



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA**

**ÁREA  
TECNOLOGÍA DE LAS TELECOMUNICACIONES**

**TEMA  
“ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA RED DE  
TELECOMUNICACIONES PARA LA URBANIZACIÓN  
LOMAS DEL BOSQUE, VÍA A LA COSTA KM-32,  
GUAYAQUIL UTILIZANDO ESTÁNDARES DE  
TRANSMISIÓN PARA REDES PON”**

**AUTOR  
AGUIRRE MONTES CÉSAR DAVID**

**DIRECTOR DEL TRABAJO  
ING. TELECOMUNICACIONES VEINTIMILLA ANDRADE MIGUEL ÁNGEL, MG**

**GUAYAQUIL, ABRIL 2022**

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>ANEXO XI.- FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN</b> </div>  </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA</b> </div>			
REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN			
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>		“Análisis y diseño de una red de telecomunicaciones para la Urbanización Lomas del Bosque, Vía a la Costa km-32, Guayaquil utilizando estándares de transmisión para redes PON”	
<b>AUTOR(ES)</b> (apellidos/nombres):		Aguirre Montes César David	
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b> (apellidos/nombres):		Ing. Acosta Guzmán Iván Leonel, MSIG. / Ing. Telecom. Veintimilla Andrade Miguel Ángel, Mg.	
<b>INSTITUCIÓN:</b>		Universidad de Guayaquil	
<b>UNIDAD/FACULTAD:</b>		Ingeniería Industrial/ Ingeniería en Teleinformática	
<b>MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:</b>			
<b>GRADO OBTENIDO:</b>		Ingeniero en Teleinformática	
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>		21 de abril del 2022	<b>NO. DE PÁGINAS:</b> 145
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>		Tecnología de las Telecomunicaciones	
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>		Pon, Ftt, Fibra, Óptica, Red, Internet, Conexión.	
<b>RESUMEN/ABSTRACT</b> (150-200 palabras):			
<p><b>Resumen</b></p> <p>Este proyecto buscó beneficiar a los usuarios de servicios de banda ancha brindados por la empresa Coachcompany Powernet S.A. en la Urbanización Lomas del Bosque, donde se aplicó un método de investigación mixto como lo son el exploratorio para el análisis de la propuesta donde se utilizó metodología de investigación bibliográfica para el análisis; y metodología investigativa descriptiva cuantitativa y explicativa cualitativa para evidenciar la problemática, en la que participo una cantidad de 74 personas que son los residentes de la Urbanización Lomas del Bosque y el jefe de la empresa Coachcompany Powernet S.A. Se utilizó instrumentos como la entrevista y la encuesta estructurada para la recolección de información. Es por esto que se realizó un análisis donde se evidencio las distintas tecnologías PON utilizadas, evaluadas en documentos investigativos y diseño de red empleando en varias opciones tecnológicas para satisfacer los requerimientos de los habitantes. Se concluyó, mediante el análisis previo, usar una red de fibra óptica GPON que fue la más adecuada para el diseño de red en la zona.</p>			
<p><b>Abstract</b></p> <p>This project sought to benefit the users of broadband services provided by the company Coachcompany Powernet S.A. in the Urbanization Lomas del Bosque, where a mixed research method was applied such as the exploratory for the analysis of the proposal where bibliographic research methodology was used for the analysis; and descriptive</p>			

quantitative and explanatory qualitative research methodology to demonstrate the problem, in which participated a number of 74 people who are the residents of the Urbanization Lomas del Bosque and the head of the company Coachcompany Powernet S.A. Instruments such as the interview and the structured survey were used for the collection of information. This is why an analysis was made where the different PON technologies used, evaluated in research documents and network design using various technological options to meet the requirements of the inhabitants were evidenced. It was concluded, by means of the previous analysis, to use a GPON fiber optic network, which was the most appropriate for the network design in the area.

ADJUNTO PDF:	SI      X	NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: Aguirre Montes: +593978653346	E-mail: <a href="mailto:cesar.aguirrem@ug.edu.ec">cesar.aguirrem@ug.edu.ec</a>
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ing. Ramón Maquilón Nicola	
	Teléfono: 593-2658128	
	E-mail: <a href="mailto:direccionTi@ug.edu.ec">direccionTi@ug.edu.ec</a>	



**ANEXO XII.- DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE AUTORIZACIÓN DE  
LICENCIA GRATUITA  
INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO  
NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

---

**LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA OBRA CON  
FINES NO ACADÉMICOS**

Yo, **Aguirre Montes César David** con C.C. No.: **171908803-9**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es **“ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES PARA LA URBANIZACIÓN LOMAS DEL BOSQUE, VÍA A LA COSTA KM-32, GUAYAQUIL UTILIZANDO ESTÁNDARES DE TRANSMISIÓN PARA REDES PON”** son de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN\*, autorizo la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "César David Aguirre Montes", written over a horizontal line.

Tnlg. Aguirre Montes César David

C.C. No: 171908803-9



**ANEXO VII.- CERTIFICADO PORCENTAJE DE  
SIMILITUD**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA INGENIERÍA EN  
TELEINFORMÁTICA**



Habiendo sido nombrado ING. VEINTIMILLA ANDRADE MIGUEL ÁNGEL, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por AGUIRRE MONTES CESAR DAVID, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA.

Se informa que el trabajo de titulación: ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES PARA LA URBANIZACIÓN LOMAS DEL BOSQUE, VÍA A LA COSTA KM-32, GUAYAQUIL, UTILIZANDO ESTÁNDARES DE TRANSMISIÓN PARA REDES PON, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa Antiplagio URKUND quedando el 3% de coincidencia.

<https://secure.arkund.com/view/124653897-870556-866700>

**URKUND**

<b>Documento</b>	AGUIRRE_MONTES_CESAR_DAVID-TESIS_FINAL.docx (D130502563)
<b>Presentado</b>	2022-03-15 16:47 (-05:00)
<b>Presentado por</b>	cesar.aguirrem@ug.edu.ec
<b>Recibido</b>	miguel.veintimilla.ug@analysis.arkund.com
<b>Mensaje</b>	REVISION DE URKUND <a href="#">Mostrar el mensaje completo</a>

3% de estas 70 páginas, se componen de texto presente en 16 fuentes.

Lista de fuentes
Bloques
➔ Abrir s...

+	📄	<a href="https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/Ley-Org%C3%A1nica-de-T...">https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/Ley-Org%C3%A1nica-de-T...</a>
+	📄	Torres_Final.docx
+	📄	<a href="https://vsip.info/ftth-11-pdf-free.html">https://vsip.info/ftth-11-pdf-free.html</a>
+	📄	TG2-DavidBolaños.docx
+	📄	Trabajo_Titulacion_Hipatia_lilbay.docx
+	📄	Sarmiento_Jameson.pdf
+	📄	<a href="http://www.fibresplitter.com/info/ftth-explanation-39351814.html">http://www.fibresplitter.com/info/ftth-explanation-39351814.html</a>
+	📄	Jaime Vargas Tesis Enviar.docx



Firmado electrónicamente por:  
**MIGUEL ANGEL  
VEINTIMILLA  
ANDRADE**

ING. VEINTIMILLA ANDRADE MIGUEL ÁNGEL  
DOCENTE TUTOR  
C.C. 0922668017  
FECHA: 17/03/2022



**ANEXO VI. - CERTIFICADO DEL DOCENTE-TUTOR  
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA INGENIERÍA EN  
TELEINFORMÁTICA**



Guayaquil, 17 de marzo del 2022.

Sr (a).

**Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG.**

Director (a) de Carrera Ingeniería en Teleinformática / Telemática

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación **“ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES PARA LA URBANIZACIÓN LOMAS DEL BOSQUE, VÍA A LA COSTA KM-32, GUAYAQUIL, UTILIZANDO ESTÁNDARES DE TRANSMISIÓN PARA REDES PON”** del estudiante **AGUIRRE MONTES CESAR DAVID**, indicando que ha (cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que el estudiante está apto para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:  
**MIGUEL ANGEL  
VEINTIMILLA  
ANDRADE**

**ING. VEINTIMILLA ANDRADE MIGUEL ÁNGEL, MG**  
**CC: 0922668017**

17/03/2022



**ANEXO VIII.- INFORME DEL DOCENTE REVISOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



Guayaquil, 5 de abril del 2022

Sr (a).

**Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG.**

Director (a) de Carrera Ingeniería en Teleinformática / Telemática

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

Ciudad. –

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el informe correspondiente a la REVISIÓN FINAL del Trabajo de Titulación “ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES PARA LA URBANIZACIÓN LOMAS DEL BOSQUE, VÍA A LA COSTA KM-32, GUAYAQUIL UTILIZANDO ESTÁNDARES DE TRANSMISIÓN PARA REDES PON” del estudiante AGUIRRE MONTES CÉSAR DAVID. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

El título tiene un máximo de 28 palabras.

La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.

El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.

La investigación es pertinente con la línea y sub líneas de investigación de la carrera.

Los soportes teóricos son de máximo 5 años.

La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

El trabajo es el resultado de una investigación.

El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.

El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.

El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica el que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que el estudiante está apto para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:

**IVAN LEONEL  
ACOSTA GUZMAN**

ING. COMP. IVAN ACOSTA GUZMAN, MSIG.

DOCENTE TUTOR REVISOR

C.C: 0914940812

FECHA: 5 DE ABRIL DEL 2022

## Índice General

N°	Descripción	Pág.
	Introducción	1

## Capítulo I

### El Problema

N°	Descripción	Pág.
1.1.	Ubicación del Problema en un Contexto	2
1.2.	Situación Conflicto	2
1.3.	Causas y Consecuencias del Problema	3
1.4.	Delimitación del Problema	3
1.5.	Evaluación de Problema	3
1.6.	Formulación del Problema	4
1.7.	Sistematización de Problema	4
1.8.	Objetivos	5
1.8.1.	Objetivo General	5
1.8.2.	Objetivos Específicos	5
1.9.	Justificación e Importancias	5
1.10.	Alcance del Proyecto	6

## Capítulo II

### El Marco Teórico

N°	Descripción	Pág.
2.1.	Antecedentes	8
2.2.	Marco Teórico	15
2.2.1.	Fibra Óptica	15
2.2.1.1.	Conceptos Básicos	15
2.2.1.1.1.	Definición	15
2.2.1.1.2.	Estructura	16
2.2.1.1.3.	Apertura numérica	17



<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
2.2.1.1.4.	Ventajas de la fibra óptica	18
2.2.1.1.5.	Atenuación	18
2.2.1.2.	Tipos De Fibra Óptica	20
2.2.1.2.1.	Fibra multimodo	21
2.2.1.2.1.1.	Multimodo de índice escalonado	21
2.2.1.2.1.2.	Multimodo de índice gradual	22
2.2.1.2.2.	Fibra monomodo	22
2.2.1.2.3.	Tipos de fibras ópticas según la ITU- T	23
2.2.1.2.3.1.	Estándar ITU-T G.651	23
2.2.1.2.3.2.	Estándar ITU-T G.652	23
2.2.1.2.3.3.	Estándar ITU-T G.653	23
2.2.1.2.3.4.	Estándar ITU-T G.654	23
2.2.1.2.3.5.	Estándar ITU-T G.655	24
2.2.1.2.3.6.	Estándar ITU-T G.656	24
2.2.1.2.3.7.	Estándar ITU-T G.657	24
2.2.1.3.	Sistema De Comunicación Por Fibra Óptica	25
2.2.1.3.1.	Fuentes ópticas	25
2.2.1.3.1.1.	Diodos LED	25
2.2.1.3.1.2.	Diodos LÁSER (LD)	26
2.2.1.3.2.	Detectores ópticos	26
2.2.1.3.2.1.	Detectores PIN (P-Intrinsic-N)	27
2.2.1.3.2.2.	Detectores APD (Avalanche Photo Diode)	27
2.2.1.3.3.	Acopladores ópticos	27
2.2.1.3.3.1.	Acopladores en T	27
2.2.1.3.3.2.	Acopladores estrella	29
2.2.1.3.3.3.	Acoplador TAP	29
2.2.1.3.3.4.	Conectores	30

