



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO
CARRERA DE INGENIERA ELECTRÓNICA**

**DISEÑO DE UNA RED FTTH GPON DE LA EMPRESA TELERAPID S.A. PARA
LA CIUDAD DE QUITO EN EL BARRIO LA LUZ**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Electrónico

AUTOR: Erick Fabricio Rodríguez San Lucas

TUTOR: Juan Carlos Domínguez Ayala

Quito-Ecuador

2022

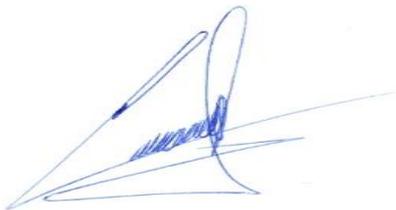
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Erick Fabricio Rodríguez San Lucas con documento de identificación N° 1723553762 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 03 de agosto del año 2022

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a horizontal line at the bottom.

Erick Fabricio Rodríguez San Lucas

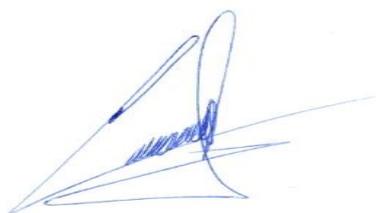
1723553762

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Yo, Erick Fabricio Rodríguez San Lucas con documento de identificación N°1723553762, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del proyecto técnico: “Diseño de una red FTTH GPON de la empresa TELERAPID S.A. para la ciudad de Quito en el barrio la Luz”, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato digital a la biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 03 de agosto del año 2022



Erick Fabricio Rodríguez San Lucas
1723553762

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Juan Carlos Domínguez Ayala con documento de identificación N°1713195590, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO DE UNA RED FTTH GPON DE LA EMPRESA TELERAPID S.A. PARA LA CIUDAD DE QUITO EN EL BARRIO LA LUZ, realizado por Erick Fabricio Rodríguez San Lucas con C.I. N°1723553762, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 03 de agosto del año 2022

Atentamente,



firmado digitalmente por:

**JUAN CARLOS
DOMINGUEZ AYALA**

Ing. Juan Carlos Domínguez Ayala, MSc.
1713195590

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico:

De manera especial a mi madre Gloria López, a mi padre Fausto Hernán que son los mejores abuelitos y padres que Dios me brindó en la vida, gracias a sus enseñanzas, valores, consejos y esfuerzos, que con sacrificio me dieron con todo el cariño a pesar de las críticas, dificultades y sin ningún apoyo familiar, me ayudaron, fueron mi motor y nunca desconfiaron de mi ni un segundo, su amor y respeto los llevo en mi corazón siempre. Gracias por permitirme cumplir un sueño una meta no hay palabras que expresen mi gratitud realmente son los ingenieros que construyeron mi vida.

A mi padre Luis Rodríguez, por su apoyo incondicional que fue importante para lograr este objetivo.

A mis amigos Luis Caicedo y Alberto Altamirano por su apoyo en el transcurso de mi etapa universitaria, ellos se volvieron familia.

Erick Fabricio Rodríguez San Lucas

AGRADECIMIENTO

Mi eterno agradecimiento:

A Dios por guiar e iluminar mi camino.

A mis padres que a su vez son mis abuelitos por su amor y apoyo incondicional siempre.

A la Universidad Politécnica Salesiana y a los diferentes docentes, gracias a sus conocimientos impartidos he podido culminar con satisfacción esta etapa de mi vida.

Al Ing. Lenin Auca toma que ha sido un eje fundamental para el desarrollo del presente proyecto.

Al Ing. Juan Carlos Domínguez por ser guía y amigo al momento de realizar este proyecto técnico y culminarlo con éxito.

Erick Fabricio Rodríguez San Lucas

RESUMEN

En el presente proyecto técnico de titulación se realizó un análisis y diseño de la red de distribución de fibra óptica mediante una tecnología FTTH (Fiber to té home) y el estándar GPON para la empresa CNT, ubicada en la ciudad de Quito en la agencia la Luz. El objetivo principal de este proyecto es brindar una solución por parte de la empresa CNT en recubrir la demanda del mercado y resolver el continuo requerimiento referente a la dificultad de conectividad y estabilidad del servicio, que brinda la empresa en el sector indicado, debido principalmente a la falencia de la red antigua de cobre implementada.

Para el desarrollo de la propuesta se analizaron antecedentes de la red de cobre, la cual al ser retirada por una nueva red de tecnología FTTH y estándar GPON, propone un diseño óptimo con fibra óptica que cubra la troncal desde la central al barrio la luz, su distribución y levantamiento debe incluir los cálculos necesarios para el material y la selección de equipos OLT y ODF.

Palabras clave: FTTH, GPON, OLT, ODF.

ABSTRACT

The increased demand of telecommunications services with high efficiency levels have made the enterprises look for suppliers of these services to intensify their eagerness to get better and optimize their technological infrastructures, also they try to migrate their outgoing technologies, which let them satisfy their users requirements and at the same time it has focused on perfect the quality of the given services.

In this technical degree project, we made an analyzation and design of an optical fiber distribution network using the technology FTTH (Fiber to the Home) and GPON standard for the Enterprise TELERAPID S.A., which is in Quito, neighborhood La Luz.

He main objective of this project focuses on giving a solution on TELERAPID S.A. networking issues; these solutions must cover the market demand and solving the continuous requirements referred to connectivity difficulties and stability of the networks located in this neighborhood, mainly due to flaws found on the old network that works with copper cables.

To develop the purposed project, we analyzed the background of the copper network, which will be removed to put a new one using FTTH and GPON standard that is attractive for its structure and optimum design of an optical network that covers all the trunk from the main station to neighborhood La Luz, its distribution and network survey must include all the needed calculations referred to the materials to use and the equipment, OLT and ODF.

Keywords: FTTH, GPON, OLT, ODF.

ÍNDICE

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii.
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	iii
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iv.
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
ANTECEDENTES	2
1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Marco conceptual	3
1.4.1 Red de cobre.....	3
1.4.2 Cable thicknet.....	4
1.4.3 Cable trenzado de dispersión.....	4
1.4.4 Cable multipar canalizado.....	4
1.4.5 Fibra óptica.....	4
1.4.6 Tipos de fibras ópticas.....	5
1.4.7 Tipo I.....	5
1.4.8 Tipo II.....	5
1.4.9 Tipo III	5

1.4.10 Tipo IV	6
1.4.11 Tipo V	6
1.5 Redes FTTH	6
1.5.1 Normas técnicas para estructuras FTTH	6
1.6 Estado del arte	7
1.6.1 Tecnología PON	7
1.6.2 Tecnología en red XGS-PON	7
CAPÍTULO II	9
ESTUDIO INICIAL	9
2.1 Descripción de la empresa CNT	9
2.1.1 Cobertura de la empresa CNT	9
2.1.2 Misión	9
2.1.3 Visión	9
2.1.4 Ubicación	9
2.2. Descripción de la red de CNT en el barrio la Luz	10
2.3 Infraestructura de la red FTTH en el barrio la Luz	11
2.4 Topología de la red existente	12
2.4.1 Arquitectura	14
2.4.2 Arquitectura en cascada	14
2.4.3 Incremento y detalle del abonado	15
2.5 Problemas detectados	16
2.6 Requerimientos para la red GPON	17
CAPÍTULO III	18
DISEÑO DE LA RED	18
3.1 Metodología	18
3.1.1 Fases de la metodología	18
3.2 Diseño de red GPON de CNT	19
3.2.1. Red de dispersión	20

3.2.2 Rutas y áreas de dispersión	21
3.2.3 Cobertura de nap	22
3.2.4 Distrito.....	23
3.2.5 Diagrama unifilar de las cajas de dispersión y distribución	23
3.2.6 Roseta óptica	27
3.2.7 ONU (Optical Network Unity).....	28
3.2.8 Splitter	28
3.2.9 Simulación de la red GPON	29
CAPITULO IV	34
ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PLAN DE COSTO DE LA RED GPON DEL GRUPO CNT	34
4.1 Presupuesto y gastos del proyecto.....	34
4.2 Evaluación financiera	38
CONCLUSIONES	40
REFERENCIAS	41
BIBLIOGRAFÍA.....	42
ANEXOS.....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Equipo ONU OXG-99C.....	8
Figura 1.2 Equipo kit FTTH P-174631	8
Figura 2.2 Ubicación geográfica CNT.	10
Figura 2.3 Infraestructura de la red FTTH en CNT.....	12
Figura 2.4 Arquitectura de la red GPON.....	14
Figura 2.4.1 Arquitectura de la distribución.....	15
Figura 3.2 Esquema de la red GPON de la empresa CNT	19
Figura 3.2.1 Ubicación geográfica de la oficina central la Luz CNT.....	20
Figura 3.2.2 Rack con los equipos configurados de la red FTTH.....	20
Figura 3.2.2.1 Planimetría del tendido de fibra óptica de la empresa CNT	21
Figura 3.2.4.1 Distribución de la red GPON de CNT MT-08.....	23
Figura 3.2.4.2 Diagrama unifilar de la caja de distribución del distrito MT-08.....	24
Figura 3.2.4.3 Atributos de las cajas de distribución nap.....	24
Figura 3.2.4.5 Diagrama unifilar de la caja de dispersión del distrito MT-08	25
Figura 3.2.5.1 Roseta óptica de CNT ubicada en el domicilio del abonado.	27
Figura 3.2.6.1 Implementación de ONU huawei 8545M en la red de CNT.....	28
Figura 3.2.8.1 Interfaz gráfica del software optisystem.	29
Figura 3.2.8.3 Diagrama del bloque de la manga a la ONT.....	31
Figura 3.2.8.4 Espectro de las señales en el receptor.	31
Figura 3.2.8.5 Espectro de las señales en el receptor	32
Figura 3.2.8.6 Valor obtenido de la simulación de una ONT con el power meter.....	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Diámetros de una fibra óptica y de su protección.	5
Tabla 2.4 Distribución de las cajas nap	15
Tabla 2.4.1 Detalles de incremento de poblacional mediante la fórmula de probabilidad..	16
Tabla 3.2 Descripción de la ubicación de la central agencia CNT la Luz.....	19
Tabla 3.2.4 Materiales utilizados en la implementación del distrito MT-08.....	26
Tabla 3.2.4.1 Materiales de herrajería utilizados en la implementación del distrito MT-08	27
Tabla 3.2.7.1 Capacidad de los splitters y su pérdida en decibelios.....	29
Tabla 3.2.8.1 Valores reales con el power meter de las cajas nap de CNT.....	33
Tabla 4.1 Inversiones fijas en la empresa CNT	34
Tabla 4.2 Inversiones diferidas por la empresa CNT	35
Tabla 4.3 Códigos comparativos y descripción de implementación óptica de la empresa CNT	35
Tabla 4.4 Suministros fusiones y pruebas de potencia de la empresa CNT	36
Tabla 4.5 Suministros de cruces americanos y herrajes ADSS de la empresa CNT	37
Tabla 4.6 Suministros de splitter y el tendido del cable por la empresa CNT	37
Tabla 4.7 Implementación total del plan de costo de una migración en una MT.....	38
Tabla 4.8 Contenido de recuperación de la inversión	39

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto técnico de titulación se encuentra dividido en cuatro capítulos, que propone el estudio y diseño de una red de fibra óptica GPON para la empresa CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones), cuya tarea es proveer el servicio de internet al barrio la Luz ubicado en la ciudad de Quito, con la ayuda de la empresa contratista TELERAPID S.A. a continuación, se especificará de manera general el contenido de cada uno.

En el capítulo uno se describe la problemática existente en donde, la empresa CNT toma en consideración el parámetro que se va a justificar, el objetivo planteado, el planteamiento del problema y marco teórico relacionado a la red que se va a migrar de cobre a fibra óptica. Siguiendo el capítulo dos es el estudio inicial de la red de la empresa CNT, con un estudio previo de su infraestructura existente misma que debe tener el levantamiento correspondiente con equipo activo a la cobertura del servicio y punto de conexión, entre el sector de migración a la central. Referente al capítulo tres presenta la propuesta de diseño e implementación de la red óptica GPON, en donde el estudio de la metodología es experimental con el protocolo TOP-DOWN, definiendo la construcción de la red desde la central CNT hacia el barrio la Luz, así como la red activa que hace control al equipamiento con el cálculo, topología física y digitalizada para justificar la viabilidad del mismo, en donde es importante la ayuda del software optisystem, además que incluye la prueba de potencia para comprobar el funcionamiento óptimo de la red.

Finalmente, en el capítulo cuatro se realiza el análisis y plan de costo financiero del proyecto técnico implementado, debido al crecimiento de la población o al cambio climático en el barrio la Luz, en el cual esta detallado por suministro, prueba e implementación del sistema óptico para un buen servicio al usuario.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1 Planteamiento del problema

La empresa TELERAPID S.A. utiliza actualmente una red de distribución GPON la cual permite abastecer a más de 150 usuarios al sector la Luz con planes de 20 Mbps hasta 40 Mbps.

