Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

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

El ancho de banda y la calidad de la señal en sistemas de transmisión digital operados en la ciudad de Barranca, 2025

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico

Autores

Nilson Jahir Lazaro Hurtado
Milton Sebastian Diaz Uribe

Asesor

Dr. Ernesto Díaz Ronceros



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

METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	**DNI**	**FECHA DE SUSTENTACIÓN**
Nilson Jahir Lazaro Hurtado	**72229670**	04 de Agosto del 2026
Milton Sebastian Diaz Uribe	**71960766**	04 de Agosto del 2026
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	**DNI**	**CÓDIGO ORCID**
Ernesto Díaz Ronceros	**46943961**	**https://orcid.org/0000-0002-2841-7014**
DATOS DE LOS MIEMROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	**DNI**	**CÓDIGO ORCID**
Carlos Enrique Bernal Valladares	**15614554**	**https://orcid.org/0000-0002-7421-9537**
Ulises Robert Martínez Chafalote	**15616588**	**https://orcid.org/0000-0002-9523-308X**
Jose Antonio Garrido Oyola	**15725918**	**https://orcid.org/0000-0002-8191-8600**

Diaz Uribe Milton Sebastian Lazaro Hurtado Nilson ...

El ancho de banda y la calidad de la señal en sistemas de transmisión digital operados en la ciudad de Barranca, 2025

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FIISI - PREGRADO 2026

Unidad de Investigación de la FIISI - 2026

Facultad de Ingeniería Industrial, Sistemas e Informática

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::1:3530935463

Fecha de entrega
8 abr 2026, 9:43 a.m. GMT-5

Fecha de descarga
8 abr 2026, 9:47 a.m. GMT-5

Nombre del archivo
BORRADOR_DE_LAZARO_Y_DIAZ_2_1.pdf

Tamaño del archivo
1.3 MB

77 páginas

12.298 palabras

75.905 caracteres

19% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

17% Fuentes de Internet
4% Publicaciones
10% 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.

DEDICATORIA

"A mis seres queridos, cuyo amor, apoyo incondicional y confianza me impulsaron a alcanzar esta meta."

Nilson Jahir Lazaro Hurtado

Milton Sebastian Diaz Uribe

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que hicieron posible el desarrollo y culminación de la presente investigación.

En primer lugar, agradecemos a Dios por brindarnos salud, fortaleza y perseverancia a lo largo de este proceso académico. Asimismo, manifestamos nuestro profundo reconocimiento a nuestros padres y familiares, quienes con su apoyo incondicional, motivación constante y confianza permanente fueron el pilar fundamental para alcanzar esta meta profesional.

De manera especial, extendemos nuestro agradecimiento a nuestro asesor de tesis, por su orientación técnica, rigurosidad académica y valiosos aportes metodológicos, los cuales permitieron fortalecer la estructura y calidad científica del estudio. Su acompañamiento fue determinante en cada etapa del proceso investigativo.

También agradecemos a los docentes de la Escuela Profesional, quienes contribuyeron a nuestra formación integral mediante la transmisión de conocimientos y experiencias que hoy se reflejan en este trabajo. Del mismo modo, reconocemos la colaboración de los responsables técnicos y operadores de redes en la ciudad de Barranca, quienes facilitaron el acceso a la información y permitieron la recolección de datos necesarios para el análisis.

Finalmente, agradecemos a todas aquellas personas que, directa o indirectamente, aportaron al desarrollo de esta tesis. Este logro es el resultado de un esfuerzo conjunto y del compromiso constante con la excelencia académica.

ÍNDICE

DEDICATORIA 5

AGRADECIMIENTO 6

RESUMEN 10

ABSTRACT 11

INTRODUCCIÓN 12

CAPÍTULO I 17

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 18

1.1. Descripción de la realidad problemática 18

1.2. Formulación del problema 22

1.2.1. Problema general 22

1.2.2. Problemas específicos 22

1.3. Objetivos de la investigación 23

1.3.1. Objetivo general 23

1.3.2. Objetivos específicos 23

1.4. Justificación 24

1.5. Delimitación 25

1.6. Viabilidad 27

CAPÍTULO II 28

MARCO TEÓRICO 29

2.1. Antecedentes del estudio 29

2.1.1. Antecedentes internacionales 29
2.1.2. Antecedentes Nacionales 31
2.2 Bases Teóricas: 35
2.2.1 Ancho de banda 35
2.2.2 Capacidad de transmisión 36
2.2.3 Uso del canal 37
2.2.4 Disponibilidad del ancho de banda 38
2.2.5 Calidad de la señal 39
2.2.6 Integridad de la señal 40
2.2.7 Confiabilidad de la transmisión 42
2.2.8 Estabilidad del enlace 43
2.4. Hipótesis e investigación 45
2.4.1. Hipótesis general 45
2.4.2. Hipótesis específicas 46
2.5. Operacionalización de las variables 46

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA 48
3.1 Diseño metodológico 49
3.1.1 Tipo de investigación 49
3.1.2 Nivel de Investigación 49
3.1.3 Diseño 49
3.1.4 Enfoque 49
3.2 Población y muestra 50
3.2.1 Población 50

3.2.2 Muestra 50

3.3 Técnica para la recolección de datos 50

CAPÍTULO IV: RESULTADOS 52

4.1 Análisis de resultados 53

4.2 Contrastación de hipótesis 61

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN 66

5.1 Discusión de los resultados 67

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 69

6.1 Conclusiones 69

6.2 Recomendaciones 70

REFERENCIAS 71

7.1 Referencias bibliográficas 71

7.2 Referencias electrónicas 72

ANEXOS 74

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la influencia del ancho de banda en la calidad de la señal de los sistemas de transmisión digital operados en la ciudad de Barranca durante el año 2025. El estudio adoptó un enfoque cuantitativo, con diseño no experimental, transversal y nivel correlacional–explicativo. La muestra estuvo conformada por 120 puntos de medición distribuidos en redes FTTH, 4G/5G y enlaces inalámbricos de microondas. Se aplicaron mediciones técnicas objetivas para registrar velocidad efectiva, latencia, jitter, relación señal-ruido y tasa de error de bits, complementadas con instrumentos estructurados dirigidos a responsables técnicos. Los resultados evidenciaron que la capacidad de transmisión, el uso del canal y la disponibilidad del ancho de banda influyen significativamente en la calidad de la señal, observándose que mayores niveles de disponibilidad y mejor gestión del recurso reducen la tasa de errores y mejoran la estabilidad del enlace. Se concluye que una adecuada planificación y administración del ancho de banda constituye un factor crítico para optimizar el desempeño de las redes digitales en entornos urbanos, contribuyendo al fortalecimiento de la conectividad y al desarrollo tecnológico local.

Palabras clave: ancho de banda, calidad de la señal, transmisión digital.

ABSTRACT

This research aimed to determine the influence of bandwidth on signal quality in digital transmission systems operating in the city of Barranca during 2025. A quantitative, non-experimental, cross-sectional and correlational–explanatory design was applied. The sample consisted of 120 measurement points distributed across FTTH networks, 4G/5G mobile networks, and fixed wireless microwave links. Objective technical measurements were conducted to record effective speed, latency, jitter, signal-to-noise ratio, and bit error rate, complemented by structured instruments addressed to technical network managers. The results showed that transmission capacity, channel utilization, and bandwidth availability significantly influence signal quality. Higher levels of bandwidth availability and efficient resource management were associated with reduced error rates and improved link stability. It is concluded that proper bandwidth planning and administration constitute critical factors for optimizing the performance of digital networks in urban environments, contributing to stronger connectivity and local technological development.

Keywords: bandwidth, signal quality, digital transmission.

INTRODUCCIÓN

La creciente dependencia de infraestructuras digitales para el desarrollo económico, social y educativo ha convertido a los sistemas de transmisión digital en un componente crítico de la arquitectura tecnológica contemporánea. En entornos urbanos intermedios como Barranca, caracterizados por una expansión demográfica sostenida, una diversificación progresiva de actividades productivas y una incorporación acelerada de servicios basados en datos, la disponibilidad de ancho de banda y la calidad de la señal constituyen variables estratégicas que condicionan la eficiencia de las comunicaciones y, en consecuencia, la competitividad territorial. En el año 2025, cuando la digitalización permea prácticamente todos los sectores —desde la gestión pública y el comercio electrónico hasta la educación virtual y la telemedicina—, resulta imperativo examinar con rigor técnico la relación entre estos dos parámetros fundamentales dentro de los sistemas de transmisión digital que operan en dicha ciudad.

El ancho de banda, entendido en términos técnicos como la capacidad de un canal de comunicación para transportar información por unidad de tiempo, se expresa generalmente en hertz (Hz) en el dominio de frecuencia y en bits por segundo (bps) en el dominio de información digital. Desde la perspectiva de la teoría de la información, el ancho de banda está íntimamente vinculado al límite de capacidad de canal formulado por Shannon, donde la tasa máxima de transmisión libre de errores depende tanto del ancho de banda disponible como de la relación señal-ruido (SNR). En consecuencia, no puede analizarse el ancho de banda de manera aislada, ya que su aprovechamiento efectivo está condicionado por la calidad de la señal que circula a través del medio físico o inalámbrico. La calidad de la señal, a su vez, se evalúa mediante indicadores cuantitativos tales como la relación señal-ruido (SNR), la tasa de error de bits (BER), la distorsión

armónica, la atenuación, la interferencia co-canal y la latencia, entre otros parámetros que permiten caracterizar el desempeño integral del sistema.

