



FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INFORMÁTICA

IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED FTTH CON TECNOLOGÍA GPON PARA
MEJORAR LA CALIDAD DEL SERVICIO DEL ANCHO DE BANDA DE INTERNET
EN UN DISTRITO DE LIMA-PERÚ, 2023

Línea de investigación:

Sistemas eléctricos y electrónicos

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Electrónico

Autor:

Carrasco Chuquimajo, Jesus Basilio

Asesor:

Flores Masías, Edward José

ORCID: 0000-0001-8972-5494

Jurado:

Peña Carrillo, Cesar Serapio

Rosales Fernandez, Jose Hilarion

Pastor Castillo, Jose Enrique

Lima - Perú

2025

IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED FTTH CON TECNOLOGÍA GPON PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL SERVICIO DEL ANCHO DE BANDA DE INTERNET EN UN DISTRITO DE LIMA-PERÚ, 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%	11%	2%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.telefonica.com Fuente de Internet	1%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	www.eumed.net Fuente de Internet	1%
4	www.profesionalreview.com Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC Trabajo del estudiante	1%
6	Submitted to Universidad Politécnica Estatal de Carchi Trabajo del estudiante	1%
7	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INFORMÁTICA

IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED FTTH CON TECNOLOGÍA GPON PARA
MEJORAR LA CALIDAD DEL SERVICIO DEL ANCHO DE BANDA DE INTERNET
EN UN DISTRITO DE LIMA-PERÚ, 2023

Línea de investigación:

Sistemas eléctricos y electrónicos

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico

Autor:

Carrasco Chuquimajo, Jesus Basilio

Asesor:

Flores Masías, Edward José

ORCID: 0000-0001-8972-5494

Jurado:

Peña Carrillo, Cesar Serapio

Rosales Fernandez, Jose Hilarion

Pastor Castillo, Jose Enrique

Lima – Perú

2025

ÍNDICE

RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1. Descripción y formulación del problema.....	9
1.2. Antecedentes.....	11
1.3. Objetivos.....	15
Objetivo general.....	15
Objetivos específicos.....	15
1.4. Justificación.....	15
1.5. Hipótesis.....	16
II. MARCO TEÓRICO.....	17
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	17
III. MÉTODO.....	26
3.1. Tipo de investigación.....	26
3.2. Ámbito temporal y espacial.....	26
3.3. Variables.....	26
3.4. Población y muestra.....	27
3.5. Instrumentos.....	28
3.6. Procedimiento.....	28
3.7. Análisis de datos.....	28
3.8. Consideraciones éticas.....	29

IV.	RESULTADOS.....	30
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	51
VI.	CONCLUSIONES.....	53
VII.	RECOMENDACIONES.....	54
VIII.	REFERENCIAS.....	55
IX.	ANEXOS.....	58

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estadísticas de confiabilidad de los datos obtenidos totales.....	30
Tabla 2. Estadísticas de confiabilidad con Alfa de Cronbach por dimensión	30
Tabla 3. Prueba de normalidad	31
Tabla 4. Resultados totales pretest.....	32
Tabla 5. Resultados totales postest	32
Tabla 6. Diferencia de medias entre pretest y postest.....	32
Tabla 7. Resultados de la dimensión fiabilidad del pretest.....	34
Tabla 8. Resultados de la dimensión fiabilidad del postest	34
Tabla 9. Diferencia de medias para la dimensión fiabilidad.....	34
Tabla 10. Resultados de la dimensión sensibilidad del pretest.....	36
Tabla 11. Resultados de la dimensión sensibilidad del postest	36
Tabla 12. Diferencia de medias para la dimensión sensibilidad.....	36
Tabla 13. Resultados de la dimensión seguridad del pretest	38
Tabla 14. Resultados de la dimensión seguridad del postest.....	38
Tabla 15. Diferencia de medias para la dimensión seguridad	38
Tabla 16. Resultados de la dimensión empatía del pretest	40
Tabla 17. Resultados de la dimensión empatía del postest.....	40
Tabla 18. Diferencia de medias para la dimensión empatía	40
Tabla 19. Resultados de la dimensión elementos tangibles del pretest	42
Tabla 20. Resultados de la dimensión elementos tangibles del postest.....	42
Tabla 21. Diferencia de medias para la dimensión elementos tangibles.	42
Tabla 22. Estadísticos descriptivos	44
Tabla 23. Prueba de Hipótesis general.....	45
Tabla 24. Prueba de hipótesis dimensión fiabilidad	46

Tabla 25. Prueba de hipótesis dimensión sensibilidad.....	47
Tabla 26. Prueba de hipótesis dimensión seguridad	48
Tabla 27. Prueba de hipótesis dimensión empatía	49
Tabla 28. Prueba de hipótesis dimensión elementos tangibles	50

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principales obstáculos para el despliegue de redes FTTH	10
Figura 2. Transmisión de luz a través de un fluido.....	17
Figura 3. Construcción interna de fibra	18
Figura 4. Ejemplo de instalación de una red PON.....	23
Figura 5. Solución de red FTTx con tecnología PON.	25
Figura 6. Comparación entre pretest y postest totales.	33
Figura 7. Comparación entre pretest y postest para la dimensión fiabilidad.	35
Figura 8. Comparación entre pretest y postest para la dimensión sensibilidad.	37
Figura 9. Comparación entre pretest y postest para la dimensión seguridad.....	39
Figura 10. Comparación entre pretest y postest para la dimensión empatía.....	41
Figura 11. Comparación entre pretest y postest para la dimensión elementos tangibles.....	43

RESUMEN

Las necesidades de comunicación en el Perú cada vez son más requeridas debido al crecimiento poblacional y a las necesidades de digitalización que van avanzando a pasos agigantados en el mundo. El presente trabajo tiene como objetivo el Implementar una red FTTH con tecnología GPON para mejorar la calidad del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023, la metodología empleada estuvo dirigida a 150 usuarios para evaluar la calidad de servicio de la empresa, el instrumento utilizado fue el cuestionario Servqual, un cuestionario ampliamente validado para medir la calidad de servicio a través de cinco dimensiones. Los resultados permitieron en dos momentos una evaluación con el instrumento indicado a través de una escala de Likert de cinco criterios para conocer el grado de satisfacción, de esta forma se pudo identificar la percepción del usuario antes y después de la implementación de la red. Se concluye que la calidad de servicio brindada mejora significativamente en las cinco dimensiones evaluadas que son la fiabilidad, la sensibilidad, la seguridad, la empatía y los elementos tangibles utilizados en la instalación de la red.

Palabras clave: FTTH, GPON, SERVQUAL, ancho de banda.

ABSTRACT

Communication needs in Peru are increasingly required due to population growth and the digitalization needs that are advancing by leaps and bounds in the world. The present work aims to implement a FTTH network with GPON technology to improve the quality of service due to the internet bandwidth in a district of Lima-Peru, 2023, the methodology used was aimed at 150 users to evaluate the quality of service of the company, the instrument used was the Servqual questionnaire, a widely validated questionnaire to measure the quality of service through five dimensions. The results allowed an evaluation at two times with the indicated instrument through a Likert scale of five criteria to know the degree of satisfaction, in this way it was possible to identify the user's perception before and after the implementation of the network. It is concluded that the quality of service provided improves significantly in the five dimensions evaluated which are reliability, sensitivity, security, empathy and the tangible elements used in the installation of the network.

Keywords: FTTH, GPON, SERVQUAL, bandwidth.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción y formulación del problema

Las telecomunicaciones juegan un papel fundamental en el avance poblacional, dado que ejercen influencia en todas las esferas de la sociedad, incluyendo la educación, el trabajo, la salud y el entretenimiento, entre otros. Los medios utilizados en las telecomunicaciones pueden ser de naturaleza no física, tal como la atmósfera, o de naturaleza física, como los cables de cobre, coaxiales y fibra óptica. Este último, debido a su extensa capacidad de transmisión (ancho de banda), ha emergido como el medio predominante en el ámbito telecomunicativo. Este es un hilo fino confeccionado de vidrio o plástico, que presenta una pérdida de potencia reducida incluso a largas distancias de transmisión. En la actualidad, se continúan llevando a cabo investigaciones para desarrollar nuevas fibras ópticas que garanticen el desarrollo futuro (Pacheco y Sevillano, 2020).

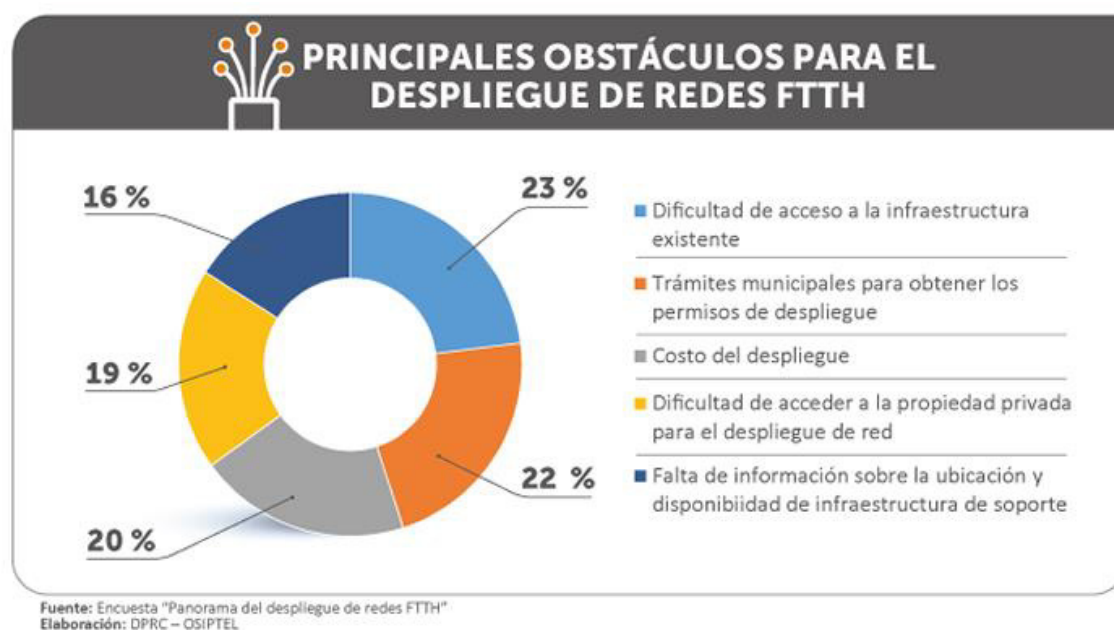
Dentro del marco de la demanda ascendente de acceso a internet en Perú, persisten obstáculos para optimizar la calidad y accesibilidad de este servicio. Uno de los problemas identificados es la ausencia o asimetría de datos relativos a la ruta de conectividad que nuestro país dispone, los grados de conexión y los agentes que conforman el ecosistema. La claridad de dicha información facilita una toma de decisiones más efectiva por parte de los agentes, con la finalidad de optimizar la provisión de servicios de acceso a internet (Chahuara et al., 2022).

La investigación titulada "Panorama del despliegue de redes FTTH", llevada a cabo por el Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones (OSIPTEL) y realizada entre todas las compañías que ofrecen el servicio de internet fijo en nuestro país, identificó que los dos principales impedimentos para el progreso de la fibra óptica residencial en el país son la complejidad en el acceso a la infraestructura existente y los procedimientos municipales para la obtención de autorizaciones de despliegue. A pesar del progreso significativo de la tecnología de fibra óptica residencial, que facilitó que, al concluir el año 2023, el número de

conexiones sobrepasara los 2 millones a nivel nacional, las entidades proveedoras de servicios de internet (ISP, por sus siglas en inglés) señalaron que el principal impedimento que enfrentan para la implementación de redes FTTH radica en la dificultad de acceso a la infraestructura de redes preexistente (23 %), es decir, dificultades para la utilización y aprovechamiento de los canales existentes, ya sean postes, ductos o sitios. El segundo principal impedimento identificado por las Infraestructuras de Seguridad y Salud (ISP) corresponde a los procedimientos municipales para la adquisición de los permisos de despliegue (22%), que implican tarifas, plazos y otras exigencias impuestas por las autoridades locales para el despliegue y acceso a la infraestructura. Estos procedimientos son variados y, en numerosas instancias, carecen de estandarización (Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones [OSIPTEL], 2024).

Figura 1

Principales obstáculos para el despliegue de redes FTTH



En una región delimitada de un distrito tradicional de Lima, caracterizado por la

abundancia de ubicaciones turísticas, comerciales, empresariales y residenciales, se ha identificado la necesidad de ampliar el ancho de banda en las comunicaciones locales. Esta necesidad se debe al elevado consumo de los usuarios citados y a la elevada población existente, factores que resultan en que en horas punta la saturación del ancho de banda de las compañías de telecomunicaciones no pueda satisfacer las demandas del área delimitada.