En un inicio estas redes de distribución de cobre fueron suficientes, actualmente ya no cumplen las expectativas de los usuarios. Algunos de los problemas que se ha detectado en los enlaces actuales son las velocidades de internet y el ancho de banda que se puede asignar frente a otros proveedores como tecnología la inestabilidad en los enlaces por diferentes factores como cambios climáticos y/o interferencia visuales o electromagnéticas.

Estos inconvenientes ocasionan que los clientes residenciales y corporativos tengan problemas recurrentes en cuanto a la confiabilidad de sus enlaces contratados, provocando que la empresa se vea afectada en su imagen y en muchos casos pierda a los usuarios insatisfechos con el servicio.

Debido a la situación TELERAPID S.A. ha decidido migrar totalmente su red de provisión de cobre hacia una red óptica GPON tanto en la planta interna como externa para modernizar su infraestructura y por ende optimizar sus planes de conexión para el sector la Luz.

1.2 Justificación

TELERAPID S.A., es una empresa contratista de servicio de todo tipo de conexión a internet, en diseño e instalación estructural a empresas de telecomunicación a nivel nacional en el país.

Este inconveniente significa una oportunidad para la empresa CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones), que ha decidido cambiar su red de distribución antigua de cobre a una red GPON de fibra óptica para aprovechar la importante ventaja de una red estructural en medio óptico, con el objetivo de brindar mejor servicio de velocidad y banda ancha de internet y así reducir la queja sobre la velocidad por parte del usuario y que se mantenga con el mismo proveedor.

Este proyecto, permitirá a la empresa CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones), mantenerse a la vanguardia y ser competitiva frente a otras empresas de servicio de internet que han empezado a operar en el sector la Luz barrio de Quito.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar una red de fibra óptica GPON con sus segmentos de distribución de la empresa TELERAPID S.A. para la provisión en servicios de internet de CNT.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar el estado actual de la red de acceso que posee CNT en el sector la Luz para la migración de su estado anterior de cobre a fibra óptica.
- Realizar el levantamiento urbano de la ciudad Quito en el barrio la Luz con sus diferentes puntos referenciales para el despliegue de la red de distribución.
- Diseñar la red GPON configurando los dispositivos ópticos desde la red del proveedor hasta la red del abonado de acuerdo con los parámetros definidos en el diseño.
- Analizar el plan de costos con los parámetros del diseño para su posible implementación a futuro.

1.4 Marco teórico

Durante la formación teórica se observará a detalle, la migración de cobre a una red GPON, donde su definición es necesaria para la comprensión del presente proyecto técnico.

1.4.1 Red de cobre

Este tipo de red como medio de comunicación de datos, voz y video está rodeado por un dieléctrico y trenzado de capa de protección que fue implementado para su distribución, el cable utilizado en su red es de cobre coaxial thicknet, cable trenzado de dispersión y cable multipar, el cual es resistente a interferencia y atenuación.

1.4.2 Cable thicknet

Este cable también llamado como ethernet 10 base 5, fue utilizado en su red de distribución de cobre y sus características son:

- Obtiene una tasa de transferencia de 10 Mbps por segundo.
- El segmento entre la longitud es de 500 metros.
- Es un cable rígido de medidas de 1,27 centímetros y en pulgada 0,5 in.
- Se permite por tronco un máximo de 100 estaciones de trabajo.

1.4.3 Cable trenzado de dispersión

El cable trenzado de dispersión para exterior es 2x24 (AWG) y 2x2x24 (AWG) de la marca TDGD la cual tiene su despliegue en la red y se observa a continuación.

- Cable 2x24 (AWG): Este cable de modelo HSYTYT-3 de un par es el cual va desde la caja directamente hasta el abonado.
- Cable 2x2x24 (AWG): Este cable de modelo HSYTYT-3 de dos pares es el cual va desde la caja directamente hasta el abonado.

1.4.4 Cable multipar canalizado

El cable multipar de cobre fue designado para el interior de la canalización de la medida de 0.5mm de capacidad de 100 pares con marca de CENTELSA e INDECO en su modelo tiene una medida determinada de 0.06 mm de pantalla de aluminio. Todas las redes de cables de cobre van a migrar a una red GPON, con dispositivos ópticos nuevos para su homologado por parte de la empresa para cubrir la necesidad del abonado.

1.4.5 Fibra óptica

El cable de fibra óptica es un método de comunicación de red, que transmite información a través de fibras de plástico o vidrio transparente ultradelgadas las cuales transmiten datos de información a alta velocidad y superan la cobertura de otro medio de transmisión como el cable coaxial (Carlos, 2021).

1.4.6 Tipos de fibras ópticas

“Normalmente en aplicación laboral, son un conjunto de empaquetados en un conjunto de hilos que es conocido como cable de fibra óptica” (Grazzini, 2020).

Tabla 1.1 Dimensiones de una F.O. y su recubrimiento

Tipo	Núcleo	Revestimiento	Recubrimiento	Tubo
1	3 a 9	125.00	252 a 510	800 a 200
2	60	125.00	252 a 510	800 a 200
3	62	125.00	252 a 510	800 a 200
4	80	125.00	252 a 510	800 a 200
5	100	140.00	252 a 510	800 a 200

Para seleccionar una fibra óptica se tiene en cuenta la compatibilidad con el tamaño, es decir la relación entre el núcleo: revestimiento.

En las siguientes líneas se detallará los tipos de fibra mencionados en la tabla 1.1

1.4.7 Tipo I

En este tipo de fibra se considera la siguiente relación de 4:125 a 10:125 para trabajo de campo las monomodo. Esta tolera un gran ancho de banda y principales ventajas son la baja dispersión y la pérdida de fibra óptica para su conexión en cualquier red.

1.4.8 Tipo II

Todas las fibras con núcleos de más de 50 um de diámetro son del tipo multimodo según la tabla 1.1 las fibras tienen una pequeña apertura numérica y por lo tanto la relación entre la potencia combinada de las fibras y la potencia de salida suele ser pequeña en la red.

1.4.9 Tipo III

La fibra en este tipo siempre se relación con 62 a 125, la cual tiene un rango ligeramente reducido a 50:125 pero su apertura digital es mayor y mejora el acoplamiento de fuente en los enlaces porque a la hora de igualar como máximo tiene menos pérdidas de dB.

1.4.10 Tipo IV

El tamaño es de 75:120 la cual se fabrica originalmente en Europa, su función es similar al segundo tipo y dado que el diámetro de la manga es el mismo es de 125 um se puede usar con la misma tecnología de unión (Grazzini, 2020).

1.4.11 Tipo V

La dimensión del núcleo de la fibra 90:130 hace que sea más fácil de manejar y menos sensible a las tolerancias del conductor y la acumulación de desechos. Incluye la mayor cantidad de energía de la fuente instalada, pero con el ancho de banda más bajo. Por ellos observará principalmente en un sistema de comunicación más reducida en longitud, el conector no requiere elevada velocidad de transferencia de datos (Grazzini, 2020).

1.5 Conexión FTTH

La conexión en tecnología FTTH proporciona un mayor ancho de banda y una mejor calidad de conexión a los suscriptores y esta tecnología se ha convertido en una de las más relacionadas por los proveedores quienes eligen cambiar a esta tecnología y mantenerse al día con las necesidades del mercado (Grazzini, 2020).

La red FTTH es un sistema de fibra óptica capaz de soportar todas las necesidades de ancho de banda de los mercados actuales y en crecimiento. La especificación técnica de la red FTTH son normas administrativas para la infraestructura de telecomunicación, a la que se le debe asignar un nombre único para cada ruta que actúa como enlace.

1.5.1 Normas técnicas para estructuras FTTH

La empresa CNT sugiere la utilización de las normas ITU-T, ya que al cambiar la red antigua de cobre a la red GPON, es necesario seguir las recomendaciones y estándares para una mejor orientación.

- **Etiquetas en la vía del cable.**

El cable debe ser etiquetado con una placa acrílica de identificación en cada lado del poste. Podría ser deseable colocar un adicional en un lugar intermedio o espaciada regularmente a lo largo del tendido del cable, por ejemplo, dos por cada poste (Pachez, 2013).

- **Marcado y manejabilidad del cable**

El tendido del cable en el subsistema espinal y transversal deben estar etiquetados en todos los extremos. Las recomendaciones en las etiquetas son colores distribuidos en todos los extremos, para las rotulaciones los cables de fibras ópticas van en direccionamientos rectos templados, no debe haber rotulaciones en otros sentidos (Pachez, 2013).

1.6 Estado del arte

Este apartado es muy importante porque identifica la nueva tecnología en red de comunicación, como se observa la migración fue de una red de cobre a una nueva red GPON, la cual será migrada a la próxima generación en un futuro a la red XGS-PON ya que esta permitirá conexiones con una capacidad y velocidad de 10 Gigabit.

1.6.1 Tecnología PON

La tecnología PON es la próxima generación para la red FTTX, ya que la fibra óptica sigue creciendo en su aspecto tecnológico el cual revolucionará el medio de comunicación en fibra para domicilio (FTTH) y fibra a edificio (FTTB). Actualmente la tecnología PON solo la implementan en los países de Reino Unido, Alemania e Italia. Es tan innovador que el cambio en una estructura no sería muy grande ya que la fibra en el cable se podría volver a utilizar y únicamente el cambio sería en material optoelectrónico. Así la llegada de XGS-PON y NG-PON2 llevará la red de fibra y comunicación en red a otro nivel.

1.6.2 Tecnología en red XGS-PON

La introducción a la tecnología XGS-PON permite transferir datos de 10Gbps en un solo canal en dos sentidos subida y bajada mediante la multiplexación por división de ondas. Con la ayuda de NG-PON2 significa que ahora tendrá un desarrollo simétrico en su funcionamiento dando una capacidad de hasta 80Gbps disponible en una sola fibra. De este modo la empresa que adquiera esta tecnología se beneficiará de proteger su inversión, ya que gran parte de su infraestructura es la misma y como se menciona anteriormente el cambio se vería afectado en dispositivos optoelectrónicos.

El dispositivo ONU (OXG-99C) soporta 10G LAN por y 1G LAN por con un SFU Taype y la norma ITU-T G.9807.1 compilan y así esta red óptica llegará al abonado final con un mejor servicio.

Figura 1.1 Equipo ONU OXG-99C de ORFA TECH



Es un equipo ONU de red óptica del distribuidor ORFA TECH. Fuente: Orfo Techo to R&D

Otro equipo de prueba aplicable es el kit FTTH P-174631 de la marca EXFO, es sumamente necesario para la infraestructura PON, la cual es adecuada para la próxima generación y servirá para comprobar los fallos de precisión en el OX1. El dato de prueba será mucho más fácil de interpretar para el operario a cargo, adicional el equipo tiene la capacidad de medir la potencia.

Figura 1.2 Kit FTTH P-174631 de EXFO en red PON



Equipo portátil de Kit FTTH P-174631. Fuente: Techo.

CAPÍTULO II

ESTUDIO INICIAL

2.1 Descripción de CNT

CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones), es un proveedor líder de servicios de redes de telecomunicaciones y actualmente opera en su matriz en Quito en la Av. Río Amazonas en el edificio Vivaldi el cual brinda servicios de fibra óptica, venta de equipos y programas de ingeniería de redes a nivel nacional.

2.1.1 Cobertura CNT

Actualmente, CNT brinda cobertura a nivel nacional en la sierra, la costa y la amazonia, en donde la empresa no solo ofrece internet, también desarrolla proyectos de software siguiendo la norma y ley vigente en la red de telecomunicación arcotel.

2.1.2 Misión

El objetivo de CNT es unir a todos los ecuatorianos integrando el país con el mundo, brindando soluciones de comunicación innovadoras, con recursos humano comprometidos a la calidad de servicio de clase mundial para los suscriptores.

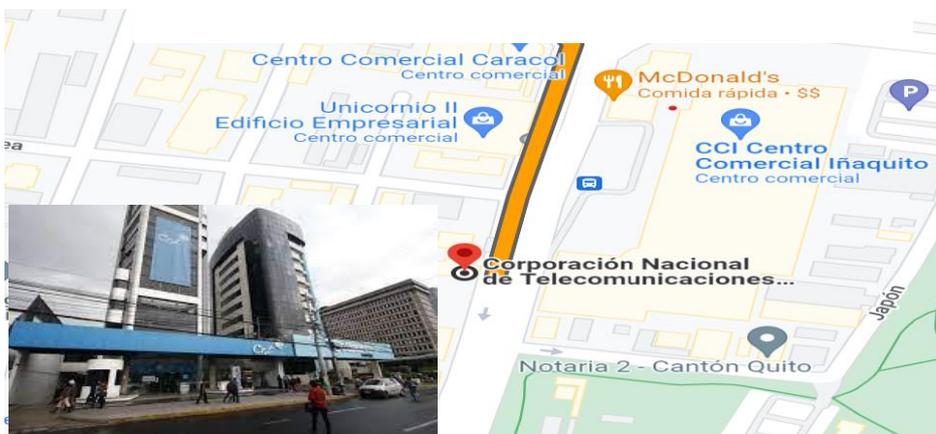
2.1.3 Visión

La visión de convertirnos en la empresa líder en telecomunicaciones, TIC y servicios de telecomunicaciones del Ecuador, a través de la excelencia en la gestión, el valor agregado y la experiencia del cliente, es orgullo del pueblo ecuatoriano.

