

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE

SISTEMAS Y COMPUTACIÓN



T E S I S

Modelo de red óptica pasiva FTTH para mejorar el servicio de internet en el IESTP “José Carlos Mariátegui” de Ate vitarte - Lima,

2022

Para optar el título profesional de:

Ingeniero de Sistemas y Computación

Autor:

Bach. Marco Antonio CORREA ESPINOZA

Asesor:

Mg. Marco Antonio DE LA CRUZ ROCCA

Cerro de Pasco – Perú – 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE

SISTEMAS Y COMPUTACIÓN



T E S I S

Modelo de red óptica pasiva FTTH para mejorar el servicio de internet en el IESTP “José Carlos Mariátegui” de Ate vitarte - Lima,

2022

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Williams Antonio MUÑOZ ROBLES
PRESIDENTE

Mg. Pit Frank ALANIA RICALDI
MIEMBRO

Mg. Lisbeth Gisela NEGRETE CARHUARICRA
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides
Carrión Facultad de Ingeniería
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 078-2024-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

“Modelo de red óptica pasiva FTTH para mejorar el servicio de internet en el IESTP “José Carlos Mariátegui” de Ate vitarte - Lima, 2022”

Apellidos y nombres de los tesistas:

Bach. CORREA ESPINOZA, Marco Antonio

Apellidos y nombres del Asesor:

Mg. DE LA CRUZ ROCCA, Marco Antonio

Escuela de Formación Profesional
Ingeniería Sistemas y Computación

Índice de Similitud

23%

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 04 de marzo del 2024


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
Luis Villa Requis Carbajal
DOCTOR EN CIENCIAS - DIRECTOR

DEDICATORIA

A **Dios** por su infinita bendición, por darme la vida, salud y conocimientos, a mi Esposa, Madre y a toda mi familia que día a día están apoyándome en mi superación.

AGRADECIMIENTO

Agradecido con Dios por la vida , Salud y conocimientos que me da para poder culminar con los trabajos que me propongo, también agradecido con mi Esposa , Madre y mi familia que día a día me motivan para salir adelante , también agradezco a los Docentes de la Escuela de Sistemas que agracias a su esfuerzo forman grandes profesionales.

RESUMEN

Pongo a vuestra consideración la Tesis “Modelo de red óptica pasiva FTTH para mejorar el servicio de internet en el IESTP “José Carlos Mariátegui” de Ate vitarte - Lima, 2022”. El objetivo que persigue esta investigación es establecer mejoras en el servicio de internet en el IESTP “José Carlos Mariátegui” de Ate vitarte mediante un modelo de red óptica pasiva FTTH. para ello se realizó una investigación aplicada no experimental, con una muestra de tipo intencionada no probabilística, en total 20 registros de dispositivos terminales de acceso a internet de dos modelos de red: el modelo de la situación actual y el modelo de red óptico pasivo FTTH propuesto, ambos creados con el software Packet tracer de Cisco. Se evaluó dos aspectos relacionados con la variable dependiente: latencia y velocidad de transferencia de datos, los resultados obtenidos indican que el modelo de red óptico pasivo FTTH es el que mejores resultados arroja, con una media de latencia de 69.05 milisegundos, en cuanto a velocidad de transferencia de datos también muestra mejores resultados con una media de 561 bytes/segundo.

Concluyéndose que existe mejoras en el servicio de internet en el IESTP “José Carlos Mariátegui, evidenciado por los resultados obtenidos del modelo de red óptico pasivo FTTH,

Palabras clave: Modelo de red óptico pasivo, latencia, velocidad de transferencia de datos, servicio de internet.

ABSTRACT

I present for your consideration the Thesis "FTTH passive optical network model to improve the internet service in the IESTP "José Carlos Mariátegui" of Ate vitarte - Lima, 2022". The objective of this research is to establish improvements in the internet service in the IESTP "José Carlos Mariátegui" of Ate vitarte through a passive optical network model FTTH. for this purpose, a non-experimental applied research was conducted, with a non-probabilistic purposive sample, a total of 20 records of internet access terminal devices of two network models: the model of the current situation and the proposed FTTH passive optical network model, both created with Cisco Packet tracer software. Two aspects related to the dependent variable were evaluated: latency and data transfer speed, the results obtained indicate that the FTTH passive optical network model is the one with the best results, with an average latency of 69.05 milliseconds, in terms of data transfer speed it also shows better results with an average of 561 bytes/second. It is concluded that there are improvements in the Internet service in the IESTP "José Carlos Mariátegui, evidenced by the results obtained from the FTTH passive optical network model,

Key words: Passive optical network model, latency, data transfer speed, internet service.

INTRODUCCION

Actualmente fundamental comprender el contexto de las instituciones educativas y su relación con la tecnología de internet. En la era digital en la que vivimos, el acceso a una conexión rápida y confiable a internet se ha vuelto una necesidad imperativa en todos los ámbitos de la sociedad. Sin embargo, esta necesidad adquiere una relevancia aún mayor en el entorno educativo, donde la calidad y la disponibilidad de la conexión a internet pueden impactar significativamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Las instituciones educativas, sobre todo las de nivel superior, como es el caso del IESTP “José Carlos Mariátegui” de Ate vitarte, organización donde se realizó esta investigación, se enfrentan a un desafío constante: cómo proporcionar una conectividad a internet que sea adecuada para satisfacer las demandas de una comunidad estudiantil cada vez más conectada y dependiente de la tecnología. En este sentido, el servicio de internet en las instituciones educativas superior tecnológicas no solo debe ser lo suficientemente rápido para soportar actividades como la investigación en línea, la colaboración en proyectos y el acceso a recursos educativos digitales, sino que también debe ser lo bastante estable y confiable para garantizar una experiencia de aprendizaje fluida y sin interrupciones.

En muchos casos, las infraestructuras de red existentes en las instituciones educativas no están diseñadas para manejar el creciente volumen de tráfico de datos generado por el uso intensivo de dispositivos conectados a internet. Las redes tradicionales basadas en cobre pueden presentar limitaciones en términos de velocidad y capacidad, lo que puede resultar en una experiencia de usuario deficiente y frustrante para estudiantes, docentes y personal administrativo por igual. Es en este contexto donde surge la necesidad de explorar e implementar soluciones tecnológicas innovadoras que puedan abordar los desafíos específicos del servicio de internet. Una de estas soluciones

es el Modelo de red óptica pasiva FTTH (Fiber to the Home), una tecnología que ha demostrado ser altamente eficiente y efectiva en la entrega de servicios de banda ancha de alta velocidad.

El objetivo principal de este trabajo de tesis es establecer mejoras en el servicio de internet en el IESTP “José Carlos Mariátegui” de Ate vitarte mediante un modelo de red óptica pasiva FTTH diseñado y analizado para una infraestructura de red que aproveche al máximo las ventajas de la fibra óptica para proporcionar una conectividad rápida, confiable y de alta calidad a todos los usuarios de la comunidad educativa.

En ese sentido la presente investigación se ha dividido en cuatro capítulos, abordando los aspectos necesarios del método científico, siendo como sigue:

En el primer capítulo, denominado 'Problema de investigación', se abordan varios aspectos fundamentales para la comprensión del tema en cuestión. Se comienza con la identificación y determinación precisa del problema objeto de estudio, seguido por su delimitación en términos de alcance y contexto. Posteriormente, se procede a formular de manera clara y concisa el problema de investigación, así como también se establecen los objetivos que se persiguen con el estudio. Además, se proporciona una justificación detallada que respalda la relevancia y pertinencia de la investigación, junto con una exposición de las limitaciones inherentes al proceso investigativo.

En el segundo capítulo, titulado 'Marco teórico', se presenta un análisis exhaustivo de los fundamentos y conocimientos previos que sustentan la investigación. Se revisan los antecedentes relacionados con el tema, se exploran las bases teóricas y científicas relevantes, y se definen los términos básicos que se emplearán a lo largo del estudio. Asimismo, se plantean hipótesis que orientan la investigación y se identifican las variables clave y los indicadores asociados.

El tercer capítulo, denominado 'Metodología y técnicas de investigación', describe detalladamente el enfoque metodológico adoptado, incluyendo el tipo de investigación, el nivel de estudio, los métodos y el diseño de investigación empleados. Se detalla la población y muestra objeto de estudio, así como las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos. Además, se explican las técnicas de procesamiento y análisis de datos, se aborda el tratamiento estadístico aplicado y se discute la orientación ética y epistémica del estudio.

En el cuarto capítulo, 'Resultados y discusión', se presentan los hallazgos obtenidos a partir del trabajo de campo realizado, incluyendo la descripción, análisis e interpretación de los resultados obtenidos. Se someten a prueba las hipótesis planteadas y se discuten los resultados en relación con la literatura revisada y los objetivos de la investigación.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio, seguidas de los anexos que complementan la información presentada a lo largo del trabajo.

EL AUTOR.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCION

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema.....	1
1.2.	Delimitación de la Investigación	3
1.2.1.	Delimitación Espacial.....	3
1.2.2.	Delimitación Temporal	3
1.2.3.	Delimitación Conceptual	3
1.3.	Formulación del problema.....	4
1.3.1.	Problema general.....	4
1.3.2.	Problemas específicos	4
1.4.	Formulación de objetivos.....	4
1.4.1.	Objetivo general.....	4
1.4.2.	Objetivos específicos.....	4
1.5.	Justificación de la investigación	4
1.6.	Limitaciones de la Investigación	5

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio.....	6
2.1.1.	Internacional	6
2.1.2.	Nacional	9
2.1.3.	Regional	10
2.2.	Bases teóricas - científicas.....	11
2.2.1.	Red óptica pasiva	11
2.2.2.	Servicio de internet.....	28
2.2.3.	Indicadores de Servicio de Internet	28
2.2.4.	Situación Actual y tendencias:.....	31
2.3.	Definición de términos básicos	31
2.4.	Formulación de hipótesis	34
2.4.1.	Hipótesis General.....	34
2.4.2.	Hipótesis Especificas.....	34
2.5.	Identificación de Variables	35
2.5.1.	Variable Independiente	35
2.5.2.	Variables Dependientes.....	35
2.6.	Definición Operacional de las variables e indicadores	35

CAPITULO III

METODÓLOGA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación	36
3.2.	Nivel de investigación.....	36
3.3.	Métodos de la investigación	36

3.4.	Diseño de investigación.	37
3.5.	Población y muestra.....	37
	3.5.1. Población.....	37
	3.5.2. Muestra.....	37
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	37
	3.6.1. Técnicas.....	37
	3.6.2. Instrumentos	38
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	38
	3.7.1. Validación.....	38
	3.7.2. Confiabilidad	38
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	39
3.9.	Tratamiento estadístico	39
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica.....	39

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo.....	40
	4.1.1. Descripción de la institución educativa y el servicio de internet.....	41
	4.1.2. Estructura organizacional	42
	4.1.3. Estructura del servicio de internet actual.....	44
	4.1.4. Equipos y dispositivos.....	44
	4.1.5. Descripción de ambientes	47
	4.1.6. Tipo de configuración del servicio	49
	4.1.7. Desarrollo de modelos de red.....	51
	Modelo actual	51

4.1.8. Modelo propuesto	53
4.1.9. Descripción de la recolección de datos.....	56
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.	59
4.3. Prueba de hipótesis.	63
4.3.1. Hipótesis específica 1.....	63
4.3.2. Hipótesis específica 2.....	65
4.4. Discusión de resultados.....	67
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Arquitectura de una red óptica pasiva.....	13
Figura 2	Terminal de Línea Óptica (OLT) marca Alcatel-Lucent.	14
Figura 3	Divisor óptico o Splitter.....	15
Figura 4	Terminal de Red Óptica ONT.....	15
Figura 5	Reflexión y refracción de la luz.....	17
Figura 6	Fibra óptica monomodo.....	19
Figura 7	Fibra óptica multimodo.....	20
Figura 8	Cable de fibra óptica.	21
Figura 9	Arquitectura de una red GPON.....	22
Figura 10	Downstream y Upstream de datos en redes GPON.	23
Figura 11	Tecnología FTTH.....	26
Figura 12	Pantalla de ejecución de comando ping al sitio.....	30
Figura 13	Relación entre paquetes transmitidos y latencia para medir la velocidad ..	31
Figura 14	Organigrama del IESTP “José Carlos Mariátegui”.	43
Figura 15	Router modem conexión Coaxial.....	45
Figura 16	Switch Tp Link TL-SG1024D 100/1000 Mbps.....	45
Figura 17	Punto de acceso TP Link WA1201.....	46
Figura 18	Punto de acceso TP Link WA12.....	46
Figura 19	Distribución de ambientes primer piso.	48
Figura 20	Distribución de ambientes segundo piso.	49
Figura 21	Distribución y configuración de los equipos para el servicio de internet en la institución.	50
Figura 22	Vista física del modelo del servicio de internet.....	51
Figura 23	Vista lógica del modelo del servicio de internet.....	52

Figura 24 Modelo de un ONT en Packet tracer.....	53
Figura 25 ONT en el mercado, modelo ZX8101L	53
Figura 26 Modelo de un ONT en Packet tracer.....	54
Figura 27 Switch 16 puertos Gigabit modelo TL-SG1016D TP-LINK.....	54
Figura 28 Vista lógica del modelo de red óptica pasiva FTTH propuesto.....	55
Figura 29 Ventana que muestra la opción Command prompt.....	57
Figura 30 Ventana Command prompt	57
Figura 31 Ventana Command prompt	58
Figura 32 Pantalla en SPSS de la prueba T para muestras independientes.....	64
Figura 33 Pantalla en SPSS para validar hipótesis relacionada con velocidad de trasferencia de datos.	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Definición operacional de las variables e indicadores.	35
Tabla 2 Lista de dispositivos para servicio de internet.....	47
Tabla 3 Descriptivos de latencia en SPSS del modelo inicial	59
Tabla 4 Descriptivos de latencia, simulación modelo de red óptica pasiva FTTH	60
Tabla 5 Prueba normalidad, modelo inicial.....	60
Tabla 6 Prueba normalidad, modelo de red óptica pasiva FTTH.....	60
Tabla 7 Descriptivos de velocidad de transferencia de datos del modelo inicial en SPSS	61
Tabla 8 Descriptivos de velocidad de transferencia de datos, simulación modelo de red óptica pasiva FTTH.	62
Tabla 9 Prueba normalidad, modelo inicial.....	62
Tabla 10 Prueba normalidad, modelo de red óptica pasiva FTTH.....	63
Tabla 11 Prueba T para validar hipótesis relacionada con Latencia del servicio de internet.....	64
Tabla 12 Prueba T para validar hipótesis relacionada con Velocidad de transferencia de datos.....	66

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

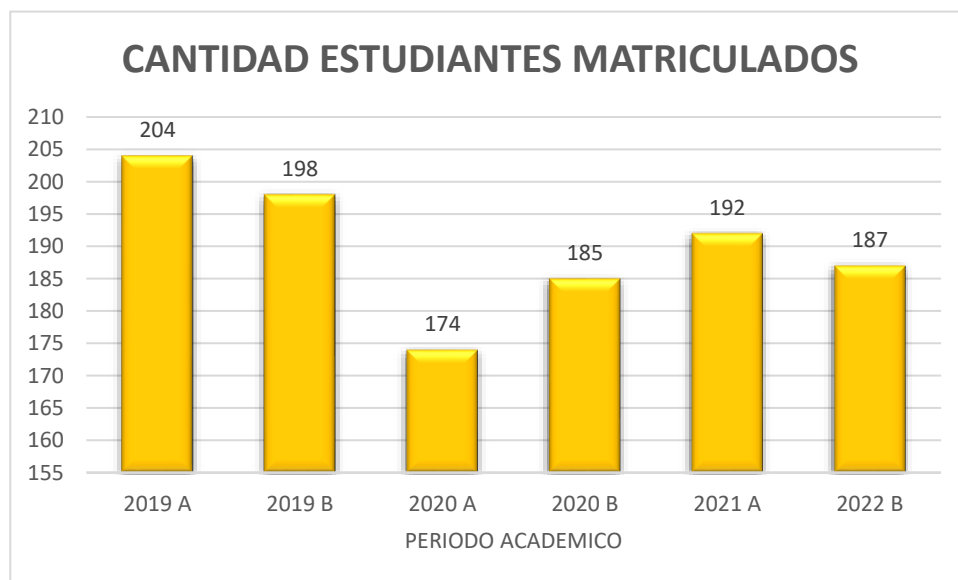
1.1. Identificación y determinación del problema

El Instituto de Educación Superior Técnico Privado (que se abrevia con las siglas IESTP) “JOSE CARLOS MARIATEGUI” de Ate vitarte en Lima, se ha creado como un espacio de encuentro entre el mundo académico y socio-empresarial, en donde se brindan estudios de formación técnica con el fin de contribuir al desarrollo de la población y alrededores, así como a la empresa minera, instituciones y organismos del sector público y privado que funcionan ahí. Ofrece tres carreras: computación, contabilidad y administración, dentro en ambientes apropiados y con equipos tecnológicos acorde a la actualidad.