En el contexto de los sistemas de transmisión digital operativos en Barranca durante 2025, convergen diversas tecnologías de acceso y transporte: redes de fibra óptica basadas en arquitecturas GPON y XGS-PON, enlaces inalámbricos de microondas para backhaul, sistemas móviles de cuarta y quinta generación (4G LTE y 5G NR), así como redes Wi-Fi de última generación implementadas en entornos empresariales y domésticos. Cada una de estas tecnologías presenta perfiles diferenciados de ancho de banda nominal y efectivo, así como distintos niveles de susceptibilidad a fenómenos de degradación de la señal. Por ejemplo, mientras la fibra óptica ofrece elevados anchos de banda y baja atenuación en distancias considerables, los sistemas inalámbricos están sujetos a variaciones por desvanecimiento multipath, interferencias electromagnéticas y congestión espectral, factores que impactan directamente en la calidad percibida por el usuario final.

La ciudad de Barranca, ubicada en la región costera del Perú, presenta características geográficas y urbanísticas que inciden en la propagación de señales, particularmente en sistemas inalámbricos. La combinación de zonas urbanas densamente pobladas, áreas periurbanas en expansión y sectores con infraestructura heterogénea genera escenarios variables en términos de cobertura y capacidad. La topografía relativamente llana favorece ciertos despliegues de radiofrecuencia; sin embargo, la presencia de edificaciones de mediana altura, estructuras metálicas y variaciones en la densidad de usuarios puede provocar fenómenos de sombra y saturación. En este sentido, el análisis local adquiere relevancia, ya que los resultados obtenidos en grandes metrópolis no son necesariamente extrapolables a ciudades intermedias con dinámicas propias.

Durante 2025, el incremento en el consumo de datos en Barranca ha estado impulsado por el crecimiento de plataformas de streaming en alta definición, servicios de videoconferencia en tiempo real, aplicaciones basadas en la nube y el despliegue incipiente de soluciones de Internet de las Cosas (IoT) en sectores productivos y municipales. Esta intensificación del tráfico digital plantea exigencias superiores sobre la infraestructura de red, obligando a los operadores a optimizar el uso del espectro radioeléctrico, ampliar la capacidad de sus troncales y garantizar niveles adecuados de calidad de servicio (QoS) y calidad de experiencia (QoE). En este escenario, la relación entre ancho de banda y calidad de la señal se convierte en un eje central para comprender si el crecimiento en capacidad nominal se traduce efectivamente en mejoras sustantivas en el desempeño real de los sistemas.

Desde una perspectiva metodológica, la evaluación del ancho de banda no debe limitarse a los valores teóricos anunciados por los proveedores de servicios, sino que requiere mediciones empíricas bajo condiciones controladas y en distintos puntos de la red. De igual forma, la calidad de la señal debe ser analizada tanto en el nivel físico (capa 1 del modelo OSI) como en niveles superiores, considerando parámetros de retransmisión, jitter y latencia que afectan aplicaciones sensibles al tiempo. La interacción entre estos indicadores permite determinar si existen cuellos de botella estructurales, deficiencias en la planificación de red o problemas de interferencia que comprometan la eficiencia del sistema.

En términos teóricos, la expansión del ancho de banda suele asociarse con la posibilidad de implementar esquemas de modulación más complejos —como QAM de alta orden— y técnicas avanzadas de multiplexación, tales como OFDM y MIMO masivo en redes móviles. No obstante, estas técnicas requieren condiciones de señal adecuadas para operar de manera óptima. Una baja relación señal-ruido obliga al sistema a reducir el orden de modulación y, por tanto, la tasa de

transmisión efectiva, lo que demuestra que el incremento del ancho de banda sin una mejora concomitante en la calidad de la señal puede resultar insuficiente para satisfacer la demanda creciente de datos. Este principio es particularmente relevante en entornos donde la infraestructura ha sido ampliada de forma desigual o donde la gestión del espectro enfrenta limitaciones regulatorias y técnicas.

La pertinencia de esta investigación radica en la necesidad de generar evidencia local que permita comprender el estado real de los sistemas de transmisión digital en Barranca durante 2025. Si bien a nivel nacional se han promovido políticas de ampliación de cobertura y modernización tecnológica, la implementación efectiva en cada ciudad depende de factores económicos, técnicos y administrativos específicos. El estudio detallado del ancho de banda disponible y de los niveles de calidad de señal en diferentes zonas de la ciudad permitirá identificar brechas internas, evaluar el desempeño de los operadores y proponer lineamientos de mejora basados en datos objetivos.

Asimismo, el análisis de estos parámetros tiene implicancias directas en la reducción de la brecha digital. La disponibilidad de un ancho de banda adecuado, acompañado de una señal estable y de baja tasa de error, es condición necesaria para garantizar acceso equitativo a servicios digitales de calidad. En contextos donde determinados sectores urbanos experimentan degradaciones frecuentes de señal o limitaciones severas de capacidad, se generan desigualdades en el acceso a oportunidades educativas, laborales y comerciales. Por ello, el estudio no solo aborda un problema técnico, sino también un fenómeno con dimensiones sociales y económicas.

En el plano académico, la investigación contribuye a la consolidación de un marco analítico aplicado a ciudades intermedias, integrando fundamentos de teoría de la información, ingeniería de telecomunicaciones y análisis de redes. La correlación entre ancho de banda y calidad de la señal será examinada mediante modelos estadísticos que permitan determinar el grado de

dependencia entre ambas variables en el contexto específico de Barranca. Este enfoque cuantitativo facilitará la identificación de patrones, tendencias y posibles anomalías en el comportamiento del sistema.

Finalmente, la presente tesis se inscribe en un momento histórico en el que la infraestructura digital constituye un pilar del desarrollo sostenible. Evaluar de manera sistemática el ancho de banda y la calidad de la señal en los sistemas de transmisión digital operados en Barranca en 2025 no solo permitirá diagnosticar el estado actual de la red, sino también proyectar escenarios futuros de expansión y modernización. La comprensión profunda de estos factores resulta esencial para formular recomendaciones técnicas orientadas a optimizar la capacidad instalada, mejorar la robustez de la señal y garantizar que la ciudad disponga de una infraestructura de comunicaciones acorde con las exigencias de la era digital.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad problemática

En los últimos años, el crecimiento sostenido de los sistemas de transmisión digital ha transformado de manera significativa la forma en que se intercambia información en los entornos urbanos y semiurbanos. La ciudad de Barranca no ha sido ajena a este proceso, pues el aumento de la demanda de servicios de telecomunicaciones, impulsado por la expansión del acceso a Internet, la digitalización de los servicios públicos y privados, así como la adopción de aplicaciones que requieren altas tasas de transmisión de datos, ha puesto en evidencia limitaciones técnicas que afectan la calidad de la señal en los sistemas de transmisión digital operados en esta localidad. En este contexto, el ancho de banda disponible y su adecuada gestión se han convertido en factores críticos para garantizar un desempeño aceptable de dichos sistemas.

Barranca presenta características particulares desde el punto de vista geográfico, demográfico y de infraestructura que influyen directamente en el comportamiento de los sistemas de transmisión digital. El crecimiento urbano desordenado, la coexistencia de infraestructuras antiguas con tecnologías más recientes y la concentración de usuarios en determinadas zonas generan escenarios de alta demanda que, en muchos casos, superan la capacidad instalada de los enlaces de comunicación. Esta situación se traduce en congestión de los canales de transmisión, uso ineficiente del

espectro disponible y degradación progresiva de la calidad de la señal, especialmente en horas de mayor tráfico de datos.

El ancho de banda, entendido como la capacidad de un sistema para transmitir información en un determinado intervalo de tiempo, constituye uno de los recursos más limitados y valiosos en los sistemas de transmisión digital. En la práctica, la insuficiencia de ancho de banda asignado a ciertos enlaces o su distribución inadecuada entre múltiples usuarios provoca fenómenos como el retardo excesivo, la pérdida de paquetes y la variación del retardo, los cuales afectan directamente la percepción de calidad por parte del usuario final. En Barranca, estos problemas se manifiestan de manera recurrente en servicios como la transmisión de video en tiempo real, las videoconferencias, las plataformas educativas virtuales y las aplicaciones empresariales que dependen de una conectividad estable y confiable.

A lo anterior se suma el hecho de que muchos sistemas de transmisión digital en operación utilizan infraestructuras que no fueron diseñadas originalmente para soportar los niveles actuales de tráfico ni los estándares de calidad exigidos en la actualidad. La limitada modernización de ciertos tramos de la red, así como la falta de una planificación integral orientada al crecimiento futuro, han generado cuellos de botella que impactan negativamente en la relación señal–ruido y en la tasa de error de bits. Como consecuencia, aun cuando exista cobertura nominal del servicio, la calidad efectiva de la señal resulta insuficiente para satisfacer las necesidades de los usuarios.

La calidad de la señal en los sistemas de transmisión digital depende de múltiples factores, entre ellos el ancho de banda disponible, las condiciones del medio de transmisión, la interferencia electromagnética y la eficiencia de los equipos de transmisión y recepción. En la ciudad de Barranca, la presencia de diversas fuentes de interferencia, tanto naturales como artificiales, agrava el problema. La proliferación de dispositivos electrónicos, la cercanía entre enlaces inalámbricos que operan en bandas similares y la ausencia de una adecuada gestión del espectro contribuyen a la degradación de la señal, reduciendo la fiabilidad de los enlaces y aumentando la probabilidad de errores durante la transmisión de la información.

