



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**  
*La Universidad Católica de Loja*

**ÁREA TÉCNICA**

TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

**Diseño de ODN para la tecnología GPON para el sector sur desde barrio La Argelia de la ciudad de Loja.**

TRABAJO DE TITULACIÓN

**AUTORA:** Romero Espejo, Nashelly Romina

**DIRECTORA:** Ludeña González, Patricia Jeanneth, Mgtr.

LOJA – ECUADOR

2018



*Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>*

2018

## APROBACIÓN DE LA DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Mgtr.

Patricia Jeanneth Ludeña González.

### DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: **Diseño de ODN para la tecnología GPON para el sector sur desde barrio La Argelia de la ciudad de Loja**, realizado por **Romero Espejo Nashelly Romina**, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, Agosto de 2018

f) .....

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo **Romero Espejo Nashelly Romina** declaro ser autora del presente trabajo de titulación: Diseño de ODN para la tecnología GPON para el sector sur desde barrio La Argelia de la ciudad de Loja, de la Titulación de Electrónica y Telecomunicaciones, siendo Patricia Jeanneth Ludeña González directora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado o trabajos de titulación que se realicen con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”.

f. ....

Autor. Nashelly Romina Romero Espejo

Cédula. 1150015640

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios, a mi angelito en el cielo, que están en cada decisión importante de mi vida, son mi ejemplo, me ciudan en cada momento de mi vida y me acompañan siempre.

Papaluchito, Mamalita, A mi madre, Maria Augusta Espejo y mis hermanos Patricia, Diego, Luisita y Luis, gracias por estar conmigo, son mi apoyo incondicional para cada momento difícil de nuestras vidas. Recuerden que mi papá nos cuida.

A mi Sarita, mi niña hermosa, es un logro para nosotras, llegaste en el momento indicado. Gracias David por nuestra niña.

A mis compañeros, amigos y conocidos, cada uno de ellos apporto auqneu sea un granito para crecer como persona, a ser quien soy y a estar orgullosa de ello.

*Nashelly Romina Romero*

## AGRADECIMIENTOS

En memoria de mi papá:

Gracias por enseñarme que las cosas sencillas son las que más se admiran en una persona.

Gracias por enseñarme a hacer fuerte en el dolor y que la agonía es pasajera.

Gracias por acompañarme en las desiciones de mi vida.

Gracias por estar ahí aunque ya no sea físicamente, tu espíritu siempre habita con nosotros.

Quiero agradecer primeramente a Dios, por darnos un día mas de vida.

De manera especial al Ing Fabián Castillo y al Ing Darwin Lapo, gracias a su guía y apoyo en este trabajo de titulación para concluir de manera rápida y eficiente.

A la Ing. Patricia Ludeña, directora de este trabajo de titulación, gracias por la paciencia, y la guía brindada de este logro.

*Nashelly Romina Romero*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA .....	i
APROBACIÓN DE LA DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
LISTA DE FIGURAS .....	ix
LISTA DE TABLAS.....	x
TERMINOLOGÍA.....	xi
RESUMEN.....	1
ABSTRACT .....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
OBJETIVOS.....	5
ALCANCE .....	6
ESTRUCTURA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	7
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	8
1.1 Antecedentes locales .....	9
1.2 Problemática actual.....	9
1.3 Principio de Propagación.....	9
1.4 Fibra Óptica.....	10
1.4.1 Estructura de la fibra óptica.....	10
1.4.1.1 <i>Núcleo.</i> .....	10
1.4.1.2 <i>Revestimiento.</i> .....	11
1.4.1.3 <i>Cubierta protectora.</i> .....	11
1.4.2 Tipos de fibra óptica.....	11
1.4.2.1 <i>Fibra Monomodo.</i> .....	11
1.4.2.2 <i>Fibra Multimodo.</i> .....	11
1.4.3 Tipos de cables para fibra óptica. ....	12
1.4.4 Infraestructura para fibra óptica.....	13
1.4.4.1 <i>Conectores</i> .....	13
1.4.4.2 <i>Patch cord.</i> .....	13
1.4.4.3 <i>Pigtail.</i> .....	14
1.4.4.4 <i>Empalmes.</i> .....	14
1.4.4.4.1 <i>Por fusión.</i> .....	14
1.4.4.4.2 <i>Mecánicos.</i> .....	14
1.4.4.5 <i>Mangas o mufas.</i> .....	15

1.4.4.6	<i>Herrajes</i> .....	15
1.5	<b>Estándares PON</b> .....	15
1.5.1	<b>APON</b> .....	15
1.5.2	<b>BPON</b> .....	15
1.5.3	<b>EPON</b> .....	16
1.5.4	<b>GPON</b> .....	16
1.5.4.1	<i>Recomendación UIT-T G.984.1</i> .....	16
1.5.4.2	<i>Recomendación UIT-T G.984.2</i> .....	16
1.5.4.3	<i>Recomendación UIT-T G.984.4</i> .....	16
1.6	<b>Arquitectura de una Red PON</b> .....	17
1.6.1	<b>OLT (EQUIPO TERMINAL ÓPTICO)</b> .....	17
1.6.2	<b>ODN (RED DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA)</b> .....	17
1.6.2.1	<i>Red FEEDER</i> .....	17
1.6.2.2	<i>Red de distribución</i> .....	17
1.6.2.3	<i>Red de dispersión</i> .....	18
1.6.2.4	<i>Splitters</i> .....	18
1.6.2.5	<i>ODF</i> .....	18
1.6.2.6	<i>NAP</i> .....	18
1.6.3	<b>ONT</b> .....	18
1.7	<b>Redes FFT-x</b> .....	19
1.7.1	<b>FTTn (Fiber to the node)</b> .....	19
1.7.2	<b>FTTc (Fiber to the curb)</b> .....	20
1.7.3	<b>FTTb (Fiber to the building)</b> .....	20
1.7.4	<b>FTTh (Fiber to the home)</b> .....	21
<b>CAPÍTULO II: MÉTODOS Y MATERIALES</b> .....		<b>22</b>
2.1.	<b>Introducción</b> .....	23
2.2.	<b>Metodología</b> .....	23
2.3.	<b>Encuesta</b> .....	25
<b>CAPÍTULO III: DISEÑO DE RED ODN CON TECNOLOGÍA GPON</b> .....		<b>28</b>
3.1.	<b>Estudio de demanda</b> .....	29
3.1.1.	<b>Demanda actual</b> .....	29
3.1.2.	<b>Demanda potencial</b> .....	31
3.1.3.	<b>Crecimiento poblacional</b> .....	31
3.2.	<b>Diseño de la red ODN</b> .....	32
3.2.1.	<b>Diseño de la red de dispersión</b> .....	34
3.2.2.	<b>Diseño de la red de distribución</b> .....	35
3.2.3.	<b>Diseño de la red troncal o FEEDER</b> .....	36

3.2.4.	Diseño de canalización.....	37
3.2.5.	Esquema general de la ODN.....	39
3.2.6.	Balance óptico de la red.....	39
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS FINANCIERO .....</b>		<b>42</b>
4.1.	Introducción.....	43
4.2.	Costo total de inversión.....	43
4.2.1.	Red de dispersión.....	43
4.2.2.	Red de distribución y feeder.....	43
4.2.3.	Canalización.....	43
4.2.4.	OLT.....	43
4.3.	Determinación de costos.....	44
4.3.1.	Determinación de ingresos.....	44
4.3.1.1.	<i>Planes Comerciales CNT E.P.</i> .....	44
4.3.1.1.1.	<i>Telefonía fija.</i> .....	44
4.3.1.1.2.	<i>Internet.</i> .....	44
4.3.1.1.3.	<i>Televisión digital.</i> .....	45
4.3.1.1.4.	<i>Doble pack y triple pack.</i> .....	45
4.3.2.	Determinación de egresos.....	47
4.4.	Flujo de caja.....	48
4.5.	Indicadores de rentabilidad.....	48
4.5.1.	Valor actual neto (VAN).....	48
4.5.2.	Tasa interna de retorno (TIR).....	49
4.6.	Resultados.....	49
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>51</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>		<b>52</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>53</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>56</b>
<b>ANEXO 1: MODELO DE ENCUESTA.....</b>		<b>57</b>
<b>ANEXO 2: PLANOS DE RED DE DISPERSIÓN.....</b>		<b>58</b>
<b>ANEXO 3: PLANOS DE RED DE DISTRIBUCIÓN.....</b>		<b>59</b>
<b>ANEXO 4: PLANOS DE RED FEEDER.....</b>		<b>60</b>
<b>ANEXO 5: PLANOS DE CANALIZACIÓN.....</b>		<b>61</b>
<b>ANEXO 6: CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE LA CNT E.P.....</b>		<b>62</b>
<b>ANEXO 7: PLANILLA DE PRECIOS DE VOLÚMEN DE OBRA.....</b>		<b>63</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Ley de Snell, refracción y reflexión de la luz.....	9
Figura 1.2. Estructura de la fibra óptica.....	10
Figura 1.3. Fibra monomodo y multimodo.....	11
Figura 1.4. Patch cord de fibra óptica. ....	13
Figura 1.5. Pigtail de fibra óptica.....	14
Figura 1.6. Fibra hasta el nodo. ....	19
Figura 1.7. Fibra hasta la esquina.....	20
Figura 1.8. Fibra hasta el edificio.....	20
Figura 1.9. Fibra hasta el hogar. ....	21
Figura 3.1. Proveedores de Servicios de Telecomunicaciones.....	31
Figura 3.2. Arquitectura de una red GPON.....	32
Figura 3.2. Modelo Masivos/Casas.....	33
Figura 3.3. Zonas de dispersión. ....	35
Figura 3.4. Red Troncal FEEDER.....	37
Figura 3.5. Canalización existente y proyectada. ....	38
Figura 4.1. Flujo Neto en Efectivo y retorno de la inversión.....	50

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1. Descripción de las recomendaciones de la UIT-T para fibras y cables ópticos monomodo. ....	12
Tabla 1.2. Tipos de conectores comerciales para fibra óptica. ....	13
Tabla 1.3. Valores típicos de pérdidas ocasionadas por divisores ópticos. ....	18
Tabla 2.1. Importancia de cada pregunta de la encuesta. ....	25
Tabla 3.1. Tipo de abonados en el Sector Sur. ....	29
Tabla 3.2. Número de clientes de los servicios de telecomunicaciones. ....	30
Tabla 3.3. Número de clientes de cada proveedor de Telefonía Fija. ....	30
Tabla 3.4. Número de clientes de cada proveedor de Internet. ....	30
Tabla 3.5. Número de clientes de cada proveedor de Televisión Digital. ....	30
Tabla 3.6. Demanda Potencial de los Servicios de Telecomunicaciones. ....	31
Tabla 3.7. Umbrales mínimos y máximos de potencia óptica de OLT y ONT. ....	39
Tabla 3.8. Pérdidas típicas de los elementos de la ODN. ....	40
Tabla 3.9. Balance Óptico desde la OLT a la ONT más cercana. ....	40
Tabla 3.10. Balance Óptico desde la OLT a la ONT más lejana. ....	41
Tabla 4.1. Costo total de la Inversión. ....	44
Tabla 4.2. Telefonía fija, precio comercial modalidad GPON. ....	44
Tabla 4.3. Internet fijo, precio comercial en fibra óptica. ....	45
Tabla 4.4. CNT TV, precio comercial. ....	45
Tabla 4.5. CNT Pack, precios comerciales en fibra óptica. ....	45
Tabla 4.6. Ingresos por Servicios Contratados de usuarios actuales. ....	46
Tabla 4.7. Ingresos por Servicios Contratados de usuarios proyectados. ....	46
Tabla 4.8. Ingresos por Servicios Contratados de usuarios actuales + proyectados. ....	46
Tabla 4.9. Costos de egresos por línea de usuario por año. ....	47
Tabla 4.10. Egresos Anuales por mantenimiento y fallas de la red. ....	47
Tabla 4.11. Flujo de Caja futura. ....	48
Tabla 4.12. Resultado de los indicadores de rentabilidad. ....	49

## TERMINOLOGÍA

**ATM:** Asynchronous Transfer Mode

**CNT E.P.:** Corporación Nacional de Telecomunicaciones Empresa Pública

**DFD:** Armarios de distribución de piso

**FDB:** Armario de distribución de un edificio

**FTTh:** Fiber to the Home

**GPON:** Gigabit Passive Optical Network

**IEEE:** Institute of Electrical and Electronics Engineers

**MPLS:** Multiprotocol Label Switching

**NAP:** Caja de distribución óptica

**NGN:** Next Generation Networking

**ODF:** Armarios de Distribución Óptica

**ODN:** Optical Distribution Network

**OLT:** Optical line Termination

**ONT:** Terminal de red Óptica

**PON:** Passive Optical Network

**PTF-T:** Plan Técnico Fundamental de Transmisión.

**RCC:** Red de Conmutación de Circuitos

**RCP:** Red con conmutación de paquetes

**Subscribers:** abonados

**TIC:** Tecnologías de la información y la comunicación

**TIR:** Tasa interna de retorno

**Triple play:** voz, banda ancha y televisión

**UIT:** Unión Internacional de Telecomunicaciones

**VAN:** Valor actual Neto

## **RESUMEN**

El presente trabajo de fin de titulación tiene como objetivo principal hacer un diseño de ODN, con tecnología GPON, para el Barrio la Argelia del Sector Sur de la ciudad de Loja, con el objetivo de cubrir toda la demanda actual y proyectada para brindarles servicios de telecomunicaciones por fibra óptica.

En el presente documento se describe como se levantó la demanda actual y futura de este sector; el diseño bajo las Normativas actuales de CNT para Diseño y Dibujo. Finalmente se realizó un estudio de viabilidad del proyecto con dos indicadores de rentabilidad (VAN y TIR), concluyendo de que el proyecto es económicamente viable.

## **ABSTRACT**

The main objective of this assignment is to design an ODN, with GPON technology, for the Argelia neighborhood of the south sector of the Loja city, to cover all the existing and projected demand of the sector to provide them with services of telecommunications by optical fiber.

This document describes how the information was collected to the current and future demand of this sector, the project was design under current CNT regulations for design and drawing. Finally, a feasibility study of the project was carried out with two profitability indicators, (VAN and TIR) concluding that the project is economically viable.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente el tráfico de datos en los servicios de telecomunicaciones ha ido evolucionando a lo largo de los años, mayormente se utiliza internet para las comunicaciones. El incremento de usuarios y de aplicaciones que demandan de este servicio, ha obligado a que la tecnología y la capacidad para transmitir estos datos también aumenten.

En el Ecuador, los cambios estructurales también se han presentado en el Sector de Telecomunicaciones y TIC, para lo cual un nuevo modelo de regulación del sector debe implementarse en base a los aspectos constitucionales y las políticas públicas establecidas en el Plan Nacional del Buen Vivir (Senplades, 2014). Existe un proceso de migración de RCC (Red de conmutación de circuitos) a RCP (Red de conmutación de Paquetes) de nueva generación basadas en IP. El Plan Técnico Fundamental de Transmisión (2015) proporciona las directrices para asegurar un requisito mínimo de calidad de transmisión en aplicaciones a usuarios.