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
2.2.1.3.3.5.	Multiplexación En Los Sistemas Ópticos	31
2.2.1.3.3.5.1.	Fdm (Multiplexación Por División De Frecuencia)	32
2.2.1.3.3.5.2.	Tdm (Multiplexación Por División De Tiempo)	32
2.2.1.3.3.5.3.	Cdm (Multiplexación Por División De Código)	33
2.2.1.3.3.5.4.	Wdm (Multiplexación Por División De Longitud De Onda)	33
2.2.1.4.	Cables Ópticos	33
2.2.1.4.1.	Tight Buffer	34
2.2.1.4.2.	Loose Tube	34
2.2.1.4.3.	Cilindro Ranurado	34
2.2.1.4.4.	Ribbon	34
2.2.1.4.5.	Cables Aéreos	35
2.2.1.4.5.1.	Cable Figura 8	35
2.2.1.4.5.2.	Cable OPGW	35
2.2.1.4.5.3.	ADSS (All Dielectric Self Supported)	35
2.2.1.4.5.4.	Lashed	35
2.2.1.4.6.	Cable Canalizado	35
2.2.1.4.7.	Cable Submarino	36
2.2.1.5.	Aplicaciones De Fibra Óptica	36
2.2.1.5.1.	Internet	36
2.2.1.5.2.	Redes	36
2.2.1.5.3.	Telefonía	37
2.2.1.5.4.	Otras Aplicaciones	37
2.2.1.6.	Redes Fttx (Fiber to the X)	37
2.2.1.6.1.	Fttb (Fiber to The Building)	38
2.2.1.6.2.	Ftth (Fiber to The Home)	39
2.2.1.6.3.	Fttc (Fiber to The Curb)	39
2.2.1.6.4.	Ftn (Fiber to The Node)	40

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
2.2.1.7.	Redes Pon (Passive Optical Networks)	40
2.2.1.7.1.	Introducción	40
2.2.1.7.2.	Características Generales De Las Redes Pon	41
2.2.1.7.3.	Elementos De Una Red Pon	41
2.2.1.7.4.	Tdm-Pon Vs. Wdm-Pon	42
2.2.1.7.4.1.	Tdm-Pon	43
2.2.1.7.4.2.	Wdm-Pon	43
2.2.1.7.5.	Tecnologías Pon	43
2.2.1.7.5.1.	A-Pon/B-Pon	43
2.2.1.7.5.2.	Epon	45
2.2.1.7.5.3.	Gpon	46
2.2.1.7.5.4.	10G-Epon	46
2.2.1.7.5.5.	XG-pon	47
2.2.1.7.5.6.	XGS-pon	48
2.2.1.7.5.7.	NG-pon2	49
2.2.1.8.	Gigabit-Capable Passive Optical Networks (GPON)	50
2.2.1.8.1.	Introducción	51
2.2.1.8.2.	Arquitectura GPON	51
2.2.1.8.2.1.	Modelo de capas	51
2.2.1.8.2.2.	Requerimientos de capa dependiente de los medios físicos (PMD)	52
2.2.1.8.2.3.	Requerimientos de la capa de convergencia de transmisión (TC)	52
2.2.1.8.2.3.1.	Subcapa de entramado	53
2.2.1.8.2.3.2.	Subcapa de adaptación TC	54
2.2.1.8.2.4.	Servicios GPON	55
2.2.1.9.	Servicios de Telecomunicaciones	56
2.2.1.9.1.	Descripción De Los Servicios	57
2.2.1.9.1.1.	Servicio de datos	57

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
2.2.1.9.1.2.	Servicio de voz	57
2.2.1.9.1.3.	Servicio de video	57
2.2.1.9.2.	Funcionamiento General del Servicio de Telecomunicaciones	57
2.2.1.9.2.1.	Requerimientos de capacidad del servicio de Telecomunicaciones	58
2.2.1.9.2.2.	Calidad de servicio	58
2.2.1.9.3.	Ventajas Y Desventajas Del Servicio	59
2.2.1.9.3.1.	Ventajas	59
2.2.1.9.3.2.	Desventajas	60
2.3.	Marco Conceptual	60
2.4.	Marco Legal	65
2.4.1.	Ley Orgánica de Telecomunicaciones	65

### **Capítulo III**

#### **La Metodología**

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
3.1.	Diseño de investigación	68
3.2.	Tipos de investigación	68
3.2.1.	Exploratorio	68
3.2.2.	Descriptivo	69
3.2.3.	Explicativa	69
3.3.	Proceso, técnicas e instrumentos de la investigación	70
3.3.1.	Recolección de información y datos	70
3.3.2.	Técnica de encuestas	71
3.3.3.	Técnicas de entrevistas	71
3.4.	Población y muestra	72
3.4.1.	La Población	72
3.4.2.	La muestra	73

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
3.5.	Análisis e Interpretación de resultados obtenidos	73
3.6.	Análisis de información obtenida de encuesta	74
3.6.1.	Análisis estadístico	74
3.7.	Descripción del entrevistado y justificación	80
3.8.	Resultados de entrevista	80
3.9.	Resultados de información bibliográfica y encuestas realizadas	81
3.10.	Procedimientos y pasos de investigación	81

## **Capítulo IV**

### **La Propuesta**

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
4.1.	Propuesta Tecnológica	83
4.2.	Análisis de Perspectiva	85
4.2.1.	Perspectiva Operacional	86
4.2.2.	Perspectiva Técnica	86
4.2.3.	Perspectiva Legal	87
4.2.4.	Perspectiva Económica	87
4.3.	Propuesta de red PON	88
4.3.1.	Red existente	88
4.3.2.	Red propuesta	88
4.3.3.	Tipo de red que se usará	89
4.3.4.	Topología de la red	89
4.3.5.	Tipo de fibra a usarse	90
4.4.	Ubicación de Data center y OLT	90
4.5.	Ubicación de los Splitters	91
4.6.	Beneficios del proyecto	91
4.7.	Diseños de la red GPON	92

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
4.7.1.	Simulador	92
4.7.2.	Optisystem	92
4.7.3.	Cálculo de atenuación de señal	93
4.7.4.	Diagrama de ojo	93
4.8.	Conclusiones	99
4.9.	Recomendaciones	99

## Índice de Tablas

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Causas y Consecuencias	3
2	Delimitación del problema	3
3	Transmisión de Fibra Óptica por Ventanas	20
4	Tipos De Fibra Óptica Y Clasificación	20
5	De Pérdidas De Inserción De Los Splitters	28
6	Conectores De Fibra Óptica	31
7	Combinaciones de velocidad de transmisión en APON descendente/ascendente	44
8	Combinaciones de velocidad de transmisión GPON upstream /downstream	46
9	10G EPON Estándares y Comparación de Implementación	47
10	Velocidad de transmisión XG-PON upstream /downstream	48
11	Velocidad de transmisión XGS-PON upstream /downstream	49
12	Velocidad de transmisión NG-PON2 upstream /downstream	50
13	Servicios GPON	55
14	Pregunta 1	74
15	Pregunta 2	74
16	Pregunta 3	75
17	Pregunta 4	75
18	Pregunta 5	76
19	Pregunta 6	76
20	Pregunta 7	77
21	Pregunta 8	77
22	Pregunta 9	78
23	Pregunta 10	79
24	Pregunta 11	79
25	Pregunta 12	80
26	Requerimiento de GPON	85

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
27	Software Utilizados	86
28	Presupuesto Financiero	87



## Índice de Figuras

Nº	Descripción	Pág.
1	Fibra Óptica	16
2	Estructura De Fibra Óptica	17
3	Fórmula De Apertura Numérica	17
4	Fórmula De Apertura Numérica Con Aire Como Medio Externo	17
5	Apertura Numérica	18
6	Fórmula De Pérdida Unitaria De Atenuación	19
7	De Pérdida De Atenuación En Fibra	19
8	Atenuaciones Fibra Óptica	20
9	Fibra Multimodo	21
10	Fibra Multimodo De Índice Escalonado	22
11	Fibra Multimodo De Índice Gradual	22
12	Fibra Monomodo	22
13	Sistema de Transmisión de Fibra Óptica.	25
14	Diodo Led	26
15	Diodo Láser	26
16	Cálculo de la Pérdida De División	28
17	Splitter Óptico	29
18	Conector Genérico de Fibra Óptica	30
19	Pulido PC y APC	30
20	Modulación Por División de Frecuencia	32
21	Multiplexación Por División de Tiempo	33
22	Estructura General de una Red de Telecomunicaciones Moderna	38
23	Esquema de la Topología Fttb	38
24	Esquema de la Topología Ftth	39
25	Esquema de la Topología Fttc	39
26	Esquema de la Topología Fttn	40

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
27	Estructura Básica de Red Pon	40
28	Diseño básico de una red de acceso PON	42
29	Arquitectura de redes TDM-PON Vs. WDM-PON	42
30	Formato de trama	44
31	Transmisión de datos EPON: downstream y upstream	45
32	Evolución de red 10G-EPON	47
33	Transmisión de datos XG-PON.	48
34	Transmisión de red XGS-PON.	49
35	Transmisión de red NG-PON2.	50
36	Configuración según ITU- T para GPON.	51
37	Modelo de Capas de red PON.	52
38	Relación de funcionalidades GPON.	53
39	Progresión ordenada de la multiplexación GPON: puertos, T-Conts y PONs	54
40	Servicio de Telecomunicaciones con su infraestructura dedicada	56
41	Servicio de Telecomunicaciones según consumo	58
42	Pregunta 1	74
43	Pregunta 2	74
44	Pregunta 3	75
45	Pregunta 4	76
46	Pregunta 5	76
47	Pregunta 6	77
48	Pregunta 7	77
49	Pregunta 8	78
50	Pregunta 9	78
51	Pregunta 10	79
52	Pregunta 11	79
53	Pregunta 12	80

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
54	Comportamiento de consumo de servicio	84
55	Cobertura red GPON	92
56	Cálculo de atenuación por fibras	93
57	Área de trabajo de OptiSystem	94
58	Diseño de red con fibra óptica GPON	95
59	Diseño GPON	95
60	Potencia de salida de OLT	96
61	Escenario cliente más final	96
62	Potencia cliente final más lejano	97
63	Espectro de Potencia cliente más lejano	97
64	Nivel de Potencia cliente más lejano	98
65	Potencia cliente más lejano	98

<b>Índice de Anexos</b>		
<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
	Anexos	100
1	Encuesta del Proyecto de Investigación	100
2	Entrevista del Proyecto de Investigación	102
3	Análisis FODA de la compañía	104
4	Matriz POAM de la compañía	105
5	Grupos de Proveedores	106
6	Modelos de casas en Urbanización Lomas del Bosque	107
7	Planos de urbanización Lomas del Bosque	108
8	Despliegue de red GPON y Posición de referencia de postes	109
9	Modelo de Despliegue de red GPON	110
10	Tipos de Leds	111
11	Tipos de diodos Leds	112
12	Tipos de señales de transmisión WDM	113
13	Recomendaciones UIT-T para GPON	114
14	Componentes de arquitectura GPON	116
15	Requerimientos de capa dependiente de los medios físicos PMD	117



## ANEXO XIII.- RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN (ESPAÑOL)



### FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA

---

#### **“ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES PARA LA URBANIZACIÓN LOMAS DEL BOSQUE, VÍA A LA COSTA KM-32, GUAYAQUIL UTILIZANDO ESTÁNDARES DE TRANSMISIÓN PARA REDES PON”**

**Autor:** Aguirre Montes César David.

**Tutor:** Ing. Telecom. Veintimilla Andrade Miguel Ángel, MG.

#### **Resumen**

Este proyecto buscó beneficiar a los usuarios de servicios de banda ancha brindados por la empresa Coachcompany Powernet S.A. en la Urbanización Lomas del Bosque, donde se aplicó un método de investigación mixto como lo son el exploratorio para el análisis de la propuesta donde se utilizó metodología de investigación bibliográfica para el análisis; y metodología investigativa descriptiva cuantitativa y explicativa cualitativa para evidenciar la problemática, en la que participo una cantidad de 74 personas que son los residentes de la Urbanización Lomas del Bosque y el jefe de la empresa Coachcompany Powernet S.A. Se utilizó instrumentos como la entrevista y la encuesta estructurada para la recolección de información. Es por esto que se realizó un análisis donde se evidencio las distintas tecnologías PON utilizadas, evaluadas en documentos investigativos y diseño de red empleando en varias opciones tecnológicas para satisfacer los requerimientos de los habitantes. Se concluyó, mediante el análisis previo, usar una red de fibra óptica GPON que fue la más adecuada para el diseño de red en la zona.

**Palabras claves:** PON, FTTH, Fibra, Óptica, Red, Internet, Conexión.



## ANEXO XIV.- RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN (INGLÉS)



### FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA

---

#### **"ANALYSIS AND DESIGN OF A TELECOMMUNICATION NETWORK FOR THE URBANIZATION LOMAS DEL BOSQUE, VIA A LA COSTA KM-32, GUAYAQUIL USING TRANSMISSION STANDARDS FOR PON NETWORKS".**

**Author:** Aguirre Montes César David.

**Tutor:** Ing. Telecom. Veintimilla Andrade Miguel Ángel, MG.

#### **Abstract**

This project sought to benefit the users of broadband services provided by the company Coachcompany Powernet S.A. in the Urbanization Lomas del Bosque, where a mixed research method was applied such as the exploratory for the analysis of the proposal where bibliographic research methodology was used for the analysis; and descriptive quantitative and explanatory qualitative research methodology to demonstrate the problem, in which participated a number of 74 people who are the residents of the Urbanization Lomas del Bosque and the head of the company Coachcompany Powernet S.A. Instruments such as the interview and the structured survey were used for the collection of information. This is why an analysis was made where the different PON technologies used, evaluated in research documents and network design using various technological options to meet the requirements of the inhabitants were evidenced. It was concluded, by means of the previous analysis, to use a GPON fiber optic network, which was the most appropriate for the network design in the area.

