificables, y se simboliza con la letra N”.

En el presente estudio, la población estuvo conformada por 156 habitantes de la Urbanización Santa Isabel, ubicada en el distrito de San Isidro.

3.2.2. Muestra

La muestra empleada en la investigación fue de tipo probabilística y aleatoria, para lo cual se tomaron en cuenta los siguientes parámetros:

$Z(95\%) = 1.96 \rightarrow$ corresponde al nivel de confianza del 95 %.

$p = 0.5 \rightarrow$ representa la probabilidad de ocurrencia del evento.

$q = 0.5 \rightarrow$ indica la probabilidad de no ocurrencia.

$N = 156 \rightarrow$ tamaño total de la población considerada.

$e = 0.05 (5\%) \rightarrow$ margen de error establecido para el estudio.

$$n_0 = \frac{Z^2 \times p \times q \times P}{Z^2 \times p \times q + e^2 \times (P - 1)}$$
$$n_0 = \frac{1,96^2 \times 0,5 \times 0,5 \times 156}{1.96^2 \times 0.5 \times 0.5 + 0.05^2 \times 155}$$
$$n_0 = 111$$

Dado que el valor obtenido de n_0 supera el 5 % del total de la población, fue necesario aplicar un ajuste correspondiente.

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0 - 1}{N}}$$

$$n = \frac{111}{1 + \frac{111 - 1}{156}}$$

n= 65

En consecuencia, la muestra quedó integrada por 65 unidades de observación, es decir, 65 residentes de la Urbanización Santa Isabel, en el distrito de San Isidro.

3.3. Técnicas de recolección de datos

La realización de este estudio se recurrió a diversas técnicas metodológicas, así como a instrumentos adecuados para la obtención y el tratamiento de la información.

Entre las técnicas utilizadas se consideraron la revisión de documentación especializada, la observación directa y la aplicación de encuestas.

En cuanto a los instrumentos, se emplearon fichas destinadas al registro de información bibliográfica, hemerográfica y de investigación, una guía estructurada para la observación y un cuestionario elaborado con preguntas específicas.

3.4. Técnicas para el procesamiento de la información

Revisión documental

Incluyó la consulta y análisis de fuentes académicas y especializadas, tales como libros, artículos científicos y recursos digitales, los cuales guardan relación directa con la temática abordada en la investigación.

Encuesta

Como herramienta principal de recolección de datos, se diseñó un cuestionario exclusivo para este estudio, el cual permitió obtener información vinculada a cada aspecto de la variable examinada. Los ítems fueron formulados de manera específica, facilitando la recopilación de datos relevantes y la identificación de posibles limitaciones en la variable de estudio.

Observación

Por medio de la observación organizada junto con el instrumento apropiado, se analizó el desarrollo de procesos, interacciones, situaciones y eventos a lo largo del tiempo. Asimismo, se identificaron los contextos sociales y culturales en los que se

presentan dichas dinámicas, lo que permitió detectar posibles problemáticas relacionadas con el objeto de investigación.

a) Ficha Técnica de Instrumentos

La encuesta estuvo conformada por items correspondientes a la variable independiente y la variable dependiente. La medición se realizó mediante la escala de Likert, la cual comprende valores del 1 al 5.

b) Aplicación de los instrumentos y recolección de los datos

Se utilizó un cuestionario fiable y validado para recopilar los datos. Se garantizó la fiabilidad del cuestionario al aplicarlo dos veces.

Se buscó asegurar la validez del instrumento mediante la participación de profesionales capacitados y especialistas en el campo de estudio. Durante la administración de los cuestionarios, se contó con el valioso apoyo de estos expertos para recopilar los datos obtenidos.

Evaluación Estadístico

Se empleó el programa estadístico SPSS versión 25.0 para procesar los datos, permitiendo la interpretación, Análisis y discusión de los hallazgos mediante Representaciones gráficas de carácter estadístico. Esto condujo a obtener los resultados, conclusiones y cumplimiento de los objetivos e hipótesis, los cuales representan el resultado final del proceso de investigación.

Formulación del modelo

a. Hipótesis nula (H_0)

Los resultados obtenidos no muestran variaciones relevantes desde el punto de vista estadístico entre los grupos sometidos a evaluación.

b. Hipótesis alternativa (H_1)

El análisis estadístico evidencia la existencia de diferencias significativas entre los grupos comparados.

c. Obtención de datos y cálculo de los estadísticos correspondientes

La obtención de la información se realizó después de ejecutar las intervenciones previstas en cada grupo de estudio, empleándose posteriormente herramientas informáticas de análisis estadístico para el tratamiento de los datos.

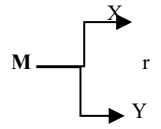
d. Toma de decisión estadística

La inferencia se realizó comparando el estadístico calculado con el valor crítico de la distribución correspondiente. Cuando el valor obtenido supera el punto crítico, se descarta la hipótesis nula; de lo contrario, no se rechaza.

Si: $F_0 > F_{\alpha, a-1, N-a}$ se rechaza

3.5. Matriz de consistencia

Anexo N°1: Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODO Y TECNICAS
Problema General ¿Cómo la radiofrecuencia LoRaWAN se relaciona con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023?	Objetivos General Conocer la radiofrecuencia LoRaWAN y su relación con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023.	Hipótesis General La radiofrecuencia LoRaWAN se relaciona significativamente con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023.	(X) Radiofrecuencia a LoRaWAN	X.1.- Sensibilidad de recepción X.2.- Ancho de banda utilizado X.3.- Frecuencia de transmisión X.4.- Inmunidad al ruido	X.1.1.- Señal de entrada X.1.2.- Potencia X.2.1.- Gestión de ancho de banda X.2.2.- Aceleración del ancho de banda X.2.3.- Máximos de ancho de banda X.2.4.- Velocidades máximas de descarga estándar de red inalámbrica X.3.1.- Conexión fibra óptica X.3.2.- Cable utp X.4.1.- Ruido endógeno X.4.2.- Ruido exógeno X.4.3.- Ruido blanco o gaussiano	Población = 156 Muestra = 65 Método: Científico. Técnicas: Para el acopio de Datos: La observación Encuesta Análisis Documental y Bibliográfica. Instrumentos de recolección de datos: Guía de observación. Cuestionario. Análisis de contenido y Fichas. Para el Procesamiento de datos. Consistenciación, Codificación Tabulación de datos. Técnicas para el análisis e interpretación de datos. Paquete estadístico SPSS 25.0 Estadística descriptiva para cada variable. Para presentación de datos Cuadros, gráficos y figuras estadísticas. Para el informe final: Tipo de Investigación: Básica Diseño de Investigación Esquema propuesto por la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica. UNJFSC. Descriptiva Correlacional Transeccional. 
Problemas Específicos 1. ¿Cómo la sensibilidad de recepción se relaciona con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023? 2. ¿Cómo el ancho de banda utilizado se relaciona con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023?	Objetivos Específicos 1. Conocer la sensibilidad de recepción y su relación con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023. 2. Conocer el ancho de banda utilizado y su relación con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023.	Hipótesis Específicas 1. La sensibilidad de recepción se relaciona significativamente con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023. 2. El ancho de banda utilizado se relaciona significativamente con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023.	(Y) Transmisión de datos	Y.1.- Deterioro de la transmisión Y.2.- Confiabilidad	Y.1.1.- Atenuación Y.1.2.- Distorsión Y.1.3.- Radio Y.2.1.- Método analítico Y.2.2.- Método de SMC	

2023? 3.¿Cómo la frecuencia de transmisión se relaciona con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023? 4.¿Cómo la inmunidad al ruido se relaciona con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023?	3. Conocer la frecuencia de transmisión y su relación con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023. 4. Conocer la inmunidad al ruido y su relación con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023.	3. La frecuencia de transmisión se relaciona significativamente con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023. 4. La inmunidad al ruido se relaciona significativamente con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023.				
---	--	--	--	--	--	--

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Análisis de resultado

Tabla 2

Radiofrecuencia LORAWAN

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	22	33,8	33,8	33,8
	Medio	35	53,8	53,8	87,7
	Alto	8	12,3	12,3	100,0
	Total	65	100,0	100,0	

Fuente: Datos recolectados mediante encuestas realizadas a los residentes de la Urbanización Santa Isabel, distrito de San Isidro.