La fibra óptica tiene grandes ventajas sobre el cable coaxial y cobre (Rodríguez, 2017), como un mayor ancho de banda y menor interferencia por ruido, etc. Por este motivo se crearon las redes PON (de sus siglas en inglés Passive Optical Network). PON es una red que les permite a los usuarios contar con un mayor ancho de banda y mejores servicios de telecomunicaciones, al contar con accesos por medio de Fibra Óptica (Abreu et al., 2009). PON es usada principalmente para redes FTTH. Estas redes permiten reemplazar los elementos activos en una red por elementos pasivos, lo que permite que los costos de la red se reduzcan en un gran porcentaje (Guevara Henao, 2011). El principal objetivo de GPON es ofrecer un mayor ancho de banda y lograr una mayor eficiencia para el transporte de servicios de telecomunicaciones basados en IP (Cale, Salihovic, & Ivekovic, 2007).

La Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP es una empresa del estado ecuatoriano que está encargada de proveer servicios de telecomunicaciones en todo el país. La red GPON, de acuerdo con la demanda de servicios de telecomunicaciones que presenten los abonados, cuenta con crecimiento a futuro dentro de su red para una capacidad de transmisión de 10 Gbps. Actualmente CNT cuenta con redes de fibra óptica en varias ciudades del país (Krom, 2015).

El presente trabajo de fin de titulación se realiza un diseño de una red ODN para la tecnología GPON. El proyecto se presenta para el sector sur, la cual se delimita a los barrios San Isidro,

Julio Ordoñez y Capulí de la ciudad de Loja. El principal beneficio es la calidad de servicio y brindar cobertura a estos barrios utilizando una infraestructura con fibra óptica para acceder a los servicios de telecomunicaciones ofrecidos por CNT EP y dejar diseñada la red para futuras prestaciones dentro de las NGN (por sus siglas en inglés Next Generation Networking).

Para el diseño de este proyecto se realiza un levantamiento de toda la demanda existente y proyectada en el sector a través de encuestas a cada abonado. Se diseña la red ODN bajo las normativas de CNT EP en el software AutoCAD. Y se elabora un estudio de viabilidad financiera con la demanda proyectada con dos indicadores de rentabilidad para saber si el proyecto es viable o no.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

- Realizar el diseño de una red ODN con tecnología GPON para el sector sur desde barrio La Argelia de la ciudad de Loja.

### **Objetivos Específicos**

- Realizar el levantamiento de la demanda actual de servicios de telecomunicaciones en el área de interés.
- Realizar una red ODN con tecnología GPON de acuerdo con normativa de diseño CNT EP.
- Realizar el estudio de viabilidad financiera del proyecto.

**Palabras Claves:** FTTh, GPON, ODN.

## ALCANCE

Para realizar el diseño de la ODN, es necesario establecer el alcance que tendrá el proyecto de manera que cumpla con la vida útil de 10 años, y que se encuentre diseñado bajo las normativas vigentes de diseño, dibujo y canalización de CNT EP. El área de cobertura de la ODN debe cubrir las necesidades del sector sur de la ciudad de Loja, donde constan los barrios y urbanizaciones detallada en la Figura 1: San Isidro, Capulí, Urb. Asociación de Profesores de la UNL, Las Lagunas.



**Figura 1** Sector Sur, ciudad de Loja, barrios: Capulí, San Isidro, Julio Ordóñez  
**Fuente:** ("Google Maps," n.d.)  
**Elaboración:** [Autora]

En la figura 1 se puede observar las tres zonas principales donde se encuentran los barrios mencionados. 1: San Isidro, 2: Urb. Asociación de los Profesores de la UNL y Las Lagunas, 3: Capulí.

## ESTRUCTURA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

En este proyecto se realiza el diseño de una red ODN con tecnología GPON para el sector sur de la ciudad de Loja desde el barrio La Argelia. A continuación, se detalla la estructura del presente trabajo de titulación:

**Capítulo 1:** Establece los fundamentos de la fibra óptica y las bases teóricas para su propagación.

**Capítulo 2:** Detalla cada uno de los parámetros que fueron considerados para realizar el proyecto.

**Capítulo 3:** Detalla el estudio de la demanda actual y proyectada cuyos resultados serán utilizados para diseño de la red.

**Capítulo 4:** Detalla el estudio de viabilidad financiera a través de indicadores de rentabilidad de un proyecto, tomando en cuenta los ingresos y egresos, tanto actuales como futuros.

## **CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO**

### 1.1 Antecedentes locales

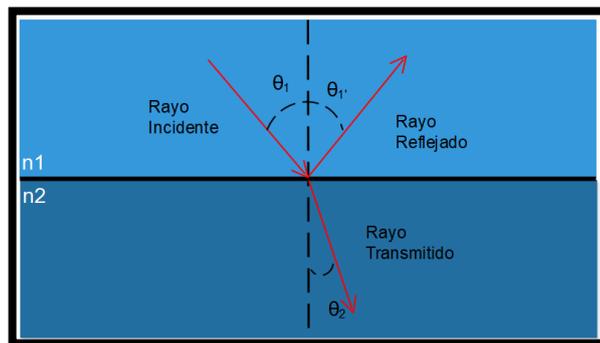
Los Corporación Nacional de Telecomunicaciones EP es una empresa proveedora de servicios de telecomunicaciones, hasta la actualidad existen sectores donde se cuenta aún con redes de cobre para los servicios de telecomunicaciones de banda ancha y telefonía fija. La ciudad de Loja se encuentra en la regeneración de casco urbano céntrico de la ciudad, por lo que se ha aprovechado para migrar redes antiguas de cobre a fibra óptica. Por este motivo CNT EP busca incursionar el uso de GPON en toda la ciudad de Loja.

Sectores fuera de esta delimitación aun no cuentan con este tipo de tecnología. Esto genera la necesidad de diseñar una red ODN con tecnología GPON para cubrir toda la demanda actual y futura, de usuarios de zonas alejadas de la ciudad.

### 1.2 Problemática actual

En el sector sur de la ciudad de Loja, en los barrios Capulí, San Isidro, Urb. Julio Ordóñez, cuenta con redes de acceso de cobre por lo que es necesario migrarlas. El barrio San Isidro se encuentra frente de la Universidad Nacional de y cuenta con un gran número de lugares comerciales, casas, cuartos y departamentos de arriendo. Tanto en el barrio Julio Ordoñez como en Capulí son sectores que se encuentran en los límites urbanos de la ciudad de Loja; ninguno de los barrios cuenta con fibra óptica en sus instalaciones. El sector sur, cuenta con 1236 clientes potenciales.

### 1.3 Principio de Propagación



**Figura 1.1.** Ley de Snell, refracción y reflexión de la luz.  
**Fuente:** (García, 2010)  
**Elaboración:** [Autora]

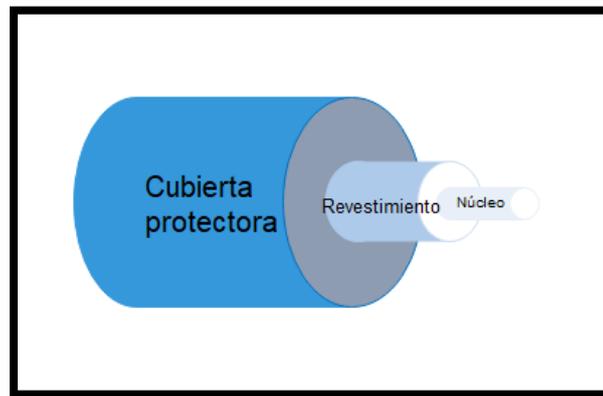
La transmisión de la luz dentro de la fibra se basa en la relación que se tiene entre dos tipos de materiales y la trigonometría. La ley de Snell se basa en rayos luminosos que al cambiar de medio hacen que la luz se refracte o se refleje, ya que al pasar por dos diferentes tipos de medios puede tener cualquiera de estos dos comportamientos. Como se observa en la Figura

1.1, dependiendo del ángulo de incidencia, que es el ángulo de la luz al ingresar al material, puede suceder cualquiera de estos fenómenos (García, 2010). Tomando en cuenta la Ley de Snell se pretende que la luz se refleje dentro del núcleo.

## 1.4 Fibra Óptica

La fibra óptica está constituida por dos cilindros coaxiales de silicio de alta pureza. En estos medios se logra transmitir información teniendo en cuenta la Ley de Snell para que la información viaje dentro de ella (“Sistemas de Fibra Optica,” 2010). Presenta ventajas con respecto a materiales conductores tanto en la capacidad de transmisión como en interferencia (Rodríguez, 2017).

### 1.4.1 Estructura de la fibra óptica.



**Figura 1.2.** Estructura de la fibra óptica.  
**Fuente:** (“fibra\_optica,” n.d.)  
**Elaboración:** [Autora]

En la Figura 1.2 se puede observar detalladamente la estructura de la fibra óptica. Se tiene tres capas principales, aunque dependiendo del medio donde será utilizado se toma en cuenta un número de protecciones para que esta no se creen curvaturas innecesarias.

#### 1.4.1.1 Núcleo.

Es el medio por donde se transmite la luz, se trata de una fibra dopada con material tipo Ge, P o B. Cuenta con un índice de refracción mayor que el del revestimiento. Su diámetro puede variar entre 8-10,50,62.5  $\mu\text{m}$ , cuanto mayor sea su diámetro mayor cantidad de luz puede transmitir.

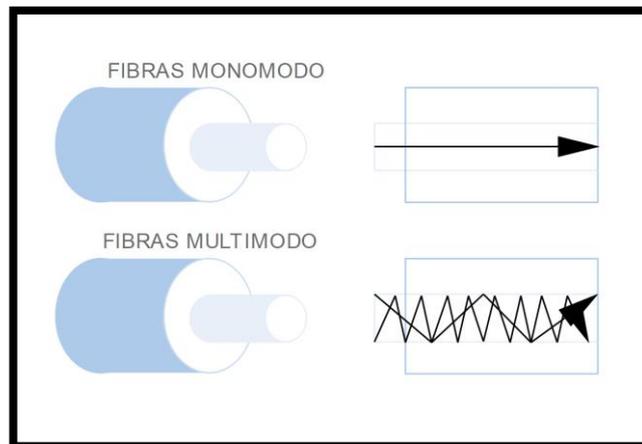
#### 1.4.1.2 Revestimiento.

Es por donde se confina la luz, es decir que no pasa la luz. Se trata de una fibra que cubre al núcleo con un diámetro de 125  $\mu\text{m}$ , como su índice de refracción es menor al del núcleo, actúa como una capa reflejante para que la luz no se refracte.

#### 1.4.1.3 Cubierta protectora.

Es un material acrílico que cubre toda la superficie del revestimiento para protegerla del polvo, otros agentes contaminantes y roedores. También sirve para la movilización y manejo de la fibra, ya que este al ser de un material muy delicado el manejo brusco de ella, puede llegar afectar con roturas internas de la fibra.

### 1.4.2 Tipos de fibra óptica.



**Figura 1.3.** Fibra monomodo y multimodo.  
**Fuente:** ("cables-mono-y-multimodo.jpg (480×300)," n.d.)  
**Elaboración:** [Autora]

#### 1.4.2.1 Fibra Monomodo.

En la figura 1.3 se muestra una fibra monomodo, es una fibra que solo permite un modo de propagación dentro de ella por lo que su diámetro no supera las 10  $\mu\text{m}$ . Las fibras monomodo permiten alcanzar grandes trayectos y transmitir altas tasas de información (Santa Cruz, 2011).

#### 1.4.2.2 Fibra Multimodo.

En la Figura 1.3 se muestra una fibra multimodo, es una fibra que permite dos o más modos de propagación. Cabe recalcar no llegan todos a la vez. Las fibras multimodo se usan comúnmente en trayectos de corta distancia o lugares cerrados (Santa Cruz, 2011).

### 1.4.3 Tipos de cables para fibra óptica.

En la Tabla 1.1 especifica las características de las fibras y cables ópticos monomodo con diferentes modos de dispersión de acuerdo con las recomendaciones UIT.

**Tabla 1.1.** Descripción de las recomendaciones de la UIT-T para fibras y cables ópticos monomodo.

<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>UIT-G.652</b>	<i>“Características geométricas, ópticas y de transmisión de la fibra, así como los métodos de prueba aplicables” (UIT-T, 2005).</i> Esta recomendación se aplica para las fibras que tienen un campo modal nominalmente circular
<b>UIT-G.653</b>	<i>“Características geométricas, mecánicas y de transmisión de fibras ópticas con dispersión cero desplazada en la región de longitud de onda de 1550 nm” (UIT-T, 2006a).</i>
<b>UIT-G.654</b>	<i>“Atributos geométricos, mecánicos y de transmisión de las fibras ópticas con dispersión nula con una longitud de onda de alrededor de 1300nm con pérdida minimizada y longitud de onda de corte desplazada en la región de longitud de onda alrededor de 1550” (UIT-T, 2006b).</i>
<b>UIT-G.655</b>	<i>“Características de una fibra óptica cuya dispersión cromática tiene que ser mayor que algún valor diferente de cero en toda la gama de longitudes de onda de la utilización prevista” (UIT-T, 2006c).</i>
<b>UIT-G.656</b>	<i>“Atributos geométricos, mecánicos y de transmisión de una fibra óptica cuyo valor positivo del coeficiente de dispersión cromática es mayor que algunos valores no nulos a través de la gama de longitudes de onda de uso anticipado de 1460-1625 nm” (UIT-T, 2006b).</i>

<b>UIT-G.657</b>	<i>“Características de las fibras ópticas insensibles a la pérdida por flexión para la red de acceso” (UIT-T, 2006b).</i>
------------------	---

**Fuente:** (“UIT: Comprometida para conectar el mundo,” 2018)

**Elaboración:** [Autora]

#### **1.4.4 Infraestructura para fibra óptica.**

##### **1.4.4.1 Conectores**

Los conectores son los elementos encargados de conectar las líneas de fibra con los demás elementos de la ODN. Existe una gran variedad de conectores, de acuerdo con su aplicación, tipo de corte y tipo de fibra. En la Tabla 1.2 se muestra los más comunes junto a sus características.

**Tabla 1.2.** Tipos de conectores comerciales para fibra óptica.

<b>Conector</b>	<b>Perdidas por inserción (dB)</b>	<b>Perdidas por retorno (dB)</b>	<b>Tipo de fibra</b>
<b>ST</b>	0,2 típico 0,15 (PC)	30	SM-MM
<b>SC</b>	0,25 (PC, SPC)	40	SM-MM
<b>FC</b>	0,25 (PC, SPC)	40	SM-MM
<b>LC</b>	0,2 típico 0,15 (PC)	30	SM-MM
<b>MTRJ</b>	0,2 típico 0,15 (PC)	30	SM-MM

**Fuente:** [Autora]

**Elaboración:** [Autora]

##### **1.4.4.2 Patch cord.**



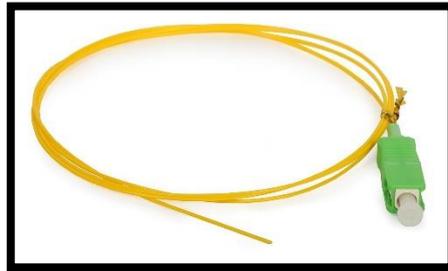
**Figura 1.4.** Patch cord de fibra óptica.