Asimismo, la creciente dependencia de los servicios digitales en ámbitos como la educación, la salud, el comercio y la administración pública ha elevado las expectativas de los usuarios respecto a la calidad del servicio. En este escenario, las deficiencias en el ancho de banda y en la calidad de la señal no solo representan un problema técnico, sino que también tienen implicancias sociales y económicas. Las interrupciones frecuentes del servicio, la baja velocidad de transmisión y la inestabilidad de la conexión afectan la productividad, limitan el acceso a oportunidades de desarrollo y profundizan las brechas digitales existentes en la ciudad.

Otro aspecto relevante de la realidad problemática es la limitada disponibilidad de estudios técnicos locales que analicen de manera sistemática la relación entre el ancho de banda y la calidad de la señal en los sistemas de transmisión digital que operan en Barranca. En muchos casos, las decisiones relacionadas con la ampliación de capacidad

o la optimización de la red se basan en criterios generales o en experiencias de otras ciudades, sin considerar las particularidades del entorno local. Esta falta de información específica dificulta la implementación de soluciones efectivas y sostenibles, y perpetúa problemas que podrían ser mitigados mediante un análisis técnico adecuado.

En el año 2025, la situación se vuelve aún más crítica debido al incremento proyectado del tráfico de datos y a la introducción de nuevas tecnologías y servicios que demandan mayores recursos de ancho de banda. La adopción de aplicaciones basadas en la nube, el Internet de las Cosas y los sistemas de monitoreo en tiempo real plantea nuevos retos para los operadores de telecomunicaciones en Barranca. Si no se abordan de manera oportuna las limitaciones existentes en el ancho de banda y la calidad de la señal, es probable que los problemas actuales se intensifiquen, afectando de forma más severa la continuidad y la calidad de los servicios.

Desde el punto de vista técnico, la relación entre el ancho de banda y la calidad de la señal es un elemento central para el diseño y la operación eficiente de los sistemas de transmisión digital. Un ancho de banda insuficiente no solo limita la tasa de transmisión de datos, sino que también incrementa la susceptibilidad del sistema a la interferencia y al ruido, reduciendo la eficiencia global del enlace. En Barranca, esta relación no siempre es considerada de manera integral, lo que se refleja en la implementación de soluciones parciales que no logran resolver el problema de fondo.

En consecuencia, la realidad problemática se caracteriza por una combinación de factores técnicos, infraestructurales y de gestión que inciden negativamente en el desempeño de los sistemas de transmisión digital en la ciudad de Barranca. La insuficiencia y mala administración del ancho de banda, la degradación de la calidad de la señal, la falta de estudios técnicos locales y el crecimiento acelerado de la demanda de servicios digitales conforman un escenario complejo que requiere ser analizado de manera rigurosa. Comprender esta realidad resulta fundamental para identificar las causas principales del problema y proponer alternativas de mejora que contribuyan a optimizar la calidad de la señal y el uso eficiente del ancho de banda, en beneficio de los usuarios y del desarrollo tecnológico de la ciudad.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿De qué manera el ancho de banda influye en la calidad de la señal en los sistemas de transmisión digital operados en la ciudad de Barranca durante el año 2025?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo la capacidad de transmisión del ancho de banda influye en la calidad de la señal en los sistemas de transmisión digital de la ciudad de Barranca en 2025?

- ¿De qué forma el uso del canal del ancho de banda se relaciona con la calidad de la señal en los sistemas de transmisión digital operados en Barranca durante 2025?

- ¿Cómo la disponibilidad del ancho de banda incide en la calidad de la señal de los sistemas de transmisión digital de la ciudad de Barranca en el año 2025?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

- Determinar la influencia del ancho de banda en la calidad de la señal de los sistemas de transmisión digital operados en la ciudad de Barranca durante el año 2025.

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar la influencia de la capacidad de transmisión del ancho de banda en la calidad de la señal de los sistemas de transmisión digital en Barranca en 2025.

- Evaluar la relación entre el uso del canal del ancho de banda y la calidad de la señal en los sistemas de transmisión digital operados en Barranca durante 2025.

- Determinar la incidencia de la disponibilidad del ancho de banda en la calidad de la señal de los sistemas de transmisión digital de la ciudad de Barranca en 2025.

1.4. Justificación

La presente investigación se justifica por la necesidad de comprender y evaluar de manera rigurosa el desempeño de los sistemas de transmisión digital operados en la ciudad de Barranca durante el año 2025, en un contexto marcado por el crecimiento sostenido de la demanda de servicios de telecomunicaciones y la creciente dependencia de la sociedad de las tecnologías digitales. El análisis del ancho de banda y la calidad de la señal resulta fundamental para identificar las limitaciones técnicas que afectan la eficiencia de la transmisión de información y para determinar en qué medida las infraestructuras actuales responden a los requerimientos de los usuarios residenciales, comerciales e institucionales.

Desde el punto de vista científico, la investigación aporta evidencia empírica sobre la relación existente entre el ancho de banda disponible y la calidad de la señal en un entorno urbano específico, contribuyendo al fortalecimiento del conocimiento en el área de las telecomunicaciones digitales. Los resultados permitirán contrastar

modelos teóricos con condiciones reales de operación, enriqueciendo el debate académico y sirviendo como referencia para futuras investigaciones desarrolladas en ciudades con características similares.

En el ámbito técnico, la justificación radica en la posibilidad de generar información relevante que facilite la optimización de la planificación, gestión y operación de las redes de transmisión digital. El estudio permitirá identificar factores críticos que inciden en la degradación de la señal y en el uso ineficiente del ancho de banda, proporcionando insumos valiosos para la toma de decisiones por parte de operadores de telecomunicaciones y entidades reguladoras.

Asimismo, la investigación tiene una justificación social y económica, ya que una mejora en la calidad de los sistemas de transmisión digital impacta directamente en el acceso equitativo a servicios esenciales como la educación virtual, la telemedicina y el comercio electrónico. De este modo, los resultados de la tesis podrán contribuir al fortalecimiento de la conectividad en Barranca, promoviendo el desarrollo local, la inclusión digital y la reducción de brechas tecnológicas en la población.

1.5. Delimitación

Delimitación temporal

La investigación se desarrolla dentro del marco temporal correspondiente al año 2025, período en el cual se recopilan, analizan e interpretan los datos relacionados

con el ancho de banda y la calidad de la señal en los sistemas de transmisión digital operados en la ciudad de Barranca. Esta delimitación permite evaluar el desempeño de las redes en condiciones tecnológicas actuales, considerando la demanda real de servicios digitales, la infraestructura disponible y las tecnologías implementadas durante dicho año. El estudio no contempla análisis retrospectivos ni proyecciones a largo plazo, sino que se enfoca en una evaluación puntual y contextualizada, garantizando la validez y pertinencia de los resultados en relación con la situación real de los sistemas de transmisión digital en el periodo establecido.

Delimitación temática

La investigación se delimita temáticamente al estudio del ancho de banda y la calidad de la señal en sistemas de transmisión digital, abordando exclusivamente variables técnicas asociadas al desempeño de las redes de telecomunicaciones. Se consideran aspectos como capacidad de transmisión, estabilidad de la señal, interferencias, eficiencia del canal y parámetros de calidad del servicio, sin incluir análisis de carácter comercial, administrativo o legal de los operadores. Asimismo, el estudio se centra en sistemas de transmisión digital, excluyendo tecnologías analógicas u otros sistemas de comunicación no digitales. Esta delimitación temática permite un análisis profundo y específico del problema, asegurando coherencia entre los objetivos planteados, el marco teórico y los resultados obtenidos.

Delimitación poblacional

La delimitación poblacional de la investigación está constituida por los sistemas de transmisión digital operados en la ciudad de Barranca durante el año 2025, incluyendo redes alámbricas e inalámbricas utilizadas para la provisión de servicios de telecomunicaciones. La población de estudio no se centra directamente en los usuarios finales, sino en las infraestructuras, enlaces y equipos de transmisión que soportan la comunicación digital en la ciudad. La muestra se selecciona de manera representativa, considerando diferentes zonas urbanas y tipos de tecnología empleada, con el propósito de obtener resultados válidos y generalizables dentro del contexto local. No se incluyen sistemas ubicados fuera del ámbito geográfico de Barranca.

1.6. Viabilidad

La viabilidad de la investigación se sustenta en la disponibilidad de recursos técnicos, humanos y metodológicos necesarios para su desarrollo. Se cuenta con acceso a información técnica, herramientas de medición y software especializado para el análisis del ancho de banda y la calidad de la señal en sistemas de transmisión digital. Asimismo, el estudio es viable desde el punto de vista temporal, ya que el periodo establecido permite la recolección y procesamiento adecuado de los datos. Desde el aspecto económico, los costos asociados son manejables y acordes con el alcance del estudio. Finalmente, la viabilidad académica se respalda en la existencia de antecedentes teóricos y metodológicos que orientan el desarrollo riguroso de la investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.Antecedentes del estudio

2.1.1. Antecedentes internacionales

Espinoza et al. (2025) en su investigación “Análisis y Optimización del uso del espectro radioeléctrico para comunicaciones móviles mediante tecnologías MIMO”. La investigación aborda la gestión y optimización del espectro radioeléctrico ante el incremento sostenido del tráfico de datos y la expansión de dispositivos conectados. El eje metodológico se orienta a la adopción de esquemas Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) en redes celulares, con énfasis en escenarios de elevada concentración de usuarios. Para la evaluación del desempeño se recurrió a OMNeT++ y MATLAB, aprovechando sus capacidades de simulación en entornos 5G. El estudio comprendió tanto la obtención de métricas cuantitativas de eficiencia espectral como el examen crítico de las restricciones asociadas al MIMO masivo y adaptativo, proporcionando una visión integral de los retos técnicos y sus alternativas de solución.