A modo ilustrativo, se presenta el elemento gráfico que sigue

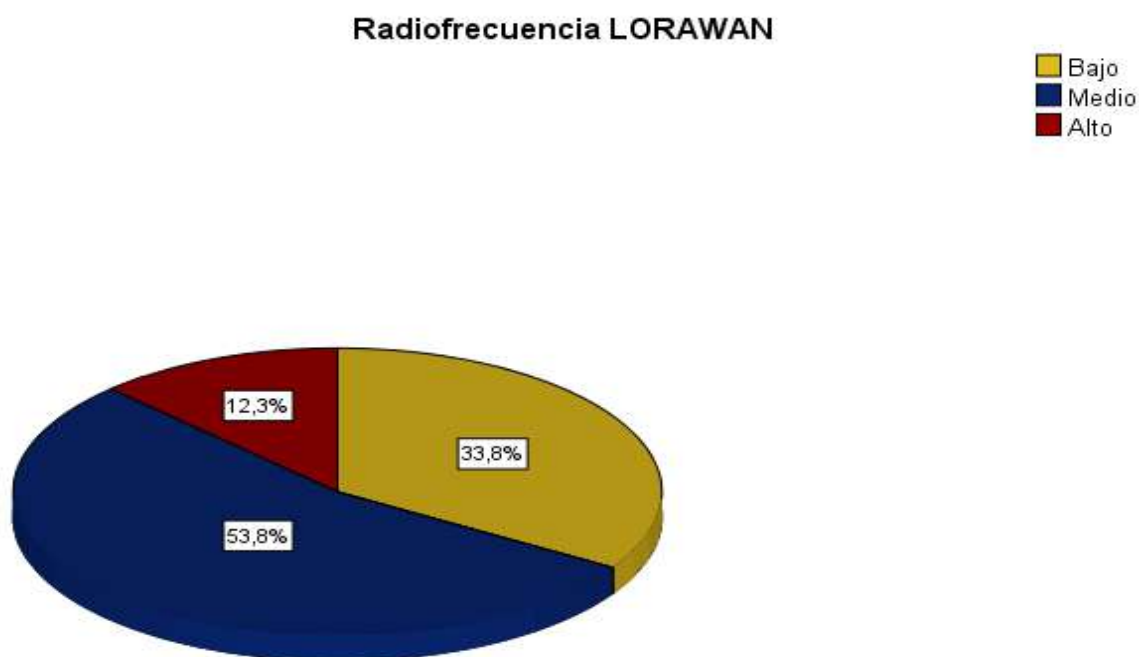


Figura 1. Radiofrecuencia LORAWAN

Con base en la información sistematizada en la Figura 1, se evidencia que la variable radiofrecuencia LoRaWAN presenta una mayor concentración en el nivel medio, con un 53,8% (35 participantes), seguida del nivel bajo con 33,8% (22) y, en menor proporción, el nivel alto con 12,3% (8). El análisis de estos datos permite afirmar que la percepción general sobre la radiofrecuencia LoRaWAN es de carácter moderado.

Tabla 3

Sensibilidad de recepción

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	36	55,4	55,4	55,4
	Medio	21	32,3	32,3	87,7
	Alto	8	12,3	12,3	100,0
	Total	65	100,0	100,0	

Fuente: Datos recolectados mediante encuestas realizadas a los residentes de la Urbanización Santa Isabel, distrito de San Isidro.

A modo ilustrativo, se presenta el elemento gráfico que sigue

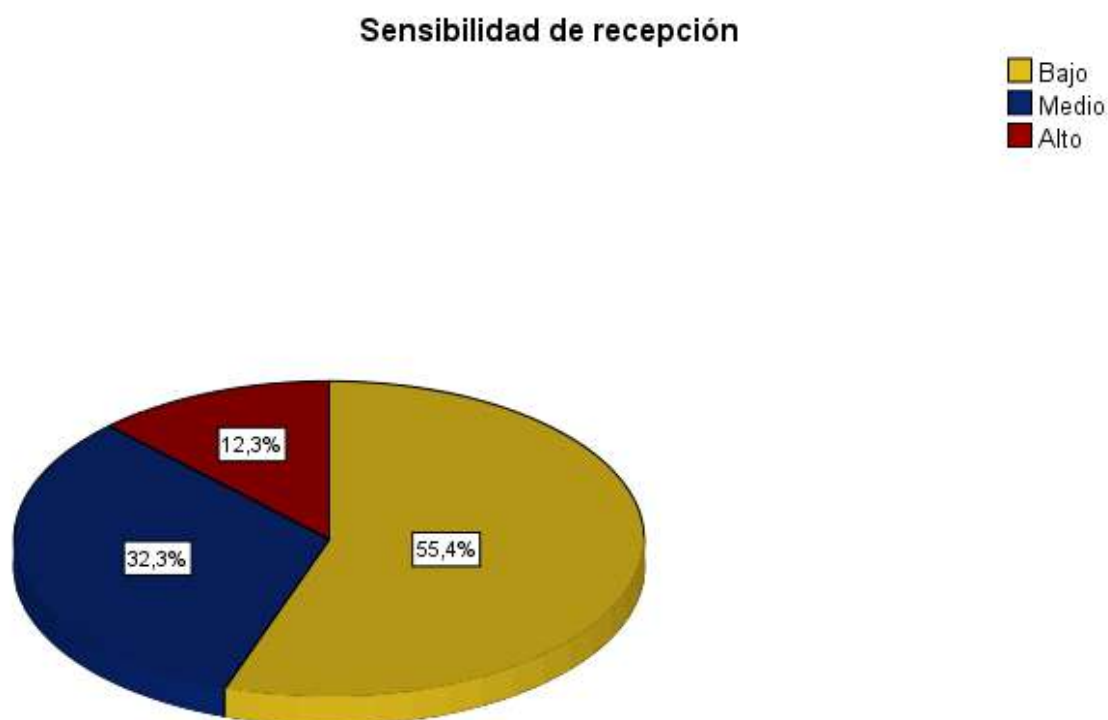


Figura 2. Sensibilidad de recepción

A partir de los datos presentada en la Figura 2, se observa que la dimensión sensibilidad de recepción muestra mayor concentración en el nivel bajo, con un 55,4 % (36 participantes), seguida del nivel medio con 32,3 % (21) y el nivel alto con 12,3 % (8). El análisis de estos datos permite concluir que la percepción respecto a la sensibilidad de recepción es predominantemente baja.

Tabla 4

Ancho de banda utilizado

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	34	52,3	52,3	52,3
	Medio	23	35,4	35,4	87,7
	Alto	8	12,3	12,3	100,0
	Total	65	100,0	100,0	

Fuente: Datos recolectados mediante encuestas realizadas a los residentes de la Urbanización Santa Isabel, distrito de San Isidro.