**Fuente:** (DISMATEL, n.d.)

**Elaboración:** (DISMATEL, n.d.)

Es un cable de fibra de corta longitud para el uso en interiores. Cuenta con conectores instalados en sus dos extremos para interconectar dos equipos, como se muestra en la Figura 1.4, es también conocido como cordón de fibra óptica (EcuRed, 2017).

#### **1.4.4.3 Pigtail.**



**Figura 1.5.** Pigtail de fibra óptica.  
**Fuente:** (ANVIMUR, n.d.)  
**Elaboración:** (ANVIMUR, n.d.)

Está formado por un cordón corto de fibra, como se muestra en la Figura 1.5, un conector en uno de los extremos y en el otro lado una fibra descubierta en el otro extremo para ser empalmado al cable de fibra principal. Sirven para hacer fusiones en la fibra óptica cuando se necesita un conector en el extremo, ya que por esto se evita tener mayores pérdidas en conectores mal colocados.

#### **1.4.4.4 Empalmes.**

Los empalmes son una unión permanente entre dos fibras, sirven para combinar dos cables de fibra óptica. Se utilizan para colocar las terminaciones de las fibras monomodo con pigtails en cada fibra. Existen dos tipos de empalmes como los que veremos a continuación:

##### **1.4.4.4.1 Por fusión.**

Los empalmes por fusión se hacen fundiendo el núcleo dos fibras utilizando un arco eléctrico. Para el empalme por fusión se utilizan fusionadoras, que cuentan con un equipo completo tanto para el corte, la fusión y la protección del punto de la fusión. De acuerdo con el equipo, se puede observar los posibles errores de limpieza, corte o colocación dentro del mismo equipo por lo que es muy difícil que se realice una fusión mal hecha si se siguen los pasos adecuadamente.

##### **1.4.4.4.2 Mecánicos.**

Los empalmes mecánicos se realizan con un dispositivo mecánico que alinea los extremos de las dos fibras y los mantiene unidos con un gel igualador de índice, este tipo de empalmes se los puede realizar solo una vez con el mismo dispositivo mecánico ya que este puede perder sus propiedades para la transmisión de la luz dentro de la fibra.

#### **1.4.4.5 Mangas o mufas.**

Son bandejas que permiten alojar empalmes de fibra óptica y a su vez dan espacio para acumular las fibras de reserva y los sangrados. Protegen a la fibra de las condiciones ambientales, físicas, para aumentar su vida útil.

#### **1.4.4.6 Herrajes.**

Son elementos utilizados en la red de distribución y en la canalización de la fibra óptica. Fijan el paso de la fibra óptica por postes y pozos, ayudan a la suspensión y a la seguridad ya que evita que haya tensiones que rompan la fibra en postes.

### **1.5 Estándares PON**

Eliminan elementos activos que se encuentren en la red entre el proveedor y el abonado, cambiándolos por dispositivos ópticos pasivos para reducir considerablemente los costos presentes y futuros de la Red PON. A continuación, se muestran los estándares de las Redes PON.

#### **1.5.1 APON.**

Es una Red Óptica Pasiva ATM, Asynchronous Transfer Mode, está definida dentro del estándar de la ITU-T G.983, fue el primer estándar de una red pasiva que se usaba con aplicaciones basadas en tráfico ATM (Guevara Henao, 2011).

Esta tecnología se describe por un canal descendente, en el cual las tramas se forman por celdas ATM de 53 bytes, y un canal ascendente que se forman a partir de 54 celdas ATM. La tasa de transmisión en los canales ascendente y descendente, en referencia con un solo equipo terminal, es de 155 Mbps simétricos (Guevara Henao, 2011).

#### **1.5.2 BPON.**

Broadband PON es un estándar basado en APON, definido dentro de las recomendaciones ITU-T G.983 junto con APON, donde se aportó nuevas mejoras al estándar anterior. Su principal característica es el multiplexaje por longitud de onda, intercambiando de esta manera la utilización el ancho de banda en los estándares PON (Guevara Henao, 2011).

El tráfico asimétrico en el canal descendente es de 622 Mbps y el canal ascendente de 155 Mbps. En cambio, para el tráfico simétrico tanto en el canal ascendente como en el canal descendente la velocidad de transmisión es de 662 Mbps incrementando los costos y limitaciones técnicas.

### **1.5.3 EPON.**

Ethernet PON está bajo la recomendación de la IEEE 802.3ah. Este sistema se basa principalmente en el transporte de tráfico Ethernet en vez del transporte por medio de celdas ATM, funciona con velocidades de 1Gbps, por lo cual la velocidad del abonado depende del número de ONT que se interconectan con las OLT. Este sistema ofrece un QoS en los canales de upstream y downstream (Guevara Henao, 2011).

La actualización de este estándar es el GEPON que es basado igualmente en el transporte de tráfico Ethernet con velocidades de transferencia de Gigabits por segundo.

### **1.5.4 GPON.**

Gigabit Passive Optical Network se basa en la recomendación ITU-T G.984. Es una tecnología de acceso de servicios de telecomunicaciones que utiliza la fibra óptica para llegar al abonado. Permite la transmisión de tráfico IP y ATM (Guevara Henao, 2011).

Las velocidades de transmisión en un tráfico simétrico son de 622 Mbps hasta 1.25 Gbps. Y un tráfico asimétrico es de 2.5 Gbps en un canal descendente y 1.25 Gbps en un canal ascendente, utilizando técnicas de multiplexación mediante diferentes longitudes de onda. Ya que utilizamos esta tecnología de acceso, es necesario el conocimiento dentro de la recomendación ITU-T G.984 que habla de las características dentro de la capa física y la capa de enlace de datos dentro del modelo OSI.

#### **1.5.4.1 Recomendación UIT-T G.984.1.**

Especifica las características generales de funcionamiento de las redes GPON, incluyendo los términos, las definiciones, las abreviaturas, y el tipo de interfaz de los elementos que constituyen toda la red GPON. Además, describe los diferentes escenarios que se encuentran al construir una red con las características GPON (ITU-T, 2003).

#### **1.5.4.2 Recomendación UIT-T G.984.2.**

Especifica la capacidad de la red para soportar las necesidades de velocidad de transmisión para servicios en empresas y abonados particulares, tanto el medio físico y en el medio de transmisión. Se consideran sistemas de ODN con tecnología GPON simétricas y asimétricas (ascendentes/descendentes). Además, se proponen los requisitos, especificaciones y protocolos de las tres primeras capas del modelo OSI (UIT-T, 2003).

#### **1.5.4.3 Recomendación UIT-T G.984.4.**

Describe la gestión de la red óptica del equipo terminal del abonado (ONT) y la interfaz de control (OMCI) en fibra hasta el hogar (FTTH) y fibra hasta el negocio (FTTBusiness).

Adicionalmente, especifica las entidades gestionadas de una base de información de independiente del protocolo (MIB) que modela el intercambio de información entre la terminación de línea óptica (OLT) y la terminación de red óptica (ONT) (UIT-T, 2003).

## **1.6 Arquitectura de una Red PON**

Se utiliza el estándar GPON por sus altas tasas tanto en el canal ascendente como en el canal descendente y está conformada por tres elementos que son:

- Equipos terminales de cliente (ONT).
- Equipo terminal óptico (OLT).
- Red ODN.

### **1.6.1 OLT (EQUIPO TERMINAL ÓPTICO).**

Es el equipo que se encuentra en la oficina central o en una ubicación estratégica para el sector. Es el elemento activo que usa un proveedor para dar servicios de telecomunicaciones dentro de una red ODN; se interconecta con la red MPLS, Multiprotocol Label Switching, a través de puertos de uplink. Funciona como router para ofrecer todos los servicios (CNT EP, 2015).

### **1.6.2 ODN (RED DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA).**

La red ODN está formada por la red troncal llamada FEEDER que se conecta con los splitters para conectarse con las cajas de distribución y a través de cables de secundarios, conocido como cable drop, se conectan a los equipos terminales (CNT EP, 2015).

#### **1.6.2.1 Red FEEDER.**

Interconecta la OLT con los ODF, está constituida por cables de fibra óptica que parten desde la ubicación de la OLT y se dividen hacia los elementos de distribución. Generalmente, por ser una red que necesita mayor seguridad por ser la que se comunica con la red de distribución, va canalizado hasta el ODF (CNT EP, 2015).

#### **1.6.2.2 Red de distribución.**

Es la red que une el ODF con las cajas de distribución óptica (NAP's), a través de cables de fibra óptica y pueden ser soterrados o aéreo. está constituida por splitters dentro de la ODF y las NAP's, cables de fibra, las NAP's, empalmes, reservas de NAP's y fibra (CNT EP, 2015).

### 1.6.2.3 Red de dispersión.

Es la red que se comunica con el abonado, se une desde la NAP, pasa por un cable tipo drop para exteriores e interiores hacia la casa del abonado hasta en la roseta para alimentar con un patch cord la ONT (CNT EP, 2015).

### 1.6.2.4 Splitters.

Son los elementos pasivos de la red, permiten que las señales ópticas de una fibra puedan transmitirse en varias fibras, siendo este elemento el divisor de las señales (Abreu et al., 2009). Para este elemento pasivo, conocido también como divisor óptico, cuenta con pérdidas de acuerdo con el número de divisiones que tiene la fibra, en la Tabla 1.3 se muestran los valores típicos de las pérdidas ocasionadas por este elemento.

Tabla 1.3. Valores típicos de pérdidas ocasionadas por divisores ópticos.

Divisor Óptico	Perdida de elemento típica (dB)
1x2	3.50
1x4	7.00
1x8	10.50
1x16	14.00
1x32	17.50
1x64	21.00
2x4	7.90
2x8	11.50
2x16	14.80
2x32	18.50
2x64	21.30

Fuente: (Corporación Nacional de Telecomunicaciones, 2014)

Elaboración: [Autora]

### 1.6.2.5 ODF.

Son los armarios de distribución, se encuentran ubicados en un lugar estratégico del sector, para alimentar un distrito. Conecta la red feeder por medio de splitters con la red de distribución (CNT EP, 2015).

### 1.6.2.6 NAP.

Es la caja de distribución óptica, también es el punto de acceso a la red entre la fibra de la red de distribución y el cable drop con el abonado, por medio de un splitters dentro del equipo.

### 1.6.3 ONT.

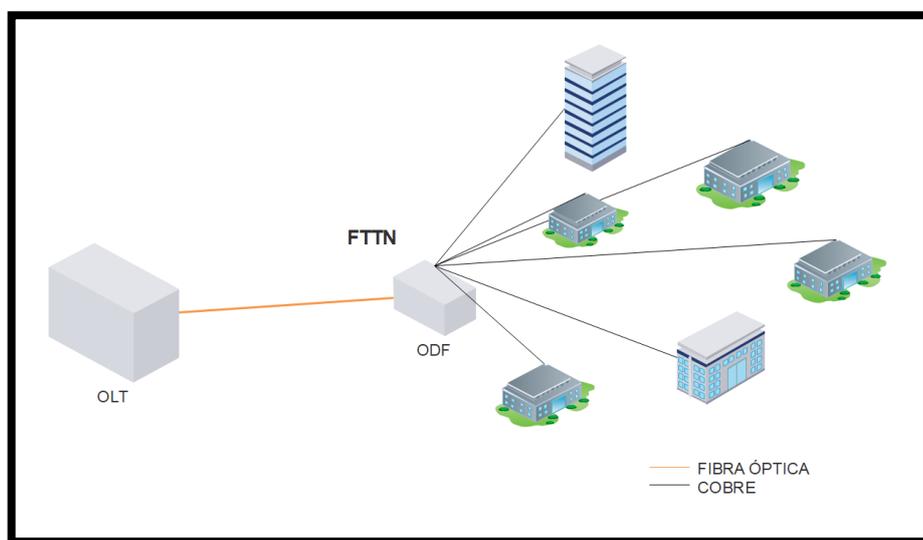
Son los equipos terminales ópticos, se ubican en la residencia del abonado, de acuerdo con la configuración de la red FTT-x que tenga. Es el equipo activo del extremo del abonado,

proporciona la interfaz entre el usuario y los servicios de telecomunicaciones y sirve para la gestión de la red del usuario final (CNT EP, 2015).

## 1.7 Redes FTT-x

Las redes FTT-x son redes que indican hasta el punto en donde se usará fibra óptica. La fibra llega a un equipo activo que realiza la conversión óptica-eléctrica, dependiendo del lugar de este equipo se clasifican en las siguientes topologías de red.

### 1.7.1 FTTn (Fiber to the node).



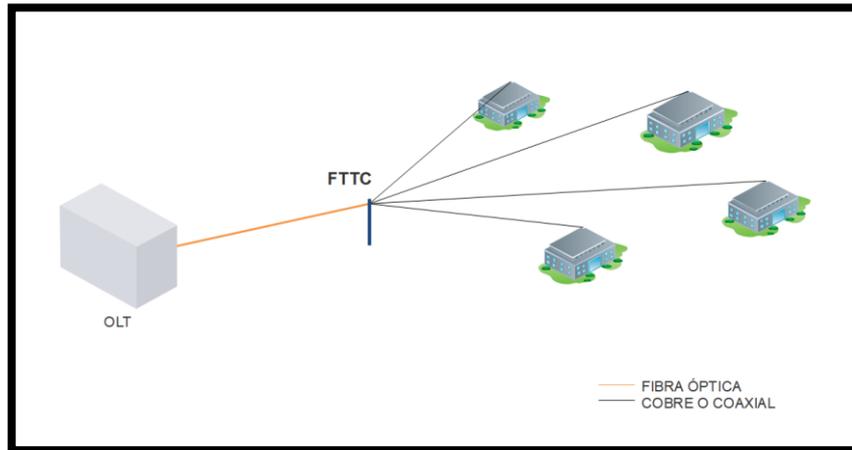
**Figura 1.6.** Fibra hasta el nodo.

**Fuente:** (Lattanzi & Graf, 2013)

**Elaboración:** [Autora]

Fibra óptica hasta el nodo es una topología mixta, la fibra óptica llega hasta un nodo designado y a partir de ese punto recorre con cobre. Como se visualiza en la Figura 1.6 la fibra llega hasta el ODF, cuenta con coberturas de hasta 500 hogares por fibra y una velocidad de transmisión de 30 Mbps (Lattanzi & Graf, 2013).