2.1.4 Ubicación

El proveedor CNT está ubicada en el cantón de Pichincha con su sede principal en Quito, en la Av. Río Amazonas y edificio Vivaldi.

Figura 2.2 Ubicación geográfica de CNT



Ubicación geográfica de CNT. Fuente: (Erick Rodríguez)

2.2. Descripción de la red de CNT en el barrio la Luz.

La infraestructura de provisión que antiguamente poseía CNT en el sector la Luz, se basaba en la red de cobre, por un cableado aéreo el cual es cable thicknet, cable trenzado de dispersión y cable multipar que va a migrar a una nueva tecnología GPON a continuación se mostrará un esquema infraestructural de la red de cobre.

Figura 2.3 Esquema de la red de cobre



La provisión antigua de infraestructural de la red de cobre de CNT. Fuente: Erick Rodríguez

Al realizar el estudio y levantamiento en el sector la Luz, se verificó el área para el tendido del cable, cálculos de costos y recopilación de información, lo más exacta posible que y permita identificar la mejor oportunidad para su migración a la red FTTH, se enlista a continuación la información obtenida:

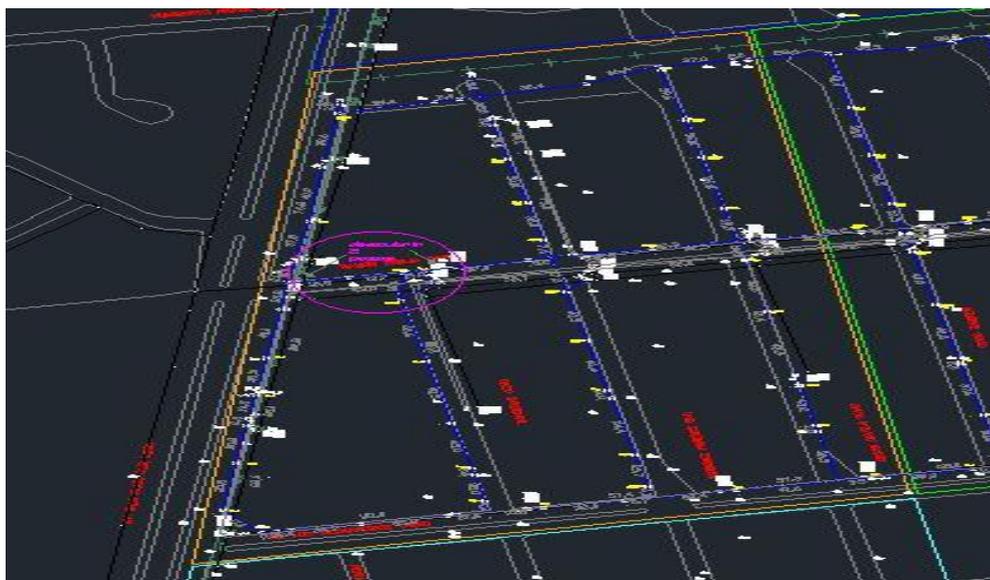
- Cableado estructural: Para el despliegue del cable de fibra óptica, el departamento técnico realizó la medición de poste a poste con un resultado de 997 metros para su despliegue.
- Equipo óptico: Con la recopilación de información obtenida mediante los diseñadores el levantamiento se necesitará 19 cajas nap y 21 splitter.
- Cálculo del usuario: Para captar el número de usuarios, se realiza un levantamiento por medidor de luz eléctrica, número de pisos y locales comerciales para considerar el cálculo del usuario.

2.3 Infraestructura FTTH solicitada por la empresa CNT

La empresa ha migrado la red de cobre con tecnología FTTH que incorporará dispositivos y equipos ópticos donde provee una red GPON para 150 usuarios. La red FTTH que tiende a distribuir en el sector la Luz la cual incluye las siguientes partes de distribución.

- **Red FTTH:** Esta tecnología distribuye a un ancho de fibra grande y de perfecta manera para el abonado, la cual es la más utilizada ya que su sistema es de fibra y de equipos ópticos.
- **Red Troncal:** La fuente de la red óptica se denominada red troncal de 144 hilos que se extiende sobre una distancia de uno a dos kilómetros aproximadamente desde la central CNT hacia una manga de distribución para el sector indicado.
- **Red de distribución:** Esta red de distribución agrupa en su infraestructura cable aéreo para el tendido de la fibra de poste a poste con la excepción de un cable subterráneo que pasa por dos pozos los cuales se extiende a subida a poste al abonado.
- **Red de dispersión:** Denominada red del abonado, esta red es la que une a la red de distribución formando un grupo de par individual (cable de acometida interior) con cada casa o domicilio del usuario.

Figura 2.4 Traza estructural de la red en CNT



Diseño estructural de la red FTTH. Fuente:(Planimetría de CNT 2021)

2.4 Topología de CNT

El acceso a la gestión de la tecnología en la red existente en CNT se basa en el modelo de cobre, cambia por un modelo original GPON, el cual brindará mejor servicio de internet a través de fibras ópticas para reducir la interferencia electromagnética, velocidad y mayor ancho de banda en el sector barrio la Luz, la red GPON se clasifica en elemento activo y elemento pasivo para su implementación.

Elemento activo

La parte activa de la red es el elemento eléctricamente activo y este elemento es responsable de su correcta distribución en la red. A continuación, se observará el aparato visual.

- **OLT:** Se denomina así por su sigla en inglés OLT, es un aparato optométrico de hardware siempre ubicado en el nodo central, su función elemental es distribuir la red óptica (ODN) (Huidobro, 2014).
- **Equipo OLT Techo Infinito:** El equipo Infinito infinito ER-8-XG combina el rendimiento adicional de 80Gbps en una relación calidad precio en un factor de forma compacta que se puede montar en bastidor de ocho puertos (SFP) y proporciona una conectividad de fibra gigabit y un puerto RJ45 gigabit ethernet.

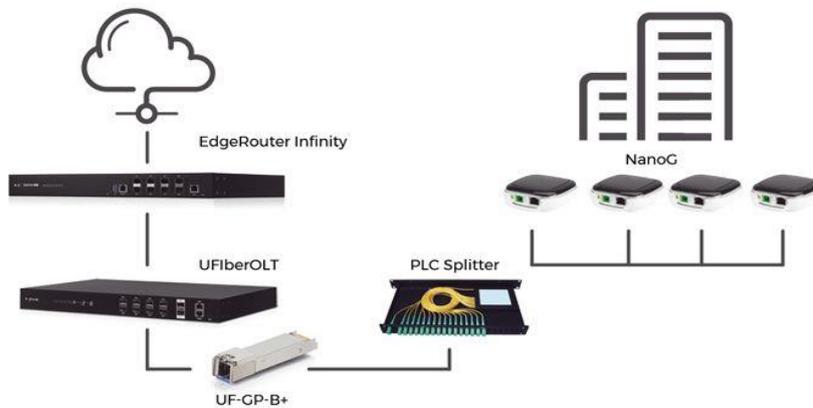
- **Equipo ONU EdgeSwitch:** El edgeswitch es un dispositivo en donde tiene 8 puertos en el cual pueden ingresar 8 elementos del transceiver para su conexión de fibra óptica y algo que resalte de este dispositivo, se puede configurar mediante una página web del servidor ya que con el unifiSwitch se configura de otra forma desde el controller.
- **ONT:** Se llama así por su sigla en inglés ONT, es el final de la red óptica ubicada en el domicilio del cliente final, este dispositivo es responsable de operar al suscriptor final de internet.

Elemento pasivo

El elemento pasivo de una red no funciona con luz eléctrica, se utiliza para conectar el enlace de una red de datos permitiendo la unión del dispositivo óptico, se detalla cada equipo incorporado.

- **ODF:** Se lo llama así por su sigla en inglés ODF (Optical Distribution Frame), es un divisor que se utiliza para proporcionar la conexión de los cables entre estructuras de telecomunicación pueden incorporar conectores de fibra óptica. También puede actuar como un aparato óptico de blindaje para proteger las agrupaciones de fibra óptica de daños.(Riso, 2020).
- **NAP:** Se la denomina así por su sigla en inglés nap (Network Access Point), es la caja de distribución óptica y protección de la conexión en el enlace al cable liberado al usuario final (Riso, 2020).
- **SPLITTER:** Es el divisor de F.O., comúnmente es una inicial de las ondas integradas en un dispositivo de distribución que puede acomodar entradas y salidas de varios hilos (Riso, 2020).
- **EDFA:** Es un amplificador óptico de una tecnología importante para la red de comunicación, ya que le permite la transmisión de varios terabytes de datos a una gran distancia en kilómetros, superando la limitación de la pérdida de fibra en decibeles (Hecht, 2017).

Figura 2.4 Arquitectura solicitada de CNT en la red FTTH.



Dispositivos pasivos y activos que integran las redes GPON. Fuente: (Estudios de CNT).

2.4.1 Arquitectura de la provisión en la red

La tecnología que utiliza la compañía para crear una red GPON, de paquete FTTH patentada que actualmente es la más popular en el sector de las telecomunicaciones que permite la conectividad de “fibra hasta su hogar”, brindando servicios de datos y video en mejor calidad.

Recopilando información del levantamiento inicial se opta por realizar una arquitectura en cascada ya que facilita mejor el despliegue no solo para el tendido del cable sino para la correcta ubicación de la caja nap en sus diferentes puntos.

2.4.2 Arquitectura de la red de cascada en CNT

La edificación de capa de red de CNT está diseñada para brindar soporte multiservicio al optimizar los recursos del edificio, reducir el tiempo y, en el futuro, facilitar la expansión de la red. La ubicación de la parte principal de la fibra consta de un nivel separado (primer nivel), el primero mantiene una relación de octava, y esto cambia de acuerdo a las necesidades.

Cada nap está limitada para servir a un máximo de 16 abonados se utilizará uno por ocho y el total de la distribución es de 18 cajas nap para el barrio la Luz, el internet que llega a la distribución nap sale de la conexión de la OLT llevado por el feeder hasta la manga de distribución.

Cada abertura GPON proporciona una rapidez de 1.25 y 2.50 downstream de alta rapidez en distinta tecnología, escalado entre un dispositivo OLT y el último dispositivo ONT seleccionado y así se puede proporcionar un ancho de banda mejor. En la colocación de la nap se considerará el nivel de spliteo planteado que va de acuerdo con la manga de fusión, ya que puede haber un incremento en el número de hilos de la fibra y esto ocasiona que se deberá hacer otro nivel de spliteo para el aumento en la caja de distribución.

Figura 2.4.1 Traza de distribución en Auto Cad



Traza escalable nivel uno de Spliteo. Fuente: (Planimetría de CNT 2021)

2.4.3 Incremento y detalle del abonado

La sección actual presenta la característica de la población en el sector la luz con el levantamiento realizado del diseño FTTH, se colocó 19 cajas nap para distribuir al barrio la Luz, sector en donde el beneficio es para 150 abonados con el estudio de incremento del usuario a futuro.

- De una caja nap salen 16 hilos para los abonados en este caso se colocó 19 es una simple operación matemática.

Tabla 2.4 Distribución de las cajas nap

Caja nap	Operación	Numero abonados
1	1 x 16	16
18	19 x 16	288

Análisis del diseño y distribución de la red de CNT. Fuente: Erick Rodríguez

Ahora bien, si la colocación e implantación se la obtuvo en el año 2021 por CNT se sabe que el incremento de usuario va a aumentar de 5, 10, 15 años por lo tanto siempre se deja hilo de reserva, en la siguiente ecuación se describe mediante una muestra probabilística.

$$Df = Do (1 + r)^t \quad \text{Ec. (2.4.1)}$$

Dónde:

Df: es la demanda final

Do: es el número de abonados actual (Hoy)

r: es la tasa de crecimiento

t: número de años

$$Df = 150 (1 + 0,4)^5$$

$$Df = 806.73$$

Como se observará el tamaño de la población incrementa considerablemente por lo que CNT en su central principal compra tarjetas para seguir incrementando el servicio de internet al abonando.

Tabla 2.4.1 Detalles de incremento de poblacional mediante la fórmula de probabilidad

Años	Df	Demanda de Abonados Final
5	$Df = 150 (1+0.4)^5$	806.73
10	$Df = 150 (1+0.4)^{10}$	4338.81
15	$Df = 150 (1+0.4)^{15}$	23335.21

2.5 Problemas detectados

CNT luego de analizar y estudiar el levantamiento estructural en la red ha detectado falencias en el enlace que se listan a continuación:

- Reducir la fuerza y calaña en la cobertura, lo que afecta directamente la distancia del usuario, cuanto más lejos esté el usuario del nodo principal, menor será la potencia de la señal.