1.1.1. Formulación del problema

Problema general

¿Cómo la implementación de una red FTTH con tecnología GPON puede mejorar la calidad del servicio del ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023?

Problemas específicos

- ¿Cómo la implementación de una red FTTH con tecnología GPON puede mejorar la fiabilidad del ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023?
- ¿Cómo la implementación de una red FTTH con tecnología GPON puede mejorar la sensibilidad del ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023?
- ¿Cómo la implementación de una red FTTH con tecnología GPON puede mejorar la seguridad del ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023?
- ¿Cómo la implementación de una red FTTH con tecnología GPON puede mejorar la empatía del cliente por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023?
- ¿Cómo la implementación de una red FTTH con tecnología GPON puede mejorar los elementos tangibles del servicio del ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023?

1.2. Antecedentes

Paz y Camacho (2019) sostienen que el acceso a la información es esencial para la sociedad del conocimiento del siglo XXI. Con el crecimiento de las comunidades, también se

incrementa su demanda de datos. En el contexto contemporáneo, las redes de fibra óptica o las redes FTTH (fibra a domicilio) representan las alternativas más eficaces, dejando a otros canales en una etapa de obsolescencia. Esta circunstancia proporciona un escenario propicio para la incursión de nuevos actores en el mercado dispuestos a atender la demanda de Internet de alta velocidad. Por lo tanto, la investigación contemporánea propone la necesidad de investigar la demanda de redes FTTH en las parroquias Laurel, Juan Bautista Aguirre y El Limonal del cantón Daule, provincia del Guayas, como etapa preliminar y esencial para evaluar la factibilidad de implementar un proyecto económico que atienda a esta demanda potencialmente insatisfecha. Se realizó una investigación de campo y teórica, empleando metodologías como la revisión de documentos y literatura, la observación directa, encuestas a la población objetivo y entrevistas con expertos. El propósito de la investigación consistió en discernir los componentes cruciales que facilitaron la consecución del objetivo propuesto. Los hallazgos y conclusiones derivados de estos estudios se presentaron de forma sistemática tras su ejecución.

Juan de Dios (2023), en su tesis titulada "Diseño de una red FTTH con tecnología GPON para mejorar la calidad de los servicios de internet domiciliario-proporcionados por el ISP Corporación Giga SAC en el distrito de El Mantaro Jauja, Junín 2023", Se realizó un examen de los servicios de internet residencial proporcionados por la corporación Corporación Giga en el distrito de El Mantaro, Jauja, que actualmente emplea tecnología de conexión inalámbrica. Los problemas identificados incluyeron el ancho de banda proporcionado, la velocidad de carga y descarga, la estabilidad del servicio, la continuidad del servicio y los costos elevados asociados. El diseño de una red de Fibra hasta el Hogar (FTTH) empleando tecnología GPON se fundamentó en la teoría de la fibra óptica residencial. Se consideraron las fundamentaciones teóricas de una red de PON, junto con su arquitectura y diseño para su implementación. La estrategia seleccionada se fundamentó en la metodología Top Down, que

se implementa en cuatro fases. Esta metodología asistió a la entidad en la identificación de los componentes esenciales de la red. La evaluación de requerimientos se fundamentó en el estado presente de la red Wi-Fi. El diseño lógico de la red se fundamentó en la cobertura a alcanzar, el cálculo óptico y el nivel de segmentación. Los equipos físicos fueron seleccionados conforme a la planificación establecida. Se llevaron a cabo evaluaciones en laboratorio de los equipos y se determinó el presupuesto sugerido durante la fase de pruebas y optimización. En el transcurso de la exposición de esta disertación, la fase de implementación se ejecutó conforme al diseño de red preestablecido. Durante la fase de supervisión, se corroboró la estabilidad de la red y se optimizó la calidad del servicio de internet en los despliegues de red ya implementados. La adopción de la metodología Top-Down para el diseño de una red de fibra óptica hasta el hogar con tecnología de gigabit por puerto de fibra evidenció que la implementación de la red resultó en mejoras en cuanto a los indicadores de ancho de banda. Se alcanzó un incremento del cien por ciento en la velocidad de carga y descarga, se garantizó la continuidad del servicio mediante la reducción de la frecuencia de caídas de gran magnitud y se disminuyó el costo de instalación.

Choque (2021) en su disertación de tesis, explica que la necesidad de satisfacer la demanda del servicio de televisión por cable y, en un futuro cercano, del servicio de internet por parte de Telecomunicaciones Yungueña en la localidad de Coripata ha motivado el diseño de una red de acceso utilizando tecnología GPON/FTTH. El objetivo de esta red es proporcionar televisión por cable (video) e internet a la localidad de Coripata. Se llevó a cabo un análisis de los fundamentos y características principales de las Redes Ópticas Pasivas durante la primera etapa del proyecto. Este análisis analiza las diferentes categorías de redes PON, con un enfoque particular en las redes de fibra óptica, GPON y FTTH de última milla. Se realizó una evaluación exhaustiva del estado actual de Telecomunicaciones Yungueña, y de acuerdo con los datos proporcionados, se descartó la realización de encuestas a los habitantes

de la zona para satisfacer las necesidades de los usuarios. Los cálculos de la capacidad necesaria para el diseño de la red GPON/FTTH se están realizando con el objetivo de diseñar una red ideal que satisfaga tanto las demandas de los usuarios como las expectativas de la empresa. En el siguiente paso, se creó una red óptica que comenzaba en la oficina central, pasaba por la red ODN y terminó en la red de distribución. Además de los planos de implementación en Autocad que especifican las rutas, la localización de las NAPs, los splitters, las muflas y otros componentes que conforman la red óptica, se establecieron los criterios técnicos que los equipos deben cumplir para ser utilizados en el diseño de la red GPON. Se selecciona un fabricante de equipos de telecomunicaciones que proporcione las características más importantes y se alinee con las condiciones técnicas y económicas propuestas del proyecto, que se presentan a través de un análisis de CAPEX y OPEX. Se elabora un presupuesto referencial de los equipos y componentes a utilizar.

Perez (2023) en su disertación afirma que el objetivo de este proyecto es resaltar las diferencias importantes entre las implementaciones de Fiber to the Home (FTTH) y la tecnología Fiber to the Room (FTTR). Se realizó un análisis para determinar la necesidad de la organización de cambiar a esta tecnología en función de la eficiencia de la red y la optimización de la experiencia del usuario durante la etapa inicial. Se llevó a cabo un análisis de las ventajas potenciales de implementar Fiber to the Room (FTTR). El análisis se concentró en los equipos de red que se implementarían y la topología de red que se implementaría, destacando los elementos críticos para la implementación exitosa de Fiber to the Room (FTTR). Por último, pero no menos importante, se lleva a cabo una evaluación de la implementación de Fiber to the Room (FTTR) para evaluar las mejoras en los indicadores de rendimiento. Este análisis no solo confirma la eficacia de la red, sino que también proporciona datos concretos sobre sus beneficios para el desempeño.

1.3. Objetivos

Objetivo general

Implementar una red FTTH con tecnología GPON para mejorar la calidad del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.

Objetivos específicos

- Implementar una red FTTH con tecnología GPON para mejorar la fiabilidad del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.
- Implementar una red FTTH con tecnología GPON para mejorar la sensibilidad del cliente por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.
- Implementar una red FTTH con tecnología GPON para mejorar la seguridad del cliente por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.
- Implementar una red FTTH con tecnología GPON para mejorar la empatía del cliente por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.
- Implementar una red FTTH con tecnología GPON para mejorar los elementos tangibles del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.

1.4. Justificación

La justificación tecnológica de la presente investigación radica en la mejora de las condiciones de comunicación en los usuarios finales, con una mayor capacidad de ancho de banda y dispositivos de conexión, que posibilitarán la optimización de sus actividades cotidianas. La justificación económica se basa en la posibilidad de proporcionar una mayor cantidad de servicio de internet a un costo por conexión más competitivo, considerando el costo-beneficio vinculado a cada megabit proporcionado por la empresa. Se justifica desde una perspectiva social dado que facilitará el acceso a un mayor número de usuarios que demanden el servicio. Finalmente, su justificación se basa en su contribución a la optimización de las comunicaciones entre los individuos en el distrito.

1.5. Hipótesis

Hipótesis general

Implementar una red FTTH con tecnología GPON mejora la calidad del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.

Hipótesis específicas

- Implementar una red FTTH con tecnología GPON mejora la fiabilidad del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.
- Implementar una red FTTH con tecnología GPON mejora la sensibilidad del cliente por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.
- Implementar una red FTTH con tecnología GPON mejora la seguridad del cliente por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.
- Implementar una red FTTH con tecnología GPON mejora la empatía del cliente por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.
- Implementar una red FTTH con tecnología GPON mejora los elementos tangibles del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.

II. MARCO TEÓRICO

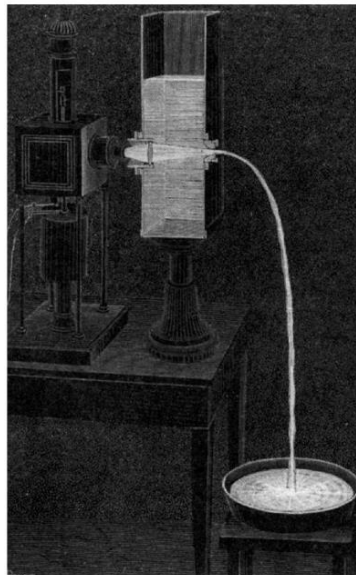
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1. Fibra óptica

La evolución de la fibra óptica se inicia en el siglo XIX con el descubrimiento de que la luz tiene la capacidad de transitar a través del agua. Posteriormente, en 1953, Narinder Singh Kapany, físico, fundamentándose en las investigaciones previamente realizadas, creó fibra óptica, un cable de vidrio que podía transportar luz. Sin embargo, no fue hasta unos años después de la invención del láser que comenzó a ser evidente su gran potencial en comunicaciones basadas en transmisores de vidrio.

Figura 2

Transmisión de luz a través de un fluido.



Actualmente, el término fibra óptica se refiere a una guía de onda dieléctrica y cilíndrica de alta flexibilidad, con la capacidad de orientar ondas electromagnéticas dentro del espectro de las comunicaciones ópticas (Durán, 2022).

2.1.2. Estructura interna de la fibra óptica

En términos generales, un cable de fibra óptica se compone de un núcleo (la fibra óptica), un componente de tracción, un recubrimiento, fibras de refuerzo y una cubierta externa. Dentro de este conjunto, el núcleo y el revestimiento constituyen los dos componentes primordiales. El núcleo constituye el espacio destinado a la transmisión lumínica de la fibra. El revestimiento se define como la capa que circunda de manera integral el núcleo. El revestimiento suele estar rodeado por una capa adicional, denominada elemento de tracción.

2.1.3. Construcción interna de fibra

El vidrio y el plástico son los materiales utilizados en la producción de fibra óptica. El componente central de la fibra óptica puede estar constituido por plástico (utilizado para la transmisión de larga distancia), mientras que los cables ópticos de vidrio se fabrican con sílice, que, en su estado puro, exhibe una pérdida extremadamente baja en la región infrarroja del espectro óptico. El cable de fibra óptica, diseñado para distancias extensas, redes de datos y telecomunicaciones de alta calidad, utiliza luz para la transmisión de información, mientras que el cable de cobre se sustenta en electricidad para su funcionamiento (FS Community, 2021).

Figura 3

Construcción interna de fibra



2.1.4. *Funcionamiento de la fibra óptica*

Utilizamos la física para comprender el funcionamiento de la fibra óptica. Dado que los cables transmiten una señal de tipo luminosa, el método de transmisión se basa en los procesos físicos de reflexión y refracción lumínica en lugar de la transferencia de los electrones a través de un material conductor. La luz se transmitirá a través de un cable de fibra hasta su destino final.

Cuando un rayo luminoso impacta una superficie de separación de dos medios, se produce una reflexión, la cual modifica la dirección de la onda y la convierte en una dirección con un ángulo equivalente al de incidencia. Por ejemplo, si un haz luminoso incide en una superficie en un ángulo de 90 grados, este rebotará en dirección contraria. Este proceso de rebotamiento es análogo al que se produce al colocarnos frente a un espejo. En una circunstancia alternativa, si un rayo luminoso incide sobre una superficie con una inclinación de 30 grados, el rayo rebotará con la misma inclinación.

El fenómeno adicional vinculado es la refracción. Se refiere al cambio de dirección y velocidad en una onda durante su transición de un medio a otro. Por ejemplo, es lo que se percibe cuando la luz se proyecta desde el aire hacia el agua; observaremos la misma imagen, pero desde una perspectiva distinta. Similarmente a cuando se sumerge un lápiz en un recipiente con agua y el lapicero parece haberse desintegrado.