### 1.7.2 FTTC (Fiber to the curb).



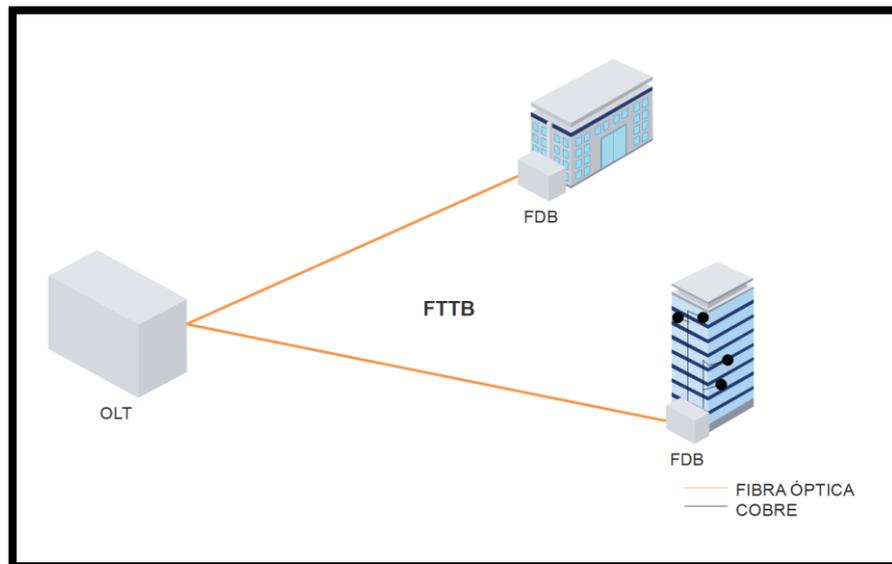
**Figura 1.7.** Fibra hasta la esquina.

**Fuente:** (Latttanzi & Graf, 2013)

**Elaboración:** [Autora]

Fibra óptica hasta la esquina, es una topología mixta. La fibra óptica llega hasta un poste, un pozo y continúa con cobre o cable coaxial hasta los hogares, como se observa en la Figura 1.7 donde la fibra llega hasta el poste. Cuenta con cobertura de hasta 100 hogares por fibra y tiene una velocidad de transmisión de 50 Mbps (Latttanzi & Graf, 2013).

### 1.7.3 FTTb (Fiber to the building).



**Figura 1.8.** Fibra hasta el edificio.

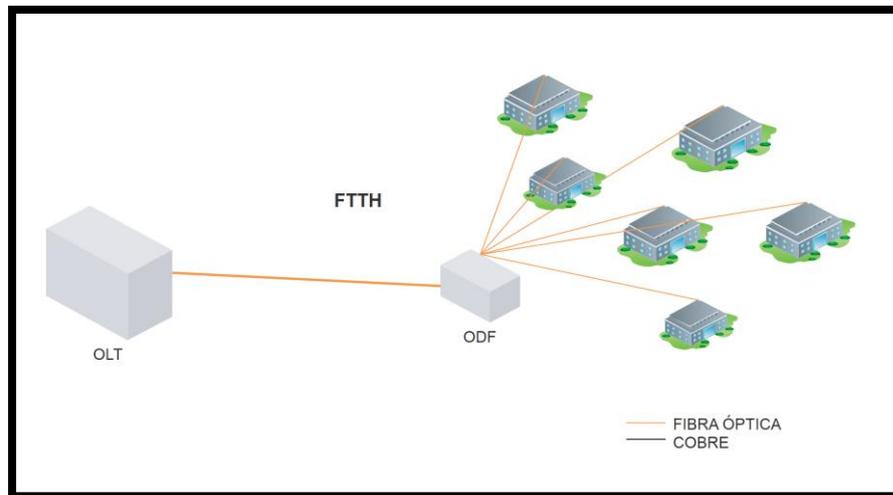
**Fuente:** (Latttanzi & Graf, 2013)

**Elaboración:** [Autora]

Fibra óptica hasta el edificio, es una topología mixta. La fibra óptica llega hasta la FDB y a partir de ese punto recorre el edificio con cobre. Como se observa en la Figura 1.8, cuenta

con una cobertura de hasta 32 departamentos con fibra conectada desde la central sin ningún tipo de nivel de spliteo y una velocidad de transmisión de hasta 100 Mbps(Latttanzi & Graf, 2013).

#### 1.7.4 FTTh (Fiber to the home).



**Figura 1.9.** Fibra hasta el hogar.

**Fuente:** (Latttanzi & Graf, 2013)

**Elaboración:** [Autora]

Fibra óptica hasta la casa, cuenta con fibra en toda su arquitectura con una topología tipo árbol. Como se muestra en la Figura 1.9, con la ayuda de splitters llega fibra óptica hasta la casa, contando con una sola fibra por hogar y con velocidades de transmisión superiores a 100 Mbps(Latttanzi & Graf, 2013).

## **CAPÍTULO II: MÉTODOS Y MATERIALES**

## **2.1. Introducción**

En el presente capítulo se habla acerca del plan de trabajo detallado que se realizó para del diseño de la ODN. Se presenta el modelo de encuesta realizado con las preguntas y la importancia de la respuesta para los abonados del sector y el grado de aceptación a la migración de la red de cobre a las redes de fibra óptica.

## **2.2. Metodología**

El proyecto se basa en el diseño de una red ODN bajo las normativas de CNT EP, cumpliendo los siguientes objetivos: el levantamiento de la demanda actual de los servicios de telecomunicaciones del sector, el diseño de la red ODN bajo las normativas vigentes de diseño, construcción y canalización del sector, y la realización de un estudio de viabilidad financiera del proyecto. Este proyecto cumple como requisito del trabajo de fin de titulación.

Para conseguir el cumplimiento de los objetivos se realizó el papeleo correspondiente a la parte legal de este proyecto, como un convenio de confidencialidad de parte de CNT EP, donde se firmó este convenio, para poder hacer uso apropiado de la información dada de CNT EP a mi persona. Se delimitó la zona de cobertura para el diseño y el levantamiento la demanda del sector, tomando en cuenta el plano catastral de la ciudad de Loja, tomado del Municipio de Loja, quien registra la localización y los límites de las propiedades individuales de cada lote de la ciudad.

Para el levantamiento de la base comercial del sector se utilizó la información recibida de CNT EP. Se encontraron las bases de datos de cada uno de los armarios telefónicos que cuentan con información del sector, como el nombre del abonado, número telefónico y dirección domiciliaria. Se tomo en cuenta información del sector de la página de la ERRSSA, ya que aquí cuenta con una base de datos con los medidores de cada abonado y su ubicación georreferenciada. El sector sur de la ciudad de Loja cuenta con varios tipos de predios: residenciales, comerciales, departamentos, instituciones, edificios, talleres, garajes y lotes baldíos.

Para determinar la demanda total de los servicios de telecomunicaciones, es decir la demanda actual y proyectada, se recopila información entrevistando a cada uno de los abonados del sector. A los que no se pudo encontrar, se insistió a través de nuevas visitas, o comunicaciones por teléfono con tal de cubrir toda la demanda actual, también se registraron ubicaciones tanto de postes como pozos para el diseño.

Al finalizar la aplicación de las encuestas se procedió a registrar cada encuesta en una hoja de cálculo de Excel para que la información pueda ser tabulada y registrada posteriormente

en el diseño. La información que se procedió a tomar en cuenta eran las respuestas de cada una de las preguntas de la encuesta incluyendo los servicios de telecomunicaciones actuales y los que podrían adquirir en un futuro. El sector cuenta con zonas completamente baldías que se tomaron en cuenta como un lote al momento de realizar cada una de las encuestas, después, se delimitó en los planos del dibujo y se hizo la contabilización para poder determinar cómo demanda potencial.

Una vez finalizado el reconocimiento del área de estudio se procedió a utilizar la herramienta de dibujo, AutoCAD. Esta herramienta de trabajo se utilizó para todas las capas dentro del diseño de ODN. Con el plano georreferenciado se procedió a limitar la zona, y colocar la información de cada uno de los abonados como número de teléfono, nombre, número de líneas, número de lote y el distrito que pertenecen, dentro de los lotes que se encontraban en el mapa.

El segundo objetivo fue el diseño de la ODN. Se levantó una ONT por cada medidor del usuario. Para poder limitar el número de usuarios por NAP, se procedió a levantar áreas de dispersión que cuenten con no más de 6 usuarios por NAP. La NAP cuenta con un total de 8 puertos, donde se instala un splitters conectorizado de 1:8 por NAP, y según la normativa (CNT EP, 2015) se debe dejar una reserva del 20% de fibras totales. Después del levantamiento de las áreas de dispersión se delimitó los sectores para que cada manga porta splitters que cuente con un número de NAP's igual en cada zona. Se utilizó una manga porta splitters en vez de una ODF porque la capacidad de una ODF es muy grande para la demanda existente y futura del sector. Se diseñó la red de distribución de cada una de las mangas tomando en cuenta la canalización existente para poder conectarse con la red FEEDER y posteriormente conectarse con la OLT. La OLT fue colocada estratégicamente para tener una distancia similar en los distritos. Las reservas, tanto en la red de distribución, la red de dispersión como en la red FEEDER fueron designadas en lugares en los que aún falta crecimiento de la población como construcciones, terrenos baldíos y edificios residenciales. Finalmente se colocó simbología de reservas para el entendimiento del diseño. Se presentó el diseño para la revisión y aprobación de CNT EP para realizar el siguiente objetivo del proyecto.

En el tercer objetivo se procedió a obtener los volúmenes de obra, tomando en cuenta las redes que componen la red ODN, desde la red FEEDER, red de distribución y canalización, en esta última tomando en cuenta pozos y canalización, proyectada y existente. Para la elaboración de un presupuesto referencial se utilizó el análisis de precios unitarios, precios directos e indirectos que utiliza CNT EP tomando en cuenta los volúmenes de obra de la red ODN. Se proyectó los ingresos que tendría el proveedor de servicios de telecomunicaciones

al vender estos productos ya sea de manera individual o en paquetes de 2 o 3 servicios. Con estos valores se tomó en cuenta el costo total de la inversión, los ingresos y egresos del proveedor de telecomunicaciones y se revisaron con los indicadores de rentabilidad para ver el tiempo de retorno de la inversión e ingresos futuros por el servicio brindado, tomando en cuenta la demanda proyectada. Con otro indicador de rentabilidad se observó el porcentaje de beneficio o pérdida que tendría la inversión para poder determinar la rentabilidad del proyecto.

### 2.3. Encuesta

Para saber la importancia de la información obtenida y la acogida de esta nueva red de telecomunicaciones, es necesario conocer la estructura de la encuesta aplicada al sector. A continuación, en la Tabla 1.4, se presenta cada pregunta y la importancia dentro del diseño de la red ODN para el sector. En el Anexo 1 se muestra el Modelo de la encuesta realizada.

**Tabla 2.1.** Importancia de cada pregunta de la encuesta.

Pregunta	Importancia
<b>1. El abonado o usuario es de tipo</b>	Esta pregunta sirve para identificar el tipo de predio que se debe considerar en el diseño, dentro de estos algunos tipos de abonados que no se toman en cuenta como lotes, construcciones, garajes y talleres, a estos lugares se los ha considerado como posible demanda futura.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Residencial</li> <li>• Comercial</li> <li>• Residencial y Comercial</li> <li>• Construcción</li> <li>• Garaje</li> <li>• Taller</li> <li>• Instituciones públicas o privadas</li> <li>• Lote baldío</li> </ul>	
<b>2. Tipo de vivienda</b>	Se determina el tipo de cliente, ya que se puede determinar el número de líneas que se necesitara en el diseño; no se tomaron en cuenta las viviendas de bajos recursos, a estos hogares se los ha considerado como posible demanda futura.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Casa Propia</li> <li>• Casa Arrendada</li> <li>• Edificio residencial</li> <li>• Edificio de oficinas</li> <li>• Locales comerciales</li> <li>• Viviendas de bajos recursos</li> <li>• Casa familiar</li> </ul>	

<p><b>3. ¿Qué tipo de servicios de telecomunicaciones posee el abonado?</b></p>	<p>Determina los servicios de telecomunicaciones con que cuenta el abonado, ya sea individuales o por paquetes de 2 o 3 servicios.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Telefonía fija</li> <li>• Internet</li> <li>• Televisión pagada</li> </ul>	
<p><b>4. ¿Cuáles son los proveedores con los que tiene contratado los servicios antes mencionados?</b></p>	<p>Brinda información acerca de cuantos clientes tiene cada una de las empresas de telecomunicaciones que operan en el sector.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Telefonía fija</li> <li>• Internet</li> <li>• Televisión pagada</li> </ul>	
<p><b>5. En caso de contar con algún servicio prestado por CNT EP, especifique los siguientes datos</b></p>	<p>Aunque esta pregunta no entre en la parte de tabulación, sirve para identificar al abonado en el diseño ya que se especificara dentro de los atributos de la demanda existente todos los datos brindados para el diseño de la ODN en AutoCAD</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de teléfono</li> <li>• Nombre del abonado</li> <li>• Dirección</li> </ul>	
<p><b>6. ¿Cuánto paga mensualmente por los servicios contratados?</b></p>	<p>Se tiene conocimientos de los costos que cancelan de cada servicio de telecomunicaciones con cada proveedor con el que contrata el abonado</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Telefonía fija</li> <li>• Internet</li> <li>• Televisión pagada</li> </ul>	
<p><b>7. En caso de no tener alguno de estos servicios contratados con CNT EP ¿Cuál de los siguientes servicios le gustaría contratar?</b></p>	<p>Se pretende tener un conocimiento de un número aproximado de una posible demanda futura que no posea alguno de estos servicios de telecomunicaciones con CNT EP que se validaran con las respuestas anteriores.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Telefonía fija</li> <li>• Internet</li> <li>• Televisión digital</li> <li>• Telefonía fija e Internet</li> <li>• Telefonía fija y Televisión digital</li> <li>• Internet y Televisión digital</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Telefonía fija, Internet y Televisión Digital</li> <li>• Ninguno</li> </ul>	
<p><b>8. ¿Le gustaría contar con los tres servicios a un único precio?</b></p>	<p>Permite saber el grado de aceptación de la población con respecto al costo comercial.</p>

**Fuente:** [Autora]

**Elaboración:** [Autora]

### **CAPÍTULO III: DISEÑO DE RED ODN CON TECNOLOGÍA GPON**

### 3.1. Estudio de demanda

Para el sector de estudio se realizaron un total de 1031 encuestas, de las cuales se pudieron obtener información de cada uno de los abonados y los servicios de telecomunicaciones que tienen cada uno de los proveedores. La realización de la encuesta permitió conocer el estado actual de la red y los servicios de telecomunicaciones con que cuenta la población en la actualidad, así también lugares como lotes baldíos, construcciones, talleres y garajes que como dicho anteriormente serán tomados en cuenta como posible demanda futura.

Como la primera pregunta se tomó en cuenta el tipo de abonado existente en el sector sur de la ciudad. En la Tabla 3.1 presenta los resultados de las encuestas realizadas con respecto al tipo de abonado del sector.