Hernández (2025) en su tesis “Diseño de enlaces de radiocomunicación sobre sistemas de plataformas de gran altitud (HAPS) para aplicaciones en redes 5G” menciona que los Sistemas de Plataformas de Gran Altitud (HAPS) constituyen infraestructuras aéreas que operan entre 17 y 50 km sobre la superficie terrestre, integrando ingeniería aeronáutica y telecomunicaciones inalámbricas

para habilitar conectividad de datos. Su implementación ofrece una alternativa complementaria a redes satelitales y terrestres, especialmente ante fallas o congestión. Estas plataformas pueden funcionar de manera temporal o semipermanente dentro de arquitecturas 5G, proporcionando cobertura —de hasta 420 km de diámetro— en regiones aisladas. La investigación examina su papel como nodo en redes no terrestres y su articulación con infraestructuras convencionales en contextos críticos, como eventos hidrometeorológicos extremos. Asimismo, se evalúan parámetros técnicos y desempeño de radioenlaces para estimar la viabilidad operativa y la coexistencia espectral en escenarios aplicados a Baja California, México, con proyección hacia ecosistemas 6G.

Pozo y Leiva (2025) en su tesis “ANALISIS DE RENDIMIENTO DE TRANSMISION DE VIDEO EN UNA RED DE ACCESO PON”. En un enlace de 20 km sobre redes de acceso sustentadas en tecnología PON, se implementó transmisión de video en tiempo real mediante el equipo USRP 2944R. El desempeño se cuantificó a partir de indicadores como la tasa de error por bloques (BLER). La configuración óptima se determinó ajustando la potencia de emisión (−5.89 dBm), el sesgo eléctrico (3.2 V) y la modulación QPSK, parámetros que evidenciaron un funcionamiento eficiente. La simplificación de la arquitectura, al suprimir amplificadores superfluos, fortaleció la integridad del enlace y disminuyó la probabilidad de error. Experimentalmente se obtuvo un BLER del orden de 10^{-3} con −34.48 dBm de potencia recibida, validando su idoneidad para aplicaciones de alta exigencia como video sobre PON.

Costales (2020) en su investigación “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)”. El ecosistema actual de telecomunicaciones exige la provisión simultánea de servicios emergentes y tradicionales mediante infraestructuras de acceso de nueva generación, como NG-PON1. Aplicaciones tales como televisión en alta definición, contenidos 4K y 8K, computación en la nube o videojuegos en línea imponen requerimientos crecientes de capacidad. En consecuencia, las redes deben escalar su ancho de banda, condición que hoy satisfacen principalmente los sistemas basados en fibra óptica por su elevada eficiencia y alcance. La tesis desarrolla una comparación entre esquemas PAM-2, PAM-4 y PAM-8, evaluando su idoneidad en redes ópticas pasivas de alta velocidad. Mediante simulaciones, se analizan compatibilidad con estándares vigentes, presupuesto óptico, longitud de fibra y efectos de ruido y dispersión en formatos multinivel.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Laura y Macedo en su tesis “Diseño de enlaces WAN para la mejora del QOS de la red de telecomunicaciones en medianas y grandes empresas mediante la interconexión de sedes por tecnología VPLS”. En entornos corporativos con estructuras geográficamente distribuidas, las redes de comunicaciones constituyen un componente estratégico para la gestión eficiente de flujos de información. La interconexión de sedes exige enlaces con baja latencia, tráfico estable y

mecanismos robustos de seguridad, especialmente en organizaciones peruanas que operan en múltiples ubicaciones. Resulta indispensable disponer de canales dedicados que resguarden la confidencialidad y eviten la compartición de recursos con terceros. Ante los elevados costos asociados al despliegue de infraestructura propia, los proveedores especializados ofrecen soluciones gestionadas para enlazar redes LAN remotas, asumiendo la configuración y protección de los datos frente a intrusiones. El proyecto propone implementar una VPN de cobertura nacional que facilite supervisión centralizada, optimice recursos logísticos y fortalezca los servicios de comunicación empresarial.

Leoncio (2025) en su tesis “Diseño de una red de fibra óptica para mejorar el ancho de banda en la Asociación de Viviendas Nuevo Amanecer de las Américas – Santa María, 2024”. La investigación titulada “Diseño de una red de fibra óptica para optimizar el ancho de banda en la Asociación de Viviendas Nuevo Amanecer de las Américas – Santa María, 2024” examina la incidencia de dicha infraestructura en la capacidad de transmisión disponible para la comunidad. El estudio adoptó un enfoque cualitativo, de tipo descriptivo–correlacional y diseño no experimental. La población estuvo compuesta por 3500 residentes, de los cuales se seleccionó una muestra de 347 participantes. Se emplearon revisión documental y encuestas como técnicas de recolección. El análisis estadístico evidenció una correlación alta ($r = 0.834$) y significativa ($p < 0.05$), lo que condujo a aceptar la hipótesis alternativa. Se concluye que la implementación de fibra óptica impacta favorablemente el ancho de banda disponible.

Juan De Dios (2023) en su tesis “Diseño de una red FTTH con tecnologia GPON para mejorar la calidad de los servicios de internet domiciliario proporcionado por el ISP Corporación giga sac en el distrito del Mantaro Jauja, Junin 2023”. La tesis denominada “Diseño de una red FTTH con tecnología GPON para optimizar el servicio de internet domiciliario del ISP Corporación Giga SAC en El Mantaro, Jauja (Junín), 2023” evalúa las limitaciones del esquema inalámbrico actualmente empleado por Corporación Giga SAC, caracterizado por restricciones de ancho de banda, inestabilidad y elevados costos operativos. Se propone una arquitectura FTTH basada en GPON, sustentada en fundamentos de redes PON y desarrollada mediante metodología Top-Down. El proceso abarcó análisis de requerimientos, diseño lógico y físico, pruebas de laboratorio, implementación y monitoreo. Los resultados evidenciaron incrementos del 100 % en velocidades de carga y descarga, mayor continuidad del servicio y reducción de costos, validando la pertinencia del modelo para contextos que demanden mejoras sustanciales en calidad de servicio.

Palomares (2017) en su tesis “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LOS PARÁMETROS NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN CANAL DE TELEVISIÓN PARA LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA”. En la actualidad, la Televisión Digital ocupa un lugar central en la dinámica comunicativa contemporánea, al integrarse en múltiples entornos y dispositivos bajo el paradigma “Television Everywhere”. El video ha trascendido el formato tradicional de la televisión en color para incorporarse a ecosistemas de aplicaciones inteligentes, cuya adopción resulta estratégica para

las universidades como agentes de generación y difusión del conocimiento. La expansión de la Televisión Digital Terrestre, junto con modalidades por Internet y satélite, ha favorecido la inclusión social y el acceso universal a contenidos. El despliegue de fibra óptica y la transición tras el apagón analógico impulsaron estándares abiertos y servicios de alta resolución, como 4K y 8K. Este estudio propone evaluar la implementación de una televisora digital en la Universidad Católica de Santa María.

Casanova (2014) en su tesis "ESTUDIO, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CENTRO EMISOR DE TDT CON GAPFILLERS PARA EL DISTRITO DE LA MOLINA, CUIDAD DE LIMA". El estudio aborda el diseño y la puesta en operación de un centro transmisor de Televisión Digital Terrestre (TDT) con repetidores de frecuencia única (gap fillers) en un sector del distrito de La Molina, en Lima. La iniciativa responde a deficiencias de cobertura derivadas de condiciones orográficas adversas, que limitan la adecuada recepción de la señal. La implementación se estructuró en dos etapas: primero, un análisis teórico apoyado en herramientas de simulación, tanto comerciales como de libre acceso, para estimar áreas de servicio; posteriormente, el despliegue técnico y la evaluación operativa en campo. Los resultados evidencian que un gap filler de baja potencia permite extender eficazmente la cobertura y, simultáneamente, mitigar el impacto ambiental, aportando lineamientos preliminares para futuras evaluaciones en esta materia.

2.2 Bases Teóricas:

2.2.1 Ancho de banda

El ancho de banda es un concepto fundamental en telecomunicaciones, teoría de la información y redes de datos. Desde una perspectiva técnica, se define como el rango de frecuencias que un canal de comunicación puede transmitir eficazmente, y se expresa habitualmente en hercios (Hz) cuando se trata de señales analógicas. En sistemas digitales, el término suele utilizarse para describir la capacidad máxima de transferencia de datos de un medio o enlace, medida en bits por segundo (bps).

En el ámbito de las redes informáticas, el ancho de banda determina el volumen de información que puede circular por un canal en una unidad de tiempo bajo condiciones ideales. No debe confundirse con la velocidad real de descarga o subida, ya que esta depende de múltiples factores, como la latencia, la congestión de la red, la eficiencia de los protocolos y la calidad del medio físico.

Desde el punto de vista teórico, el ancho de banda está estrechamente vinculado al teorema de capacidad de canal de Claude Shannon, quien estableció que la capacidad máxima de transmisión libre de errores depende tanto del ancho de banda disponible como de la relación señal-ruido. Este principio formaliza el límite superior del rendimiento de cualquier sistema de comunicación.

En aplicaciones prácticas, el ancho de banda influye directamente en la calidad de servicios como transmisión de video en alta definición, videoconferencias y

computación en la nube. Su adecuada gestión es crítica para optimizar el rendimiento, garantizar la calidad de servicio (QoS) y diseñar infraestructuras de comunicación eficientes y escalables.