**Key words:** PON, FTTH, Fiber, Optical, Network, Internet, Connection.

## **Introducción**

El interés por los servicios de telecomunicaciones se ha ido ampliando últimamente debido a las diferentes administraciones que se ofrecen en la red. El número creciente de videoconferencias y una mayor popularidad de las funciones de cine en tiempo real, los negocios basados en la web, las administraciones públicas, la formación y los datos implican un mayor tráfico en Internet (Ochoa, 2021).

El uso de la fibra óptica ha revolucionado la forma de llevar a cabo las comunicaciones, ya que las tasas de transferencia de datos que se consiguen con la fibra óptica son muy superiores a las que se obtienen con el cable coaxial o la distribución por radio. Además, es posible destacar otras ventajas como la baja pérdida de señal, el bajo mantenimiento de la red, la mayor seguridad en el tráfico de datos, entre otras. Por lo tanto, cada vez más clientes solicitan este tipo de transmisión, en consecuencia, se necesitan inversiones para ampliar las redes.

Todo lo que trae en cuanto al uso de esta tecnología en las redes PON se debe a algunas variables. La innovación mantiene una amplia gama de aplicaciones, usos y administraciones, sobre todo unidireccional unicast, de difusión de vídeo y televisión. Tiende a ser esencial para algunos diseños de redes de organizaciones, por ejemplo, la mezcla de línea de abonado digital de muy alta velocidad y línea FTTX es decir fibra a cualquier lugar o punto final. Una red PON se compone de hardware OLT Optical Line Terminal, introducido desde el punto de vista focal del administrador, y de unos ONT Optical Network Terminal, introducidos en los destinos finales de los locales (Mounim & Mohammed, 2021).

Los ONUs Optical Network Units, también pueden utilizarse para llegar a los destinos de los clientes con diferentes locales con otra innovación. Estos equipos como las ONUs son eléctricos por lo que requieren de fuentes de alimentación. En lugar de utilizar marcos electrónicos en la organización de la apropiación óptica, la utilización de divisores pasivos que permiten dividir la velocidad de transferencia accesible para servir a diferentes clientes con sólo una fibra óptica solitaria, y se conocen como divisores. Un elemento importante es que no hay partes activas es decir unidades electrónicas entre el sitio focal del administrador y las instalaciones finales de los clientes.

## **Capítulo I**

### **1.1.Ubicación del Problema en un Contexto**

Análisis de la situación a finales de octubre del 2021 el servicio brindado por la empresa Coachcompany Powernet S.A. en la Urbanización Lomas del Bosque, Vía a la Costa Km-32, Guayaquil, para el cual se realiza el análisis de red que hace uso de tecnología como es radioenlace mediante un nodo principal dedicado que está ubicado en Cerro Azul a 19 km de distancia y puntos de acceso que se ubican en el cliente final de la Urbanización Lomas del Bosque, el cual se distribuye a un router y un adaptador PoE que es el encargado de alimentar y procesar los datos obtenidos por radio enlace haciendo uso de par trenzado de cobre para la transmisión de datos para el servicio de banda ancha e internet y que se ejecuta a hasta el presente año 2021 en un área que cubre la urbanización para la entrega del servicio de aproximadamente 2.1 km<sup>2</sup>. El diseño de la nueva red de fibra óptica se utilizará para la migración del medio de transmisión de 24 clientes fijos y 50 nuevos aproximadamente dando un total de 74 usuarios en la red de fibra óptica.

### **1.2.Situación Conflictiva**

En la actualidad, Ecuador está interconectado al enlace panamericano de fibra óptica situado antes de la costa continental en Punta Carnero, proveedores públicos como CNT, CONECEL S.A., TELEFÓNICA S.A., TELCONET S.A., interconectan las comunidades urbanas con organizaciones de Backhaul que tienen redes de bordes donde se provee de servicio a otras organizaciones como es el caso de Coachcompany Powernet S.A., que cubren prácticamente toda el área pública, permitiendo posteriormente la mejora más progresiva de las administraciones de transmisión de medios. (Sánchez, 2021)

La compañía de comunicaciones de medios Coachcompany Powernet S.A. tiene un marco organizativo a nivel de la ciudad de Guayaquil, llegando a donde no pueden acceder los diferentes proveedores, por ejemplo, espacios alejados de la ciudad, regiones provinciales entre otros, donde actualmente cuenta con conexiones de radio enlace para la transmisión de información, sin embargo por interés, mejora de negocios y habilidades esta organización ha tenido que afrontar con soluciones a corto plazo y que no solucionan la necesidades del cliente; es por esto que se ha dado la motivación de migrar hacia nuevas tecnologías, por la cual los representantes de la Urbanización Lomas de Bosque apoyan la iniciativa de mejorar el buen vivir de los habitantes y futuros residentes de esta zona, a través



de la asociación de fibra óptica, proporcionando a sus clientes ventajas, por ejemplo, una capacidad de transferencia de datos más prominente, confiabilidad y desarrollo consistente.

### 1.3.Causas y Consecuencias del Problema

*Tabla 1. Causas y Consecuencias*

CAUSAS	CONSECUENCIAS
<b>Señal inestable.</b>	Pérdida del servicio de internet permanentemente o parcial.
<b>Movimiento de antena por efecto de la naturaleza.</b>	Caída de la antena receptora en el cliente final, o des calibración de la posición de la antena de recepción con respecto al punto de acceso.
<b>Transmisión de velocidad de datos y ancho de banda limitadas.</b>	El ancho de banda es muy limitado con respecto a la transmisión de datos por medio no guiado como lo es radioenlace en el cliente final.

*Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David*

### 1.4.Delimitación del Problema

*Tabla 2. Delimitación del problema*

<b>ÁREA</b>	<b>Tecnología de Telecomunicaciones</b>
<b>SUBÁREA</b>	Radiocomunicaciones
<b>Tema</b>	“ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA DE RED DE TELECOMUNICACIONES PARA LA URBANIZACIÓN LOMAS DEL BOSQUE, VÍA A LA COSTA KM-32, GUAYAQUIL UTILIZANDO ESTÁNDARES DE TRANSMISIÓN PARA REDES PON”

*Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David*

### 1.5.Evaluación de Problema

Se han tomado en cuenta los siguientes puntos a evaluar:

El presente trabajo investigativo se presenta de forma concisa y expresamente los conceptos, definiciones, análisis, la formación y componentes útiles para el diseño más factible al usar tecnología PON.

El análisis hace énfasis en el estudio de las necesidades de los habitantes y usuarios del servicio de banda ancha que brinda Coachcompany Powernet S.A. en la Urbanización Lomas del Bosque.

No existen proyectos por parte de ninguna empresa en la zona o proveedor de servicio internet ya que al estar alejada y no ser una gran cantidad de habitantes no se presta para instalaciones de red convencionales por lo cual es ideal para el estudio de la misma y definir la red ideal para el despliegue de fibra óptica.

### **1.6. Formulación del Problema**

A medida que aumenta la cantidad de clientes, la red comienza a experimentar fallas en los enlaces de radio, ya que muchos clientes en el mismo dispositivo transmiten señales de radiofrecuencia y los servicios de Internet sufren pérdida de paquetes, lo que imposibilita el uso de Internet. Por ello, Coachcompany Powernet S.A. se vio en la necesidad de optimizar y maximizar su red, tendiendo fibras ópticas para migrar a sus clientes, brindándoles así servicios con total garantía.

Es por ello que el proyecto busca una solución para optimizar los servicios de Internet actuales, a saber, la migración a fibra óptica con tecnología PON sobre radioenlaces, teniendo en cuenta las diferentes ventajas que tiene esta red, como su topología, costos reducidos de instalación y mantenimiento, porque se trata de componentes pasivos, es decir, no requieren energía, brindan mayor ancho de banda al momento de servir y son inmunes a interferencias.

¿Con el diseño de una nueva red basada en tecnología PON mejoraran los niveles y calidad del servicio de telecomunicaciones en La Urbanización Lomas Del Bosque Vía a la Costa Km-32, Guayaquil?

### **1.7. Sistematización de Problema**

¿Cómo se evalúan, ajustan las redes y sus tecnologías para saber cuál es el estándar más adecuado para un diseño de red PON?

¿Qué requerimientos son necesarios para que la comunidad en La Urbanización Lomas del Bosque, goce de un servicio de calidad basado en redes PON?

¿Cómo verificar la viabilidad del proyecto y análisis de red más adecuado para el tendido de red de fibra óptica tanto para la comunidad en la zona como para la empresa que da el servicio como lo es Coachcompany Powernet S.A.?

## **1.8.Objetivos**

### **1.8.1. Objetivo General**

Diseñar la Red PON en la Urbanización Lomas del Bosque, Vía a la Costa Km-32, Guayaquil, utilizando estándar PON más adecuado para la empresa Coachcompany Powernet S.A., como proceso de migración del medio de transmisión.

### **1.8.2. Objetivos Específicos**

- Realizar un estudio bibliográfico acerca de la evaluación de las tecnologías de redes utilizadas en la zona en contraste con las tecnologías PON.
- Analizar los requerimientos necesarios para que la comunidad tenga un servicio óptimo de acceso a las redes de telecomunicaciones basadas en tecnología PON más adecuada.
- Realizar el diseño de red propuesto en base al análisis obtenido.

## **1.9.Justificación e Importancias**

Posiblemente el principal avance en la telecomunicación es el que tiene que ver con el método para involucrar la luz como forma de enviar datos, esto se remonta a 1880 donde el físico Alexander G. Bell dirigió las principales investigaciones de este tipo de correspondencia (Freitas, 2020).

Sin embargo, no fue hasta mediados de la década de los setenta cuando se difundieron las secuelas del hipotético trabajo, donde era factible comunicar datos a través de una ayuda óptica. A partir de esta fecha, empezaron a sucederse ocasiones que traerán consigo la ejecución y utilización creciente de la fibra óptica como opción a los enlaces de cobre.

Hoy en día, la alta capacidad de transferencia de datos requerida y el tráfico de datos en las organizaciones actuales merecen la realización de medios de transmisión de alta velocidad y mejor ejecución en el tiempo más breve concebible, un modelo razonable es la fibra óptica que es el medio de transmisión más progresivo, en absoluto como las correspondencias habituales como la radio y el enlace, es el único equipado para soportar las administraciones de la nueva era, por ejemplo, las administraciones de triple play, TV en vivo, interconexión de redes, entre otros.

Es realmente asombroso el patrón que existe en cuanto a la demanda de red requerida y flujo de datos por las organizaciones concurrentes, estas son organizaciones incorporadas que ayudan a diferentes administraciones, y el límite de reacción que estas son solicitadas es alto, una considerable cantidad de ellas progresivamente, donde la fibra óptica implica que puede suplir estos requerimientos que demandan empresas concurridas y mantenerse al día con la fantástica naturaleza de la administración dinámica que demanda algunas empresas, clientes corporativos y privados como transmisión de información, Data Center, navegación web, Voz IP, entre otros (Venegas, 2018).

El presente proyecto busca identificar las deficiencias y limitaciones de la red existentes en los actuales servicios de telecomunicaciones que recibe Urbanización Lomas del Bosque y descubrir las ventajas que posee propuestas innovadoras de red en la Urbanización Lomas del Bosque, considerando que la presente propuesta sea de utilidad para las entidades públicas y privadas que en el futuro deseen implementar esta solución en el sector mencionado.

El presente análisis se enfoca en mostrar una opción alternativa en contraste con la innovación actual que se ha introducido durante los últimos años por la utilización de cobre o enlace de par trenzado, considerando componentes como la calidad o el efecto sobre las administraciones de red. La posibilidad de ejecutar una respuesta de red PON para la zona se desglosa tomando como premisa las insuficiencias de la red de cobre en contraste con la organización de la fibra. Por esta razón, los gastos de ejecución de una organización de primera clase (cobre) se considerarán como una disposición electiva, y la investigación separada de la plausibilidad innovadora de la tarea se hará a través del plan de organización.