- No se prestar asistencia a un punto localizado ya que en el poste se encuentra con dos transformadores de luz eléctrica y eso se ve afectado al momento de la colocación de la caja nap.

2.6 Exigencias de la red GPON

A continuación, se observarán algunas consideraciones que se debe tomar en cuenta para el desarrollo y análisis de la red FTTH con tecnología GPON en la ciudad de Quito barrio la Luz.

- Estudiar el área donde se implementará el proyecto de red GPON FTTH con la determinación de la longitud física máxima física y pérdida de fibra óptica de 15 km y relación de nivel dividido.
- El equipo que conforma la red GPON debe tener la facilidad de gestionar para su mantenimiento necesario y supervisar constantemente la red, observando que la red utiliza algoritmos de encriptación para evitar el acceso no autorizado a quienes operan este dispositivo.
- La tecnología de multiplexación que CNT aplica a la tecnología GPON debería soportar diferentes servicios y protocolos de transporte, evitando así la latencia de la red gracias a una transmisión de datos más rápida y fiable según el estándar ITU-T, hasta un 92% y reducción del 90% a diferencia de otras redes PON.
- GPON es la ciencia más eficiente en el mercado actual de las telecomunicaciones porque proporciona un mejor ancho de frecuencia y una rapidez idéntica y convierte las señales de video en una cadena de datos IP para el acceso a internet.
- La tasa de transmisión según la norma ITU-T G.984.3 determina que el sentido igualitario es 1.244 Gbit/s de ascenso y de bajada un 2.488 Gbit/s.

CAPÍTULO III

DISEÑO DE LA RED

3.1 Metodología

La presente labor es de tipo cualitativo y experimental ya que es un desarrollo experimental de red FTTH con tecnología GPON para CNT, de esta norma observamos las características de la ciencia orientada en el proyecto esta solución ahorrara ancho de frecuencia y rapidez para garantizar el acceso a voz, datos y aplicaciones existentes.

3.1.1 Ciclos de la metodología

Su primera etapa es compilar un directorio de red FTTH y la ciencia GPON para entender su calidad y beneficios, en esta etapa es estudiar las necesidades actuales de los suscriptores con el servicio CNT y futura solicitud del usuario.

La segunda fase incluye la investigación preliminar de la red de transición común FTTH con ciencia GPON en las áreas de iluminación, cómputo, caja de distribución, splitter, instrumentación y otros elementos a construir por CNT, y también incrementará los trabajos de tendido e instalación del cable.

Finalmente, la etapa final se trasladará a la red FTTH con ciencia GPON de CNT en la ciudad de Quito provincia la Luz y este despliegue se divide en la localización y distribución de cajas nap

Como protocolo de implementación para un departamento técnico se debe considerar las siguientes referencias:

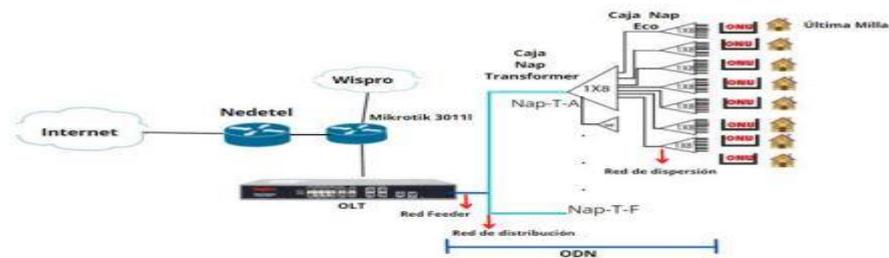
- Estudio geográfico de la zona.
- Diseño y replanteo de viabilidad conforme a lo solicitado por la compañía.
- Colocación de postería y obra civil de ser el caso.
- Inspección a mangas y redirección de hilos.
- Colocación de infraestructura (Colocación de herrajes para sujeción de cable).
- Sangrado de buffers donde corresponda.
- Instalación de cajas de distribución (nap)
- Fusión de mangas y fusión de porta splitter.

3.2 Diseño de red la CNT

El diseño de la red GPON tiene en cuenta los requisitos del servicio de comunicación, las características de la demanda, la cantidad de suscriptores y otros factores necesarios para garantizar la calidad y el servicio. Esta red facilita la transmisión de señales de datos, video y audio a través de ella. Operaciones como la georreferenciación de casillas y columnas, así como la creación de bases de datos de suscriptores se trasladarán a tecnología de fibra óptica.

Figura 3.2 se muestra el diagrama de la red GPON de CNT y el proyecto GPON implementado en este estudio técnico que consta de tres partes principales, OLT (terminación de línea óptica), ODN (red de distribución óptica) y ONT (red final óptica).

Figura 3.2 Bosquejo de la red CNT con estándar GPON



Estructura de la red GPON. Fuente:(Autor Erick Rodríguez)

De acuerdo con el primer relevamiento elaborado por el equipo técnico, la planta de OLT en la comuna de La Luz puede ser considerada como la sede de CNT donde se ubican los equipos de distribución de tecnología relacionada y se ubica en Luis Calisto y Francisco Custodi. La Figura 3.2.1 muestra la localización geográfica de la sede de la CNT correspondiente a la latitud $0^{\circ}8'46.53''S$ y longitud $78^{\circ}28'58.17''W$

Tabla 3.2 Descripción de la ubicación de la central agencia CNT la Luz.

Ubicación geográfica agencia CNT la Luz	
Latitud sur	$0^{\circ} 8'46.53''S$
Longitud oeste	$78^{\circ}28'58.17''O$
Elevación	2805 [m]

Parámetros de la ubicación geográfica CNT. Autor: Erick Rodríguez

Figura 3.2.1 Localización geográfica de la sede central la Luz CNT



Localización geográfica de la sede base de Luz CNT, Autor: Erick Rodríguez.

La sede de CNT tiene dos salas para administración y facturación, en administración está el equipo técnico con material optoelectrónico se localiza el rack con aparatos y equipos de despliegue óptico para infraestructura externa de una instalación y almacén. La figura 3.2.2 observa el rack de un equipo optoelectrónico necesario para poder desplegar una red FTTH con ciencia GPON.

Figura 3.2.2 Rack con aparatos optoelectrónicos de una red GPON



Rack en el Dpto. técnico de comunicación del proveedor CNT, Autor: Erick Rodríguez

3.2.1. Red de dispersión

Si la orientación de la red GPON, planteó en su totalidad una línea aérea como también la distribución de su elemento pasivo la caja nap, a partir de la ubicación geográfica en la ciudad de Quito, ya que la conexión de dispersión se une entre conexiones distribución para llegar al abonado. Para ello se dispone del poste eléctrico en el tendido de la fibra y colocación del splitter.

3.2.2 Direcciones y zona de dispersión

La división del barrio la Luz considera la disposición de 150 suscriptores por una salida de fibra óptica. La unión OLT se instaló en la sede base la Luz de esta central original se divide un ramal que corresponden la MT-08, donde cada ramal posee un divisor de memoria de 1 a 4 y un ramal secundario que tendrá un splitter de capacidad 1:8.

En la figura 3.2.3 se observa la traza del despliegue en la fibra óptica de CNT, en el sector la Luz específicamente en donde la señalización de esta planimetría esta de color verde, azul y blanco, la utilización de cada uno se mostrará en la figura antes mencionada. Existen diferentes diagramas para la cobertura de cable de fibra óptica se encuentran el diagrama de gusano.

El trabajo actual utiliza el diagrama de gusano, como se observa en la figura 3.2.2.1, un gráfico tiene una estructura de gusano de ahí su nombre, el diagrama de gusano tiene varias ventajas al nivel de rendimiento, entre las principales teniendo flexibilidad ya que ofrece utilizar fibras ópticas con menos conductores.

Durante esta ejecución de la instalación GPON por parte del cuerpo técnico se utilizaron 1.000 metros de cable de F.O. con asigna miento ADSS (Al Dielectric Self-Supporting) en 144 H, desde la central OLT hasta llegar a la primera manga de distribución. Este tipo de cable se asigna por tener una parte base que se implementa como ayuda y sirve de soporte en tecnología del cable de fibra óptica, además tiene una forma estable frente al cambio climático y esta recubierto por un aparato de polietileno que resiste la energía del sol.

Figura 3.2.2.1 Bosquejo del despliegue de fibra óptica CNT en Auto Cad

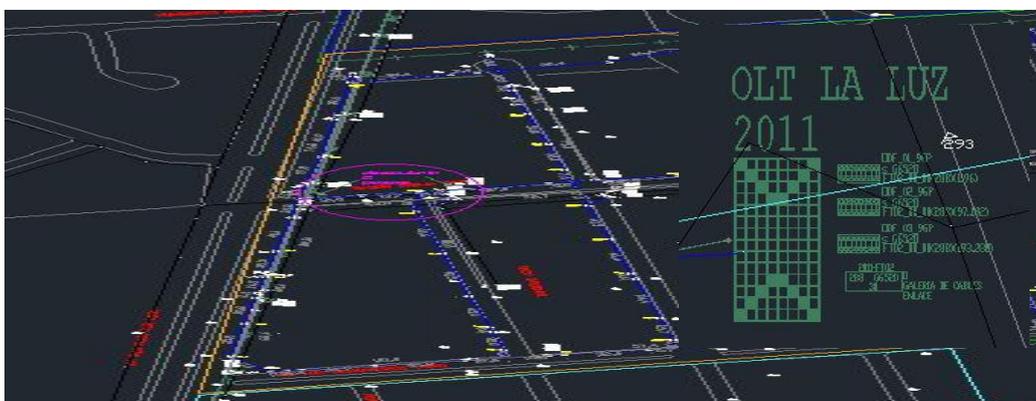
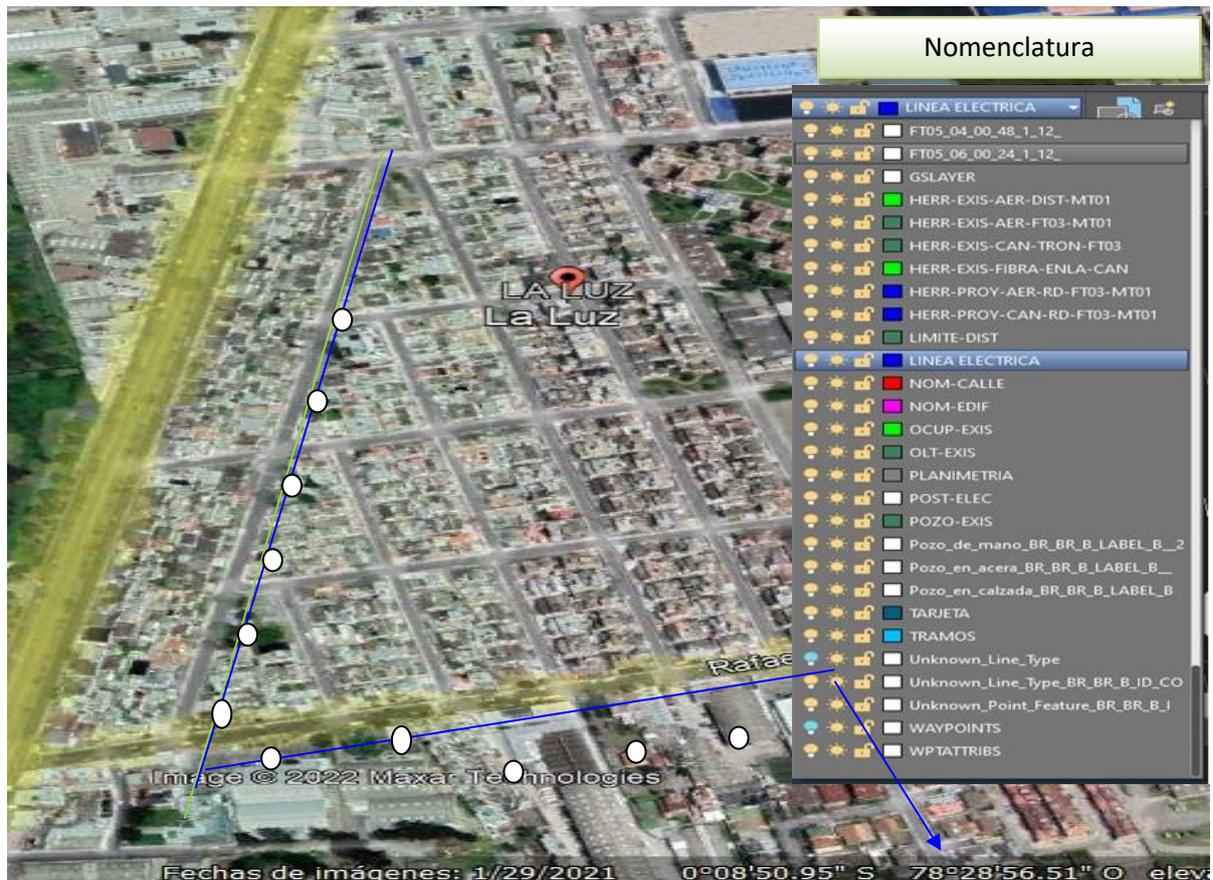


Figura 3.2.2.2 Traza del tendido CNT MT-08



Planimetría desde Google earth con nomenclaturas y su central OLT. Autor: Erick Rodríguez

Para el tendido del cable hacia el abonado el cuerpo técnico hizo una fibra óptica G6956 de tipo drop de 2 hilos, la cual debe soportar manipulación al implementar la instalación, después se elaboró la red con aparato optoelectrónico activo ONU en la situación geográfica de cada abonado que requiera el servicio de internet CNT.