2.2.2 Capacidad de transmisión

La capacidad de transmisión es un concepto central en teoría de comunicaciones y redes, que describe la cantidad máxima de información que puede transferirse de manera fiable a través de un canal en un intervalo de tiempo determinado. Se expresa comúnmente en bits por segundo (bps) y representa un límite teórico condicionado por las propiedades físicas del medio, el nivel de ruido y las técnicas de codificación empleadas.

Desde una perspectiva formal, la capacidad de transmisión está definida por el teorema desarrollado por Claude Shannon, conocido como el teorema de capacidad del canal. Este establece que la capacidad máxima C de un canal con ancho de banda B y relación señal-ruido S/N está dada por la expresión:

C=Blog2(1+S/N)

Este resultado demuestra que la capacidad no depende únicamente del ancho de banda, sino también de la calidad de la señal. A mayor relación señal-ruido, mayor será la cantidad de información que puede transmitirse sin error.

En sistemas digitales modernos, la capacidad de transmisión constituye un parámetro de diseño esencial para arquitecturas de red, enlaces inalámbricos, fibra óptica y sistemas satelitales. Aunque la capacidad representa un límite teórico, el

rendimiento real suele ser inferior debido a interferencias, pérdidas, sobrecarga de protocolos y condiciones dinámicas del entorno.

En síntesis, la capacidad de transmisión define el umbral máximo de eficiencia comunicacional de un canal, estableciendo las bases matemáticas y físicas para el desarrollo de tecnologías de telecomunicaciones avanzadas.

2.2.3 Uso del canal

El uso del canal es un concepto fundamental en telecomunicaciones y redes que describe el grado en que la capacidad disponible de un canal de comunicación es efectivamente aprovechada para la transmisión de información. Se trata de un indicador de eficiencia que relaciona la tasa real de datos transmitidos con la capacidad máxima teórica del canal.

Desde una perspectiva cuantitativa, el uso del canal puede expresarse como la razón entre el caudal útil (throughput) y la capacidad nominal del enlace. Este parámetro permite evaluar el desempeño de sistemas de comunicación en términos de aprovechamiento de recursos espectrales y de infraestructura. Un uso elevado indica eficiencia operativa, mientras que un uso bajo puede reflejar subutilización, interferencias, sobrecarga de protocolos o limitaciones de diseño.

En teoría de la información, el uso del canal se vincula indirectamente con los límites establecidos por el teorema de capacidad formulado por Claude Shannon, el cual determina la tasa máxima de transmisión libre de errores para un canal con ancho de

banda y relación señal-ruido dados. Sin embargo, el uso real raramente alcanza ese límite debido a factores como latencia, colisiones en redes compartidas, pérdidas de paquetes y mecanismos de control de congestión.

En entornos prácticos —como redes inalámbricas, sistemas de fibra óptica o enlaces satelitales— la optimización del uso del canal implica técnicas como multiplexación, asignación dinámica de recursos y control de acceso al medio. En suma, el uso del canal constituye una métrica clave para evaluar eficiencia, rendimiento y calidad de servicio en sistemas de comunicación modernos.

2.2.4 Disponibilidad del ancho de banda

La disponibilidad del ancho de banda se refiere a la porción de capacidad de transmisión que se encuentra efectivamente libre y utilizable en un momento determinado dentro de un sistema de comunicaciones. A diferencia del ancho de banda nominal que representa la capacidad máxima teórica del enlace la disponibilidad es una magnitud dinámica, condicionada por la carga de tráfico, la congestión de la red y la gestión de recursos.

Desde una perspectiva técnica, puede definirse como la diferencia entre la capacidad total del canal y el ancho de banda actualmente ocupado por transmisiones activas. En redes de datos, esta variable resulta crítica para determinar la calidad percibida por el usuario, especialmente en aplicaciones sensibles a la latencia y a la variabilidad temporal, como videoconferencias, transmisión en tiempo real y servicios en la nube.

La disponibilidad del ancho de banda también está influida por factores estructurales, tales como la arquitectura de red, los mecanismos de control de congestión, las políticas de priorización de tráfico (Quality of Service, QoS) y la eficiencia de los protocolos de comunicación. En entornos inalámbricos, además, intervienen condiciones del espectro radioeléctrico, interferencias y movilidad de los dispositivos.

En términos de teoría de la información, aunque la capacidad máxima de un canal está delimitada por los principios formulados por Claude Shannon, la disponibilidad real constituye una variable operativa sujeta a fluctuaciones constantes. Por ello, su monitoreo y gestión resultan esenciales para garantizar rendimiento estable, continuidad del servicio y optimización de recursos en infraestructuras de telecomunicaciones contemporáneas.

2.2.5 Calidad de la señal

La calidad de la señal es un parámetro fundamental en sistemas de telecomunicaciones que describe el grado de integridad, claridad y fidelidad con que una señal se transmite a través de un medio físico o inalámbrico. Este concepto está directamente relacionado con la capacidad de un receptor para interpretar correctamente la información enviada, minimizando errores y pérdidas de datos.

Desde una perspectiva técnica, la calidad de la señal se evalúa mediante métricas cuantitativas como la relación señal-ruido (SNR), la tasa de error de bits (BER) y, en

sistemas digitales avanzados, el error vectorial medio (EVM). La SNR mide la proporción entre la potencia útil de la señal y la potencia del ruido presente en el canal; cuanto mayor es esta relación, mayor es la probabilidad de transmisión correcta. La BER, por su parte, cuantifica la proporción de bits recibidos incorrectamente respecto al total transmitido, constituyendo un indicador directo del desempeño del enlace.

En el marco de la teoría de la información, los límites de transmisión confiable fueron formalizados por Claude Shannon, quien demostró que la capacidad de un canal depende críticamente de su ancho de banda y de la relación señal-ruido. De este modo, la calidad de la señal incide directamente en la eficiencia espectral y en la tasa máxima alcanzable sin errores.

Factores como interferencias electromagnéticas, atenuación, distorsión, multipropagación y congestión pueden degradar la calidad. Su monitoreo continuo y la aplicación de técnicas de codificación, modulación adaptativa y control de potencia son esenciales para garantizar comunicaciones estables y de alto rendimiento.

2.2.6 Integridad de la señal

La integridad de la señal es un concepto esencial en ingeniería electrónica y telecomunicaciones que describe la capacidad de una señal para conservar sus características eléctricas originales amplitud, forma de onda, temporización y fase durante su propagación a través de un medio físico. A diferencia de la calidad de la señal, que suele centrarse en la relación señal-ruido y en métricas de error, la integridad

aborda específicamente los fenómenos físicos que alteran la forma y estabilidad de la señal en circuitos y enlaces de alta velocidad.

En sistemas digitales, la integridad de la señal es crítica para garantizar que los niveles lógicos sean interpretados correctamente por los dispositivos receptores. Problemas como reflexiones, diafonía (crosstalk), interferencia electromagnética (EMI), atenuación, jitter y desajustes de impedancia pueden provocar distorsiones que afecten la temporización y generen errores de transmisión. Estos efectos se intensifican a medida que aumentan las frecuencias de operación y las tasas de datos.

Desde el punto de vista teórico, la transmisión fiable está limitada por principios establecidos en la teoría de la información, particularmente por los trabajos de Claude Shannon, que vinculan la capacidad del canal con el ancho de banda y la relación señal-ruido. Sin embargo, la integridad de la señal se sitúa en el dominio físico del diseño, involucrando modelado electromagnético, control de impedancias y técnicas de terminación adecuadas.

En síntesis, preservar la integridad de la señal es indispensable para el diseño de placas de circuito impreso, buses de alta velocidad y enlaces de comunicación modernos, asegurando rendimiento, confiabilidad y cumplimiento de especificaciones técnicas.

2.2.7 Confiabilidad de la transmisión

La confiabilidad de la transmisión es un atributo fundamental de los sistemas de comunicación que expresa la probabilidad de que la información enviada a través de un canal sea recibida correctamente, dentro de parámetros aceptables de error y continuidad del servicio. Este concepto integra dimensiones físicas, lógicas y estadísticas, y constituye un indicador clave del desempeño global de una infraestructura de telecomunicaciones.

Desde una perspectiva cuantitativa, la confiabilidad se evalúa mediante métricas como la tasa de error de bits (BER), la tasa de pérdida de paquetes, la disponibilidad del enlace y el tiempo medio entre fallas (MTBF). Una transmisión confiable implica no solo baja probabilidad de error, sino también estabilidad temporal y resiliencia ante perturbaciones externas, como interferencias, ruido térmico o degradación del medio.

En el marco teórico, los límites de transmisión sin error fueron establecidos por Claude Shannon, quien demostró que es posible aproximarse a una comunicación prácticamente libre de errores siempre que la tasa de transmisión no supere la capacidad del canal. Este principio sustenta el desarrollo de técnicas modernas de codificación y corrección de errores (FEC), diseñadas para aumentar la confiabilidad sin incrementar necesariamente la potencia de transmisión.

En entornos reales como redes IP, sistemas inalámbricos y enlaces de fibra óptica la confiabilidad también depende de protocolos de retransmisión, control de congestión y mecanismos de redundancia. En síntesis, la confiabilidad de la transmisión representa

la convergencia entre diseño físico, arquitectura de red y teoría de la información, orientada a garantizar comunicaciones estables, precisas y sostenidas en el tiempo.

2.2.8 Estabilidad del enlace

La estabilidad del enlace es un parámetro crítico en redes de telecomunicaciones que describe la capacidad de una conexión para mantenerse operativa, consistente y con variaciones mínimas en sus métricas de desempeño a lo largo del tiempo. A diferencia de la confiabilidad —que enfatiza la probabilidad de error— la estabilidad se centra en la continuidad y uniformidad del comportamiento del enlace bajo condiciones dinámicas.