La definición académica de la fibra óptica viene a ser un conductor de luz. La luz se propaga a lo largo de este conducto a la velocidad máxima posible mientras está confinado allí. Debido a que solo en condiciones de vacío se puede alcanzar una velocidad máxima de transmisión lumínica de $c = 299.792.458 \text{ m/s}$, el tipo de material transparente utilizado afecta la velocidad de transmisión lumínica. En otros medios, la propagación se produce a una velocidad más baja. El índice de refracción del medio es la relación que existe entre la velocidad de la luz en el vacío y en otro medio. Este índice es diferente para cada material.

Las leyes de refracción y reflexión de la luz son la fuente física de la captura de luz en el conducto. Según estas leyes, cuando un rayo cruza un medio físico de tipo transparente a otro igualmente transparente, pero con una velocidad de propagación menor, su trayectoria cambia de acuerdo con la Ley de Snell (Redes Telecom, 2024).

2.1.5. Tipos de fibra óptica

Las fibras ópticas se clasifican en monomodo y multimodo en función de la modalidad de propagación de los haces de luz dentro de una fibra. Procederemos a examinar los elementos clave de cada uno de ellos (Hernández, 2024).

2.1.5.1. Monomodo. La fibra óptica monomodo puede viajar hasta 50 veces más lejos que la fibra óptica multimodo y tiene una tasa de transmisión superior. Sin embargo, esto conlleva un gasto mayor. El ancho de banda es casi ilimitado y el bajo nivel de atenuación de la fibra monomodo la convierten en una opción ideal para escenarios de larga distancia. Un cable monomodo tiene un solo modo de transmisión y un solo puesto de fibra de vidrio con un diámetro equivalente de 8,3 a 10 micrones. Para comprender esta estadística, es importante tener en cuenta que la longitud del cabello humano puede oscilar entre 15 micrones (los más finos) y 170 micrones (los que vienen a ser extremadamente gruesos), con un promedio de 60 a 110 micrones.

2.1.5.2. Multimodo. Con un rango de 50 a 100 micrones, la fibra óptica multimodo tiene un mayor diámetro que la fibra óptica de tipo monomodo. Las aplicaciones que requieren cable de tipo multimodo generalmente requieren dos fibras.

La fibra multimodo ofrece velocidades de banda ancha de alta velocidad de 10 a 100 MB. Sin embargo, numerosos trayectos de luz en cableados de mayor longitud (más de 914 metros) pueden experimentar problemas de distorsión. Como resultado, las aplicaciones que requieran una capacidad de un Gigabit o más suelen utilizar fibra monomodo. La fibra multimodo se clasifica en escalonado y graduado según el índice de refracción del núcleo.

2.1.6. Tipos de fibra según el material

Adicionalmente, basándonos en el material, se pueden identificar dos categorías diferenciadas de fibra: de vidrio o de plástico. ¿De qué manera cada una de estas se distingue? La fibra de vidrio se produce a partir de diminutas hebras de vidrio, mientras que la fibra de plástico se constituye de un núcleo y un recubrimiento fabricados de plástico o materiales poliméricos extremos (Hernández, 2024).

2.1.6.1. Fibra óptica de vidrio. Las ventajas de estos cables incluyen su alta resistencia a temperaturas extremas, ya sea en condiciones de calor intenso o frío severo. Además, permiten alcanzar velocidades de transmisión más elevadas, lo que mejora significativamente su rendimiento. Otra ventaja importante es su diseño compacto y liviano, lo que los hace especialmente adecuados para entornos con espacio reducido, optimizando así su instalación y uso.

Por otro lado, entre sus desventajas se encuentra la necesidad de contar con técnicos altamente capacitados, así como con herramientas y equipos de mayor costo debido a la complejidad de su instalación y mantenimiento. Asimismo, al poseer un núcleo de fibra de dimensiones reducidas, los requerimientos tecnológicos para su funcionamiento son más exigentes. Finalmente, si no se manejan con el debido cuidado, las fibras de vidrio pueden fracturarse con facilidad debido a su fragilidad intrínseca.

2.1.6.2. Fibra óptica de plástico. A continuación, se analizarán los aspectos positivos y negativos de la fibra óptica plástica, también conocida como POF por sus siglas en inglés (plastic optical fiber). Entre sus ventajas, destaca el hecho de que las instalaciones resultan más económicas, ya que se emplean materiales de menor costo. Además, su flexibilidad y solidez le permiten doblarse sin dificultad, lo que facilita su manipulación en diversos entornos. Otra ventaja importante es que su instalación no requiere un nivel de formación tan elevado como en el caso de la fibra óptica de vidrio, lo que reduce la necesidad

de personal altamente especializado.

Sin embargo, esta tecnología también presenta ciertas desventajas. Debido a su alta atenuación y dispersión de la señal, su uso se encuentra limitado a distancias reducidas. Asimismo, a diferencia de la fibra óptica de vidrio, no está diseñada para soportar temperaturas elevadas, lo que restringe aún más sus aplicaciones en determinados entornos.

2.1.6.3. FTTX. Todos los tipos de infraestructura de fibra, como la fibra hasta el hogar (FTTH), la fibra hasta las instalaciones (FTTP), la fibra hasta la acera (FTTC) y la fibra hasta el nodo (FTTN), se denominan FTTX (Damon, 2022).

2.1.6.4. FTTH. Que significa fibra hasta el hogar y FTTP (que significa fibra hasta las instalaciones). Ambos se describen como cables de fibra óptica que conectan directamente un ISP a una ubicación comercial o residencial.

2.1.6.5. FTTC. El término "fibra hasta la acera" quiere decir que es un cable de fibra óptica que se extiende hasta la acera que se encuentra cercana al usuario y se conecta a la ubicación final mediante un cable Ethernet de cobre.

2.1.6.6. FTTN. El término "FTTN" se alude a un cable de fibra óptica implementado para suministrar servicio a una zona extensa a través de cables Ethernet de cobre que conectan cada ubicación en el área de servicio al nodo central.

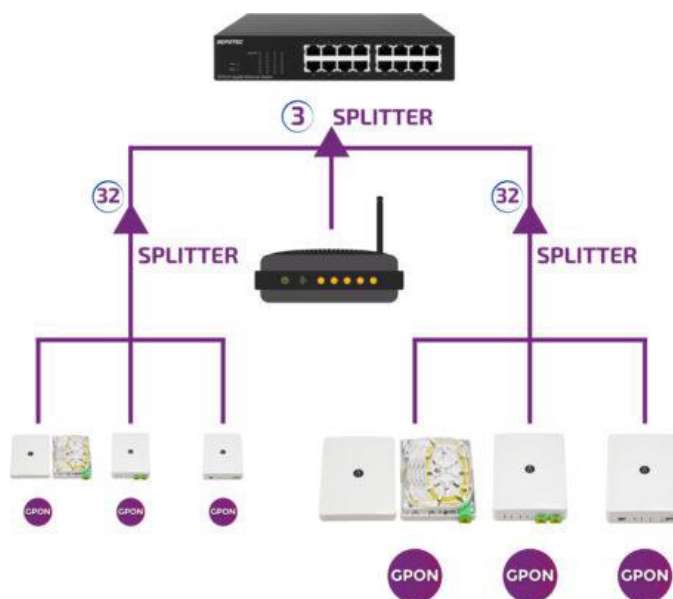
2.2. Las redes PON y GPON

El acrónimo PON, frecuentemente empleado en las instalaciones de fibra, proviene del idioma inglés. Representa un enlace óptico pasivo. En español, Red Óptica Pasiva. Esta es una red óptica pasiva de tipo punto a punto. Una red PON no requiere de componentes activos para reactivar la señal. La distribución se lleva a cabo a través de repartidores ópticos o splitters. Se refiere a la topología empleada en las instalaciones de Fibra hasta el hogar (FTTH). Cuando la velocidad de transmisión logra garantizar 2.4Gbit/s a una distancia de 20 km y a 128 usuarios, se puede definir como una red GPON. Es lo que habitualmente se encuentra en nuestras

viviendas (Keynet, 2023).

Figura 4

Ejemplo de instalación de una red PON.



Los elementos básicos de una red PON o GPON son:

- OLT (Optical Line Termination). Se trata del componente activo en la cabecera, de este se originan las fibras que se dirigen hacia los usuarios.
- ONT (Optical Network Terminal) Se refiere al componente situado en el domicilio del usuario final.
- DOPT, Divisores ópticos. Splitters.
- Cable de fibra para interconectar los otros elementos
- WDM (Multiplexador) son elementos pasivos encargados de combinar o separar en una única fibra diferentes longitudes de onda.

Tener presente que los equipos no son universales, hay que tener garantizada la compatibilidad entre OLT y ONT.

Las redes GPON son bidireccionales, aunque las velocidades máximas son de 2.5 Gbit/s de OLT a ONT, una característica denominada descendente, y la mitad, de 1.25 Gbit/s de ONT a OLT, una característica denominada ascendente.

De OLT a ONT, la información es idéntica para todos (Broadcast), mientras de ONT a OLT, el sistema asigna un tiempo a cada usuario para evitar colisiones. Este sistema se llama modulación TDMA.

Las redes GPON tienen múltiples ventajas con respecto a las XSDL, que se usaban antes:

- Distancia de hasta 20Km.
- Ancho banda (2.4 Gbps y 1.2 Gbps).
- Calidad de servicio, error menor que 10⁻¹⁰.
- Seguridad: Información encriptada.
- Gestión remota de la red.
- No hay consumo energético, ni fuerza ni baterías.
- Multiplexación de servicios por el mismo cable: Voz, Datos, TV, Video on demand, Video RF, etc.

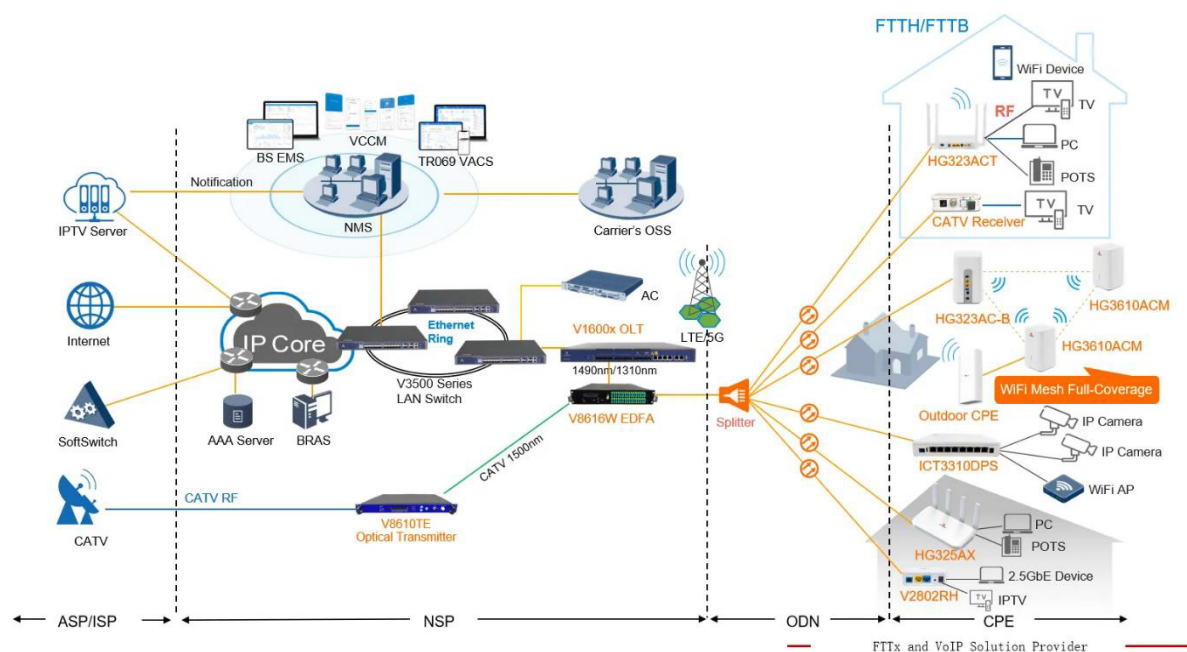
- Escalable: Se puede evolucionar a XG-PON.
- Las redes tradicionales Gpon, caracterizadas por un sistema de distribución en cascada basado en cajas/splitters, donde las fibras son segregadas y fusionadas, se incorporan con un nuevo sistema de distribución denominado Asimétrico. En esencia, implica la utilización de repartidores que integran un acoplador direccional que distribuye la señal de manera desbalanceada, aplicando un nivel de pérdida de señal superior al de la caja de distribución actual con el objetivo de incrementar la cantidad de señal a transmitir a la caja subsecuente, y de esta manera sucesivamente (Keynet, 2023).