**Tabla 3.1.** Tipo de abonados en el Sector Sur.

<p><b>No se puede mostrar el contenido por un convenio de confidencialidad con CNT EP</b></p>
---

**Fuente:** [Autora]

**Elaboración:** [Autora]

El total de abonados es superior al número de encuestas que se realizó, ya que hay sectores que son terrenos baldíos en su mayoría o totalidad de cuadras y no fueron tomadas en cuenta como superficies individuales sino el terreno baldío completo. También se encontró casas que contaban con más de un abonado y se tomó en cuenta como un solo propietario, pero, en la parte del diseño se realizó el levantamiento del sector con los medidores de los abonados, ya que se toma georreferenciado a la ubicación de la vivienda del usuario. Se notó casas residenciales habían más de un abonado, por lo que se llegó a determinar 1286 como número total de abonados actuales en el sector.

#### 3.1.1. Demanda actual.

La demanda actual está establecida por cada abonado que posea uno o varios servicios de telecomunicaciones, sea cual sea su proveedor. En las tablas 3.2, 3.3, 3.4 y 3.5 se presentan

los resultados de las encuestas realizadas, así como los datos de los servicios de telecomunicaciones y los proveedores del sector.

**Tabla 3.2.** Número de clientes de los servicios de telecomunicaciones.

**No se puede mostrar el contenido por un convenio de confidencialidad con CNT EP**

**Fuente:** [Autora]

**Elaboración:** [Autora]

**Tabla 3.3.** Número de clientes de cada proveedor de Telefonía Fija.

**No se puede mostrar el contenido por un convenio de confidencialidad con CNT EP**

**Fuente:** [Autora]

**Elaboración:** [Autora]

**Tabla 3.4.** Número de clientes de cada proveedor de Internet.

**No se puede mostrar el contenido por un convenio de confidencialidad con CNT EP**

**Fuente:** [Autora]

**Elaboración:** [Autora]

**Tabla 3.5.** Número de clientes de cada proveedor de Televisión Digital.

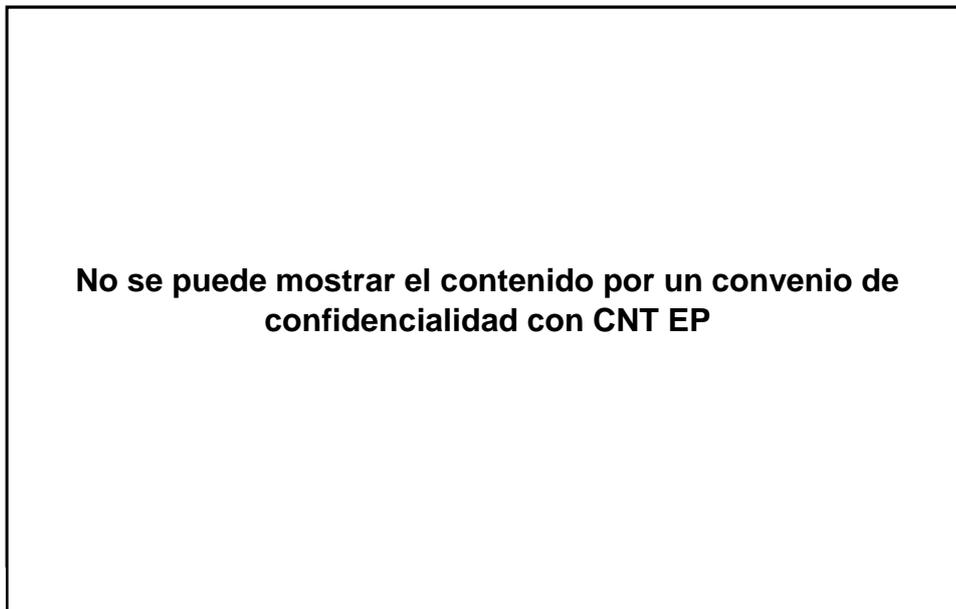
**No se puede mostrar el contenido por un convenio de confidencialidad con CNT EP**

**Fuente:** [Autora]

**Elaboración:** [Autora]

Cabe señalar que CNT EP cuenta con el dominio de dos de los tres servicios de telecomunicaciones de estos tres sectores de la ciudad, otros proveedores de estos servicios

también cuentan con un número pequeño de usuarios. A continuación, se muestra en la Figura 3.1 todos los servicios de telecomunicaciones por proveedor.



**Figura 3.1.** Provedores de Servicios de Telecomunicaciones.

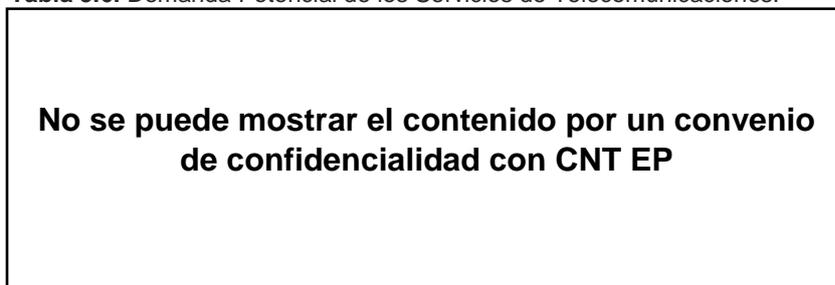
**Fuente:** [Autora]

**Elaboración:** [Autora]

### 3.1.2. Demanda potencial.

Para la demanda potencial del sector se debe tomar en cuenta la información recolectada de las encuestas realizadas en el sector para poder determinar cuántos usuarios nuevos y antiguos contratarían uno o varios servicios de telecomunicaciones de la red ODN cuando esté completamente implementada y en funcionamiento. En la Tabla 3.6 se muestra la demanda potencial de los servicios de telecomunicaciones.

**Tabla 3.6.** Demanda Potencial de los Servicios de Telecomunicaciones.



**Fuente:** [Autora]

**Elaboración:** [Autora]

### 3.1.3. Crecimiento poblacional.

Tomando en cuenta de que los equipos ópticos no son de una vida útil mayor de 10 años por razones de velocidades y por requerimientos de CNT EP se considera que la vida útil de la

red ODN será de 10 años. La tasa de crecimiento de población en la ciudad de Loja es de 1.1%(INEC, 2010), se realiza el cálculo del crecimiento poblacional con la fórmula 3.1.

$$D(t) = D_o(1 + i)^t \quad (3.1)$$

$D(t)$ = Demanda futura en el tiempo

$D_o$ = Demanda actual

$i$ = Tasa de crecimiento de la población

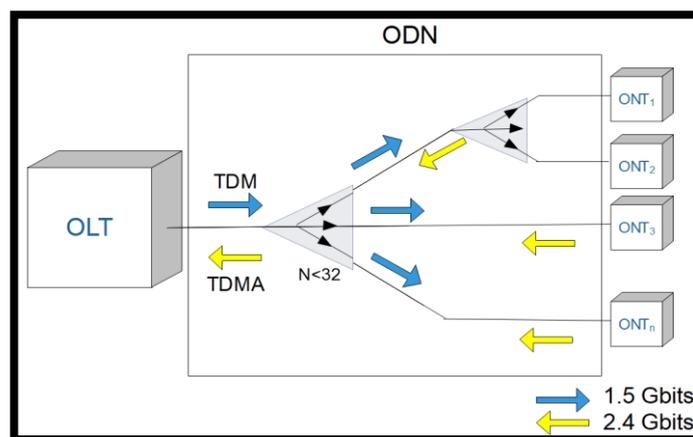
$t$ = tiempo

**No se puede mostrar el contenido por un convenio de confidencialidad con CNT EP**

### 3.2. Diseño de la red ODN

Un documento muy importante dentro del diseño es la Normativa Técnica de Diseño de ODN de CNT E.P. ya que especifica las características de diseño que son necesarias para el correcto diseño de la ODN desde un punto de vista técnico.

Se utiliza un modelo de arquitectura GPON que describe una red acceso con fibra óptica, capaz de soportar futuras ampliaciones de anchos de banda de servicios comerciales y corporativos. Como se observa en la Figura 3.2 es un esquema que ya hemos descrito en capítulos anteriores, con tasas nominales de downstream de 2.4 Gbits y upstream de 1.2 Gbits.



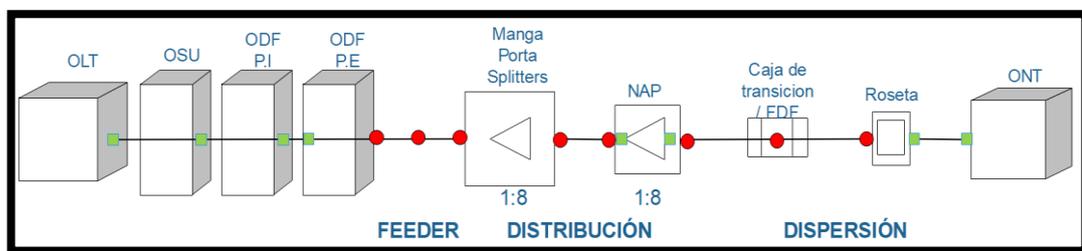
**Figura 3.2.** Arquitectura de una red GPON.  
**Fuente:** (CNT EP, 2015)  
**Elaboración:** [Autora]

Según la Norma Técnica de Diseño (2015), se cuenta con varios modelos definidos con el fin de cubrir los diferentes tipos de infraestructuras que pueden estar disponibles para brindar servicios de fibra óptica, en cada modelo se diferencia en la etapa de diseño desde la OLT a

la ONT. A continuación, se mencionan algunos modelos que se encuentran en la normativa técnica:

- Modelo Masivos/Casas
- Modelo Masivos/Edificios
- Modelo Multi accesos
- Modelo Corporativo Edificios
- Modelo Parque Industrial
- Modelo Radio Base 3G/4G

El modelo que se utiliza para el diseño de la ODN del sector sur de la ciudad de Loja para implementarse para el despliegue de la red GPON FTTH se muestra en la Figura 3.3.



**Figura 3.2.** Modelo Masivos/Casas.

**Fuente:** (Corporación Nacional de Telecomunicaciones, 2014)

**Elaboración:** [Autora]

Con un modelo de ODN para el diseño del sector se debe seguir los siguientes puntos:

- Red de dispersión
- Red de distribución
- Red troncal o FEEDER
- Canalización
- Simbología final y nomenclatura

Teniendo en cuenta los pasos a seguir para el diseño de la ODN, es necesario considerar algunos aspectos que permiten que el diseño final este bajo las normativas de CNT E.P. y al sector del presente proyecto, en estas consideraciones tenemos:

- El plano de la ciudad debe estar georreferenciado, esto permitirá que la información que se levante en el mapa sea lo más real posible ya sea de distancias, ubicaciones y así optimizamos el tiempo de trabajo.
- Toda la demanda total debe constar en el plano anteriormente mencionado, así se facilita el diseño de las áreas de dispersión.

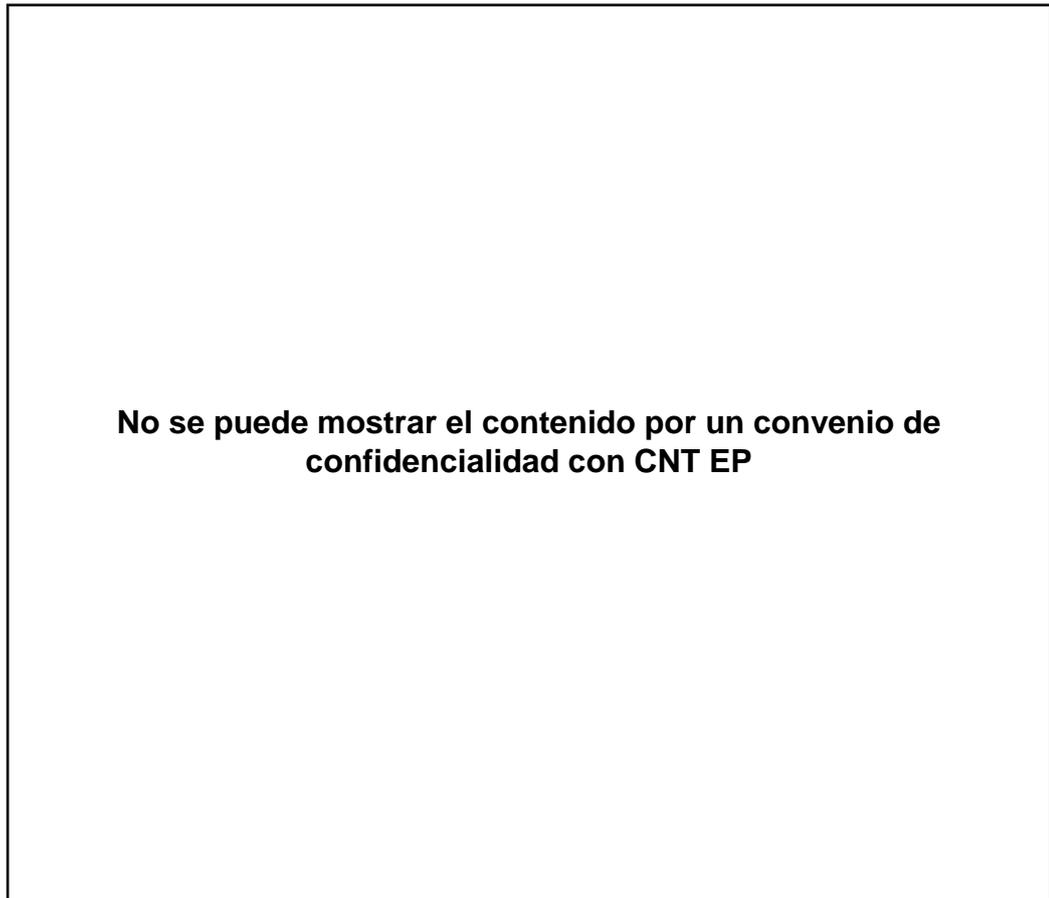
- Se debe tomar en cuenta la información de toda la canalización existente del sector con el fin de considerar aspectos irregulares y contar con información validada del sector.
- Obtener la ubicación georreferenciada de los postes de Loja por medio de CNT E.P. o directamente de la página de la EERS S.A.
- Dentro del área de dispersión se recomienda contar con una ocupación de un 80% de la demanda actual y un 20% para una futura ampliación de la red.
- La distancia recomendada entre una FDH y el abonado más lejano dentro del área de dispersión es de 300 metros, sin embargo, en la normativa CNT E.P. esta distancia varía en función a la atenuación máxima. La atenuación está fijada en 28 dB (Corporación Nacional de Telecomunicaciones, 2014).

### **3.2.1. Diseño de la red de dispersión.**

La red de dispersión, según la normativa de diseño, es el área de influencia de la NAP y va hasta la ONT. Cada una de las áreas de dispersión cuenta con un poste donde es colocada la NAP, las NAP's, las ONT's, y el cable drop de distribución. La NAP cuenta con una capacidad de 8 abonados, donde agrupan solamente hasta 6 abonados, dejando dos hilos de reserva para ampliaciones futuras de la red.

Al momento del diseño no se toma en cuenta el levantamiento de la fibra drop, desde la NAP hasta la ONT, sino al momento de la implementación, ya que esto se instalará de acuerdo con el pedido del abonado y los servicios a contratar, tampoco esto es considerado al momento del costo total de la red.

