

# UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES

## SEDE MANAGUA



**Curso de Culminación en Proyecto de Investigación para optar al título de grado en INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y TELECOMUNICACIONES**

**Propuesta de Reestructuración de Red FTTH GPON del servicio en la empresa “Telecable” Sucursal Teustepe, ubicada en el Departamento de Boaco, realizada en el periodo del primer Semestre del año 2022.**

### **ELABORADO POR:**

- **Br. Luis Jerónimo Brizuela Arauz**
- **Bra. Dianiris Jannett Rocha Rocha**
- **Br. Javier Antonio Aréas Torres**

**TUTOR TÉCNICO: Lic. Ariel Jose Alguera Ruíz**

**TUTOR METODOLÓGICO: Lic. Mario Javier Icaza**

**NOMBRE DEL ASESOR O CO TUTOR: Lic. Lee Dayane Escobar González**

**Máster en Educación**

**MANAGUA, 18 DE DICIEMBRE DEL 2022.**

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES  
UCC – MANAGUA/MANAGUA



FACULTAD DE INGENIERÍA INFORMÁTICA Y TELECOMUNICACIONES DE  
MANAGUA.

**Curso de Culminación en Proyecto de Investigación para optar al título de  
Grado**

**AVAL DEL TUTOR**

Grado Académico y nombre del tutor(es), tienen a bien:

**CERTIFICAR**

**Que:** El Proyecto de Investigación con el título: “**Propuesta de Reestructuración de Red FTTH GPON del servicio en la empresa “Telecable” Sucursal Teustepe, ubicada en el Departamento de Boaco, realizada en el periodo del primer Semestre del año 2022**”, elaborado por los estudiantes **Dianiris Jannett Rocha, Javier Antonio Aréas Torres, Luis Jerónimo Brizuela Arauz**, ha sido dirigida por los suscritos.

Al haber cumplido con los requisitos académicos y metodológicos del trabajo monográfico, damos de conformidad a la presentación de dicho trabajo de culminación de estudios para proceder a su lectura y defensa, de acuerdo con la normativa vigente del Reglamento de Régimen Académico Estudiantil y Reglamento de Investigación, Innovación y Transferencia.

Para que conste donde proceda, se firma la presente en UCC Managua/Managua a **18 de diciembre del 2022**.

**Fdo.: ARIEL JOSÉ ALGUERA RUIZ**  
Tutor Técnico

**Fdo.: MARIO JAVIER ICAZA**  
Tutor Metodológico

## DEDICATORIA

Dedicamos este proyecto principalmente a Dios por habernos dado salud y permitirnos el haber llegado hasta este momento tan importante de nuestra formación profesional y a cada uno de nuestros seres queridos, quienes han sido nuestros pilares para seguir adelante.

Es para nosotros de gran satisfacción poder dedicarle a cada uno de ellos, que con mucho esfuerzo, esmero y trabajo nos lo hemos ganado.

**Yo Dianiris Rocha**, Primeramente le dedico primeramente a Dios que me dio las fuerzas, por brindarme salud para poder culminar una etapa más de formación profesional a mi Padre **Jarold Abraham Calero** por haberme apoyo en todo momento, por cada uno de sus consejos y palabras de aliento para seguir adelante, a mi madre **Arlett Estela Hodgson** por su apoyo incondicional, por haber estado en cada uno de mis logros y mis caídas, por cada palabra y ser parte esencial en mi vida profesional, por ser mi mayor orgullo y motivo para seguir adelante, a mi abuelo **Mathew Ganna** por su apoyo incondicional, por la confiar en mí, sus consejos y ser el uno de mis motivos para seguir adelante, gracias por su apoyo. A mi tía **Janneth Taylor** por su apoyo, por sus consejos, por haber puesto su confianza en mí. Ellos han sido pilares importantes en mi vida, la razón de sentirme tan orgullosa de culminar mi meta, la motivación y el orgullo de ser lo que seré y gracias a ellos por confiar siempre en mí.

## **DEDICATORIA**

**Yo Luis Brizuela**, Le dedico a mi Madre **Emma Cristiana Arauz Gómez**, porque ella es la motivación de mi vida, mi orgullo de ser lo que soy. Por su apoyo incondicional y desinteresado, por todo su amor y cariño, por confiar en mí, por hacer de mí una mejor persona a través de sus consejos y enseñanzas.

## DEDICATORIA

Yo **Javier Antonio Aréas Torres**, Le dedico primeramente a Dios por la fuerza, por permitirme entender esta transición porque me dio salud, se convirtió en la fuente de vida y me dio las cosas que necesito hacer todos los días para lograr mis metas, sin él no podría llevar a cabo este proyecto a mi madre **María Victoria Torres Majano** por haberme apoyado en todo momento; por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor. A mi padre **Javier Antonio Aréas** por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre a su vez por la inspiración por las telecomunicaciones; por el valor mostrado para salir adelante y por su amor. A mi hermana **María Victoria Aréas Torres** por ser el ejemplo de una hermana mayor y de la cual aprendí aciertos y de momentos difíciles, a mi novia **Gabriela Brigitte Abaunza López** por estar conmigo en aquellos momentos en que el estudio y el trabajo ocuparon mi tiempo y esfuerzo.

A Nuestros Docentes, por el tiempo dedicado que nos brindaron transmitiendo sus conocimientos hacia nosotros.

Al Grupo por el desempeño demostrado en la realización del trabajo y el esfuerzo por la superación del mismo. Para darle el mejor entendimiento a cada uno de ustedes.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente, nuestros Agradecimientos los dirigimos a Dios por proveernos de coraje, sensatez y sabiduría, para superar cada uno de los obstáculos que fueron surgiendo en el camino y así poder lograr nuestras metas y objetivos.

A nuestras Familias y compañeros por estar ahí para nosotros en los problemas que se dieron en el camino, por el apoyo incondicional moral y económico que nos brindaron desde que iniciamos nuestros estudios ya que sin ellos no podría haber sido posible que el trabajo de investigación se finalizara.

A todos los profesores que nos animaron y ayudaron durante el trayecto de Nuestra educación y más aún en el proceso de trabajo de equipo y el trabajo realizado en el taller durante el proceso de construcción de nuestro proyecto y por compartir todo su conocimiento y transmitirlo hacia nosotros.

Agradecemos a nuestros padres, por su comprensión, motivación y apoyo que nos han brindado para lograr todas y cada una de nuestras metas, así como impulsarnos a lograr nuestros sueños y anhelos.

- **Br. Luis Jerónimo Brizuela Arauz**
- **Bra. Dianiris Jannett Rocha Rocha**
- **Br. Javier Antonio Aréas Torres**

## ÍNDICE

<b>CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR</b>	<b>II</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>IV</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	<b>V</b>
<b>ABREVIATURAS</b>	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS Y TABLAS</b>	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>X</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>XII</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XII</b>
<b>Contenido</b>	
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>1</b>
<b>PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>Antecedente y contexto del problema</b> .....	<b>1</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>4</b>
Objetivo General	4
Objetivos Específicos	4
<b>Descripción de la investigación</b> .....	<b>5</b>
<b>Definición del problema</b> .....	<b>6</b>
<b>Formulación del problema</b> .....	<b>6</b>
<b>Justificación</b> .....	<b>6</b>
<b>LIMITACIONES</b> .....	<b>7</b>
Limitaciones Técnicas	7
<b>Hipótesis</b> .....	<b>8</b>
Hipótesis nula	8
Hipótesis alternativa	8
<b>Variables</b> .....	<b>9</b>
<b>Capítulo II</b> .....	<b>11</b>
<b>MARCO REFERENCIAL</b> .....	<b>11</b>

ESTADO DEL ARTE (MARCO TEÓRICO)	11
FUNDAMENTACIÓN LEGAL .....	13
Teorías y conceptualizaciones asumidas (Marco conceptual e histórico) ....	17
MULTIPLEXACIÓN .....	18
BANDA ANCHA.....	19
REDES FTTH .....	19
TECNOLOGÍA DE TRANSMISIÓN PON.....	19
ESTRUCTURA DE LA RED GPON.....	20
ESTRUCTURA DE LA RED GPON CUENTA CON CUATRO ELEMENTOS: .....	21
PÉRDIDAS INTRODUCIDAS POR SPLITTER' S .....	22
ELEMENTOS EXTERNOS DE UNA RED GPON.....	22
ODN	22
FIBRA ÓPTICA (FO) .....	23
PIGTAILS.....	24
MUFA PARA CONTINUIDAD Y DERIVADAS DE LA FIBRA ÓPTICA, CAJAS DE EMPALMES.....	24
MUFA PARA DERIVACIONES DE LA FIBRA.	24
MUFA PARA CONTINUIDAD DE LA FIBRA ÓPTICA	25
TIPO DE CONECTORES ÓPTICOS MÁS COMUNES .....	25
Tipos de conectores ópticos más comunes	25
TIPOS DE PULIDO .....	28
TABLA DE COLORES DE LOS CONECTORES DE FIBRA ÓPTICA.....	29
HERRAJE .....	29
ATENUADORES ÓPTICOS	31
SANGRÍA	32
MARCO CONTEXTUAL .....	33
FALENCIAS DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA RED ACTUAL	33
CÁLCULOS DE ENLACES ÓPTICOS	33
MARCO CONTEXTUAL .....	35
FALENCIAS DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA RED ACTUAL	35
UBICACIÓN DEL PROYECTO	36

<b>PROBLEMAS FÍSICOS DE LA RED .....</b>	<b>36</b>
<b>PLANO ACTUAL DE RED DE FTTH GPON DE LA EMPRESA DE TELECABLE</b> <b>.....</b>	<b>37</b>
<b>EQUIPOS INTERNOS E EXTERNOS DE LA RED ACTUAL INTERNOS</b>	<b>38</b>
<b>ODF .....</b>	<b>38</b>
<b>OLT.....</b>	<b>38</b>
<b>MIKROTIK</b>	<b>39</b>
<b>EXTERNOS .....</b>	<b>39</b>
<b>Capítulo III.</b>	<b>40</b>
<b>DISEÑO METODOLÓGICO</b>	<b>40</b>
<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>40</b>
<b>Según función del propósito: .....</b>	<b>40</b>
<b>Por su nivel de profundidad: .....</b>	<b>40</b>
<b>Por su naturaleza:.....</b>	<b>40</b>
<b>Por los medios para obtener los datos:.....</b>	<b>40</b>
<b>Diseño de la investigación:.....</b>	<b>41</b>
<b>Según el tipo de inferencia: .....</b>	<b>41</b>
<b>Según el periodo temporal en que se realiza: .....</b>	<b>41</b>
<b>ÁREA DE ESTUDIO .....</b>	<b>42</b>
<b>ÁREA LOCALIZADA PARA LA REESTRUCTURACIÓN</b>	<b>42</b>
<b>UNIDAD DE ANÁLISIS POBLACIÓN/ MUESTRA.....</b>	<b>43</b>
<b>POBLACIÓN:</b>	<b>43</b>
<b>MUESTRA:.....</b>	<b>44</b>
<b>INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....</b>	<b>44</b>
<b>Técnica: .....</b>	<b>44</b>
<b>Observación:.....</b>	<b>45</b>
<b>Encuesta:.....</b>	<b>45</b>
<b>TIPOS DE ENCUESTAS.....</b>	<b>45</b>
<b>RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN</b>	<b>46</b>
<b>PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS</b>	<b>46</b>
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>51</b>
<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	<b>51</b>

Segmentación de clientes.....	51
B2B.....	51
B2C.....	52
VIP .....	52
DIAGRAMA LÓGICO DE LA RED .....	52
ESTADO ACTUAL DE LA RED FTTH GPON, de la empresa TELECABLE.....	53
ANÁLISIS DE RUTA.....	54
RUTA TRONCAL ACTUAL DEL ISP TELECABLE	54
ANÁLISIS DE RUTA DE LA RED TRONCAL Y SECUNDARIA	56
DIAGRAMA FÍSICO DE LA RED .....	57
CÁLCULOS DE ENLACES	57
CAPÍTULO V.....	60
CONCLUSIONES	60
Recomendaciones	61
PROPUESTA TECNOLÓGICA .....	61
DISEÑO DE LA PROPUESTA DE REESTRUCTURACIÓN DE LA RED FTTH GPON.....	61
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA INSTALACIÓN DE CABLE DE FIBRA ÓPTICA.....	62
GENERAL	62
TÉCNICA APROPIADA PARA EL TENDIDO DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA EN LA REESTRUCTURACIÓN .....	63
CONSIDERACIONES NECESARIAS PARA LA REESTRUCTURACIÓN DE LA RED.....	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
ANEXOS. ....	67
ENCUESTAS	68

## ABREVIATURAS

ISP	Proveedor de Servicios de Internet
FTTH	Fibra hasta la Casa
GPON	Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit
ITU	Unión Internacional de Telecomunicaciones
BID	Banco Internacional de Desarrollo
KM	Kilómetro
OLT	Terminal de Línea óptica
ONT	Terminal de red óptica
ODN	Red de distribución óptica
NAP	Network Access Point–Punto de Acceso Inalámbrico
CATV	Community Antenna Television
B2B	Business-to-Business-Negocio a negocio
B2C	Business to consumer-Empresa a consumidor
VIP	Very Important Person

## SIMBOLOGÍAS

Db	Reducción total de potencia
n	Tamaño de la muestra
N	Población
Nm	Nanómetro es la unidad de longitud
Gb/s	Gigabit por segundo

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Tabla 1 Pérdida de señal en la salida de los Splitters.....</b>	<b>22</b>
<b>Tabla 2 Código de colores de los conectores de fibra óptica .....</b>	<b>29</b>
<b>Tabla 3 Cuadro distributivo de la población .....</b>	<b>43</b>
<b>Tabla 4 Cuadro distributivo de la Muestra .....</b>	<b>44</b>
<b>Tabla 5 Inventario de Equipos ExternosFuente: Elaboración Propia .....</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 6 Cálculos de enlace óptico para la propuesta .....</b>	<b>59</b>
<b>Tabla 7 Cálculos de enlace óptico de la red actual .....</b>	<b>59</b>
<b>Inventario de hilos de fibra Óptica.....</b>	<b>62</b>

## INDICE DE GRAFICOS

Ilustración 1 Componentes de la red de acceso FTTH y Gpon	21
<b>Ilustración 2 Caja Terminal Nap de 32 Puertos con adaptadores SC</b>	<b>23</b>
<b>Ilustración 3 Fibra Óptica</b>	<b>23</b>
<b>Ilustración 4 Pigtail Rabillo SC APC fibra óptica Monomodo</b>	<b>24</b>
<b>Ilustración 5 Caja de Interconexiones, Tipo Domo de 144 Hilos de Fibra</b>	<b>24</b>
<b>Ilustración 6 Caja de empalme de cables adaptadores de conexión de cable de 48 hilos</b>	<b>25</b>
<b>Ilustración 7 Conectores FC</b>	<b>25</b>
<b>Ilustración 8 CONECTOR ST (Straight Tip)</b>	<b>26</b>
<b>Ilustración 9 CONECTOR LC (Lucent Connector o Little Connector)</b>	<b>27</b>
<b>Ilustración 10 Diagrama de un típico conector de fibra óptica SC</b>	<b>28</b>
<b>Ilustración 11 Pulidos del ferrule de fibra óptica: PC, UPC y APC</b>	<b>28</b>
<b>Ilustración 12 Herraje de retención helicoidal fibra óptica en acero trenzado.</b>	<b>30</b>
<b>Ilustración 13 Splitter's de 1×8</b>	<b>30</b>
<b>Ilustración 14 Sangría de Fibra Óptica</b>	<b>33</b>
<b>Ilustración 15 MAPA DE TEUSTEPE-BOACO, EXTENSIÓN 4.25KM<sup>2</sup></b>	<b>36</b>
<b>Ilustración 16 Plano Actual de la red Telecable</b>	<b>37</b>
<b>Ilustración 17 simbologías del plano de Red</b>	<b>38</b>
<b>Ilustración 18 Ubicación de la Empresa Telecable</b>	<b>42</b>
<b>Ilustración 19</b>	<b>46</b>
<b>Ilustración 20 Proveedores de servicios Telecomunicaciones</b>	<b>47</b>

<b>Ilustración 21 Tecnología de Proveedor .....</b>	<b>47</b>
<b>Ilustración 22 Cantidad de dispositivos en la red .....</b>	<b>48</b>
<b>Ilustración 23 Rapidez en descarga.....</b>	<b>49</b>
<b>Ilustración 24 Caídas en la Conexión .....</b>	<b>49</b>
<b>Ilustración 25 Perdida Económico.....</b>	<b>50</b>
<b>Ilustración 26 Diagrama Lógico de la Red Gpon .....</b>	<b>52</b>
<b>Ilustración 27 TRONCAL ACTUAL DEL ISP TELECABLE.....</b>	<b>55</b>
<b>Ilustración 28 Red Troncal y Secundario .....</b>	<b>56</b>
<b>Ilustración 29 Diagrama Física de la Red GPON .....</b>	<b>57</b>

## Resumen

La empresa Telecable sucursal de Teustepe, Boaco, está destinada a la actualización constante de sus equipos y logística por los servicios de Internet que proporciona.