2.3. Solución FTTx

Se trata de un proceso integral de FTTx utilizando tecnología PON, que abarca desde el Proveedor de Internet de las Cosas (ISP) hasta el Centro de Procesamiento de Datos (CPE), tal como se ilustra en el diagrama subsiguiente. El Sistema de Gestión de Redes (NMS, por sus siglas en inglés) posee la capacidad de gestionar dispositivos y solucionar problemas. Los terminales de línea óptica (OLT, por sus siglas en inglés), desempeñarán la función de transferir señales electrónicas a señales ópticas. Se desvincula del conmutador y se establece una conexión con las unidades de red óptica (ONU). Los procedimientos y aplicaciones de red ejercen influencia sobre el equipo terminal. Por ejemplo, la Organización de las Naciones Unidas debería situarse en el extremo de los usuarios en el caso de FTTH con cableado doméstico. Puede disfrutar de la red WiFi, CATV, POTS y más si adopta VSOL ONU HG323ACT. El medio de transmisión entre OLT y ONU es el ODN (red de distribución óptica) (Damon, 2022).

Figura 5

Solución de red FTTx con tecnología PON.



III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

Se trata de una investigación aplicada que siguió un diseño experimental de tipo cuasi experimental, con un enfoque de tipo cuantitativo. Hernández, et ál. (2014) nos dice que la investigación es de carácter aplicado, ya que su finalidad es resolver una problemática específica. Para Tamayo (2012) la investigación que es aplicada o activa tiene como objetivo confrontar la teoría con la realidad.

Hernández et al (2014) indicó que el enfoque de tipo cuantitativo tiene como base la utilización de un conjunto de datos para validar teorías a través del análisis estadístico de observaciones. Palella (2006) señaló que el diseño constituye la estrategia adoptada para abordar un problema planteado en un estudio específico. En este estudio en particular, se ha empleado un diseño experimental, en el cual se han manipulado las variables.

En el presente estudio, se emplea el método hipotético-deductivo, tal como dice Rodríguez y Pérez (2017), el método de investigación se define como "el procedimiento o camino que sigue el investigador para convertir su actividad en una práctica científica".

3.2. Ámbito temporal y espacial

La investigación se llevó a cabo durante el año 2023 en el ámbito de implementación de nuevas tecnologías y fibra óptica por las diversas operadoras en el proceso de expansión de Lima Metropolitana, debido a las nuevas necesidades de comunicación, producto del fomento del Ministerio de Transportes y Comunicaciones para incrementar la expansión de las telecomunicaciones a nivel nacional.

3.3. Variables

Se ha tenido en cuenta las siguientes variables:

3.3.1. *Definición conceptual de Red FTTH con tecnología GPON*

Una infraestructura de red FTTH que incorpora la tecnología GPON (Red Óptica Pasiva

con Capacidad de Gigabit, en español) permite soluciones de mayor eficiencia en el transporte de información, aumento del ancho de banda y tecnologías en servicios de internet, voz y televisión IP, entre otras. La fibra óptica es más estable, más resistente a las interferencias electromagnéticas, más segura para la información y menos degradada que las redes de cobre. Esta tecnología permite el manejo rápido y confiable de grandes cantidades de tráfico de datos, contenidos multimedia y otros en una red certificada que cumple con estándares y normas establecidas (Quisnancela y Espinosa, 2016).

3.3.2. Definición conceptual de la variable Calidad del servicio

La calidad del servicio se define como el resultado de un proceso evaluativo en el que el consumidor contrasta sus expectativas con sus percepciones personales. En términos académicos, la valoración de la calidad se realiza mediante la distinción entre el servicio que el consumidor anticipa y el que recibe de la organización (Matsumoto, 2014). La matriz de operacionalización de variables puede revisarse en el anexo B.

3.4. Población y muestra

Carrasco (2009) consideró como la población al “Total de los elementos del análisis, teniendo en cuenta el grupo de individuos que acepten participar en la investigación” (p. 37). La población se compone de todos los usuarios que utilizan el procesamiento de servicios de la red y estuvo conformada por 150 usuarios.

3.4.1. Muestra

Hernández et al (2014) la muestra escogida representa una fracción representativa de la población total, de la cual se recopilan los datos necesarios para la investigación. La investigación se llevó a cabo utilizando una muestra no probabilística intencional, compuesta por un conjunto de 150 usuarios que se benefician de los diversos servicios ofrecidos por la red. La selección de la muestra se realizó de manera intencionada con el propósito de alinearse de manera precisa con los intereses y objetivos del estudio.

3.5. Instrumentos

Con el propósito de realizar una evaluación precisa y detallada de la calidad de servicio de atención al cliente, se empleará un cuestionario estructurado como herramienta esencial. Este será elaborado de manera meticulosa con el fin de recopilar información significativa acerca de esta variable empresarial relevante. En el estudio llevado a cabo, se empleará el modelo Servqual para la evaluación de la calidad de servicio, la cual estará constituida por componentes diseñados para evaluar la variable dependiente en estudio. A continuación, se presenta el instrumento elaborado por Matsumoto (2014), El Modelo Servqual cuantifica la calidad del servicio a través de las expectativas y percepciones de los consumidores, fundamentándose en cinco dimensiones: la dimensión de fiabilidad, la sensibilidad, la seguridad, la empatía, y los elementos tangibles (ver anexo C).

3.6. Procedimiento

Sobre el método, Rodríguez y Pérez (2017) indican que la metodología se define como el compendio de etapas que el investigador ejecuta para transformar su labor en un ejercicio de ciencia. Los hallazgos fueron sometidos a procesamiento y análisis utilizando las herramientas informáticas Excel y SPSS en su versión 26, aplicando métodos de estadística inferencial y descriptiva.

3.7. Análisis de datos

Se diseñará un instrumento para la evaluación de la variable dependiente mediante un cuestionario que evaluará el servicio de atención al cliente. La evaluación de la fiabilidad del instrumento se realizará mediante el coeficiente alfa de Cronbach. Adicionalmente, se llevará a cabo un análisis de normalidad para determinar el enfoque apropiado para la evaluación de hipótesis. Finalmente, se llevará a cabo la evaluación de los descubrimientos con el objetivo de identificar posibles correlaciones entre las variables en estudio.

3.8. Consideraciones éticas

Durante el procedimiento investigativo, se realizó un riguroso acatamiento de las directrices y pautas establecidas para la elaboración del estudio de diseño cuantitativo. Asimismo, se asegurará el respeto a los derechos de autor en todas las explicaciones y discusiones llevadas a cabo, adhiriéndose rigurosamente a las directrices establecidas por las normas de la Asociación Americana de Psicología (APA).

Se asegurará la veracidad y fiabilidad de la información recolectada de todos los participantes en la investigación, quienes serán debidamente informados que la investigación se llevó a cabo con el único objetivo de aportar al campo académico, garantizando que su contribución será tratada de manera confidencial y anónima.

IV. RESULTADOS

Tabla 1

Estadísticas de confiabilidad de los datos obtenidos totales

	Alfa de Cronbach
Pre test grupo experimental	0,951
Post test grupo experimental	0,969

Tabla 2

Estadísticas de confiabilidad con Alfa de Cronbach por dimensión

Dimensión	Pretest	Post test
Fiabilidad	0.821	0.812
Sensibilidad	0.820	0.924
Seguridad	0.816	0.937
Empatía	0.805	0.906
Elementos tangibles	0.806	0.916

Tabla 3*Prueba de normalidad*

	Kolmogorov-smirnov ^a			Shapiro-wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Pretest	,100	150	,001	,957	150	,000
Pre_fiabilidad	,120	150	,000	,959	150	,000
Pre_sensibilidad	,139	150	,000	,952	150	,000
Pre_seguridad	,082	150	,016	,973	150	,004
Pre_empatia	,086	150	,009	,980	150	,030
Pre_elem_tangibles	,120	150	,000	,966	150	,001
Posttest	,102	150	,001	,953	150	,000
Pos_fiabilidad	,070	150	,073	,976	150	,010
Pos_sensibilidad	,154	150	,000	,942	150	,000
Pos_seguridad	,121	150	,000	,946	150	,000
Pos_empatia	,091	150	,004	,971	150	,003
Pos_elem_tangibles	,137	150	,000	,938	150	,000

a. Corrección de significación de lilliefors

Por ser la muestra mayor a 50 elementos se considera la prueba de Kolmogorov-Smirnov en donde se determina utilizar las pruebas no paramétricas.

4.1. Estadística descriptiva

A continuación, se muestran los resultados estadísticos obtenidos durante el pretest y posttest.

Tabla 4*Resultados totales pretest*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente en desacuerdo	460	13.9	13.9	13.9
En desacuerdo	1305	39.5	39.5	53.5
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	1268	38.4	38.4	91.9
De acuerdo	217	6.6	6.6	98.5
Totalmente de acuerdo	50	1.5	1.5	100.0
Total	3300	100.0	100.0	

Tabla 5*Resultados totales posttest*

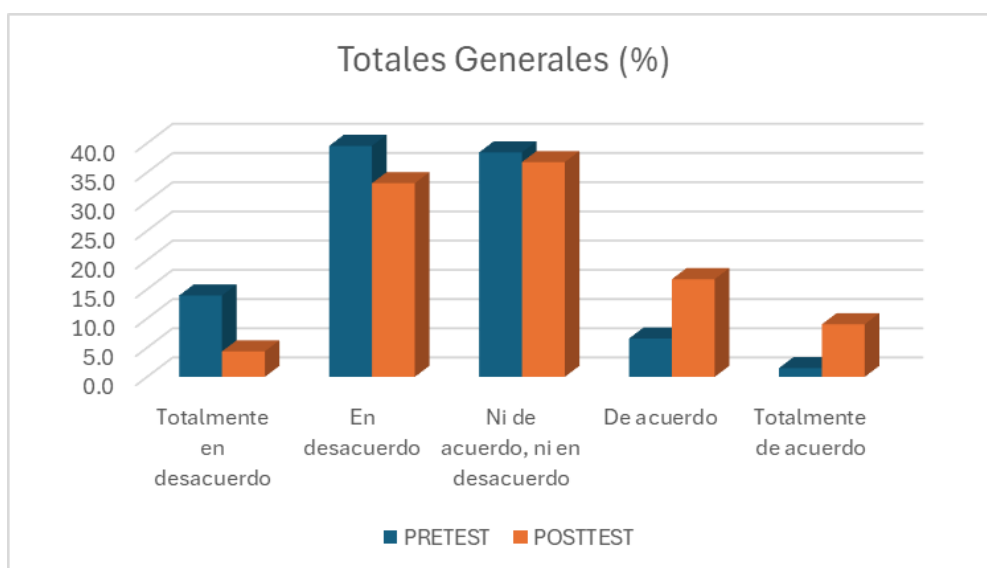
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente en desacuerdo	144	4.4	4.4	4.4
En desacuerdo	1094	33.2	33.2	37.5
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	1213	36.8	36.8	74.3
De acuerdo	552	16.7	16.7	91.0
Totalmente de acuerdo	297	9.0	9.0	100.0
Total	3300	100.0	100.0	

Tabla 6*Diferencia de medias entre pretest y posttest*

	Pretest	Posttest	Diferencia	(%)
Media	53.28	64.43	11.15	0.21
N	150	150	150.00	150
Desv. Desviación	13.315	17.167	3.85	0.29

Figura 6

Comparación entre pretest y posttest totales.



Según los hallazgos, se observa que el 13,9% de los individuos encuestados manifiestan un total desacuerdo, un 39,5% expresa desacuerdo y un 38,4% manifiesta ni acuerdo ni desacuerdo en el pretest. En contraste, en el post test, un 36,8% manifiesta ni acuerdo ni desacuerdo, un 16,7% expresa acuerdo y un 9,0% expresa un total de acuerdo en términos generales respecto al conjunto de individuos encuestados utilizando el instrumento.