A modo ilustrativo, se presenta el elemento gráfico que sigue

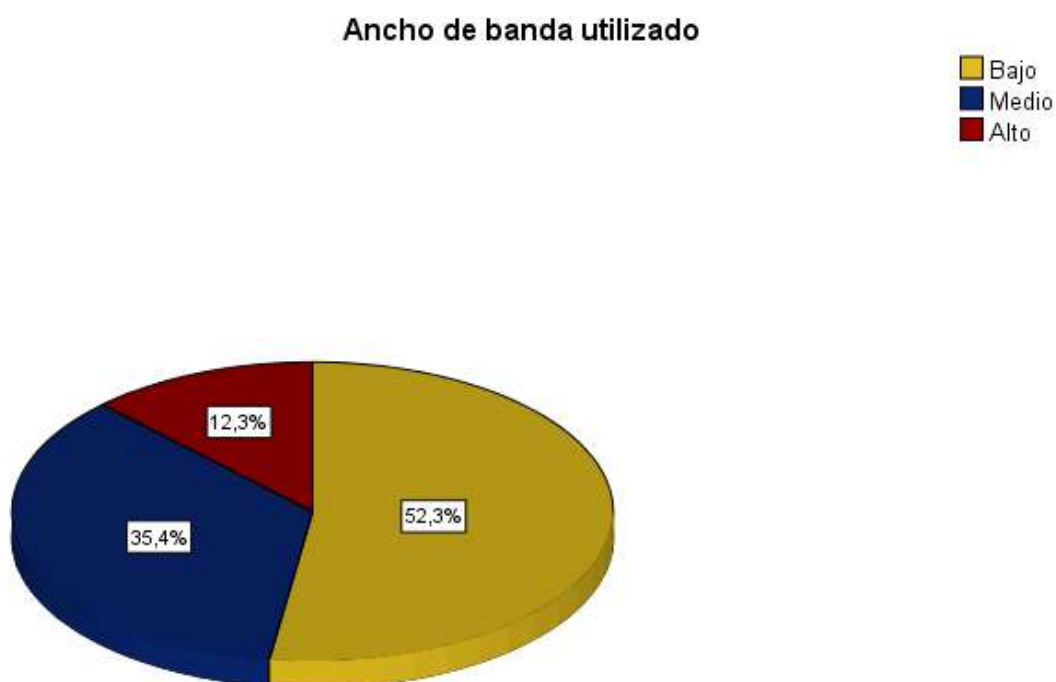


Figura 3. Ancho de banda utilizado

Según los datos recopilados en la Figura 3, la dimensión correspondiente al ancho de banda utilizado muestra que la mayor proporción se encuentra en el nivel bajo, con un 52,3 % (34 participantes), seguida del nivel medio con 35,4 % (23) y el nivel alto con 12,3 % (8). El análisis de estos resultados permite afirmar que la percepción sobre el ancho de banda utilizado es predominantemente baja.

Tabla 5

Frecuencia de transmisión

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	41	63,1	63,1	63,1
	Medio	16	24,6	24,6	87,7
	Alto	8	12,3	12,3	100,0
	Total	65	100,0	100,0	

Fuente: Datos recolectados mediante encuestas realizadas a los residentes de la Urbanización Santa Isabel, distrito de San Isidro.

A modo ilustrativo, se presenta el elemento gráfico que sigue

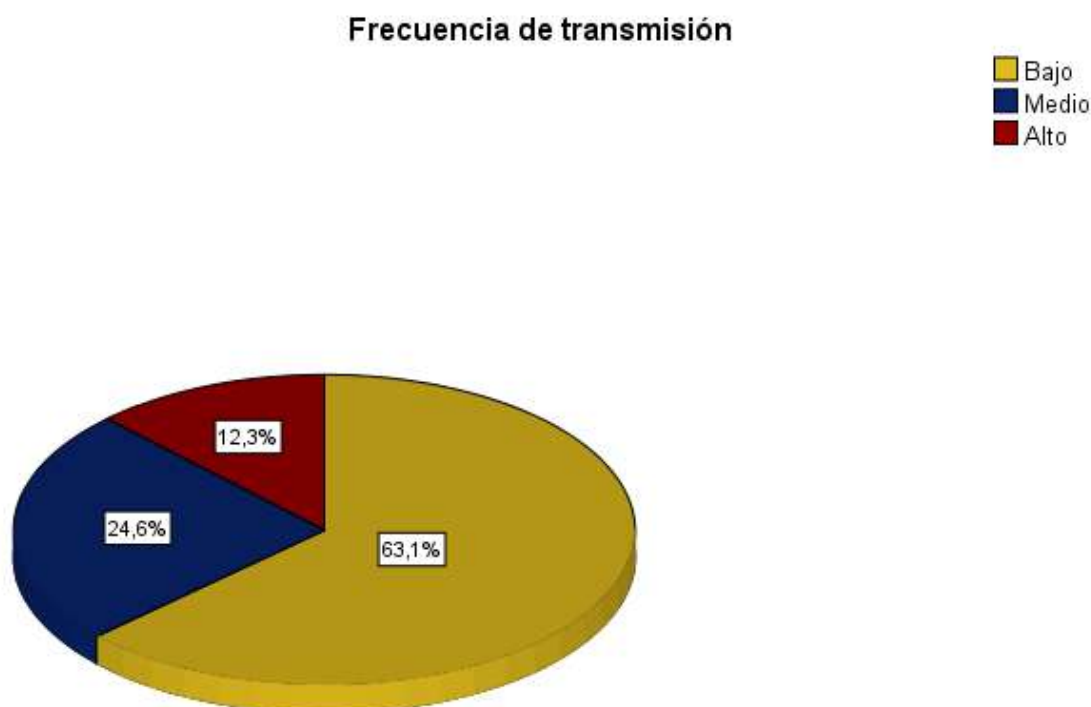


Figura 4. Frecuencia de transmisión

De acuerdo con la información presentada en la Figura 4, la dimensión frecuencia de transmisión indica que la mayor proporción se concentra en el nivel bajo, con un 63,1 % (41 participantes), seguida del nivel medio con 24,6 % (16) y del nivel alto con 12,3 % (8). El análisis de estos datos permite concluir que la percepción respecto a la frecuencia de transmisión es predominantemente baja.

Tabla 6

Inmunidad al ruido

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	27	41,5	41,5	41,5
	Medio	30	46,2	46,2	87,7
	Alto	8	12,3	12,3	100,0
	Total	65	100,0	100,0	

Fuente: Datos recolectados mediante encuestas realizadas a los residentes de la Urbanización Santa Isabel, distrito de San Isidro.