Este documento de investigación tiene como finalidad de reestructuración de la rueda de la empresa Telecable, debido a que por su estructura actual no cumple con las normas de cableado estructurado, por ejemplo: por saturación de Banda ancha (bandwidth) por cortes de fibra, empalmes no corregidos y antiguos, los dobleces que exceden los radios de curvatura de la fibra óptica, esto ha causado pérdidas por flexión, por tanto un nuevo tiraje de cableado de Fibra Óptica, nuevas NAP con su ODN correspondiente, reutilizando cableado antiguo de última milla para aprovisionar correctamente la red topología de Estrella con tecnología GPON, nuevas derivaciones para una nueva zona de cobertura y un funcionamiento de la red troncal de fibra óptica monomodo de 48 hilos con distancia de 906 mts aproximados.

Con esta reestructuración propuesta, la institución tendrá una mejor administración de la red GPON, seguridad de los dispositivos y conectividad de los equipos.

Por seguridad se necesita implementar actividades sistemáticas de inventariado del equipo en existencia como una política de seguridad en los equipos, que garantizan el acceso óptimo y un consumo de banda ancha satisfactorio para los clientes de la empresa Telecable sucursal Teustepe. También mantener actualizados los datos de los clientes que conforman la cartera de clientes de la empresa Teustepe, para controlar posibles problemas o interrupciones del servicio, verificando con apoyo del plano de la red aplicando todo esto con la finalidad de garantizar el cumplimiento de los requerimientos establecidos en este documento.

Palabra clave: Reestructuración de red, fibra óptica, cableado estructurado.

## **Abstract**

The Telecable branch of Teustepe, Boaco, is dedicated to constantly updating its equipment and logistics due to the Internet services it provides.

The purpose of this research document is to restructure the network of the Telecable company, since due to its current structure it does not comply with the rules of structured cabling: due to broadband saturation (bandwidth) due to fiber cuts, uncorrected and old splices, the bends that exceed the radii of curvature of the optical fiber, this has caused losses due to bending, therefore a new run of Fiber Optic cabling, new NAPs with their corresponding ODN, reusing old last-mile cabling to correctly provision the network Star topology with GPON technology, new derivations for a new coverage area and operation of the 48-wire single-mode fiber optic trunk network with a distance of approximately 906 meters.

With this proposed restructuring, the institution will have better management of the GPON network, device security, and equipment connectivity.

For security, it is necessary to implement systematic inventory activities of the equipment in existence as a security policy in the equipment, which guarantees optimal access and satisfactory broadband consumption for the clients of the company Telecable Teustepe branch. Also keep updated the data of the clients that make up the client portfolio of the Teustepe company, to control possible problems or service interruptions, verifying it with the support of the network plan, applying all this in order to guarantee compliance with the established requirements. in this document.

**Keywords:** Network restructuring, fiber optics, structured cabling.

## INTRODUCCIÓN

Los abonados actuales y posibles clientes aspiran contratar un servicio que cumpla con lo ofertado para así poder llevar a cabo sus actividades laborales o personales en el hogar que demande del uso del servicio de internet, contar con una conexión veloz y no presente fallas frecuentes en la conexión.

En el presente proyecto de investigación, se realizará una propuesta de reestructuración para la empresa de Telecable en donde se propone las posibles soluciones ante las fallas encontradas en la red, en las que se expresan en los siguientes capítulos de la siguiente forma:

**En el capítulo 1** se detalla la identificación del problema, evaluación del problema y el alcance del problema, se plantea los objetivos generales y específicos como la justificación referente al tema del trabajo de titulación.

**En el capítulo 2** se encuentra enfocado a la parte teórica en la cual se detalla el antecedente que serán tomados en consideración para el desarrollo del trabajo de titulación

**En el capítulo 3** se detalla la metodología que se utilizó durante la investigación, la técnica para recopilación de datos es muy importante este capítulo ya que nos permitió identificar y conocer el extracto de la población es decir la muestra entre las empresas y abonados actuales como potenciales posibles clientes para la validación de hipótesis.

**En el capítulo 4** se desarrolla la propuesta técnica planteada acorde a la investigaciones y análisis efectuados analizando la factibilidad operacional, técnicas, legal, económicas, validación de la propuesta como la aceptación del producto, se define la metodología utilizada, los entregables y la respectiva conclusión y recomendación

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **Antecedente y contexto del problema**

El Internet se ha convertido en parte fundamental en la vida cotidiana para la sociedad. Y no sólo a nivel de trabajo, sino que también en aspectos cotidianos como el comunicarnos con nuestros familiares o en el área estudiantil.

Centroamérica es una región montañosa y de muchos terrenos irregulares por tanto fue un desafío la cobertura con la tecnología de Fibra Óptica (Gigabit-Capable Passive Optical Network; Red Óptica Pasiva con Capacidad Gigabit) esto implica la instalación de equipos implicados en la transmisión por cable que garantice una buena velocidad.

En el año 2019 con la aparición de la Pandemia (Covid-19), que exigió a las Instituciones tener cuarentenas extensas para mantener de cierta forma un poco de control en el contagio, esto trajo como resultado un bloqueo total del desarrollo tecnológico, social y económico del mundo, esto llevó a muchos consumidores a optar por conexiones a Internet más rápidas para poder descargar material de trabajo por lo cual se volvió una necesidad para las empresas especialmente en el marco del proceso de adaptación tecnológico como alternativa se crea la respuesta del teletrabajo, por el largo tiempo de las cuarentenas en los hogares por restricciones sanitarias.

La pandemia nos mostró lo frágiles que somos ante las enfermedades, pero que aun así necesitamos de la comunicación directa constante y sistemática, que una de las mejores maneras de enfrentar estos obstáculos es una buena conexión a internet. Explicó a Efe Tyson Ennis, consejero delegado de la empresa proveedora de servicios de internet en Centroamérica Navégalo.

A nivel Nacional actualmente no se ha encontrado información exacta acerca del inicio de la fibra óptica en Nicaragua, pero se han encontrado proyectos realizados por Instituciones y empresas en Nicaragua que comenzaron a partir del

año 2016 en el despliegue de la fibra óptica para conglomerar servicios de mejor calidad a la nacionalidad (Internet, TV, Telefonía y velocidades de información).

La empresa de Telecable lleva 3 años implementando la tecnología GPON lo que ha tenido mucho impacto tanto para empresa como el público consumidor ofreciendo el servicio de internet, que ya es parte de la vida cotidiana donde se ocupa para comunicarte con tus familiares, trabajos en líneas y estudios por lo que nunca debe faltar. Actualmente la empresa tiene una saturación en los equipos de distribución, por tal motivo no se puede ofertar más servicios a los clientes y la demanda de los clientes va en aumento, de tal manera que dada la situación se propone una reestructuración de la red actual utilizada por la empresa y la implementación del CATV.

A Continuación, se cita las referencias de los proyectos de Fibra Óptica encontrados en Nicaragua, realizados por las instituciones y empresas con el fin de expandirse y poder llevar la cobertura de Internet:

- Telcor (Instituto Nicaragüense de Telecomunicaciones y Correo a través del Programa Carcip) y Enatrel (Empresa Nicaragüense de Transmisión Eléctrica) Instalan 115 Km de Fibra Óptica en el Caribe Sur. Con este despliegue se beneficiará a 75,262 habitantes de las cabeceras municipales del Rama, Laguna de Perlas y Kukra Hill, así como las Comunidades de Chalmeca, San Ramón Viejo, La Fonseca, Flor de Pino, Samuel Law y Haulover. con el objetivo de aumentar la conectividad de la banda ancha en zonas desatendidas. **(El 19 Digital. Junio,28,2022).**
- Claro Nicaragua Apertura de Fibra Óptica en playa Majagual. Con el propósito de expandir su cobertura y ofrecer conectividad de calidad a las familias que vacacionan o habitan en estas villas, Con el objetivo de seguir expandiendo la red en el territorio Nacional. (enero,16,2022. SALA DE PRENSA DE CLARO).

- Claro Apertura Fibra Óptica en los Departamentos de Chichigalpa, El Viejo, Camoapa, San Juan del Sur, San Rafael del Sur y Matagalpa. Con el fin de mejorar la conexión de los y las nicaragüenses, este proyecto permitirá a los usuarios incrementar la cantidad de servicios en los hogares y tener acceso ilimitado a una mayor velocidad de navegación, entre ellos: Televisión, Internet y Línea Fija. (abril,06,2022. SALA DE PRENSA DE CLARO).

Cada uno de estos proyectos se rigen a la DISPOSICIONES SOBRE LA INFRAESTRUCTURA DE LA RED TRONCAL DE FIBRA ÓPTICA Y EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES DEL PROGRAMA DE BANDA ANCHA DECRETO PRESIDENCIAL N°. 23-2019, aprobado el 09 de octubre de 2019 Publicado en La Gaceta, Diario Oficial N°. 194 de 11 de octubre de 2019

Nicaragua ocupa el puesto 19 en el Índice de Desarrollo de Banda Ancha (IDBA) del BID (Banco Interamericano de Desarrollo). A su favor, 4G Américas (cuarta generación de tecnología de telefonía móvil) destacó que el país lleva asignados 420 MHZ de espectro a los operadores y es uno de los mercados que más frecuencias ofrece en Latinoamérica. (agosto, 05,05,2015. TeleSemana.com)

El ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones) empezó a trabajar sobre GPON (Red Óptica Pasiva con Capacidad Gigabit, Gigabit-capable Passive Optical Network) en el año 2002, para ofrecer mayor ancho de banda, mayor eficiencia de transporte para servicios IP y una especificación adecuada para ofrecer todo tipo de servicios. Las empresas de telecomunicaciones pueden aumentar la oferta de servicios de acceso a Internet y de televisión a los ciudadanos de forma más eficiente y eficaz.

La banda ancha se ha convertido en parte de la infraestructura básica para el desarrollo económico y social, junto con componentes más antiguos como los ferrocarriles, las carreteras y la electricidad. Muchos países desarrollados han adoptado políticas para estimular el desarrollo de la banda ancha.

La red óptica pasiva con capacidad gigabit (GPON) es la tecnología con acceso a las telecomunicaciones que nos permite llevar a través de una misma instalación de fibra óptica los servicios de datos, voz y televisión de alta velocidad hasta el hogar, empresa o institución.

La tecnología GPON (Red Óptica Pasiva con Capacidad, Gigabit-capable Passive Optical Network) se ha desarrollado considerablemente en Nicaragua, existen múltiples empresas empleando esta tecnología en diferentes zonas del país, se conoce que empresas como claro, Tigo, Ufinet, Cootel, Tecomunica S.A, IBW ya emplean dicha tecnología, pero no se encuentra información sobre cuando inicio cada empresa a implementarlo.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

- Realizar una Propuesta de reestructuración de red FTTH GPON, en la empresa TELECABLE Sucursal Teustepe, Ubicada en el Municipio de Teustepe, Boaco, en el periodo del Primer semestre del año 2022.

### **Objetivos Específicos**

- Analizar la situación actual de la red FTTH GPON, en la empresa TELECABLE Sucursal Teustepe.
- Determinar los usuarios de la red FTTH GPON y las dificultades de conexión que presentan en la empresa TELECABLE Sucursal Teustepe.
- Diferenciar los Puntos de conexión,) de la empresa en el plano actual del inventario de la RED FTTH GPON de la empresa de Telecable Vs el plano de la propuesta.

## **Descripción de la investigación**

En los servicios de telecomunicaciones las empresas se enfrentan siempre a mercados cada vez más demandantes y competitivos. Tienen creciente competencia, polémica por quien da un mejor servicio y con una calidad buena, por estas razones se tienen que implementar distintas estrategias, herramientas y soluciones que siempre sean más adaptables para los suscriptores.

La empresa de Telecable lleva 3 años implementando la tecnología Gpon (Gigabit-capable Passive Optical Network-Red Óptica Pasiva Con capacidad gigabit) lo que ha tenido mucho impacto tanto para la empresa como el público consumidor ofreciendo el servicio de internet, sabemos que hoy en día el internet es parte de la vida cotidiana se ocupan para comunicarte con tus familiares para trabajos en líneas y estudios por lo que nunca debe faltar el internet.

En vista de estos avances la empresa de Telecable se ha dado a la tarea de evitar un colapso en las capacidades de transmisión de la empresa, con la creciente demanda y con los usuarios de la empresa se es necesario realizar cambios que permitan mejorar en la manera de emprender, la reestructuración que se plantea básicamente es eliminar riesgos que no son necesarios, como la disminución de la cartera de cliente, aumentar la productividad y captar más clientes, con la oportunidad de ofrecer el servicio de CATV ya que este no se ofrecía anteriormente actualmente se tiene saturación en los servicios, se plantea realizar nuevo tiraje de FO(Fibra óptica) con mayor capacidad de transmisión, reordenar el cableado principal de transmisión y a su vez determinar la inclusión de equipos faltantes en la red de distribución si se amerita, con esto también se ampliará la red actual abarcando mayor zona de cobertura y no solo ofreciendo un servicio que es el ofrecer internet en realidad se puede ofrecer múltiples servicios a un precio bastante adaptable para la economía de cada suscriptor.

## **Definición del problema**

Se plantea la inquietud ante la creciente demanda de clientes en la empresa TELECABLE Sucursal Teustepe así como las sugerencias de los usuarios en la inclusión de TV creando amenazas en la área comercial en la empresa de Telecable, el problema de la saturación en los equipos que distribuyen a los usuarios finales provoca repercusiones hacia la empresas tales como una mala experiencia al usuario al no poder ofrecerle un mayor BW (bandwidth/ancho de banda) en el servicio de internet e incluir el TV, dado a la falta de disponibilidad y por limitación al ofrecer únicamente un servicio, quedando indefenso a la competencia presente y futura.

## **Formulación del problema**

- ¿Cuál es la situación actual de la red FTTH GPON, en la empresa TELECABLE Sucursal Teustepe?
- ¿Cómo diferenciar el plano actual del inventario de la RED FTTH GPON de la empresa de Telecable Vs el plano de la propuesta?
- ¿Cuáles son los usuarios de la red FTTH GPON y las dificultades de conexión que presentan en la empresa TELECABLE Sucursal Teustepe?

## **Justificación**

La reestructuración se realiza como respuesta a las amenazas y oportunidades que enfrentan las organizaciones con el avance de las tecnologías, un ejemplo de reestructuraciones que se pueden observar a nivel latinoamericano es el caso de Perú, por ejemplo el 60 % de las micro y pequeñas empresas estaría evaluando realizar cambios en su negocio para adecuarlo a los nuevos hábitos del consumidor producto de la pandemia del Covid-19, según Ralph Guerra, gerente de Compartamos Financiera, en entrevista que publica el Diario Gestión.

Esta investigación va dirigida a la empresa Telecable como ISP (Proveedor de servicios de Internet), su red se ha dedicado al servicio de internet por tres años,

debido a su crecimiento y a la problemática de saturación en el backbone (columna vertebral de una red), nace la iniciativa de aportar en el crecimiento de Teustepe al plantear una propuesta de reestructuración a Telecable, ya que no se ha logrado captar más clientes por el mismo inconveniente. Con la reestructuración se tiene previsto atender nuevos usuarios que requieren del servicio dada la demanda de los mismos, se propone el servicio de CATV (Community Antenna Televisión, Antena Comunitaria de Televisión), el cual ampliará la gama de servicio de la empresa en el municipio, y también se estará actualizando los punto de interconexión de NAP (Network Access Point, Punto De Acceso a la red) existentes y de ameritar cambios se propondría otra de mayor capacidad para ampliar la cobertura de clientes según la demanda de la zona, este cambio se realizará en actividades programadas para que el cliente no perciba el cambio y no pase por mucho tiempo sin el servicio, se estima realizar un levantamiento de los postes existentes y reafirmar su ubicación dado que se han estado re ubicando, dicho procedimiento es parte del estudio de reestructuración que se le plantea a la empresa de Telecable para establecer el mejoramiento de su red.

## **LIMITACIONES**

- La empresa Telecable no realiza un inventario sistemático de sus equipos, lo cual se desconoce la situación de dichos aparatos.
- Encontrar información en la alcaldía sobre las empresas que se adentraron a ofrecer servicios de tv e internet.
- Falta de Documentación a Nivel Nacional de Red FTTH GPON.

### **Limitaciones Técnicas**

- Falta de conocimiento en el software de AutoCAD (Es necesario que tengamos un conocimiento del software para realizar los planos de la reestructuración.
- Dado que no contábamos con el Software adecuado para realizar el levantamiento del plano optamos utilizar (TOMODAT 2).