Debido a los puntos de vista referidos anteriormente, la perspectiva debe contener una visión mundial que permita distinguir los diversos factores que podrían afectar a la ejecución de esta innovación, presentando sus ventajas, los fondos de inversión que provienen del apoyo de este tipo de organizaciones y la disposición de la ayuda.

#### **1.10. Alcance del Proyecto**

El emprendimiento se centra en el diseño de una red PON en la Urbanización Lomas del Bosque, Vía a la Costa Km-32, Guayaquil, haciendo uso de estándares más adecuados de tecnología PON, para la empresa Coachcompany Powernet S.A. que al momento presta servicio en la zona ya mencionada, por medio de radioenlace y par trenzado, como proceso de migración del medio de transmisión.

Realizar un estudio bibliográfico recopilando información previamente obtenida de diversas fuentes de información para recabar los estudios, tecnología, estándares, materia prima utilizada, diseños y estudios previos acerca de la evaluación de las tecnologías de redes PON.

Analizar los requerimientos necesarios para que la comunidad en la que se establece y en base al cual se hará el diseño del proyecto que conste y satisfaga las necesidades del cliente final, cuente con un servicio de óptimo de acceso a las redes de telecomunicaciones basadas en tecnología PON más adecuada para la zona que se estudia, maximizar y optimizar recursos de tal forma que se aproveche al cien por ciento el uso del espacio y terreno para el despliegue de red, el manejo y transmisión de datos para las telecomunicaciones a través de la red.

Realizar el diseño de red más óptimo el cual hace uso de un software como lo es OptiSystem que es una herramienta de diseño innovadora, potente y que gracias a su rapidez es capaz de facilitar la simulación, prueba y planificación como lo es el caso de proyectos de enlaces ópticos haciendo uso de fibra óptica y varios componentes; para la transmisión de un amplio espectro de redes ópticas como son LAN, PAN, SAN, MAN, entre otras que nos ayudan al lanzamiento del diseño más adecuado, propuesto en base al análisis obtenido. (Cadena, 2018)

## **Capítulo II**

### **2.1. Antecedentes**

Los estudios realizados en el Ecuador acerca de las redes PON, son actualmente uno de los grandes avances en materia de acceso a la velocidad de transmisión de datos que han traído consigo una increíble expansión en el área de las comunicaciones de difusión. El tráfico de datos en la web en el país actualmente ha estado en expansión, como indican las informaciones del instituto nacional de estadísticas y censos (INEC, 2020) con un 70,7% de los hogares en cuanto a nivel nacional se refiere, como indicativo al acceso a internet en los hogares. A pesar de que la utilización ha mostrado una curva prácticamente imprecisa entre los días laborables y los fines de semana, la información de utilización anual muestra un desarrollo inconfundible desde el período de cuarentena provocado por el Coronavirus.

Según los autores Lamingo y Bravo (2017), para el diseño de un prototipo de redes de fibra óptica en la Urbanización Del Portón De Beata Mercedes Molina la misma que se encuentra ubicada en la ciudad de Guayaquil. Al realizar un levantamiento de información en dicha urbanización, se obtuvo una gran aceptación por parte de los clientes y los futuros usuarios de la red de fibra óptica GPON los cuales hacen uso del proveedor de CNT que es la CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES, donde se concluye que al aplicar una red GPON como propuesta es totalmente funcional para la zona empleada por lo cual requiere una mejora tecnológica en base al funcionamiento y arquitectura, proveyendo de tecnología de la última generación.

Es por lo cual el estudio técnico es de suma importancia para la aplicación de estos proyectos ya que permite obtener un diseño de red más óptimo y eficaz para su implementación, también, que el tipo de recursos utilizados para la implementación de dicha red de fibra óptica son accesibles de forma económica como propuesta para los diversos proveedores de servicio de internet de la zona (Lamingo, 2017).

Según Moreno (2018), el diseño de red FTTH aplicado a La Urbanización Villa Del Rey En La Etapa Carlos, en Guayaquil, donde al realizar un estudio y levantamiento de información se puede observar que no cuenta con un buen servicio de internet el cual garantice la satisfacción de las necesidades de internet hacia los clientes, por lo cual en este diseño se hace uso de un medio de transmisión guiado como lo es la fibra óptica y de esta manera llegar hasta el cliente final y poder cubrir las expectativas de los clientes.

Al momento de realizar un estudio de campo se verificó que muchos de los proveedores del servicio de internet ofrecen a los usuarios el uso de red de cobre, y por el cual los usuarios se conectan a internet, en este caso haciendo uso de una línea conmutada de teléfono donde existen problemas de conectividad y ancho de banda por eso se determina que dicha urbanización requiere un servicio de internet de alta velocidad que cumpla con las necesidades y requerimientos de los usuarios.

Por otro lado se toma en cuenta el aspecto financiero donde se evalúa que la inversión inicial y el período de recuperación a un corto plazo de la inversión, es viable ya que ofrece el 15% de crecimiento anual de los usuarios dándole importancia al diseño para ser ejecutado ya que ofrece una buena rentabilidad y por lo cual en el diseño de FTTH se lo reviso para cubrir cerca del 40% de casas en la Urbanización De Villas Del Rey En La Etapa Carlos dejando a disposición hilos de fibra para su futura expansión, y haciendo uso de un software gráfico como lo es OptiSystem se analizó y se determinó que se deben realizar mantenimientos periódicos para garantizar un servicio de buena calidad. (Moreno, 2018)

Arizaga (2017), Indica que para el estudio e implementación de una red GPON para la empresa Telconet S.A, en la Urbanización Cataluña del cantón Daule, después de realizar el levantamiento de información se evidencia la necesidad de brindar a los usuarios un servicio de excelencia donde se definen los materiales requeridos para la implementación en las especificaciones técnicas de cada uno de los materiales a utilizarse, por lo cual se destaca la definición de las redes GPON los beneficios de su capacidad de transmisión, escalabilidad, inmunidad electromagnética y adaptación de una misma red para proveer de varios servicios.

Al implementar tecnología GPON se puede observar que una de sus características es el manejo de velocidades de 2.4 GB de bajada y 1.8 GB de subida lo que permite a los usuarios una transmisión muy alta en cuanto a datos, uso de telefonía fija y transmisión de video, ofreciendo a los habitantes y usuarios de La Urbanización Cataluña el mayor ancho de banda para el uso de sus aplicaciones de requerimientos varios, la red estudiada se caracteriza por tener equipos ópticos pasivos como principal medio para la transmisión de datos a través del medio guiado cómo lo es la fibra óptica salvo las terminales principales de red cómo lo es la OLT y las ONTs, que también ofreció una técnica de construcción de la red GPON muy factible ya que cuenta con la facilidad del medio físico como son los postes para el cableado, área libre para el armario de la red y pedestales, que facilitan la construcción de la red y del nodo principal.

La viabilidad económica está ligada al estudio de la presente de red ya que presenta y ofrece una total cobertura de la organización para el tipo de servicio que sea requerido por parte del abonado, es por tanto que al momento de realizar el estudio se plantea una recuperación de la inversión a partir del segundo año de operaciones de la red (Arizaga, 2017).

Según Sánchez (2021), al realizar la simulación y el diseño de una red FTTH con GPON, teniendo en cuenta la Perspectiva económica de los moradores de la zona de Monte Sinaí en Guayaquil y la situación actual ya que se ejecutan las clases y trabajos de manera virtual, no presencial en la mayoría de hogares, por lo que es necesario el uso del servicio de internet y es por esta razón que se plantea en diseño de troncales de red de fibra óptica que abastezcan a la gran cantidad de usuarios en Monte Sinaí mediante el uso de un aplicativo como es OptiSystem donde se verifica los datos y enlaces trazados que se empleó a partir del nodo central de la CNT ubicado en el sector de la Casuarina y en cual se evidencia al poner en práctica el tendido e implementación de red, que las potencias generadas se acercaron a la teoría expuesta dejando infraestructura suficiente para una posible expansión ya que cuenta con 45 fibras ópticas libres, lo que permite que los abonados gocen de una red de banda ancha ilimitada y con buena velocidad (Sánchez, 2021).

Como indica Romero (2019), en el diseño y la planificación de una red HFC para la compañía SETEL S.A. que se ha realizado en La Urbanización Puente De Piedra II, en el sector de La Salle en la ciudad de Quito para poder otorgar servicios de televisión, internet y telefonía fija en las residencias, ya que gracias a la globalización de la tecnología se ha convertido en una necesidad el acceso al internet, es por esto que es conveniente el uso de tecnología HFC o híbrida ya que facilita el trabajo de ofrecer tres servicios de telecomunicaciones como son datos, voz y video mediante el uso de un solo cable en la parte externa lo que ayuda mucho para la gestión del servicio, distribución y estética del cliente final.

El ancho de banda utilizado para la red HFC es de 750 MHz que es más que suficiente para la entrega de velocidades altas de internet y de la red de cable coaxial para la última milla.

Por lo antes expuesto (Romero, 2019) define de esta manera que la tecnología más idónea para la implementación de los servicios de telecomunicaciones es la red HFC, ya que también se utiliza arquitecturas o topología que ya están implementadas por parte de la empresa SETEL S.A. para dar otros servicios y de esta manera se hace uso de este mismo



medio para aprovechar los recursos existentes y ofrecer un servicio de excelencia a los clientes.

En cuanto a nivel regional como lo es Latinoamérica las redes de fibra óptica se han expandido de tal forma que esta innovación tecnológica, como lo es la fibra de vidrio tratado como un medio guiado que hace posible la transmisión de varios paquetes de datos, que proveen de varios servicios a la vez por el mismo canal de transmisión, haciendo este medio uno de los más veloces para la descarga de banda ancha, tomando en cuenta que en estas regiones de los países cuentan con grandes áreas rurales a las cuales todavía no llega esta tecnología, podemos inferir que hace falta por recorrer un gran camino para alcanzar la media mundial en cuanto a la velocidad de datos.

Según Iman (2021), qué al realizar el diseño para una red FTTH con tecnología GPON con el objetivo de obtener alta capacidad de velocidad en la transmisión de datos mediante el uso de una red óptica pasiva permitiendo ofrecer al cliente final el uso de una red óptica mediante arquitectura punto a multipunto, en el diseño de la red FTTH en el distrito de Miraflores en el Perú se plantea la proyección de brindar el servicio de internet de banda ancha al 75% de los habitantes de este distrito, sin dejar fuera al 100% que en un futuro se podría emplear dejando hilos de fibra de reserva para su posterior expansión.

Por lo cual para el diseño de distribución y despliegue de la red se tomará en cuenta el nodo donde se ubican las terminales que entregan el servicio a los clientes cuando es de suma importancia tomar en consideración la ubicación de las CTO o cajas de terminal óptico las cuales son las encargadas de repartir los diversos puntos finales de los usuarios por lo cual deben estar colocadas en lugares estratégicos que abarque la mayor cantidad de abonados y tomando en cuenta que se tendrá una recuperación de la inversión en el primer año con tan solo 150 clientes lo que hace del proyecto una inversión muy viable económicamente (Iman, 2021).

De acuerdo con Mamani (2017), el cual presenta el estudio y análisis de un tendido de fibra óptica que se lo realizó en la ciudad de La Paz en el país de Bolivia, realizando un tendido de fibra óptica por el medio aéreo de 20 km teniendo en cuenta las siguientes características siendo punto a punto con mayor potencia y ancho de banda para varias empresas como son Banco Los Andes, Banco Diaconía, Taiyo Motors y Huevos Caisy, quiénes son los clientes finales, para lo cual se atravesó por un terreno muy escarpado dónde se realizó mantenimiento a la red de conexión de fibra óptica correspondientes a la troncal principal que abastece a estos clientes, realizando trabajo de fusión para el mantenimiento

de la red y comprobando con el medidor de potencia para asegurarse que llegue una buena potencia hasta el cliente final sin haber perdido un decibel, al contrario se evidenció que al realizar una nueva función al nivel de potencia mejoró en -1DB, también se estableció como altura promedio para la seguridad en cuanto al tendido de fibra óptica una altura de 15 m para prever cualquier eventualidad de esta forma se pone en evidencia la Perspectiva al momento de realizar un tendido de fibra óptica y al prestar mantenimiento a los mismos (Mamani, 2017).

Como opina Fonseca (2019), en su propuesta para el sector de telecomunicaciones en la ciudad de Guayana en Venezuela el sector de las telecomunicaciones tiene una gran problemática al igual que en los sectores de servicios básicos como lo son la salud, el agua, el servicio eléctrico, entre otros, por lo cual se presentan problemas como lo es el arrendamiento de internet en la nube o la educación tecnológica e incluso en varias áreas como lo son las regletas de telefonía las cuales se encargan de distribuir las líneas a las casas de los abonados que se encuentran en malos estados o deterioradas por lo que causa atenuación en línea de cableados por cobre, es por esto que el autor nos plantea la inversión en realizar la construcción las redes de tecnología PON para la distribución de varios servicios, haciendo uso de un solo medio guiado de datos donde manifiesta la migración gradual de los sistemas convencionales de red, como lo es los cables de cobre y radioenlace.