Tabla 7*Resultados de la dimensión fiabilidad del pretest*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente en desacuerdo	106	3.2	14.1	14.1
En desacuerdo	273	8.3	36.4	50.5
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	303	9.2	40.4	90.9
De acuerdo	61	1.8	8.1	99.1
Totalmente de acuerdo	7	0.2	0.9	100.0
Total	750	22.7	100.0	

Tabla 8*Resultados de la dimensión fiabilidad del postest*

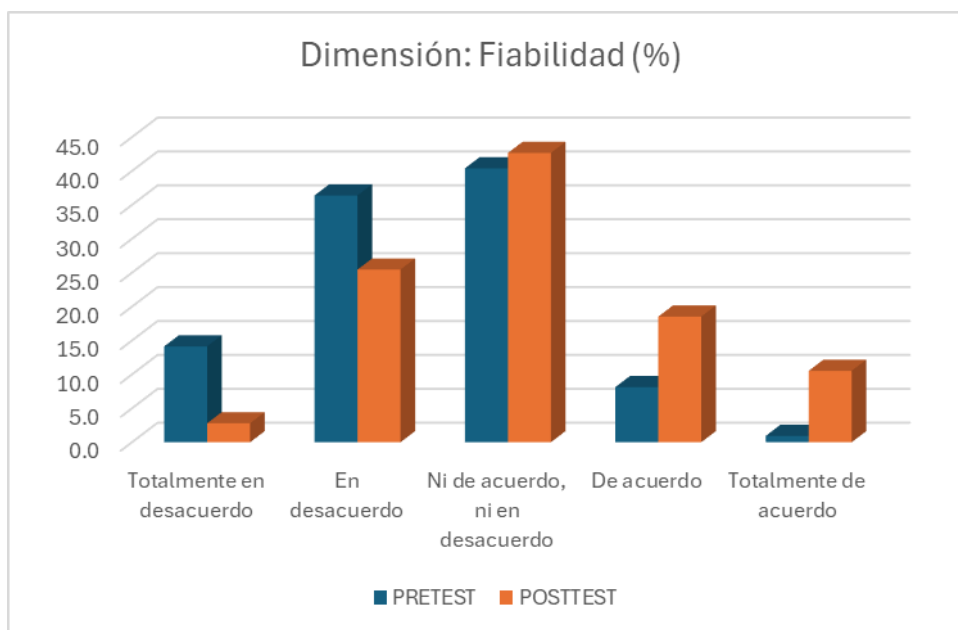
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente en desacuerdo	21	0.6	2.8	2.8
En desacuerdo	191	5.8	25.5	28.3
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	320	9.7	42.7	70.9
De acuerdo	139	4.2	18.5	89.5
Totalmente de acuerdo	79	2.4	10.5	100.0
Total	750	22.7	100.0	

Tabla 9*Diferencia de medias para la dimensión fiabilidad*

	Pre_Fiabilidad	Pos_Fiabilidad	Diferencia	(%)
Media	12.27	15.43	3.16	0.26
N	150	150	150.00	150
Desv. Desviación	3.305	3.713	0.41	0.12

Figura 7

Comparación entre pretest y posttest para la dimensión fiabilidad.



Según los hallazgos, se observa que el 14,1% de los individuos encuestados manifiestan un total desacuerdo, un 36,4% expresa desacuerdo y un 40,4% manifiesta ni de acuerdo ni de desacuerdo en el pre-test. En el post-test, un 42,7% manifiesta ni de acuerdo ni de desacuerdo, un 18,5% expresa acuerdo y un 10,5% expresa un total de acuerdo en términos generales respecto al total de individuos encuestados utilizando el instrumento para la dimensión de fiabilidad.

Tabla 10*Resultados de la dimensión sensibilidad del pretest*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente en desacuerdo	112	3.4	18.7	18.7
En desacuerdo	257	7.8	42.8	61.5
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	180	5.5	30.0	91.5
De acuerdo	42	1.3	7.0	98.5
Totalmente de acuerdo	9	0.3	1.5	100.0
Total	600	18.2	100.0	

Tabla 11*Resultados de la dimensión sensibilidad del postest*

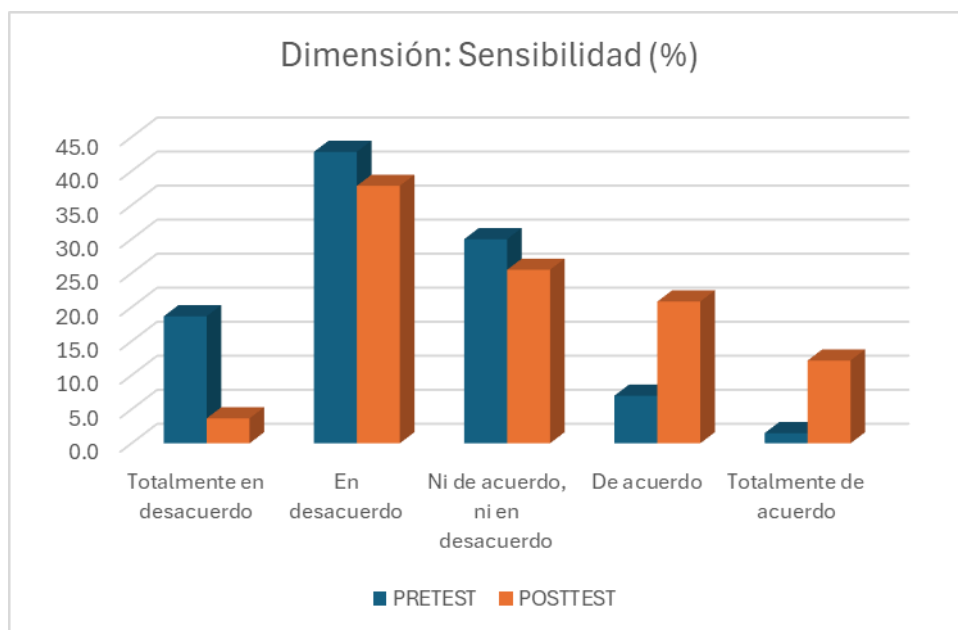
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente en desacuerdo	22	0.7	3.7	3.7
En desacuerdo	227	6.9	37.8	41.5
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	153	4.6	25.5	67.0
De acuerdo	125	3.8	20.8	87.8
Totalmente de acuerdo	73	2.2	12.2	100.0
Total	600	18.2	100.0	

Tabla 12*Diferencia de medias para la dimensión sensibilidad*

	Pre_Sensibilidad	Pos_Sensibilidad	Diferencia	(%)
Media	9.19	12.00	2.81	0.31
N	150	150	150.00	150
Desv. Desviación	2.907	3.990	1.08	0.37

Figura 8

Comparación entre pretest y posttest para la dimensión sensibilidad.



Según los hallazgos, se observa que el 18,7% de los individuos encuestados manifiestan un desacuerdo total, un 42,8% expresa desacuerdo y un 30,0% manifiesta ni acuerdo ni desacuerdo en el pretest. En contraste, en el post test, un 25,5% manifiesta ni acuerdo ni desacuerdo, un 20,8% expresa acuerdo y un 12,2% expresa un total de acuerdo en términos generales respecto al total de individuos encuestados utilizando el instrumento para la dimensión sensibilidad.

Tabla 13*Resultados de la dimensión seguridad del pretest*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente en desacuerdo	87	2.6	14.5	14.5
En desacuerdo	218	6.6	36.3	50.8
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	250	7.6	41.7	92.5
De acuerdo	33	1.0	5.5	98.0
Totalmente de acuerdo	12	0.4	2.0	100.0
Total	600	18.2	100.0	

Tabla 14*Resultados de la dimensión seguridad del postest*

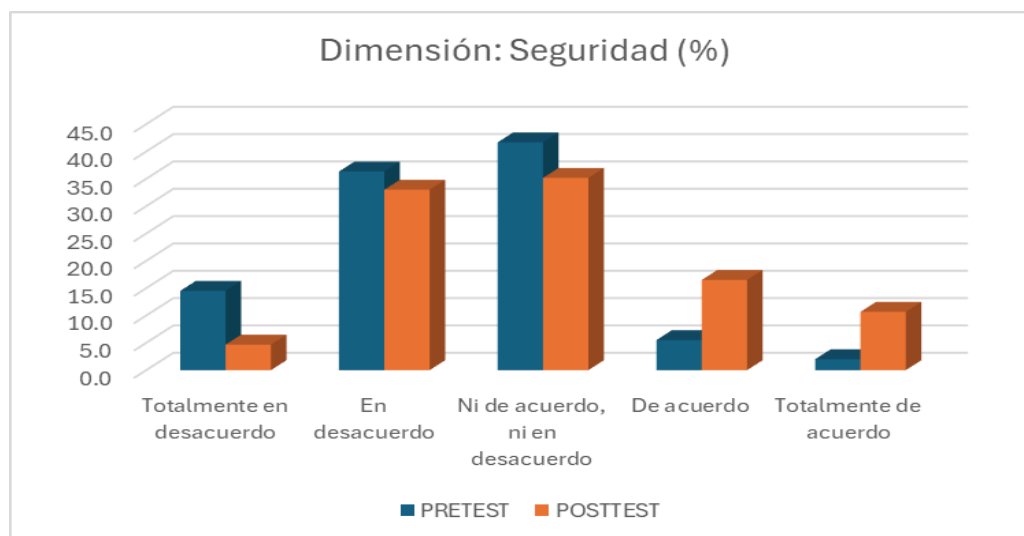
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente en desacuerdo	28	0.8	4.7	4.7
En desacuerdo	198	6.0	33.0	37.7
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	211	6.4	35.2	72.8
De acuerdo	99	3.0	16.5	89.3
Totalmente de acuerdo	64	1.9	10.7	100.0
Total	600	18.2	100.0	

Tabla 15*Diferencia de medias para la dimensión seguridad*

	Pre_Seguridad	Pos_Seguridad	Diferencia	(%)
Media	9.77	11.82	2.05	0.21
N	150	150	150.00	150
Desv. Desviación	2.815	3.851	1.04	0.37

Figura 9

Comparación entre pretest y posttest para la dimensión seguridad.



Según los hallazgos, se observa que el 14,5% de los participantes en la encuesta manifiestan un total desacuerdo, un 36,3% expresa desacuerdo y un 41,7% expresa tanto acuerdo como desacuerdo en el pre-test. Por otro lado, en el post-test, un 35,2% manifiesta ni acuerdo ni desacuerdo, un 16,5% expresa acuerdo y un 10,7% expresa un total de acuerdo en términos generales respecto al total de individuos encuestados con el instrumento para la dimensión de seguridad.

Tabla 16*Resultados de la dimensión empatía del pretest*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente en desacuerdo	89	2.7	11.9	11.9
En desacuerdo	299	9.1	39.9	51.7
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	300	9.1	40.0	91.7
De acuerdo	50	1.5	6.7	98.4
Totalmente de acuerdo	12	0.4	1.6	100.0
Total	750	22.7	100.0	

Tabla 17*Resultados de la dimensión empatía del postest*

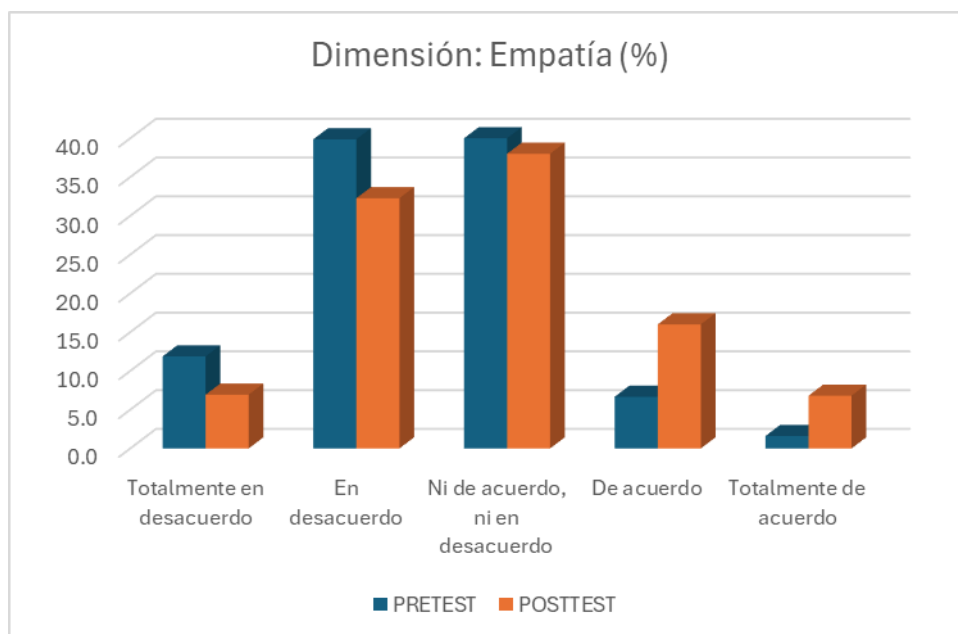
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente en desacuerdo	52	1.6	6.9	6.9
En desacuerdo	242	7.3	32.3	39.2
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	285	8.6	38.0	77.2
De acuerdo	120	3.6	16.0	93.2
Totalmente de acuerdo	51	1.5	6.8	100.0
Total	750	22.7	100.0	

Tabla 18*Diferencia de medias para la dimensión empatía*

	Pre_Empatia	Pos_Empatia	Diferencia	(%)
Media	12.31	14.17	1.86	0.15
N	150	150	150.00	150
Desv. Desviación	3.158	4.231	1.07	0.34

Figura 10

Comparación entre pretest y posttest para la dimensión empatía.