3.2.3 Cobertura de las nap

Para la cubierta nap se hizo una distribución de 18 cajas nap, que soportan 18 aparatos de dispersión. En trabajo actual técnico se definió un distrito en el que equivale a un barrio o llamado por la empresa CNT una MT que incluye caja de distribución nap transformer, contiene terminales para el cable troncal con protección IP6x de dieciséis puertos.

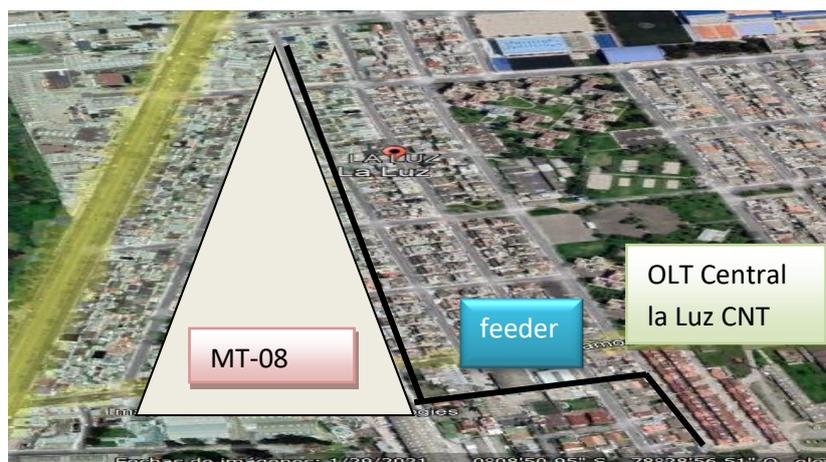
La nap dispensadora tiene de divisor de 1 a 8, es hacer capaz de proporcionar un total de ocho cajas de dispersión. Calculando cada caja de distribución tiene accesibilidad a ocho abonados ya que la implementación del divisor actual.

La nap utilizada en la red de conexión del presente trabajo es la nap dexson de 16 puertos como se detalla en la figura 3.2.3 por parte de la empresa CNT, esta proporciona un sistema de internet de fibra óptica de 150 suscriptores.

3.2.4 Distrito la Luz CNT

El Bosquejo 3.2.4.1 muestra la distribución de barrios de la red FTTH usando ciencia GPON para la ciudad Quito en la región la Luz, se puede observar que la distribución de barrios la Luz, esta distribución de barrios cubre toda la región CNT en base la Luz con un análisis del número y ubicación de los nuevos clientes en una conexión y se consideró la memoria y ubicación de nuevos clientes que decidieron contratar el servicio de internet a través de la red FTTH. En observación al parámetro antes mencionado, la red con ciencia GPON originalmente contará con 150 suscriptores, de los cuales 100 tienen un cambio de la red de radio repetidor, 50 son nuevos suscriptores.

Figura 3.2.4.1 Traza GPON de una red en CNT MT-08



Distribución de la red GPON al barrio la Luz MT-08, Autor: Erick Rodríguez

3.2.5 Traza unifilar de dispersión y partición

El cable de fibra óptica implementado es ADSS de 24 hilos, y tiene 2 buffer, el revestimiento interior azul obtiene seis hilos representan a los siguientes colores: azul, naranja, verde, marrón, gris y blanco, es decir el hilo azul del revestimiento prolonga la caja de distribución en la zona lumiere, que a su vez proporciona la capacidad del espaciador 1x8, que a su vez proporciona otro espaciador 1x8 para la creación del cliente. Por lo tanto:

D= Distrito

C1=La cantidad de cajas

H1= La cantidad de hilos con una asignación correspondiente

Figura 3.2.4.2 Traza unifilar de una nap de implementación en el distrito MT-08



Bosquejo unifilar de la nap de distribución del plano MT-08, Autor: Erick Rodríguez

Figura 3.2.4.3 Atributos de las cajas de distribución nap

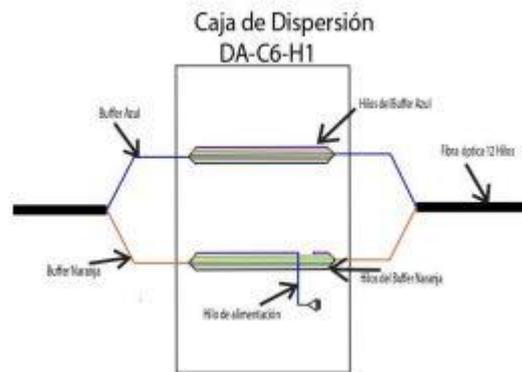
Captura de pantalla del 'Editor de atributos mejorado' que muestra una tabla de atributos para el bloque CAJA-DIST-OPTI-AERE-PROY. El identificador del bloque es HILOS-CAJA.

Atributo	Opciones de texto	Propiedades
Identificador	Solicitud	Valor
NUMERO	NUMERO	2011.F03M02_A2
FIBR-INGR(...)	FIBR-INGR(CAPA)(HILOS-ACTIV)	
HILOS-CAJA	HILOS-CAJA	
FIBR1-SALI(...)	FIBR1-SALI(CAPAC)(HILOS-ACTIV)	
FIBR2-SALI(...)	FIBR2-SALI(CAPAC)(HILOS-ACTIV)	
CAPACIDAD	CAPACIDAD	8
SPLITTER	SPLITTER	
TIPO	TIPO	OFDC-C12-S2/T...
IDENTIFICA...	IDENTIFICADOR	
PRESUPUE...	PRESUPUESTO-OPTICO	
ORL	ORL	

Parámetros de las cajas nap utilizados en el proyecto técnico. Autor: Erick Rodríguez

En la figura 3.2.4.4 muestra el diagrama mono lineal de la caja de transmisión en la región de la Luz y el diagrama unifilar de la caja de transmisión consta de dos pads, uno azul y otro naranja. La caja usa el cable azul que para alimentar la nap que utiliza toda caja de dispersión es el mismo nivel uno en el distrito, que se basa en esta instalación.

Figura 3.2.4.5 Traza unifilar de la nap de dispersión



Bosquejo de la caja de intromisión en el distrito MT-08, Autor: Erick Rodríguez

En el apartado dos se indica la distribución de la caja y su dispersión, la cual se observan la ubicación georreferencial.

Cálculo del cable en F.O.

Para tomar la medición esperada de fibra óptica con la herramienta Google Maps, se tiene en consideración un 10% de reserva para imprevistos y un 8% de reserva en la casilla en caso de desconexión o traslado de ubicación. Para ello, Sandoval & Astudillo (2016) sugirieron la ecuación 3.2.4

$$d + d * 0.10 + d * 0.08 = l \quad \text{Ec (3.2.4)}$$

De donde:

d es el trayecto medido

l es la distancia necesaria

Conociendo que cada bobina de cable de fibra óptica incluye 4000 metros de cable, se tiene que:

$$n = \frac{l}{4 \text{ km}}$$

La cual:

n es la proporción de bobinas requeridas por el ramal MT-08

Cálculo del cable en postes

Para obtener el apartado de polos, dividimos la distancia de enlace por la distancia actual entre los polos, sabiendo que la distancia entre los polos es de 50 m y consideramos el índice de proximidad como 0.35 ya que todos los polos incorrectos están a la misma distancia. Sandoval & Astudillo (2016) sugieren utilizar la Ecuación 3.2.4.1

$$\text{número de postes} = \frac{d \text{ enlace}}{d \text{ entre poste}} + \frac{d \text{ enlace}}{d \text{ entre poste}} * 0.35 \quad \text{Ec. (3.2.4.1)}$$

Distrito la Luz MT-08

En la zona MT-08 se encuentran un total de 47 subestaciones con un recorrido total de fibra óptica ADSS G625D FO 24 hilos de 997 metros. La cantidad de materiales necesarios para implementar el área La Luz se obtuvo con base en el cálculo mencionado anteriormente, el cual se detalla en la Tabla 3.2.4 y la Tabla 3.2.4.1.

Tabla 3.2.4 Material utilizado en la distribución del plano MT-08

Descripción	Cantidad	Unidad
FO ADSS 24 hilos cubre cien fibras en G652D	996,20	Metros
Apc lifefiber siesta caja eco 16 porte	19	Unidad
Caja adaptadora de 16 puertos	16	Unidad
Espaciador APC 1x8	16	Unidad
FO abajo por el tema de la campana 100 m	3480	Metros
Patchcord sm g652d sc/apc sx 3mt 3.0mm	5	Unidad
R. Óptica	150	Unidad
ONU ZTE	19	Unidad
One 8545m	19	Unidad

Material utilizado en la implementación del distrito MT-08, Autor: Erick Rodríguez

Tabla 3.2.4.1 Material de herrajería utilizado en la distribución MT-08

Herrajería	Cantidad	Unidad
Herrajes tipo A	47	Unidad
Pinza de herraje	84	Unidad
Cinta eriban rollo 30 m	60	Metros
Hebilla ban-dit de 3/4	60	Unidad
Cable acerado	50	Metros
Amarras de 50 cm	5	Paquetes
Amarras de 30 cm	5	Paquetes
Grilletes	6	Unidad

Componente de herraje del MT-08, Autor: Erick Rodríguez

MT-08, es una troncal que sale de la agencia de CNT la Luz en la cual se organiza un cable de F.O. de 144 hilos desde la base hasta una primera manga de distribución, de ahí se coloca un ADSS de 24 hilos y la nap de 3 metros bajo el cable eléctrico y todo en nivel uno de spliteo.

3.2.6 Roseta óptica

La roseta óptica consiste en una pequeña caja con una abertura inicial de fibra óptica y dos entradas fuera de una fibra óptica, dentro de esta caja hay una bandeja para controlar la entrada óptica digital y otra fusión para su posterior conexión de cable de fibra óptica para la ONT. El equipo distribuye en el interior del hogar del suscriptor teniendo una cuenta la medida de seguridad correspondiente para evitar su manipulación, ver la figura 3.2.5.1.

Figura 3.2.5.1 Roseta ubicada en el suscriptor CNT



R.O. utilizada por la empresa CNT, Autor: Rodríguez Erick

3.2.7 ONU

La de red óptica de ONT, llamado Puerta de Enlace Avanzada para el Hogar para la Solución FTTH en Tecnología GPON, describirá el trabajo de la ONU en la investigación de CNT, en diferencia con otras marcas. Se pueden encontrar más detalles en el Anexo 3 El equipo ONU se ubica para el suscriptor y la instala junto a la comisión óptica, su base funciona en recibir y filtrar los conocimientos que proporciona la OLT en un determinado suscriptor, de la misma forma que acepta información del abonado, los encapsula y los envía a la OLT correspondiente. Consiente con la rapidez de descarga entre carga, entre diferentes marcas gracias a la manejabilidad, se decidió trabajar con huawei 85.

Figura 3.2.6.1 Traza de la ONU huawei 8545M en distribución CNT



ONU implementada Autor: Rodríguez Erick

3.2.8 Splitter

Un splitter es un conjunto de red pasivo que permite conexiones punto a multipunto, dependiendo del terminal del splitter puede ser un conductor o un fusible y según el estándar ITUT G98 puede ser Clase A, B o C en este estudio. La clase B es utilizada por CNT porque los elementos activos OLT y ONT son utilizados por la empresa proveedora.