Con estas consideraciones, en el diseño de las redes de dispersión, el número de NAP's en el sector es de 196 cajas, es decir 196 áreas de dispersión. En Anexo 2 se encuentra el resultado detallado del diseño de la red de dispersión. En la Figura 3.3 se muestra un ejemplo del diseño del área de dispersión



**Figura 3.3.** Zonas de dispersión.  
**Fuente:** [Autora]  
**Elaboración:** [Autora]

### **3.2.2. Diseño de la red de distribución.**

La red de distribución es aquella que tiene su origen en la manga porta splitters hasta cada una de las NAP's de cada una de las áreas de las redes de distribución. Para el diseño de esta red y la ubicación de las mangas porta splitters, es necesario tener la información del sector como: canalización y ubicación geográfica de los postes. La fibra por utilizar en esta red es la G.652.D de tipo aéreo y canalizado, de 6, 12, 24, 48, 72 y 96 hilos para alimentar cada una de las NAP's. Para sujetar las fibras de paso y las NAP's en la red de dispersión se usa su respectiva herrajería.

Para el diseño se tomó en cuenta 6 distritos, distribuidos en 3 distritos en San Isidro conformado por áreas de dispersión; 2 distritos en Julio Ordoñez conformado por áreas de dispersión; 1 distrito en Capulí conformado por áreas de dispersión. Se recomienda que cada una de las NAP's se encuentren en un poste por red de dispersión, en algunas áreas de dispersión no se contaba con un poste en el sector y se optó por poner dos NAP's en un solo poste.

Cabe mencionar que, en la red de distribución, cada una de las NAP's se enumeran de manera alfanumérica, tomando en cuenta la mayor distancia desde la manga porta splitters a la última NAP siendo esta la primera para la numeración, es decir, de la siguiente manera: A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, B4, C1... hasta la NAP más cercana de la manga porta splitters.

En el sector no contaban con suficientes postes con una distancia adecuada, se optó por añadir postes para pasar la fibra de la red de distribución. En el Anexo 3 se encuentra el diseño detallado sobre la red de distribución.

### **3.2.3. Diseño de la red troncal o FEEDER.**

La red troncal o FEEDER está conformada por la OLT y las mangas porta splitters. Para el levantamiento de esta red se toma en cuenta: la canalización, ya que usualmente suele ser toda esta red troncal canalizada, teniendo en cuenta que haya canalización existente en el sector. La OLT se ubicó al "centro" de estos barrios, se tomó en cuenta también un lugar seguro y un lugar donde no invada propiedad privada o paso peatonal en las aceras. La red troncal utiliza cables estandarizados en la norma G.652.D, y se recomienda utilizar cables de fibra óptica de baja capacidad por el manejo y el tiempo de mano de obra hasta de 96 hilos.

Para el diseño de la red troncal se optó por lanzar la red FEEDER por aire y canalizado, por una razón de precios y trabajo de obra, ya que el sector se encuentra distribuido en barrios un alejados uno de otro. Se utilizó la canalización existente desde la bodega de CNT EP, ubicada en la Avenida Pio Jaramillo Alvarado y Albert Einstein, a la ciudadela Julio Ordoñez. Esta canalización fue utilizada para dos de los tres FEEDER del diseño, el tercer FEEDER fue lanzado por aire y canalizado. La salida de la OLT contaba con canalización existente y el resto de recorrido, se lanzó el FEEDER por aire, hasta un pozo existente en el barrio Capulí, tomando en cuenta cada uno de los herrajes correspondientes a la parte aérea y canalizada.

Para la red troncal, como se muestra en la Figura 3.4, se tomó dos cables FEEDER de 48 hilos y uno de 24 hilos. El FEEDER 1 alimenta el sector de San Isidro dejando en cada manga porta splitters 12 hilos, siendo 3 mangas porta splitters en este sector. El FEEDER 2 alimenta el sector de Julio Ordoñez dejando en cada manga porta splitters 12 hilos, Julio Ordoñez cuenta con dos mangas porta splitters. El FEEDER 3 alimenta el sector Capulí cuenta con una manga porta splitters de 12 hilos. El diseño de la red troncal se encuentra detallada en el Anexo 4

**No se puede mostrar el contenido por un convenio de confidencialidad con CNT EP**

**Figura 3.4.** Red Troncal FEEDER.

**Fuente:** [Autora]

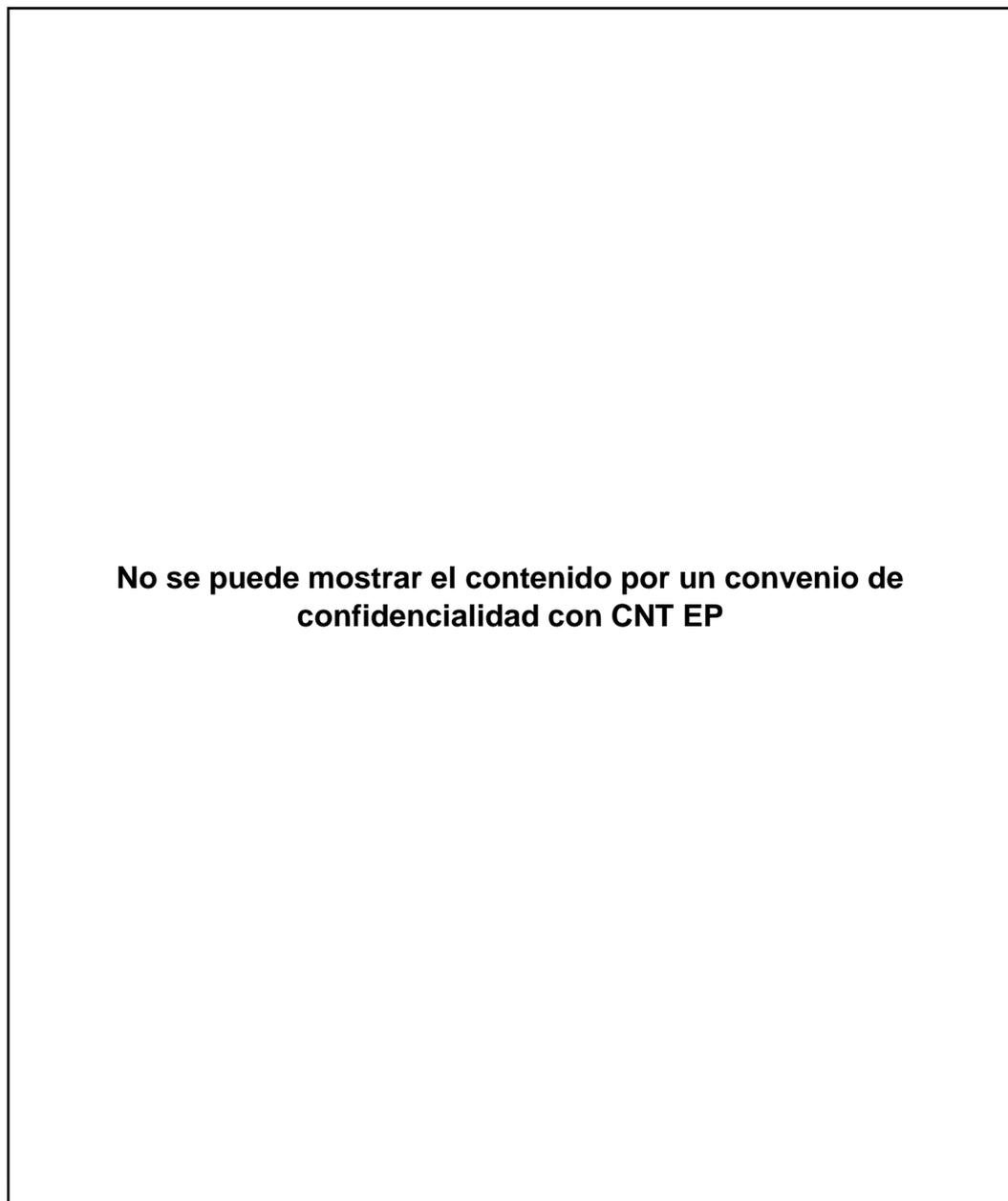
**Elaboración:** [Autora]

#### **3.2.4. Diseño de canalización.**

Son todos los elementos de infraestructura civil soterrados. Permiten el alojamiento, protección y paso de los cables y/o fibras de la red de telecomunicaciones. Se compone de ductería, pozos para revisión y la canalización, que es el paso de un pozo a otro.

Primeramente, se toma en cuenta la canalización existente en el sector. Como se mencionó anteriormente, se ocupó la canalización existente entre la bodega Sur y la Urb. Julio Ordoñez, proyectando varios pozos para la alimentación desde la red Feeder a la red de distribución.

La canalización proyectada se diseñó de acuerdo con la necesidad que tenía el sector para ubicación de las mangas porta splitters y para el paso soterrado de la fibra óptica ya que la mayoría de la canalización utilizada fue la mencionada anteriormente. En la Figura 3.5 se muestra la canalización existente y proyectada del sector a utilizar en la red ODN. Los planos de la canalización utilizada en el Sector se encuentran detallada en el Anexo 5.



**Figura 3.5.** Canalización existente y proyectada.

**Fuente:** [Autora]

**Elaboración:** [Autora]

### 3.2.5. Esquema general de la ODN.

La red ODN está conformada por cada una de las redes proyectadas y sus respectivas conexiones lógicas. En el diagrama general de la ODN muestra toda la simbología utilizada para identificar cada uno de los elementos que conforman desde la red de dispersión hasta la red de troncal Feeder. Todo el diseño realizado en el software AutoCAD de los diagramas de cada una de las redes se encuentra detallados en los Anexos 2, 3, 4, 5.

### 3.2.6. Balance óptico de la red.

El balance óptico permite conocer la máxima atenuación de la señal entre el equipo central y el equipo del abonado. Es decir, permite conocer si los equipos activos se saturarán con la potencia que entrega el sistema. Para poder garantizar que los servicios de telecomunicaciones que se transmitan por este medio de propagación, debemos considerar elementos como conectores, empalmes, divisores ópticos, distancia de la fibra.

Para calcular el balance óptico de nuestra red se utiliza la fórmula 3.2:

$$P_r = P_{Tx} - \alpha_{Total} \quad (3.2)$$

Donde:

$P_r$ : Potencia recibida (dBm)

$P_{Tx}$ : Potencia máxima de emisión del transmisor óptico (dBm)

$\alpha_{Total}$ : Atenuación total (dB)

De acuerdo con CNT EP dentro de sus normativas describe los valores de los umbrales de potencia mínimos y máximos para el cálculo del balance óptico entre los equipos activos de la red, esto también se encuentra considerado en la norma ITU-T G-984.2, los cuales se detallan en la Tabla 3.7.

**Tabla 3.7.** Umbrales mínimos y máximos de potencia óptica de OLT y ONT.

Descripción	OLT	ONT
Potencia mínima de emisión	1.5 dBm	0.5 dBm
Potencia máxima de emisión	5 dBm	5 dBm
Potencia mínima de recepción	-28 dBm	- 27 dBm
Potencia máxima de recepción	- 8 dBm	- 8 dBm

Fuente: (Corporación Nacional de Telecomunicaciones, 2014)

Elaboración: [Autora]

Para conocer la atenuación de nuestra red se deben sumar todas las pérdidas que generan todos los elementos de la ODN, en la Tabla 3.8 se muestran los valores de atenuación típicas de los elementos de ODN.

**Tabla 3.8.** Pérdidas típicas de los elementos de la ODN

<b>Descripción</b>	<b>Atenuación típica</b>
<b>Conectores</b>	0.5 dB
<b>Fusiones</b>	0.1 dB
<b>Divisor Óptico (1x8)</b>	10.50 dB
<b>Fibra Óptica: Longitud de onda (1310 nm)</b>	0.35 dB/Km

**Fuente:** (Corporación Nacional de Telecomunicaciones, 2014)

**Elaboración:** [Autora]

El cálculo del balance óptico se realiza en base al modelo “Masivos/Casas” de CNT EP (Figura 3.2). Los cálculos del balance óptico se deben realizar desde la OLT al usuario más cercano y más lejano. Para el usuario más cercano se toma en cuenta la NAP más cercana. La NAP más cercana es la que tiene la distancia más corta desde la misma a la OLT. Se encuentra en el FEEDER 1 en el primer distrito. En la Tabla 3.9 se encuentra el cálculo de atenuación total para el usuario más cercano. La NAP más lejana se toma en cuenta la distancia más larga entre la OLT y la NAP. Se encuentra en el FEEDER 3, en la Tabla 3.10 se encuentra el cálculo de atenuación total para la NAP más lejana.

**Tabla 3.9.** Balance Óptico desde la OLT a la ONT más cercana.

<b>ELEMENTO</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Atenuación Típica</b>	<b>Total (dB)</b>
<b>Conectores</b>	9	U	0.50 dB	4.50
<b>Fusiones</b>	10	U	0.10 dB	1.00
<b>Divisor Óptico (1x8)</b>	2	U	10.50 dB	21.00
<b>Distancia OLT a Manga Porta Splitters</b>	0.010	Km	0.35 dB/Km	0.01
<b>Distancia de Manga Porta Splitters a NAP G3</b>	0.013	Km	0.35 dB/Km	0.01
<b>Distancia de NAP a ONT</b>	0.0085	Km	0.35 dB/Km	0.01
<b>ATENUACION TOTAL (dB)</b>				<b>26.53</b>

**Fuente:** (Corporación Nacional de Telecomunicaciones, 2014)

**Elaboración:** [Autora]

**Tabla 3.10.** Balance Óptico desde la OLT a la ONT más lejana.

<b>ELEMENTO</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Atenuación Típica</b>	<b>Total (dB)</b>
<b>Conectores</b>	9	U	0.50 dB	4.50
<b>Fusiones</b>	10	U	0.10 dB	1.00
<b>Divisor Óptico (1x8)</b>	2	U	10.50 dB	21.00
<b>Distancia OLT a Manga Porta Splitters</b>	1.456	Km	0.35 dB/Km	0.51
<b>Distancia de Manga Porta Splitters a NAP A1</b>	1.356	Km	0.35 dB/Km	0.48
<b>Distancia de NAP a ONT</b>	0.078	Km	0.35 dB/Km	0.03
<b>ATENUACION TOTAL (dB)</b>				<b>27.52</b>

**Fuente:** (Corporación Nacional de Telecomunicaciones, 2014)

**Elaboración:** [Autora]

Después de calcular la atenuación desde la OLT a la ONT más lejana y más cercana según las Tablas 3.9 y 3.10, se calcula la Potencia que recibirá cada uno de los usuarios. Para el usuario más cercano se obtiene de acuerdo con la Tabla 3.9:

$$P_r = 5dBm - 26.53 dB$$

$$P_r = -21.53 dBm$$

Para el usuario más lejano se obtiene de acuerdo con la Tabla 3.10:

$$P_r = 5dBm - 27.52 dB$$

$$P_r = -22.52 dBm$$

De acuerdo con los resultados obtenidos en el balance óptico el usuario más lejano y el usuario más cercano se encuentran dentro de los límites del rango de sensibilidad del equipo receptor como lo muestra la Tabla 3.7. Además, cumple con un margen de seguridad de 3 dB que se guarda por normativa de diseño de CNT EP (2015).