La propuesta manifiesta el realizar mediante el mismo radio enlace y un nodo principal para la distribución por el medio de fibra óptica en zonas específicas y urbanizaciones (Fonseca, 2019).

Mestizo Montaña & Medina Lozano, (2021), afirman que en el estudio implementación y diseño para acceder mediante fibra óptica con tecnología GPON en el municipio de Soatá en la ciudad de Colombia, para brindar y garantizar las mejoras en velocidad y ancho de banda de la población apoyados mediante una investigación de campo experimental donde se puso a prueba redes heredadas para realizar su posterior migración actualización e instalación en el cual se estudiaron diferentes despliegues de red FTTX y XPON.

Por lo que se obtuvieron los siguientes resultados que es la conectividad y acceso por parte de las diferentes empresas que dan servicio en el municipio de Soatá al realizar con perspectiva técnica el diseño de una red FTTH con tecnología GPON y asegurando que gracias al estudio hecho; es la mejor red a implementar en este sector, dando solución a las exigencias del cliente y así brindarle un servicio que cumpla con los estándares de calidad,

disponibilidad y escalabilidad, haciendo posible la expansión encuentra conocimiento en el área de telecomunicaciones y en específico en el medio de transmisión como lo es la fibra óptica, también podemos resaltar que la implementación de la red. Donde se realizaron diversas pruebas de reflectaría óptica tomando como objeto de prueba el peor escenario sobre potencia máxima en el cliente más lejano, logrando obtener un buen desempeño de la red y cumpliendo con los parámetros de funcionalidad, además al ser realizado para la empresa PIPE Comunicaciones cabe recalcar que el estudio, diseño de red se presenta como una propuesta muy económica y viable para la empresa ya que no requiere un gran mantenimiento lo cual reduce las inversiones, obteniendo mayores ingresos (Mestizo Montaña & Medina Lozano, 2021).

Hoy en día, las ventajas en cuanto a fibra óptica son algo totalmente nuevo, ya que permite la navegación por internet a altas velocidades de 2000000 bps, evita la obstrucción electromagnética y es constante las 24 horas del día, sin atascos. Por eso la creación de esta fibra crece hasta un 20% cada año. Se considera como el medio guiado más usado por excelencia por parte de los medios para la comunicación, ya que mueve mucha información producida por internet.

Las legislaturas y las organizaciones están invirtiendo progresivamente recursos en esta asistencia para ampliar su velocidad de transferencia, conseguir una asociación inmediata de los centros de trabajo a las organizaciones y lograr la transmisión de información de vídeo y sonido de forma continua.

Mounim & Mohammed (2021), En el diseño e implementación de una red óptica pasiva de 200G realizado en Turquía, sostienen que el desarrollo de la red de tecnología PON de 200G, debería ser posible de varias maneras. En este documento se ha investigado un caso de unión de WDM con TDM/TDMA dependiente de teléfonos ópticos de 40 Gb/s.

Los dos marcos necesitan una consideración específica durante la realización del plan e inequívocamente en la elección de la frecuencia a distribuir a los seguidores en una región determinada. Además de los puntos de vista de diseño, esta asignación puede ser terminada por los límites de los desvíos WDM (wavelength división multiplexing) considerados en términos de distancia y BER mínimo (Mounim & Mohammed, 2021).

De acuerdo con Żukowski, Mukhopadhyay, & Ruffini (2021) en este trabajo, se han inspeccionado distintos procedimientos de envío de FTTH para regiones rústicas. Se muestra cómo las organizaciones en las situaciones provinciales influyen no sólo en la razonabilidad financiera en general, como se podría anticipar, además de que varias

metodologías deben ser utilizadas en función de la tasa de adopción del cliente normal, para disminuir el riesgo de la empresa.

Los sistemas tienden a la compensación entre el gasto directo de mayor peligro, es decir, para el interés que existe en las casas por donde atravesará la red y el coste de interconexión de menor peligro, que hace que el cliente no requiera de ayuda constantemente.

Tras examinar el costo de la implementación se ha evaluado el efecto de la velocidad de establecimiento en cuanto al procesamiento de datos en la fibra óptica, evaluando los procedimientos de la organización en cuanto a la eficacia que se requiere, se lo realizó en una región rústica concreta del oeste de Irlanda, imitando el impacto de varios procedimientos de envío en los costes directos y de interconexión, en varias situaciones personificando diversas tasas de captación de clientes, los gastos de establecimiento y modelos de cobro de la administración para lo cual se emplea la tecnología NG-PON2 O XGS-PON que alcanzan velocidades de 25G a 50G respectivamente. Los resultados han demostrado que el procedimiento de organización elegido puede tener un gran efecto en el coste general de envío y, por tanto, en la viabilidad monetaria (Żukowski, Mukhopadhyay, & Ruffini, 2021).

Perea (2021), Postula en su trabajo de diseño de red de distribución FTTH el que consiste en dar servicio a la comunidad de Sierra Elvira, en España, mediante el uso de fibra óptica dependiente de la innovación FTTH, para tener la opción de ofrecer a sus ocupantes administradores lo mejor de la web, la televisión, la comunicación u otras nuevas prestaciones de comunicaciones de difusión que puedan aparecer más adelante y que sean sostenidas por la tecnología y despliegue de red FTTH.

Como se menciona se ejecutará una red FTTH GPON con arquitectura de árbol para el plan de la red de circulación FTTH en la ciudad. Se utilizarán filamentos multipunto destacados. Se realizará una investigación sobre las organizaciones de fibra óptica, enumerando las distintas estructuras organizativas que pueden adoptarse, sus ventajas y desventajas, entre otros puntos de vista, desglosando las configuraciones organizativas concebibles, centrándose especialmente en GPON, que será la tecnología adoptada para este plan de red de circulación FTTH (Perea, 2021).

Citando a Pasadas (2020) en el estudio para el despliegue de una red FTTH en una población con pocos habitantes en Sevilla - España muestra que el destino final de las redes FTTH parece estar en el cambio a la norma XG-PON, que significa "10 Gigabit Capable

Passive Optical Network" y se relaciona con el desarrollo de GPON. Con esta norma se conseguiría una velocidad de bajada de 10 Gbps. Actualmente existen dos variantes, XGPON1 y XGPON2, que contrastan en la velocidad de transferencia.

XGPON1 con una velocidad de transferencia de datos de 2,5 Gbps mientras que XGPON2 consta de una velocidad de bajada y de subida equilibrada. El destino de las comunicaciones multimedia también está en el 5G, que podría acabar suplantando a las correspondencias por cable, aunque eso está todavía muy lejos. Además, el 5G está controlado por la red FTTH, ya que sus cables receptores están asociados por fibra óptica. Por eso, inequívocamente, España será una de las naciones primordiales en la organización del 5G, ya que, como se refería hacia el inicio del TFG, es una de las naciones con más fibra enviada (Pasadas, 2020).

## **2.2. Marco Teórico**

### **2.2.1. Fibra Óptica**

El avance constante de las comunicaciones de los medios por los cuales nos comunicamos, enviando medidas cada vez más prominentes de información a través de distancias más largas, con la aceleración de los requisitos previos, a pesar de la exigencia de la unión de las administraciones, que permite la mejora de los medios, ha hecho que sea importante construir un incremento en los canales usados para la comunicación.

Algunas investigaciones han demostrado que es posible enviar ondas de luz a través de una delicada fibra de vidrio, con atributos que son muchos más limpios reduciendo las atenuaciones y transparencias más prominentes que el vidrio estándar, tomando el nombre de fibra óptica (Ferreira, 2021). Ofrece increíbles beneficios sobre algún otro medio de transmisión conocido hasta ahora, como capacidad de transferencia de datos, efectividad, resistencia electromagnética, velocidad de transmisión, entre otros.

#### **2.2.1.1. Conceptos Básicos**

##### **2.2.1.1.1. Definición**

La fibra óptica es el medio guiado por donde se envían ondas dieléctricas, que tiene forma geométrica redonda y hueca es decir cilíndrica, un ligero cable que puede ser de plástico o de vidrio, a través del cual se comunican datos como latidos eléctricos, la información se envía como latidos de luz regularmente infrarroja, no del todo distinguible al ojo humano.

La fibra es muy similar al grueso de un cabello de una persona entre 2 a 125  $\mu\text{m}$ , además de ser extremadamente más pequeña y mucho más ligera, tiene una vida normal más prolongada en contraste con los medios de cobre, la señal óptica tiene un bajo debilitamiento lo que da una increíble seguridad en el transporte de los datos, entre las diferentes ventajas descritas más adelante. Vale la pena centrarse en que la fibra óptica no tiene cualidades, por ejemplo, la obstrucción real y el punto de apoyo satisfactorio por lo que muy bien puede ser utilizado solo directamente.



*Figura 1 Fibra Óptica. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David*

#### **2.2.1.1.2. Estructura**

La fibra óptica tiene una construcción básica, conformada por dos cámaras concéntricas y dieléctricas, con varias listas de refracción, como partes esenciales, que permiten a la fibra desviar la luz hacia su centro, entregando el resultado de la reflexión interior de todo. La fibra, que transporta las señales ópticas desde la fuente hasta el colector, suele estar hecha de vidrio de sílice  $\text{SiO}_2$  dopado con materiales como  $\text{B}_2\text{O}_3$  (óxido de boro),  $\text{GeO}_2$  (dióxido de germanio) o  $\text{P}_2\text{O}_5$  (óxido fosfórico), para cambiar su lista de refracción, aunque también puede estar hecha de plástico o cuarzo fundido. En realidad, querrá transportar toda la luz ya que su anchura es más extensa, los tamaños actuales son generalmente de 50, 62.5 y 100 micrómetros para los filamentos multimodo, y de menos de 10 micrómetros para los monomodo.

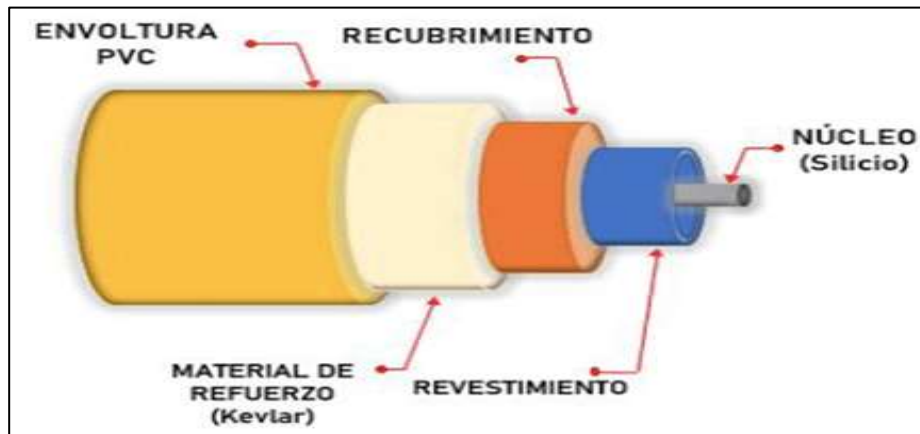


Figura 2 Estructura De Fibra Óptica. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

### 2.2.1.1.3. Apertura numérica

La capacidad de transmisión de la fibra, las frecuencias ópticas, los niveles de atenuación y las características mecánicas vienen determinadas por la geometría de la fibra, el perfil del índice, los materiales y los procesos de fabricación. (Soares, 2020)

Toda fibra óptica tiene como característica un ángulo de admisión o ángulo de aceptación, que es el ángulo límite de incidencia de la luz, respecto al eje, para penetrar en el cable. Los haces de luz con un ángulo mayor que el ángulo de admisión no cumplen las condiciones para la reflexión total y, por tanto, no se conducen, es decir que este ángulo límite define un cono de aceptación de luz, que se muestra a continuación en la figura.

$$\theta_0 = \text{sen}^{-1} \frac{\sqrt{n_1^2 - n_2^2}}{n_0}$$

Figura 3 Fórmula De Apertura Numérica. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

Donde  $n_0$  es el índice de refracción del medio externo a la fibra,  $n_1$  es el índice de refracción del núcleo y  $n_2$  es el índice de refracción de la cubierta.

A partir de la definición del ángulo de admisión, se define la "apertura numérica" de una fibra consistente en el ángulo de admisión. En muchas ocasiones se puede encontrar la misma fórmula sin el  $n_0$  en el denominador. Esto puede hacerse si se considera que el aire es el medio externo a la fibra. La fórmula, por tanto, es:

$$\theta_0 = \text{sen}^{-1} \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

Figura 4 Fórmula De Apertura Numérica Con Aire Como Medio Externo. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

Recordando que  $n_0$  es el índice de refracción del medio externo a la fibra,  $n_1$  es el índice de refracción del núcleo y  $n_2$  es el índice de refracción de la cubierta.