## **Hipótesis**

En la propuesta para la reestructuración de red de la empresa tele cable sucursal de Teustepe se creó una propuesta de reestructuración a los problemas de rendimientos ópticos y aumentar su capacidad para poder llevar un buen servicio por lo que se plantea el mejoramiento en la red de distribución óptica dado que se ha presentado saturación de Banda ancha (bandwidth) debido a diferentes inconvenientes que ha sufrido la Fibra Óptica como son: Cortes de fibra, empalmes no corregidos y antiguos, los dobleces que exceden los radios de curvatura de la fibra óptica, esto ha causado pérdidas por flexión, se estará corrigiendo con nuevo tiraje de cableado de Fibra Óptica, agregando nuevas NAP con su ODN correspondiente, desechando y reutilizando cableado antiguo de última milla para aprovisionar correctamente la red topología de Estrella con tecnología GPON y lograr nuevas derivaciones con el objetivo de alcanzar nueva zona de cobertura y garantizar un buen funcionamiento de la red troncal de fibra óptica monomodo de 48 hilos con distancia de 906 mts aproximadamente cruzando una de las calles principales de Teustepe, la propuesta de reestructuración puede ser considerado por parte de la compañía proveedora de servicios, la factibilidad en ampliar su cobertura con la facilidad de brindar servicios de Internet e incrementar el CaTV a pequeñas empresas y familias del sector por lo tanto para la siguiente investigación se plantea la siguientes hipótesis

### **Hipótesis nula**

Se estima que la empresa cuenta con un 90% de los recursos necesario para ejecutar la reestructuración propuesta por la investigación

### **Hipótesis alternativa**

Se estima que la empresa solo cuenta con el 10% de los recursos necesario para ejecutar la reestructuración propuesta por la investigación

Se determina en base al presupuesto se verá cuánto se necesita para ver si tiene la capacidad para aceptar cual de la hipótesis se necesita

## Variables

Inventario del equipo	Tipo de variable	Concepto	Indicador	Escala de Medición
Inventario de equipos	Dependiente	<p>Inventario de infraestructura de tecnología de la información (TI) de las empresas de telecomunicaciones son activos que se convierten en efectivo en donde se incluye su marca, modelo y número de serie (a modo de histórico); También se documenta el tipo de servicio, como voz, datos o video y el ancho de banda o velocidad de cada línea.</p>	<p>Formato de evaluación de los equipos de transmisión óptica de planta externa y parte de la interna</p>	<p>Validación de la funcionalidad y operatividad óptima del activo</p>

Clasificación de los usuarios	Dependiente	Establecer un perfil para clasificar a un usuario de telecomunicaciones abarcando distintas y variadas características, de acuerdo a sus hábitos de consumo, de productos de telecomunicaciones, los cuales se dividen entre la siguiente segmentación: B2B, B2C, VIP	Se determina en relación a al paquete ofertado o adquirido por el cliente final según su segmentación	Segmentación de usuario en B2B, B2C, VIP
Plano de la red	Dependiente	Viabilidad y acceso Geográfico	Plano de Distribución de Red	Puntos de ubicación de <ul style="list-style-type: none"> <li>● Postes</li> <li>● Mufas</li> <li>● NAPs</li> <li>● Herrajes</li> <li>● Reserva</li> <li>● Empalmes</li> </ul>

## Capítulo II

### MARCO REFERENCIAL ESTADO DEL ARTE (MARCO TEÓRICO)

Las telecomunicaciones y sus servicios progresan rápidamente de tal forma que hace tan solo unas dieciséis décadas sólo existían servicios de voz. Actualmente los usuarios tienen acceso a procesos de comunicación tales como: Mensajes de Voz, texto, Transferencia de Datos, Voz sobre IP, entre otros servicios que tienden a unificarse sobre un mismo medio para mejorar la calidad de servicio y versatilidad de las comunicaciones.

La revolución Tecnológica de las Telecomunicaciones ha provocado que la Empresa Telecable en la Sede de Boaco-Teustepe hoy en día tenga un aumento en la demanda de los servicios básicos de Comunicación (Televisión e Internet) haciendo que se unifiquen y puedan ser brindados al usuario a través de un medio único de forma simultánea, esta convergencia de servicios a través del medio llamado Doble Play permitiendo al Usuario Unificar recursos comunicacionales utilizando una única infraestructura de acceso, independientemente de la Tecnología o Proveedor. El servicio Doble Play es el futuro cercano para el desarrollo integral de los servicios de telecomunicaciones en el Departamento para usuarios masivos y corporativos.

En esta propuesta de proyecto se implementa la tecnología GPON (Red Óptica Pasiva con Capacidad Gigabit Óptica Pasiva Con capacidad Gigabit) teniendo comienzo esta tecnología en el 2003 por la FSN (File System Navigator Navegador de Sistemas de Ficheros). La ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones) desarrolló estándares ITU-T g.984.1,6.94.2 y 6.984.3 en junio del 2004 desde ese entonces formó la familia de estándares GPON (Red Óptica Pasiva con Capacidad Gigabit Óptica Pasiva Con capacidad Gigabit) para su implementación siendo el medio por el cual se transmiten los servicios, el físico narinder singh kapany creó la fibra óptica en 1952, pero la infraestructura de comunicaciones interurbanas se comienza a construir en 1980.

La empresa Telecable ha aplicado la tecnología GPON por su eficiencia en su amplio ancho de banda que puede transmitir a largas distancias, los múltiples servicios que se pueden ofrecer (datos, video,) y cuenta con una robusta plataforma de operación, administración y mantenimiento.

De manera general el control de inventarios está integrado por técnicas para determinar cuándo deben reabastecerse los inventarios actuales y cuánto debe reabastecerse (Solow y Mathur, 1996). El control de inventarios ayudara al análisis de la red actual de la empresa para buscar como satisfacer las demandas de los clientes a un nivel predefinido con un bajo costo, sin embargo, estos objetivos se encuentran en conflicto, el propósito inicial en la industria de telecomunicaciones es brindar servicio a todos sus clientes, aumentando la capacidad cuando se requiera. La capacidad en este contexto es la cantidad de unidades de ancho de banda disponible para dar servicio a los clientes, se busca adaptar la oferta a los diferentes niveles de la demanda determinada por el consumo de los clientes. El inventario en un período determinado se da por la diferencia matemática entre la cantidad de productos que se tienen disponibles para el consumo (oferta) y la cantidad de productos que los clientes consumen (demanda). En telecomunicaciones, la diferencia matemática entre la capacidad instalada (oferta) y la utilización (demanda), determina la capacidad ociosa, y se traduce así en el nivel de inventarios de la red, con tales similitudes, es entonces posible utilizar la teoría de control de inventarios para la reestructuración.

Por lo que la gestión de inventarios ayudará a la reestructuración a asegurar que los activos necesarios sean rastreados y seguidos en todo momento. De este modo el inventario garantiza un seguimiento de los cambios en la red e identificar activos faltantes o interrumpidos y dar solución a problemas con el servicio que ofrece el ISP. Al tener un registro detallado de todos los dispositivos y sistemas de comunicaciones el área de O&M puede identificar fácilmente qué dispositivos pueden haber estado involucrados en un incidente de seguridad o una violación de datos, se sabrá exactamente donde se utilizaron.

## **FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

La (Constitución de Nicaragua, 1982) Afirma lo siguiente:

### **LEY ORGÁNICA DEL INSTITUTO NICARAGÜENSE DE TELECOMUNICACIONES Y CORREOS (TELCOR)**

**DECRETO-LEY N°. 1053**, aprobada el 5 de junio de 1982

Publicado en La Gaceta, Diario Oficial N°. 137 del 12 de junio de 1982

### **LA JUNTA DE GOBIERNO DE RECONSTRUCCIÓN NACIONAL DE LA REPÚBLICA DE NICARAGUA**

### **LEY ORGÁNICA DEL INSTITUTO NICARAGÜENSE DE TELECOMUNICACIONES Y CORREOS (TELCOR)**

**Artículo 1.-** Se crea el Instituto Nicaragüense de Telecomunicaciones y Correos, llamado en adelante TELCOR, como una entidad descentralizada, con personalidad jurídica, duración indefinida, patrimonio propio y plena capacidad para adquirir derechos y contraer obligaciones.

**Artículo 2.-** TELCOR tendrá su domicilio en la ciudad de Managua, pero podrá establecer agencias y concesionarios en todo el territorio nacional, así como representantes o agencias en el exterior.

#### **Objeto y Funciones**

**Artículo 3.-** TELCOR tendrá como objetivo el desarrollo de las funciones de planificación, ejecución de proyectos, operación y mantenimiento dentro de los lineamientos generales del Gobierno de Reconstrucción Nacional, de todos los servicios de telecomunicaciones, tanto Nacionales como Internacionales y para el desarrollo de estos objetivos tendrá las siguientes facultades:

a) Controlar todo lo relativo a las actividades en las ramas telefónicas, telegáficas, postal facsímil, radiofoto, datos tele frecuencias, filatelias, o cualquier otro servicio relativo conocido o por conocerse en el campo de las

telecomunicaciones, para lo cual tendrá que participar en actividades de planificación y ejecución de proyectos, en todos estos campos o en cualquier otra actividad mencionada con sus objetivos;

b) Constituir nuevas sociedades o empresas que favorezcan el desarrollo de las comunicaciones en general, ya sea con su sola participación o en empresas mixtas, siempre que esas nuevas sociedades o empresas se constituyan con fines de servicios similares a los propios de TELCOR, y para ese propósito podrá aportar, o pagar en su caso, cantidades en efectivo, o cualquier tipo de equipos o bienes muebles de su Patrimonio;

c) Designar la Representación que le corresponda en los órganos de Dirección de las Sociedades o Empresas en que TELCOR tenga participación;

d) Contratar empréstitos, ya sea procedentes del Sistema Financiero Nacional o de fuentes extranjeras, todo de acuerdo a las normas dictadas por el Gobierno Central, pudiendo otorgar dentro del giro normal de sus actividades toda clase de garantías sobre sus bienes;

e) Ejecutar, dentro del giro normal de actividades, en relación a sus bienes, muebles, inmuebles o equipos todos los actos o contratos necesarios o conducentes al logro de sus objetivos. En otros casos se necesitará autorización previa de la Contraloría General de la República.

Cuando exista duda acerca de la naturaleza de la operación, la misma Contraloría deberá determinar si ésta se encuentra o no dentro del giro normal de actividades de la Institución, procediéndose enseguida de acuerdo con el párrafo anterior;

f) Efectuar la debida cobranza por todos los servicios que preste; todo de acuerdo a las tarifas legalmente aprobadas y a las normas que se establezcan en el Reglamento de esta Ley;

g) Autorizar las compras que en el extranjero haga cualquier otro organismo, público o privado, persona natural o jurídica, de nuevos equipos de comunicaciones y sus ampliaciones, para su uso o negociación en el país, a fin de garantizar la óptima eficiencia de los sistemas de comunicaciones ya establecidos exceptuando las fuerzas armadas, radiodifusión y televisión;

h) Representar al país ante todos los Organismos Internacionales de Comunicaciones;

i) Realizar todo tipo de instalaciones con el fin de lograr el desarrollo de los objetivos para los cuales fue creada la Institución;

j) Cualquier otra atribución que le sea señalada por la Ley.

Sin la previa autorización de TELCOR ninguna persona natural o jurídica podrá desarrollar las actividades relacionadas con los objetivos que asigna a dicha Institución la presente Ley.

## **LEY ORGÁNICA DE TELECOMUNICACIONES**

La (Constitución de Nicaragua, 1982) Afirma lo siguiente:

### **LEY ORGÁNICA DEL INSTITUTO NICARAGÜENSE DE TELECOMUNICACIONES Y CORREOS (TELCOR)**

**DECRETO-LEY N°. 1053, aprobada el 5 de junio de 1982**

**Publicado en La Gaceta, Diario Oficial N°. 137 del 12 de junio de 1982**

**LA JUNTA DE GOBIERNO DE RECONSTRUCCIÓN NACIONAL DE LA  
REPÚBLICA DE NICARAGUA**

## **LEY ORGÁNICA DEL INSTITUTO NICARAGÜENSE DE TELECOMUNICACIONES Y CORREOS (TELCOR)**

Artículo 1.- Se crea el Instituto Nicaragüense de Telecomunicaciones y Correos, llamado en adelante TELCOR, como una entidad descentralizada, con personalidad jurídica, duración indefinida, patrimonio propio y plena capacidad para adquirir derechos y contraer obligaciones.

Artículo 2.- TELCOR tendrá su domicilio en la ciudad de Managua, pero podrá establecer agencias y concesionarios en todo el territorio nacional, así como representantes o agencias en el exterior.

### **Objeto y Funciones**

Artículo 3.- TELCOR tendrá como objetivo el desarrollo de las funciones de planificación, ejecución de proyectos, operación y mantenimiento dentro de los lineamientos generales del Gobierno de Reconstrucción Nacional, de todos los servicios de telecomunicaciones, tanto Nacionales como Internacionales y para el desarrollo de estos objetivos tendrá las siguientes facultades:

a) Controlar todo lo relativo a las actividades en las ramas telefónicas, telegáficas, postal facsímil, radiofoto, datos tele frecuencias, filatelas, o cualquier otro servicio relativo conocido o por conocerse en el campo de las telecomunicaciones, para lo cual tendrá que participar en actividades de planificación y ejecución de proyectos, en todos estos campos o en cualquier otra actividad mencionada con sus objetivos;

b) Constituir nuevas sociedades o empresas que favorezcan el desarrollo de las comunicaciones en general, ya sea con su sola participación o en empresas mixtas, siempre que esas nuevas sociedades o empresas se constituyan con fines de servicios similares a los propios de TELCOR, y para ese propósito podrá aportar, o pagar en su caso, cantidades en efectivo, o cualquier tipo de equipos o bienes muebles de su Patrimonio;

c) Designar la Representación que le corresponda en los órganos de Dirección de las Sociedades o Empresas en que TELCOR tenga participación;

d) Contratar empréstitos, ya sea procedentes del Sistema Financiero Nacional o de fuentes extranjeras, todo de acuerdo a las normas dictadas por el Gobierno Central, pudiendo otorgar dentro del giro normal de sus actividades toda clase de garantías sobre sus bienes;

e) Ejecutar, dentro del giro normal de actividades, en relación a sus bienes, muebles, inmuebles o equipos todos los actos o contratos necesarios o conducentes al logro de sus objetivos. En otros casos se necesitará autorización previa de la Contraloría General de la República.

Cuando exista duda acerca de la naturaleza de la operación, la misma Contraloría deberá determinar si ésta se encuentra o no dentro del giro normal de actividades de la Institución, procediéndose enseguida de acuerdo con el párrafo anterior;

f) Efectuar la debida cobranza por todos los servicios que preste; todo de acuerdo a las tarifas legalmente aprobadas y a las normas que se establezcan en el Reglamento de esta Ley;

g) Autorizar las compras que en el extranjero haga cualquier otro organismo, público o privado, persona natural o jurídica, de nuevos equipos de comunicaciones y sus ampliaciones, para su uso o negociación en el país, a fin de garantizar la óptima eficiencia de los sistemas de comunicaciones ya establecidos exceptuando las fuerzas armadas, radiodifusión y televisión;

h) Representar al país ante todos los Organismos Internacionales de Comunicaciones;

i) Realizar todo tipo de instalaciones con el fin de lograr el desarrollo de los objetivos para los cuales fue creada la Institución;

j) Cualquier otra atribución que le sea señalada por la Ley.

Sin la previa autorización de TELCOR ninguna persona natural o jurídica podrá desarrollar las actividades relacionadas con los objetivos que asigna a dicha Institución la presente Ley.

La Reestructuración de la Red de Telecable, está regida bajo las Normas de Telcor, lo cual es de importancia para nuestro trabajo de Investigación, ya que nos permite saber que la reestructuración se podrá realizar sin ningún problema.

### **Teorías y conceptualizaciones asumidas (Marco conceptual e histórico)**

Hoy en día la demanda existente de la sociedad sobre los servicios de telecomunicaciones es bien amplia específicamente en el servicio de Internet, esto hace que a su vez los operadores implementen nuevas tecnologías con el propósito de mejorar la calidad de sus servicios ofertados. En el caso puntual del ISP (Internet

Service Provider, Proveedor de servicios de Internet) Telecable una Empresa nueva con visión futurista ha determinado la reestructuración de su infraestructura de red cableada de fibra óptica lo cual permitirá ser una Empresa más competitiva con sus servicios ofertados Considerando que la fibra óptica presenta las mejores características y ventajas frente a cualquier otro medio de transmisión, la Empresa Telecable en la localidad de Teustepe presenta ampliar su mercado y proveer de sus servicios con calidad y confiabilidad que sus clientes y la sociedad así lo demandan.

## **MULTIPLEXACIÓN**

GPON adopta la tecnología de WDM (multiplexación por división de longitud de onda), lo que facilita la comunicación bidireccional en una sola fibra. Se puede citar además que “GPON despliega dos canales de longitud de onda diferentes para la comunicación upstream y downstream. Los canales de longitud de onda de upstream y downstream operan a 1310 nm y 1490 nm, respectivamente.” (Martin Maier, 2011, pág. 45)

La asignación de la longitud de onda en GPON que consta de las siguientes bandas de frecuencia: Banda downstream “Está limitada desde 1480 nm a 1500 nm y consiste en una sola longitud de onda descendente centrada en 1490 nm.” (Martin Maier, 2011, pág. 45)

En sentido descendente, los paquetes de datos se transmiten de una manera difusión o broadcast. Banda upstream “Esta banda se extiende por las longitudes de onda entre 1260 nm y 1360 nm, que incluye el canal de longitud de onda upstream centrado típicamente a 1310 nm.”