A modo ilustrativo, se presenta el elemento gráfico que sigue

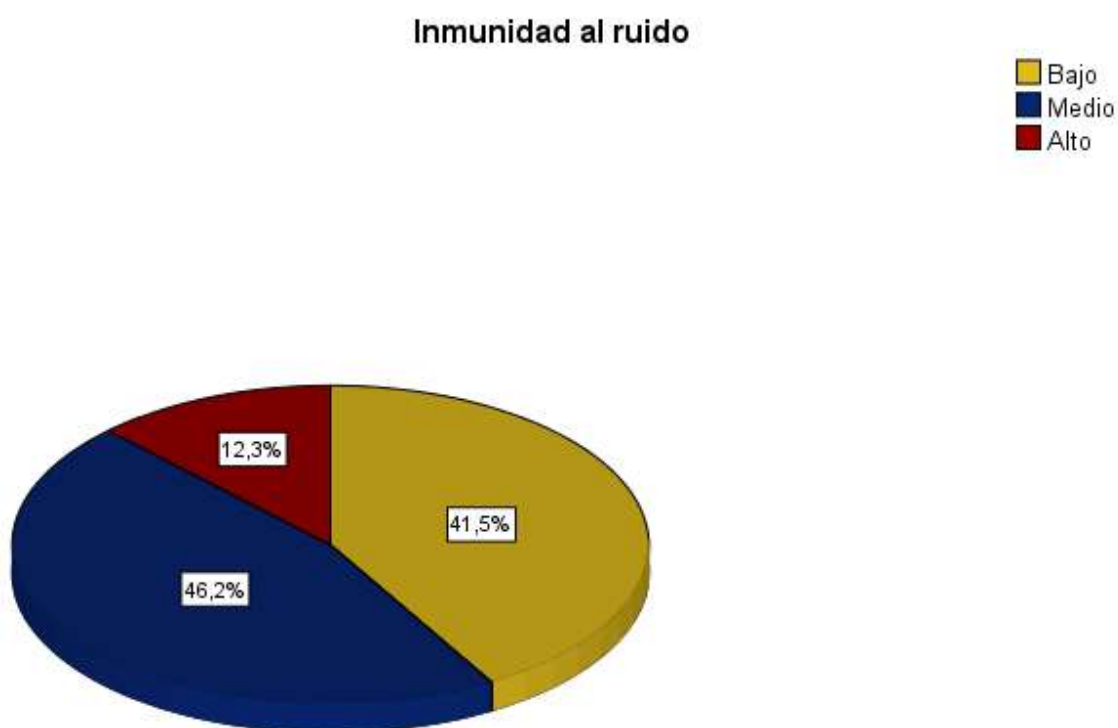


Figura 5. Inmunidad al ruido

Según los datos presentados en la Figura 5, la dimensión inmunidad al ruido muestra mayor concentración en el nivel medio, con un 46,2 % (30 participantes), seguida del nivel bajo con 41,5 % (27) y del nivel alto con 12,3 % (8). El análisis de esta información permite concluir que la percepción sobre la inmunidad al ruido es de carácter moderado.

Tabla 7

Transmisión de datos

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	26	40,0	40,0	40,0
	Medio	33	50,8	50,8	90,8
	Alto	6	9,2	9,2	100,0
	Total	65	100,0	100,0	

Fuente: Datos recolectados mediante encuestas realizadas a los residentes de la Urbanización Santa Isabel, distrito de San Isidro.

A modo ilustrativo, se presenta el elemento gráfico que sigue

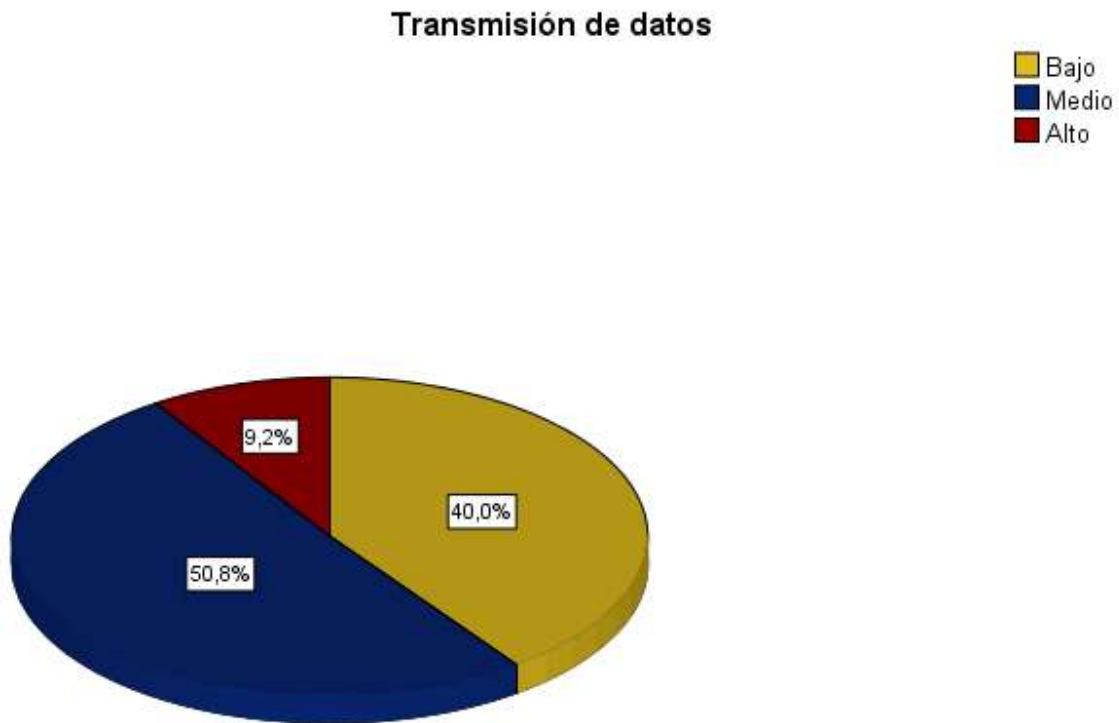


Figura 6. Transmisión de datos

De acuerdo con la información registrada en la Figura 6, la variable transmisión de datos presenta mayor concentración en el nivel medio, con un 50,8 % (33 participantes), seguida del nivel bajo con 40,0 % (26) y del nivel alto con 9,2 % (6). El análisis de estos resultados permite afirmar que la percepción sobre la transmisión de datos es de carácter moderado.

Tabla 8

Deterioro de la transmisión

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	26	40,0	40,0	40,0
	Medio	29	44,6	44,6	84,6
	Alto	10	15,4	15,4	100,0
	Total	65	100,0	100,0	

Fuente: Datos recolectados mediante encuestas realizadas a los residentes de la Urbanización Santa Isabel, distrito de San Isidro.

A modo ilustrativo, se presenta el elemento gráfico que sigue

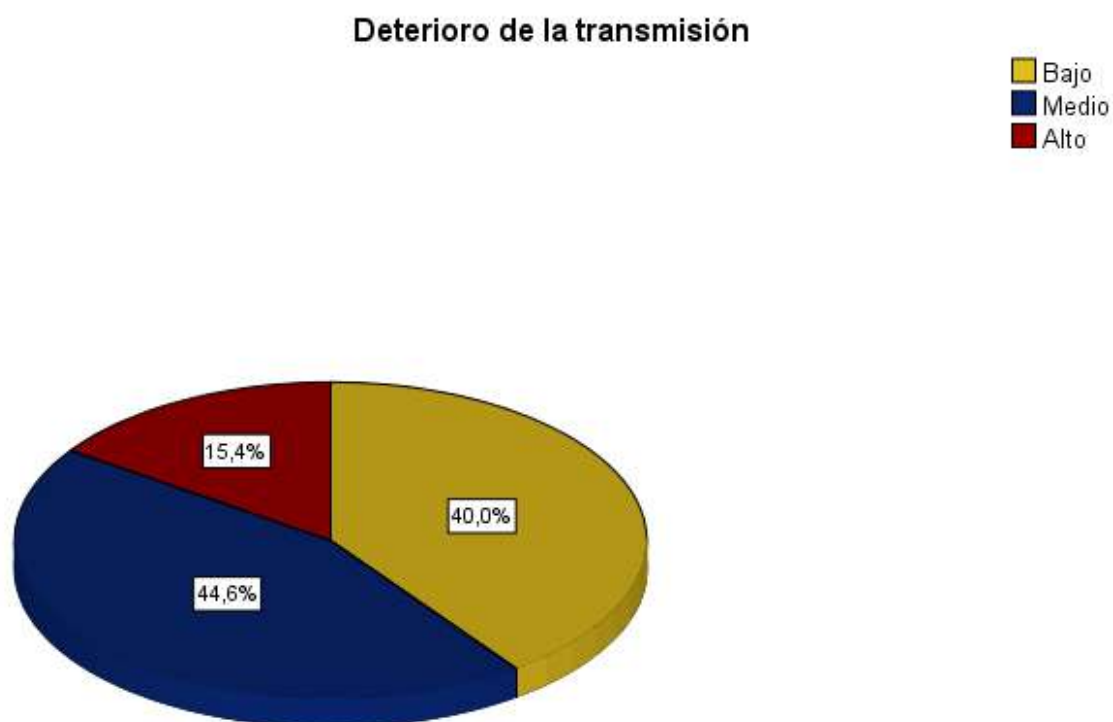


Figura 7. Deterioro de la transmisión

A partir de los datos organizados en la Figura 7, se observa que la dimensión deterioro de la transmisión se concentra principalmente en el nivel medio, con un 44,6 % (29 participantes), seguida del nivel bajo con 40,0 % (26) y del nivel alto con 15,4 % (10). El análisis de esta información permite concluir que la percepción sobre el deterioro de la transmisión es moderada.