En estos últimos años, la institución ha registra una población estudiantil más o menos constante, conforme se aprecia en la gráfica 01, esto a pesar de la pandemia del COVID 19, que obligo a realizar las actividades académicas de forma remota, retomando la presencialidad desde el año 2022, este retorno trajo consigo un mayor demanda de infraestructura tecnológica relacionado a los servicios de internet, probablemente como consecuencia del constante trabajo

remoto en este periodo de confinamiento domiciliario de dos años, siendo los dispositivos móviles el medio común para acceder a la información de los cursos, trabajos individuales y grupales, reuniones virtuales, etc.,

Gráfico 1 *Estudiantes matriculados por periodo académico.*



Nota: Los datos corresponden a los años 2019 al 2022

Fuente: IESTP “José Carlos Mariategui”.

Esta situación, genera problemas de acceso a internet, que puede ser más compleja debido a la escala y la cantidad de usuarios conectados simultáneamente. Algunas de las problemáticas comunes detectados en la institución académica incluyen: 1) Congestión de la red, con una gran cantidad de estudiantes, profesores y personal conectados a la red al mismo tiempo, generando congestión en la red, lo que resulta en una disminución de la velocidad de carga y descarga de datos. 2) Demora en el tiempo de acceso a una dirección de internet por las altas latencias que se registran en el servicio, ya que la infraestructura de red existente puede no ser suficiente para manejar la alta

demanda de tráfico de datos, lo que lleva a una experiencia de usuario deficiente y conexiones lentas 3) Cobertura inadecuada, debido a que algunas áreas dentro de la institución pueden tener una cobertura de Wi-Fi deficiente o inexistente, lo que dificulta el acceso a internet en ciertas zonas.

1.2. Delimitación de la Investigación

1.2.1. Delimitación Espacial

El presente trabajo de investigación se realizó en el Instituto de Educación Superior Tecnológico Privado “José Carlos Mariátegui” del distrito de Ate vitarte, provincia de Lima, región Lima

1.2.2. Delimitación Temporal

La investigación duro aproximadamente un periodo de 05 meses, iniciándose en el mes de agosto hasta el mes de diciembre del 2022.

1.2.3. Delimitación Conceptual

La investigación se lleva a cabo en función a los siguientes conceptos:

- **Modelo de red óptica pasiva FTTH:** Una Red Óptica Pasiva FTTH (Fiber to the Home) es un tipo de red de fibra óptica que utiliza una topología punto a multipunto y componentes ópticos pasivos, como divisores ópticos, para transmitir datos desde un único punto de transmisión a múltiples puntos finales de usuario, por ejemplo, sus casas.
- **Servicio de internet:** Se refiere a la provisión de acceso y conectividad a la red de Internet. En términos generales, un servicio de Internet permite a los usuarios conectarse a la World Wide Web y acceder a recursos, información y servicios en línea

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cómo el modelo de red óptica pasiva FTTH mejora el servicio de internet en el IESTP “José Carlos Mariátegui” de Ate vitarte -2022?

1.3.2. Problemas específicos

1. ¿Existe diferencia significativa en la velocidad de transferencia de datos del servicio de internet entre el modelo de red óptica pasiva FTTH y el modelo de la red actual?
2. ¿Existe diferencia significativa en la latencia del servicio de internet entre el modelo de red óptica pasiva FTTH y el modelo de la red actual?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Establecer mejoras en el servicio de internet en el IESTP “José Carlos Mariátegui” de Ate vitarte mediante un modelo de red óptica pasiva FTTH.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Establecer la diferencia significativa en la velocidad de transferencia de datos del servicio de internet entre el modelo de red óptica pasiva FTTH y el modelo de la red actual
2. Establecer la diferencia significativa en la latencia del servicio de internet entre el modelo de red óptica pasiva FTTH y el modelo de la red actual

1.5. Justificación de la investigación

Los retos que enfrentan los directivos al interior de las Instituciones de Educación Superior no universitario, más aún si son instituciones privadas, van

más allá de lo que los usuarios perciben al momento de solicitar un servicio y este no puede ser satisfecho en su totalidad o simplemente no puede ser suplido. Estos retos tienen que ver con la disponibilidad permanente de información actualizada y útil para los usuarios, así como tecnologías de información y comunicación acordes a las necesidades actuales y futuras, como es el caso del servicio de internet. El poder brindar un servicio de calidad en internet, es hoy en día un punto crítico para los integrantes de una comunidad académica, en este caso particular a los docentes, alumnos y personal administrativo del IESTP “José Carlos Mariátegui”, esto permite a una organización generar una ventaja competitiva en el mercado, otorgándole un plus ante la comunidad.

1.6. Limitaciones de la Investigación

Dadas las características del tema y del trabajo de investigación propuesto, se establece que existe una limitación temporal ya que el estudio se realizó sobre datos recogidos durante el periodo de agosto a diciembre del 2022.

En cuanto al aspecto geográfico, la investigación se circunscribe en el distrito de Ate vitarte, en la provincia de Lima y región del mismo nombre.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Con el objetivo de explorar las investigaciones llevadas a cabo en el ámbito de la red óptica pasiva, enfocándonos especialmente en el modelo FTTH (fiber to home) relacionados con el servicio de internet, se ha identificado estudios tanto a nivel internacional como nacional. Estos estudios han servido de motivación y orientación para la realización de la presente investigación. El marco de referencia de la investigación propuesta se fundamenta en los siguientes antecedentes:

2.1.1. Internacional

Cuello, E., Rocurt, A. y Santos, M. “Análisis de la red óptica pasiva con capacidad de gigabit a través de las redes de fibra óptica de la empresa de transmisión eléctrica dominicana en la ciudad de Santo Domingo, R.D.,2009”, tesis de pregrado de la Universidad Acción pro Educación y Cultura, la tesis busca demostrar la viabilidad económico-técnica de la tecnología GPON (Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit) conjuntamente con su implementación sobre

la red metropolitana de fibras ópticas de ETED (Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana), como opción comercializadora de los servicios de ancho de banda para las medianas y grandes empresas en Santo Domingo. Su principal conclusión indica que la red metropolitana de fibra óptica de la ETED tiene en GPON aspectos maduros que garantizan su buena calidad en la red, además indica que la red tipo VDSL2, que significa "Very High Bit Rate Digital Subscriber Line 2", tecnología de transmisión de datos de alta velocidad utilizada en redes de telecomunicaciones para proporcionar servicios de banda ancha a través de líneas telefónicas de cobre, presente en la infraestructura tecnológica de la empresa, servirán ampliamente a futuro en la expansión y consolidación de la empresa con sus servicios de comunicaciones. De esta investigación se rescata los aspectos conceptuales que referencian a los distintos tipos de tecnología en red óptica pasiva, ventajas y desventajas.

Palacios, E. (2017). Diseño y cuantificación para el despliegue de una red de planta externa mediante la tecnología GPON-FTTH para brindar servicios Triple Play en la ciudadela Huancavilca Norte. Tesis de posgrado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador. La investigación presigue tres aspectos importantes: 1) Especificar los fundamentos teóricos de las redes de comunicaciones ópticas y tecnologías FTTx. 2) Diseñar el modelo de la red de planta externa para proveer FTTH sobre GPON para la prestación de servicios triple play. 3) Realizar los cálculos de enlace para las redes feeder, distribución y canalización para el despliegue de la nueva red en la ciudad. Para ello tiene en cuenta que la mayoría de los proveedores de servicios de telefonía, televisión (TV), video on demand (VoD) y datos (internet) emplean diversos medios de transmisión. Algunos de ellos utilizan redes híbridas de fibra y coaxial (HFC)

para ofrecer servicios de triple play, aunque con un ancho de banda limitado. En el caso de los servicios de telefonía y datos, se hace uso de la tecnología DSL a través de cables de una red de telefonía fija (CNT EP), mientras que dos empresas privadas prefieren las redes HFC. Por otro lado, los sistemas de TV suelen transmitirse por satélite, conocidos comúnmente como DTH, siendo las empresas DIRECTV, Claro TV y TV Cable proveedores en áreas donde no llega la infraestructura de redes HFC. De esta investigación se tome en cuenta la forma de calcular la atenuación para la implementación de la red desde la Central CNT EP Pascuales hasta la Ciudadela Huancavilca Norte Etapa 1, lógicamente adecuándola al escenario nuestro, ya que cumplen con los parámetros requeridos de calidad de servicio.

Castellanos-Casas, J., Rojas-Piña, C. & Puerto-Leguizamón, G. Diseño de una red óptica pasiva bidireccional con particionamiento espectral de una fuente de banda ancha, Rev. Ingeniería, Investigación y Desarrollo. En su artículo diseña una red óptica pasiva que aprovecha al máximo el ancho de una fuente de luz para generar diferentes portadoras. Esta tecnología permite que una cantidad de usuarios mucho mayor a los que comúnmente tienen redes PON en su hogar puedan aprovechar las portadoras de carga y descarga por medio de la misma red, en vez de tener una única fuente de luz para un usuario. El particionamiento espectral es utilizado en el diseño, dividiendo la fuente con una separación de 0,11nm entre portadoras, considerando que el ancho de un LED es aproximadamente 100nm, para así obtener un número alto de portadoras en tercera ventana. Aprovechando dicho fenómeno, se reducen costos en la implementación de una PON.

2.1.2. Nacional

Se encuentra la tesis “Sistema de red FTTH utilizando la tecnología GPON para mejorar la calidad de servicio de internet en los clientes con red EOC de la empresa Cablered Perú 2021” de Frank Kevin Chambergo Huaranca, Universidad Nacional del Centro del Perú, 2021, Perú, la investigación busca mejorar la calidad en la prestación del servicio de internet para personas que no tengan red de fibra óptica, presentando problemas de caídas de internet, lentitud en el servicio, ancho de banda limitado, para ello plantea diseñar y posteriormente implementar una red de fibra óptica FTTH basada en la tecnología GPON, entre las conclusiones más resaltantes indica que la red implementada tuvo un impacto positivo en la calidad de prestación del servicio de internet logrando mejorar los indicadores de escalabilidad y crecimiento del ancho de banda por cada cliente y a la vez una reducción del número de caídas masivas y casos de órdenes de servicio por reclamo. De esta investigación se rescata la forma en que realiza el diseño de la red de fibra óptica FTTH considerando estándares específicos para su desarrollo.

Así mismo se encuentra Salvador, A.(2022) en su tesis “Red óptica pasiva con capacidad de gigabit para la seguridad ciudadana del distrito de Miraflores – lima durante el periodo 2022”, tesis de pregrado de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, en la investigación se propone la implementación de una red óptica pasiva con capacidad de gigabit para fortalecer la Seguridad Ciudadana en el distrito de Miraflores. La metodología de investigación adoptada fue de tipo aplicada, con un diseño no experimental de corte transversal y un enfoque descriptivo.

Los resultados revelaron la ausencia de una red propia que interconectara todos los dispositivos de seguridad en la seguridad ciudadana de Miraflores. En respuesta, se procedió al diseño de la mencionada red óptica pasiva, la cual incluye la interconexión tanto de los dispositivos de seguridad existentes como de los nuevos que se pretende incorporar. Este diseño garantizaría la conexión y el funcionamiento eficiente de los dispositivos, contribuyendo así a mejorar la seguridad ciudadana en el distrito de Miraflores, es decir obteniendo valores que cumplen con los estándares aceptables.

2.1.3. Regional

A nivel regional se encontró la tesis “Diseño de una red de fibra óptica para implementar el servicio de banda ancha para Andina Perú cable E.I.R.L. en la ciudad de Cerro de Pasco”, elaborada por Junior Janampa Huaman, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2019, Perú, la investigación tiene por objetivo dar solución a la problemática regional en los servicios de telecomunicaciones los cuales son: internet, telefonía, televisión digital y servicios multimedia, mediante el diseño de una red de fibra óptica permitiendo un servicio de calidad a la población, la conclusión principal a la que llega es que la implementación de una red de fibra óptica permitirá a la población de Pasco tener acceso a los servicios de internet, telefonía, televisión digital y servicios multimedia con una mejora de la velocidad que se tenía anteriormente con la transmisión de datos ADSL. Dentro de esta tesis se considera relevante la descripción técnica de los componentes requeridos para implementar una red de fibra óptica.

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. Red óptica pasiva

En la actualidad, la demanda de una conectividad de alta velocidad se ha convertido en una necesidad esencial en la sociedad moderna. Desde el rápido crecimiento de aplicaciones en línea hasta la proliferación de dispositivos conectados, la capacidad de transmitir datos a velocidades ultrarrápidas se ha vuelto crucial. En este contexto, las Redes Ópticas Pasivas (PON, por sus siglas en inglés) han surgido como una solución tecnológica revolucionaria para abordar esta creciente demanda. Este apartado explorará en detalle qué son las PON, cómo funcionan, sus ventajas, desafíos y su impacto en la conectividad moderna.

➤ Definición y Funcionamiento

A continuación, se presenta cuatro definiciones sobre este aspecto:

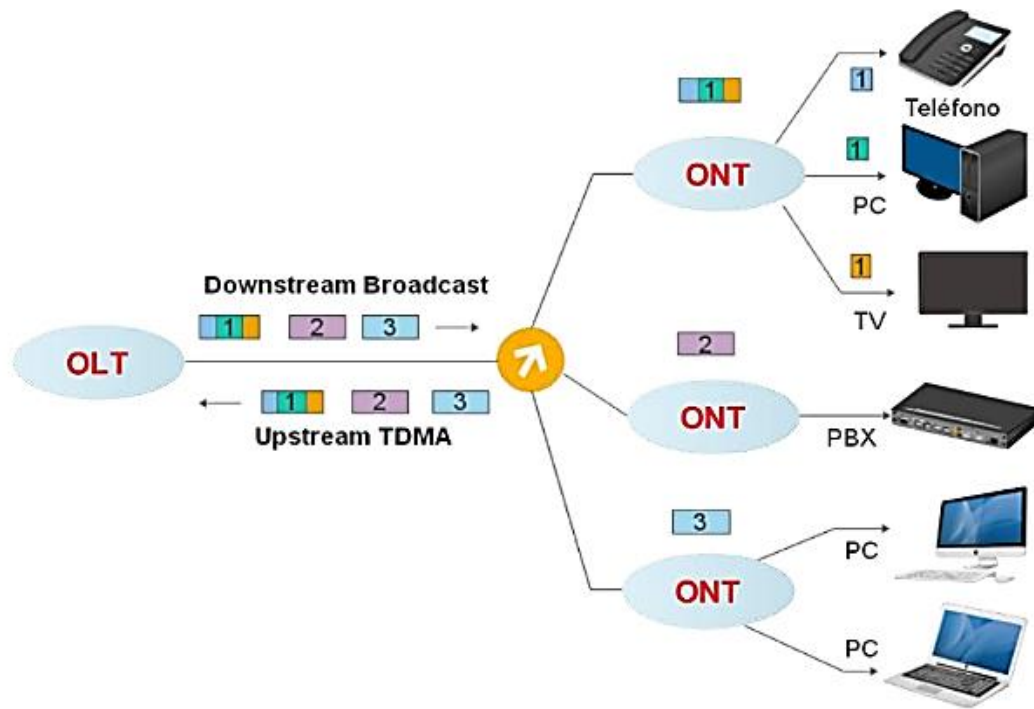
- Según Khojasteh et al. (2020), una red óptica pasiva (PON) es una red de alta velocidad que utiliza componentes pasivos como divisores ópticos para distribuir señales ópticas a múltiples usuarios.
- De acuerdo con Li et al. (2019), una PON es una solución de red de acceso de alta velocidad que utiliza fibra óptica y elementos pasivos para proporcionar conectividad a Internet de banda ancha a los usuarios finales.
- Para Morán-López et al. (2019), una red óptica pasiva es un sistema de comunicaciones de banda ancha que utiliza tecnología óptica y componentes pasivos como divisores y fibras ópticas para distribuir señales a varios usuarios finales.