(Martin Maier, 2011, pág. 45)

En esta, los paquetes de datos se transmiten de una manera TDMA (Time División Multiplex Access). (Huawei Technologies Co. L., 2013) Banda mejorada: Además de las bandas upstream y downstream, ITU -T G.983.3 especifica una

llamada banda de mejora de 1539 nm a 1565 nm, que es compatible con los amplificadores de banda C fácilmente disponibles

## **BANDA ANCHA**

Con la popularidad de internet en el mundo globalizado en el cual vivimos, ha hecho que en la actualidad traiga consigo una mayor demanda en el tráfico de la red de redes llamado internet, tráfico que se deberá suplir en capacidad, calidad de servicio y convergencia de las aplicaciones modernas que están siendo utilizadas.

Pensando en ello que las operadoras de telecomunicaciones y en específico los ISP'S tratan de hacer su mejor esfuerzo por satisfacer los requerimientos, proporcionando redes de acceso a grandes volúmenes de tráfico.

En general, las tecnologías de acceso banda ancha han experimentado un aumento de prestaciones en los últimos años. Consiguiendo que se pueda ofrecer todo tipo de servicios, incluso los más exigentes, como son la distribución de televisión.

## **REDES FTTH**

La red FTTH (Fibra Hasta El Hogar) se ha presentado como la arquitectura ideal para desplegar el tendido de fibra óptica desde la oficina central hacia al hogar del cliente con alta velocidad de transmisión de datos, voz y videos de alta calidad.

FTTH es una red pasiva, hay una ausencia de componentes activos entre la ODN lo que minimiza el mantenimiento de la red.

## **TECNOLOGÍA DE TRANSMISIÓN PON**

La red PON (Red Óptica Pasiva), es la red multipunto que utiliza elementos pasivos desde la oficina central hasta el usuario, lo cual se presenta como atractivo y prometedor para ser utilizado como red de acceso para los ISP'S la empresa de

Telecable con esta tecnología ha ocupado todo el mercado de la localidad, pocas empresas con diferentes tecnologías no ha sido competencia con la tecnología PON sumándole las altas capacidades de sus canales ascendentes y descendentes, siendo estos simétricos y asimétricos que sirven para transmitir la información como puede ser voz, datos y video al mismo tiempo cumpliendo las características de redes convergentes utilizando el medio de transmisión fibra óptica desde el punto de origen hasta el cliente de cobertura de hasta 20 km sin la utilización de amplificadores, y de fácil escalabilidad.

El nacimiento de las arquitecturas de las redes PON da sus inicios en 1998 cuando el grupo de estudio 15-ITU empieza a desarrollar la recomendación ITU-T G.983.1 se acuñan los términos de BPON (Broadband Passive Optical Network, Red Óptica Pasiva de Banda Ancha) y APON, seis años después en el 2004 la IEEE libera el estándar EPON, y en el año 2007 se empieza a trabajar en 10 gigabit ethernet PON liberando el estándar ITU-T G.984.5

## **GPON**

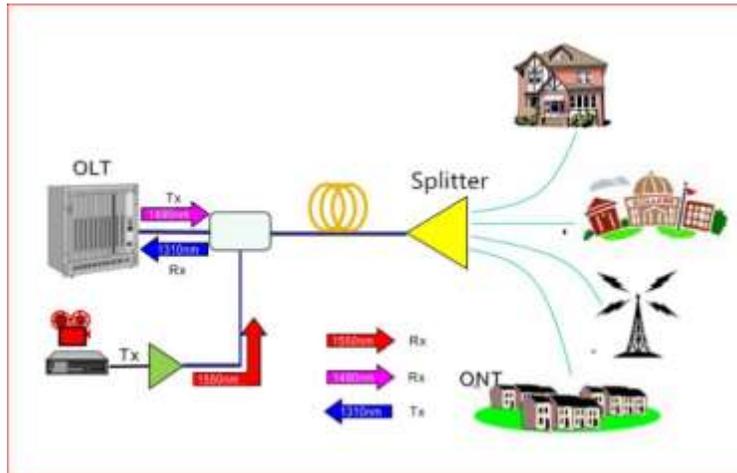
El estándar ITU-T G.984 denominado GPON es una evolución del estándar BPON, soporta tasas altas, seguridad mejorada y elección del protocolo de capa 2 (ATM, GEM, ETHERNET), permite la transferencia de celdas ATM y de paquetes ethernet sobre el mismo sistema y sobre la misma red física.

También incrementa la tasa de transmisión hasta 2.4 downstream y 1.24 upstream, esto proporciona velocidades muy altas para los abonados ya que si se dan las configuraciones apropiadas las velocidades pueden ser de hasta 100 Mbps a cada usuario dependiendo de factores importantes tales como el número de usuarios y de la calidad de los equipos que se usen.

## **ESTRUCTURA DE LA RED GPON**

La red GPON es una red totalmente pasiva en todo lo que lo conforma, y se encuentra contemplada básicamente por: Splitter's óptico, cable de fibra óptica y elementos de protección de fusión y para derivación de ruta.

### Ilustración 1 Componentes de la red de acceso FTTH y Gpon



Fuente: FS/ Community

### ESTRUCTURA DE LA RED GPON CUENTA CON CUATRO ELEMENTOS:

OLT :(terminal de línea óptica) un terminal de línea óptica; un dispositivo terminal para conectar un tronco de fibra. El dispositivo OLT es un dispositivo de oficina central importante. Se puede conectar al switch frontal (capa de agregación) mediante un cable de red y convertirlo en una señal óptica. La fibra óptica única está interconectada con el divisor óptico en el extremo del usuario. Se implementa el control, la gestión y el alcance desde la ONU del equipo de usuario. Y al igual que el dispositivo de la ONU, es un dispositivo integrado fotoeléctrico.

ONT: La ONT (Terminal De Red Óptica) es la utilizada en las instalaciones del cliente, Esta conecta a la OLT por medio de fibra óptica y no tiene elementos activos en el enlace. En GPON, el transceptor en la OLT es la conexión entre las instalaciones del cliente y la oficina central OLT

SPLITTER'S: El Splitter's óptico divide la potencia de señal, son elementos pasivos por lo general se encuentran ubicados en las ODN (OPTICAL DISTRIBUTION NETWORK) y en las NAP (NETWORK ACCESS POINT)

Tabla 1 Tabla 1 Pérdida de señal en la salida de los Splitters

Taza	Máximo	Mínimo	Promedio
1x64	22.8 dB	15.7 dB	19.2 Db
1x32	18.6 dB	13.1 dB	15.8 Db
1x16	15.0 dB	10.8 dB	13.4 Db
1x8	11,4 dB	8.1 dB	9.7 Db
1x4	7,8 dB	5.4 dB	6.6 Db
1x2	4,2 dB	2.6 dB	3.4 Db

Fuente: Elaboración Propia

## PÉRDIDAS INTRODUCIDAS POR SPLITTER' S

### ELEMENTOS EXTERNOS DE UNA RED GPON

#### ODN

El ODN es el medio de transmisión óptica para la conexión física de las ONU a las OLT. Su alcance es de 20 km o más. Dentro de la ODN, es cable de fibra óptica, los divisores ópticos pasivos y los componentes auxiliares colaboran entre sí La caja nap de distribución óptica, también se la conoce con el nombre NAP (NETWORK ACCESS POINT) punto de acceso a la red o caja terminal. Es la encargada de conectar la red de distribución con las conexiones individuales a cada abonado. Es un punto específico para realizar labores de operación y mantenimiento en las NAP se encuentran las pigtails, que son los encargados de conectar los hilos del cable de distribución con los respectivos conectores de la **nap**.

## Ilustración 2 Caja Terminal Nap de 32 Puertos con adaptadores SC

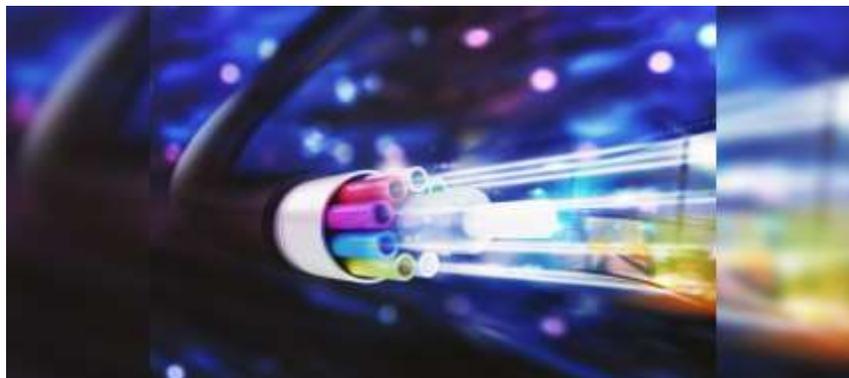


Fuente: Cable servicio S.A

## FIBRA ÓPTICA (FO)

La fibra óptica es la tecnología usada para transmitir información en forma de pulso de luz mediante hilos de fibra de vidrio o plástico, a través de largas distancias.

## Ilustración 3 Fibra Óptica



Fuente: e Semanal Noticias del Canal

## **PIGTAILS**

Los Pigtail se utilizan para terminar los cables de fibra óptica mediante fusión o empalme mecánico. con las prácticas correctas de empalme por fusión, ofrecen el mejor rendimiento posible para las terminaciones del cable de fibra óptica.

### **Ilustración 4 Pigtail Rabillo SC APC fibra óptica Monomodo**



**Fuente: Silex Fiber**

## **MUFA PARA CONTINUIDAD Y DERIVADAS DE LA FIBRA ÓPTICA, CAJAS DE EMPALMES.**

Es un producto destinado a proteger los puntos de fusión de fibra óptica, en red de planta externa, su diseño de cierre central mediante sello, evita el ingreso de la humedad y aire al interior de la cavidad contenedora de las fibras.

## **MUFA PARA DERIVACIONES DE LA FIBRA.**

### **Ilustración 5 Caja de Interconexiones, Tipo Domo de 144 Hilos de Fibra**



**Fuente: Foro técnico para instaladores de fibra óptica**

## MUFA PARA CONTINUIDAD DE LA FIBRA ÓPTICA

Ilustración 6 Caja de empalme de cables adaptadores de conexión de cable de 48 hilos



Fuente: ComCast Group

## TIPO DE CONECTORES ÓPTICOS MÁS COMUNES

### Tipos de conectores ópticos más comunes

Las siglas SC, LC, FC y ST corresponden a los tipos de conector óptico más comunes en aplicaciones FTTH y en redes de datos. En cuanto a la nomenclatura PC/UPC/APC, son siglas que se refieren al tipo de pulido del terminal óptico (ferrule) que hace posible el paso de pulsos de luz láser entre dos fibras ópticas.

### Ilustración 7 Conectores FC



Fuente: Promax

Qué significa FC: Son las siglas de Conector de Ferrule (Ferrule Connector).

Historia: Fue el primer conector óptico con ferrule cerámico, desarrollado por Nippon Telephone and Telegraph. Su uso está cayendo en favor de los conectores SC y LC.

Características: Es un conector roscado con una fijación muy resistente a vibraciones, por ello se utiliza en aplicaciones sometidas a movimiento. También se utiliza en los instrumentos de precisión (como los OTDR) y es muy popular en CATV.

Características ópticas: Para fibras monomodo. Sus pérdidas de inserción alcanzan los 0,3 dB.

### **Ilustración 8 CONECTOR ST (Straight Tip)**



**Fuente: Promax**

Qué significa ST: Son las siglas de Punta Recta (Straight Tip).

Su historia: Desarrollado en EEUU por AT & T y utilizado en entornos profesionales como redes corporativas, así como en el ámbito militar.

Características: Es similar en forma al conector japonés FC, pero su ajuste es similar al de un conector BNC (montura en bayoneta).

Características ópticas: Se utiliza en fibras multimodo. Sus pérdidas de inserción rondan los 0,25 dB.

## **Ilustración 9 CONECTOR LC (Lucent Connector o Little Connector)**



**Fuente: Promax**

Qué significa LC: Son las siglas de Conector Lucent (Lucent Connector) o Conector Pequeño (Little Connector).

Su historia: Es un desarrollo de Lucent Technologies que vio la luz en 1997.

Características físicas: Ajuste similar a un RJ45 (tipo push and pull). Más seguro y compacto que el SC, así que permite incluso mayores densidades de conectores en racks, paneles y FTTH.

Características ópticas: Para fibras monomodo y multimodo. Pérdidas de 0,10 dB.

**CONECTOR SC (Suscriptor Connector o Square Connector)** Qué significa SC: Son las siglas de Conector de Suscriptor (Suscriptor Connector) o Conector Cuadrado (Square Connector).

Su historia: Desarrollado por Nippon Telegraph and Telephone, su cada vez menor coste de fabricación lo ha convertido en el más popular.

Características: Ajuste rápido a presión. Es compacto, permitiendo integrar gran densidad de conectores por instrumento. Se utiliza en FTTH, telefonía, televisión por cable, etc.

## Ilustración 10 Diagrama de un típico conector de fibra óptica SC

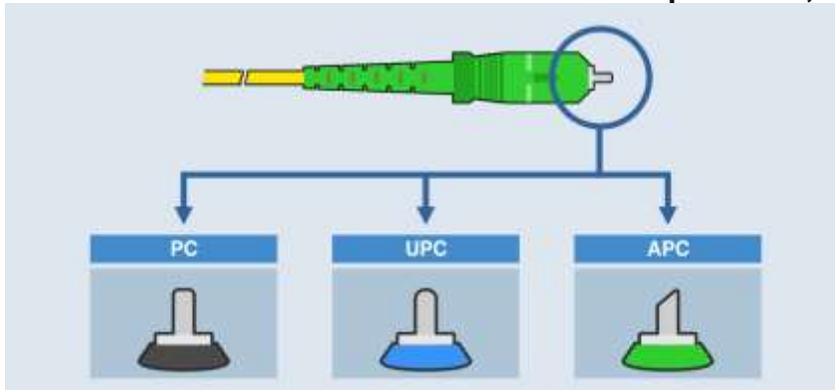


Fuente: Promax

Características ópticas: Para fibras monomodo y multimodo. Pérdidas de 0,25 dB.

## TIPOS DE PULIDO

### Ilustración 11 Pulidos del ferrule de fibra óptica: PC, UPC y APC



Fuente: Promax

PC: Contacto Físico (Physical Contact). El ferrule está biselado y rematado en una superficie plana. Esto evita espacios vacíos entre los ferrule de los conectores que se están acoplando y logra unas pérdidas de retorno entre los -30 dB y los -40 dB. Se trata de una solución cada vez más en desuso.

UPC: Ultra Contacto Físico (Ultra Physical Contact). Similares a los PC, pero logran reducir las pérdidas de retorno a un margen entre los -40 y los -55 dB gracias

a que el bisel tiene una curva más pronunciada. La tendencia actual es utilizarlo en líneas muertas para que los operadores de telecomunicaciones lleven a cabo pruebas de red por ejemplo con OTDR.

APC: Contacto Físico en Ángulo (Angled Physical Contact). El ferrule termina en una superficie plana y a su vez inclinada 8 grados. Se trata del conector que logra un enlace óptico de mayor calidad ya que consigue reducir las pérdidas de retorno hasta los -60 dB aumentando así el número de usuarios en fibras monomodo. Por este motivo, unido a sus cada vez menores costes de fabricación, APC se ha convertido en el tipo de pulido más utilizado.

### TABLA DE COLORES DE LOS CONECTORES DE FIBRA ÓPTICA

Tabla 2 Tabla 2 Código de colores de los conectores de fibra óptica

TIPO DE FIBRA ÓPTICA	COLOR DEL CONECTOR
62.5/125	Beige
50/125	Negro
50/125 laser optimized	Aguamarina
OM5	Lima
Monomodo	Azul
Monomodo con pulido APC	Verde

Fuente: Promax

## HERRAJE

Preformado para cable de fibra óptica ADSS

## **Ilustración 12 Herraje de retención helicoidal fibra óptica en acero trenzado.**



**Fuente: Latic**

Alambre Acero galvanizado al caliente bajo norma ASTM A 123.

Permite sujetar el cable ADSS con el herraje de retención (thimble clevis o guardacabos).

Resistente a altas temperaturas, humedad, oxidación y ambientes salinos.

## **Ilustración 13 Splitter's de 1×8**



**Fuente: Foro Técnico para instaladores de Fibra Óptica**

El Splitter's de 1×8, muy usado en las Redes de fibra óptica como PON y en FTTx, estas Derivaciones poseen los siguientes valores promedio de atenuación:

1×2: 3.4 dB.

1×4: 6.6 dB.

1×8: 9.7 dB.

1×16: 12.9 dB.

1×32: 15.8 dB.

1×64: 19.2 dB.

Estas atenuaciones son para las Ventanas de Operación de 1310nm y 1550nm EL Splitter's usado, es el 1×8 simétrico en este caso 12.5|12.5|12.5|12.5|12.5|12.5|12.5|12.5, lo cual significa que tiene una entrada y ocho salidas y 12.5% de Radio. Aunque sabemos existen otros modelos que son Asimétricos, es decir, 1×2 que son 20|80 lo que indican es que una salida contiene el 20% y la otra el 80%, son útiles para pruebas y mediciones en el campo, sin embargo, se debe tener mucho cuidado de no confundir las conexiones de salidas, porque puede traer problemas en el funcionamiento de nuestra Red óptica.