Tabla 9

Confiabilidad

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	42	64,6	64,6	64,6
	Medio	17	26,2	26,2	90,8
	Alto	6	9,2	9,2	100,0
	Total	65	100,0	100,0	

Fuente: Datos recolectados mediante encuestas realizadas a los residentes de la Urbanización Santa Isabel, distrito de San Isidro.

A modo ilustrativo, se presenta el elemento gráfico que sigue

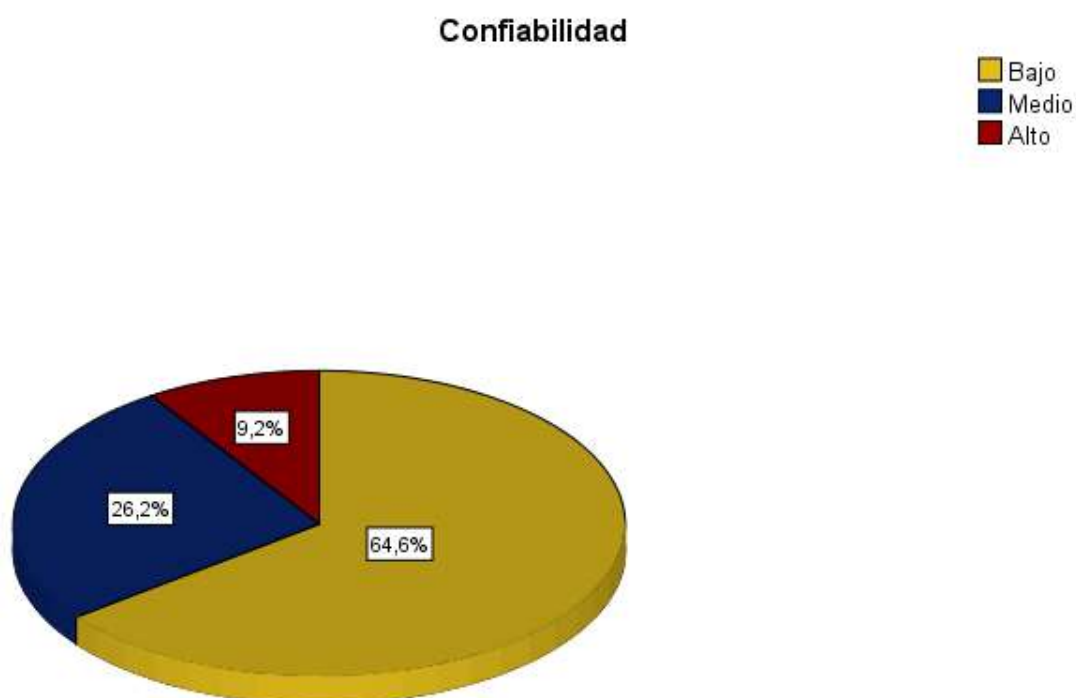


Figura 8. Confiabilidad

Según los datos organizados en la Figura 8, la dimensión confiabilidad se concentra principalmente en el nivel bajo, con un 64,6 % (42 participantes), seguida del nivel medio con 26,2 % (17) y del nivel alto con 9,2 % (6). El análisis de esta información permite concluir que la percepción sobre la confiabilidad es predominantemente baja.

4.2. Contrastación de hipótesis

Prueba de normalidad

Considerando que el estudio involucra dos variables de naturaleza cuantitativa, fue indispensable verificar previamente el comportamiento estadístico de los datos obtenidos, antes de aplicar técnicas de inferencia. En este sentido, se evaluó si los valores analizados se ajustaban o no a un patrón de distribución normal. Dado que el número de observaciones superó las cincuenta unidades, se seleccionó la prueba de Kolmogorov-Smirnov como método de verificación.

Se definieron los criterios para la toma de decisiones estadísticas:

Hipótesis nula (H_0): Los datos no siguen una distribución normal.

Hipótesis alternativa (H_1): Los datos presentan una distribución normal.

De acuerdo con la regla establecida, si el valor de p es menor que 0,05, se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 10

Prueba de normalidad de la Radiofrecuencia LORAWAN y la transmisión de datos

	Kolmogorov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig.
Radiofrecuencia LORAWAN	,190	65	,000*
Transmisión de datos	,239	65	,000*

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Análisis: El análisis reflejado en la Tabla 10 evidencia que los niveles de significancia obtenidos para la tecnología LoRaWAN y para el proceso de transmisión de información son inferiores al umbral establecido, registrando un valor de 0,000 en ambos casos. Este resultado permite descartar la hipótesis nula, lo que sugiere que los datos evaluados no presentan un comportamiento compatible con una distribución normal.

Dado este hallazgo, se optó por la aplicación del estadístico de correlación de Spearman, debido a que corresponde a una técnica no paramétrica que resulta adecuada cuando no se cumplen los supuestos de normalidad en los conjuntos de datos analizados.

Hipótesis General

Hipótesis Alternativa: La radiofrecuencia LoRaWAN se relaciona significativamente con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023.

Hipótesis Nula: La radiofrecuencia LoRaWAN no se relaciona significativamente con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023.

Tabla 11

La radiofrecuencia LoRaWAN y la transmisión de datos

		Radiofrecuen cia LORAWAN	Transmisión de datos
Rho de Spearman	Radiofrecuencia LORAWAN	Coefficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	,886**
		N	,000
	Transmisión de datos	Coefficiente de correlación	,000
		Sig. (bilateral)	,886**
		N	1,000

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

Como se observa en la Tabla 11, el análisis estadístico evidenció un coeficiente de correlación de 0,886, con un nivel de significancia de 0,000, inferior al umbral establecido ($p < 0,05$). Estos hallazgos permiten aceptar la hipótesis alternativa y rechazar la hipótesis nula de manera simultánea. Por lo tanto, se confirma estadísticamente la existencia de una relación significativa entre la radiofrecuencia LoRaWAN y la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel, distrito de San Isidro, durante el año 2023.

Asimismo, el valor del coeficiente obtenido permite clasificar dicha relación como una correlación positiva de alta intensidad.

Hipótesis Especifico 1

Hipótesis Alternativa: La sensibilidad de recepción se relaciona significativamente con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023.

Hipótesis Nula: La sensibilidad de recepción no se relaciona significativamente con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023.

Tabla 12

La sensibilidad de recepción y la transmisión de datos

			Sensibilidad de recepción	Transmisión de datos
Rho de Spearman	Sensibilidad de recepción	Coeficiente de correlación	1,000	,589**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	65	65
	Transmisión de datos	Coeficiente de correlación	,589**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	65	65

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

De los resultados consignados en la Tabla 12, el análisis estadístico determinó un coeficiente de correlación de 0,589, acompañado de un nivel de significancia de 0,000, valor inferior al umbral establecido ($p < 0,05$). En función de estos resultados, se procede a aceptar la hipótesis alternativa y a descartar la hipótesis nula. De este modo, se comprueba estadísticamente que la sensibilidad de recepción mantiene una relación significativa con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel, ubicada en el distrito de San Isidro, durante el año 2023.

Adicionalmente, la magnitud del coeficiente obtenido permite clasificar dicha relación como una correlación positiva de intensidad moderada.

Hipótesis Especifico 2

Hipótesis Alternativa: El ancho de banda utilizado se relaciona significativamente con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023.