- En palabras de Siebert et al. (2018), una PON es una red de fibra óptica de alta velocidad que se compone de componentes pasivos como divisores y acopladores ópticos, los cuales se encargan de distribuir la señal a múltiples usuarios.

En base a estas cuatro definiciones, se puede decir que una red óptica pasiva es un sistema de comunicaciones de alta velocidad que utiliza una fibra óptica en lugar de un cableado de cobre tradicional para conectarse a la red de acceso de los usuarios. Esta red es totalmente pasiva, óptica y de gran ancho de banda, y el haz de luz del emisor se distribuye a través de divisores pasivos en la red de distribución.

La clave de su funcionamiento radica en el uso de componentes pasivos, como divisores y acopladores ópticos, que permiten la distribución de la señal a múltiples usuarios finales sin requerir dispositivos electrónicos activos en la ruta de la señal. En lugar de depender de repetidores activos para amplificar la señal, las PON utilizan la propagación de la luz a través de fibras ópticas para lograr una transmisión eficiente.

Figura 1 *Arquitectura de una red óptica pasiva.*



Nota: Esquema general de la red

Fuente: Castellanos-Casas, J., Rojas-Piña, C. & Puerto-Leguizamón, G.

La figura 1 muestra una red PON de las telecomunicaciones que utiliza fibra óptica para conectar a los usuarios finales con la central telefónica. La PON se compone de una Terminal de Línea Óptica (OLT) en la oficina central del proveedor de servicios y una cantidad de Unidades de Red Óptica (ONT) cerca de los usuarios finales. Normalmente, se pueden conectar hasta 32 ONT a un OLT. La red óptica pasiva simplemente describe el hecho de que la transmisión óptica no tiene requisitos de potencia ni partes electrónicas activas una vez que la señal pasa por la red. La transmisión de datos se realiza a través de divisores ópticos pasivos (splitters) que agregan o multiplexan señales de fibra óptica a un solo cable de fibra óptica ascendente. La señal

óptica se transmite desde la OLT hasta las ONU a través de un cable de fibra óptica.

➤ **Componentes de una red óptica pasiva**

La red óptica pasiva se compone de varios elementos principales, que se describen a continuación en detalle (Bonora, 2019):

- **Terminal de Línea Óptica (OLT):** La OLT es el dispositivo principal de la red, responsable de generar y transmitir la señal óptica a los usuarios finales. La OLT se instala en la oficina central del proveedor de servicios y se encarga de la conversión de la señal eléctrica en señal óptica.

Figura 2 Terminal de Línea Óptica (OLT) marca Alcatel-Lucent.



Nota: El equipo se encuentra en un gabinete protegido de la estática.

Fuente: Wikipedia

- **Divisores ópticos (splitters):** Los divisores ópticos son dispositivos que se utilizan para agregar o multiplexar señales de fibra óptica a un solo

cable de fibra óptica ascendente. Por lo general, la proporción más utilizada es 1:32. . Estos dispositivos permiten que una señal óptica transmitida desde la OLT llegue a varios usuarios finales a través de la misma fibra.

Figura 3 *Divisor óptico o Splitter.*



Nota: Elaboración propia

- **Terminal de Red Óptica (ONT) o Unidad de Red Óptica (ONU):**
También conocida como Optical Node Terminal, son los equipos que se instalan en los usuarios finales (escritorio, teléfonos, etc.) para conectar a la red PON. Proporcionan la conversión de señal óptica a eléctrica y pueden incluir cifrado AES a través de la clave ONT.

Figura 4 *Terminal de Red Óptica ONT*



Nota: Imagen de Fiber systems, web site.

- **Cable de fibra óptica:** Es el medio por el cual se transmite la señal óptica desde la OLT hasta las ONU. La fibra óptica utiliza hilos de vidrio o plástico ultrafinos para enviar pulsos de luz, en lugar de señales eléctricas, para transmitir información. El principio detrás de su funcionamiento se basa en la ley de la reflexión interna total, donde la luz que viaja a través del núcleo de la fibra se refleja repetidamente en sus paredes, permitiendo una transmisión sin pérdida significativa de señal. Esto contrasta con los sistemas de transmisión tradicionales basados en cables de cobre, que sufren de atenuación de la señal y degradación con la distancia

¿Cómo funciona el cable de fibra óptica?

La fibra óptica se compone de una fibra de vidrio o plástico, elementos de refuerzo y una cubierta exterior. La fibra óptica transmite la señal, mientras que el elemento de refuerzo proporciona resistencia a la tracción y al aplastamiento, y la cubierta protege el cable del entorno. La luz queda atrapada en el conducto de la fibra y se propaga a la máxima velocidad posible a lo largo del mismo basado en las leyes de la reflexión y de la refracción de la luz (figura 5).

Figura 5 Reflexión y refracción de la luz

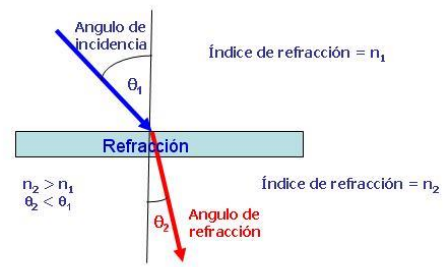
Reflexión de la luz



Ángulo de incidencia = Ángulo de reflexión

Los dos rayos están en el mismo plano que la normal

Refracción de la luz: Ley de Snell



Ley de Snell: $n_1 \text{ sen } \theta_1 = n_2 \text{ sen } \theta_2$ (año 1620)

Los dos rayos están en el mismo plano que la normal

Nota: La imagen pertenece a Blog de Fibra Óptica y Redes del CIFP

Tartanga, web site.

La velocidad de propagación de la luz depende del tipo de material transparente empleado, ya que la máxima velocidad se alcanza en el vacío. Algunas fibras ópticas pueden transmitir datos a velocidades de hasta 10 Gbit/s (gigabits por segundo), mientras que las conexiones residenciales pueden alcanzar velocidades de hasta 940 Mbps (megabits por segundo).

Este tipo de tecnología es ampliamente utilizada en las redes de telecomunicaciones y en las conexiones de Internet de alta velocidad. Por ejemplo, la fibra óptica se utiliza en las conexiones de Internet de alta velocidad, lo que permite la transmisión de señales de voz y datos a largas distancias con una pérdida de señal mínima. También se utiliza en aplicaciones médicas, como en endoscopias, donde se utiliza la fibra óptica para transmitir imágenes desde el interior del cuerpo a un monitor externo.

Atenuación en fibra óptica

La atenuación en la fibra óptica se refiere a la disminución de la intensidad luminosa a medida que la señal viaja a través del núcleo de la fibra. Los principales tipos de atenuación incluyen la atenuación intrínseca y la atenuación extrínseca. La primera se debe a las propiedades inherentes del material de la fibra, mientras que la segunda está vinculada a factores externos como curvaturas, empalmes y contaminación.

La atenuación por absorción, es cuando se absorbe la luz por impurezas en el material de la fibra. Materiales como el agua y los iones metálicos son conocidos por causar absorción. Atenuación por dispersión, se centra en la dispersión cromática y la dispersión modal, factores que contribuyen a la atenuación al dispersar diferentes longitudes de onda y modos de propagación. Atenuación por curvatura y empalmes, las curvaturas pronunciadas y empalmes mal ejecutados pueden generar reflexiones y dispersión, aumentando la atenuación.

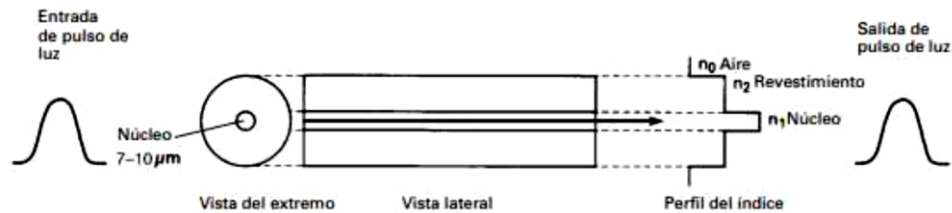
Tipos de cables de fibra óptica

Entre los cables más comunes o conocidos tenemos (Lopez, 2023) :

Cable de fibra óptica monomodo (SMF): Este tipo de cable de fibra óptica tiene un núcleo muy delgado, de aproximadamente 8 a 10 micras de diámetro. Solo permite el paso de un modo o rayo de luz, lo que lo hace adecuado para transmitir señales a largas distancias con una alta precisión. La fibra monomodo se utiliza en aplicaciones que requieren un alto ancho de banda y una baja atenuación, como en enlaces de larga distancia y en aplicaciones de alta velocidad, como en redes de área

extensa (WAN) y enlaces de fibra troncal. La fibra óptica monomodo opera a la longitud de onda de 1550 nm y tiene un ancho de banda muy amplio. En la Figura 6, se describe la fibra óptica monomodo.

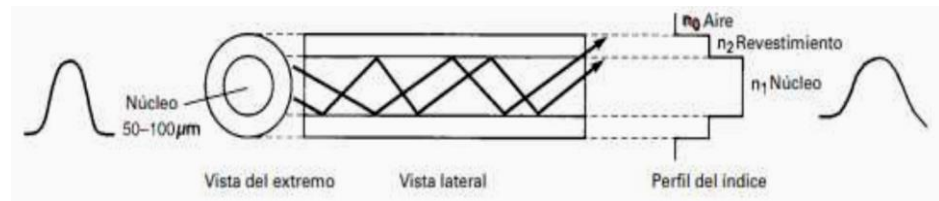
Figura 6 *Fibra óptica monomodo*



Nota: La imagen corresponde a Tomasi, W (2003). Sistemas de Comunicaciones Electrónicas.

Cable de fibra óptica multimodo (MMF): A diferencia de la fibra monomodo, la fibra multimodo tiene un núcleo más grande, típicamente de 50 a 62.5 micras de diámetro. Esto permite que múltiples modos de luz se propaguen a través de la fibra, lo que resulta en una mayor dispersión de la señal. La fibra multimodo se utiliza en aplicaciones de corta distancia, como en redes de área local (LAN) y enlaces de fibra de acceso. En la Figura 7, se describe la fibra óptica multimodo.

Figura 7 Fibra óptica multimodo



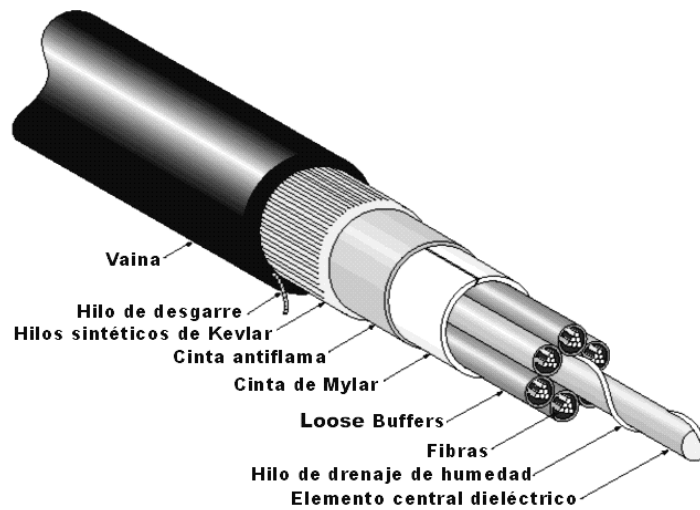
Nota: La imagen corresponde a Tomasi, W (2003). Sistemas de Comunicaciones Electrónicas.

Cable de fibra óptica reforzado: Estos cables están diseñados para soportar condiciones más adversas, como entornos exteriores, instalaciones subterráneas o instalaciones en postes. Estos cables cuentan con una capa adicional de refuerzo, generalmente de acero, que brinda mayor resistencia a la tracción, la compresión y otros tipos de daños mecánicos.

Cable de fibra óptica blindado: Estos cables están diseñados para proteger la fibra de interferencias electromagnéticas, daños mecánicos y ambientes hostiles. Están recubiertos con una capa adicional de material resistente, como acero o aluminio, que brinda protección adicional a la fibra.

En líneas generales todas poseen una estructura parecida como en la figura 8, diferenciándose en el revestimiento que poseen para una mayor protección del medio conductor de los haces de luz.

Figura 8 Cable de fibra óptica.



Nota: La imagen corresponde a Cablecom web site.

- **Red de distribución óptica (ODN):** Se compone de componentes ópticos pasivos (POS), como fibras ópticas, y uno o más divisores ópticos pasivos. La ODN proporciona el medio de transmisión óptica desde la OLT hacia los usuarios finales.

➤ **Tipos de redes ópticas pasivas**

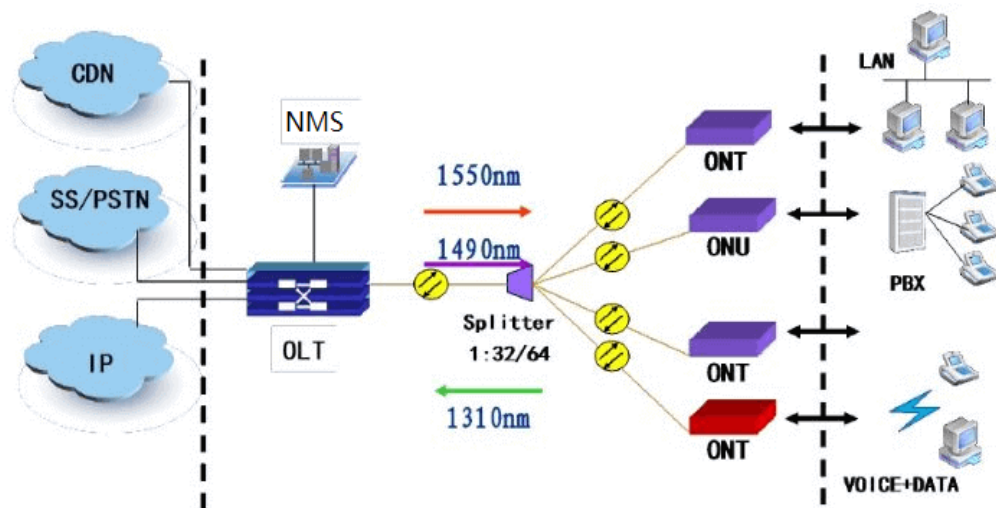
Hay varios tipos de redes PON que han sido desarrollados para satisfacer diferentes necesidades y aplicaciones. A continuación, se mencionan algunos de los tipos más comunes de redes PON (Deepika et. al, 2021):

- **GPON (Gigabit Passive Optical Network):**

GPON es uno de los estándares más ampliamente utilizados para redes PON. Proporciona una alta velocidad de transmisión, con capacidades de hasta 2.5 Gbps en la dirección ascendente y 1.25 Gbps en la dirección descendente. GPON se utiliza en aplicaciones como servicios de internet de alta velocidad, televisión por internet (IPTV) y telefonía.

Una red GPON está compuesta por un OLT (Optical Line Terminal) situado en las instalaciones del proveedor de servicios, y las ONT (Optical Networking Terminal) ubicadas en las instalaciones de los suscriptores para FTTH (Fiber to the Home). El OLT cuenta con múltiples puertos de línea GPON, y cada uno puede admitir hasta 64 ONT (véase Figura 9).