La apertura numérica de una fibra es un parámetro muy utilizado para calcular su capacidad de captar y transmitir la luz. Cabe señalar que la apertura numérica y el ángulo de admisión no dependen del radio del núcleo.

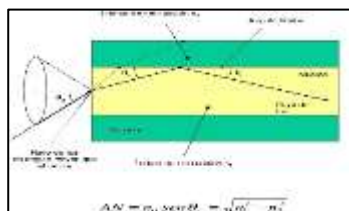


Figura 5 Apertura Numérica. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

#### 2.2.1.1.4. Ventajas de la fibra óptica

El principal contraste entre la fibra óptica y el cableado habitual radica en el material del que está hecha. Estamos hablando de un hilo de silicio o de vidrio excepcionalmente fundido que transporta las ondas de luz, mientras que el cableado organizado está hecho de hilo de cobre. Las ventajas que ofrece son las siguientes:

La velocidad de transmisión de la información a través de la fibra óptica es mucho más rápida. Mientras que en un marco típico podemos llegar a una velocidad más extrema de simplemente 100 Mb/s, en un marco de fibra óptica hemos llegado habitualmente a 10Gb cada segundo y cada vez surgen nuevas ecuaciones para aumentar su aceleración a unos cuantos terabytes. Aparte de la velocidad real, esto implica una asociación a Internet más rápida, la descarga de enormes documentos en casi tiempo mínimo, la posibilidad de hacer un refuerzo en la web sin quemar un exceso de transmisión de datos, entre otros.

Por transmisión de datos nos referimos a la medida de datos que se pueden enviar en una unidad de tiempo similar. En el caso de que se asocian numerosos ordenadores simultáneamente a una organización remota o por cable, se obtendría una velocidad mucho menor para cada uno, mientras que con la fibra se podrían interconectar más ordenadores sin estar restringidos en sus opciones.

#### 2.2.1.1.5. Atenuación

La atenuación se define como todo tipo de fenómenos que reducen la potencia de la señal propagada, pero no afectan su forma.



Para la descripción matemática de las pérdidas de potencia provocadas por la atenuación en la fibra óptica, se utiliza un parámetro denominado pérdida unitaria  $a$ , medida en una distancia de 1 km. Se expresa en dB / km y viene dado por la fórmula:

$$a = \frac{10}{L} \log \left\{ \frac{P(I_1)}{P(I_2)} \right\}$$

*Figura 6 Fórmula De Pérdida Unitaria De Atenuación. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David*

$P(I_1)$  y  $P(I_2)$  que son la potencia óptica medida en la fibra óptica en los puntos  $I_1$  y  $I_2$  separados por  $L$  (longitud). La atenuación aumenta exponencialmente a medida que aumenta la longitud de la fibra, lo que limita el rango de transmisión. Un aumento de 3 dB en la atenuación corresponde a una disminución del 50% en la potencia de la señal propagada.

Las pérdidas de potencia causadas por la atenuación consisten en fenómenos que tienen un sustrato material, relacionados con las propiedades físicas del propio material del núcleo, y pérdidas de guía de ondas resultantes de la estructura de la fibra óptica. Las pérdidas materiales incluyen todo tipo de absorción y dispersión. Las pérdidas de la guía de ondas son pérdidas de energía causadas, entre otras, por micro y macro curvas, distribución desigual del índice de refracción en la interfaz núcleo-revestimiento, o fluctuaciones en el diámetro o la forma de este borde.



*Figura 7 De Pérdida De Atenuación En Fibra. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David*

En las pérdidas extrínsecas se incorporan los provocados por los conectores, las uniones, los terminales, los atenuadores, los flujos y reflujos a gran escala que se deben a la disminución del barrido de la curva, lo que hace que la luz caiga del revestimiento, al igual que una progresión de infortunios en el productor de la fibra y el acoplamiento de la fibra del colector.

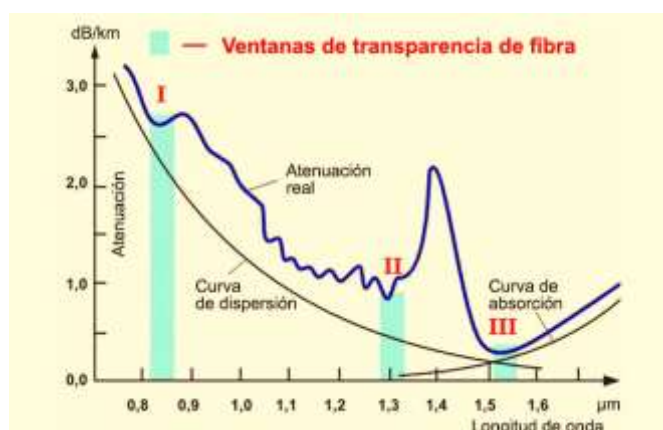
La disminución en los filamentos ópticos depende además de las ventanas (segmentos de la gama electromagnética) en las que trabajan. Se introducen las distintas

ventanas, se muestra un diagrama de disminución frente a la frecuencia, con las ventanas de transmisión y las pérdidas del pináculo debido a las partículas de hidroxilo.

**Tabla 3.** Transmisión de Fibra Óptica por Ventanas

Bandas Correspondientes a cada Ventana	Ventana	Rango [nm]	$\lambda$ Central [nm]	Atenuación Típica [dB / Km]
-	1ra	800-900	850	2.5
O	2da	1250-1350	1310	0.38
C	3ra	1500-1600	1550	0.25
L	4ta	1600-1660	1625	0.2
E y S	5ta	1350-1500	1470	0.3

Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David



**Figura 8** Atenuaciones Fibra Óptica. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

### 2.2.1.2. Tipos De Fibra Óptica

Los filamentos ópticos pueden ser ordenados por el modo de propagación, la lista de refracción y los materiales de ensamblaje. Se muestran a continuación los tipos de fibra óptica según los límites anteriores.

**Tabla 4.** Tipos De Fibra Óptica Y Clasificación

Modos de propagación	Tipos de Fibras Ópticas
<b>Multimodo</b>	Índice Escalonado
	Índice Gradual

**Monomodo**

Estándar Single Mode Fiber SMF

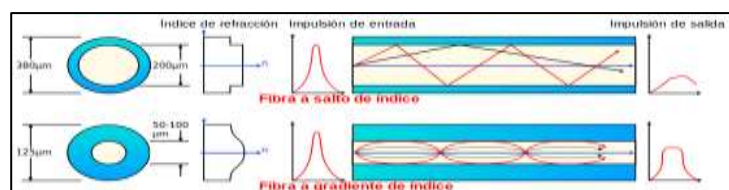
Dispersion Shifted Fiber DSF

Non-Zero Dispersion Shifted Fiber NZ-DSF

*Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David***2.2.1.2.1. Fibra multimodo**

La fibra óptica multimodo es el tipo de fibra en el que varios haces de luz, con diferentes ángulos de incidencia, se propagan a través de diferentes caminos a través del núcleo. El núcleo de este tipo de fibra tiene un diámetro mucho mayor en comparación con el monomodo, pero el diámetro total es el mismo para ambas fibras de 125  $\mu\text{m}$ . (Hernandez, 2021)

Debido a que la fibra multimodo refleja en varias direcciones, acaba teniendo un menor alcance, convirtiéndose en una desventaja en este punto. Sin embargo, son más baratos que el monomodo, y también tienen un mantenimiento más simplificado, porque su fusión es más fácil con un gran núcleo.



*Figura 9 Fibra Multimodo. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David*

**2.2.1.2.1.1. Multimodo de índice escalonado**

Cabe resaltar que los revestimientos son únicos y permanecen uniformes, los haces de luz están constantemente chocando contra los divisores del revestimiento, siendo reflejados en cada choque profundamente.

Debido a sus atributos, su desarrollo es el menos difícil y generalmente asequible, sin embargo, presenta una disminución más notable y una velocidad de transferencia disminuida, por debajo de 30 MHz por cada Km, limitando el ancho de banda, al igual que la distancia, entonces de nuevo, puede captar la energía de la luz con una brecha matemática que se desplaza en algún lugar en el rango de 0,2 y 0,4. (Jurado, 2018)



Figura 10 Fibra Multimodo De Índice Escalonado. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

#### 2.2.1.2.1.2. Multimodo de índice gradual

Se destaca que, en esta parte la velocidad es insignificante y, en consecuencia, a medida que los haces entran en el centro hay una refracción progresiva, estos haces viajarán más rápido y recorrerán distancias más largas, los modos se enganchan entonces hacia el centro de la fibra y su posición de propagación es aproximadamente algo similar para todos. Tienen una velocidad de transferencia más extensa que los filamentos de la fibra escalonada, menor debilitamiento y gran ancho de banda.

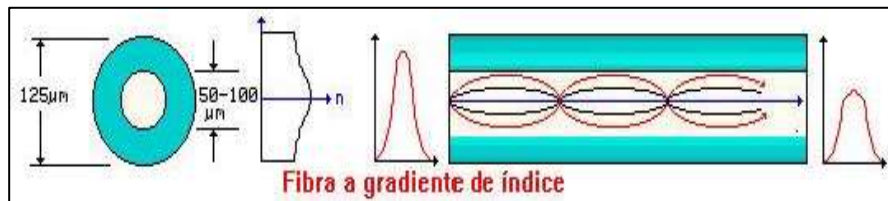


Figura 11 Fibra Multimodo De Índice Gradual. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

#### 2.2.1.2.2. Fibra monomodo

Las fibras ópticas del tipo monomodo se distinguen del multimodo básicamente por su mayor capacidad de transmisión y sus menores dimensiones. Las dimensiones típicas son de 2  $\mu\text{m}$  a 10  $\mu\text{m}$  para el núcleo y de 80  $\mu\text{m}$  a 125  $\mu\text{m}$  para la cubierta. Este tipo de fibra tiene un solo modo de propagación, es decir, la luz viaja por un solo camino, lo que proporciona una mayor longevidad en la transmisión de la luz. Las ventajas de utilizar fibra monomodo son una mejor calidad de la señal, menos interferencias y mayor alcance en la transmisión de datos.

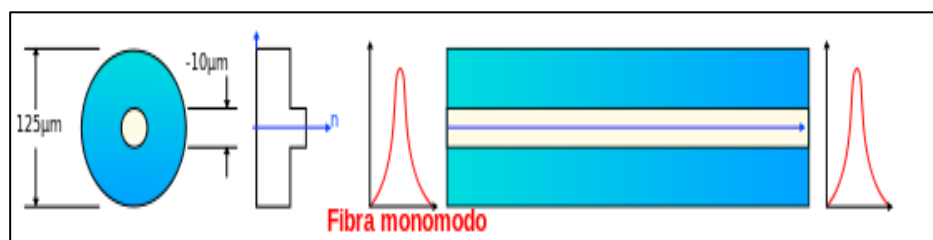


Figura 12 Fibra Monomodo. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

### **2.2.1.2.3. Tipos de fibras ópticas según la ITU- T**

La Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT-T ha normalizado los tipos de fibra monomodo y multimodo que se utilizan actualmente en diversas organizaciones.