Hipótesis Nula: El ancho de banda utilizado no se relaciona significativamente con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023.

Tabla 13

El ancho de banda utilizado y la transmisión de datos

		Ancho de banda utilizado	Transmisión de datos
Rho de Spearman	Ancho de banda utilizado	Coefficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	,902**
		N	,000
	Transmisión de datos	Coefficiente de correlación	,000
		Sig. (bilateral)	,902**
		N	1,000

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

Los datos presentados en la Tabla 13 evidencian que el coeficiente de correlación obtenido alcanza un valor de 0,902, acompañado de un nivel de significancia de 0,000, el cual se sitúa por debajo del criterio estadístico establecido ($p < 0,05$). En función de estos resultados, se acepta la hipótesis alternativa y se descarta la hipótesis nula. Por consiguiente, se confirma estadísticamente que el ancho de banda empleado guarda una relación significativa con el proceso de transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel, distrito de San Isidro, correspondiente al año 2023.

Asimismo, el valor alcanzado por el coeficiente de correlación permite calificar esta relación como positiva y de intensidad muy alta.

Hipótesis Especifico 3

Hipótesis Alternativa: La frecuencia de transmisión se relaciona significativamente con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023.

Hipótesis Nula: La frecuencia de transmisión no se relaciona significativamente con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023.

Tabla 14

La frecuencia de transmisión y la transmisión de datos

		Frecuencia de Transmisión	Transmisión de datos
Rho de Spearman	Frecuencia de transmisión	1,000	,847**
	Transmisión de datos		

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

La información expuesta en la Tabla 14 muestra que el análisis estadístico arrojó un coeficiente de correlación de 0,847, acompañado de un nivel de significancia de 0,000, valor que se encuentra por debajo del umbral establecido ($p < 0,05$). En consecuencia, se procede a aceptar la hipótesis alternativa y a rechazar la hipótesis nula. Estos resultados permiten demostrar, desde el punto de vista estadístico, que la frecuencia de transmisión mantiene una relación significativa con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel, ubicada en el distrito de San Isidro, durante el año 2023. Asimismo, la magnitud del coeficiente obtenido indica que dicha relación corresponde a una correlación positiva de alta intensidad.

Hipótesis Especifico 4

Hipótesis Alternativa: La inmunidad al ruido se relaciona significativamente con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023.

Hipótesis Nula: La inmunidad al ruido no se relaciona significativamente con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023.

Tabla 15

La inmunidad al ruido y la transmisión de datos

		Inmunidad al ruido	Transmisión de datos
Rho de Spearman	Inmunidad al ruido	Coefficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	,863**
		N	,000
	Transmisión de datos	Coefficiente de correlación	,000
		Sig. (bilateral)	,863**
		N	1,000

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

Los resultados reportados en la Tabla 15 indican que el coeficiente de correlación calculado alcanza un valor de 0,863, acompañado de un nivel de significancia de 0,000, inferior al criterio estadístico establecido ($p < 0,05$). En virtud de estos resultados, se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. De este modo, se comprueba estadísticamente que la inmunidad al ruido presenta una relación significativa con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel, distrito de San Isidro, correspondiente al año 2023.

Además, la magnitud del coeficiente obtenido permite clasificar dicha relación como una correlación positiva de alta intensidad.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

5.1. Discusión

El análisis de los datos demuestra que la radiofrecuencia LoRaWAN se relaciona significativamente con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro, 2023, respaldado por el valor del estadístico Rho de 0.886, lo cual representa una correlación positiva alta. Esta información permite concluir que el uso de la tecnología LoRaWAN influye de manera directa y favorable en la eficiencia del proceso de transmisión de datos, permitiendo una comunicación estable, confiable y adecuada para entornos urbanos. La evidencia obtenida guarda similitudes con lo reportado por Alberca (2022), quien señala que la banda ISM de 915 MHz presenta ventajas técnicas y regulatorias que optimizan el desempeño de las redes LoRa, especialmente en zonas urbanas donde existen múltiples fuentes de interferencia. Asimismo, los resultados concuerdan con Chuqui y Castro (2022), quienes destacan que una correcta implementación de la red LoRaWAN, junto con una adecuada integración del gateway y el servidor, garantiza la transmisión efectiva de información en aplicaciones IoT. En este sentido, los hallazgos del presente estudio refuerzan la pertinencia del uso de LoRaWAN como una solución eficiente para la transmisión de datos en escenarios urbanos con requerimientos de bajo consumo energético y amplio alcance.

Al analizar la primera dimensión, se refleja que la sensibilidad de recepción se relaciona significativamente con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro, 2023, evidenciado por un estadístico Rho de 0.589, lo que pone de manifiesto una correlación positiva moderada. Este hallazgo muestra, si bien la sensibilidad del receptor no es el único factor determinante, sí cumple un rol importante en la calidad de la comunicación, permitiendo la correcta recepción de señales débiles en condiciones no ideales. Este efecto se alinea con el estudio de Zegarra (2020), quien sostiene que las tecnologías que operan en frecuencias inferiores a 1 GHz presentan una menor atenuación frente a obstáculos naturales y artificiales, favoreciendo la recepción de la señal. De manera complementaria, los resultados también guardan relación con lo expuesto por Quispe (2021), quien demostró que una adecuada sensibilidad de los nodos finales permite mantener la transmisión de datos en tiempo real sin afectar la precisión de la localización ni el desempeño del sistema, incluso en entornos con limitaciones geográficas.

De acuerdo con la segunda dimensión, se observa que el ancho de banda utilizado se relaciona significativamente con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro, 2023, lo cual se evidencia en una correlación 0.902, permitiendo inferir una correlación positiva muy alta. En consecuencia sugiere que una adecuada selección y gestión del ancho de banda influye de manera decisiva en la estabilidad y continuidad de la transmisión de datos, optimizando el rendimiento general del sistema LoRaWAN. Los datos obtenidos se encuentran en concordancia con Hernández et al. (2023), quienes destacan que el uso eficiente del ancho de banda permite maximizar la capacidad de transmisión, aun en tecnologías orientadas a bajas tasas de datos. Asimismo, estos hallazgos se relacionan indirectamente con lo señalado por Costales (2020), quien enfatiza que la correcta configuración de los parámetros de transmisión mejora el desempeño del sistema y reduce errores en la recepción de información, lo cual resulta fundamental para garantizar una comunicación confiable.

De acuerdo con la tercera dimensión, se observa que la frecuencia de transmisión se relaciona significativamente con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro, 2023, evidenciado por una correlación de 0.847, lo que permite inferir una correlación positiva alta. Este resultado confirma que la elección adecuada de la frecuencia de operación es un factor clave para lograr una transmisión eficiente, especialmente en entornos urbanos donde existen obstáculos físicos y fuentes de interferencia electromagnética. Los datos obtenidos se encuentran en concordancia con Alberca (2022), quien resalta que la banda de 915 MHz ofrece mejores condiciones de propagación de la señal y menor restricción regulatoria. De igual forma, Zegarra (2020) concluye que las frecuencias más bajas presentan menor atenuación causada por la vegetación, la precipitación y otros factores ambientales, lo cual explica el buen desempeño observado en el presente estudio.

Finalmente, en la cuarta dimensión, se observa que la inmunidad al ruido se relaciona significativamente con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro, 2023, reflejado en una correlación de 0.863, reflejando una correlación positiva alta. Este hallazgo demuestra que los sistemas basados en LoRaWAN poseen una alta capacidad para operar de manera estable en presencia de interferencias y ruido, garantizando la integridad de los datos transmitidos. Este resultado concuerda con la investigación de Quispe (2021), quien evidenció que los sistemas de seguimiento basados en LoRaWAN mantienen un desempeño confiable sin afectar el entorno ni la calidad de la información transmitida.