Figura 9 *Arquitectura de una red GPON.*

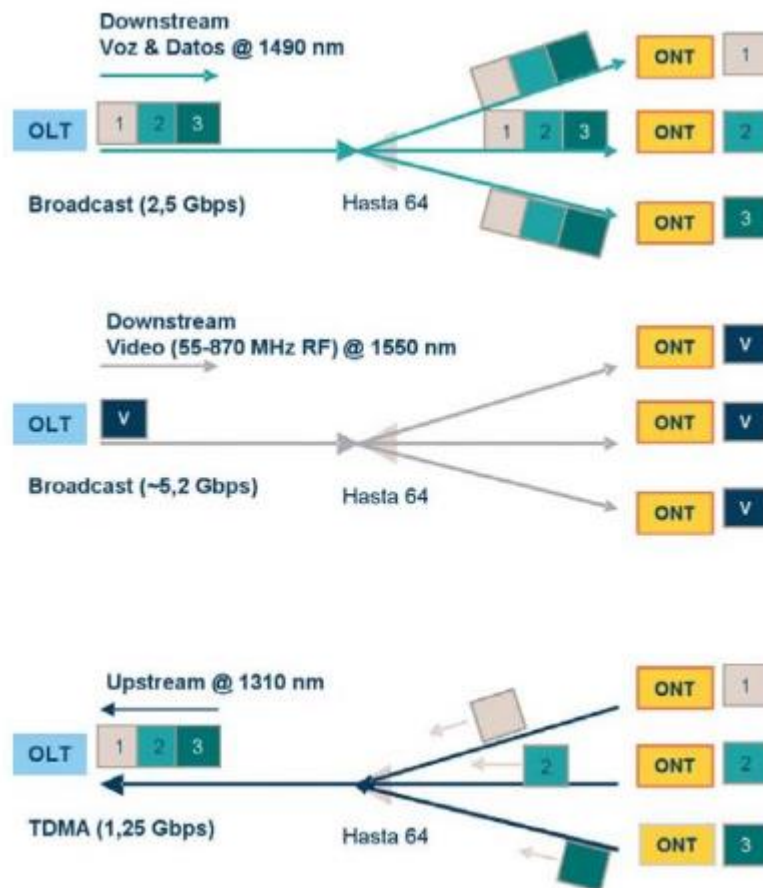


Nota: la imagen corresponde a Fiber mall blog , web site.

Para establecer la conexión de datos entre la OLT y la ONT, se utiliza un cable de fibra óptica para transportar una longitud de onda downstream. A través de un pequeño divisor pasivo, que fragmenta la señal de luz en varias salidas, se distribuye el tráfico downstream originado en la OLT. Se pueden emplear diversos divisores pasivos 1 x n (donde $n = 2, 4, 8, 16, 32, \text{ o } 64$) en diferentes ubicaciones hasta llegar a los clientes. Esta configuración constituye una arquitectura punto a multipunto, a veces conocida como una topología en árbol.

La transmisión de datos upstream, desde la ONT hasta la OLT, se lleva a cabo en una longitud de onda diferente para evitar colisiones con la transmisión downstream. Estos datos upstream son consolidados por la misma unidad divisora pasiva, que realiza las funciones de combinador en la dirección opuesta del tráfico. Esto posibilita la recolección del tráfico desde la OLT a través de la misma fibra óptica utilizada para la transmisión downstream (ver Figura 10).

Figura 10 *Downstream y Upstream de datos en redes GPON.*



Nota: La imagen corresponde a Tejedor, M., 2008. GPON. Qué es GPON.

En el caso del tráfico downstream, se implementa un broadcast óptico, aunque cada ONT solo procesará el tráfico asignado o al que tiene acceso por parte del operador, gracias a las técnicas de seguridad AES (Advanced Encryption Standard). Para el tráfico upstream, los protocolos basados en TDMA (Time Division Multiple Access) garantizan una transmisión sin colisiones desde la ONT hasta la OLT. Además, mediante TDMA, la transmisión solo se lleva a cabo cuando es necesario, lo que evita la ineficiencia asociada a las tecnologías TDM, donde el período temporal para la transmisión es fijo e independiente de la disponibilidad de datos.

Para construir una red GPON se debe considerar las recomendaciones ITU-T G.984.1, que describe las características generales de funcionamiento y arquitectura de la red.

- ***EPON (Ethernet Passive Optical Network):***

EPON es otro estándar común de red PON que se basa en tecnología Ethernet. Proporciona velocidades de transmisión de datos de hasta 1 Gbps y es conocido por su facilidad de integración con redes Ethernet existentes. EPON se utiliza en aplicaciones como redes de área metropolitana (MAN) y en entornos empresariales.

- ***XG-PON (10-Gigabit Passive Optical Network):***

XG-PON es una evolución de GPON que ofrece velocidades de transmisión mucho más altas, llegando hasta 10 Gbps en la dirección ascendente y 2.5 Gbps en la dirección descendente. Se utiliza para aplicaciones que requieren un ancho de banda extremadamente alto, como conexiones de alta velocidad para empresas y centros de datos.

- ***NG-PON2 (Next-Generation Passive Optical Network 2):***

NG-PON2 es una evolución avanzada de la tecnología PON que permite la coexistencia de múltiples longitudes de onda en una misma fibra óptica, lo que proporciona un mayor ancho de banda y flexibilidad. Puede ofrecer velocidades de transmisión de datos de hasta 40 Gbps o más, lo que lo hace adecuado para aplicaciones de alta capacidad y servicios emergentes.

- ***WDM-PON (Wavelength Division Multiplexing Passive Optical Network):***

WDM-PON utiliza la técnica de multiplexación por división de longitud de onda (WDM) para transmitir múltiples señales a través de diferentes longitudes de onda en una sola fibra óptica. Esto permite un mayor ancho de banda y la capacidad de ofrecer servicios de voz, datos y video separados en diferentes longitudes de onda.

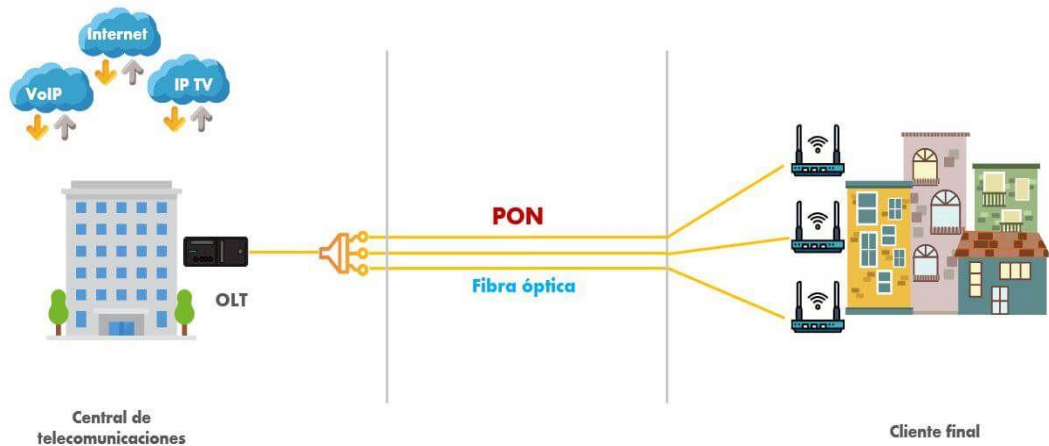
Estos son solo algunos ejemplos de los tipos de redes PON disponibles en el campo de las telecomunicaciones. Cada tipo de red PON tiene sus propias ventajas y aplicaciones específicas, y la elección depende de los requisitos de ancho de banda, distancia y aplicaciones particulares de cada situación.

➤ **Tecnología FTTH Fiber To The Home**

Según Scott (2010) la tecnología de Fibra Óptica hasta el Hogar (FTTH) es parte de un conjunto de tecnologías FTTX en las que también encontramos FTTB, FTTC y FTTN. La tecnología FTTH representa una revolución en las infraestructuras de comunicaciones, proporcionando conexiones de banda ancha ultrarrápidas y confiables directamente a los hogares y negocios. En

FTTH, la fibra óptica, un delgado filamento de vidrio o plástico que transmite datos a través de pulsos de luz, se extiende desde la central hasta cada residencia o lugar de negocio, ofreciendo un rendimiento excepcional y una capacidad de ancho de banda casi ilimitada (vea figura 11).

Figura 11 *Tecnología FTTH*



Nota: la imagen corresponde a Sisutelco.com, web site.

- **Arquitectura de FTTH:** En una red FTTH, la arquitectura se basa en el principio de llevar la fibra óptica directamente hasta el usuario final. La red consta de dos componentes esenciales: la OLT (Optical Line Terminal) y la ONT (Optical Network Terminal). La OLT, ubicada en la central, se encarga de gestionar y controlar la red, convirtiendo los datos eléctricos en señales ópticas para su transmisión. Por otro lado, la ONT, colocada en las instalaciones del usuario, realiza la conversión inversa, transformando las señales ópticas en datos eléctricos utilizables por los dispositivos del usuario.

- **Velocidades de Conexión y Ancho de Banda:** FTTH es conocido por proporcionar velocidades de conexión excepcionales, con capacidades que pueden superar fácilmente los 1 Gbps (gigabit por segundo) y, en muchos casos, alcanzar velocidades de 10 Gbps o más. Esta capacidad extrema de ancho de banda no solo permite la transmisión de datos a altas velocidades, sino que también facilita la entrega de servicios de alta calidad, como transmisión de video en ultra alta definición (UHD), juegos en línea sin interrupciones y aplicaciones emergentes que demandan una conexión robusta.
- **Ventajas de FTTH:**
 - Velocidad y Rendimiento:** - FTTH ofrece velocidades de conexión inigualables, proporcionando una experiencia de navegación rápida y sin demoras.
 - Confiabilidad:** - Al utilizar fibra óptica, menos susceptible a interferencias electromagnéticas y condiciones climáticas, FTTH garantiza una conexión más estable y confiable.
 - Simetría en la Velocidad:** - A diferencia de las tecnologías DSL o cable, FTTH ofrece velocidades simétricas para descargas y cargas, brindando una experiencia de usuario más equitativa.
 - Capacidad Futura:** - La capacidad de ancho de banda abundante de FTTH permite afrontar futuras demandas de servicios y aplicaciones sin necesidad de realizar grandes actualizaciones de infraestructura.
 - Menor Latencia:** - La fibra óptica minimiza la latencia, lo que es crucial para aplicaciones sensibles al tiempo, como juegos en línea y videollamadas.

2.2.2. Servicio de internet

El servicio de Internet ha evolucionado desde su creación, pasando de ser una red de investigación a una herramienta esencial en la vida cotidiana. A continuación, se examina el concepto de servicio de Internet a través de las perspectivas de diversos autores.

Cerf (1994), en su trabajo "How I Got Here From There" indica: "El servicio de Internet es una red global de computadoras interconectadas que permite la transferencia eficiente de datos, facilitando la colaboración digital entre personas, dispositivos y recursos", destaca la esencia del servicio de Internet como una red que conecta eficientemente a personas, dispositivos y datos, creando un entorno digital colaborativo.

Berners-Lee (1989), en su propuesta de gestión de la información, contribuye con la idea de una World Wide Web que transforma la manera en que interactuamos con la información en línea, para ello da el siguiente concepto: "El servicio de Internet es una plataforma que gestiona y organiza la información a través de la World Wide Web, permitiendo la creación, acceso y navegación de documentos interconectados mediante enlaces hipertexto"

Castells (2010), en "The Rise of the Network Society", conceptualiza: "El servicio de Internet es el elemento central de la 'sociedad red', una red digital que constituye como base de la participación social, económica y política en la era contemporánea", genera una idea de "sociedad red", donde la conectividad digital es esencial para la participación social, económica y política.

2.2.3. Indicadores de Servicio de Internet

Los indicadores del servicio de Internet son esenciales para evaluar la eficacia y la satisfacción del usuario en el entorno digital. Estos indicadores

abarcan diversos aspectos técnicos y de experiencia del usuario, proporcionando una visión completa de la calidad del servicio. A continuación, se analizan algunos de los indicadores clave y se citan a autores relevantes en cada área.

a. Disponibilidad

La disponibilidad se refiere a la capacidad del servicio de Internet para estar operativo y accesible cuando los usuarios lo necesitan. Autores como Kurose y Ross (2017) han abordado la disponibilidad en su libro "Computer Networking: A Top-Down Approach". Una alta disponibilidad garantiza que los usuarios puedan acceder a servicios en línea sin interrupciones, promoviendo una experiencia positiva.

b. Latencia:

De acuerdo a la FCC (s.f.) latencia de Internet es el tiempo que tardan los datos (paquete de bytes) en viajar desde el dispositivo del usuario hasta el servidor y viceversa. Este tiempo se mide en *milisegundos* y es esencial en actividades en línea como la navegación web, la transmisión de video y las videollamadas. Una baja latencia contribuye a una experiencia en línea más fluida y receptiva, mientras que una alta latencia puede resultar en retrasos perceptibles. La latencia, junto con la velocidad de transferencia de datos, es un factor crítico para evaluar el rendimiento general de una conexión a Internet. Autores como Stevens y Wright (1994) han explorado la latencia en su obra "TCP/IP Illustrated, Volume 1". Una baja latencia es esencial para aplicaciones en tiempo real, como videollamadas y juegos en línea, mejorando la interactividad y la calidad de la comunicación. La latencia se puede obtener mediante la ejecución de una instrucción "ping" en la consola del sistema operativo, véase figura 12.

Figura 12 Pantalla de ejecución de comando ping al sitio

```
C:\Users\51969>ping google.com

Haciendo ping a google.com [142.251.0.100] con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 142.251.0.100: bytes=32 tiempo=62ms TTL=104
Respuesta desde 142.251.0.100: bytes=32 tiempo=59ms TTL=104
Respuesta desde 142.251.0.100: bytes=32 tiempo=47ms TTL=104
Respuesta desde 142.251.0.100: bytes=32 tiempo=52ms TTL=104

Estadísticas de ping para 142.251.0.100:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 47ms, Máximo = 62ms, Media = 55ms
```

www.google.com en consola Windows.

Nota: la imagen es elaboración propia

c. Velocidad de transferencia de datos:

La velocidad de conexión es un indicador crítico que afecta directamente la experiencia del usuario. Se ha dicho en el punto anterior que la latencia, es el tiempo que demora transmitirse un paquete (32 bytes) empleando el comando ping, entonces la velocidad de transferencia de datos es la relacionada entre la cantidad de paquetes transmitidos sobre la latencia, apréciese la figura 13. El resultado de este cálculo se da en bytes / milisegundos, que puede ser transformado a bytes/ segundo. Autores como Tanenbaum y Wetherall (2011) han destacado la importancia de la velocidad de transmisión de datos en su obra "Computer Networks", subdividiéndolo en dos: bajada o descarga de datos y subida o carga de datos. Una conexión rápida mejora la transferencia de información y la capacidad de respuesta de las aplicaciones en línea.

Figura 13 *Relación entre paquetes transmitidos y latencia para medir la velocidad*

$$\text{Velocidad de Internet} = \frac{\text{Paquetes transmitidos}}{\text{Latencia}}$$

Nota: La imagen de la fórmula es elaboración propia.

2.2.4. Situación Actual y tendencias:

En la actualidad, la banda ancha y la penetración de dispositivos móviles han convertido el acceso a Internet en una infraestructura crítica a nivel mundial. La perspectiva de Castells (2010) sobre la "sociedad red" resalta la centralidad de la conectividad digital en nuestra vida cotidiana.

Las tendencias actuales incluyen la adopción de la inteligencia artificial y el Internet de las cosas. Autores críticos como Evgeny Morozov (2019) advierten sobre los desafíos éticos relacionados con la recopilación masiva de datos y la autonomía de las decisiones algorítmicas.

2.3. Definición de términos básicos

- 1. Acoplador Óptico:** Un acoplador óptico es un dispositivo pasivo que combina dos o más señales ópticas en una sola señal. En las PON, los acopladores pueden utilizarse para combinar señales de varios usuarios finales en una única fibra óptica que se dirige hacia la central.
- 2. Ancho de Banda:** El ancho de banda se refiere a la capacidad total de una red para transmitir datos. En las PON, un mayor ancho de banda permite una mayor cantidad de datos que pueden ser transmitidos en un período de tiempo, lo que resulta en una mayor velocidad y eficiencia.

3. **Capacidad de Escalabilidad:** La capacidad de escalabilidad se refiere a la habilidad de una red para crecer y adaptarse a mayores demandas de usuarios y tráfico sin una degradación significativa en el rendimiento. En las PON, la capacidad de escalabilidad es esencial para acomodar el crecimiento de usuarios y aplicaciones.
4. **Componente Activo vs. Pasivo:** Un componente activo requiere energía eléctrica para funcionar y puede amplificar o procesar señales, como los repetidores. Un componente pasivo no necesita energía y realiza tareas como división y combinación de señales, como los divisores y acopladores en las PON.
5. **Divisor Óptico:** Un divisor óptico es un componente pasivo que divide una señal de luz en múltiples señales más débiles. Se utiliza en las redes PON para dividir la señal óptica original de la central en varias señales que se dirigen a los usuarios finales.
6. **División por Longitud de Onda (WDM):** La división por longitud de onda (Wavelength Division Multiplexing, WDM) es una técnica que permite transmitir múltiples señales en diferentes longitudes de onda a través de una sola fibra óptica. Esto aumenta la capacidad de la red sin necesidad de añadir más fibras.
7. **FastEthernet:** Tecnología de red que proporciona velocidades de transmisión de datos de hasta 100 megabits por segundo (Mbps). Es una versión mejorada de Ethernet, el estándar de red original, que operaba a velocidades de 10 Mbps. Fast Ethernet, a veces abreviado como "FastE" o "100BASE-T", representa un aumento significativo en la velocidad de

transferencia de datos y ha sido ampliamente utilizado en entornos de red desde su introducción.