Desde una perspectiva técnica, la estabilidad se evalúa mediante indicadores como la variación de latencia (jitter), la fluctuación del ancho de banda disponible, la tasa de reconexiones, la pérdida de paquetes y la disponibilidad porcentual del servicio. Un enlace estable presenta baja variabilidad en estos parámetros, lo cual resulta esencial para aplicaciones sensibles al tiempo real, como voz sobre IP (VoIP), transmisión de video en vivo y sistemas de control industrial.

En entornos inalámbricos, la estabilidad del enlace está condicionada por factores como interferencias, movilidad, obstáculos físicos y variaciones en la potencia de señal. En redes cableadas, influyen la calidad del medio, la integridad de la señal y la gestión del tráfico. Asimismo, los mecanismos de control de congestión y enrutamiento dinámico pueden introducir fluctuaciones si no están adecuadamente configurados.

Desde el marco teórico, aunque la capacidad máxima de transmisión fue formalizada por Claude Shannon, la estabilidad constituye una dimensión operativa que depende de la implementación práctica y del entorno de operación.

En síntesis, la estabilidad del enlace es un atributo esencial para garantizar desempeño predecible, calidad de servicio sostenida y continuidad funcional en infraestructuras de comunicación modernas.

2.3. Definición de términos básicos:

- ✓ Ancho de banda: Rango de frecuencias o capacidad máxima de datos que un canal puede transmitir por unidad de tiempo.

- ✓ Capacidad de transmisión: Límite teórico máximo de información transferible confiablemente en un canal, según condiciones físicas y relación señal-ruido.

- ✓ Uso del canal: Proporción entre tasa efectiva de transmisión y capacidad nominal disponible en un enlace determinado.

- ✓ Disponibilidad del ancho de banda: Porción de capacidad libre utilizable en un momento específico dentro de una infraestructura de comunicaciones.

- ✓ Calidad de la señal: Nivel de claridad e integridad informativa determinado por relación señal-ruido y tasa de errores presentes.

- ✓ Integridad de la señal: Conservación de forma, amplitud y temporización originales durante propagación eléctrica en sistemas digitales.

- ✓ Confiabilidad de la transmisión: Probabilidad de entrega correcta de datos sin errores ni interrupciones significativas del servicio.

- ✓ Estabilidad del enlace: Capacidad de mantener desempeño consistente y conexión continua bajo condiciones variables de operación.

- ✓ Latencia: Tiempo total requerido para que un paquete viaje desde origen hasta destino.

- ✓ Eficiencia espectral: Cantidad de información transmitida por unidad de ancho de banda en sistema comunicacional.

2.4.Hipótesis e investigación

2.4.1. Hipótesis general

- El ancho de banda influye significativamente en la calidad de la señal de los sistemas de transmisión digital operados en la ciudad de Barranca durante el

año 2025.

2.4.2. Hipótesis específicas

- La capacidad de transmisión del ancho de banda influye significativamente en la calidad de la señal de los sistemas de transmisión digital en la ciudad de Barranca durante 2025.

- El uso del canal del ancho de banda se relaciona significativamente con la calidad de la señal en los sistemas de transmisión digital operados en Barranca durante 2025.

- La disponibilidad del ancho de banda influye significativamente en la calidad de la señal de los sistemas de transmisión digital de la ciudad de Barranca durante el año 2025.

2.5.Operacionalización de las variables

Las variables de investigación se presentan a continuación:

- **Variable independiente:** Ancho de banda
- **Variable dependiente:** Calidad de la señal

2.5.1. Matriz de Operacionalización de variables

Cuadro 1.

Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
Ancho de banda	El ancho de banda es la capacidad máxima de un canal de transmisión digital para transportar información en un tiempo determinado, condicionando la velocidad y eficiencia del intercambio de datos.	El ancho de banda se medirá mediante pruebas técnicas de capacidad de transmisión, expresadas en Mbps o Gbps, obtenidas a partir de herramientas de monitoreo aplicadas a sistemas digitales.	X.1.- Capacidad de transmisión	• Velocidad de descarga • Velocidad de carga	– Observación técnica / Analizador de tráfico de red – Medición directa / Software de pruebas de velocidad – Registro técnico / Fichas de monitoreo de red
			X.2.- Uso del canal	• Nivel de ocupación • Congestión del enlace	
			X.3.- Disponibilidad del ancho de banda	• Continuidad del servicio • Variación horaria de capacidad	
Calidad de la señal	La calidad de la señal es el grado de fidelidad y estabilidad con que una señal digital es recibida, considerando la presencia de ruido, interferencias y errores durante la transmisión.	La calidad de la señal se evaluará mediante parámetros técnicos medibles como relación señal-ruido, tasa de error y latencia, obtenidos mediante instrumentos de diagnóstico de red.	Y.1.- Integridad de la señal	• Relación señal-ruido • Nivel de interferencia	
			Y.2.- Confiabilidad de la transmisión	• Tasa de error de bit • Pérdida de paquetes	
			Y.3.- Estabilidad del enlace	• Latencia • Jitter	

Nota: Elaboración propia.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

3.1.1 Tipo de investigación

La investigación es de tipo aplicada, orientada a generar conocimiento práctico para analizar el ancho de banda y la calidad de la señal, contribuyendo a la mejora técnica de sistemas de transmisión digital. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014)

3.1.2 Nivel de Investigación

El nivel es correlacional, ya que busca identificar y analizar la relación existente entre el ancho de banda y la calidad de la señal en sistemas de transmisión digital. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

3.1.3 Diseño

El diseño es no experimental y transversal, debido a que las variables se observan y analizan en su contexto natural, recolectando datos en un único momento temporal. (Ñaupas, Mejía, Novoa, & Villagómez, 2014).

3.1.4 Enfoque

El enfoque es cuantitativo, pues se basa en la medición objetiva de variables técnicas mediante indicadores numéricos, permitiendo análisis estadísticos y contrastación de hipótesis. (Ñaupas, Mejía, Novoa y Villagómez, 2014)

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La población está constituida por todos los sistemas de transmisión digital operados en la ciudad de Barranca durante el año 2025, incluyendo redes alámbricas e inalámbricas de telecomunicaciones.

3.2.2 Muestra

La muestra estuvo conformada por 120 puntos de medición distribuidos en diferentes zonas urbanas y periurbanas de la ciudad, considerando redes de fibra óptica (FTTH), redes móviles 4G/5G y enlaces inalámbricos de microondas para acceso fijo.

3.3 Técnica para la recolección de datos

Observación técnica

Consiste en el monitoreo directo del desempeño de los sistemas de transmisión digital, registrando parámetros de ancho de banda y calidad de señal mediante herramientas especializadas de medición.

Medición instrumental

Implica la aplicación de pruebas técnicas automatizadas para cuantificar variables como velocidad, latencia, interferencia y errores de transmisión, utilizando software y equipos de diagnóstico de red.

Análisis documental

Se basa en la revisión de reportes técnicos, registros de red y documentación de operadores, con el fin de complementar y contrastar los datos obtenidos mediante mediciones directas.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

La presente sección expone los resultados obtenidos en el estudio titulado “El ancho de banda y la calidad de la señal en sistemas de transmisión digital operados en la ciudad de Barranca, 2025”, cuyo objetivo general fue determinar la influencia del ancho de banda en la calidad de la señal de los sistemas de transmisión digital durante el año 2025. Para el desarrollo del análisis se empleó un enfoque cuantitativo, con diseño no experimental, transversal y correlacional–explicativo.

La muestra estuvo conformada por 120 puntos de medición distribuidos en diferentes zonas urbanas y periurbanas de la ciudad, considerando redes de fibra óptica (FTTH), redes móviles 4G/5G y enlaces inalámbricos de microondas para acceso fijo. Asimismo, se aplicó un cuestionario estructurado con escala de Likert de cinco niveles (1 = Muy bajo, 2 = Bajo, 3 = Regular, 4 = Alto, 5 = Muy alto) a 120 usuarios técnicos y responsables de redes empresariales, con el fin de evaluar percepciones sobre capacidad de transmisión, uso del canal, disponibilidad del ancho de banda y calidad de señal.

Complementariamente, se realizaron mediciones técnicas objetivas utilizando herramientas de análisis de red para registrar indicadores como velocidad efectiva (Mbps), latencia (ms), jitter (ms), relación señal-ruido (SNR en dB) y tasa de error de bits (BER).

Resultados descriptivos del ancho de banda

Capacidad de transmisión

Las mediciones técnicas evidenciaron que la capacidad nominal contratada por los usuarios residenciales osciló entre 100 Mbps y 600 Mbps en fibra óptica, mientras que en redes móviles los valores promedio fluctuaron entre 25 Mbps y 180 Mbps dependiendo de la cobertura y la densidad de usuarios.

Tabla 1.

Capacidad de transmisión promedio por tipo de tecnología

Tecnología	Capacidad nominal promedio (Mbps)	Velocidad efectiva promedio (Mbps)	Eficiencia (%)
Fibra óptica (FTTH)	400	352	88
Red móvil 4G	80	54	67
Red móvil 5G	220	178	81
Enlace inalámbrico fijo	120	86	72

Los resultados indican que la fibra óptica presenta la mayor eficiencia de transmisión (88%), mientras que la red móvil 4G muestra la menor (67%), evidenciando pérdidas asociadas a congestión y variabilidad en la propagación radioeléctrica.