### **ATENUADORES ÓPTICOS**

Los atenuadores de fibra óptica son componentes ópticos que se utilizan a menudo en un enlace de transmisión de fibra óptica para reducir la potencia incidente en el fotodetector.

Pueden introducir un nivel de atenuación fijo (Atenuadores fijos) o tener un control de sintonización para fijar el nivel de atenuación en una gama de valores seleccionables (atenuadoras variables).

Aplicaciones típicas de los atenuadores de fibra óptica son:

- Asegurar el comportamiento lineal de los receptores de fibra óptica evitando la sobrecarga de potencia óptica.
- Equilibrar la potencia óptica en las ramas de la red óptica pasiva (PON.)
- Hacer mediciones en un sistema de telecomunicación óptica.

En la primera aplicación, la potencia óptica emitida por una fuente en un sistema de transmisión suele sobrepasar el balance de potencia necesario, el objetivo es garantizar la condición operativa del sistema aun si se producen en el enlace algunos fenómenos de degradación.

La segunda aplicación de estos componentes se justifica por la uniformidad de las pérdidas del enlace en una red real punto a multipunto. De hecho, debido a la topología de la red, distintos trayectos ópticos pueden sufrir pérdidas diferentes, de forma que en algunas ramas de la red pueden necesitar atenuadores ópticos específicos para asegurar la misma gama de funcionamiento lineal en todos los receptores ópticos.

Por último, la tercera aplicación concierne principalmente a los atenuadores ópticos variables, En realidad, estos tipos de componentes pueden ser muy importantes para efectuar varias mediciones en un sistema de telecomunicaciones ópticos, por ejemplo, tiene que caracterizarse cada vez la calidad de un funcionamiento en función de la potencia óptica recibida.

cada tipo de atenuador óptico suele insertarse en el extremo receptor del enlace; en realidad, la regulación de la intensidad luminosa en el extremo transmisor exigiría supervisión de potencia a distancia del nivel recibido de la señal óptica

Los atenuadores de fibra óptica pueden ser utilizados en oficinas centrales o en todo tipo de cierre exterior, por lo que deben poder operar en entornos tanto controlados como no controlados.

## **SANGRÍA**

El Sangrado de Fibra es una técnica que permite la extracción de los hilos de un cable de Fibra Óptica o un tubo holgado sin necesidad de hacer un corte transversal y truncar su continuidad.

Características: Los cables de fibra óptica están compuestos por filamentos de vidrio, cada uno de ellos con capacidad para transmitir datos digitales modulados en ondas de luz. Envían información codificada de manera eficaz en un haz de luz a través de un tubo de vidrio o plástico

## Ilustración 14 Sangría de Fibra Óptica



Fuente: Elaboración Propia

### MARCO CONTEXTUAL

#### FALENCIAS DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA RED ACTUAL

El servicio de internet que ofrece la empresa a través de la red de fibra óptica no tiene competencia alta hasta la actualidad, y a pesar de las mejoras que se han realizado en puntos estratégicos de la red, aún se presenta problemas que no permiten al abonado el uso de su servicio con la calidad esperada, haciendo de esta manera que gran cantidad de clientes tengan quejas o decidan retirarse del servicio con la empresa.

#### CÁLCULOS DE ENLACES ÓPTICOS

Para una correcta planificación de las instalaciones de cables con fibras ópticas es necesario considerar la atenuación total del enlace y el ancho de banda del cable utilizado.

Para el cálculo de atenuación de enlace se consideran 2 métodos:

- Cálculo del cable de fibra óptica
- Cálculo del margen de enlace con cable de fibra óptica seleccionado

Cálculo del cable

La atenuación total del cable considerando reserva será:  $at = LaL + neae + ncac + arL$

$L$  = longitud del cable en  $Km$ .

$aL$  = coeficiente de atenuación en  $dB/Km$

$ne$  = número de empalmes

$ae$  = atenuación por empalme

$nc$  = número de conectores

$ac$  = atenuación por conector

ar = reserva de atenuación en dB/Km

La reserva de atenuación (margen de enlace), permite considerar una reserva de atenuación para empalmes futuros (reparaciones) y la degradación de la fibra en su vida útil (mayor degradación por absorción de grupos OH). 54

La magnitud de la reserva depende de la importancia del enlace y particularidades de la instalación, se adopta valores entre 0.1 dB/Km y 0.6 dB/Km.

Topología en estrella

Una red en estrella es una red en la cual las estaciones están conectadas directamente a un punto central y todas las comunicaciones se han de hacer necesariamente a través de éste.

Dado su transmisión, una red en estrella activa tiene un nodo central activo que normalmente tiene los medios para prevenir problemas relacionados con el eco.

Se utiliza sobre todo para redes locales. La mayoría de las redes de área local que tienen un enrutador (Router), un conmutador (switch) o un concentrador (hub) siguen esta topología. El nodo central en estas sería el enrutador, el conmutador o el concentrador, por el que pasan todos los paquetes.

Ventajas

- Tiene los medios para prevenir problemas.
- Si una PC se desconecta o se rompe el cable solo queda fuera de la red esa PC.
- Fácil de agregar, reconfigurar arquitectura PC
- Fácil de prevenir daños o conflictos.
- Permite que todos los nodos se comuniquen entre sí de manera conveniente.
- El mantenimiento resulta más económico y fácil que la topología bus
- Desventajas
- Si el nodo central falla, toda la red se desconecta.
- Es costosa, ya que requiere más cable que las topologías bus o anillo.
- El cable viaja por separado del hub a cada computadora 55

-La topología estrella es una de las topologías más populares de un LAN (Local Área Network). Es implementada conectando cada computadora a un Hub central. El Hub puede ser Activo, Pasivo o Inteligente. Un hub activo es solo un punto de conexión y no requiere energía eléctrica. Un Hub activo (el más común) es actualmente un repetidor con múltiples puertos; impulsa la señal antes de pasarla a la siguiente computadora. Un Hub Inteligente es un hub activo, pero con capacidad de diagnóstico, puede detectar errores y corregirlos.

-Comunicación en la Topología Estrella

-En una red estrella típica, la señal pasa de la tarjeta de red (NIC) de la computadora que está enviando el mensaje al Hub y este se encarga de enviar el mensaje a todos los puertos. La topología estrella es similar a la Bus, todas las computadoras reciben el mensaje, pero solo la computadora con la dirección, igual a la dirección del mensaje puede leerlo.

## **MARCO CONTEXTUAL**

### **FALENCIAS DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA RED ACTUAL**

El servicio de internet que ofrece la empresa a través de la red de fibra óptica no tiene competencia alta hasta la actualidad, y a pesar de las mejoras que se han

realizado en puntos estratégicos de la red, aún se presenta problemas que no permiten al abonado el uso de su servicio con la calidad esperada, haciendo de esta manera que gran cantidad de clientes tengan quejas o decidan retirarse del servicio con la empresa.

## UBICACIÓN DEL PROYECTO

**Ilustración 15 MAPA DE TEUSTEPE-BOACO, EXTENSIÓN 4.25KM<sup>2</sup>**



**Fuente: Elaboración Propia**

La empresa se encuentra ubicada de la Antena Tigo, dos cuadras al norte media al este.

## PROBLEMAS FÍSICOS DE LA RED

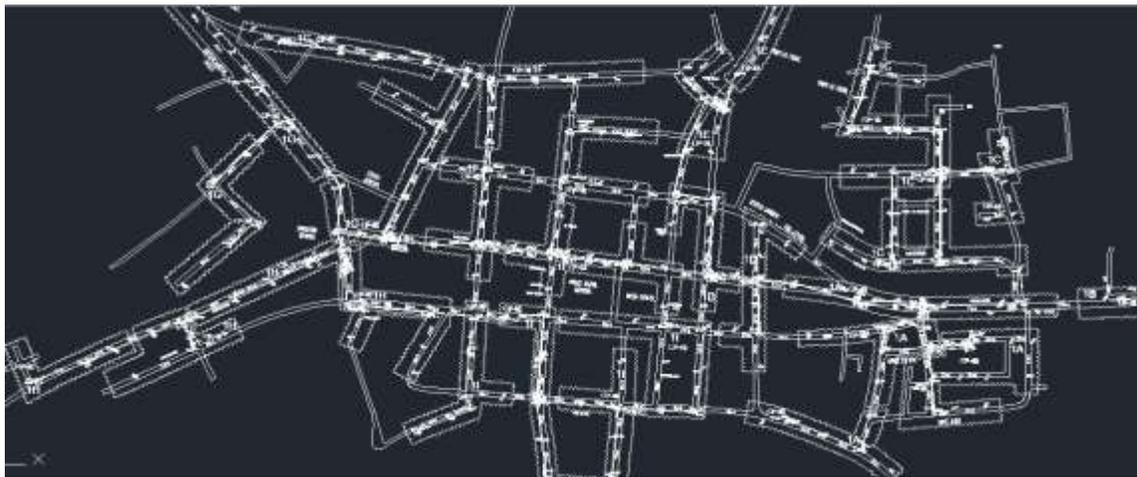
La atenuación es cualquier tipo de fenómeno que causa la disminución de la potencia de la señal propagada, pero no afecta su forma, la empresa de Telecable presenta problemas de atenuación en su red de fibra óptica provocando alteraciones de niveles en las naps o en las mufas, reduciendo la calidad del servicio que presta la empresa. Los niveles que se tiene que presentar a la hora de hacer las instalaciones al cliente son de -5db de potencia óptica.

La atenuación aumenta exponencialmente con el aumento de la longitud de la fibra, reduciendo así el alcance de transmisión. El aumento de la atenuación de 3db a la caída de la potencia de señal propagada un 50%. Los problemas de atenuación se

pueden presentar por un mal empalme, mal manejo de la fibra, instalación errónea de la preformadas o clan

## **PLANO ACTUAL DE RED DE FTTH GPON DE LA EMPRESA DE TELECABLE**

### **Ilustración 16 Plano Actual de la red Telecable**



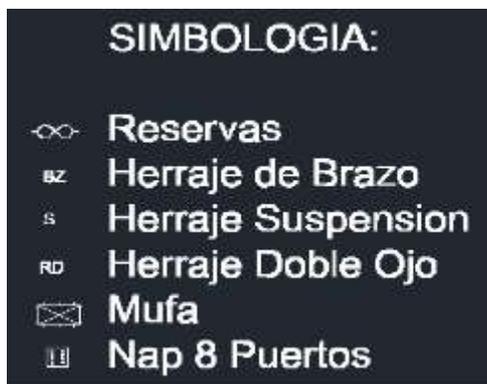
**Fuente: Empresa de Telecable, Sucursal de Teustepe**

En la imagen presentamos la red actual que tiene la empresa de Telecable Teustepe, en el que ofrece el servicio de internet con el problema de disponibilidad para atender usuarios.

El plano muestra toda la simbología de los materiales utilizados (MUFA, FIBRA ÓPTICA, NAP, RESERVAS Y HERRAJES).

Están representados de esta manera:

## Ilustración 17 simbologías del plano de Red



**Fuente:** Empresa de Telecom, Sucursal de Teustepe

## EQUIPOS INTERNOS E EXTERNOS DE LA RED ACTUAL INTERNOS

**ODF:** distribuidor de la fibra óptica, que permiten organizar los conectores terminales de la fibra óptica.

**OLT:** (Optical Line Terminal-Terminal De Línea Óptica) NCM: NCM-3600-XX GPON OLT cumple con ITU-T G.984/G.988 y cumple con los requisitos sobre GPON OLT en Requisitos técnicos de acceso a la red. Es totalmente compatible con CTC2.0, descubrimiento automático y cooperación con ONU de diferentes fabricantes.

NCM-3600-XX GPON OLT admite la velocidad de transmisión PON de enlace ascendente simétrico de 1,25 Gbps/descendente de 2,5 Gbps, el uso eficiente del ancho de banda y los servicios de Ethernet, lo que ayuda a los operadores a brindar servicios confiables a sus usuarios.

Su relación de acoplamiento sube a 1:128 y su compatibilidad con diferentes redes ONU híbridas minimiza la inversión del operador. NCM-3600-XX GPON OLT, basado en tecnologías de vanguardia, tiene funciones sólidas. Algunas de sus funciones, como la garantía de QoS, SLA y DBA, se pueden enumerar fácilmente.

## **MIKROTIK**

**RACK:** Un rack es una base, estructura metálica o soporte cuya misión es alojar sistemas informáticos y redes de telecomunicaciones. todas sus dimensiones se encuentran normalizadas a fin de que sean compatibles con cualquier equipamiento independientemente del fabricante.

**RESPALDOS DE ENERGÍAS UPS:** La sigla ups es la abreviación de su nombre en inglés Uninterruptible power supply, también llamado sistema de alimentación ininterrumpida (SAI), Digo dispositivo permite tener flujo de energía eléctrica mediante baterías, cuando el suministro eléctrico falla.

## **EXTERNOS**

**NAP:** Las cajas nap (Network access point-punto de acceso a la red) que se encuentra en la empresa y se distribuye hacia la casa, cuenta con un splitter óptico de segundo nivel plc 1x8 con una salida de potencia óptica simétrico.

**ODN:** Las ODN (Optical Distribution Network-Red de Distribución Óptica) cuenta con un splitter de primer nivel plc 1x4 y 1x8 con salida óptica simétrica para distribuciones de las cajas nap (Network access point-punto de acceso a la red) y es la que tiene comunicación con la OLT (Optical Line Terminal-Terminal De Línea Óptica) y permite que el usuario pueda navegar con su servicio contratado

MUFA

## **Capítulo III.**

### **DISEÑO METODOLÓGICO**

El presente apartado constituye la fase de cómo se trabajó metodológicamente en la investigación, En esta etapa se hace necesario que se conozca lo relativo al tipo de diseño o métodos de la investigación, cuál es su población y muestra, cuáles serán las técnicas de recolección de datos, la herramienta metodológica y posteriormente, breve descripción de las actividades y recursos referentes a los elementos anteriormente señalados.

### **TIPO DE INVESTIGACIÓN**

#### **Según función del propósito:**

La investigación es de tipo teórica, su único objetivo es aportar y recopilar información relevante, presentando soluciones al problema mismo.

#### **Por su nivel de profundidad:**

El estudio será de carácter descriptivo debido a que busca exponer la situación actual de la red de la empresa (Telecable), en donde la saturación en los equipos conlleva a una mala distribución del servicio limitando el crecimiento y la cobertura de la empresa.

#### **Por su naturaleza:**

La investigación a desarrollar será de carácter Cuantitativa debido a que el estudio y análisis de la información busca a través de los distintos procedimientos de medición determinar los factores que limitan el crecimiento y cobertura de la red empresarial para poder responder al planteamiento del problema. Los resultados esperados serán analizados mediante la inferencia estadística con el objetivo de tener un mayor nivel de control y medición de las variables a fin de extrapolar la muestra a la población.

#### **Por los medios para obtener los datos:**

La obtención de datos será Documental y de Campo. Por una parte, será documental porque algunos de los datos de esta investigación serán obtenidos por el apoyo de fuentes primarias y secundarias de documentación, las cuales han servido como guía para la realización del documento y de abordar algunos temas

en específico. Por otro lado, será de campo, ya que se estará obteniendo información valiosa mediante la aplicación de encuestas.

**Diseño de la investigación:**

Dentro de las características de la investigación, se considera el método de tipo no Experimental ya que las variables observables y de análisis reflejan la situación actual de la empresa por la cual se plantea a TELECABLE la propuesta de reestructuración, y se expone como se puede aplicar la reestructuración quien es la encargada del inicio del proyecto una vez aprobada la propuesta a realizar.

**Según el tipo de inferencia:**

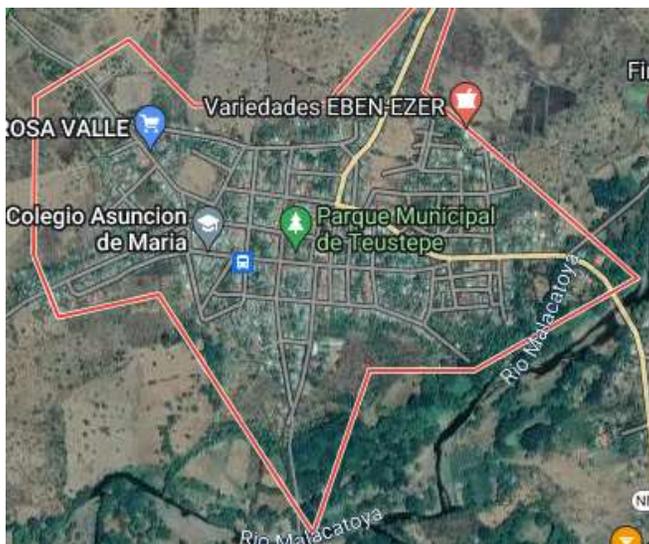
El método de inferencia a implementar es método estadístico, ya que se conocen los datos actuales que tiene la empresa sobre la demanda, también se toman las encuestas de opinión e intereses del servicio brindado.