8. **Fibra Óptica:** Una fibra óptica es un delgado hilo de vidrio o plástico que transporta señales de luz modulada para transmitir datos a alta velocidad. La reflexión interna total permite que la luz se propague a lo largo de la fibra sin pérdida significativa de señal.
9. **GigaEthernet:** Tecnología de red que permite la transmisión de datos a velocidades de hasta un gigabit por segundo (Gbps). Es una versión mejorada de Ethernet, que es un estándar de red comúnmente utilizado para la comunicación en redes locales (LAN).
10. **FTTH:** Acrónimo para Fibre to the home traducido al español Fibra a la casa o al hogar.
11. **Latencia:** La latencia es el tiempo que transcurre desde que se inicia la transmisión de datos hasta que se reciben en el destino. En las PON, se busca minimizar la latencia para garantizar una comunicación fluida en tiempo real.
12. **Reflexión de la luz:** Cada haz de luz que llega a una superficie reflectante se reflejará con un ángulo igual al ángulo de incidencia, de manera que tanto el rayo incidente como el rayo reflejado, así como la línea perpendicular a la superficie reflectante en el punto de incidencia, se encuentren en el mismo plano. Este fenómeno implica un cambio en la dirección de la onda, pero ocurre en dirección hacia el origen. Un ejemplo común es cuando una persona se observa en un espejo, y sin esta reflexión, sería imposible ver su imagen.

- 13. Refracción de la luz:** Se trata de una alteración en la dirección que las ondas experimentan al pasar de un medio a otro. Un ejemplo de esto se puede observar al sumergir una cuchara en un vaso con agua, donde la cuchara parece desplazarse hacia el interior debido a este fenómeno.
- 14. Upstream y Downstream:** En las redes PON, el término "upstream" se refiere a la dirección desde el usuario final hacia la central, mientras que "downstream" se refiere a la dirección desde la central hacia el usuario final. Las velocidades de transmisión pueden ser diferentes en ambas direcciones.
- 15. Velocidad de Transmisión:** La velocidad de transmisión se refiere a la cantidad de datos que pueden transmitirse a través de la red en un período de tiempo determinado. En el contexto de las PON, se mide en bits por segundo (bps) y determina la rapidez con la que los datos pueden ser enviados y recibidos.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

Con un modelo de red óptica pasiva FTTH se establecen mejoras en la latencia y la velocidad de transferencia de datos del servicio de internet en el IESTP "José Carlos Mariátegui" de Ate vitarte – Lima -2022.

2.4.2. Hipótesis Especificas

1. El modelo de red óptica pasiva FTTH si muestra diferencia significativa frente al modelo de red actual en el promedio de velocidad de transferencia de datos del servicio de internet.
2. El modelo de red óptica pasiva FTTH si muestra diferencia significativa frente al modelo de red actual en el promedio de latencia del servicio de internet.

2.5. Identificación de Variables

2.5.1. Variable Independiente

Modelo de red óptica pasiva FTTH.

2.5.2. Variables Dependientes

Servicio de internet.

2.6. Definición Operacional de las variables e indicadores

Tabla 1 Definición operacional de las variables e indicadores.

Variable independiente			
Modelo de red óptica pasiva FTTH	<i>Indicador</i>	<i>Valor Final</i>	<i>Tipo de variable</i>
	<ul style="list-style-type: none">Modelo de red	1. Presente 2. Ausente	Cualitativa Dicotómica
Variable dependiente	<i>Indicador</i>	<i>Valor Final</i>	<i>Tipo de variable</i>
Servicio de internet	<ul style="list-style-type: none">Promedio de velocidad de transferencia de datos.Promedio de latencia.	Valor numérico positivo	Cuantitativa

Nota: La tabla es elaboración Propia.

CAPITULO III

METODÓLOGA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La investigación es de tipo aplicada, para la tesis se pensó resolver un problema que se presentó en una institución educativa, consecuencia de la pandemia que se vivió, para ello se requiere aplicar los conocimientos adquiridos y la experiencia acumulada.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es explicativo, ya que se busca comprender las relaciones de causa y efecto entre variables modelo de red óptica pasiva FTTH y el servicio de internet considerando la latencia y la velocidad de transferencia de datos del servicio.

3.3. Métodos de la investigación

En este estudio de investigación, se aplicará el método de Análisis – Síntesis. La elección de este enfoque se fundamenta en la idea de que, al emplear únicamente el análisis sin llegar a la síntesis, la comprensión integral de los conocimientos puede quedar limitada. Asimismo, cuando se realiza únicamente

la síntesis sin un análisis profundo, los resultados pueden alejarse de la realidad. La combinación de ambos procesos, análisis y síntesis, se considera esencial para alcanzar una comprensión completa y precisa de la materia objeto de estudio.

3.4. Diseño de investigación.

Para fines del estudio se aplicó el diseño de investigación no experimental, en la categoría transeccional, toda vez que la información se toma en un solo momento en el tiempo, uno para el test inicial donde no se el modelo refleja la situación actual del servicio de internet y otro test con el modelo de red óptica pasiva FTTH propuesto.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población a tomar en cuenta son los dispositivos terminales de acceso a internet, como son computadoras de escritorio, computadoras portátiles y celulares empleados dentro del modelo de red de la Instituto de Educación Superior Tecnológico Privado “José Carlos Mariátegui” de Ate vitarte – Lima, que se estima sean 45 dispositivos.

3.5.2. Muestra

La muestra poblacional para esta investigación es intencionada, en ese sentido se considera 20 dispositivos terminales de acceso a internet.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.6.1. Técnicas

Para la obtención de los datos e información en este trabajo investigativo se emplearon:

- La observación.
- El Análisis Documental.

- Simulación

3.6.2. Instrumentos

- En base a la lectura
- Textos
- Registro de eventos
- Software de simulación Packet tracer y software estadístico.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

3.7.1. Validación

En el libro de Hernández, Fernández y Baptista (2010) “la validez en términos generales se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que quiere medir”.

En esta instancia específica, no se utilizan encuestas ni entrevistas. En su lugar, se recurre a la observación y registro de tiempos de subida, bajada de datos, así como la latencia que sufre el acceso a los datos, conforme al formato adjunto en el anexo 2. Los valores correspondientes se obtienen a través de modelos de simulación mediante la ejecución de corridas continuas con 20 usuarios de dispositivos inteligentes, siguiendo las indicaciones establecidas para el tamaño de muestra en la investigación.

3.7.2. Confiabilidad

En la presente investigación no aplica realizar este tipo de evaluación ya que no se aplica encuestas, no existiendo ítems a ser evaluados o escalas de medición para el registro de datos.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Una vez recopilados los datos, se someten a un proceso de revisión con el propósito de depurar registros que puedan contener errores materiales, de contenido o cualquier tipo de alteración que afecte su legibilidad. Seguidamente, se evalúa si los datos pertenecen a una distribución normal para determinar su aleatoriedad. Posteriormente, se procede al procesamiento a través de software, donde se analizarán y evaluarán los resultados obtenidos.

3.9. Tratamiento estadístico

Los datos deben ser tratados y presentados de forma tal que sea de interpretación sencilla, por eso emplearemos gráficos, tablas y figuras.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

La investigación recabó información sobre estadísticas de transmisión de datos de docentes, alumnos y personal administrativo de la institución “José Carlos Mariátegui”, al usar el servicio de internet, no requiriéndose información personal o características específicas de los equipos informáticos de su propiedad, para ello se explicó en que consiste este proceso de captación de datos con la finalidad de obtener su consentimiento y poder realizar la toma de datos sin inconvenientes.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

El trabajo de campo efectuado se dividió en dos etapas, la primera de ellas considera un diagnóstico organizacional del servicio de internet existente en la IESTP “José Carlos Mariátegui”, considerando las características del ancho de banda contratado, los equipos existentes y la distribución física de los mismos, la segunda parte se centra en crear el modelo de red para el servicio de internet existente, en base a la información recabada de la etapa anterior y, luego el modelo de red óptica pasiva FTTH propuesto, basado en lo que ofrece el mercado nacional, teniendo en cuenta la austeridad económica de la institución, todo ello mediante el software Packet Tracer de Cisco, con el fin de obtener datos sobre velocidad de transmisión de datos y la latencia del servicio de internet de los dispositivos terminales (20 dispositivos según tamaño de muestra indicada) en cada uno de los dos modelos de red: el primero, modelo de red existente y el segundo, modelo de red propuesto (óptico pasivo FTTH) y con ello validar las hipótesis de la investigación.

4.1.1. Descripción de la institución educativa y el servicio de internet

El Instituto de Educación Superior Técnico Privado (que se abrevia con las siglas IESTP) “Jose Carlos Mariátegui” es una organización involucrada en el sector educación, formadora de profesionales técnicos mediante una propuesta curricular basada en competencias, y una propuesta tecnológica, científica y humanística, con un alto grado de responsabilidad social para el desarrollo y competitividad nacional. Creada en el año 2015 bajo resolución vice ministerial N° 027 – 2015 – MINEDU/VMG/DIGESUTPA/DIGES. Es importante destacar que este proyecto representó un gran desafío empresarial, especialmente en el contexto de la época, que estaba fuertemente marcado por los cambios educativos en nuestro país. Este escenario tuvo un impacto significativo en las decisiones de inversión y producción, creando un panorama incierto. La dificultad para ajustarse y lograr estabilización se vio considerablemente afectada por este contexto.

La institución cuenta con un local ubicado en el distrito de Ate Vitarte, región Lima, brindando desde sus inicios tres carreras tecnológicas: computación, contabilidad y administración, para ello brinda tres turnos de estudios (mañana, tarde y noche), teniendo mayor afluencia estudiantil en el turno noche, otorga título a nombre de la nación, además de ello realiza cursos de actualización en el idioma inglés, ofimática, oratoria, control de costos, técnicas de atención al cliente, entre otros. De igual forma desarrolla talleres en Marketing, etiqueta e imagen personal, desarrollo personal y diseño gráfico.

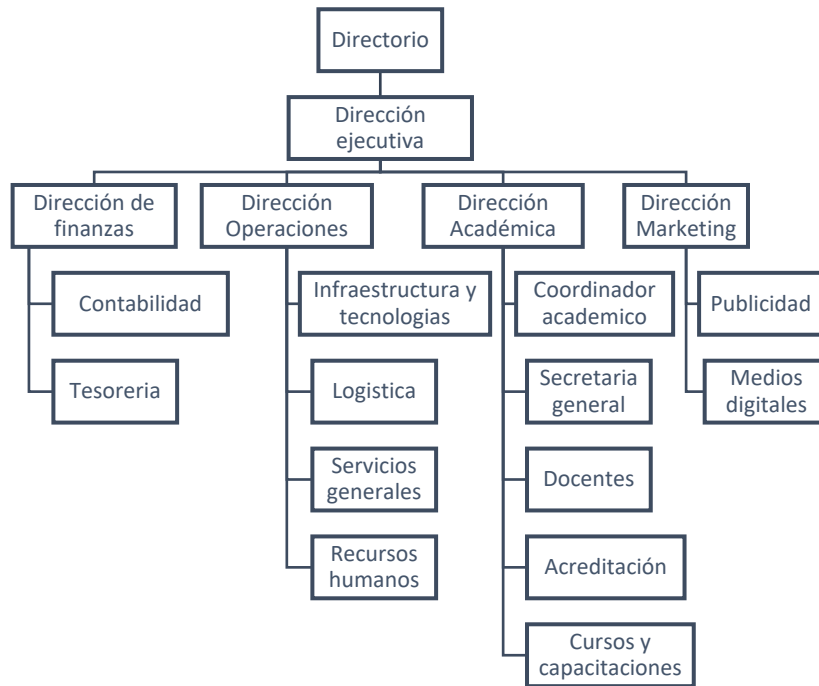
El IESTP “José Carlos Mariátegui”, inicio actividades con aproximadamente 62 estudiantes, en el 2019 llego a 204 alumnos, después del cual la pandemia del Covid 19, mermo la matrícula de muchos estudiantes, ya sea

por razones de salud o económicas, en el 2022 la institución cuenta con 187 alumnos, iniciando una campaña de recuperación y crecimiento de la población estudiantil.

4.1.2. Estructura organizacional

La estructura organizativa del IESTP “José Carlos Mariátegui” se refleja en un Organigrama que incluye el Directorio, Dirección Ejecutiva que supervisa cuatro Direcciones: Marketing encargada de la publicidad de la institución en medios radiales y escritos así como en redes sociales y web; Operaciones dedicado a la logística, gestión de recursos humanos, la infraestructura, tecnologías y servicios generales; Académico presenta una coordinación académica, una secretaria general, gestiona docentes, ve los temas de acreditación y trabaja cursos libres, talleres y capacitaciones a instituciones públicas y privadas; finalmente Finanzas dedicada a la contabilidad de la institución y a los pagos y cobros de los diferentes rubros como sueldos, pensiones, compras, ventas realizadas por la institución mediante el canal de tesorería., véase la figura 14.

Figura 14 Organigrama del IESTP “José Carlos Mariátegui”.



Nota : sacado del Plan estratégico Institucional de la organización educativa.

A. Misión

La institución educativa presenta la siguiente misión definida en el PEI (Plan estratégico institucional):

“Somos una entidad educativa privada de nivel superior especializada en la formación de profesionales técnicos. Nuestra propuesta curricular se fundamenta en un enfoque basado en competencias, respaldado por conocimientos científicos, tecnológicos y humanísticos. Nos comprometemos con un elevado grado de responsabilidad social, contribuyendo al desarrollo y la competitividad a nivel nacional”

B. Visión

A continuación, se presenta el modelo de visión que presenta la institución educativa:

“Para el año 2024, aspiramos a ser una Institución de Educación Superior Tecnológica, debidamente acreditada y licenciada. Nuestra dedicación se centra en la formación de profesionales técnicos altamente competentes, capaces de integrarse de manera efectiva en el contexto sociocultural.”

4.1.3. Estructura del servicio de internet actual

La estructura del servicio de internet actual en la institución utiliza tanto medios cableados como inalámbricos, implica la integración de diversos componentes tecnológicos para ofrecer una conexión adecuada a las distintas oficinas. Aquí se realiza una descripción detallada de los componentes tecnológicos comunes en esta configuración, el tipo de configuraciones y la descripción de los ambientes donde descansa toda la tecnología para este servicio de internet.

4.1.4. Equipos y dispositivos

Entre el equipamiento tecnológico del servicio de internet se encuentran distintos elementos, cuyas características mencionamos a continuación:

- **Router:** : Un router cableado con terminal bnc hembra, conecta los dispositivos mediante cables Ethernet y conectores RJ45 proporcionando una conexión estable. El modelo es Hitron CGNV22. Vea imagen 15.

Figura 15 Router modem conexión Coaxial.



Nota: Imágenes son de elaboración propia

- **Switch:** : Se utiliza un switch TP-Link TL-SG1024D 100/1000 Mbps de 24 puertos, conectado al router, del switch se distribuye los puntos para las diferentes oficinas y para 2 access point que prestan servicio inalámbrico. Vease figura 16.

Figura 16 Switch Tp Link TL-SG1024D 100/1000 Mbps



Nota: Imágenes son de elaboración propia

- **Punto de Acceso Wi-Fi:** Este dispositivo permite ofrecer servicio de red inalámbrico, es un punto de acceso de la marca TP-LINK WA1201, con 4 antenas, banda dual que permite 867 Mbps en 5 GHz y 300 Mbps en 2.4 GHz. Vea imagen 17.