#### **2.2.1.2.3.1. Estándar ITU-T G.651**

Se define el enlace de fibra multimodo de índice gradual para la red de acceso óptico, destacando la lista de refracción revisada con medida central de 50  $\mu\text{m}$  y revestimiento de 125  $\mu\text{m}$ , ancho de debilitamiento de 0,8 dB/km de 50  $\mu\text{m}$  y revestimiento de 125  $\mu\text{m}$ , disminución de 0,8 dB/km a 1310 nm, sin embargo, puede igualmente trabajar en 850 nm. 1310 nm, pero también puede funcionar en 850 nm. Se utiliza en los marcos de transmisión óptica para los marcos de transmisión con pequeñas distancias y altas tasas de flagelación. (ITU-T, 2021)

#### **2.2.1.2.3.2. Estándar ITU-T G.652**

Al principio se mejoró para trabajar en la ventana de 1310 nm, pero también puede utilizarse en la de 1550 nm. Esta fibra se describe por una disminución de aproximadamente 0,2 dB/km y una dispersión cromática de 16 ps/Km-nm en la tercera ventana 1550 nm, mientras que la ventana siguiente 1310 nm tiene una dispersión nula. Puede utilizarse muy bien para transmisiones simples o avanzadas. (ITU-T, 2021)

#### **2.2.1.2.3.3. Estándar ITU-T G.653**

Define una fibra óptica monomodo movida por la dispersión y un enlace óptico con un índice de frecuencia cero cerca de 1550 nm, además de un coeficiente de dispersión que aumenta de forma monótona con la frecuencia. Se ha mejorado para que funcione en la ventana de 1550 nm y 1600 nm, pero también puede utilizarse en la zona de 1310 nm, aunque depende de las restricciones indicadas en la sugerencia. Se han hecho algunos arreglos para ayudar a las transmisiones en frecuencias de hasta 1625 nm y hasta 1460 nm. La parte superior del coeficiente de dispersión cromática en estas frecuencias puede indicarse para ayudar a los marcos de multiplexación por división de longitud de onda gruesa CWDM que no tienen un enorme desmoronamiento debido a los impactos no directos. (ITU-T, 2021)

#### **2.2.1.2.3.4. Estándar ITU-T G.654**

Define una fibra óptica de modo solitario que tiene una frecuencia de dispersión nula alrededor de 1300 nm, con límites, por ejemplo, pérdidas limitadas y corte desalojado para la frecuencia de 1550 nm, se avanzó para trabajar en el local de 1530 - 1625 nm. Tienen un

alto coste de montaje debido a la utilización de un centro de sílice no adulterado, lo que ayuda a mantener sus pérdidas excepcionalmente bajas. Pueden utilizarse en aplicaciones de transmisión avanzada a gran distancia, por ejemplo, en estructuras de líneas terrestres a gran distancia y en estructuras de enlaces submarinos que utilizan intensificadores ópticos. El FWM no recto también puede producirse fuera del distrito de 1550 nm. (ITU-T, 2021)

#### **2.2.1.2.3.5. Estándar ITU-T G.655**

En un principio, estaba destinado a trabajar en la gama de 1530 nm y 1565 nm, sin embargo, en la actualidad puede sostener transmisiones con frecuencias más largas, hasta 1625 nm, y más limitadas, hasta 1460 nm. La principal propiedad de estos filamentos es que su coeficiente de dispersión cromática es, en valor absoluto, más prominente que cero en el rango de frecuencias de 1530 a 1565 nm; esta dispersión disminuye el evento de las peculiaridades no lineales, que pueden ser desfavorables en los marcos de multiplexación por división de longitud de onda densa DWDM. (ITU-T, 2021)

#### **2.2.1.2.3.6. Estándar ITU-T G.656**

Presenta una fibra óptica de monomodo con no dispersión para el tránsito óptico de banda ancha, racionalizada para trabajar en la gama de frecuencias de 1460 - 1625 nm. Esta dispersión disminuye el desarrollo de impactos no lineales, que pueden ser adversos en los marcos de multiplexación de frecuencias gruesas DWDM. Esta fibra utiliza una dispersión no nula para disminuir la peculiaridad de la mezcla de cuatro ondas FWM y facilitar el ajuste gradual cruzado en un rango de longitud más amplio que el retratado en la sugerencia ITU-T G.655. Esta sugerencia funciona con el establecimiento de marcos de multiplexación por división de ondas gruesas, CWDM y de multiplexación por división de ondas gruesas en regiones metropolitanas y construye el límite de fibra en los marcos DWDM. (ITU-T, 2021)

#### **2.2.1.2.3.7. Estándar ITU-T G.657**

Representa dos clases para el enlace de fibra óptica monomodo, utilizado para las redes de acceso, incluyendo las estructuras interiores, se indican donde hay imperativos de espacio extremo y una necesidad de utilizar los canales existentes y conductos existentes. Destinados a servir a las transmisiones WDM en el endosador. Los filamentos de clase A son razonables para su uso en los grupos O, E, S, C y L6, y son viables con los filamentos estándar G.652.D. Los filamentos de clase B son razonables para la transmisión en 1310 nm,

1550 nm y 1625 nm, en distancias restringidas, tienen propiedades de corte, unión y transmisión diferentes a las de los filamentos G.652, pero admiten radios de torsión extremadamente bajos. (ITU-T, 2021)

### 2.2.1.3. Sistema De Comunicación Por Fibra Óptica

Una estructura de comunicación de fibra óptica consta de tres bloques principales: transmisor, canal de fibra óptica (medio real) y colector. En el transmisor se utilizan fuentes de luz LED o LÁSER, en el beneficiario, convertidores ópticos y en el medio real, enlaces, conectores, uniones, ODF, manguitos, divisores.

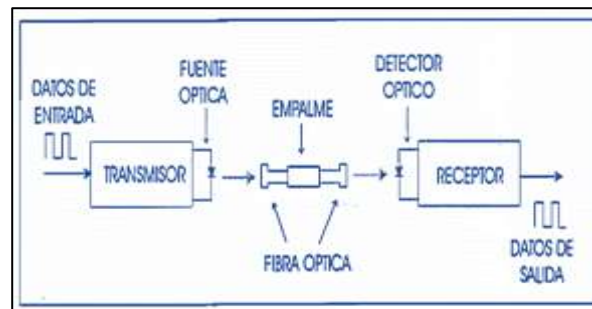


Figura 13 Sistema de Transmisión de Fibra Óptica. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

#### 2.2.1.3.1. Fuentes ópticas

Las fuentes ópticas actúan como transductores electro-ópticos en los cierres de transmisión, transformando las señales eléctricas en señales luminosas; son pequeñas y energéticamente eficaces, pueden ajustarse a ritmos elevados, tienen una gran seguridad de temperatura, una alta virtud sobrenatural y están equipadas para crear la más elevada potencia concebible.

##### 2.2.1.3.1.1. Diodos LED

Tienen la actividad esencial de un típico diodo de intersección P-N, al aplicar una pequeña tensión en inclinación directa entre sus terminales, el LED emite luz, debido a la llegada de energía en forma de fotones, el flujo de salida es ilimitado; suponiendo que el material semiconductor sea claro, la luz se irradia fuera del diodo, convirtiéndose en un diodo electroluminiscente (LED).

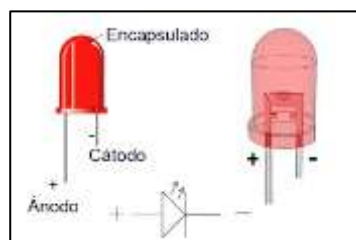


Figura 14 Diodo Led. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

En profundidad y el nivel de disposición entre la fibra y el LED. Funcionan a temperaturas de entre 0 y 60°C, se utilizan en general en la primera y segunda ventana de los hilos multimodo. Su potencia de emanación normal es de 1 mW, irradian luz en un cono de 120 a 180 grados y su anchura fantasma suele ser superior a 100 nm. Existen tres tipos de LEDs que se especifican en el anexo 10.

#### 2.2.1.3.1.2. Diodos LÁSER (LD)

El láser (Light Amplification by Stimulated Emission Radiation), descarga una radiación cognitiva, vigorizada el 100% del tiempo, con conexiones de etapa y recurrencia claras, proliferando como una barra solitaria, tiene una construcción y actividad como la del LED, sin embargo, a una corriente mayor.

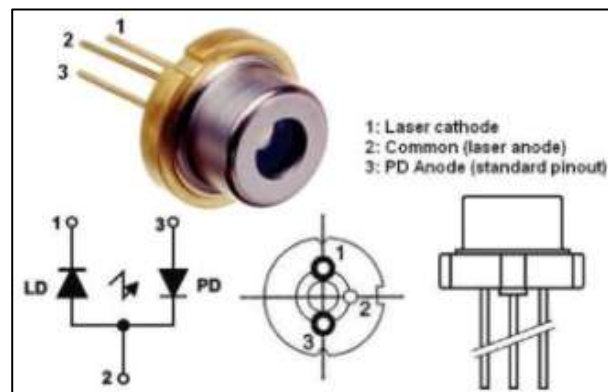


Figura 15 Diodo Láser. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

La frecuencia focal se encuentra en la segunda y tercera ventana. Su potencia de descarga normal está en algún lugar en el rango de 5 y 20 mW, mientras que los ejes de luz se irradian en puntos en algún lugar en el rango de 10 y 35 grados y tienen un ancho fantasma de menos de 10 nm. Además, son sensibles a las variaciones de temperatura.

Entre los diodos láser se encuentran los mencionados en el anexo 11.

#### 2.2.1.3.2. Detectores ópticos

Se trata de un semiconductor fotosensible, que puede crear un alto flujo de corriente cuando es vigorizado por la luz enviada a través de la fibra, son extremadamente delicados dependiendo de la ventana en la que trabajan y del tipo de material del que se desarrollan, igualmente deben tener un corto tiempo de reacción y su conmoción interior debe ser insignificante. Entre los localizadores ópticos más reconocidos están:



#### **2.2.1.3.2.1. Detectores PIN (P-Intrinsic-N)**

El fotodiodo se compone de una intersección P-N, la cual es mejorada para el tipo PIN, donde el distrito no adecuadamente dopado I está situado entre los locales dopados P y N, para reconocer la luz debe ser converso unilateral, para esta situación el diodo no dirige, cuando la luz ilumina el material I a través del material claro P, la corriente opuesta se incrementa, y con ella igualmente la cantidad de transportadores de carga. Estos aparatos se utilizan en marcos de conexión cortos y baratos.

#### **2.2.1.3.2.2. Detectores APD (Avalanche Photo Diode)**

Los fotodiodos APD (Avalanche Photo Diode) son como los PIN, pero con el distrito natural ampliado y marginalmente dopado, su actividad depende del aumento torrencial del deslizamiento, por el cual la corriente se intensifica durante el descubrimiento. Es más eficaz que el PIN, se utiliza para conexiones de distancia significativa y tiene un mayor gasto. Los indicadores diferentes son PIN-FETs que trabajan en la exposición del APD.

#### **2.2.1.3.3. Acopladores ópticos**

Los acopladores ópticos son artilugios independientes (no específicos de la frecuencia) aptos para reunir o bifurcar el pilar de luz procedente de al menos una fuente de luz, dependiendo de las fuentes de información y rendimiento presentes en el acoplador. En el momento en que el acoplador divide la señal entre sus resultados, la fuerza de la señal disminuye, en consecuencia, la cantidad de resultados (terminales asociados) se restringe, o los niveles de potencia enviados deben elevarse, en el caso de que la cantidad de resultados se multiplique, la potencia se disminuye en 3 dB. Los tipos de acopladores más utilizados son:

##### **2.2.1.3.3.1. Acopladores en T**

Es el tipo de acoplador menos difícil, consta de dos fuentes de información autónomas y un resultado o al revés, las desventajas aumentan con la cantidad de tomas.

Pueden ser:

Splitter o divisor óptico, lleva la señal que sale a través de una fibra a dos resultados.

Combinador óptico, une la señal procedente de dos filamentos en una fibra de resultado solitario. Pueden adquirirse distintas potencias en los dos terminales de resultado, bien por el nivel de recubrimiento de cada uno de los filamentos receptores con el radiante en el divisor o por variedades en el nivel de transmisión e impresión del espejo del combinador óptico.

### Splitter

Se trata de un hardware de transporte óptico bidireccional, que en las redes PON permite discutir el OLT con sus ONTs; ya sea partiendo la señal procedente del OLT downlink entre los distintos resultados del splitter, o consolidando las señales procedentes de las ONTs uplink en la información.

Entre las cargas de los divisores están las pérdidas de adición, que dependen de las pérdidas de abundancia, por ejemplo, las presentadas por el aparato, y las pérdidas de división que dependen de la cantidad de puertos de resultados, las pérdidas de adición son alrededor de equivalentes en cada resultado. A través de la conexión numérica adjunta se pueden determinar las pérdidas de división que presenta el artilugio:

$$\text{Atenuación}_{\text{splitter}} = 10 \log \frac{1}{N}$$

Figura 16 Cálculo de la Pérdida De División. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

Donde N comunica la cantidad de resultados. Asimismo, existen diferentes tipos de pérdidas dentro de los límites que retratan un acoplador:

Pérdidas de retorno, que estima la separación entre la influencia de la información y la influencia óptica reflejada en un puerto similar. La diafonía, que estima la separación entre la potencia de información y la potencia óptica reflejada en un puerto de información más.