## **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS FINANCIERO**

## **4.1. Introducción**

En el presente capítulo se realiza el análisis financiero de la red GPON para determinar la rentabilidad del proyecto. Para realizar el análisis financiero se determina el costo total, incluido materiales y mano de obra, de toda la red GPON, incluyendo cada una de sus capas y elementos necesarios en la OLT. Estos costos generan una inversión de parte del proveedor y deben retornar con los costos de los planes comerciales, los cuales también financian el mantenimiento de equipos, mantenimiento de la red, atención de fallas y costos de instalación de servicios de telecomunicaciones. Estos valores permiten determinar y analizar la viabilidad del proyecto.

## **4.2. Costo total de inversión**

El costo total de la inversión, como ya se mencionó anteriormente, se toma en cuenta todos los costos de la red ODN, estos valores se pueden obtener de los volúmenes de obra que cuenta con una base de datos del análisis de precios unitarios de CNT EP, donde se toman en cuenta los costos directos e indirectos de acuerdo con cada una de las redes de la ODN.

### **4.2.1. Red de dispersión.**

En la red de dispersión se toman en cuenta los suministros de equipos como ONT's, rosetas ópticas, tendido de cable de fibra óptica desde las NAP hasta el hogar del usuario.

### **4.2.2. Red de distribución y feeder.**

En la red de distribución se toman en cuenta el tendido aéreo y soterrado de fibra óptica para la distribución, las cajas de distribución, las subidas a poste, herrajes aéreos y canalizados para algunos sectores de la red ODN, las etiquetas del cableado, fusiones y sangrados, cruces americanos, splitters de las cajas de distribución.

En la red Feeder se toman en cuenta el tendido soterrado y aéreo de cable de fibra óptica, herrajes aéreos y canalizados, splitters para las mangas porta splitters, etiquetado del cableado, subidas a poste, fusiones y sangrados.

### **4.2.3. Canalización.**

En la canalización se toma en cuenta la ductería, ubicación de pozos, herraje de canalización, mangueras corrugadas, mano de obra civil, tapones, costo de rotura y reposición de la acera o calzada.

### **4.2.4. OLT.**

Se toma en cuenta el número de puertos PON por tarjeta por la cantidad de fibra que sale de la central. En el costo total de la inversión de este proyecto se tomó en cuenta la red Feeder,

red de distribución y la canalización. No se toma en cuenta la parte de dispersión por lo que esa red será implementada de acuerdo con la demanda de los usuarios finales y el número de servicios de telecomunicaciones requeridos. El volumen de obra otorgado por CNT E.P. se presenta en el Anexo 7. En la Tabla 4.1 se presenta el costo total de cada una de las redes diseñadas.

**Tabla 4.1.** Costo total de la Inversión.

<b>No se puede mostrar el contenido por un convenio de confidencialidad con CNT EP</b>
--

**Fuente:** [Autora]

**Elaboración:** [Autora]

### 4.3. Determinación de costos

Para la proyección de los costos se determina los ingresos y los egresos de CNT E.P.

#### 4.3.1. Determinación de ingresos.

Actualmente CNT E.P. no cuenta con planes de fibra óptica para el sector sur de la ciudad de Loja. Por este motivo para referenciar los servicios de telecomunicaciones a costear se tomó en cuenta los planes comerciales actuales (2018).

##### 4.3.1.1. Planes Comerciales CNT E.P.

##### 4.3.1.1.1. Telefonía fija.

El costo de la telefonía fija tiene una pensión básica mensual, más un costo de instalación, todos estos precios incluidos IVA. En la Tabla 4.2 se muestra el valor de telefonía fija modalidad GPON. Los precios con esta modalidad se deben validar con la disponibilidad de la infraestructura.

**Tabla 4.2.** Telefonía fija, precio comercial modalidad GPON.

<b>Telefonía Fija</b>			
<b>Producto</b>	<b>Precio</b>	<b>Precio + Impuestos</b>	<b>Costo de Instalación</b>
Telefonía Hogar	\$ 6.20	\$ 6.944	\$ 60.00

**Fuente:** (Corporación Nacional de Telecomunicaciones, 2018d)

**Elaboración:** [Autora]

##### 4.3.1.1.2. Internet.

El costo de internet fijo hasta el hogar depende del plan a contratar, más un costo de instalación, todos los precios incluidos IVA, en la Tabla 4.3 se muestra el valor de internet fijo de diferentes planes, con fibra óptica y compartición 2:1. Como se mencionó anteriormente estos precios se deben validar con la disponibilidad de la infraestructura.

**Tabla 4.3.** Internet fijo, precio comercial en fibra óptica.

<b>Internet Fijo</b>			
<b>Producto</b>	<b>Precio</b>	<b>Precio + Impuestos</b>	<b>Costo de Instalación</b>
Plan 5 Mbps	\$ 20.90	\$ 23.41	\$ 60.00
Plan 10 Mbps	\$ 24.90	\$ 27.89	\$ 60.00
Plan 15 Mbps	\$ 29.90	\$ 33.49	\$ 60.00
Plan 25 Mbps	\$ 31.90	\$ 35.73	\$ 60.00

**Fuente:** (Corporación Nacional de Telecomunicaciones, 2018c)

**Elaboración:** [Autora]

#### **4.3.1.1.3. Televisión digital.**

El costo de televisión digital depende del plan a contratar, como en internet fijo, el plan de televisión digital se separa por el número de canales a contratar. En la Tabla 4.4 se muestran precios comerciales de televisión digital.

**Tabla 4.4.** CNT TV, precio comercial.

<b>CNT TV</b>		
<b>Producto</b>	<b>Precio</b>	<b>Canales</b>
Prepago CNT TV	\$ 49.99	71 canales (61 SD + 10 audios) + 4 señales promocionales 3SD + 1 HD
Paquete SD	\$ 18.50	61 canales SD + 10 canales de audio + 2 señales HD promocionales + 3 señales SD promocionales
Paquete HD	\$ 26.50	71 canales SD + 15 canales HD + 15 canales HD sin costo adicional

**Fuente:** (Corporación Nacional de Telecomunicaciones, 2018b)

**Elaboración:** [Autora]

#### **4.3.1.1.4. Doble pack y triple pack.**

Existen varios tipos de paquetes para juntar 2 o 3 servicios de telecomunicaciones de acuerdo con los valores antes presentados, pero existe un beneficio adicional al contratar dichos paquetes, 10% y 15% contratando 2 y 3 servicios de telecomunicaciones respectivamente. En la Tabla 4.5 se muestran algunos ejemplos de paquetes de los servicios de telecomunicaciones antes mencionados.

**Tabla 4.5.** CNT Pack, precios comerciales en fibra óptica.

<b>CNT Pack</b>		
<b>Producto</b>	<b>Precio</b>	<b>Costo de Instalación</b>
Telefonía + Internet	\$ 27.10	\$ 40.00
Telefonía + TV	\$ 21.20	\$ 40.00
Internet + TV	\$ 35.90	\$ 40.00
Telefonía + Internet + TV	\$ 42.10	\$ 40.00

**Fuente:** (Corporación Nacional de Telecomunicaciones, 2018a)

**Elaboración:** [Autora]

Los paquetes que se detallaron en la Tabla 4.5 son paquetes básicos, constan de Telefonía residencial, Internet con un ancho de banda de 5 Mbps y de Televisión Digital SD, como se indicó anteriormente, se hace un descuento respecto al tipo de paquete contratado 10 y 15 % respectivamente.

Ya teniendo el valor de los precios referenciales se puede calcular los ingresos que podrían generar a futuro los usuarios presentes y proyectados dentro del sector de estudio del proyecto. Estos cálculos se los toma en cuenta viendo el tipo de servicio o servicios de telecomunicaciones contratados o a contratar en el sector. Las Tablas 4.6, 4.7 y 4.8 muestran respectivamente los ingresos calculados por los usuarios actuales, proyectados y la unión de estos dos tipos de usuarios.

**Tabla 4.6.** Ingresos por Servicios Contratados de usuarios actuales.

<b>No se puede mostrar el contenido por un convenio de confidencialidad con CNT EP</b>
--

**Fuente:** [Autora]

**Elaboración:** [Autora]

**Tabla 4.7.** Ingresos por Servicios Contratados de usuarios proyectados.

<b>No se puede mostrar el contenido por un convenio de confidencialidad con CNT EP</b>
--

**Fuente:** [Autora]

**Elaboración:** [Autora]

**Tabla 4.8.** Ingresos por Servicios Contratados de usuarios actuales + proyectados

<b>No se puede mostrar el contenido por un convenio de confidencialidad con CNT EP</b>
--

**No se puede mostrar el contenido por un convenio de confidencialidad con CNT EP**

Fuente: [Autora]

Elaboración: [Autora]

#### **4.3.2. Determinación de egresos.**

Para la determinación de los egresos se toma en cuenta gastos que serán necesarios para el mantenimiento e instalación de la red. En la Tabla 4.9 se puede observar costos que se tiene por usuario al año. Entre los egresos del proveedor se toma en cuenta la instalación de la mini OLT en el sector, mantenimiento y atención fallas. Para la proyección de egresos por atención a fallas se toma en cuenta un porcentaje de 4% de usuarios al año. El mantenimiento de la red, incluyendo de la mini OLT, se tomó un 2% del total de los usuarios y el mantenimiento de la red de dispersión 4%. En la Tabla 4.10 se observa los Egresos proyectados anuales por mantenimiento y fallas de red.

**Tabla 4.9.** Costos de egresos por línea de usuario por año

**No se puede mostrar el contenido por un convenio de confidencialidad con CNT EP**

Fuente: [Autora]

Elaboración: [Autora]

**Tabla 4.10.** Egresos Anuales por mantenimiento y fallas de la red.

**No se puede mostrar el contenido por un convenio de confidencialidad con CNT EP**

Fuente: [Autora]

Elaboración: [Autora]

En el número de líneas instaladas en la Tabla 4.10. solo se toma en cuenta la demanda proyectada en el primer año, sin tomar en cuenta construcciones y terrenos baldíos ya que no se tiene información acerca de futuras construcciones, tipo de construcción, tipo de abonado.

#### 4.4. Flujo de caja

El flujo de caja es un informe financiero que presenta un detalle de los flujos de ingresos y egresos de dinero que tiene una empresa en un periodo de tiempo dado. Para calcular el flujo de caja se toma en cuenta un tiempo de recuperación de la inversión de 5 años se debe tomar en cuenta valores de egresos, ingresos y la inversión inicial. El flujo de caja se presenta en la Tabla 4.11, en donde no consideramos como egreso el 15% de pago de utilidades ya que CNT EP es una empresa del Estado.

Tabla 4.11. Flujo de Caja futura

<b>No se puede mostrar el contenido por un convenio de confidencialidad con CNT EP</b>
--

Fuente: [Autora]

Elaboración: [Autora]

#### 4.5. Indicadores de rentabilidad

Los indicadores de rentabilidad son aquellos que permiten medir la garantía de la empresa para ajustar los gastos en ventas de utilidad. Para el presente proyecto se utilizó dos indicadores de rentabilidad como son el VAN y TIR.

##### 4.5.1. Valor actual neto (VAN).

El VAN permite calcular el flujo de los ingresos y egresos presentes y futuros de una empresa, descontando la inversión inicial. Tomando en cuenta si generan ganancias después de la recuperación de la inversión para que se considere que el proyecto es viable. Se utiliza la fórmula 4.1:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+i)^t} - I_0 \quad (4.1)$$

Donde,

$BN_t$  = Fondo de activos netos anual

$i$  = tasa de interés de descuento

$n$  = Periodo correspondiente al fondo activos netos

$I_0$  = Inversión Inicial

Para el factor que representa la tasa de interés de descuento se debe tomar en cuenta la tasa de interés pasiva referencial para inversiones en instituciones del sector público, se basa en

la tasa establecida por el Banco Central del Ecuador que ésta varia cada inicio de mes, con fecha de julio 2018 está en el 3,50%(Banco Central del Ecuador, 2018).

#### 4.5.2. Tasa interna de retorno (TIR).

El TIR es el porcentaje de beneficio o perdida que tendrá una inversión, es decir, la tasa de interés con el cual el VAN es igual a cero. Con el fin de determinar la rentabilidad libre de riesgo de la red ODN. Se utiliza la fórmula 4.2:

$$TIR = -I + \sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+i)^t} = 0 \quad (4.2)$$

Donde,

$BN_t$ = Flujos de caja anual

$I$ = Inversión Inicial

$n$ = Número de períodos considerados

$i$ = interés referencial

#### 4.6. Resultados

En la tabla 4.12 se muestran los resultados obtenidos del VAN y TIR. Como se pueden observar ambos valores satisfacen las necesidades y representan valores viables para un proyecto hablando económicamente.

**Tabla 4.12.** Resultado de los indicadores de rentabilidad

**No se puede mostrar el contenido por un convenio de confidencialidad con CNT EP**

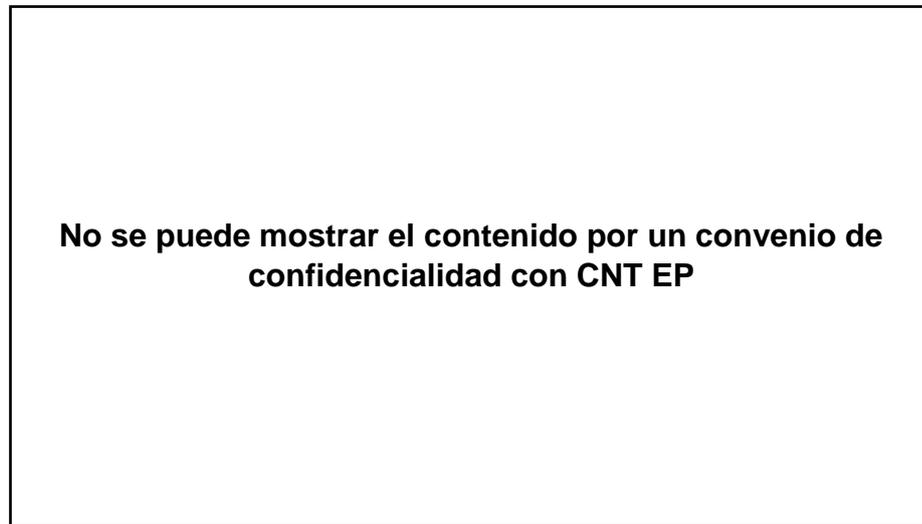
**Fuente:** [Autora]

**Elaboración:** [Autora]

Para analizar la viabilidad del proyecto considerando los valores obtenidos por los indicadores de rentabilidad como el VAN y TIR, analizaremos cada uno de estos indicadores por separado. En la Tabla 4.12 se pueden observar los resultados tomando en cuenta que son desde la inversión hasta 5 años cuando el proyecto está en funcionamiento.