Figura 17 *Punto de acceso TP Link WA1201*



Nota: Imágenes son de elaboración propia

- **Cableado Estructurado:** La infraestructura de cableado, como cables Ethernet Cat6, garantiza una conexión estable. Estos cables permiten interconectar las diferentes oficinas con el switch, además permite conectar también los puntos de acceso para que puedan distribuir el servicio de internet. Vea figura 18.

Figura 18 *Punto de acceso TP Link WA12*



Nota: Imagen obtenida de www.mercadolibre.com.pe

- **Conexión a Internet:** Utiliza conexiones de banda ancha mediante cable coaxial, la señal es contratada a un proveedor nacional de telecomunicaciones, proporciona un ancho de banda de 100 Mb.
- **Equipos terminales:** Se cuentan con computadoras de escritorio y laptops en algunas oficinas de la institución.

Hecha la descripción de cada tipo de equipo y dispositivo con que cuenta la institución para el servicio de internet, se presenta la tabla resumen (Tabla 2), con las especificaciones.

Tabla 2 *Lista de dispositivos para servicio de internet*

Equipo	IP/Mascara	Cantidad	Ubicación
Router fast Ethernet 10/100 Mbs	192.168.1.1/255.255.255.0	01	Sala de computo
Switch 24 puertos no configurable fast Ethernet 10/100	--	01	Sala de computo
Punto de acceso para servicio wifi	--	02	Patio primer piso Patio segundo piso
Computadoras personales	192.168.1.5/255.255.255.0 192.168.1.3/255.255.255.0 192.168.1.2/255.255.255.0 192.168.1.7/255.255.255.0	04	Secretaria Contabilidad y tesorería Sala de cómputo Coordinación académica
Laptop	192.168.1.6/255.255.255.0 192.168.1.4/255.255.255.0	02	Dirección Acreditación
Nota: Adicionalmente se considera el acceso al servicio de internet mediante wifi para 14 dispositivos (celulares, tablets o portátiles)			

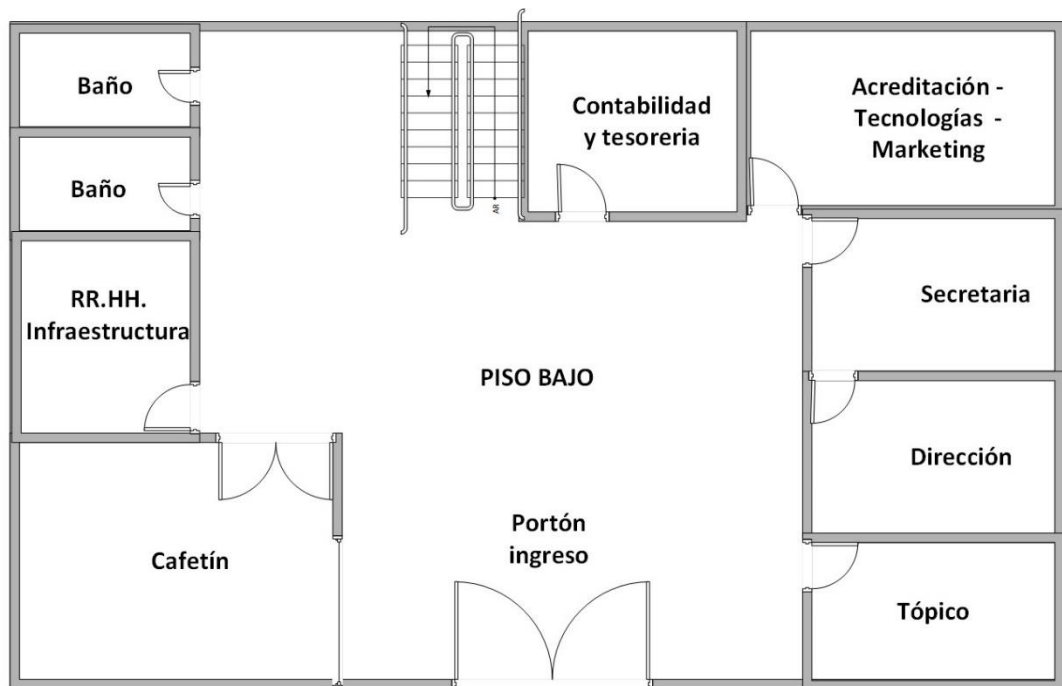
Nota: Tabla es de elaboración propia

4.1.5. Descripción de ambientes

La institución educativa, ocupa una superficie de 480 metros cuadrados, segmentada en dos pisos, en el primero de ellos se encuentra las oficinas

administrativas, un tópic, dos servicios higiénicos y un cafetín, estando aquí la puerta de acceso a la institución (figura 19). En el segundo piso se ubican las aulas de clases 4 en total, una sala de cómputo con 20 computadoras de escritorio sin acceso a internet, una biblioteca, dos servicios higiénicos y además aquí ubicamos a la coordinación académica y sala de docentes (figura 20).

Figura 19 *Distribución de ambientes primer piso.*



Nota: Imágenes es de elaboración propia

Figura 20 Distribución de ambientes segundo piso.

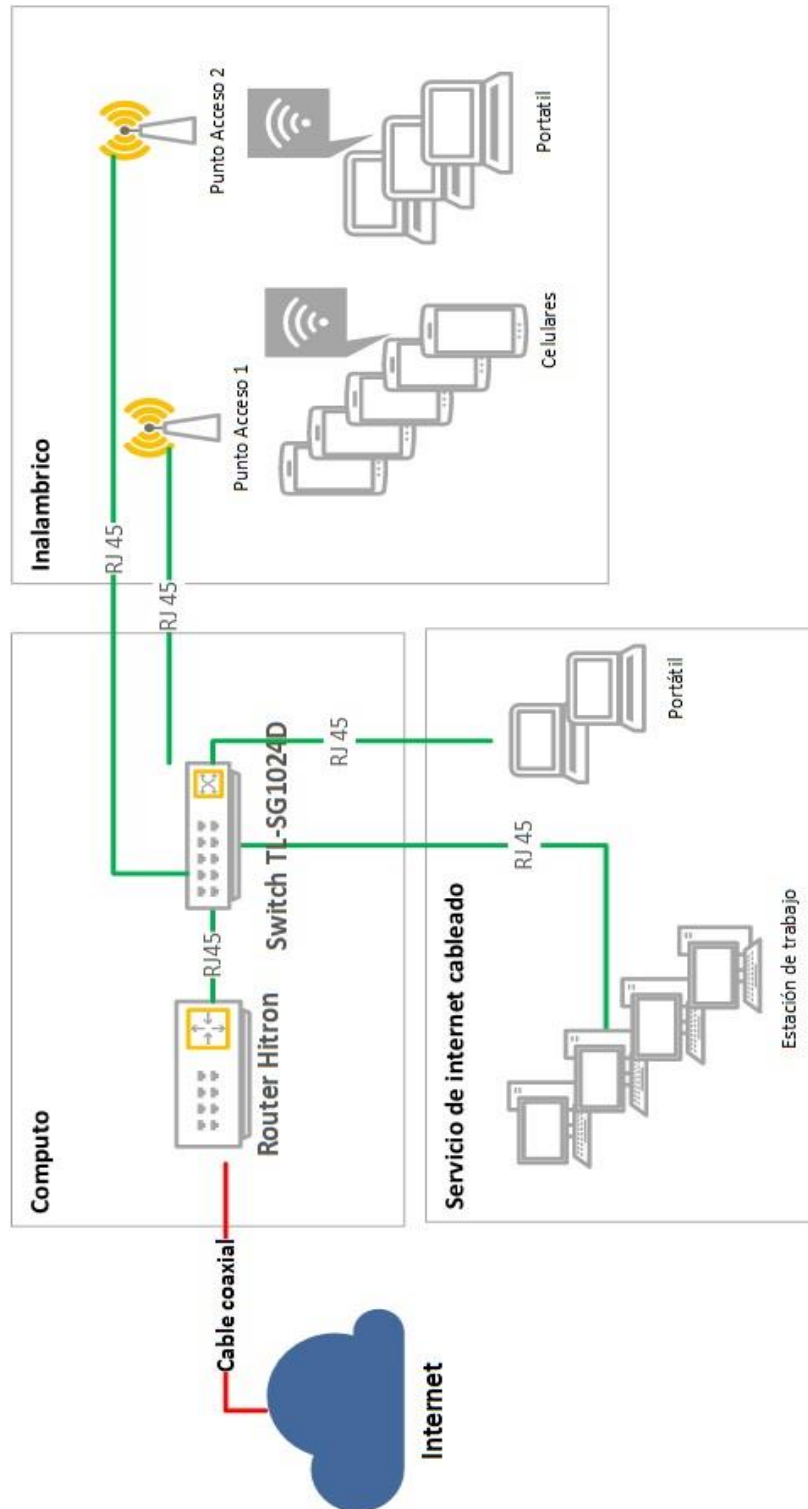


Nota: Imágenes es de elaboración propia

4.1.6. Tipo de configuración del servicio

A continuación, se muestra la forma en que los equipos de la red se encuentran distribuidos y conectados para el servicio de internet, figura 21.

Figura 21 Distribución y configuración de los equipos para el servicio de internet en la institución.



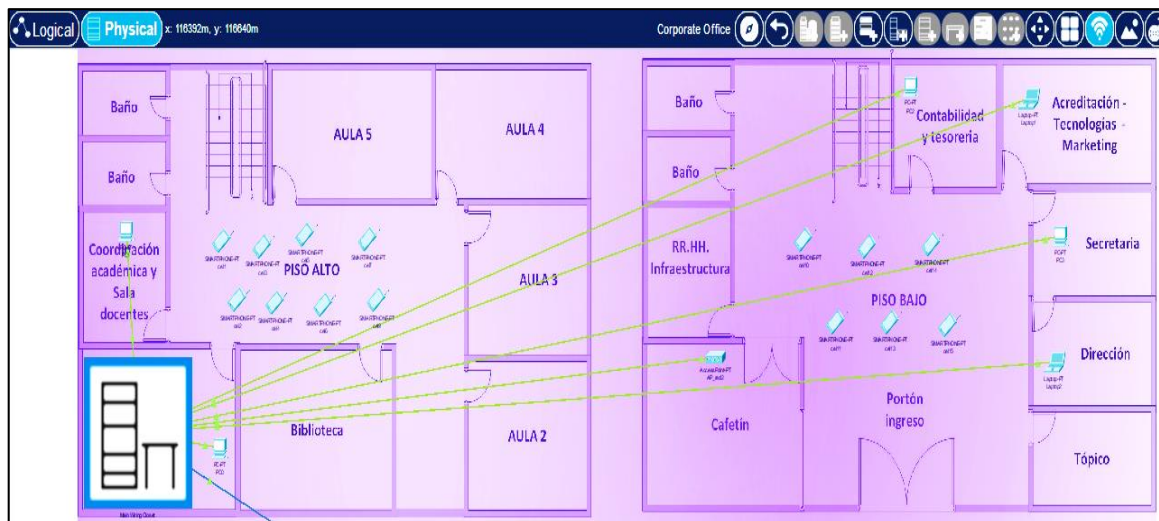
Nota: Imágenes es de elaboración propia

4.1.7. Desarrollo de modelos de red

Modelo actual

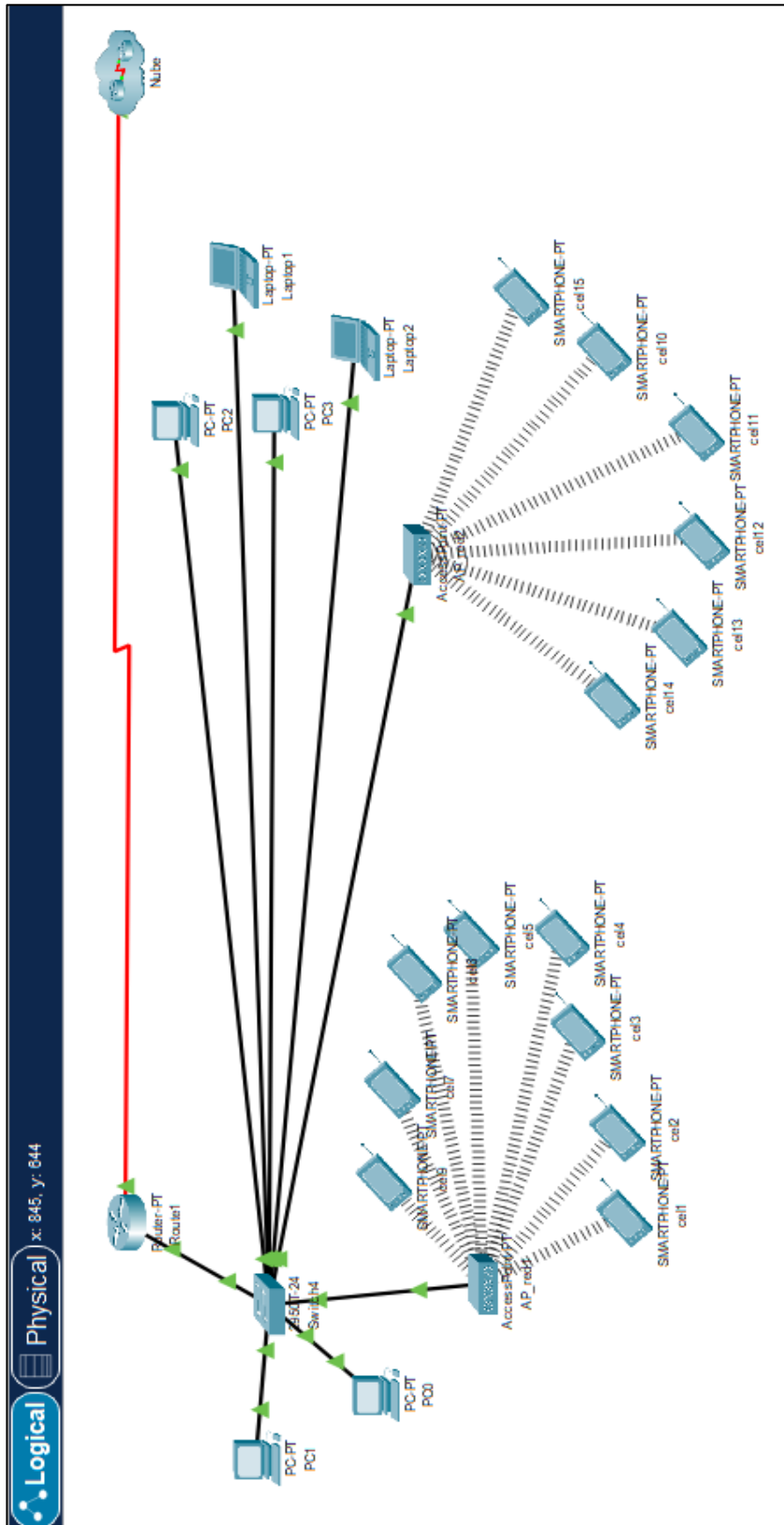
Para el desarrollo del primer modelo, situación actual de la red del servicio de internet, se tomó la información de la tabla 2, cabe indicar que en este modelo inicial las conexiones cableadas son mediante cable de cobre (utp), la red inalámbrica wifi emplea la frecuencia estándar 2.4 Mhz. Se presenta el modelo de red del servicio de internet creado con Packet tracer, vea figura 22, presentación de la red en el plano de la infraestructura de la institución que pertenece a la vista física y a continuación figura 23, vista lógica de la red actual

Figura 22 Vista física del modelo del servicio de internet



Nota: Imágenes es de elaboración propia

Figura 23 Vista lógica del modelo del servicio de internet



El cable rojo indica la conexión del modelo al exterior, representado por una nube con el término “nube” escrito.

4.1.8. Modelo propuesto

El modelo propuesto presenta una configuración basada en una red óptica pasiva FTTH, reemplazando la conexión externa de cobre por fibra óptica, que conecta a un ONT, este dispositivo cuenta con 1 entrada para fibra óptica y 1 o más puertos de tipo GigaEthernet (véase figura 24), en el mercado un dispositivo con características similares puede ser el modelo ZX8101L (vea figura 25).

Figura 24 Modelo de un ONT en Packet tracer



Nota: Imagen sacada de Packet tracer.