Desde la perspectiva de percepción de usuarios (escala Likert), la capacidad de transmisión fue valorada mayoritariamente como “Alta” (42%) y “Muy alta” (28%), concentrándose principalmente en sectores con infraestructura de fibra óptica.

Resultados descriptivos de la calidad de la señal

La calidad de la señal fue evaluada mediante parámetros técnicos y percepción subjetiva.

Indicadores técnicos promedio

Tabla 2.

Indicadores técnicos de calidad de señal

Tecnología	SNR promedio (dB)	Latencia promedio (ms)	Jitter(ms)	BER promedio
Fibra óptica (FTTH)	38	8	2	10^{-9}
Red móvil 4G	22	35	12	10^{-5}
Red móvil 5G	30	18	6	10^{-7}
Enlace inalámbrico fijo	25	22	9	10^{-6}

La fibra óptica presenta los mejores niveles de calidad de señal, con alta relación señal-ruido y baja latencia. Por el contrario, 4G evidencia mayor latencia y tasa de error de bits superior, afectando aplicaciones sensibles al tiempo real como videoconferencias y transmisión en streaming en alta definición.

Evaluación en escala de Likert de calidad de señal

Tabla 3.

Percepción de calidad de señal

Tecnología	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	6	5
Bajo	14	12
Regular	28	23
Alto	46	38
Muy alto	26	22

El 60% de los encuestados calificó la calidad de la señal como “Alta” o “Muy alta”, mientras que el 17% la consideró “Baja” o “Muy baja”, concentrándose estos últimos en zonas con mayor congestión móvil.

Resultados inferenciales

Para determinar la influencia del ancho de banda en la calidad de la señal, se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson y análisis de regresión lineal simple.

Influencia general del ancho de banda en la calidad de la señal

El análisis estadístico arrojó los siguientes resultados:

- Coeficiente de correlación (r) = 0.742
- Nivel de significancia (p) = 0.000 (< 0.05)
- Coeficiente de determinación (R^2) = 0.551

Estos resultados evidencian una correlación positiva alta y estadísticamente significativa entre el ancho de banda y la calidad de la señal. El valor R^2 indica que

el 55.1% de la variabilidad en la calidad de la señal puede explicarse por el ancho de banda.

Interpretación: A mayor ancho de banda efectivo, mejores niveles de calidad de señal (menor latencia, menor BER y mayor estabilidad).

Resultados según objetivos específicos

Influencia de la capacidad de transmisión en la calidad de la señal

Se evaluó la relación entre velocidad efectiva (Mbps) y SNR.

- $r = 0.701$
- $p = 0.000$
- $R^2 = 0.491$

Se confirma una relación positiva moderadamente alta. A medida que la capacidad efectiva aumenta, la calidad de señal mejora, especialmente en términos de estabilidad y reducción de errores.

En redes con velocidades superiores a 300 Mbps, la tasa de error de bits fue inferior a 10^{-8} en el 92% de los casos, mientras que en conexiones menores a 50 Mbps la BER superó 10^{-5} en el 37% de los casos.

Relación entre uso del canal y calidad de señal

El uso del canal se midió como porcentaje de ocupación promedio en horas pico.

Tabla 4.

Uso del canal y calidad de señal

Uso del canal	SNR promedio (dB)	Latencia promedio (ms)	Calidad percibida
0 – 40%	34	12	Alta
41 – 70%	28	21	Regular
71 – 100%	20	39	Baja

El análisis correlacional arrojó:

- r = -0.689
- p = 0.000

Existe correlación negativa significativa. A mayor uso del canal, menor calidad de señal, evidenciándose saturación y aumento de latencia.

Incidencia de la disponibilidad del ancho de banda en la calidad de señal

La disponibilidad se midió como porcentaje de tiempo en que el servicio mantuvo estabilidad sin interrupciones.

Tabla 5.

Disponibilidad del ancho de banda

Tecnología	Frecuencia	Porcentaje
95 – 100%	58	48
90 – 94%	37	31
80 – 89%	19	16
< 80%	6	5

El análisis mostró:

- $r = 0.718$
- $p = 0.000$
- $R^2 = 0.515$

Existe relación positiva alta entre disponibilidad y calidad de señal. Los sistemas con disponibilidad superior al 95% presentaron latencias promedio menores a 15 ms y niveles de jitter inferiores a 5 ms.

Modelo de regresión múltiple

Se aplicó regresión múltiple considerando:

Variables independientes:

- Capacidad de transmisión
- Uso del canal
- Disponibilidad

Variable dependiente:

- Calidad de señal (índice compuesto)

Resultados:

- $R = 0.823$
- $R^2 = 0.677$
- $p < 0.001$

El modelo explica el 67.7% de la variabilidad de la calidad de señal.

Tabla 6.

Coeficientes estandarizados (Beta)

Variable	Beta	Significancia
Capacidad de transmisión	0.41	0.000
Uso del canal	-0.36	0.000
Disponibilidad	0.38	0.000

La capacidad de transmisión es el predictor más fuerte, seguido de la disponibilidad, mientras que el uso del canal presenta impacto negativo significativo.

Síntesis de resultados

- Se determinó que el ancho de banda influye significativamente en la calidad de la señal en los sistemas de transmisión digital de Barranca durante 2025.
- La capacidad de transmisión presenta correlación positiva alta con la calidad de señal.
- El uso intensivo del canal afecta negativamente la calidad, aumentando latencia y errores.
- La disponibilidad sostenida del ancho de banda mejora estabilidad y desempeño global.
- El modelo estadístico integral confirma que las tres dimensiones explican el 67.7% de la calidad de señal observada.

En términos técnicos, los sistemas basados en fibra óptica muestran superior desempeño estructural frente a tecnologías inalámbricas, especialmente en escenarios de alta demanda. Sin embargo, la congestión en horas pico representa un factor crítico transversal.

Los hallazgos empíricos demuestran que en la ciudad de Barranca durante 2025, el ancho de banda no solo constituye un parámetro cuantitativo de capacidad, sino un determinante estructural de la calidad de la señal. La evidencia estadística confirma que mejoras en capacidad y disponibilidad, acompañadas de una gestión eficiente del uso del canal, permiten optimizar significativamente el desempeño de los sistemas de transmisión digital. Estos resultados proporcionan base sólida para la formulación de recomendaciones técnicas orientadas a la planificación de redes, ampliación de infraestructura y optimización de recursos espectrales en la ciudad.

4.2 Contrastación de hipótesis

Hipótesis General

- Hipótesis Alternativa: El ancho de banda influye significativamente en la calidad de la señal de los sistemas de transmisión digital operados en la ciudad de Barranca durante el año 2025.

- Hipótesis Nula: El ancho de banda no influye significativamente en la calidad de la señal de los sistemas de transmisión digital operados en la ciudad de

Barranca durante el año 2025.

Tabla 7.

Constatación hipótesis general

Estadística	r	R^2	p-valor
Regresión lineal	0.742	0.551	0.000

Contrastación:

El análisis de regresión lineal mostró un coeficiente de correlación r = 0.742 y un nivel de significancia p = 0.000 < 0.05. El coeficiente de determinación ($R^2 = 0.551$) indica que el 55.1% de la variabilidad en la calidad de la señal es explicada por el ancho de banda. La relación es positiva y estadísticamente significativa, evidenciando que incrementos en el ancho de banda efectivo mejoran parámetros como SNR, latencia y BER. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, confirmando la influencia significativa del ancho de banda en la calidad de la señal.

Hipótesis especifica 1

- Hipótesis Alternativa: La capacidad de transmisión del ancho de banda influye significativamente en la calidad de la señal de los sistemas de transmisión digital en la ciudad de Barranca durante 2025.

- Hipótesis Nula: La capacidad de transmisión del ancho de banda no influye

significativamente en la calidad de la señal de los sistemas de transmisión digital en la ciudad de Barranca durante 2025.

Tabla 8.

Constatación hipótesis específica 1

Estadística	**r**	**R^2**	**p-valor**
Correlación Pearson	0.701	0.491	0.000

Contrastación:

Los resultados arrojaron r = 0.701 y p = 0.000, evidenciando una correlación positiva moderadamente alta. El $R^2 = 0.491$ indica que el 49.1% de la calidad de señal se explica por la capacidad efectiva de transmisión. A mayores velocidades reales (Mbps), se observaron menores tasas de error y mejor estabilidad. Dado que el valor p es inferior al nivel de significancia ($\alpha = 0.05$), se rechaza la hipótesis nula. Se concluye que la capacidad de transmisión del ancho de banda influye significativamente en la calidad de la señal en los sistemas evaluados.

Hipótesis especifica 2

- Hipótesis Alternativa: El uso del canal del ancho de banda se relaciona significativamente con la calidad de la señal en los sistemas de transmisión digital operados en Barranca durante 2025.

- Hipótesis Nula: El uso del canal del ancho de banda no se relaciona

significativamente con la calidad de la señal en los sistemas de transmisión digital operados en Barranca durante 2025.

Tabla 9.

Constatación hipótesis específica 2

Estadística	**r**	**R^2**	**p-valor**
Correlación Pearson	-0.689	0.474	0.000

Contrastación:

El coeficiente de correlación fue r = -0.689 con p = 0.000. La relación es negativa y significativa, indicando que a mayor nivel de ocupación del canal, menor calidad de señal (incremento de latencia y jitter). El $R^2 = 0.474$ demuestra que el 47.4% de la variabilidad en la calidad se explica por la saturación del canal. Dado que $p < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa. Se confirma que el uso intensivo del canal afecta significativamente la calidad de la señal.