**Según el periodo temporal en que se realiza:**

El periodo de estudio es de carácter transversal o transeccional ya que los datos recolectados y analizados serán en el primer semestre del año 2022, observando las diferentes variables y comparando diferentes muestras de diferentes periodos de tiempo específicos buscamos determinar la prevalencia de la condición estudiada en la empresa TELECABLE.

## ÁREA DE ESTUDIO ÁREA LOCALIZADA PARA LA REESTRUCTURACIÓN

Ilustración 18 Ubicación de la Empresa Telecable



**Fuente: Elaboración Propia**

La zona de la reestructuración de la red de fibra óptica de la empresa Telecable, su ubicación geográfica es en la localidad de Teustepe, departamento de Boaco, (Ilustración 18) dada la problemática le presentamos a la empresa de Telecable una solución muy viable para que pueda seguir ofreciendo sus servicios y tener siempre disponibilidad cuando el usuario requiera contratar el servicio de internet y catv.

## **UNIDAD DE ANÁLISIS POBLACIÓN/ MUESTRA**

### **POBLACIÓN:**

César Bernal en su libro Metodología de la investigación para administración, economía, humanidades y ciencias sociales (Torres, 2006) define como población " el conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación. Se puede definir también como el conjunto de todas las unidades de muestreo".

Los datos del número de personas del sector, se obtuvieron en base a los usuarios adscritos a la empresa de Telecable con el servicio de Internet.

**Tabla 3 Tabla 3 Cuadro distributivo de la población**

<b>Servicio</b>	<b>Población</b>
INTERNET	512
TOTAL	512

**Fuente: Elaboración Propia**

**MUESTRA:**

Daniel S. Behar Rivero En su libro Metodología de la Investigación (Rivero, 2008) define a la muestra como " en esencia, un subgrupo de la población, se puede decir que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus necesidades al que llamamos población".

Se ha tomado como muestra los

adscritos y parte de la población enfocada a convertirse en posibles clientes potenciales que se encuentra dentro de la zona detallada para la Propuesta de Reestructuración de red (Boaco-Teustepe).

Tabla 4 **Tabla 4 Cuadro distributivo de la Muestra**

Servicio	Población
Tv+internet	1024

**Fuente: Elaboración Propia**

**INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Un instrumento de recolección de datos aplicada sobre la muestra seleccionada nos ayudará a obtener la información requerida para la investigación y poder así brindar respuesta al problema planteado.

**Técnica:**

Las técnicas más usadas para recopilar información fueron: Observación, Entrevista, Cuestionario, Encuestas, (Cerde, 1991) detalla lo siguiente:

**Observación:**

Es uno de los instrumentos más utilizados en la investigación científica, su procedimiento es de fácil aplicación, directo y que exige de tabulación sencillas, es el más utilizado por los investigadores sociales, observar y percibir es una manera de obtener información y de forma parte principal del conocimiento humano.

**Encuesta:**

Actualmente es una de las técnicas más utilizadas por las empresas para poder explorar o sondear las tendencias y las opiniones sociales, políticas, servicios o de negocios en una población. (Cerde, 1991)

**TIPOS DE ENCUESTAS**

Existen diferentes procedimientos para la obtención de información que se traducen en diferentes modalidades de encuesta. (Fernández, 2004, pág. 102)

➤ Encuesta Persona: existe un contacto directo entre el entrevistador y el entrevistado

Para el desarrollo del actual tema de Proyecto de Investigación propuesto se ha seleccionado el tipo de encuesta persona con técnica estructurada para obtener la información que nos permitirá conocer la apreciación que los posibles clientes y enfocar el proyecto de investigación hacia la creación de una reestructuración de red en el sector detallado.

Se ha desarrollado una encuesta que tendrá como objetivo poder conocer la satisfacción del servicio de internet actualmente contratado y su importancia en la actualidad de los posibles clientes.

## RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

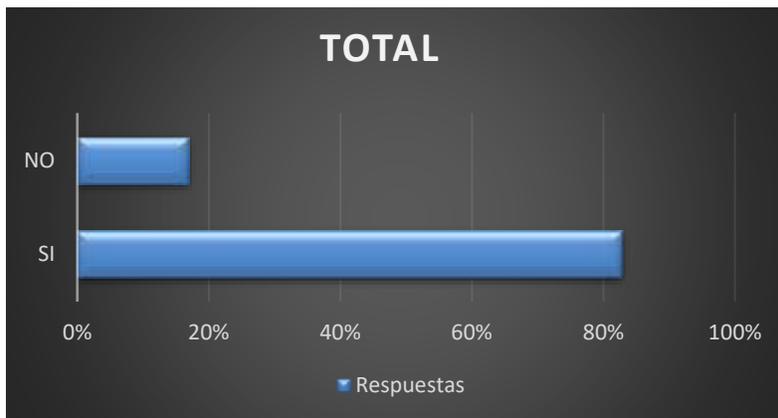
La información fue recopilada por medio de una encuesta efectuada de forma presencial en el Municipio de Teustepe en el cual abarca la población adscrita a la empresa y las familias que aún no cuentan con el servicio.

## PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

Para el procesamiento y análisis de la información recopilada en la encuesta efectuada se representarán de manera gráfica las siguientes respuestas.

### Respuestas de las Encuestadas Efectuadas

#### Ilustración 19



Fuente: Elaboración Propia

En un total de 58 personas encuestadas, el 82% pertenece a 30 personas que cuentan con servicio de internet que es utilizado en diferentes actividades que realizan, el 17% pertenece a 28 personas encuestadas que se demuestra que no cuentan con un servicio de internet.

La información obtenida detalla una buena aceptación en el Municipio planteado y las personas que aún no cuentan con el servicio de internet, es favorable para poder continuar con nuestra investigación.

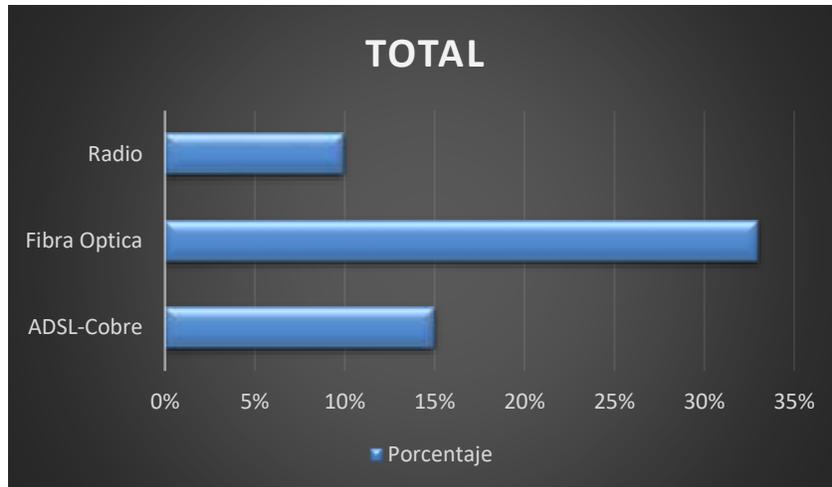
## Ilustración 20 Proveedores de servicios Telecomunicaciones



**Fuente: Elaboración Propia**

Se verifica que el proveedor de servicio de Telecomunicaciones que lidera el mercado en el municipio el 10% que pertenece a 10 clientes donde su proveedor de internet es Claro, el 90% les pertenece a 48 clientes en donde su proveedor es Telecable, en el estudio se puede constatar que Yota, Cootel y Tigo no cuentan con servicio con cobertura en el municipio.

## ***Ilustración 21 Tecnología de Proveedor***

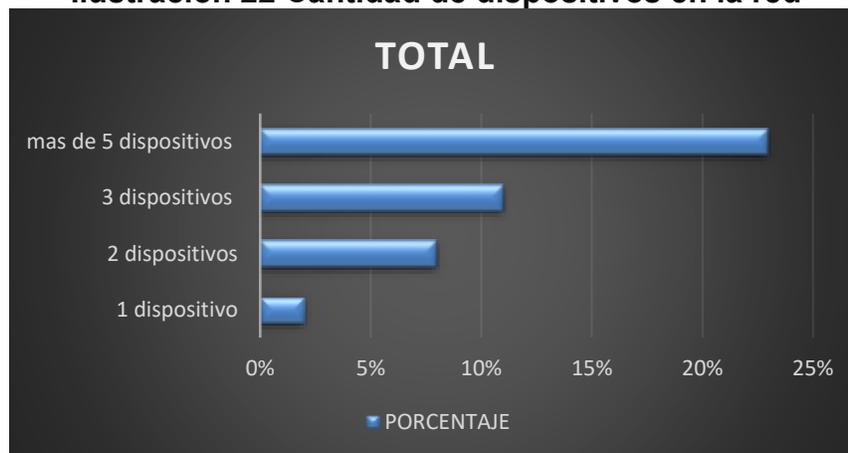


**Fuente: Elaboración Propia**

La tecnología radio aún es utilizada por el proveedor de servicio telecomunicaciones con un 10% en los resultados obtenidos. el 15% corresponde a 10 usuarios que pertenece a la tecnología cobre, el 33% en los resultados obtenidos 38 usuarios que encuentra tecnología de fibra óptica.

Se muestra la factibilidad siendo un proveedor de servicio de telecomunicaciones que utiliza tecnología GPON poder ampliar su cobertura considerando la comercialización del servicio de Internet FTTH.

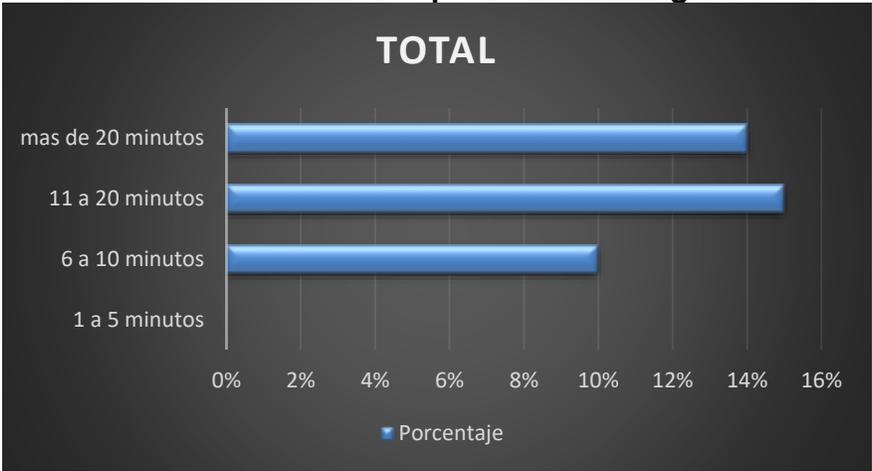
**Ilustración 22 Cantidad de dispositivos en la red**



**Fuente: Elaboración Propia**

La respuesta más seleccionada en base a la cantidad de equipos que se conectan a una red con más de 5 dispositivos con un 11%, se puede verificar que el porcentaje más elevado es a partir de 3 dispositivos conectados a la red de manera simultánea, al ser proveedor de servicio de telecomunicaciones se requiere preparar la infraestructura en la cual pueda cubrir las necesidades, brindar servicio con conexión estable, navegación a mayor velocidad, una tasa de descarga óptima, transferencia de archivos, y todo el consumo que genera los dispositivos al conectarte a una red.

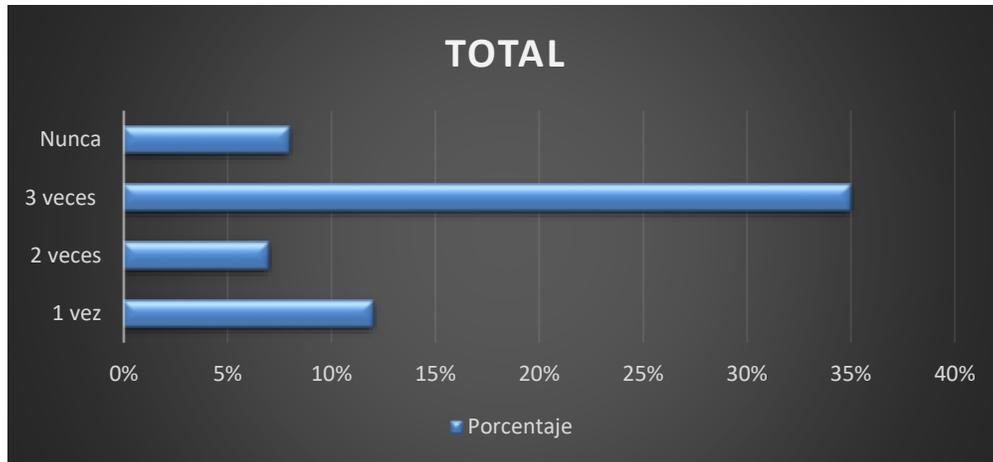
**Ilustración 23 Rapidez en descarga**



**Fuente: Elaboración Propia**

Se verifica que se obtuvo la mayor cantidad de respuesta entre el 15% que pertenece a 38 usuarios y 14% que pertenece a 20 usuarios, en la cual muestra el tiempo estimado que toma descargar un archivo vía internet se encuentra superando los 11 minutos, teniendo un elevado número de personas que al descargar un archivo presentan demora, son potenciales posibles clientes para utilizar un servicio con tecnología GPON – FTTH en el cual pueda brindar mayor velocidad y que sea simétrico

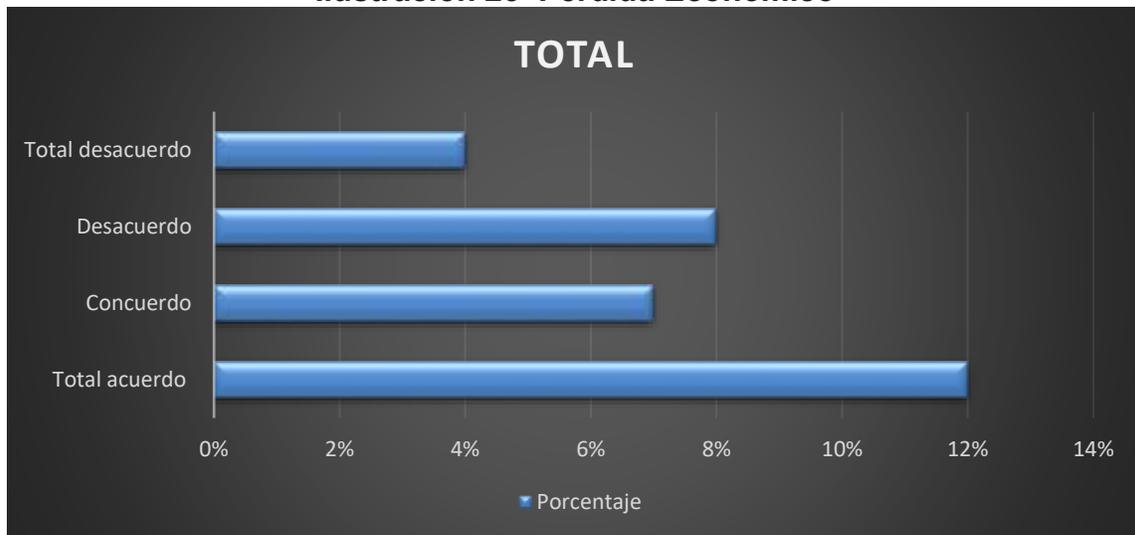
**Ilustración 24 Caídas en la Conexión**



**Fuente: Elaboración Propia**

Se puede mostrar 25 usuarios siendo el 12% que ha presentado más de 3 veces interrupciones en el servicio de internet en un periodo de un mes, genera inconformidad en el usuario el registrar pérdida de conexión en el servicio de internet, poder ofertar un servicio que garantice disponibilidad utilizando la red GPON en el municipio podrá cubrir la demanda de los potenciales posibles clientes

**Ilustración 25 Perdida Económico**



**Fuente: Elaboración Propia**

Se verifica que se obtuvo la mayor cantidad de respuesta, se puede observar el 12% que pertenece a 11 usuarios, considerando que puede generarse pérdidas

económicas y retrasos en las actividades si el servicio de internet presenta lentitud e intermitencias, utilizar los beneficios que brinda la fibra óptica como conexiones a alta velocidades, inmune a las interferencias se podrá cubrir las necesidades de los potenciales y posibles clientes.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Los resultados obtenidos en la encuesta efectuada a la población del sector propuesto en el tema de estudio. Nos dan como resultado la apreciación que tienen los usuarios hacia la calidad del servicio de internet, así como el conocimiento o referencia de los beneficios que puede tener el Servicio de Internet y el Catv.

#### **Segmentación de clientes**

En un mercado tan competitivo como en el de las telecomunicaciones, es necesario el conocimiento de los clientes. De manera tal de no sólo saber quién es el cliente, sino de entender cuáles son necesidades reales, entender qué es lo que buscan al momento de decidir por una empresa que les de servicios de voz y datos, tras aplicar encuesta a los sectores de interés. Se clasifican a los clientes en base a sus respuestas, donde se agrupan por interés en los atributos de la encuesta:

#### **B2B**

Cuando hablamos de B2B (en inglés, business to business, de empresa para empresa), nos referimos al negocio que la operadora hace con las empresas versus el negocio residencial (B2C o business to customer). Tradicionalmente, las empresas en cada país han tenido siempre una importante cuota de mercado dentro del mundo del B2B. Tanto por su posición dominante en el pasado como su importante fuerza e implantación de su red comercial.