Figura 25 ONT en el mercado, modelo ZX8101L

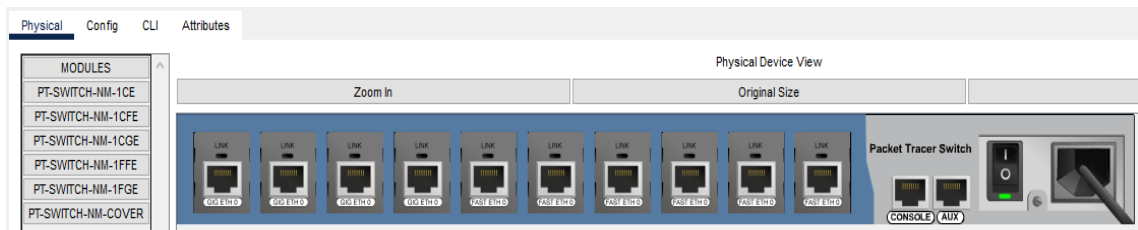


Nota: Imágenes es de elaboración propia

La ONT se conecta a un switch con 2 puertos GigaEthernet y 6 puertos FastEthernet como mínimo, esta se encargará de distribuir la comunicación entre

las computadoras y los puntos de acceso para señal inalámbrica. Se muestra la forma que tiene en el Packet tracer, figura 26 y un modelo del mercado (TP link Gigabit de 16 puertos), figura 27.

Figura 26 Modelo de un ONT en Packet tracer



Nota: Imagen sacada de Packet tracer.

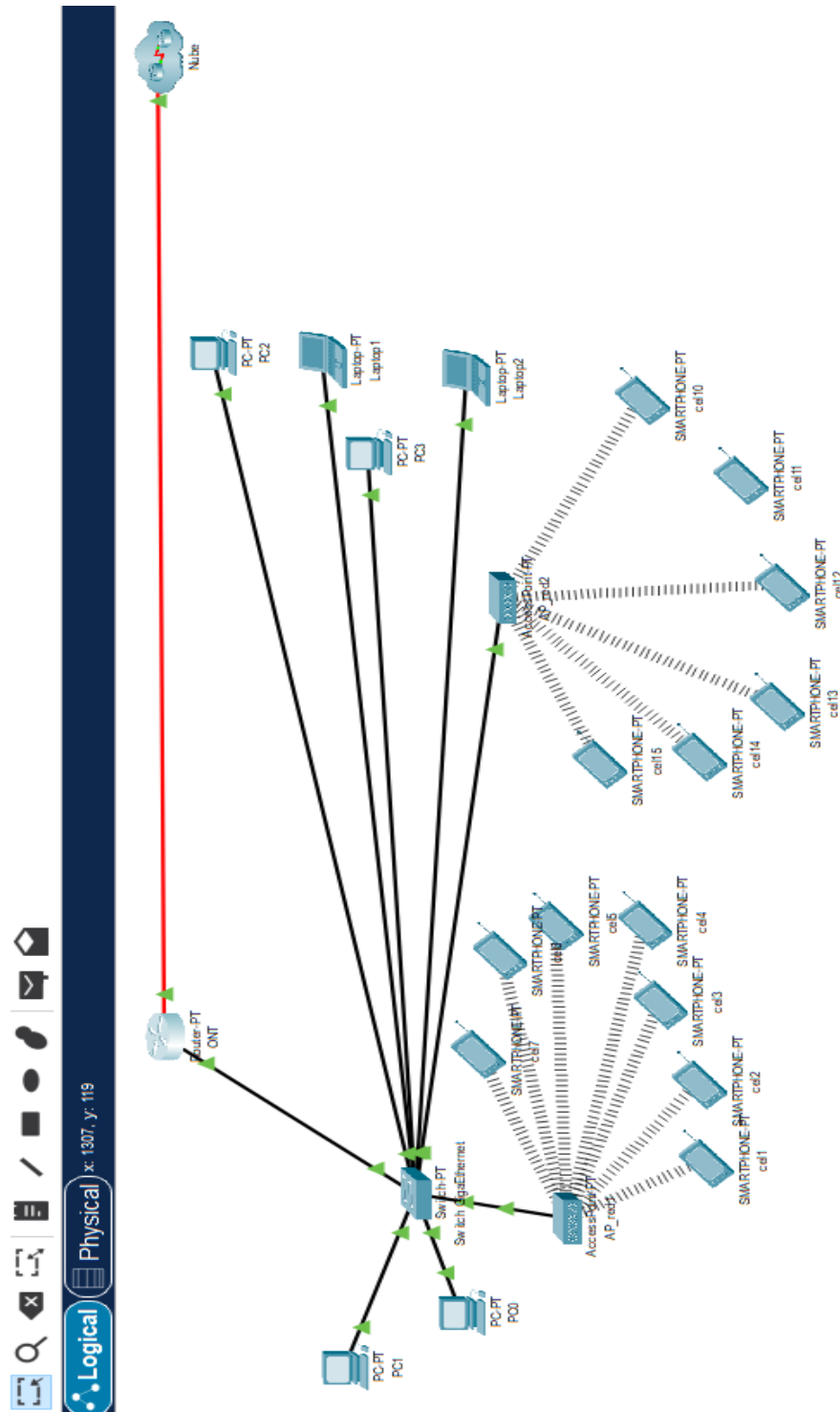
Figura 27 Switch 16 puertos Gigabit modelo TL-SG1016D TP-LINK



Nota : Imagen obtenida de Tp-link Perú.

Este switch conecta con los puntos de acceso para la transmisión de señal wifi a los dispositivos que se conecten dentro del perímetro de la institución. Finalmente, el modelo desarrollado en el Packet tracer es el que se muestra a continuación, vea figura 28 (modelo lógico).

Figura 28 Vista lógica del modelo de red óptica pasiva FTTH propuesto



Nota: Imágenes es de elaboración propia

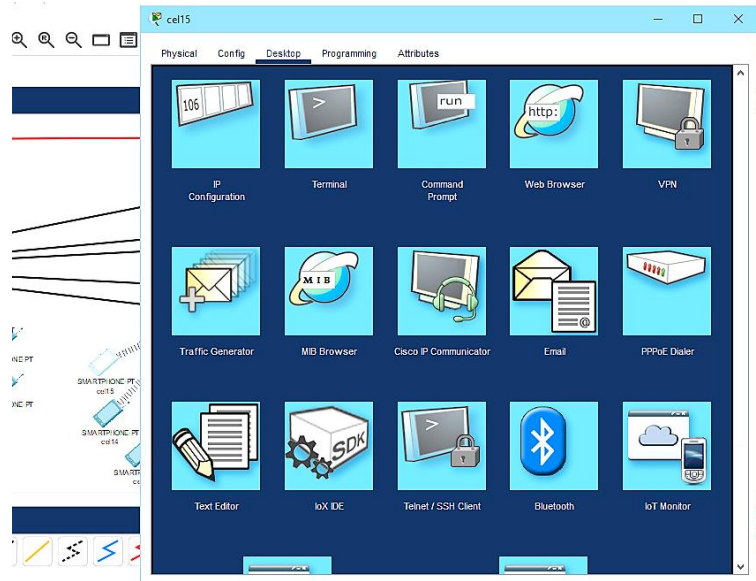
4.1.9. Descripción de la recolección de datos.

Se llevó a cabo un estudio de tipo transeccional, ya que se recopilaron datos en un momento específico. El diseño de investigación adoptado fue no experimental. La muestra consistió en 20 dispositivos terminales de acceso a internet por cada modelo de simulación.

El proceso de recopilación de datos siguió la siguiente secuencia de actividades:

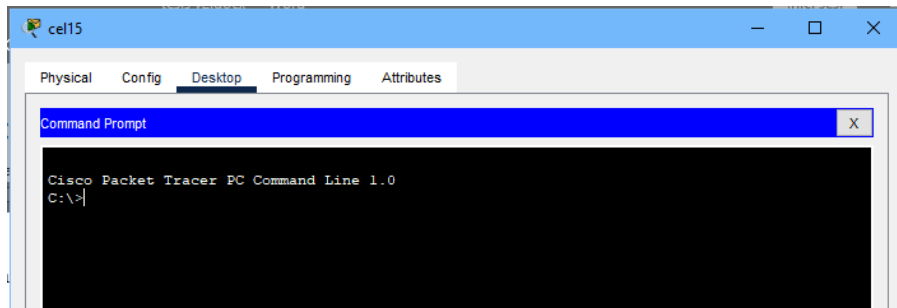
1. Configuración de los parámetros de corrida para cada modelo en el Packet tracer, se ejecuta el comando ping en cada dispositivo terminal (computadora o dispositivo móvil), para ello seleccionamos un terminal, en la ventana que se abre, figura 29, se selecciona “desktop” y luego “command prompt”, esta apertura otra ventana de consola, como en la figura 30, aquí es donde se ejecuta el comando ping indicando los parámetros correspondientes para enviar 10 mensajes de solicitud de eco, con la finalidad de obtener un promedio de tiempo de latencia, dado en milisegundos, vea figura 31.

Figura 29 Ventana que muestra la opción Command prompt



Nota: Imágenes es de elaboración propia

Figura 30 Ventana Command prompt



Nota: Imágenes es de elaboración propia

Figura 31 Ventana Command promt

```
cel15
Physical Config Desktop Programming Attributes
Command Prompt
C:\>ping 192.168.2.2 -n 10

Pinging 192.168.2.2 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=72ms TTL=126
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=108ms TTL=126
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=20ms TTL=126
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=132ms TTL=126
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=102ms TTL=126
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=114ms TTL=126
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=113ms TTL=126
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=17ms TTL=126
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=113ms TTL=126
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=118ms TTL=126

Ping statistics for 192.168.2.2:
    Packets: Sent = 10, Received = 10, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 17ms, Maximum = 132ms, Average = 90ms
```

Nota: Imágenes es de elaboración propia

2. El dato que interesa en esta ventana es el promedio de latencia (Average, seleccionado en círculo rojo en la figura anterior).
3. Los valores obtenidos en cada modelo simulado se registran en un archivo Excel (formato anexo 2a), que es usado luego para calcular la velocidad de transmisión de datos, conforme la relación expresada en la formulase de la figura 13, del capítulo 2, apartado 2.2.2.1, literal c, transformando paquete (32 bytes) sobre latencia, dado en milisegundos, a su equivalente bytes sobre segundo. Por ejemplo, con el valor promedio de latencia (average) de la figura 31 (90 ms), se procedería de la siguiente forma:

$$\text{Velocidad de transferencia de datos} = \frac{1 \text{ paquete}}{90 \text{ ms}} = \frac{32 \text{ bytes}}{90 \text{ ms}}$$

Convirtiendo a bytes / segundo, se obtiene 355.55 bytes / segundo.

De esta forma se procede a realizar en el Excel los cálculos para los 20 registros de cada modelo y escribirlos en el formato de velocidad de transferencia de datos (formato anexo 2b).

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.

El objetivo es exponer el procedimiento que conduce a la validación de la hipótesis en la investigación. Se examinaron dos aspectos en cada modelo de servicio de internet: 1) latencia y 2) velocidad de transmisión de datos. Para lograr esto, se transfirió la información del formato de registro de la media de la latencia de ping y de la velocidad de transferencia de datos de cada uno de los modelos creados en Packet tracer (modelo inicial y modelo de red óptica pasiva FTTH) al software SPSS. En este software, se llevó a cabo un análisis de la información con el fin de obtener resultados estadísticos descriptivos.

Estadísticas de los modelos para el servicio de internet:

a) Latencia

Para el modelo inicial:

Tabla 3 Descriptivos de latencia en SPSS del modelo inicial

Estadísticos descriptivos						
	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
latencia_inicial	20	25	65	90	78,95	7,149
N válido (por lista)	20					

Nota: Tabla es de elaboración propia

Los resultados del modelo inicial indican que la latencia media es 78.95 milisegundos, con una desviación de 7.149, así mismo se visualiza que el valor mínimo de latencia es de 65 y un máxima que llego a 90 milisegundos, con valores que oscilan en una amplitud de 25 de rango.

Para el modelo de red óptica pasiva FTTH

Tabla 4 Descriptivos de latencia, simulación modelo de red óptica pasiva FTTH

Estadísticos descriptivos						
	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
Latencia_FHHT	20	25	57	82	69,05	6,151
N válido (por lista)	20					

Nota: Tabla es de elaboración propia

Para el modelo de red óptica pasiva FTTH se observa que los valores de latencia presentan una media de 69.05, con una desviación de 6.15 respecto a su media, así mismo se muestra que el valor mínimo de latencia es 57 mientras el máximo escala hasta 82, con un rango de 25 entre esos valores.

Prueba de normalidad

Además, se llevó a cabo la prueba Shapiro-Wilk de normalidad para los datos de latencia de ambos modelos utilizando el SPSS, los resultados se presentan en las tablas siguiente.

Tabla 5 Prueba normalidad, modelo inicial

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Latencia_inicial	,958	20	,497

Nota: Tabla es de elaboración propia

Tabla 6 Prueba normalidad, modelo de red óptica pasiva FTTH

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Latencia_FHHT	,975	20	,851

Nota: Tabla es de elaboración propia

Se evidencia que el p-valor (significancia) del modelo inicial es 0.497 y en el modelo de red óptica pasiva FTTH es 0.851, debido a que ambos modelos indican valores superiores a 0.05 se puede afirmar que los datos pertenecen a una distribución normal.

b) Velocidad de transferencia de datos

Para el modelo inicial:

Tabla 7 Descriptivos de velocidad de transferencia de datos del modelo inicial en SPSS

Estadísticos descriptivos						
	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
Velocidad_modInicial	20	137	355	492	408,20	38,264
N válido (por lista)	20					

Nota: Tabla es de elaboración propia

Los resultados del modelo inicial indican que la velocidad de transferencia de datos presenta una media de 408.20 bytes/segundo, con una desviación de 38.26 en referencia a su media, del mismo modo se observa que el valor mínimo es 355 mientras la máxima llegó a 492 bytes/ segundo, con un rango de 137.

Para el modelo de red óptica pasiva FTTH

Tabla 8 *Descriptivos de velocidad de transferencia de datos, simulación modelo de red óptica pasiva FTTH.*

Estadísticos descriptivos						
	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
Velocidad_FTTH	20	171	390	561	466,50	42,669
N válido (por lista)	20					

Nota: Tabla es de elaboración propia

Para el modelo de red óptica pasiva FTTH se observa que velocidad de transferencia de datos presentan una media de 561 bytes/ segundo, con una desviación de 42.669, así mismo se visualiza que la cantidad mínima en la velocidad de transferencia de datos es 390 bytes/ segundo mientras el máximo se encuentra en 561, con un rango de 171.

Prueba de normalidad

De igual manera que en la variable latencia, se realizó la prueba de normalidad para velocidad de transferencia de datos en cada uno de los modelos, mediante el SPSS, los resultados en las siguientes tablas.

Tabla 9 *Prueba normalidad, modelo inicial*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Velocidad_modInicial	,945	20	,296

Nota: Tabla es de elaboración propia

Tabla 10 Prueba normalidad, modelo de red óptica pasiva FTTH

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Velocidad_modInicial	,956	20	,475

Nota: Tabla es de elaboración propia

Como se observa, el p-valor (significancia) del modelo inicial es 0.296 y en el modelo de red óptica pasiva FTTH es 0.475 como ambos modelos presentan un valor superior a 0.05, entonces se puede afirmar que los datos pertenecen a una distribución normal.

4.3. Prueba de hipótesis.

A continuación, se procede a contrastar las hipótesis de la investigación, mencionando cada una de las hipótesis específicas y validándolas según corresponda en cada caso.

4.3.1. Hipótesis específica 1.

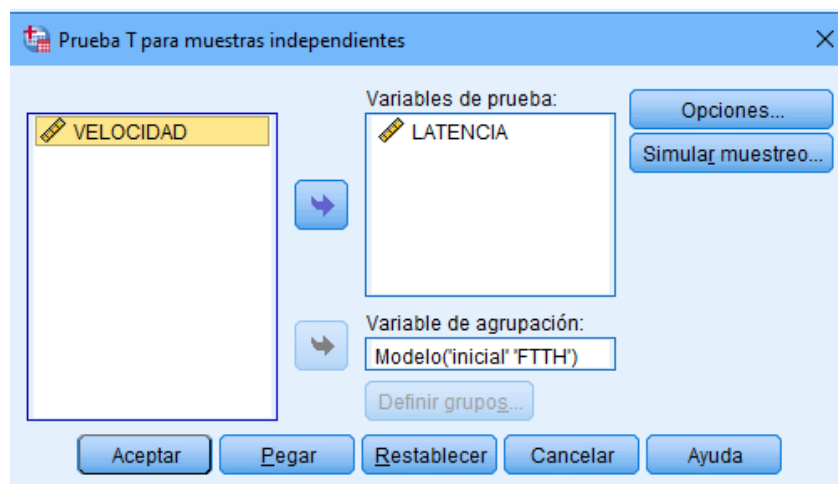
Ho: El modelo de red óptica pasiva FTTH no muestra diferencia significativa frente al modelo de red actual en el promedio de latencia del servicio de internet.