Tabla 3.2.7.1 Distribuciones de los splitter y su disminución en decibeles

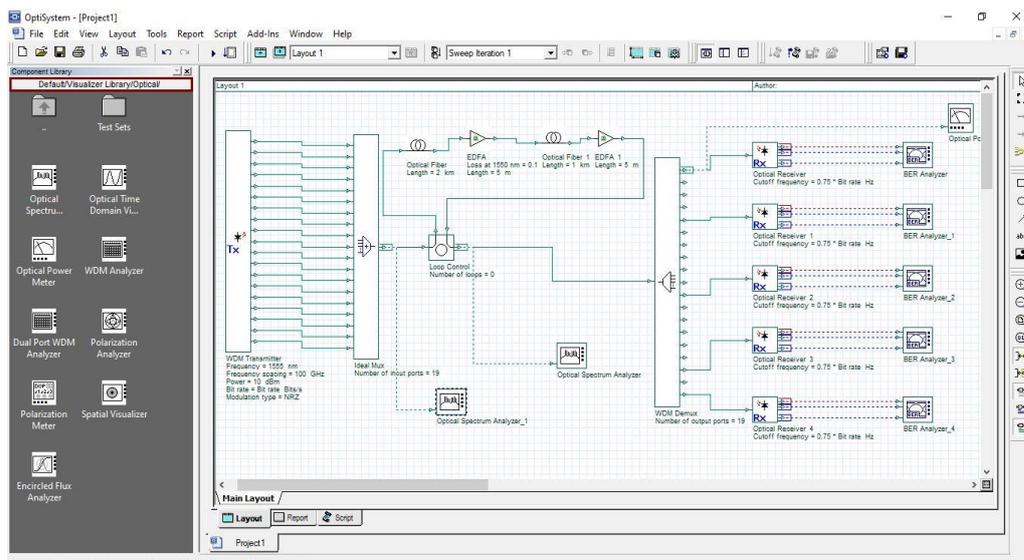
Divisor	
Tolerancia	Pérdida [dB]
1:2	3.50
1:4	7.00
1:8	10.50
1:16	14.00
1:32	17.50
1:64	21.00

Memoria de los splitter y su disminución. Fuente: Crespo

3.2.9 Simulación de la base en la red

Para estructurar la base física de la red FTTH se ha publicado el programa Optisystem que permite diseñar y simular sistemas de comunicación óptica para evaluar el rendimiento de transmisión de la señal, tiene una interfaz gráfica, es fácil de usar, puede ser una medida de laboratorio herramienta, donde cada código realiza una función específica Nuestros elementos ópticos, optoelectrónicos y electrónicos Se utiliza de acuerdo a las necesidades del usuario.

Figura 3.2.8.1 Simulación y sus distribuciones

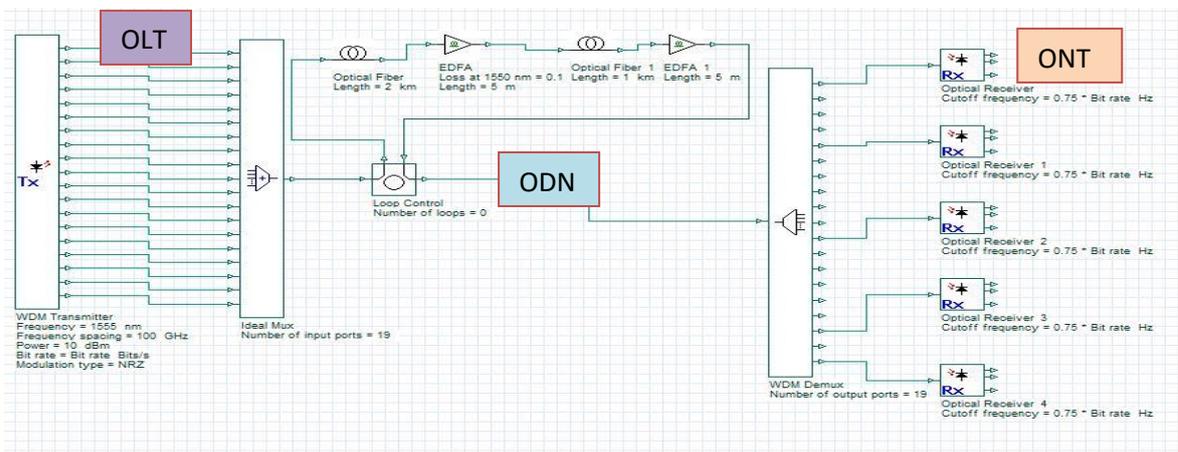


Bosquejo entre un bloque en optisystem. Fuente: Erick Rodríguez

Para el siguiente diagrama 3.2.8.2 se observará como sale de la OLT en este caso lo llamaremos WMD trasnmitter, en el cual para el abonado en obra física real se maneja por tarjetas la cual usará 19, para pasar por el feeder hasta la primera manga de distribución y así tomamos distancia hasta la caja más lejana para distribuir hacia los demás postes en este caso la caja nap será el optical receiver.

Después se observa con el BER un analizador de frecuencia el cual comprueba la pérdida de conexión por conector, el power meter es para ver la potencia llegada al poste de la caja esto lo realizará cuando sale de la OLT hacia la caja y se observa como varía la señal por la fibra.

Figura 3.2.8.2 Diagrama de la salida de la OLT hasta la manga de distribución.



Plano de la red inicial, nivel uno de spliteo y la red de final en la ONT. Fuente: Erick Rodríguez.

A continuación, el diagrama del bloque de la ONT en donde se observa el diagrama del ber, power meter y el espectro analizador para tener una mayor comprensión de cuando inicia la red hasta llegar al usuario.

Figura 3.2.8.3 Diagrama del bloque de la manga ala ONT.

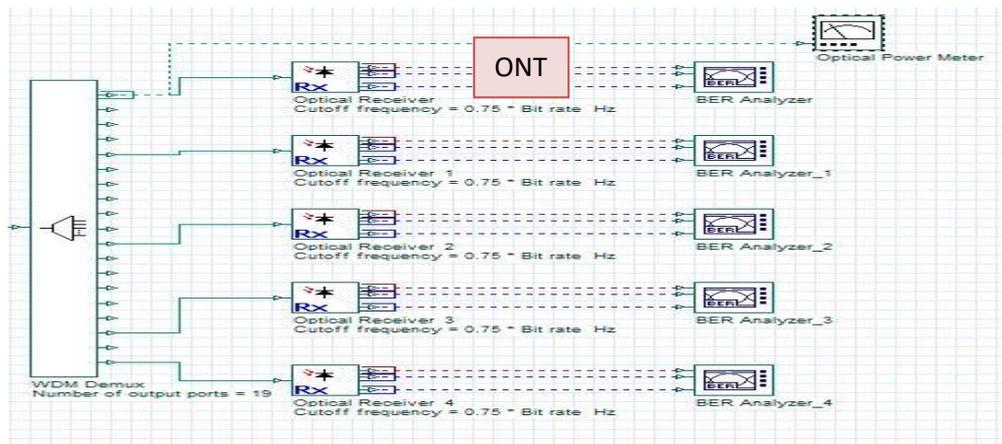
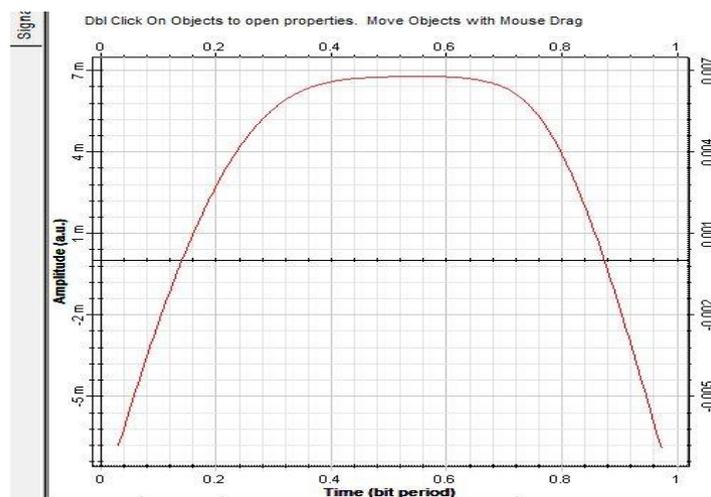


Diagrama de diseño para analizar el ber, power meter. Fuente: Erick Rodríguez

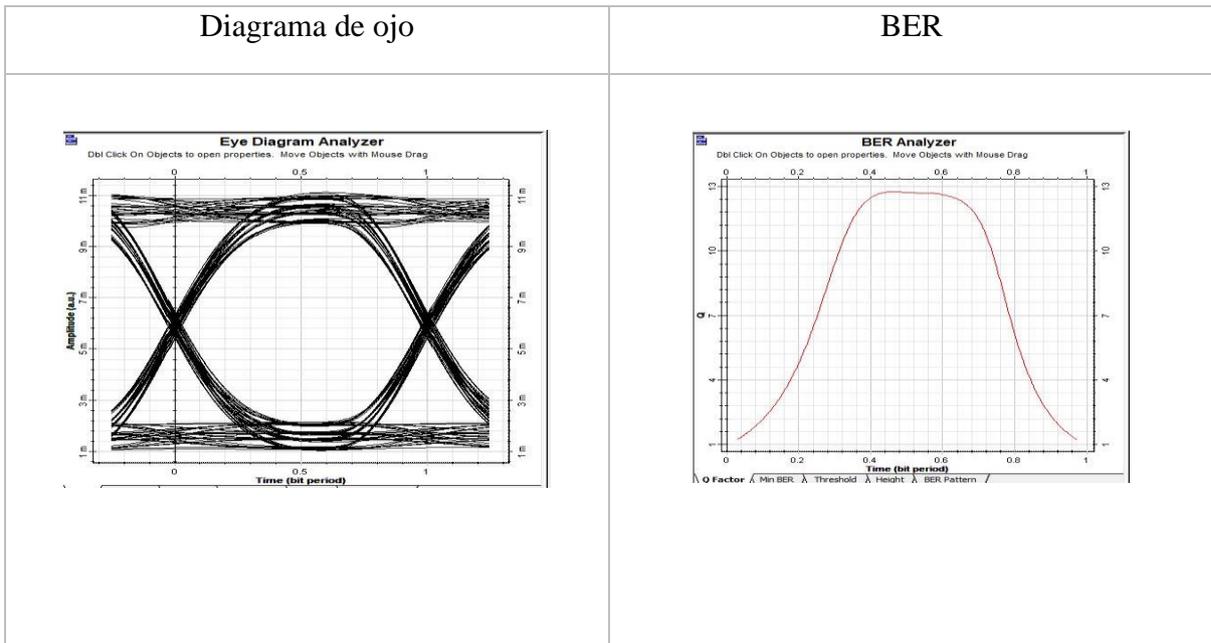
Figura 3.2.8.4 Frecuencia de espectro en el receptor de la señal.



Bosquejo de potencia con la cual llega al receptor. Fuente: Erick Rodríguez

La Figura 3.2.8.5 muestra el diagrama de gusano y espinal obtenido a simple vista cuando se comprobó que la señal no tiene ruido, es decir tiene una amplitud de cruce de alrededor de 0.4 V, más el valor de ber, que corresponde a 3.9355×10^{-12} indica la señal cuando funciona perfectamente a la velocidad ofrecida.

Figura 3.2.8.5 Traza y espectro de la señal



Espectro de ber y ojo de frecuencia en de datos. Fuente: Erick Rodríguez

Entonces el valor real en obra física de tramos de poste, la potencia óptima para CNT es la 20dBm, en algunas se requiere de re-fusión para obtener el valor requerido ya que la potencia óptima no debe pasar lo establecido, observamos un ejemplo de la simulación del power meter en una caja de distribución con el valor real.

Figura 3.2.8.6 Valor obtenido de la simulación de una ONT con el power meter.



Resultado de la simulación con el power meter. Fuente: Erick Rodríguez

Tabla 3.2.8.1 Valor real con el equipo power meter de las cajas nap de CNT.

Cajas	Potencia real (dBm)
A1	18,2
A2	18,2
A3	17,9
A4	17,7
A5	18,3
B1	17,3
B2	17,3
B3	16,2
B4	16,3
C1	16,4
C2	17,3
C3	18,4
C4	18,2
E1	17,2
E2	17,5
E3	17,7
E4	19,4
C5	Re-fusión
E5	Re-fusión

Valores calculados de tramos de poste a poste. Fuente: Erick Rodríguez

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PLAN DE COSTO DE LA RED GPON DEL GRUPO CNT

4.1 Presupuesto y gastos del proyecto técnico

En un estudio ahorrativo y plan de costo se tomaron en general la inversión fija y diferida, mediante un cuadro comparativo a un sistema de fibra óptica para optimizar la conexión a equipos de telecomunicación en un sector indicado en este caso el barrio la Luz ubicado en Quito en la provincia de Pichincha.

En la tabla 4.1 se observan datos empresariales en presupuesto óptico de CNT en inversión fija para el presente proyecto ya que se debe entender que no solo es el cambio sino el aumento del dispositivo óptico para satisfacer la necesidad del usuario mientras avanza la tecnología.

Tabla 4.1 Inversiones fijas en la empresa CNT

Detalle	Cantidad	V. unitario	V. total
OLT	1	\$2615,80	\$2615,80
ONT	150	212,46	\$31869,00
Red pasiva			\$45522,00
Total, de activos Fijos			\$80006,80

Presupuesto de inversiones fijas de un estimado para el grupo CNT. Fuente: (Erick Rodríguez)

En la tabla 4.2 se observará inversiones diferidas ya que CNT al contratar los servicios de provisión del contratista TELERAPID S.A., en instalación de la conexión FTTH hay valores por funcionamiento de equipos y red pasiva en la cual son bases que manejan administración y podemos visualizar la parte de ingeniería y grupo técnico ya que todo debe coincidir con la documentación, planos y catastros hechos por el departamento de ingeniería.