## B2C

B2C o business to consumer (en español, empresa a consumidor) el término se refiere al modelo de negocio en el que las transacciones de bienes o la prestación de servicios se produce entre empresa y cliente o consumidor final. Si bien se aplica al negocio directo al consumidor, se ha asociado con el comercio online. En este sentido, esta categoría de comercio electrónico, indica también el comercio realizado directamente entre una empresa y un cliente sin que actúe un intermediario

## VIP

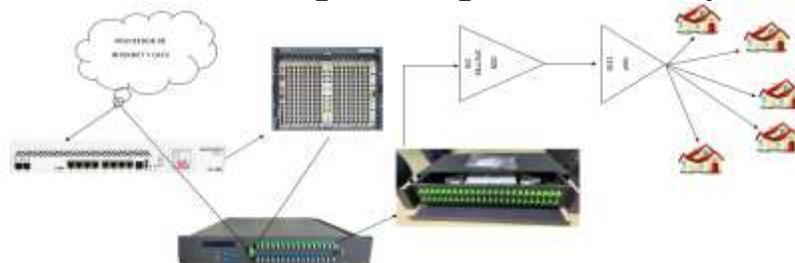
Se utilizan las siglas V I P para designar a una persona muy importante, al cliente que precisa de una atención especial, ya sea por su posición social (Ministro, Embajador, «Sir» ...), por la actividad que desempeña (Agente de Viajes, Periodista, Blogger, Deportista de élite...), o por ser un cliente repetidor.

## DIAGRAMA LÓGICO DE LA RED

Aquí describimos los 4 elementos para utilizar la red GPON, proyectado a su vez la nueva reestructuración al ISP (Internet Service Provider-Proveedor de Servicios de Internet) TELECABLE.

En la oficina central se encuentra la interconexión del proveedor de internet y CATV del ISP, dando paso al Router principal (MIKROTIK) de distribución del ISP que se conectará al equipo OLT (Optical line terminal, Terminal de línea óptica) donde trabajará en conjunto con el equipo EDFA (Erbium Doped Fiber Amplifier-Amplificador de fibra dopado con erbio) donde su distribución será por medio del ODF haciendo la conectividad al backbone (Troncal 48 hilos ),

**Ilustración 26 Diagrama Lógico de la Red Gpon**



**Fuente: Elaboración Propia**

### **ESTADO ACTUAL DE LA RED FTTH GPON, de la empresa TELECABLE**

Se realizaron visitas al sector en el que se plantea la propuesta de un diseño de reestructuración de red FTTH que brinda servicio de Internet y se agregó el servicio de Catv se evidenció como referencia en el Sector que se encuentra en crecimiento, lo que permite inferir en que existirá una demanda en aumento conforme al proceso de expansión del lugar de estudio.

Se pudo constatar en la visita al Sector que se encuentran empresas, motivo por lo que se pudiera considerar como una Zona de Comercio que va en Crecimiento. El Sector cuenta con empresas como: EMPRESAS CAFETALERAS, EMPRESAS DE CONSTRUCCIÓN, CONTENEDOR DE ROPA USADA entre otros.

El inventario permite conocer los dispositivos físicos de la red tanto pasivos como activos conectados a la red y los repuesto en caso que necesiten reemplazarse, se realizó una visita de campo para el estudio de los diferentes equipos que existen en la red contabilizarlo y clasificarlo según su estado.

La empresa actualmente no cuenta con un formato de inventario para el control de sus equipos, se nos presentó la obligación de realizar un inventario para tener la información exacta de los equipos que se tienen que reemplazar para así la propuesta de la reestructuración tenga su calidad alta.

**Tabla 5 Tabla 5 Inventario de Equipos Externos**

INVENTARIO DE TELECABLE				
NOMBRE	ESTADO	MODELO	CANTIDAD	AREA DE ASIGNACION
NAP	MALO	NCM	7	PLANTA EXTERNA
NAP	BUENO	NCM	57	PLANTA EXTERNA
ODN	BUENO	NCM	8	PLANTA EXTERNA
MUFAS	REGULAR	DESCONOCIDO	4	PLANTA EXTERNA
SPLITTER 1*8	REGULAR	GENERICO	9	PLANTA EXTERNA
SPLITTER 1*8	BUENO	GENERICO	55	PLANTA EXTERNA
SPLITTER 1*4	BUENOS	NCM	2	PLANTA EXTERNA
FIBRA DE 24 HILOS	MALO		1100	PLANTA EXTERNA
OLT	BUENO	NCM		PLANTA INTERNA
EDFA	BUENO		1	PLANTA INTERNA
ODF	BUENO	broadstar		PLANTA INTERNA
PATHCORD	BUENO	SC/APC	8	PLANTA INTERNA
PATHCORD	BUENO	UPC	8	
ONU	BUENO	FULL DOMUS	512	USUARIO FINAL
CONECTORES MECANICOS	BUENOS	SC/APC		PLANTA EXTERNA Y USUARIO FINAL

**Fuente: Elaboración Propia**

Los inventarios existen para tener un muy buen control sobre lo que existe en la red para así poder garantizar tener una red estable y poder ofrecer un mejor servicio. Al usuario final, se recomienda a la empresa tener un formato de inventario de la red.

## **ANÁLISIS DE RUTA**

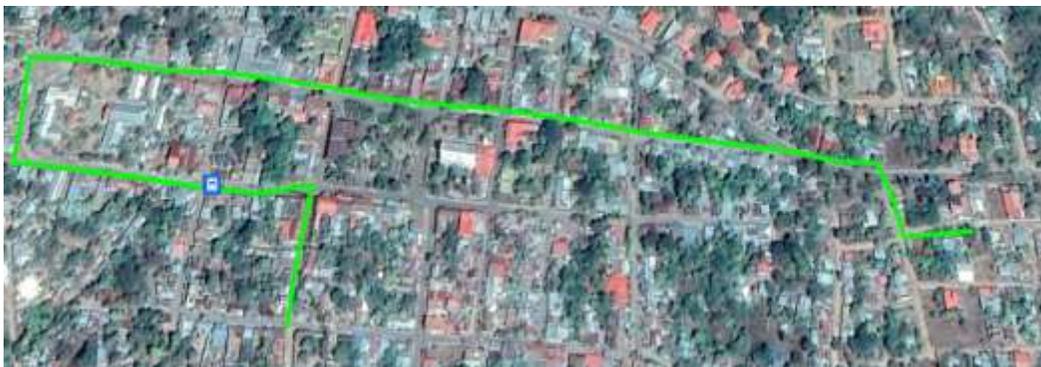
### **RUTA TRONCAL ACTUAL DEL ISP TELECABLE**

La línea verde presentada en la imagen que recorre las calles principales de la localidad representa la troncal de fibra óptica de 24 hilos donde su extensión es de 1.5 km aproximadamente, su función es alimentar a los ODN (Optical Distribution Network, red de distribución óptica) y los ODM a las NAP (NETWORK ACCESS POINT, Punto de acceso a la red).

En las ODN se encuentra un Splitters de primer nivel donde es alimentado por un hilo de fibra óptica de la red troncal, para poder hacer que el hilo alimente el splitter, se hace un sangrado a la fibra óptica que es una técnica para la extracción de los hilos de un cable de fibra óptica con el objetivo de no realizar un corte transversal y así no truncan su continuidad, lo mismo pasa con la fibra que recorre las NAP(NETWORK ACCESS POINT, Punto de acceso a la red) que poseen un splitter de segundo nivel.

En la red troncal de 24 hilos conforme el tiempo ha presentado varios cortes transversales, provocados por problemas climáticos, daños por terceros o una mala instalación o bien por roedor(ardillas), ejemplo: cuando la fibra queda en una altitud muy baja quedando susceptible a vehículos de gran tamaño o al alcance de personas ajenas provocando cortes transversales por creer que existe cableado de cobre, por lo general cuando existe estos tipos de cortes se procede a preparar una mufa o caja de empalme para su instalación que su función es resguardar la fusiones de la fibra óptica, el tener muchos cortes sobre la línea de fibra óptica provoca un mal rendimiento óptico (atenuación y mayor reflectancia) lo que reduce la calidad de la red y servicios para los usuarios.

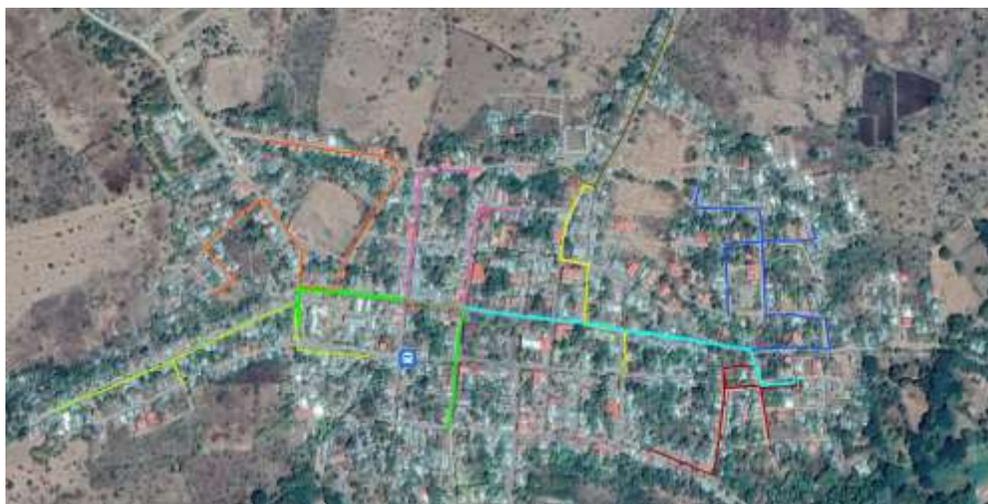
### **Ilustración 27 TRONCAL ACTUAL DEL ISP TELECABLE**



**Fuente: Elaboración Propia**

## ANÁLISIS DE RUTA DE LA RED TRONCAL Y SECUNDARIA

Ilustración 28 Red Troncal y Secundario



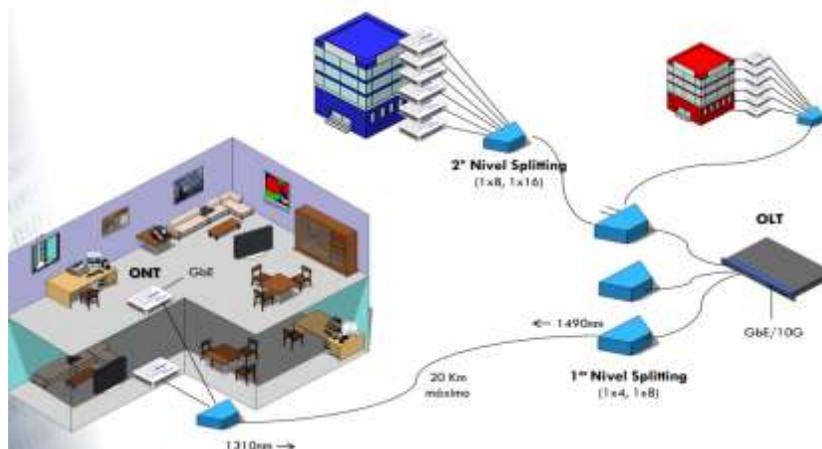
**Fuente: Elaboración Propia**

En la ruta propuesta para la reestructuración la troncal de fibra óptica monomodo de 48 hilos tiene una distancia de 906 mts aproximadamente recorriendo una de las calles principales teniendo como función la solución de los problemas de rendimientos ópticos y aumentando su capacidad para poder llevar los servicios de catv e internet al usuario actual y al que lo solicite. brindándole un mejor servicio y llevando a la empresa a un crecimiento exponencial, se dispondrán siempre de hilos disponibles para posibles futuros proyectos para expansión de la empresa.

Se utilizarán 420 mts (Aproximadamente) de fibra óptica de 24 hilos que se encuentra en líneas secundarias de últimas millas que están en buen estado, con el fin de reducir costo para la reestructuración.

## DIAGRAMA FÍSICO DE LA RED

*Ilustración 29 Diagrama Física de la Red GPON*



**Fuente: Elaboración Propia**

## CÁLCULOS DE ENLACES

En las instalaciones de cables de fibra óptica, la medición precisa y el cálculo de la atenuación en fibra óptica es un paso muy importante para verificar la integridad y garantizar el rendimiento de la red, la fibra óptica siempre causa una pérdida de señal debido a la absorción y la dispersión, lo que afecta la confiabilidad de la red de transmisión óptica.

La atenuación máxima es el coeficiente del cable óptico, es dB/Km, en la atenuación de los cables de fibra óptica indoor y outdoor con longitud de onda 1310, 1550 es de 1.0 y 0.5 db/km.

Si deseamos saber si el enlace de fibra óptica puede funcionar, normalmente se deben calcular todas las pérdidas de potencia óptica en el proceso de instalación, se presentan las siguientes consideraciones para las perdidas total de enlace

- Atenuación del cable óptico (monomodo) 0.5 db/km con longitud de onda 1310 y 1.0 con longitud de onda 1550.
- El atenuador del conector alcanza los 0.3 db por inserción se tiene que sumar el número de conectores x pérdida del conector.
- Atenuación por fusión se encuentra por debajo de 0.1 db/km no superan los 0.5 db/km
- atenuadores ópticos (conforme a la necesidad).
- reservas de fibra óptica la magnitud de la reserva depende de la importancia del enlace y particularidades de la instalación, se adopta valores entre 0.1 km y 0.6 db/km
- splitter de 1x4 con una pérdida de potencia -6.02 db
- splitter de 1x8 con una pérdida de potencia -9.7db
- splitter de 1 x 16 con una pérdida de potencia -12.9db

En la oficina central el EDFA tendrá una salida de potencia óptica de +20.0 db teniendo un recorrido al ODF donde tendrá su pérdida de conectores ya que se conecta con patch Cord al acoplador del ODF luego del acoplador se empalma teniendo su primera pérdida de empalme, teniendo su salida a la troncal de 48 hilos de fibra óptica monomodo, procediendo a sumar la consideración de las pérdidas del enlace y restando a la salida de potencia del edfa.

En las ODN que poseerán splitter de 1x4 su nivel de pérdida es baja con respecto a la salida de potencia del edfa, su distribución a las cajas nap la potencia llega con niveles óptico positivos, para el funcionamiento de los equipos ont su recepción

tiene que ser negativa, la solución empleada es conectar un atenuador óptico en la salida del edfa o en el acoplador de las cajas nap.