Según los hallazgos, se observa que el 11,9% de los individuos encuestados manifiestan un desacuerdo total, un 39,9% expresa desacuerdo y un 40,0% expresa tanto acuerdo como desacuerdo en el pre-test. Por otro lado, en el post-test, un 38,0% manifiesta ni acuerdo ni desacuerdo, un 16,0% expresa acuerdo y un 6,8% expresa un total de acuerdo en términos generales respecto al total de individuos encuestados utilizando el instrumento para la dimensión empatía.

Tabla 19*Resultados de la dimensión elementos tangibles del pretest*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente en desacuerdo	66	2.0	11.0	11.0
En desacuerdo	258	7.8	43.0	54.0
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	235	7.1	39.2	93.2
De acuerdo	31	0.9	5.2	98.3
Totalmente de acuerdo	10	0.3	1.7	100.0
Total	600	18.2	100.0	

Tabla 20*Resultados de la dimensión elementos tangibles del postest*

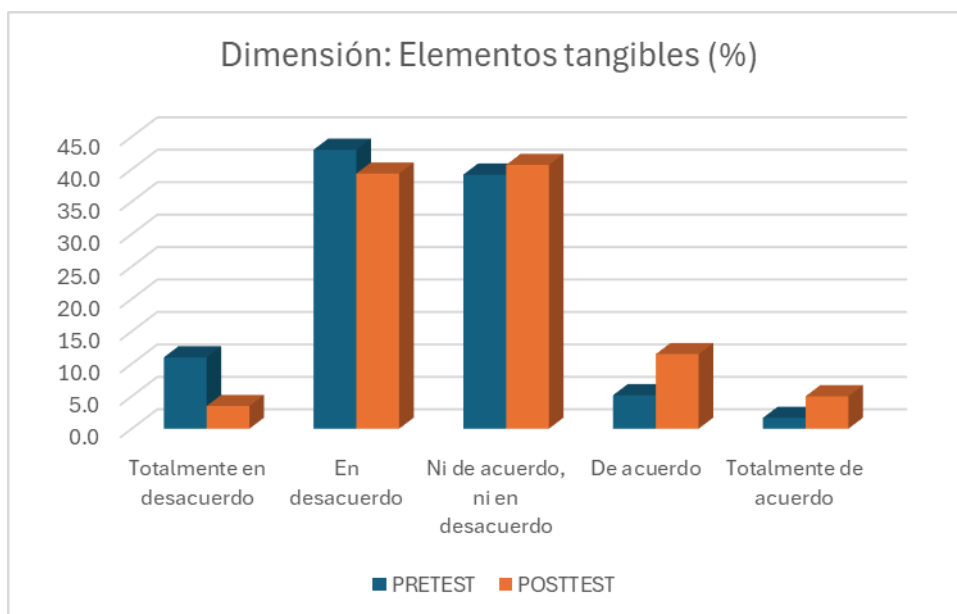
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente en desacuerdo	21	0.6	3.5	3.5
En desacuerdo	236	7.2	39.3	42.8
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	244	7.4	40.7	83.5
De acuerdo	69	2.1	11.5	95.0
Totalmente en desacuerdo	30	0.9	5.0	100.0
Total	600	18.2	100.0	

Tabla 21*Diferencia de medias para la dimensión elementos tangibles.*

	Pre_Elem_Tangibles	Pos_Elem_Tangibles	Diferencia	(%)
Media	9.74	11.01	1.27	0.13
N	150	150	150	150
Desv. Desviación	2.600	3.172	0.57	0.22

Figura 11

Comparación entre pretest y posttest para la dimensión elementos tangibles.



Según los hallazgos, se observa que el 11,0% de los participantes en la encuesta manifiesta un total desacuerdo, un 43,0% expresa desacuerdo y un 39,2% expresa tanto acuerdo como desacuerdo en el pre-test. En contraste, en el post-test, un 40,7% manifiesta ni acuerdo ni desacuerdo, un 11,5% expresa acuerdo y un 5,0% expresa un total de acuerdo en términos generales respecto al total de individuos encuestados utilizando el instrumento para la dimensión elementos tangibles.

Tabla 22*Estadísticos descriptivos*

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Varianza
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico
total_pretest	3300	4	1	5	2.42	0.863	0.745
total_posttest	3300	4	1	5	2.93	1.014	1.029
N válido (por lista)	3300						

4.2. Estadística inferencial

Para poder desarrollar la estadística inferencial se procedió a categorizar los resultados del presente estudio en tres grupos principales: deficiente, regular y eficiente, esto es debido a que los resultados obtenidos fueron valores ordinales de un solo contraste y no era viable contrastarlos entre valores resultantes del pretest y valores obtenidos en el posttest.

Se realizó un reordenamiento a nivel de grupos, tanto para los valores totales obtenidos por cada prueba, como los valores resultantes por cada dimensión, por lo cual, una vez estandarizados los datos, se procedió a utilizar la prueba de Wilcoxon por ser dos grupos relacionados con valores ordinales.

Prueba de hipótesis general

Ha: Implementar una red FTTH con tecnología GPON mejora la calidad del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.

H0: Implementar una red FTTH con tecnología GPON no mejora la calidad del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.

H0, si y solo si: $\text{sig}(p_valor) > 0,05$

Ha, si y solo si: $\text{sig}(p_valor) < 0,05$

Tabla 23*Prueba de Hipótesis general*

	Postest - Pretest
Z	-4,744 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Los resultados presentados en la tabla evidencian los estadísticos de los grupos de estudio según la prueba no paramétrica de Wilcoxon, con un p-valor de 0.000 inferior al nivel de significancia 0.05 y un Z de -4.744 superior al de -1.96. Por lo tanto, se corrobora que el p-valor cumple con la hipótesis alternativa. En consecuencia, se puede postular que la implementación de una red FTTH con tecnología GPON mejora la calidad del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.

Prueba de hipótesis dimensión fiabilidad

Ha: Implementar una red FTTH con tecnología GPON mejora la fiabilidad del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.

H0: Implementar una red FTTH con tecnología GPON no mejora la fiabilidad del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.

H0, si y solo si: $\text{sig}(p_valor) > 0,05$

Ha, si y solo si: $\text{sig}(p_valor) < 0,05$

Tabla 24*Prueba de hipótesis dimensión fiabilidad*

	Pos_Fiabilidad - Pre_Fiabilidad
Z	-6,598 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Los resultados presentados en la tabla evidencian los estadísticos de los grupos de estudio según la prueba no paramétrica de Wilcoxon, con un p-valor de 0.000 inferior al nivel de significancia 0.05 y un Z de -6.598 superior al de -1.96. Por lo tanto, se corrobora que el p-valor cumple con la hipótesis alternativa. En consecuencia, se puede postular que la implementación de una red FTTH con tecnología GPON incrementa la fiabilidad del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.

Prueba de hipótesis dimensión sensibilidad

Ha: Implementar una red FTTH con tecnología GPON mejora la sensibilidad del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.

H0: Implementar una red FTTH con tecnología GPON no mejora la sensibilidad del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.

Tabla 25*Prueba de hipótesis dimensión sensibilidad*

	Pos_Sensibilidad - Pre_Sensibilidad
Z	-5,882 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Los resultados presentados en la tabla reflejan los estadísticos de los grupos de estudio según la prueba no paramétrica de Wilcoxon, con un p-valor de 0.000 inferior al nivel de significancia 0.05 y un Z de -5.882 superior al de -1.96. Por lo tanto, se corrobora que el p-valor cumple con la hipótesis alternativa. En consecuencia, se puede postular que la implementación de una red FTTH con tecnología GPON mejora la sensibilidad del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.

Prueba de hipótesis dimensión seguridad

Ha: Implementar una red FTTH con tecnología GPON mejora la seguridad del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.

H0: Implementar una red FTTH con tecnología GPON no mejora la seguridad del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.

Tabla 26*Prueba de hipótesis dimensión seguridad*

	Pos_Seguridad - Pre_Seguridad
Z	-4,861 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Los resultados presentados en la tabla reflejan los estadísticos de los grupos de estudio según la prueba no paramétrica de Wilcoxon, con un p-valor de 0.000 inferior al nivel de significancia 0.05 y un Z de -4.861 superior al de -1.96. Por lo tanto, se corrobora que el p-valor cumple con la hipótesis alternativa. En consecuencia, se puede postular que la implementación de una red FTTH con tecnología GPON mejora la seguridad del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.

Prueba de hipótesis dimensión empatía

Ha: Implementar una red FTTH con tecnología GPON mejora la empatía del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.

H0: Implementar una red FTTH con tecnología GPON no mejora la empatía del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.

Tabla 27*Prueba de hipótesis dimensión empatía*

	Pos_Empatía - Pre_Empatía
Z	-4,197 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Los resultados presentados en la tabla evidencian los estadísticos de los grupos de estudio según la prueba no paramétrica de Wilcoxon, con un p-valor de 0.000 inferior al nivel de significancia 0.05 y un Z de -4.197 superior al de -1.96. Por lo tanto, se corrobora que el p-valor cumple con la hipótesis alternativa. En consecuencia, se puede postular que la implementación de una red FTTH con tecnología GPON mejora la empatía del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.

Prueba de hipótesis dimensión elementos tangibles

Ha: Implementar una red FTTH con tecnología GPON mejora los elementos tangibles del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.

H0: Implementar una red FTTH con tecnología GPON no mejora los elementos tangibles del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.

Tabla 28*Prueba de hipótesis dimensión elementos tangibles*

	Pos_Elem_Tangibles - Pre_Elem_Tangibles
Z	-8,113 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Los resultados presentados en la tabla reflejan los estadísticos de los grupos de estudio según la prueba no paramétrica de Wilcoxon, con un p-valor de 0.000 inferior al nivel de significancia 0.05 y un Z de -8.113 superior al de -1.96. Por lo tanto, se corrobora que el p-valor cumple con la hipótesis alternativa. En consecuencia, se puede postular que la implementación de una red FTTH utilizando tecnología GPON mejora los elementos tangibles del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El ritmo acelerado del mercado impone a las organizaciones la exigencia de ofrecer respuestas ágiles en sus ofertas para atender las exigencias de productos novedosos y la entrega en plazos reducidos, generando una diferenciación significativa frente a sus competidores. Así, una de las interrelaciones entre la logística y el marketing radica en la distribución del producto, que propicia una diferenciación en el servicio de entrega de las empresas. En este contexto, las estrategias y la optimización del suministro incorporadas en estas disciplinas conducen a la satisfacción del cliente, donde, además de una distribución apropiada, las empresas se posicionan de manera más eficaz frente a la competencia. Esto facilita la provisión de satisfacción al consumidor mediante la calidad del servicio (Mohedano et al., 2023).

Álvarez y Cacao (2018), en su trabajo realizado sobre Análisis de la calidad del servicio de internet fijo en la ciudad de Guayaquil revela que, a pesar de que los usuarios de diversas operadoras califican el servicio de internet como deficiente, optan por cambiar o permanecer en las compañías con las que están suscritos debido a que atribuyen mayor importancia a otros "beneficios" que obtienen de estas, como un precio ajustado a su presupuesto. Este aspecto resulta atractivo para la mayoría de las familias ecuatorianas y consideran cuidadosamente antes de optar por cambiar de compañía a pesar de recibir un servicio deficiente. Esta percepción se alinea con los resultados obtenidos por la calidad del servicio proporcionado con las nuevas instalaciones, un valor que perciben los clientes, frente a los inconvenientes generados por la competencia y por la calidad de servicio.

Ortiz (2018), Nos comenta en su trabajo que se buscó Conocimiento de la fibra óptica y la satisfacción del consumidor en la Urbanización de Manzanares, Huacho – 2018, en donde obtuvo resultados significativos sobre la satisfacción del cliente en todas sus dimensiones, de forma similar, el trabajo realizado muestra un resultado positivo sobre la implementación de una red FTTH con tecnología GPON para mejorar la calidad del servicio del ancho de banda de

internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.