Tabla 4.2 Inversiones diferidas por la empresa CNT

Diferidos	Valor
Inversión funcionamiento	\$206,73
Inversión en configuración ópticos	\$3523,49
Inversión de red pasiva	\$268.32
Total	\$4000,54

Presupuesto de inversiones diferidas en la empresa CNT. Fuente: Erick Rodríguez

Como se puede observar en la tabla 4.2 la inversión para la parte de diseño de un técnico instalador se puede llegar a estudiar al momento de su implementación, a continuación, en la tabla 4.3 y 4.4 se observará el cuadro comparativo del suministro de sangrado, fusión y catastro.

La presente tabla está distribuida por postes y por pozos, se requirió para su mantenimiento o crecimiento de la población mediante normas del arcotel, se mantiene a la ley vigente y cumpliendo la norma de la empresa CNT, por lo cual esta tabla comparativa fue usada en el presente proyecto.

Tabla 4.3 Códigos comparativos y descripción de implementación óptica CNT

Código	Descripción	u	Precio unitario	Cantidad	Monto
556002	Catastros	u	\$ 3,74	5	\$18,70
574007	Suministro e instalación herraje de dispersión para poste	u	\$4,04	40	\$161.60
580112	Suministro y colocación de identificador acrílico aéreo 12.50cm x 6cm	u	\$7,67	91	\$697,97
580204	Suministro e instalación de manguera corrugada	m	\$2,34	18	\$37,44
580210	Suministro y colocación	u	\$46.84	4	\$187.36
	Total				\$1103,07

Presupuesto en suministros de instalación y colocación en la MT, Fuente: Erick Rodríguez

Tabla 4.4 Suministros fusiones y pruebas de potencia de la empresa CNT

Código	Descripción	u	Precio unitario	Cantidad	Monto
581019	Prueba de potencia un hilo FB GPON	hilo	\$2,10	144	\$302,40
581025	Actualizaciones de planos a la norma de dibujo o planta externa	m ²	\$68,91	3	\$206,73
584006	Preparación de la punta de cable de fibra óptica y sujeción 144 hilo	u	\$7,43	12	\$89,16
584009	Fusión de un hilo de fibra óptica	u	\$6,24	43	\$268,32
584012	Buffer de fibre	u	\$14,64	11	\$161,04
584011	Cable de fibra óptica ADSS de 6-48 hilos	u	\$6,97	11	\$76,67
587003	Preformado helicoidal para vano hasta 200m fibra ADSS	u	\$8,70	99	\$861,30
	Total				\$1965.62

Presupuesto de fusiones, suministros y prueba de conectividad de CNT, Fuente: Erick Rodríguez

En la siguiente tabla se distribuyeron suministros por herraje en fibra ADSS, suministros por cruce americano, por caja de distribución nap de prueba reflectora y catastro, en donde observamos que una persona natural no podría generar este tipo de proyecto ya que su valor económico es elevado y su ejecución es mediante una empresa. Se tomará en consideración que este valor y presupuesto son solo de la parte técnica, ya que la parte administrativa propaganda y planes por la empresa CNT manejan internamente y son datos confidenciales que ni la empresa TELERAPID S.A. dispone, por ley de CNT solo comparte datos relacionados a un proyecto designado para su debida instalación.

Tabla 4.5 Suministros de cruces americanos y herrajes ADSS de la empresa CNT

Código	Descripción	u	Precio unitario	Cantidad	Monto
589011	Suministro e instalación herraje cruce americano	u	\$64,09	7	448,63
589100	Suministro e instalación herraje retención ADSS 1	u	\$9,83	9	\$88,74
589105	Suministro e instalación herraje retención ADSS 2	u	\$10,93	27	\$295,11
589109	Suministro e instalación herraje retención ADSS 3	u	\$12,01	5	\$60,05
589246	Suministro e instalación herraje cruce americano 2 extensiones	u	\$93,05	4	\$372,20
598141	Suministro y caja de distribución aérea nap 16	u	\$139,90	17	\$2378,30
	Total				\$3643,03

Presupuesto de suministros en herrajes ADDS y Distribución nap, Fuente: Erick Rodríguez

En la siguiente tabla se observa el suministro por colocación del splitter, tendido del cable, etiqueta vinil, catastro y prueba de reflecto métrica para la unidireccional por hilo en dos ventanas GPON más traza en formato digital.

Tabla 4.6 Suministros de splitter y el tendido del cable por la empresa CNT

Código	Descripción	u	Precio unitario	Cantidad	Monto
5A5180	Suministro y colocación splitter PLC (1x8)	u	\$71,84	18	\$1293,12
5A6142	Suministro y tendido de cable aéreo ADSS de fibra óptica 48 hilos	m	\$2,74	1048,02	\$2871,52
5A6146	Suministro y tendido de cable aéreo ADSS de fibra óptica 12 hilos	m	\$1,77	647	\$1145,19
5C6009	Suministro y colocación de etiquetas de vinil	u	\$1,82	13	\$23,66
581033	Catastro de infraestructura GPON FTTH en pin SW casa pasada	Casa pasada	\$0,15	144,00	21,60
	Total				\$5432,67

Presupuesto de suministros de splitter y tendido del cable, Fuente: Erick Rodríguez

Entonces, el presupuesto en una implementación a futuro en plan de costo, para el crecimiento de población o mantenimiento es sumar el total de las tablas y se observa un precio similar ya que falta el costo administrativo y de diferente departamento, ya que el material o suministro de la empresa CNT es confidencial, como empresa contratista no dispone de todos los datos en cuestión económica, solo la parte de infraestructura.

Tabla 4.7 Implementación total del plan de costo de una migración en una MT.

Implementación	Valor (\$)
Presupuesto inversiones diferidas	\$12187,91
Total	\$12187,91

Presupuesto en implementación de sistemas de fibra óptica, Fuente: Erick Rodríguez

4.2 Evaluación Financiera

Para determinar si este proyecto de trabajo es viable, se debe tomar en consideración el siguiente indicador como característica importante para realizar una evaluación financiera:

- VAN (Valor actual neto)
- TIR (Tasa interna retorno)
- PRI (Periodo de recuperación de la inversión)

Todo lo anterior se estimula para calcular en este caso considerando el nivel de capital invertido o valor neto de ingreso que se obtiene mensualmente para tener un crecimiento anual, con el pago del usuario por el servicio de internet brindado por la empresa CNT.

A continuación la fórmula que se necesita emplear para tener en cuenta el financiamiento como la recuperación de este.

$$VAR = -I_0 + \sum_{n=1}^5 \frac{F_n}{(1+i)^n} \quad \text{Ec. (4.1)}$$

$$TIR = -I_0 + \sum_{n=1}^5 \frac{F_n}{(1+r)^n} \quad \text{Ec. (4.2)}$$

I_{do} = Inversión inicial

F_n = Flujo de caja

n = Periodo de análisis

i = Tasa de interés (se toma la del banco central)

r =Tasa de retorno

C/B =Total de ingresos /Total de egresos

Integración de una inversión que exija o requiera para que el valor neto de una inversión en un proyecto tenga cartera de inversión inicial, ya que al hacer eso se puede seguir analizando otra migración y cambio de diseños mediante FTTH, HFC etc.

Entonces la empresa debe tomar en cuenta el ingreso por cartera del abonado ya que al estar creada al 100% la red actual que interviene una última milla que es la red de conexión y carga del abonado, pues la conexión inicial se centra desplegada y realizada en CNT.

Tabla 4.8 Contenido de explicación de inversión

Tiempo	Caja total	Flujos de caja acumulado
# Años	Anual	Dinero Total

La tabla del periodo de recuperación en cartera de inversión. Fuente: Erick Rodríguez

CONCLUSIONES

Tal y como se ha podido comprobar mediante el levantamiento inicial sobre la red de suministro de la empresa CNT basada en el acceso por enlace, se identificó la existencia de varios defectos en la red de cobre como la velocidad y ancho de banda, lo que confirmó por parte de CNT la decisión de establecer la transición tecnológica de reemplazar la infraestructura de cobre por fibra óptica GPON para brindar solución a los problemas de conexión a internet del abonado.

Tras el análisis para diseñar la red GPON se optó por la mejor opción de un esquema que brinde solución para la infraestructura de la red, se eligió el siguiente esquema de gusano, como se observa en la fig. 3.2.2.1, la reducción de costos, vías de implantación y colocación de equipos ópticos, lo que permite un mejor despliegue con un ORL del enlace.

Con el diseño e implementación de este proyecto se dedujo que el despliegue de la red GPON fue óptimo, ya que su distribución dio como resultado el número de parámetros permitidos para su uso, ya que si tenemos una distancia de un kilómetro la pérdida es de 0.195dB en cada traza realizada

Para ilustrar mejor el diseño e implementación se utilizó el software Optisystem ya que su simulación nos permite planificar y realizar pruebas de ensayo para su conectividad, un parámetro es medir la potencia, su valor en simulación es de 21,83 (dBm) y su valor real máximo es de 20 (dBm) medido con el equipo óptico power meter.

Gracias a todo lo anterior, se deduce que el costo de la implementación en este proyecto de cambio de cobre a fibra óptica es de \$ 12197,91, el precio es elevado porque incluye material como suministros en herrajería, postería y equipo óptico. La implementación a futuro en otro sector es recomendable para empresas suministradoras de telecomunicación ya que su costo es elevado para una persona natural.

RECOMENDACIONES

Se recomienda estructurar un estudio para el plan de migración de red de cobre a red GPON, y que sea la que garantice que la suspensión del servicio a los abonados sea de menor rango y así no se vea afectado la calidad de servicio al abonado y la velocidad de conexión.

Se sugiere que el diseño elaborado en este proyecto sea estudiado nuevamente en un periodo de cinco a seis años ya que los cálculos, diseños e implementación están calculados y presupuestados para estos intervalos de tiempo.

Para el mantenimiento de la red FTTH, así como en futuros diseños es conveniente considerar más nivel de splitter ya que al ritmo que vamos la población en el sector la Luz va a incrementar y así se podrá cubrir una cantidad mayor de abonados y tener la calidad, eficiencia y prestigio de la empresa.

En el caso que la empresa CNT disponga y autorice para un requerimiento de la prestación de más servicios por parte de TELERAPID S.A. para la mejora de la demanda del mayor ancho de banda, se puede volver a utilizar la tecnología GPON la cual al ser adaptada bajo normas y con supervisión podemos llegar a la tecnología XG-PON que usa transceptores de mayor potencia del tipo N1 y N2a para que se adapten correctamente a los equipos y su funcionamiento.

BIBLIOGRAFÍA

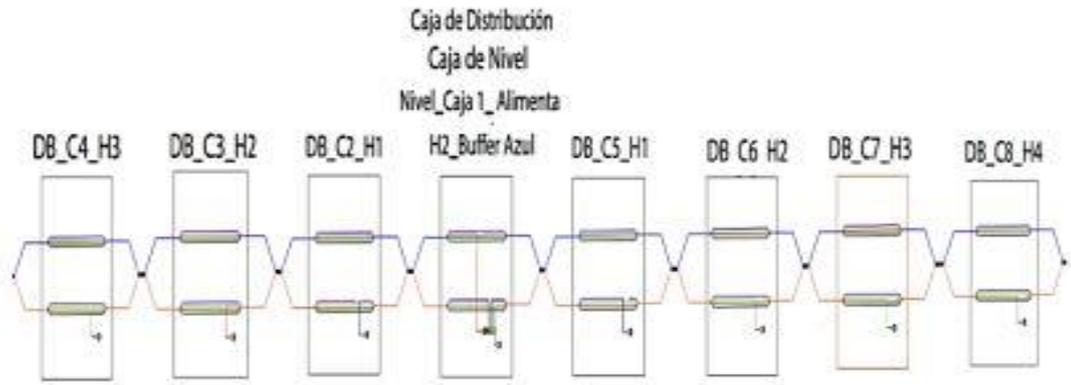
- Aguilar, S. (2015). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. Red de revistas científicas de América Latina, 11(1), 333-338. <https://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>
- Altamirano, M. (2017). Implementación óptica para mejorar el tráfico de red, entre los distritos de San Isidro y Miraflores. Villa El Salvador: Facultad de Ingeniería y Gestión.
- Arias, J. (2015). Diseño de una red FTTH utilizando el estándar GPON en el distrito de Magdalena del Mar. Pontificia Universidad Católica del Perú, Ingeniería de Telecomunicaciones. Lima: Ingeniería de Telecomunicaciones.
- Barba, L. (2007). Diseño de una red de fibra óptica para atender a los clientes de ANDINATEL S.A. en los edificios ubicados en el sector de la Avenida República del Salvador pertenecientes a la Central de Iñaquito. Quito: Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.
- Benavides, E. (2016). Análisis de una propuesta para un diseño de una red GPON de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT para brindar un mejor servicio de voz y datos en Coop. Brisas del Norte de la ciudad de Guayaquil. Universidad de Guayaquil. Guayaquil: Ingeniería en Telecomunicaciones.
- Castro, R. (2019). Diseño de una red FTTH basado en el estándar GPON para la conexión de videocámaras para el distrito San Martín de Porres. Lima: Facultad de Ingeniería. CCNA Cisco. (30 de marzo de 2015).
- CCNA Cisco Blogs. Calcular la atenuación máxima para enlaces de fibra óptica: https://www.cisco.com/c/es_mx/support/docs/optical-networking/ons-15454-sonet-multiservice-provisioning-platform-mspp/27042-max-att-27042.html
- CCNA Cisco. (22 de junio de 2018). CCNA Cisco Blogs. Obtenido de Fiber Ópticas Parte 2: Single-Moda Fiber vs. Multi-Moda-Fiber:
- Chauca, E. (2020). Diseño de una red FTTH con tecnología GPON para la migración de una red ADSL para 500 usuarios. Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas. Quito: Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas

- Carlos, C. M. (2021). Diseño de una red FTTH basado en una red GPON. Peru: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Grazzini, H. O. (2020). Fibras Opticas "Conceptos teoricos y aplicaciones prácticas" (Vol. Primera Edicion). Córdoba: Cientifica Universitaria. Hecht, E. (2017). Optica 5a. Ed. 95 - 110.
- Huidobro, J. M. (2014). Telecomunicaciones Tecnologias,Redes y Servicios. Madrid: RA-MA Editorial.
- Pachez, E. D. (2013). Hentel Normas Tecnicas de Estructuras de redes. Dexson Schneider Electric, 7 a 15.
- Plata, B. (2020). Redes de Computadoras. Alcala: Editorial Universidad de Alcala .
- Rafael Jesus, C. R. (2013). Redes Locales. Iberia: Macmillan Iberia, S.A.
- Riso, H. (2020). Redes de Telecomunicaciones. España: Jorge Sarmiento Editor- Universitas.
- Robles, F. J. (2015). Redes y estructuras locales "Computer Networks" (Vol. Primera Edición). Madrid, España: RA-MA Editorial.
- Rodriguez Barrios, F. (2020). Brillouin distribuidos en fibra optica mediante amplificacion Raman. 125-138.
- Sendin Escalona, A. (2015). Tecnologia de acceso para FTTh ICTs. el instalador los servicios y redes. valencia: Ediciones Experiencia.

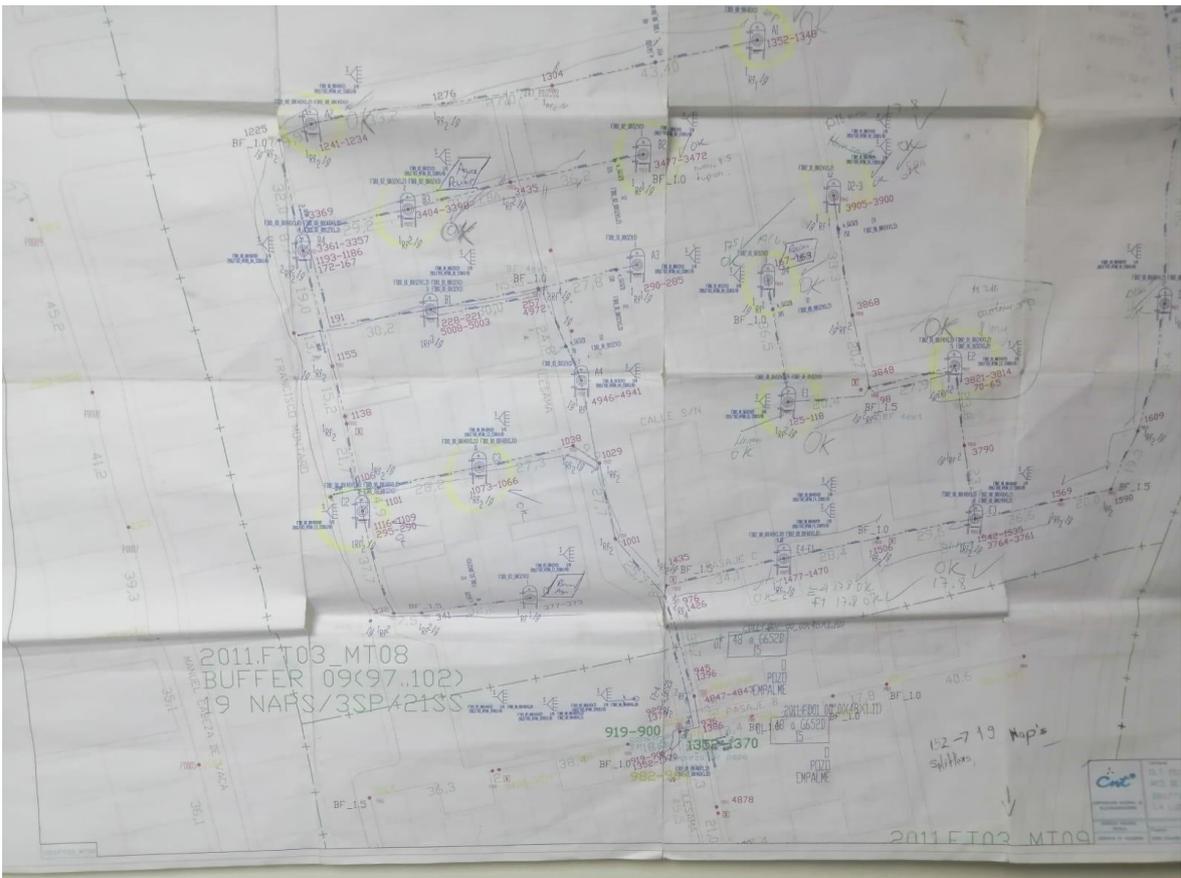
ANEXOS

ANEXO I

Diagrama unifilar utilizado en el barrio o distrito la Luz nivel de Splitteo N 1.



Plano del distrito o barrio la Luz diseño en AutoCAD MT-08.



ANEXO II

Alimentación y cajas de distribución en el barrio la Luz en total son 19 nap.

Distrito o barrio la Luz MT-08	Cajas	Hilos	Buffer
	A1	Azul	Naranja
	A2	Azul	Naranja
	A3	Azul	Naranja
	A4	Azul	Naranja
	B1	Naranja	Naranja
	B2	Azul	Naranja
	B3	Azul	Naranja
	B4	Azul	Naranja
	B5	Azul	Naranja
	D1	Naranja	Naranja
	D2	Azul	Naranja
	D3	Azul	Naranja
	D4	Azul	Naranja
	D5	Azul	Naranja
	E1 Re-fusión	Naranja	Naranja splitter
	E2	Azul	Naranja
	E3	Azul	Naranja
	E4	Azul	Naranja
	E5	Azul	Naranja
Hilos reserva	.....	Gris	Azul
Hilos reserva	.....	Blanco	Azul
Hilos reserva	.....	Gris	Azul
Hilos reserva	.....	Blanco	Azul

ANEXO III

Comparación entre ONUS de distintos proveedores

Especificación	ONU HUAWEI 8545M	ONU ZTE F612W	ONU HUAWEI HG
Presentación			
Características	Wifi: si Teléfono: un punto LAN: IGE+3FE Dimensiones:250*185*38mm Peso:0,4 kg	Wifi: si Teléfono: un punto LAN: 2FE+1TEL Dimensiones: 140*100*35mm Peso: 0,25 kg	Wifi: Antena 2x2 antena externa Teléfono: 1 punto Dimensiones: 240*160* 35mm Peso: 0,5 kg
Parámetros	<p>Interfaz GPON: Interfaz GPON, SC monomodo/ fibra única, enlace ascendente 1.25 Gbps, enlace descendente 2.5 Gbps.</p> <p>Interfaz ethernet de usuario: FE/GE interfaces de adaptación automática de Ethernet, conectores RJ45, 1*Wifi Interfaz de energía: Fuente de alimentación de CC de 12V. Un adaptador de alimentación de CA externo de 12 V 1A /CC</p> <p>Parámetro óptico de PON: longitud de onda Ti 1310nm, Rx1490nm, potencia óptica Ti: -1 ~ 4dBm, sensibilidad de Sx: - 28dBm, potencia óptica de saturación - 3dBm, tipo de conector: SC, fibra óptica tipo fibra monomodo 9/125 um</p>	<p>Interfaz GPON : Interfaz GPON (SC/PC), enlace ascendente 1.244 GBP, enlace descendente 2.488 GBP.</p> <p>Interfaz ethernet de usuario: 10/100 Base – T; Dúplex medio/ completo, 1* Wifi.</p> <p>Interfaz de energía: Fuente de alimentación de CC de 12V. Corriente del nominal 0.5 A</p> <p>Parámetro óptico: longitud de onda Ti 1290 nm, Sx 1480nm, potencia óptica 0.5 ~ 5dBm, sensibilidad de Sx: - 28dBm</p>	<p>Interfaz GPON : Interfaz GPON (SC/PC), enlace ascendente 1.244 GBP, enlace descendente 2.488 GBP. Interfaz Ethernet de usuario: GE + 3FE interfaces de adaptación automática de Ethernet, conectores RJ45, 1*Wifi</p> <p>Interfaz de energía: Fuente de alimentación de CC de 12V. Corriente del nominal 1.5 A.</p> <p>Parámetro óptico de PON: longitud de onda Ti 1310nm, Rx1490nm potencia óptica.</p>

ANEXO IV



Quito, a 28 de enero de 2021

Carta de Aceptación

Estimado Ing. Juan Carlos Domínguez Ayala.
Docente Carrera de ingeniería Electrónica.
UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA.

Reciba un cordial saludo de la empresa TELERAPID S.A. con RUC 1791978080001. El motivo de mi mensaje es explicarle que al trabajador-estudiante Erick Fabricio Rodríguez San Lucas con, CI 172355376-2, tiene toda la autorización y apoyo de tener información por parte de nuestra empresa para su proyecto técnico de titulación en diseños, concluyó el proyecto de Telerapid en el sector de la Luz sin ninguna novedad.

Durante su tiempo actual en la empresa ha demostrado responsabilidad, honestidad y dedicación en las labores que le fueron encomendadas.

Se expide la presente carta de aceptación del interesado, para los fines que crea conveniente.

TELERAPID S.A

PATRICIO JAVIER GUALAVISI

Atte.
Patricio Javier Gualavisi Sosa
Gerente General – Telerapid S.A.
1721299962

DIRECCIÓN: Calle General Rumiñahui N58F E13-249 y Río Laos.
TELEFONOS: 022804311_0939940431_0985844827. E-MAIL: info@telerapid.ec
l.gualavisi@telerapid.ec, p.gualavisi@telerapid.ec, a.gualavisi@telerapid.ec, r.gualavisi@telerapid.ec

ANEXO V

Carta Auspicio



Quito, a 12 de septiembre de 2021

Carta de Auspicio

Estimado Ing. Gustavo Caiza.
Director Carrera de ingeniería Electrónica.
UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA.

Reciba un cordial saludo de la empresa TELERAPID S.A. con RUC 1791978080001. El motivo de mi mensaje es explicarle que al trabajador-estudiante Erick Fabricio Rodríguez San Lucas con, CI 172355376-2, tiene toda la autorización y apoyo de tener información por parte de nuestra empresa para su proyecto técnico de titulación en diseños de conexiones de planos de redes GPON indicados por la empresa.

Durante su tiempo actual en la empresa ha demostrado responsabilidad, honestidad y dedicación en las labores que le fueron encomendadas.

Se expide la presente carta de auspicio del interesado, para los fines que crea conveniente.


TELERAPID S.A.

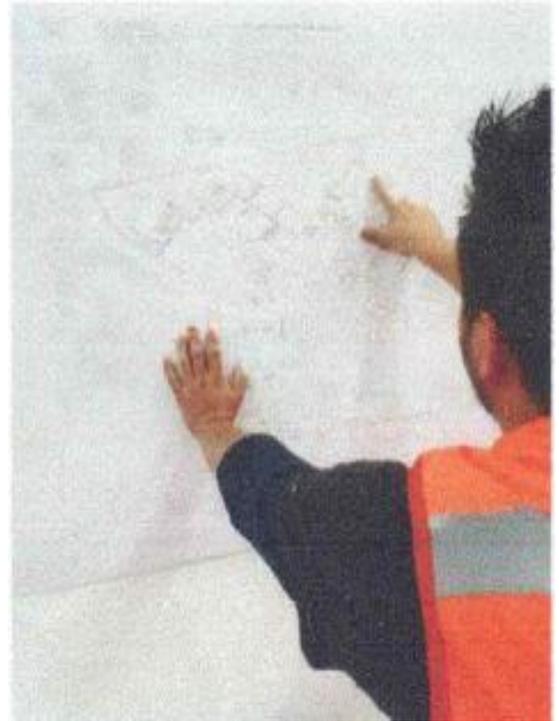
Atte.
Patricio Javier Gualavisi Sosa
Gerente General – Telerapid S.A.
1721299962

ANEXO VI

Tendido del cable.



Diseño la red FTTH.



Armado de la nap



Medición de tramos poste a poste