**Tabla 6 Tabla 6 Cálculos de enlace óptico para la propuesta**

Cálculos de enlaces optica para la restructuración							
POTENCIA OPTICA DE SALIDA	ODN(splitter primer nivel)	NAP(Splitter de segundo nivel)	Empalme	Reserva	LONGITUD DE ONDA	TOTAL DE PERDIDAS	
20 DBS ÓPTICOS (+ positivos)	1A(-10,5)	NAP 1A(-13,8)	0.5	0.5	0.5	-4.5	ESTOS VALORES PUEDEN CAMBIAR DEPENDE DEL TÉCNICO QUE INSTALE LA FIBRA
	1B(-10,5)	NAP 1B(-13,8)	0.5	0.5	0.5	-4.5	
	1C(-10,5)	NAP 1C(-13,8)	0.5	0.5	0.5	-4.5	
	1D(-10,5)	NAP 1D(-13,8)	0.5	0.5	0.5	-4.5	
	1E(-10,5)	NAP 1E(-13,8)	0.5	0.5	0.5	-4.5	
	1F(-10,5)	NAP 1F(-13,8)	0.5	0.5	0.5	-4.5	
	1G(-10,5)	NAP 1G(-13,8)	0.5	0.5	0.5	-4.5	
	1H(-10,5)	NAP 1H(-13,8)	0.5	0.5	0.5	-4.5	
	1I(-10,5)	NAP 1I(-13,8)	0.5	0.5	0.5	-4.5	
	1L(-10,5)	NAP 1L(-13,8)	0.5	0.5	0.5	-4.5	

Fuente: Elaboración propia desde Microsoft Excel

**Tabla 7 Tabla 7 Cálculos de enlace óptico de la red actual**

calculos de enlaces optica de la red actual de la empresa									
POTENCIA OPTICA DE SALIDA	ODN(splitter prim	NAP(Splitter de segundo nivel)	empalme	ATENUACION	Reserva	LONGITUD DE ONDA	TOTAL DE PERDIDAS		
20 DBS ÓPTICOS (+positivos)	1A(-10,5)	NAP 1A(-10,5)	1		4	0.5	-10.5	ESTO VALORES PUEDEN CAMBIAR DEPENDE DEL TÉCNICO QUE INSTALE LA FIBRA	
	1B(-10,5)	NAP 1B(-10,5)	0.5		5	0.5	-11.5		
	1C(-10,5)	NAP 1C(-10,5)	1		7	0.5	-9.5		
	1D(-10,5)	NAP 1D(-10,5)	2	2	4	0.5	-9.5		
	1E(-10,5)	NAP 1E(-10,5)	1		3	8	0.5		-7.2
	1F(-10,5)	NAP 1F(-10,5)	0.5	1.5	7	0.5	-10.5		
	1G(-10,5)	NAP 1G(-10,5)	0.5	2	6	0.5	-10		
	1H(-10,5)	NAP 1H(-10,5)	1	2.5	7	0.5	-12		
	1I(-10,5)	NAP 1I(-10,5)	2	3.5	4	0.5	-11		
	1L(-10,5)	NAP 1L(-10,5)							

Fuente: Elaboración propia desde Microsoft Excel

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES**

Luego de culminar el estudio y después de haber planteado la propuesta de reestructuración se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Se examinó la situación actual de la red troncal de la empresa de Telecable y se plantearon las necesidades de los usuarios internos y en base a estas se determinaron cada uno de los requerimientos de la propuesta
- Se confirmó la deficiencia y problemas de la red de cableado como el acceso a la televisión por cable de los usuarios internos.
- Se determinó que la tecnología GPON es el medio más adecuado y estándar a utilizar con su respectivo ancho de banda para el correcto funcionamiento.
- Se obtuvo una representación gráfica por medio de Google earth pro, para posterior realizar una solución en la nube para Documentación FTTH, Planeación Técnica de Redes FTTH, Rastreo de Cuadrillas, Documentación de Postes y Planos de Tendidos de Fibra Óptica, con las características necesarias para el correcto funcionamiento de la red basándose en las necesidades de los usuarios internos para poder extender la red troncal y sus derivaciones.
- Se evaluó el diseño planteado por medio de los expertos en el área

- Dentro de la reestructuración de la red, se le plantea a Telecable llevar a cabo la implementación de Catv con el propósito de crecer como ISP y así brindar un nuevo servicio

## **Recomendaciones**

### **PROPUESTA TECNOLÓGICA**

Posterior a la recopilación de los datos y la información obtenida en los resultados respecto a la calidad de servicio de internet ofertada en la zona se pudo constatar cobertura limitada para el acceso a un servicio brindado con fibra óptica directo hasta el hogar, el desarrollo de las telecomunicaciones y la tecnología se encuentra en constante evolución en la cual los equipos modernos y aplicaciones son desarrolladas para trabajar bajo una demanda de mayor ancho de banda y velocidad para brindar un servicio óptimo. El sector Teustepe en la zona planteada en el estudio se constata una saturación en los equipos. Se pudo percibir las diferencias de rendimiento que existen entre las redes actuales, por lo que se plantea realizar un diseño que permita mejorar los servicios de telecomunicaciones y ser considerado por una compañía ISP para ampliar su cobertura con la demanda de potenciales posibles clientes en el sector.

### **DISEÑO DE LA PROPUESTA DE REESTRUCTURACIÓN DE LA RED FTTH GPON**

La empresa de Telecable desde el 2018 ha brindado el servicio a nivel local, cuenta con punto de venta, atención al cliente y técnicos en toda la localidad, constituido como ISP(Proveedor de servicios de Internet) ofreciendo servicio de internet y

ahora con la propuesta en curso se va a implementar el servicio de CATV (televisión por cable), siendo el pionero y único en mantener una red de fibra óptica con tecnología GPON (Gigabit Passive Optical Network, Red Óptica Pasiva Gigabit) no obstante la red actual ya no permite satisfacer a los clientes por la falta de disponibilidad.

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA INSTALACIÓN DE CABLE DE FIBRA ÓPTICA**

Se recogen, con carácter general, las condiciones y especificaciones técnicas relacionados con el tendido e instalación de fibra óptica.

**Tabla 8 Inventario de hilos de fibra Óptica**

ESQUEMA UNIFILAR (DERIVACIONES DE HILOS)															
ODF	ODN	NAP	ODF	ODN	NAP	ODF	ODN	NAP	ODF	ODN	NAP	ODF	ODN	NAP	
HILO 1 (BUFER I)	ODN (DA)	1A+1	HILO 3 (BUFER I)	ODN (IC)	1C+1	HILO 5 (BUFER I)	ODN (IE)	1E+1	HILO 7 (BUFER I)	ODN (IF)	1F+1	HILO 9 (BUFER I)	ODN (II)	1I+1	
		1A+2			1C+2			1E+2			1G+2				
		1A+3			1C+3			1E+3			1G+3				
		1A+4			1C+4			1E+4			1G+4				
		1A+5			1C+5			1E+5			1G+5				
		1A+6			1C+6			1E+6			1G+6				
		1A+7			1C+7			1E+7			1G+7				
		1A+8			1C+8			1E+8			1G+8				
HILO 3 (BUFER I)	ODN (DB)	1B+1	HILO 4 (BUFER I)	ODN (ID)	1D+1	HILO 6 (BUFER I)	ODN (IF)	1F+1	HILO 8 (BUFER I)	ODN (IH)	1H+1	CÓDIGO DE COLORES INTERNACIONAL FIBRA OPTICO	1J+1		
		1B+2			1D+2			1F+2			1H+2				
		1B+3			1D+3			1F+3			1H+3				
		1B+4			1D+4			1F+4			1H+4				
					1D+5			1F+5			1H+5				
					1D+6			1F+6			1H+6				
					1D+7			1F+7			1H+7				
					1D+8			1F+8			1H+8				

Fuente: Elaboración Propia

El cuadro derivaciones de hilos para tener un control de las conexiones que plantean para la reestructuración.

**GENERAL**

Dentro de la instalación de cable de fibra óptica se agrupan un gran número de trabajos, relaciones con el del tendido de cable, el tendido de cable, el cual se puede realizar empleando distintos métodos, ha de ir precavido y seguido de diferentes tareas que completan la instalación.

Con carácter general, se tendrá en cuenta las siguientes acciones para la realización

de los trabajos de instalación del cable de F.O.

Replanteos previos: el tendido, empalme y conexionado del cable requiere un estudio previo de cada uno de los tramos a tender para valorar y conocer las necesidades y requerimientos de los mismos.

- Los principales aspectos que se debe considerar quien ejecute cada uno de los tramos, son los siguientes
- Método tendido a utilizar en cada uno de los tramos.
- Número y tipo de empalmes y segregaciones a realizar en cada tramo, así como la ubicación de los mismos.
- Número y tipo de cajas de empalme a instalar en cada tramo, así como la ubicación de las mismas.
- Bobinas y/o retales seleccionados para cada tramo.
- Material y maquinaria necesaria para el tendido de cable.
- Equipo humano para la realización de los trabajos.
- Medidas de seguridad y sistemas de señalización. Plan de seguridad y salud para los trabajos objetos del contrato.

### **TÉCNICA APROPIADA PARA EL TENDIDO DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA EN LA REESTRUCTURACIÓN**

El tendido de cable es la acción propia de desplegar el cable de fibra óptica entre los extremos a conectar, existiendo varios métodos de tendido según la zona en la que realizar el tendido del cable, en el caso de la propuesta de reestructuración es:

#### **Tendido Aéreo**

Para realizar los tendidos de cable de fibra óptica por trazado aéreo, hay que tener en cuenta las siguientes precauciones:

1- En general, la bobina se sitúa al poste desde el que se va a iniciar el tendido, suspendida de una grúa, sobre remolque o sobre gatos, de manera que pueda girar libremente y el cable salga siempre por la parte superior. Se procura que esté nivelada con la sección de postes donde se pretende tender el cable.

2- Se realiza la instalación aérea entre postes, atando el cable de fibra óptica a un fiador existente de acero. El cable de fibra óptica se coloca junto al fiador mediante

camiones y trailers de bobinas de cables. Para asegurar el cable al fiador se utiliza una guía y un fijador de cables. Mientras un camión sigue al fijador con objeto de asegurar que está actuando correctamente y que el cable se ajusta adecuadamente a las posiciones de la línea.<sup>3</sup>

3- Ambos extremos en los postes se amarran o sujetaran con una preformada de 13.4 mm.

4- En cada poste, el cable formará una vuelta de expansión para permitir la dilatación del fiador. Debido a las propiedades de la fibra óptica, el cable se dilata o contrae muy poco cuando varía la temperatura. Por tanto, para reducir la tensión de un cable de fibra óptica que se haya unido a un fijador de acero, se añadirá una pequeña vuelta de expansión.

5- Debe tenerse en cuenta el radio de curvatura del cable, cada fabricante de cable de fibra óptica tiene diferentes tipos de radios de curvatura para la manipulación de la misma, leer especificaciones del fabricante del cable de fibra óptica.

## **CONSIDERACIONES NECESARIAS PARA LA REESTRUCTURACIÓN DE LA RED**

Los abonados de los sistemas de banda ancha en el mundo entero y en el caso de nuestro estudio de investigación en la empresa de Telecable, día tras día la demanda y exigencia de parte de los clientes crece. La empresa debe velar por la satisfacción de los clientes presentes, demostrando que están propicios a mejorar el servicio dado la situación que amenaza la empresa, su nivel de calidad con la reestructuración de la red debe ser bastante percibido por el usuario.

La reestructuración propuesta tendrá un mejoramiento sobre la red disminuyendo y solucionando errores que se presentan en ellas, observamos todos los equipos sobre la red externa que se tendrá que sustituir por más capacidad, en casos especiales se mantendrá el equipo actual y los cambios se contempla en dependencia de la zona, la troncal de fibra óptica que presenta la empresa es de 24 hilos por lo que no es suficiente para la reestructuración y para futuros proyectos que la empresa tenga previsto realizar se incorporará una troncal de 48 hilos para que alimente las derivaciones de las ODN presentes , se agregaran fibra nueva y

más ODN(Optical Distribution Network, red de distribución óptica), su capacidad será para 16 clientes

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Instalación de 115 km de Fibra Óptica en el Caribe Sur. Obtenido de <https://www.el19digital.com/articulos/ver/titulo:129702-telcor-y-enatrel-instalan-115-kilometros-de-fibra-optica-en-caribe-sur#:~:text=El%20Instituto%20Nicarag%C3%BCense%20de%20Telecomunicaciones, Costa%20Caribe%20Sur%2C%20RACCS%20de>
- [2] Apertura de Fibra Óptica. Obtenido de <https://www2.claro.com.ni/institucional/ene-playa/>
- [3] Apertura Fibra Óptica en los Departamentos. Obtenido de <https://www2.claro.com.ni/institucional/apertura-fibra-optica-departamental/>
- [4] El Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Obtenido de <https://www.telesemana.com/blog/2015/08/05/nicaragua-desplegara-3-850-km-de-fibra-óptica-en-los-próximos-dos-anos/>
- [5] Ley Orgánica del Instituto Nicaragüense de Telecomunicaciones y Correo (Telcor). Obtenido de <http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/3133c0d121ea3897062568a1005e0f89/5ac5930826817cbb062570a100583c6a?OpenDocument>
- [6] Ley Orgánica de Telecomunicaciones. Obtenido de <http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/3133c0d121ea3897062568a1005e0f89/5ac5930826817cbb062570a100583c6a?OpenDocument>
- [7] Tipos de Conectores. Obtenido de [https://www.google.com/url?q=https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica-guia-sencilla/&sa=D&source=docs&ust=1670089447209312&usg=AOvVaw0EnfzM\\_XNjqH1YWSNETSTR](https://www.google.com/url?q=https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica-guia-sencilla/&sa=D&source=docs&ust=1670089447209312&usg=AOvVaw0EnfzM_XNjqH1YWSNETSTR) 92

**[8] Componentes de la red de acceso FTTH y Gpon. Obtenida de <https://community.fs.com/es/blog/an-overview-of-gpon-ftth-access-network.html>**

**[9] Caja Terminal Nap. Obtenida de <https://cableservicios.com/caja-terminal-tipo-nap-de-32-puertos-con-adaptadores-scapc-splitter-plc-1x32>**

**[10] Topología de Redes**

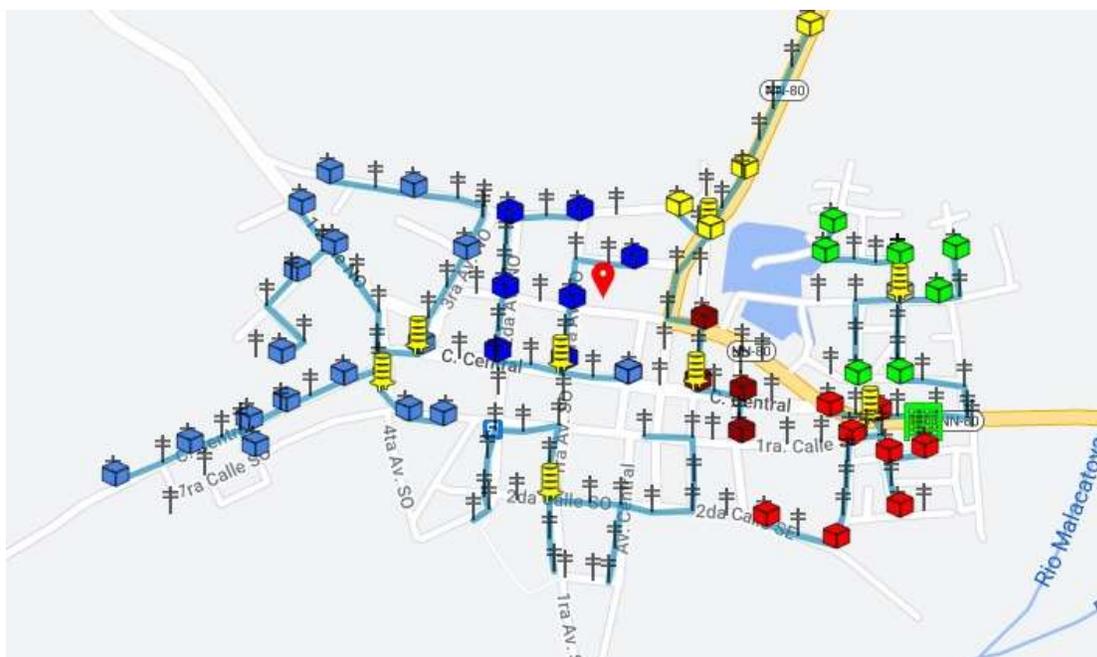
**<https://www.google.com/url?q=https://sites.google.com/site/wikitopored/topologias-fisicas/estrella&sa=D&source=docs&ust=1671043806610885&usg=>**

## ANEXOS.

### COTIZACIÓN DE MATERIALES PARA REESTRUCTURACIÓN DE EMPRESA TELECABLE

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
1	Fiber ADSS 48B1--Span 120M: Fibra 48 hilos G652D PE120M(5km/drum)	2	890.00 KM	\$ 8,900.00
2	F-Splitter Opt.1*16 PLC SC/APC: 1*16 PLC splitter,1260- 1600 nm, SC/APC connectors, fiber length 1m, 0.9mm	9	\$ 32.00	\$ 288.00
3	F-Splitter Optico 1*8 PLC: 1*8 PLC splitter,1200-1600nm, SC/APC connectors, fiber length 1m, 0.9mm	64	\$ 13.00	\$ 832.00
4	FTTH-012Pre: Caja de distribución 1x8 pre ensamblada con divisor óptico y adaptadores sc/apc	64	\$ 29.50	\$ 1,888.00
5	FTTH-014 PRE: Caja de distribución 1x16 pre ensamblada con divisor Optico y adaptadores sc/apc	9	\$ 49.00	\$ 441.00
6	XFO-EDFA SW 23dbm-32: EDFA 32 salidas de 23dbm con WDM para FTTH	1	\$ 3,950.00	\$ 3,950.00
7	ZTE C320-16 OLT chasis +1GTGH C++: OLT chasis + 1 GTGH (16 PON cplusplus), 10Gbps, AC power. rack&fram&cable	1	\$ 4,700.00	\$ 4,700.00
<b>SUBTOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>20,999.00</b>

### PLANO DE REESTRUCTURACION DE RED FTTH GPON EN LA EMPRESA TELECABLE.



## **ENCUESTAS**

**Conteste las Siguietes preguntas de encuesta:**

**1. ¿Está interesado en el servicio de Telecable?**

**Si**

**No**

**2. ¿Cuál es la tecnología actual que dispone su proveedor de servicio de internet?**

**ADSL- Cobre**

**Fibra Óptica**

**Satelital**

**Otros**

**3. ¿Cuántos dispositivos se conectan a tu red de internet?**

**1 dispositivos**

**2 dispositivos**

**3 dispositivos**

**4 dispositivos**

**Más de 5 dispositivos**

**4. ¿Cuánto tiempo le toma a usted descargar un archivo vía internet?**

**1 a 5 minutos**

**6 a 10 minutos**

**11 a 20 minutos**

**Más de 20 minutos**

**5. ¿Cuántas veces ha presentados interrupciones en el servicio de internet durante el último mes?**

**1 vez**

**2 veces**

**3 veces**

**5 veces a mas**

**Nunca**

**6. Considera usted que tener un servicio de internet lento le representa pérdida económica o retraso en sus actividades.**

**Total, acuerdo**

**Concuerto**

**En desacuerdo**

**Total, Desacuerdo**

**7. Le gustaría obtener el servicio por fibra óptica.**

**Si**

**No**