Guadalupe (2022) en su estudio efectuado, señala que la determinación de la calidad de los servicios ofrecidos por la empresa RIONET S.A., ubicada en la ciudad de Riobamba-Ecuador, mediante la implementación del modelo de evaluación de la calidad basado en el cuestionario SERVQUAL, facilitó la obtención de información no meramente superficial. Esto se debe a que este modelo se ajusta a cualquier organización, permitiendo así la comprensión de las expectativas de los consumidores. Se identificaron las dimensiones de la calidad del servicio, siendo los elementos tangibles, la fiabilidad, la seguridad, la capacidad de respuesta y la empatía los más relevantes para el análisis, donde se determinó que no existe un buen servicio de calidad por parte de los trabajadores de la empresa Rionet, identificando la falta de compromiso, voluntad, cortesía y demás atributos que son necesarios para poder brindar una buena atención a los clientes que utilizan los servicios que ofrece la empresa, lo cual también se vio reflejado en la encuesta del pretest realizado en la presente investigación.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo con la investigación realizada se concluye lo siguiente:

- Se logró implementar una red FTTH con tecnología GPON para poder mejorar la fiabilidad del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023, obteniéndose una mejora significativa de 26%.
- Se logró implementar una red FTTH con tecnología GPON para poder mejorar la sensibilidad del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023, obteniéndose una mejora significativa de 31%.
- Se logró implementar una red FTTH con tecnología GPON para poder mejorar la seguridad del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023, obteniéndose una mejora significativa de 21%.
- Se logró implementar una red FTTH con tecnología GPON para poder mejorar la empatía del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023, obteniéndose una mejora significativa de 15%.
- Se logró implementar una red FTTH con tecnología GPON para poder mejorar los elementos tangibles del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023, obteniéndose una mejora significativa de 13%.

Por lo tanto, se pudo comprobar que implementar una red FTTH con tecnología GPON para poder mejorar la calidad del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023, obteniéndose una mejora significativa de 21%.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda mejorar las condiciones de cumplimiento, interés y buen desempeño, para incrementar la calidad del servicio en la dimensión de fiabilidad.
- Se recomienda mejorar las condiciones de información, rapidez, disposición y atención para incrementar la calidad del servicio en la dimensión de sensibilidad.
- Se recomienda a la empresa mejorar la confianza, seguridad en las operaciones, amabilidad, capacidad de respuesta, para incrementar la calidad del servicio en la dimensión de seguridad.
- Se recomienda a la empresa mejorar la atención individualizada, atención personal, interés en el usuario, así como manejar horarios flexibles, para incrementar la calidad del servicio en la dimensión de empatía.
- Se recomienda a la empresa mejorar el equipamiento óptimo, los acabados de la instalación externa, la limpieza del personal, la instalación ordenada adecuadamente, para incrementar la calidad del servicio en la dimensión de los elementos tangibles.

VIII. REFERENCIAS

- Albarrán, C. (11 de abril de 2024). *Qué es la fibra óptica y para qué sirve*. Redes & Telecom. <https://bit.ly/4hdCn1B>
- Álvarez, K., y Cacao, R. (2018). *Análisis de la calidad del servicio ofrecido por las compañías de internet fijo en la ciudad de Guayaquil*. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <https://goo.su/r19EeA>
- Carrasco, D. (2009). *Metodología de la Investigación científica*. Editorial San Marcos.
- Choque, W. Q. (2021). *Diseño de una red GPON/FTTH para la localidad de Coripata caso: Telecomunicaciones Yungueña*. [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés]. <https://goo.su/KVD4>
- Damon. (25 de septiembre de 2022). *¿Qué es FTTX? ¿En qué se diferencia de FTTP, FTTH, FTTC?* VSOL. <https://es.vsolcn.com/blog/what-is-fttx.html>
- Durán, M. (2022). *Diseño e implementación de láseres de fibra óptica basados en reflectores pseudoaleatorios cuasidistribuidos* [Tesis de pregrado, Universidad Pública de Navarra]. <https://goo.su/oJcG>
- Guadalupe, V. (2022). *Calidad de los servicios de la Compañía Rionet S.A. en la satisfacción de los clientes. Riobamba-ecuador* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional De Chimborazo]. <https://goo.su/Zax2fk>
- Hernández, M. (9 de abril de 2024). *Tipos de fibra óptica*. Telefónica. <https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/blog/tipos-fibra-optica/>
- Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación (6ª ed.)*. Mc Graw Hill Interamericana
- Chahuara, P., Espinoza, R., y Quiso, L. (2024). *Una Guía sobre la Ruta de Conectividad Peruana a Internet y un Sondeo al Despliegue de Redes FTTH en el País*. Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones.

<https://repositorio.osiptel.gob.pe/handle/20.500.12630/905>

Juan de Dios, A. (2023). *Diseño de una red FTTH con tecnología 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, Junín 2023* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú].

<http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/9058>

Keynet. (9 de febrero de 2023). *Las redes PON y GPON*. Keynet Systems. <https://n9.cl/klids0>

Matsumoto, R. (2014). Desarrollo del Modelo Servqual para la medición de la calidad del servicio en la empresa de publicidad Ayuda Experto. *Perspectivas*, (34), 181-209. <https://goo.su/z3eYUOm>.

Mohedano, E., Echeverría, O., Martínez, M., y Lezama, M. (2023). Modelo SERVQUAL para medir la calidad en el servicio en operadores logísticos. *Revista CEA*, 9(19), e2234. <https://doi.org/10.22430/24223182.2234>

Ortiz, E. (2018). *Fibra óptica y satisfacción del cliente de la Urbanización de Manzanares, Huacho – 2018* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. <https://n9.cl/0p9ml0>

Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones (OSIPTel). (17 de mayo de 2024). *Problemas de acceso a la infraestructura existente y trámites municipales son los principales obstáculos para avance de fibra óptica*. OSIPTel. <https://n9.cl/o1m7p>

Nieto, A., y Carriel, R. (2020). La fibra óptica como medio para el desarrollo de las telecomunicaciones en Ecuador. *E-IDEA Journal of Engineering Science*, 2(5), 12-29. <https://revista.estudioidea.org/ojs/index.php/esci/article/view/171>

Palella, S., y Martins, F. (2006). *Metodología de la investigación cuantitativa*. FEDUPEL.

Paz, R., y Camacho, D. A. (2019). Análisis de la demanda de redes FTTH en las parroquias

- Laurel, Juan Bautista Aguirre y el Limonal del Cantón Daule, provincia del Guayas. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 1-40. <https://www.eumed.net/rev/oe1/2019/11/demanda-redes-fith.html>
- Perez, J. (2024). *Tecnología FTTR: optimizando el acceso a internet en hogares y empresas*. [Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomás]. <https://bit.ly/3Dy7c3p>
- FS Community. (9 de julio de 2021). *Guía sobre cable fibra óptica: Tipos de fibra óptica y su instalación*. FS Community. <https://bit.ly/4h8Drnm>
- Quisnancela, E., y Espinosa, N. (2016). Certificación de redes GPON, normativa ITU G.984.x. *Enfoque UTE*, 7(4), 16-30. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v7n4.111>
- Rodríguez, A., y Pérez, A. O. (2017). *Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento*. Escuela de Administración de Negocios
- Tamayo, M. (2012). *El proceso de la investigación científica*. Editorial Limusa S.A.

IX. ANEXOS

ANEXO A: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED FTTH CON TECNOLOGÍA GPON PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL SERVICIO DEL ANCHO DE BANDA DE INTERNET EN UN DISTRITO DE LIMA-PERÚ, 2023

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES		
Problema general: ¿Cómo la implementación de una red FTTH con tecnología GPON puede mejorar la calidad del servicio del ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023? Problemas Específicos • ¿Cómo la implementación de una red FTTH con tecnología GPON puede mejorar la fiabilidad del ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023? • ¿Cómo la implementación de una red FTTH con tecnología GPON puede mejorar la sensibilidad del ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023? • ¿Cómo la implementación de una red FTTH con tecnología GPON puede mejorar la seguridad del ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023? • ¿Cómo la implementación de una red FTTH con tecnología GPON puede mejorar la seguridad del ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023?	Objetivo general: Implementar una red FTTH con tecnología GPON para mejorar la calidad del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023. Objetivos específicos • Implementar una red FTTH con tecnología GPON para mejorar la fiabilidad del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023. • Implementar una red FTTH con tecnología GPON para mejorar la sensibilidad del cliente por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023. • Implementar una red FTTH con tecnología GPON para mejorar la seguridad del cliente por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023. • Implementar una red FTTH con tecnología GPON para mejorar la seguridad del cliente por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.	Hipótesis general: Implementar una red FTTH con tecnología GPON mejora la calidad del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023. Hipótesis específicas • Implementar una red FTTH con tecnología GPON mejora la fiabilidad del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023. • Implementar una red FTTH con tecnología GPON mejora la sensibilidad del cliente por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023. • Implementar una red FTTH con tecnología GPON mejora la seguridad del cliente por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023. • Implementar una red FTTH con tecnología GPON mejora la seguridad del cliente por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.	Variable independiente: Sistema Integrado		
			Variable Dependiente: Ejecución Presupuestal		
			Dimensiones	Indicadores	Niveles o rangos
			Fiabilidad	Cumplimiento Interés Buen desempeño Puntualidad Verificación	Totalmente en Desacuerdo En desacuerdo
			Sensibilidad	Información Rapidez Disposición Atención	
			Seguridad	Confianza Seguridad en operaciones Amabilidad Capacidad de respuesta	
			Empatía	Atención individualizada Atención personal	

red FTTH con tecnología GPON puede mejorar la empatía del cliente por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023? • ¿Cómo la implementación de una red FTTH con tecnología GPON puede mejorar los elementos tangibles del servicio del ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023?	tecnología GPON para mejorar la empatía del cliente por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023. • Implementar una red FTTH con tecnología GPON para mejorar los elementos tangibles del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.	tecnología GPON mejora la empatía del cliente por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023. • Implementar una red FTTH con tecnología GPON mejora los elementos tangibles del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023.		Interés Horarios flexibles	Ni en acuerdo ni en desacuerdo De acuerdo Totalmente de acuerdo
			Elementos tangibles	Equipamiento óptimo Instalación externa óptima Limpieza del personal Instalación ordenada	

ANEXO B: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Operacionalización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Niveles o rangos
Red FTTH con tecnología GPON	Variable independiente.	No se mide			
Calidad del servicio	Variable dependiente. La variable en estudio será medida por el instrumento cuestionario, denominado enmarcada a las dimensiones e indicadores Establecidos. Para la presente investigación se utilizará el instrumento SERVQUAL que consta de 22 ítems y 5 dimensiones para medir la calidad del servicio.	Fiabilidad	Cumplimiento Interés Buen desempeño Puntualidad Verificación	1 – 5	Totalmente en Desacuerdo En desacuerdo Ni en acuerdo ni en desacuerdo De acuerdo Totalmente de acuerdo
		Sensibilidad	Información Rapidez Disposición Atención	6 – 9	
		Seguridad	Confianza Seguridad en operaciones Amabilidad Capacidad de respuesta	10 – 13	
		Empatía	Atención individualizada Atención personal Interés Horarios flexibles	14-18	
		Elementos tangibles	Equipamiento óptimo Instalación externa óptima Limpieza del personal Instalación ordenada	19-22	

ANEXO C: INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

DIMENSIÓN DE FIABILIDAD					
1. Cuando promete hacer algo en cierto tiempo, lo debe cumplir.	1	2	3	4	5
2. Cuando el cliente tiene un problema, la empresa debe mostrar un sincero interés en resolverlo.	1	2	3	4	5
3. La empresa debe desempeñar bien el servicio por primera vez.	1	2	3	4	5
4. La empresa debe proporcionar sus servicios en el momento en que promete hacerlo.	1	2	3	4	5
5. La empresa debe insistir en registros libres de error.	1	2	3	4	5
DIMENSIÓN DE SENSIBILIDAD					
6. La empresa debe mantener informados a los clientes con respecto a cuando se ejecutaron los servicios.	1	2	3	4	5
7. Los empleados de la empresa deben dar un servicio rápido.	1	2	3	4	5
8. Los empleados deben estar dispuestos a ayudarles.	1	2	3	4	5
9. Los empleados de la empresa nunca deben estar demasiado ocupados para ayudarles.	1	2	3	4	5
DIMENSIÓN DE SEGURIDAD					
10. El comportamiento de los empleados debe infundir confianza en el usuario.	1	2	3	4	5
11. El cliente debe sentirse seguro en las transacciones con la empresa.	1	2	3	4	5
12. Los empleados deben ser corteses de manera constante con los clientes.	1	2	3	4	5
13. Los empleados de la empresa deben tener el conocimiento para responder a las preguntas de los clientes.	1	2	3	4	5
DIMENSIÓN DE EMPATÍA					
14. La empresa debe dar atención individualizada a los clientes.	1	2	3	4	5
15. La empresa debe tener empleados que den atención personal, a cada uno de los clientes.	1	2	3	4	5
16. La empresa debe preocuparse de sus mejores intereses.	1	2	3	4	5
17. Los empleados deben entender las necesidades específicas de uds.	1	2	3	4	5
18. La empresa debe tener horarios de atención convenientes para todos sus clientes.	1	2	3	4	5
DIMENSIÓN DE ELEMENTOS TANGIBLES					
19. La empresa debe tener equipos de aspecto moderno.	1	2	3	4	5
20. Las instalaciones físicas de la empresa, deben ser atractivas.	1	2	3	4	5
21. Los empleados de la empresa deben verse pulcros.	1	2	3	4	5

22. Los materiales asociados con el servicio, deben ser visualmente atractivos para la empresa.	1	2	3	4	5
--	---	---	---	---	---

Fuente: Matsumoto, R. (2014).