El VAN, se toma en cuenta el flujo de ingreso y egresos de la empresa, teniendo en cuenta la demanda potencial como futuros clientes y compradores de servicios de telecomunicaciones. La red GPON para CNT el valor del VAN es por lo cual, se determina que el proyecto es rentable. Como se puede observar en la Figura 4.1 mediante el flujo efectivo acumulado se determina que el proyecto tendrá un periodo de recuperación de la inversión

dentro del primer año de funcionamiento, a partir de la recuperación se generan ganancias para CNT EP.



**Figura 4.1.** Flujo Neto en Efectivo y retorno de la inversión.

**Fuente:** [Autora]

**Elaboración:** [Autora]

En TIR se considera rentable si el valor supera la tasa de interés pasiva referencial. Actualmente, de acuerdo con la página del Banco Central del Ecuador está fijada en 3,50%(Banco Central del Ecuador, 2018). La tasa interna de retorno para CNT EP es de la cual es mayor que la tasa de interés pasiva referencial. Todo este análisis de los indicadores de rentabilidad permite concluir que el proyecto es rentable y generara ganancias para la empresa desde el primer año de funcionamiento.

## CONCLUSIONES

El estudio de la demanda permitirá conocer a CNT EP acerca de sus posibilidades como proveedor para competir por nuevos clientes para los servicios de telecomunicaciones brindados.

Para la demanda actual no se consideraron como clientes los terrenos baldíos y construcciones del sector, ya que estos fueron tomados en cuenta como posible demanda futura. En la aplicación de encuestas se encontraron cuerdas enteras como terrenos baldíos en la visita al sector se las tomaron como uno, pero al momento del diseño se revisaron los límites de cada lote y se tomaron en cuenta por separado.

En los resultados de las encuestas validadas se obtuvo un total de        como abonados actuales de servicios de telecomunicaciones de CNT EP y en abonados potenciales se tuvo un total de       , estos contarían como nuevos clientes de servicios de telecomunicaciones, haciendo un total de        usuarios. En base a la demanda actual de los servicios de telecomunicaciones brindados en el sector, CNT cuenta con la mayor cantidad de clientes en los tres de los servicios de telecomunicaciones.

En el diseño de la red se colocaron        NAP's en 6 distritos del sector sur, cada NAP tiene capacidad de 8 usuarios, pero se toma en cuenta una reserva del 20%. Cada NAP tiene dimensionado para 6 usuarios y 2 de reserva siendo un total de        usuarios totales, con la utilización de todo el diseño actual, tomando en cuenta la demanda actual y proyectada.

Para cada distrito se tomó en cuenta una cantidad de usuarios agrupados de cada zona. Se tomó como referencia Capulí ya que por ser la zona más alejada es la zona más difícil de dividirla. En cada distrito se cuenta con un promedio de 32 NAP's.

El modelo de diseño que se tomó en cuenta no es el mismo que ocupan en CNT EP, ya que en los modelos convencionales cuentan con un splitters principal de 1:32 llamados divisores centralizados. Otro tipo de distribución llamado divisores en cascada que cuenta con dos niveles de splitteo, siendo esta última la que se ocupó por la distribución del sector.

## RECOMENDACIONES

Para el levantamiento de la información y la realización de la encuesta se recomienda llevar un identificativo por encuestador para que los usuarios accedan de manera amigable y rápida a brindar datos en la encuesta.

Se recomienda tener en cuenta una secuencia de cuadras y casas para poder identificar y tener un registro claro de todos los abonados que se ha entrevistado.

Se recomienda colocar en la encuesta un apartado para el número de medidores y los números de estos, para poder buscar y ocupar los datos de la ERRSSA, que como se mencionó anteriormente son georreferenciados.

Revisar la Normativa Técnica de Diseño y Dibujo de ODN; Canalización; Diseño y Dibujo de Edificios y Urbanizaciones ya que su lectura y revisión se tendrá un mejor panorama para cada una de estas capas importantes en el Diseño.

Se recomienda buscar una localización céntrica dentro de cada uno de los distritos, para la ubicación de las mangas porta splitters, ya que de aquí dependerá el balance óptico que tendrá la casa más lejana y más cercana.

Revisar la canalización del sector, tomando en cuenta la capacidad, la ducteria, y la ubicación georreferenciada para su posterior ubicación en el diseño de la red.

Se recomienda tener revisiones periódicas de la red para se vayan corrigiendo errores capa por capa en el diseño realizado.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abreu, M., Castagna, A., Cristiani, P., Zunino, P., Roldós, E., & Sandler, G. (2009). CARÁCTERÍSTICAS GENERALES DE UNA RED DE FIBRA ÓPTICA AL HOGAR (FTTH), 7. Retrieved from [http://www.um.edu.uy/\\_upload/\\_descarga/web\\_descarga\\_179\\_CaractersticageneralesredfibrapticaalhogarFTTH.-VVAA.pdf](http://www.um.edu.uy/_upload/_descarga/web_descarga_179_CaractersticageneralesredfibrapticaalhogarFTTH.-VVAA.pdf)
- ANVIMUR. (n.d.). PIGTAIL G657A2 SC/APC 1.5 M | Anvimur. Retrieved August 7, 2018, from <https://www.anvimur.com/es/material-fibra-optica/339-pigtail-g657a2-sc-15-m.html>
- Banco Central del Ecuador. (2018). Tasa de interes pasiva para instituciones publicas. Retrieved from <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorMonFin/TasasInteres/resolucion133m.pdf>
- cables-mono-y-multimodo.jpg (480x300). (n.d.). Retrieved February 9, 2018, from <http://www.lanstore.es/data/fotos/cables-mono-y-multimodo.jpg>
- Cale, I., Salihovic, A., & Ivekovic, M. (2007). Gigabit passive optical network - GPON. *Proceedings of the International Conference on Information Technology Interfaces, ITI*, 679–684. <https://doi.org/10.1109/ITI.2007.4283853>
- CNT EP. (2015). Manual CNT, Red ODN.
- Corporación Nacional de Telecomunicaciones. (2014). Normativa Técnica De Diseño De Planta Externa Con Fibra Óptica ( Odn – Optical Distribution Network ).
- Corporación Nacional de Telecomunicaciones. (2018a). CNT Pack. Retrieved July 24, 2018, from <https://www.cnt.gob.ec/cnt-pack/>
- Corporación Nacional de Telecomunicaciones. (2018b). CNT TV. Retrieved July 24, 2018, from <https://www.cnt.gob.ec/tv/>
- Corporación Nacional de Telecomunicaciones. (2018c). Internet. Retrieved July 24, 2018, from <https://www.cnt.gob.ec/internet/>
- Corporación Nacional de Telecomunicaciones. (2018d). Telefonía Fija. Retrieved July 24, 2018, from <https://www.cnt.gob.ec/telefonía/>
- DISMATEL. (n.d.). Patch Cords de Fibra Óptica | DISMATEL. Retrieved August 7, 2018, from <http://dismatel.net/es/producto/patch-cords-de-fibra-optica/>
- EcuRed. (2017). Patch Cord. Retrieved August 7, 2018, from [https://www.ecured.cu/Patch\\_Cord](https://www.ecured.cu/Patch_Cord)
- fibra\_optica. (n.d.). Retrieved February 9, 2018, from <http://createcsoft.com/assets/frontend/pages/img/proyectos-y-diseño-de-fibra-optica/proyectos-y-diseno-de-fibra-optica-partes-nucleo-revestimiento.jpg>

- García, Á. F. (2010). La ley de Snell de la refracción. Retrieved January 5, 2018, from <http://www.sc.edu/sbweb/fisica/ondas/snell/snell.htm>
- Google Maps. (n.d.). Retrieved October 12, 2017, from <https://www.google.com/maps/@-4.0346837,-79.2060481,3249m/data=!3m1!1e3>
- Guevara Henao, J. S. (2011). Tecnologías de redes Pon. *Consulta Tecnologías de Redes PON*, 1–3. Retrieved from [http://www.tecnologia.technology/wp-content/uploads/2010/06/Definicion\\_caracteristicas\\_PON\\_APON\\_BPON\\_GEPON\\_GPON\\_EPON.pdf](http://www.tecnologia.technology/wp-content/uploads/2010/06/Definicion_caracteristicas_PON_APON_BPON_GEPON_GPON_EPON.pdf)
- INEC. (2010). Proyecciones Poblacionales. Retrieved June 22, 2018, from <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales/>
- ITU-T. (2003). G.984.1: Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits: Características generales. *Unión Internacional de Telecomunicaciones*. Retrieved from <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.984.1-200803-l/es>
- Lattanzi, M., & Graf, A. (2013). Redes FTTx. Retrieved from [http://www.cicomra.org.ar/cicomra2/expocomm/tutorial\\_9\\_lattanzi\\_y\\_graf-ieee.pdf](http://www.cicomra.org.ar/cicomra2/expocomm/tutorial_9_lattanzi_y_graf-ieee.pdf)
- Rodríguez, P. (2017). Fibra vs cable: diferencias entre las dos tecnologías de conectividad del futuro. Retrieved August 7, 2018, from <https://www.xatakamovil.com/conectividad/fibra-vs-cable-diferencias-entre-las-dos-tecnologias-de-conectividad-del-futuro>
- Santa Cruz, O. M. (2011). *MODULO INTRODUCTORIO PRINCIPIOS GENERALES DEL SISTEMA DE FIBRA ÓPTICA*.
- Senplades. (2014). Plan Nacional para el Buen Vivir. Retrieved from <http://www.buenvivir.gob.ec/>
- Sistemas de Fibra Optica. (2010). Retrieved from [http://www.efn.uncor.edu/departamentos/electrotecnia/cat/eye\\_archivos/apuntes/a\\_practico/Cap\\_5\\_Pco.pdf](http://www.efn.uncor.edu/departamentos/electrotecnia/cat/eye_archivos/apuntes/a_practico/Cap_5_Pco.pdf)
- UIT-T. (2003). Redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits: Especificación de la capa dependiente de los medios físicos. *Network*.
- UIT-T. (2005). UIT-T. Recomendación UIT-T G.652: Características de las fibras y cables ópticos Monomodo, 3. Retrieved from <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.652-200911-l/es>
- UIT-T. (2006a). Recomendación UIT-T G.653: Características de los cables y fibras ópticas monomodo con dispersión desplazada. Retrieved from <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.653/es>
- UIT-T. (2006b). UIT-T.
- UIT-T. (2006c). UIT-T, 655.
- UIT: Comprometida para conectar el mundo. (2018). Retrieved October 16, 2017, from

<https://www.itu.int/es/Pages/default.aspx>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1: MODELO DE ENCUESTA



Medidor(es): \_\_\_\_\_

### ENCUESTA PARA HABITANTES DEL SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE LOJA

Distinguido Morador:

Por favor, sírvase responder las siguientes preguntas con la mayor sinceridad posible las mismas que nos permitirán conocer el estado actual y los requerimientos necesarios del servicio de Telecomunicaciones en su localidad para brindar mejoras en los mismos. Por la gentileza en responder la misma, le anticipamos nuestros agradecimientos.

\_\_\_ Casa Propia \_\_\_ Casa Arrendada \_\_\_ Edificio residencial \_\_\_ Edificio oficinas \_\_\_ Otros

1. ¿Cuántas personas habitan su hogar? \_\_\_\_\_
2. Del total de personas. ¿Cuántos de ellos son estudiantes? \_\_\_\_\_
3. ¿Con que servicios de la siguiente lista cuenta en su hogar?  
\_\_\_ Telefonía fija  
\_\_\_ Internet  
\_\_\_ Televisión pagada (CNT EP, DirecTV, TV Cable, otros)
4. ¿De los servicios que selecciono, a que empresa proveedora los contrata?
  - Telefonía fija: \_\_\_\_\_
  - Internet: \_\_\_\_\_
  - Televisión pagada: \_\_\_\_\_
5. En caso de contar ya algún servicio prestado por CNT EP, llenar los siguientes datos:
  - Número de teléfono: \_\_\_\_\_
  - Nombre del Abonado inscrito: \_\_\_\_\_
  - Dirección: \_\_\_\_\_
6. ¿cuánto paga mensualmente por los servicios que cuenta en su hogar?

Telefonía fija	\$ _____
Internet	\$ _____
Televisión pagada	\$ _____
Total	\$ _____
7. En caso de no tener alguno de estos servicios contratados con CNT EP ¿Cuál de los siguientes servicios le gustaría contratar?
  - Telefonía fija: \_\_\_\_\_
  - Internet: \_\_\_\_\_
  - Televisión pagada: \_\_\_\_\_
8. ¿Le gustaría contar con los tres servicios a un único precio?  
\_\_\_ Sí \_\_\_\_\_ No

**GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**

**ANEXO 2: PLANOS DE RED DE DISPERSIÓN**

**No se puede mostrar el contenido por un convenio de confidencialidad con CNT EP**

### **ANEXO 3: PLANOS DE RED DE DISTRIBUCIÓN**

**No se puede mostrar el contenido por un convenio de confidencialidad con CNT EP**

#### **ANEXO 4: PLANOS DE RED FEEDER**

**No se puede mostrar el contenido por un convenio de confidencialidad con CNT EP**

## **ANEXO 5: PLANOS DE CANALIZACIÓN**

**No se puede mostrar el contenido por un convenio de confidencialidad con CNT EP**

## ANEXO 6: CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE LA CNT E.P.



Loja agosto 07, 2018  
APLCNT-PTS-00748-2018

Ingeniero  
Marco Vinicio Morocho  
COORDINADOR DE LA TITULACION  
UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA  
Ciudad

**ASUNTO: INFORME TRABAJO DE TITULACIÓN  
TRÁMITE CNT-177.1-2018-01282**

De mi consideración:

Estimado Ingeniero, en virtud a oficio No. JTPL-PTS-019-2018 del Ing. Pablo Toapanta-Jefe de la Unidad Técnica, me permito poner a su gentil conocimiento que el trabajo de Titulación "Diseño de ODN para la tecnología GPON para el sector Sur desde el Barrio La Argelia de la ciudad de Loja", elaborado por la Srta. Nashelly Romina Romero Espejo con cédula de identidad No. 1150015640, estudiante de la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones de la UTPL, cumple con las Normas Técnicas de Diseño de ODN de la CNT EP..

Con sentimientos de consideración me es grato suscribirme.

Atentamente

  
Ing. Com. Ligia Isabel Cueva Guzmán  
ADMINISTRADORA AGENCIA PROVINCIAL LOJA  
CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP.

  
LCC/PTS/FCA/sbs.



[www.cnt.gob.ec](http://www.cnt.gob.ec)

Av. Manuel Agustín Aguirre y Venezuela, Edif. Administrativo, 3er piso  
LOJA - ECUADOR



@CNT informa



CNT INFORMA

**ANEXO 7: PLANILLA DE PRECIOS DE VOLÚMEN DE OBRA**

**No se puede mostrar el contenido por un convenio de confidencialidad con CNT EP**