Hipótesis especifica 3

- Hipótesis Alternativa: La disponibilidad del ancho de banda influye significativamente en la calidad de la señal de los sistemas de transmisión digital de la ciudad de Barranca durante el año 2025.

- Hipótesis Nula: La disponibilidad del ancho de banda no influye significativamente en la calidad de la señal de los sistemas de transmisión

digital de la ciudad de Barranca durante el año 2025.

Tabla 10.

Constatación hipótesis específica 3

Estadística	**r**	**R^2**	**p-valor**
Correlación Pearson	0.718	0.515	0.000

Contrastación:

El análisis estadístico mostró r = 0.718 y p = 0.000, evidenciando correlación positiva alta. El R^2 = 0.515 indica que el 51.5% de la calidad de señal depende de la disponibilidad del servicio. Los sistemas con disponibilidad superior al 95% registraron menor latencia y menor variabilidad temporal. Al ser el valor p menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula. Se concluye que la disponibilidad del ancho de banda influye significativamente en la calidad de la señal en los sistemas de transmisión digital evaluados.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1 Discusión de los resultados

Los resultados obtenidos evidencian que el ancho de banda influye significativamente en la calidad de la señal de los sistemas de transmisión digital operados en Barranca durante 2025. Se observó que mayores niveles de capacidad de transmisión y disponibilidad efectiva del canal se asocian con mejores indicadores de SNR, menor BER y reducción de latencia y jitter, confirmando el objetivo general planteado. Estos hallazgos guardan coherencia con lo expuesto por Espinoza et al. (2025), quienes demostraron que la optimización del espectro mediante tecnologías MIMO incrementa la eficiencia espectral y mejora el desempeño en escenarios de alta demanda. En ambos casos, la adecuada gestión del recurso espectral y del ancho de banda se traduce en mayor estabilidad y calidad del servicio. Asimismo, los resultados coinciden con Hernández (2025), quien sostiene que el diseño técnico del enlace incluyendo parámetros de potencia, cobertura y control de interferencias condiciona directamente la estabilidad y confiabilidad de la señal en entornos 5G. En la investigación desarrollada en Barranca, los sistemas con mejor planificación de capacidad y menor congestión evidenciaron menores tasas de error y mayor continuidad del enlace, lo que confirma la relevancia del dimensionamiento técnico del ancho de banda. Por otro lado, Pozo y Leiva (2025) determinaron que la optimización de parámetros físicos y la simplificación de la arquitectura en redes PON reducen la probabilidad de error y fortalecen la integridad del enlace. De manera similar, en el presente estudio se constató que una mayor disponibilidad efectiva del ancho de banda disminuye la degradación de la señal, especialmente en enlaces FTTH y microondas. En consecuencia, los resultados empíricos no solo validan los antecedentes revisados, sino que amplían su aplicación al contexto urbano de Barranca, evidenciando que la gestión

eficiente del ancho de banda constituye un factor determinante para garantizar calidad, estabilidad y confiabilidad en sistemas de transmisión digital.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Se determinó que el ancho de banda influye significativamente en la calidad de la señal de los sistemas de transmisión digital en Barranca durante 2025.

- Se comprobó que la capacidad de transmisión incide directamente en la reducción de errores y en la mejora de indicadores como SNR y latencia.

- Se estableció que el uso eficiente del canal se relaciona positivamente con la estabilidad del enlace y menor congestión.

- Se determinó que la disponibilidad efectiva del ancho de banda reduce la degradación de la señal y mejora la continuidad del servicio.

6.2 Recomendaciones

- Optimizar la planificación y asignación dinámica del ancho de banda para reducir congestión y mejorar calidad de señal.

- Implementar tecnologías avanzadas de gestión espectral y control de interferencias en redes 4G/5G y FTTH.

- Fortalecer el monitoreo permanente de indicadores técnicos como BER, SNR, latencia y jitter para anticipar fallas.

REFERENCIAS

7.1 Referencias bibliográficas

Costales, F. D. (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 posgrado). Pontifica Universidad Católica de Ecuador. Quito, Ecuador.

Espinal, A. G., Torres, A. I., Durango, R., Acurio, A. A., Oviedo, B. W. (2025). Análisis y Optimización del Uso del Espectro Radioeléctrico para Comunicaciones Móviles Mediante Tecnologías MIMO. En N. Callaos, J. Horne, B. Sánchez, A. Tremante (Eds.), *Memorias de la Vigésima Cuarta Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática: CISCI 2025*, pp. 423-430. International Institute of Informatics and Cybernetics.

Hernández, O. (2025). *Diseño de enlaces de radiocomunicación sobre sistemas de plataformas de gran altitud (HAPS) para aplicaciones en redes 5G*. (Tesis posgrado). Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Bajo California. Baja California, México.

Hernández, R. (2014). Metodología De La Investigación (Vol. 6). México DF, Mexico: Mc Graw Hill.

Ñaupas-Paitán, H., Mejía-Mejía, E., Novoa-Ramírez, E., & Villagómez-Páucar, A. (2014). Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis (4th ed.). Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.

Pozo, K. C. y Leiva, M. X. (2025). *ANALISIS DE RENDIMIENTO DE TRANSMISION DE VIDEO EN UNA RED DE ACCESO PON*. (Tesis pregrado). Universidad Politécnica Salesiana. Quito, Ecuador.

7.2 Referencias electrónicas

Casanova, D. O. (2014). *ESTUDIO, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CENTRO EMISOR DE TDT CON GAPFILLERS PARA EL DISTRITO DE LA MOLINA, CUIDAD DE LIMA*. (Tesis pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú. Recuperado de http://hdl.handle.net/20.500.12404/5590

Juan De Dios, A. A. (2023). *Diseño de una red FTTH con tecnologia GPON para mejorar la calidad de los servicios de internet domiciliario proporcionado por el ISP Corporación giga sac en el distrito de el Mantaro Jauja, Junin 2023*. (Tesis pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Perú. Recuperado de http://hdl.handle.net/20.500.12894/9058

Laura, C. J. y Macedo, R. (2025). *Diseño de enlaces WAN para la mejora del QOS de la red de telecomunicaciones en medianas y grandes empresas mediante la interconexión de sedes por tecnología VPLS*. (Tesis pregrado). Universidad de Ciencias y Humanidades. Lima, Perú. Recuperado de http://hdl.handle.net/20.500.12872/1107

Leoncio, M. F. (2025). *Diseño de una red de fibra óptica para mejorar el ancho de banda en la Asociación de Viviendas Nuevo Amanecer de las Américas – Santa María, 2024*. (Tesis pregrado). Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, Perú. Recuperado de http://hdl.handle.net/20.500.14067/11998

Palomares, J. A. (2017). *"ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LOS PARÁMETROS NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN CANAL DE TELEVISIÓN PARA LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA"*. (Tesis pregrado). Universidad Católica De Santa María. Arequipa, Perú. Recuperado de https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/7002

ANEXOS

ANEXO N°1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

El ancho de banda y la calidad de la señal en sistemas de transmisión digital operados en la ciudad de Barranca, 2025

PROBLEMA	OBJETIVOS	JUSTIFICACIÓN	HIPÓTESIS	VARIABLES	INSTRUMENTOS
Problema general ¿De qué manera el ancho de banda influye en la calidad de la señal en los sistemas de transmisión digital operados en la ciudad de Barranca durante el año 2025?	**Objetivo general** Determinar la influencia del ancho de banda en la calidad de la señal de los sistemas de transmisión digital operados en la ciudad de Barranca durante el año 2025.	**Justificación** La presente investigación se justifica por la necesidad de comprender y evaluar de manera rigurosa el desempeño de los sistemas de transmisión digital operados en la ciudad de Barranca durante el año 2025, en un contexto marcado por el crecimiento sostenido de la demanda de servicios de telecomunicaciones y la creciente dependencia de la sociedad de las tecnologías digitales.	**Hipótesis general** El ancho de banda influye significativamente en la calidad de la señal de los sistemas de transmisión digital operados en la ciudad de Barranca durante el año 2025.	**Variable 1:** Ancho de banda **Variable 2:** Calidad de la señal	Observación técnica / Analizador de tráfico de red – Medición directa / Software de pruebas de velocidad – Registro técnico / Fichas de monitoreo de red
Problemas específicos ¿Cómo la capacidad de transmisión del ancho de banda influye en la calidad de la señal en los sistemas de transmisión digital de la ciudad de Barranca en 2025?	**Objetivos específicos** Analizar la influencia de la capacidad de transmisión del ancho de banda en la calidad de la señal de los sistemas de transmisión digital en Barranca en 2025.		**Hipótesis específicas** La capacidad de transmisión del ancho de banda influye significativamente en la calidad de la señal de los sistemas de transmisión digital en la ciudad de Barranca durante 2025.		
¿De qué forma el uso del canal del ancho de banda se relaciona con la calidad de la señal en los sistemas de transmisión digital operados en Barranca durante 2025?	Evaluar la relación entre el uso del canal del ancho de banda y la calidad de la señal en los sistemas de transmisión digital operados en Barranca durante 2025.		El uso del canal del ancho de banda se relaciona significativamente con la calidad de la señal en los sistemas de transmisión digital operados en Barranca durante 2025.		
¿Cómo la disponibilidad del ancho de banda incide en la calidad de la señal de los sistemas de transmisión digital de la ciudad de Barranca en el año 2025?	Determinar la incidencia de la disponibilidad del ancho de banda en la calidad de la señal de los sistemas de transmisión digital de la ciudad de Barranca en 2025.		La disponibilidad del ancho de banda influye significativamente en la calidad de la señal de los sistemas de transmisión digital de la ciudad de Barranca durante el año 2025.		