ANEXO D: DATOS RECOGIDOS

*datos1.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

1: P1_PRETEST 1 Visible: 58 de 58 variables

	P1_PRETEST	P2_PRETEST	P3_PRETEST	P4_PRETEST	P5_PRETEST	P6_PRETEST	P7_PRETEST	P8_PRETEST	P9_PRETEST	P10_PRETEST	P11_PRETEST	P12_PRETEST	P13_PRETEST	P14_PRETEST
1	1	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	1	2
2	2	1	2	1	2	2	1	2	2	2	2	1	1	1
3	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2
4	2	2	2	1	3	1	2	2	2	2	3	1	2	2
5	1	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2
6	1	2	3	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2
7	2	1	2	2	2	2	1	2	1	2	2	1	1	1
8	3	2	2	1	2	3	2	2	1	2	2	1	1	1
9	2	1	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	1	2
10	1	2	2	1	2	3	1	2	1	1	1	1	1	1
11	1	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	2	2	1
12	1	1	2	2	2	1	1	2	2	2	1	1	1	2
13	3	1	2	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2
14	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2
15	1	2	2	2	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1
16	2	1	3	1	2	3	2	2	2	2	2	2	1	2
17	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
18	1	2	3	1	1	2	1	1	1	1	2	1	2	2
19	2	2	2	1	3	1	1	2	1	1	2	1	2	1

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode ON

*datos1.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

1: P1_PRETEST 1 Visible: 58 de 58 variables

	PRETEST	PRE_FIA BILIDAD	PRE_SE NSIBILIDAD	PRE_SE GURIDAD	PRE_EM PATIA	PRE_EL EM_TAN GIBLES	POSTES T	POS_FIA BILIDAD	POS_SE NSIBILIDAD	POS_SE GURIDAD	POS_EM PATIA	POS_EL EM_TAN GIBLES	PRETEST_ag	PO
1	2	32	8	7	4	6	7	41	8	8	8	9	8	1
2	2	35	10	5	6	9	5	45	11	8	8	10	8	1
3	2	30	8	5	5	6	6	42	10	7	10	10	5	1
4	2	37	7	7	9	10	4	46	11	5	10	10	10	1
5	2	38	10	8	6	8	6	34	11	6	5	6	6	1
6	3	37	7	6	9	9	6	43	9	8	7	9	10	1
7	3	40	11	8	7	8	6	46	13	8	7	10	8	1
8	2	44	9	6	9	14	6	42	10	7	7	10	8	1
9	2	38	10	6	6	9	7	53	14	10	11	10	8	1
10	2	40	8	6	8	13	5	40	9	9	6	8	8	1
11	2	38	9	7	7	8	7	48	11	11	9	9	8	1
12	2	40	10	8	6	9	7	43	9	9	8	9	8	1
13	2	43	10	8	10	9	6	38	10	6	5	9	8	1
14	2	47	9	8	11	13	6	43	10	9	6	10	8	1
15	3	59	15	12	11	13	8	44	11	9	8	9	7	2
16	2	39	8	7	6	9	9	52	11	9	12	12	8	1
17	2	35	8	5	6	9	7	43	8	7	10	11	7	1
18	2	33	8	6	5	7	7	43	10	8	6	13	6	1
19	2	35	9	6	6	6	8	53	12	8	9	14	10	1

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode ON

ANEXO E: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

1. Introducción

El proyecto de implementación de red Fibra Óptica (FTTH) se tiene como objetivo desplegar una infraestructura de red de alta velocidad con el fin de mejorar la conectividad, ofrecer mayor capacidad de transmisión de datos, reducir latencias y soportar un mayor número de usuarios y dispositivos en comparación con las tecnologías tradicionales.

2. Objetivo

El objetivo principal del proyecto es proporcionar una red de comunicación confiable, escalable y eficiente, que permita a los hogares, condominios y empresas acceder a servicios de internet, telefonía, y televisión de alta calidad mediante la Fibra óptica.

3. Alcance

El proyecto incluye las siguientes fases:

- Estudio de viabilidad: análisis de la demanda de servicios en zona, estudio de cobertura y viabilidad técnica.

El proyecto realizado es para hogares, condominios y empresas, la cual realizamos estudio visual de cuantos departamentos u hogares se tiene dicha propiedad (edificio), como mínimo debe de tener 5 departamentos en la propiedad para que se pueda tomar en cuenta y así poder llegar a la meta que es 150 usuarios en todo una manzana o calle, posterior a ello hacer una visita formal al predio para constatar y negociar los servicios de internet.



Estudio de cobertura en campo.

- Planificación y diseño de la red: estudio técnico de ruta para instalar postes propios, estudio fotográfico de postes eléctricos, canalización, cámaras, identificación de la ruta del cableado, selección de equipos adecuados, materiales y planificación del tendido de Fibra Óptica

En cuanto a la planificación que se realiza una vez validado los clientes, realizamos estudio técnico en campo para el recorrido de la F.O desde la base (nodo) hasta dicho distrito que se realizara el proyecto.

Por ende, se realiza estudio técnico y fotográfico de las ubicaciones en donde se va a realizar la instalación de postes propios y cámaras subterráneas, terminado el estudio técnico se deriva el informe al área de diseño para la elaboración del plano de la ruta de F.O.



Inspección de materiales.

- Actividades de obra civil, izaje de poste y acondicionamiento de cable Fibra óptica: izaje de poste de acuerdo al estudio en campo, excavación para cámara y canalizado, acondicionamiento de Fibra óptica tanto en postes o ductos subterráneos.

Una vez recibido la aprobación y documento por parte del área de permisos, se procede a ejecutar las actividades en dicho distrito con los permisos correspondientes y con todas las medidas de seguridad; ATS (análisis de trabajo seguro), IPERC (identificación de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles), charla de 10 min, epps, señalización y delimitación del área de trabajo.

La actividad a empezar seria por el lado de obra civil; excavación para cámaras subterráneas, canalizados, excavación para izaje de poste.

Culminado ello procedemos a realizar el tendido de F.O (288H, 144H, 96H, 48H) todo ello con la ferretería correspondiente (clevis, brazo, preformado, cinta band it, cintillos, etiquetas.)



Despliegue de F.O por canalizado.

Excavación para izaje de poste

Obra civil para canalizado



- Acondicionamiento de equipos pasivos: Posteriormente se viene a acondicionar los equipos pasivos las cuales serían: Caja de empalme, mufa, caja naps.

En la caja de empalme es muy importante ya que en este punto llega la troncal que viene ser F.O 288H, la cual se estaría empalmando F.O de 144H, 96H, 48H, todo ello acorde lo que indica el plano D.U (diseño unifilar), así mismo estaríamos alimentando la red y ramificando para otras calles, avenidas.

Acondicionamiento de mufa, se acondiciona la una mufa en punto estratégico para toda una manzana o calle y con ello va un spliter de 1 x 8.

Por consiguiente, se acondiciona el equipo CTO o caja NAPS, estos equipos vienen alimentándose por el spliter, así mismo el equipo se acondiciona en puntos cercanos a los clientes solicitados, este equipo cuenta para 16 clientes o usuarios.



Acondicionamiento de caja naps



Equipo mufa.

- Configuración de equipos: Fusionadora, OTDR, power meter.

En cuanto al equipo llamado Fusionadora se procederá a calibrar para tener un empalme optimo y no tener pérdida considerable por empalme, para que cuando se proceda a medir con el OTDR tengamos éxito.

El equipo de medición OTDR, se tendrá que configurar con los umbrales solicitado para las tres longitudes de ondas (1310nm, 1550nm, 1625nm)

UMBRAL	1310 nm	1550 nm	1625 nm
perdida máx. Por empalme	0.25 dB	0.25 dB	0.25 dB
perdida máx. Por conector	0.3 dB	0.3 dB	0.3 dB
perdida máx. Por divisor (1:8)	10.5 dB	10.5 dB	10.5 dB
reflectancia máx. (por conector)	-60	-60	-60

ORL	-40	-40	-40
Atenuación por Km	0.36 dB 0.22 dB		

Valores para la configuración de OTDR.

- Pruebas y validación: realización de pruebas para verificar la calidad de la señal y el funcionamiento adecuado de la red.

Terminado y concluido con la configuración de equipo de medición OTDR, se procede a medir la red construida y solicitar el informe de medición iolm.

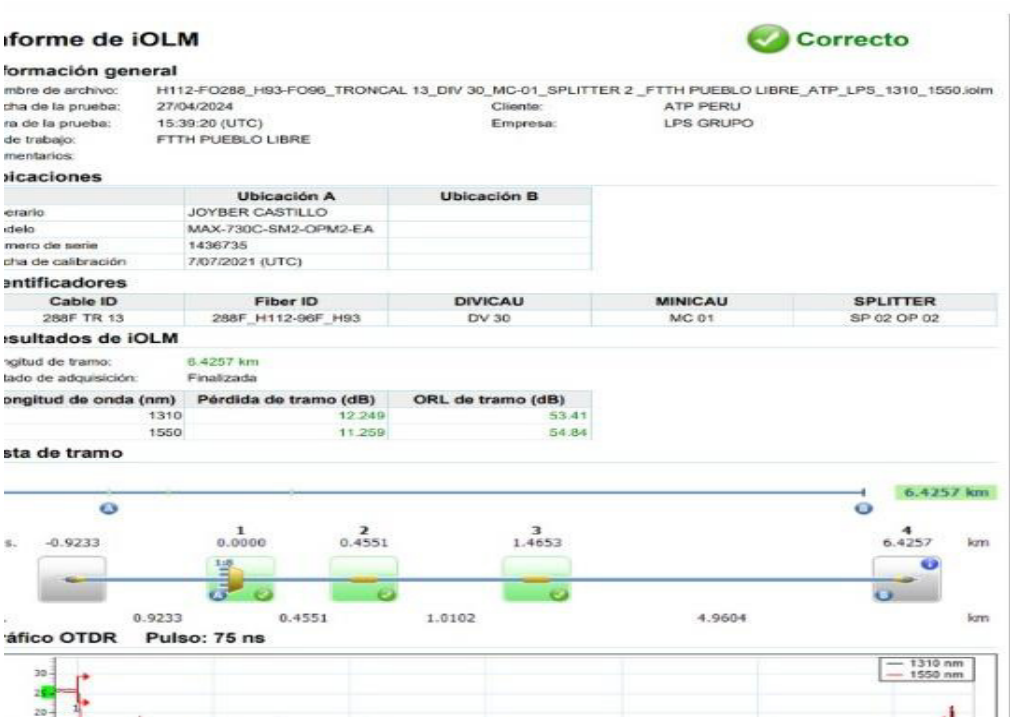
Para concluir las actividades en campo se mide las cajas naps o cto, con el equipo power meter, cada puerto con potencia máximo de 16 dB



Equipo de medición OTDR



Medición con éxito.



Ubicaciones

	Ubicación A	Ubicación B
Operario	JOYBER CASTILLO	
Modelo	MAX-730C-SM2-OPM2-EA	
Número de serie	1436735	
Fecha de calibración	7/07/2021 (UTC)	

Identificadores

Cable ID	Fiber ID	DIVICAU	MINICAU	SPLITTER
288F TR 13	288F_H112-96F_H93	DV 30	MC 01	SP 02 OP 02

Resultados de iOLM

Longitud de tramo:

6.4257 km

Estado de adquisición:

Finalizada

Longitud de onda (nm)	Pérdida de tramo (dB)	ORL de tramo (dB)
1310	12.249	53.41
1550	11.259	54.84

Gráfica de tramo

Diagrama de la fibra óptica con puntos de medición y valores de pérdida y ORL. El eje horizontal representa la longitud en km, con marcas en 0.9233, 0.4551, 1.0102, 4.9604 y 6.4257. Los puntos de medición están etiquetados como 1, 2, 3 y 4. Los valores de pérdida de tramo (dB) son: 0.0000, 0.4551, 1.4653 y 6.4257. Los valores de ORL de tramo (dB) son: 53.41, 54.84 y 54.84. El diagrama también muestra un icono de fibra óptica y un icono de splitter.

Gráfica OTDR

Pulso: 75 ns

Gráfica OTDR para 1310 nm (línea azul) y 1550 nm (línea roja). El eje horizontal representa la longitud en km, con marcas en 0.9233, 0.4551, 1.0102, 4.9604 y 6.4257. El eje vertical representa la potencia en dB, con marcas en 20 y 30. La gráfica muestra una curva de pérdida de potencia a lo largo de la longitud de la fibra.

Informe IOLM del OTDR