Asimismo, Romero (2020) resalta que las redes LPWAN presentan una alta tolerancia al ruido y a las variaciones del entorno, lo que las convierte en una alternativa idónea para aplicaciones de monitoreo y transmisión de datos en escenarios reales y exigentes.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- 1. Según el objetivo general**, se determinó que la radiofrecuencia LoRaWAN se relaciona significativamente con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023, respaldado por el valor del estadístico Rho de Spearman de 0.886, lo cual representa una correlación positiva alta. El dato obtenido evidencia que la implementación de la tecnología LoRaWAN influye de manera favorable en la eficiencia, confiabilidad y estabilidad del proceso de transmisión de datos, consolidándose como una alternativa adecuada para entornos urbanos que requieren comunicaciones de largo alcance y bajo consumo energético.
- 2. Según el objetivo específico 1**, se conoció que la sensibilidad de recepción se relaciona significativamente con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023. Esto se refleja un estadístico Rho de 0.589, lo que pone de manifiesto correlación positiva moderada. De esto se deduce que una mayor sensibilidad en los dispositivos receptores contribuye a mejorar la recepción de señales débiles, favoreciendo la continuidad de la comunicación y reduciendo pérdidas de información, aunque no constituye el único factor determinante del rendimiento del sistema.
- 3. Según el objetivo específico 2**, el presente estudio permitió constatar que el ancho de banda utilizado se relaciona significativamente con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023. Evidenciando en una correlación de 0.902, lo que permite inferir correlación positiva muy alta. El resultado evidencia que una adecuada selección y configuración del ancho de banda es un factor clave para optimizar el desempeño del sistema LoRaWAN, permitiendo una transmisión más eficiente, estable y confiable de los datos.
- 4. Según el objetivo específico 3**, se determinó que la frecuencia de transmisión se relaciona significativamente con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023. Esto se evidencia en una correlación de 0.847, lo que permite inferir correlación positiva alta. Esto significa que el uso de frecuencias adecuadas, como la banda ISM, favorece la propagación de la señal y reduce la atenuación, mejorando así el alcance y la calidad de la transmisión de datos en entornos urbanos.

4. Según el objetivo específico 4, el presente estudio permitió constatar que la inmunidad al ruido se relaciona significativamente con la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023. Esto se refleja en una correlación de 0.863, lo que confirma una correlación positiva alta. A partir de estos datos, se puede inferir que la tecnología LoRaWAN presenta una elevada tolerancia al ruido e interferencias, garantizando la integridad y confiabilidad de los datos transmitidos, incluso en escenarios con condiciones adversas.

6.2. Recomendaciones

1. Se recomienda realizar un seguimiento a largo plazo de la relación entre la radiofrecuencia LoRaWAN y la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023, para entender mejor cómo esta relación puede evolucionar con el tiempo y bajo diferentes condiciones ambientales.
2. Se sugiere explorar cómo la sensibilidad de recepción puede optimizarse para mejorar aún más la calidad y la fiabilidad e la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro, considerando posibles ajustes en los equipos o en la configuración de la red.
3. Se aconseja investigar la posibilidad de utilizar diferentes anchos de banda y su impacto en la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro, con el fin de identificar la configuración óptima que maximice la eficiencia del sistema.
4. Se sugiere realizar estudios adicionales para examinar cómo la frecuencia de transmisión puede ser ajustada para minimizar posibles interferencias y maximizar la estabilidad de la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro.
5. Se recomienda investigar estrategias para mejorar la inmunidad al ruido en el sistema de transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro, como la implementación de filtros o la selección de ubicaciones estratégicas para los dispositivos

CAPÍTULO VII. REFERENCIAS

7.1 Fuentes bibliográficas

Córdoba (2009). Estadística aplicada a la Investigación. McGraw-Hill.

Hernández et al (2023). Análisis de un sistema de transmisión/recepción de datos mediante comunicación por luz visible (Tesis de Pregrado). Instituto Politécnico Nacional, Quito - Ecuador.

Costales, F. (2020). Comparación del desempeño de las modulaciones PAM-2, PAM-4 y PAN-8 en la transmisión de datos a alta velocidad en redes PON de nueva generación (NG-PON) (Tesis de Pregrado). Pontificia Universidad Católica Del Ecuador, Quito - Ecuador.

Alberca, A. (2022). Estudio de la tecnología lora, Lpwan (Low Power Wide Area Network) para cubrir la zona urbana de la ciudad de Quito (Tesis de Pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Quito - Ecuador.

Chuqui, R. y Castro, D. (2022). Espliegue y configuración de una red lorawan usando una plataforma the things network (TTN) para dispositivos de internet de las cosas (IoT) (Tesis de Pregrado). Universidad Politécnica Salesian, Cuenca - Ecuador.

Capdehourat, G. y La Rocca, F. (2019). PARRiOT: Implementaci'ón de RTK Sobre Red LoRa/LoRaWAN (Tesis de Pregrado). Universidad de la República, Montevideo - Uruguay.

Janampa, V. (2023). Diseño de una red de fibra óptica para implementar el servicio de banda ancha para Andina Perú cable E.I.R.L. en la ciudad de Cerro de Pasco (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Cerro de Pasco - Perú.

Vega, V. (2023). Implementación de una red wireless para la transmision de datos de internet del anexo Nijandaris, año 2022 (Tesis de Pregrado). Universidad Peruana Los Andes, Huancayo – Perú.

Zegarra, L. (2020). Diseño de una red inalámbrica de sensado remoto con aplicación en un escenario de selva baja (Tesis de Pregrado). Pontificia Universidad Católica Del Perú, Lima – Perú.

Romero, L. (2021). Monitoreo de indicadores durante el transporte de un tanque de leche en comunidades altoandinas aplicando redes LPWAN (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima – Perú.

Quispe, K. (2021). Diseño e implementación de un sistema de comunicación lorawan para la localización de vicuñas en la comunidad primer Chimpa Jilahuata – Azángaro -

Azángaro - Puno (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Del Altiplano De Puno, Puno – Perú.

Flo Networks, (s.f) ¿Qué es el ancho de banda?. Flo Networks.

Andres, R. (2011) ¿Que es sensibilidad o sensibilidad en un receptor?. Communications-1

Guiadores, (2004) Transmisión y comunicación de datos. Redes.

Forouzan, B (2007), Transmision de datos y redes de comunicación. McGraw-Hill

Rangel, C. (2004). Análisis de confiabilidad de redes de telecomunicaciones con simulaciones de montecarlo - simulación (Tesis de Pregrado). Universidad De Los Andes, Bogotá – Colombia.

Cairone, D. (2002) Transmisión de información por radiación electromagnética. Radios. Atenas. Universidad Nacional De Rosario.

ANEXOS

Anexo 01. Instrumento de recolección de datos



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

“Cuestionario para conocer la Radiofrecuencia LoRaWAN para mejorar la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023”

Apreciado colaborador, agradecemos tu participación y te solicitamos responder con responsabilidad y honestidad al presente cuestionario. Por favor, asegúrate de contestar todas las preguntas.

El objetivo es recopilar información, para conocer la Radiofrecuencia LoRaWAN para mejorar la transmisión de datos en la Urbanización Santa Isabel – San Isidro 2023.

Instrucciones: Revise cada pregunta con atención y señale con una “x” la opción de la escala que considere más adecuada.