H1: El modelo de red óptica pasiva FTTH si muestra diferencia significativa frente al modelo de red actual en el promedio de latencia del servicio de internet.

Los datos utilizados en esta primera hipótesis son de naturaleza cuantitativa, con cada conjunto siendo independiente y siguiendo una distribución normal. Para validar la hipótesis, se aplicó la comparación de medias con la prueba t de Student para muestras independientes. Esta evaluación se llevó a cabo

utilizando el software SPSS, como se muestra en la figura 32, considerando un intervalo de confianza del 95%.

Figura 32 Pantalla en SPSS de la prueba T para muestras independientes.



Nota: Imagen es de elaboración propia

Considerando que si se obtiene un $p_valor < 0.05$ (significancia asintótica bilateral) se rechaza la hipótesis H_0 y se acepta la hipótesis H_1 , conforme se aprecia en la tabla siguiente en SPSS.

Tabla 11 Prueba T para validar hipótesis relacionada con Latencia del servicio de internet

		t	gl	Sig. (bilateral)
LATENCIA	Se asumen varianzas iguales	4,695	38	,000
	No se asumen varianzas iguales	4,695	37,173	,000

Nota: Tabla es de elaboración propia

Toma de decisión.

Se rechaza la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa; ya que el p -valor = 0.000, resultado menor a 0.05. Por lo tanto, existen diferencias significativas entre las medias de latencia del servicio de internet de ambos modelos.

4.3.2. Hipótesis específica 2.

Ho: El modelo de red óptica pasiva FTTH no muestra diferencia significativa frente al modelo de red actual en el promedio de velocidad de transferencia de datos del servicio de internet.

H1: El modelo de red óptica pasiva FTTH si muestra diferencia significativa frente al modelo de red actual en el promedio de velocidad de transferencia de datos del servicio de internet.

Los datos utilizados en relación con la segunda hipótesis posibilitan la aplicación de la comparación de medias mediante la prueba t de Student para muestras independientes. Este análisis se llevó a cabo considerando un intervalo de confianza del 95%, como se ilustra en la figura 33.

Figura 33 Pantalla en SPSS para validar hipótesis relacionada con velocidad de transferencia de datos.



Nota: Imagen es de elaboración propia

Considerando que si se obtiene un $p_valor < 0.05$ (significancia asintótica bilateral) se rechaza la hipótesis H_0 y se acepta la hipótesis H_1 , conforme se aprecia en la tabla siguiente en SPSS.

Tabla 12 Prueba T para validar hipótesis relacionada con Velocidad de transferencia de datos.

		t	gl	Sig. (bilateral)
VELOCIDAD	Se asumen varianzas iguales	-4,549	38	,000
	No se asumen varianzas iguales	-4,549	37,558	,000

Nota: Tabla es de elaboración propia

Toma de decisión.

Se acepta la hipótesis alternativa, ya que el p-valor = 0.000 es menor a 0.05. Por lo tanto, si existen diferencias significativas entre las medias de velocidad de transferencia de datos de los modelos analizados.

4.4. Discusión de resultados.

Después de analizar la primera hipótesis vinculada a la latencia de datos, la cual sugiere diferencias en las medias evaluadas tras la simulación de los modelos, se puede concluir que el modelo de red óptico pasivo FTTH, con una media de 69.05 milisegundos, exhibe el mejor rendimiento.

De manera similar, los resultados de la segunda hipótesis relacionada con la velocidad de transferencia de datos indican la existencia de diferencias significativas entre las medias de ambos modelos. En este caso, el modelo de red óptico pasivo FTTH destaca al tener la media más alta, registrando un valor de 561 bytes/segundo.

A partir de todo esto, aceptamos la hipótesis general que establece que “Con un modelo de red óptica pasiva FTTH se establecen mejoras en la latencia y la velocidad de transferencia de datos del servicio de internet en el IESTP “José Carlos Mariátegui” de Ate vitarte – Lima -2022”. Estos resultados guardan relación con lo que afirman Chambergo, F. (2013) en una de sus conclusiones donde señala que, la red óptica pasiva implementada tiene impacto positivo en la calidad de prestación del servicio de internet, concordando con lo obtenido en esta investigación, donde se ha podido establecer mejoras de los indicadores del servicio de internet.

De igual modo, esta investigación coincide con la tesis de Janampa, J. (2019) quien señala que una red fibra óptica permite tener acceso a los servicios

de internet y otros relacionados con una mejora de la velocidad que se tenía anteriormente.

CONCLUSIONES

De la investigación se llega las siguientes conclusiones:

1. La investigación se centró en establecer mejoras en el servicio de internet en el IESTP “José Carlos Mariátegui” de Ate vitarte mediante un modelo de red óptica pasiva FTTH, con el software Packet tracer se modelo la red de internet existente y la red FTTH, propuesta de esta tesis, en estas se evaluó dos aspectos del servicio de internet: 1) latencia y 2) velocidad de transmisión de datos.
2. Según los resultados obtenidos se concluye que el modelo de red óptica pasiva FTTH muestra el mejor resultado, por tener la media de latencia más baja con valor de 69.05 milisegundos, se llega a esta conclusión, tras evaluar la primera hipótesis que indica la existencia de diferencia significativa en las medias evaluadas con los datos de la simulación de los modelos indicados líneas arriba, con un $p_valor = 0.000$ en la prueba T para muestras independientes. Con referencia a la velocidad de transmisión de datos, el modelo de red óptica pasiva FTTH muestra el mejor resultado, por tener la media de velocidad más alta con valor de 561 bytes/segundo, se llega a estaa conclusión, tras evaluar la segunda hipótesis que indica la existencia de diferencia significativa en las medias evaluadas con los datos de la simulación de los modelos, con un $p_valor = 0.000$ en la prueba de t para muestras independientes.
3. Finalmente, se puede concluir que, si existe mejoras en la velocidad de transmisión de datos y disminución de la latencia, entonces existe mejoras en este servicio de internet, evidenciado por los resultados obtenidos del modelo de red óptico pasivo FTTH, por lo que la hipótesis general de esta investigación es aceptada, cumpliéndose con los objetivos propuestos para la tesis.

RECOMENDACIONES

1. Fomentar en el ámbito profesional el mayor uso de herramientas de software centradas en la gestión de redes de comunicaciones, como el Packet Tracer de CISCO. Estas herramientas ofrecen funcionalidades que facilitan la integración, comunicación y monitoreo del desarrollo redes de internet en una organización.
2. Se propone realizar este tipo de investigación en otras instituciones, aprovechando la potencialidad de herramientas de software como es el Packet Tracer de CISCO, con el objetivo de dar opciones y establecer la viabilidad de implantación de tecnologías actuales en cuanto al servicio de internet, acudiendo a la simulación de escenarios posibles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balestrini, Miriam. *Cómo se elabora el Proyecto de investigación*. 5ª Edición. Editorial Consultores Asociados. Caracas, 2006.
- Berners-Lee, T. (1989). *Information Management: A Proposal*. Recuperado de <http://www.w3.org/History/1989/proposal.html>
- Bonora, L. (2019). *Planning an FTTH network and estimate its capacity evolution in the long term*. Master Degree Thesis. Politecnico Di Torino. <https://webthesis.biblio.polito.it/13091/>
- Chambergó, F. (2021). *Sistema de red FTTH utilizando la tecnología GPON para mejorar la calidad de servicio de internet en los clientes con red EOC de la empresa Cablered Perú 2021*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6751/T010_70107345_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Castellanos-Casas, J., Rojas-Piña, C. & Puerto-Leguizamón, G. (2018). *Diseño de una red óptica pasiva bidireccional con particionamiento espectral de una fuente de banda ancha*, *Rev. Ingeniería, Investigación y Desarrollo*. Vol. 18, https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria_sogamoso/article/download/7852/6256/21103
- Castells, M. (2010). *"The Rise of the Network Society"*. John Wiley & Sons.
- Cerf, V. G. (1994). *How I Got Here From There*. En *"Where Wizards Stay Up Late: The Origins of the Internet"* de Katie Hafner y Matthew Lyon. Simon & Schuster.
- Cuello, E., Rocourt, A. y Santos, M. (2009). *Análisis de la red óptica pasiva con capacidad de gigabit a través de las redes de fibra óptica de la empresa de transmisión eléctrica dominicana en la ciudad de Santo Domingo, R.D., 2009*,

Tesis de pregrado, Universidad Acción pro Educación y Cultura, distrito Nacional, Republica Dominicana.

https://bibliotecaunapec.blob.core.windows.net/tesis/CM_CI_IEA_01_2009_AV1073.pdf

FCC (s.f.). Measuring Broadband America. A report on consumer wireline broadband performance in the U.S. <https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-308828A1.pdf>

Hernández S. Roberto, Fernández C. Carlos y Baptista L. María del Pilar. Metodología de la Investigación. 5ª. Edición. McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V. México. 2010.

Janampa, J. (2019). Diseño de una red de fibra óptica para implementar el servicio de banda ancha para Andina Perú cable E.I.R.L. en la ciudad de Cerro de Pasco. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Pasco, Perú. http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1791/1/T026_70211707_T.pdf

Kurose, J. F., & Ross, K. W. (2017). "Computer Networking: A Top-Down Approach." Pearson.

Khojasteh, M., Ansari, L., & Saeedi, S. (2020). A review of passive optical networks (PONs). *Optik*, 215, 164865. <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2020.164865>

Li, Q., Briscoe, C., Laperle, C., Yong, L., & Bayvel, P. (2019). Passive optical network architecture and standards for fibre-to-the-home. *IET Communications*, 13(7), 905-914. <https://doi.org/10.1049/iet-com.2018.5861>

Lopez, A. (22 de mayo de 2023). Todo sobre los cables de fibra óptica: tipos, conectores y más. *RedesZone*. <https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-cable/cableado-fibra-optica-caracteristicas-tipos-conectores/>

- Morán-López, J. L., López-Gil, Á., & Hernández-Valle, I. (2019). Evaluación de la calidad de servicio de una red óptica pasiva WDM-PON a través de un modelo de servidor de contenidos. *Revista de Investigación Académica*, 54, e2625. <https://doi.org/10.18455/ria.2625>
- Morozov, E. (2019). "The Age of Surveillance Capitalism: The Fight for a Human Future at the New Frontier of Power." *PublicAffairs*.
- Palacios, E. (2017). Diseño y cuantificación para el despliegue de una red de planta externa mediante la tecnología GPON-FTTH para brindar servicios Triple Play en la ciudadela Huancavilca Norte. Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/7396/1/T-UCSG-POS-MTEL-65.pdf>
- Salvador, A.(2022). Red óptica pasiva con capacidad de gigabit para la seguridad ciudadana del distrito de Miraflores – lima durante el periodo 2022. Tesis de posgrado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Perú. https://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/5383/T033_70612531_T.pdf?isAllowed=y&sequence=1
- Scott, M. (2009-2010). Protocols for fibre to the home. Doctoral training centre photonic systems development. <https://www.cl.cam.ac.uk/~mas90/publications/dtc-report-pon.pdf>
- Sen, D., Kaur, R., Kaur, K., & Bhamrah, M. S. (2021, September). A Review on passive optical network with colorless onu technology. In *Proceedings of the International Conference on Emerging Technologies: AI, IoT, and CPS for Science & Technology Applications*, Chandigarh, India (pp. 6-7). <https://ceur-ws.org/Vol-3058/Paper-112.pdf>

- Siebert, K., Grobe, L., & Gauger, C. (2018). Passive Optical Networks (PON): requirements, technologies and future challenges. *Journal of Optical Communications*, 39(2), 135-148. <https://doi.org/10.1515/joc-2016-0062>
- Stevens, W. R., & Wright, G. (1994). "TCP/IP Illustrated, Volume 1: The Protocols." Addison-Wesley.
- Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J. (2011). "Computer Networks." Pearson.

ANEXOS

Anexo 1a
INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

**FORMATO REGISTRO DE LATENCIA EN EL
SERVICIO DE INTERNET**

Modelo Inicial		Modelo red óptica pasiva FTTH	
N° dispositivo	Tiempo de latencia (ms)	N° dispositivo	Tiempo de latencia (ms)
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
6		6	
7		7	
8		8	
9		9	
10		10	
11		11	
12		12	
13		13	
14		14	
15		15	
16		16	
17		17	
18		18	
19		19	
20		20	

Anexo 1b
INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

**FORMATO REGISTRO DE VELOCIDAD DE
TRANSFERENCIA DE DATOS DEL SERVICIO DE
INTERNET**

Modelo Inicial		Modelo red óptica pasiva FTTH	
Nº dispositivo	Velocidad transferencia de datos (bytes/segundo)	Nº dispositivo	Velocidad transferencia de datos (bytes/segundo)
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
6		6	
7		7	
8		8	
9		9	
10		10	
11		11	
12		12	
13		13	
14		14	
15		15	
16		16	
17		17	
18		18	
19		19	
20		20	

Anexo 2: Matriz de consistencia

TEMA: “MODELO DE RED ÓPTICA PASIVA FTTH PARA MEJORAR EL SERVICIO DE INTERNET EN EL IESTP “JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI” DE ATE VITARTE - LIMA, 2022”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	DISEÑO METODOLÓGICO
<p><u>Problema general</u></p> <p>¿Cómo el modelo de red óptica pasiva FTTH mejora el servicio de internet en el IESTP “José Carlos Mariátegui” de Ate vitarte - 2022?</p> <p><u>Problemas específicas</u></p> <p>¿Existe diferencia significativa en la velocidad de transferencia de datos del servicio de internet entre el modelo de red óptica pasiva FTTH y el modelo de la red actual?</p> <p>¿Existe diferencia significativa en la latencia del servicio de internet entre el modelo de red óptica pasiva FTTH y el modelo de la red actual?</p>	<p><u>Objetivo general</u></p> <p>Establecer mejoras en el servicio de internet en el IESTP “José Carlos Mariátegui” de Ate vitarte mediante un modelo de red óptica pasiva FTTH.</p> <p><u>Objetivos específicos</u></p> <p>Establecer la diferencia significativa en la velocidad de transferencia de datos del servicio de internet entre el modelo de red óptica pasiva FTTH y el modelo de la red actual</p> <p>Establecer la diferencia significativa en la latencia del servicio de internet entre el modelo de red óptica pasiva FTTH y el modelo de la red actual</p>	<p><u>Hipótesis general</u></p> <p>Con un modelo de red óptica pasiva FTTH se establecen mejoras en la latencia y la velocidad de transferencia de datos del servicio de internet en el IESTP “José Carlos Mariátegui” de Ate vitarte – Lima -2022.</p> <p><u>Hipótesis específicas</u></p> <p>El modelo de red óptica pasiva FTTH si muestra diferencia significativa frente al modelo de red actual en el promedio de velocidad de transferencia de datos del servicio de internet.</p> <p>El modelo de red óptica pasiva FTTH si muestra diferencia significativa frente al modelo de red actual en el promedio de latencia del servicio de internet.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Modelo de red óptica pasiva FTTH</p> <p>Variables Dependientes</p> <p>Servicio de internet.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Modelo de red Promedio de velocidad de transferencia de datos. Promedio de latencia. 	<p>Tipo de Investigación Aplicada</p> <p>Nivel de investigación Explicativa</p> <p>Diseño de la Investigación No experimental en la categoría transeccional.</p> <p>Método de la Investigación Análisis - Síntesis</p> <p>Población El universo poblacional es de 45 dispositivos terminales de acceso a internet, como son computadoras de escritorio, computadoras portátiles y celulares empleados dentro del modelo de red de la Instituto de Educación Superior Tecnológico Privado “José Carlos Mariátegui” de Ate vitarte - Lima.</p> <p>Muestra Para la muestra del estudio, se toma de manera intencionada 20 dispositivos terminales de acceso a internet .</p>