Niveles de valoración

Siempre	Casi siempre	A veces	Casi nunca	Nunca
5	4	3	2	1

Radiofrecuencia LoRaWAN (X)						
Nº	X.1. Sensibilidad de recepción	N.	C.N	A.	C.S.	S.
01	En su experiencia, ¿con qué frecuencia ha experimentado una recepción de señal confiable y consistente utilizando la tecnología LoRaWAN en la Urbanización Santa Isabel?					
02	En su experiencia, ¿con qué frecuencia ha percibido una potencia de recepción sólida y confiable utilizando la tecnología LoRaWAN en la Urbanización Santa Isabel?					
	X.2. Ancho de banda utilizado					
03	Desde su punto de vista, ¿con qué frecuencia ha observado un uso eficiente del ancho de banda en la					

	gestión de la tecnología LoRaWAN en la Urbanización Santa Isabel?					
04	Desde su experiencia, ¿con qué frecuencia ha percibido una aceleración efectiva del ancho de banda en la gestión de la tecnología LoRaWAN en la Urbanización Santa Isabel?					
05	Desde su perspectiva, ¿con qué frecuencia ha notado un aprovechamiento efectivo de los máximos de ancho de banda en la gestión de la tecnología LoRaWAN en la Urbanización Santa Isabel?					
06	Desde su experiencia, ¿con qué frecuencia ha experimentado velocidades máximas de descarga estándar consistentes en la red inalámbrica LoRaWAN en la Urbanización Santa Isabel?					
X.3. Frecuencia de transmisión						
07	Desde su punto de vista, ¿con qué frecuencia ha notado una frecuencia de transmisión consistente y eficiente en comparación con la conexión de fibra óptica en la Urbanización Santa Isabel utilizando la tecnología LoRaWAN?					
08	Desde su perspectiva, ¿con qué frecuencia ha notado una frecuencia de transmisión consistente y eficiente en comparación con la conexión mediante Cable UTP en la Urbanización Santa Isabel utilizando la tecnología LoRaWAN?					
X.4. Inmunidad al ruido						
09	Desde su experiencia, ¿con qué frecuencia ha notado una inmunidad al ruido efectiva en comparación con el ruido endógeno en la Urbanización Santa Isabel utilizando la tecnología LoRaWAN?					
10	Desde su perspectiva, ¿con qué frecuencia ha notado una inmunidad al ruido efectiva en comparación con el ruido exógeno en la Urbanización Santa Isabel utilizando la tecnología LoRaWAN?					
11	Desde su experiencia, ¿con qué frecuencia ha notado una inmunidad al ruido efectiva en comparación con el ruido blanco en la Urbanización Santa Isabel utilizando la tecnología LoRaWAN?					
Transmisión de datos (Y)						
Y.1. Deterioro de la transmisión						
12	Desde su punto de vista, ¿con qué frecuencia ha notado un deterioro en la transmisión de datos en comparación con la atenuación en la Urbanización Santa Isabel utilizando la tecnología de transmisión de datos?					
13	Desde su experiencia, ¿con qué frecuencia ha notado un deterioro en la transmisión de datos en comparación con la distorsión en la Urbanización					

	Santa Isabel utilizando la tecnología de transmisión de datos?					
14	Desde su perspectiva, ¿con qué frecuencia ha notado un deterioro en la transmisión de datos en comparación con la interferencia de radio en la Urbanización Santa Isabel utilizando la tecnología de transmisión de datos?					
	Y.2. Confiabilidad					
15	Desde su experiencia, ¿con qué frecuencia ha observado una mayor confiabilidad en la transmisión de datos en comparación con el método analítico en la Urbanización Santa Isabel?					
16	Desde su experiencia, ¿con qué frecuencia ha notado una mayor confiabilidad en la transmisión de datos en comparación con el método SMC en la Urbanización Santa Isabel?					

Anexo 02. Validez y confiabilidad de los instrumentos

La fiabilidad de los instrumentos fue determinada utilizando el índice alfa de Cronbach, el cual permite verificar el grado de coherencia interna

A partir de la evaluación de los ítems del instrumento

Estadísticos de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,920	16

El alfa de Cronbach evidencia un nivel muy alto de coherencia entre los ítems del cuestionario, lo que confirma que el instrumento presentó una adecuada fiabilidad para medir las variables en la muestra analizada.

Anexo 03. Registro visual del análisis efectuado en SPSS

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
43	3	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2
44	2	2	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	2	5
45	5	5	5	5	5	5	5	5	2	5	5	1	4	3
46	2	3	1	3	1	5	1	3	3	1	3	2	2	4
47	3	2	1	2	3	2	1	2	2	1	2	1	2	3
48	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4	3	4	5
49	2	4	1	4	3	2	1	4	3	1	4	1	4	3
50	2	2	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2	4
51	3	1	5	1	2	3	5	1	2	5	1	5	1	2
52	5	5	5	5	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5
53	2	3	2	3	3	3	2	3	4	2	3	2	3	2
54	1	5	3	5	1	4	3	5	3	3	5	3	5	3
55	3	2	1	2	3	2	1	2	2	1	2	1	2	3
56	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4	3	4	5
57	3	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2
58	5	3	5	3	2	2	5	3	3	5	3	5	3	3
59	2	1	3	1	3	3	3	1	2	3	1	3	1	2
60	3	2	1	2	2	3	1	2	3	1	2	1	2	3
61	3	2	2	2	1	5	2	2	4	2	2	2	2	2
62	4	2	3	2	3	2	3	2	2	3	2	3	2	1
63	2	3	4	3	3	2	4	3	3	4	3	4	3	3
64	5	5	5	5	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5
65	2	4	1	4	3	2	1	4	3	1	4	3	2	4

sta de datos Vista de variables

15	P15	Númerico	8	0		Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
16	P16	Númerico	8	0		Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
17	X	Númerico	8	2	Radiofrecuencia LORAWAN	Ninguno	Ninguno	10	Derecha	Escala	Entrada
18	X1	Númerico	8	2	Sensibilidad de recepción	Ninguno	Ninguno	10	Derecha	Escala	Entrada
19	X2	Númerico	8	2	Ancho de banda utilizado	Ninguno	Ninguno	10	Derecha	Escala	Entrada
20	X3	Númerico	8	2	Frecuencia de transmisión	Ninguno	Ninguno	10	Derecha	Escala	Entrada
21	X4	Númerico	8	2	Inmunidad al ruido	Ninguno	Ninguno	10	Derecha	Escala	Entrada
22	Y	Númerico	8	2	Transmisión de datos	Ninguno	Ninguno	10	Derecha	Escala	Entrada
23	Y1	Númerico	8	2	Deterioro de la transmisión	Ninguno	Ninguno	10	Derecha	Escala	Entrada
24	Y2	Númerico	8	2	Confiabilidad	Ninguno	Ninguno	10	Derecha	Escala	Entrada
25	RADIOFRE...	Númerico	5	0	Radiofrecuencia LORAWAN	{1, Bajo}...	Ninguno	25	Derecha	Ordinal	Entrada
26	Sensibilidad...	Númerico	5	0	Sensibilidad de recepción	{1, Bajo}...	Ninguno	25	Derecha	Ordinal	Entrada
27	Ancho_ban...	Númerico	5	0	Ancho de banda utilizado	{1, Bajo}...	Ninguno	23	Derecha	Ordinal	Entrada
28	Frecuencia_...	Númerico	5	0	Frecuencia de transmisión	{1, Bajo}...	Ninguno	25	Derecha	Ordinal	Entrada
29	Inmunidad_r...	Númerico	5	0	Inmunidad al ruido	{1, Bajo}...	Ninguno	17	Derecha	Ordinal	Entrada
30	Transmisión...	Númerico	5	0	Transmisión de datos	{1, Bajo}...	Ninguno	20	Derecha	Ordinal	Entrada
31	Deterioro	Númerico	5	0	Deterioro de la transmisión	{1, Bajo}...	Ninguno	11	Derecha	Ordinal	Entrada
32	Confiabilidad	Númerico	5	0	Confiabilidad	{1, Bajo}...	Ninguno	15	Derecha	Ordinal	Entrada