Tabla 5. De Pérdidas De Inserción De Los Splitters

Relación De división	Pérdida de Inserción
1:2	3.2
1:4	7.2
1:8	10.5
1:16	13.5
1:32	16.5
1:64	19.3

Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

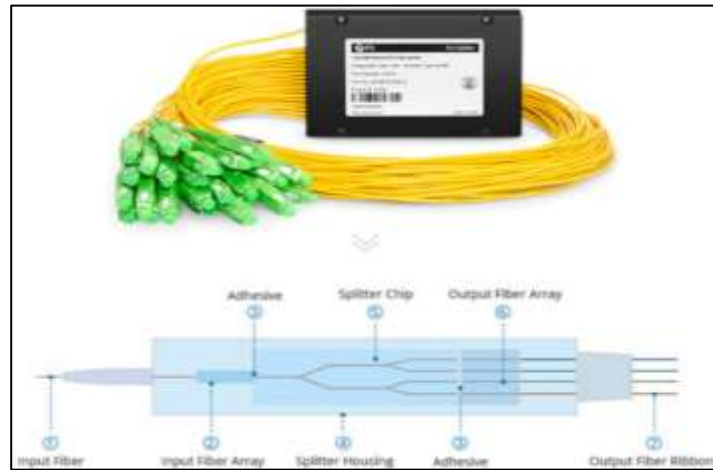


Figura 17 Splitter Óptico. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

El Entrelazado Bicónico FBT es una innovación convencional, en la que dos hebras se establecen juntas y se combinan mientras se aplica calor mientras se estiran y se tensan, el ciclo se cierra cuando se ha alcanzado el nivel de acoplamiento ideal, no totalmente establecido por la utilización de una fuente de luz.

La naturaleza de estos divisores es generalmente excelente y se utilizan ampliamente en organizaciones inactivas para arreglos de división pequeños (1:2, 1:4, etc.), lo que no es cierto para arreglos de división enormes (1:16, 1:32, 1:64, etc.), ya que se deben injertar unos cuantos divisores produciendo un tamaño mayor y desgracias para cada unión.

#### 2.2.1.3.3.2. Acopladores estrella

Este tipo de acopladores tienen una construcción más desconcertante ya que constan de un mayor número de fuentes de información y al menos un resultado en contraste con el tipo T, normalmente este número de puertos es una fuerza de dos, por lo que el pilar de luz en la información se difunde a todos los resultados. Presenta una expansión logarítmica en los infortunios como indican las deducciones. La potencia en la totalidad de sus puertos es indistinta.

#### 2.2.1.3.3.3. Acoplador TAP

Básicamente es lo mismo que el acoplador en estrella, sin embargo, con la disposición de no ser equipotencial, tiene un alto coeficiente de acoplamiento contrastado con los divisores.

#### 2.2.1.3.3.4. Conectores

Se utilizan para dar una asociación no fija entre los enlaces de fibra y los transmisores y beneficiarios. Se utilizan, por ejemplo, en tableros fijos, donde los enlaces exteriores se unen a los que circulan dentro de las estructuras.

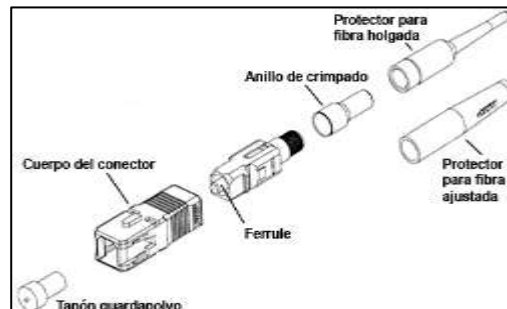


Figura 18 Conector Genérico de Fibra Óptica. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

Actualmente en la mayoría de conectores existen varios elementos comunes.

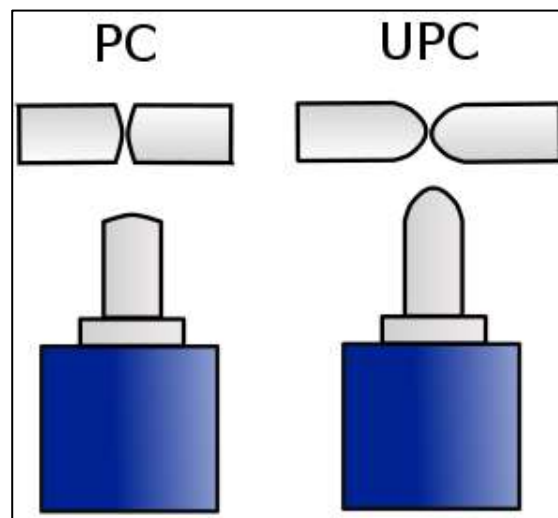


Figura 19 Pulido PC y APC. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

La férula está conectada a la estructura del enlace y tiene una distancia transversal equivalente al revestimiento de la fibra para ajustarla y asegurarla con precisión, el extremo de la fibra coincide con el acabado de la férula, que debe limpiarse y hacerse liso. La limpieza de la virola puede ser normalmente PC (Contacto Físico) o APC (Contacto Físico Angulado). (Mendoza, 2018)








El manguito de alivio de tensión asegura la intersección del cuerpo del conector con el enlace. Al carecer de extremidad (macho/hembra), los conectores de fibra se acoplan a través de conectores, los conectores tienen una trenza que comprende un enlace con una fibra solitaria.

Los conectores deben cumplir con las necesidades, por ejemplo, baja desgracia de adición, baja desgracia de reflexión de Fresnel, simplicidad de establecimiento, gasto mínimo, alta fiabilidad, interoperabilidad, baja aversión a los cambios ecológicos.

#### 2.2.1.3.3.5. Multiplexación En Los Sistemas Ópticos

La multiplexación permite transportar unas cuantas señales en un canal de transmisión, por ejemplo, permite la utilización productiva de este canal. Existen varios tipos de multiplexación para las señales antes de que sean llevadas a los transmisores ópticos.

**Tabla 6.** Conectores De Fibra Óptica

Conectores	Pérdidas por inserción	Repetitividad	Tipo de fibra	Aplicaciones
 <b>FC</b>	0.5-1 dB	0.2 dB	Monomodo Multimodo	Redes telefónicas, comunicación de datos
 <b>ST</b>	0.4 dB monomodo 0.5 dB multimodo	0.4 dB monomodo 0.2 dB multimodo	Monomodo Multimodo	Redes LAN de alta velocidad
 <b>FDDI</b>	0.2-0.7 dB	0.2 dB	Monomodo Multimodo	Redes de fibra óptica
 <b>LC</b>	0.15 dB monomodo 0.1 dB multimodo	0.2 dB	Monomodo Multimodo	Interconexiones de alta densidad
 <b>MT Array</b>	0.3 dB	0.25 dB	Monomodo Multimodo	Interconexiones de alta densidad
 <b>SC</b>	0.2-0.45 dB	0.1 dB	Monomodo Multimodo	Comunicaciones de datos
 <b>SC Dúplex</b>	0.2-0.45 dB	0.1 dB	Monomodo Multimodo	Comunicaciones de datos

Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

### 2.2.1.3.3.5.1. Fdm (Multiplexación Por División De Frecuencia)

En este tipo de multiplexación, la capacidad de transferencia de datos útil del medio de transmisión se divide nombrando a cada señal una banda de recurrencia y regulando con una subportadora de una recurrencia específica. Estas señales se unen en una señal solitaria llamada señal FDM, que se ajusta a la fuente de luz que es el transportador y se envía a través de la fibra óptica.

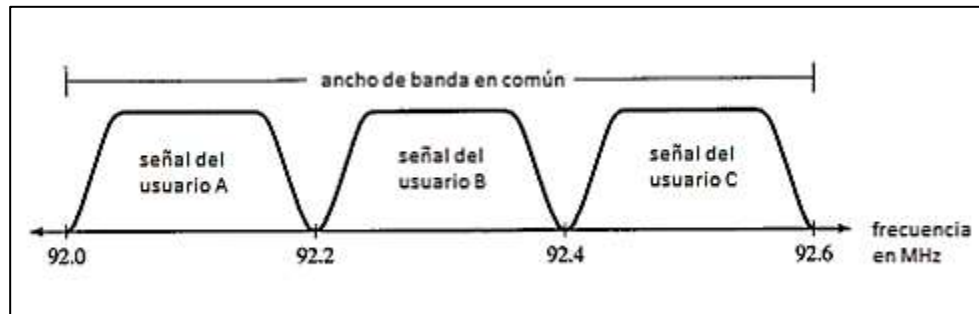


Figura 20 Modulación Por División de Frecuencia. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

Es fundamental tener en cuenta que esta multiplexación puede llevarse a cabo siempre que la capacidad de transferencia de datos del medio de transmisión sea más notable que la capacidad de transmisión que necesita cada signo a comunicar. La figura muestra la multiplexación por división de frecuencia.

### 2.2.1.3.3.5.2. Tdm (Multiplexación Por División De Tiempo)

Se pueden enviar varias señales por un medio de transmisión similar relegando una apertura de horario a una parte de cada señal e intercalándolas entre sí, de modo que cada señal posea toda la velocidad de transferencia en el tiempo asignado, de este modo, no se obstaculizan unas a otras. Para que este tipo de multiplexación sea concebible, la velocidad de transmisión del medio debe ser superior a la velocidad de transmisión de cada señal que se va a comunicar.

El TDM se utiliza para los medios electrónicos, mientras que para los medios ópticos su simple es el OTDM Optical Time Division Multiplexing, este multiplexado tiene un estándar de funcionamiento similar al TDM sin embargo en lugar de intercalar señales electrónicas, multiplexa señales ópticas, que pueden llegar a velocidades superiores a 1 Tbps. La figura muestra cómo se realiza la multiplexación por división de tiempo.

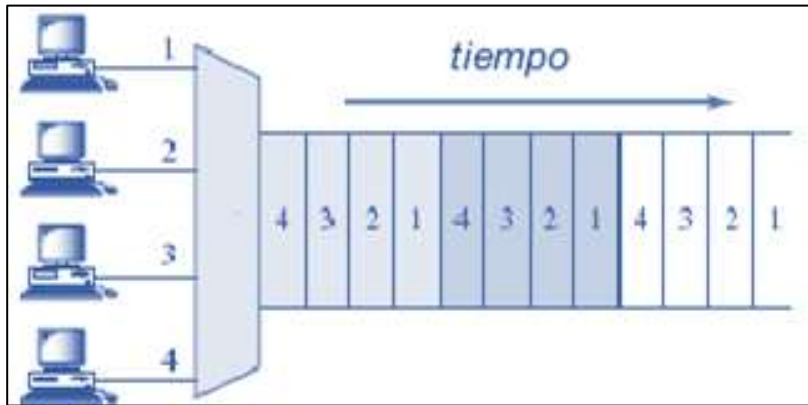


Figura 21 Multiplexación Por División de Tiempo. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

#### 2.2.1.3.3.5.3. Cdm (Multiplexación Por División De Código)

En este procedimiento de multiplexación todos los clientes o señales pueden comunicar datos al mismo tiempo y utilizando toda la capacidad de transmisión accesible, por ejemplo, utilizando un transportador similar. Cada señal que se envía se incrementa con una señal de extensión que tiene una mayor capacidad de transmisión, esta señal es un código de pseudo ruido asignado a cada cliente, en el receptor se utiliza un código similar para recuperar la señal ideal.

#### 2.2.1.3.3.5.4. Wdm (Multiplexación Por División De Longitud De Onda)

Se trata de una innovación de multiplexación óptica por la que se pueden enviar varias señales ópticas a través de un medio de transmisión similar, para esta situación la fibra óptica, cada señal a comunicar debe tener una frecuencia (sombreado) alternativa.

En la actualidad, los esquemas WDM pueden manejar hasta 320 señales. En la figura se muestra el esquema WDM.

Entre los tipos de innovaciones WDM se encuentran los mencionados en la sección de anexos como anexo 12.

#### 2.2.1.4. Cables Ópticos

Los enlaces de fibra óptica pueden estar formados por uno o varios hilos ópticos, recubiertos de materiales que cuidan y aseguran contra la presión mecánica, la pegajosidad y las condiciones adversas. Los enlaces de una sola fibra se utilizan en su mayoría para aplicaciones interiores, mientras que los enlaces multifibra se utilizan para aplicaciones al aire libre. Los enlaces se planifican según el clima en el que se utilizarán: lugares de trabajo, equipos de prueba, enlaces submarinos, entre otros.

En función de su desarrollo, los enlaces pueden ser:

#### **2.2.1.4.1. Tight Buffer**

También llamados enlaces tensos, se destinan a la colocación interior y vertical, en este tipo de enlaces los hilos ópticos tienen un recubrimiento auxiliar de plástico de 0,9 mm de ancho, que se sitúa sobre el recubrimiento esencial de acrilato. El diseño de los eslabones de soporte tensados, son más costosos.

#### **2.2.1.4.2. Loose Tube**

Destinadas al exterior, contienen hilos ópticos libres, moldeados dentro de un cilindro de plástico (libre) que da seguridad. El cilindro está cargado con un gel seguro para el agua (a base de gasolina) para dar un mejor seguro. Cuando se utiliza en el interior por razones de bienestar, no debe superar los 15 m y no debe utilizarse en posición elevada. Estos enlaces pueden prolongarse bajo presión sin aplicar presión a la fibra, ya que los filamentos son algo más largos y pueden contener hasta 200 hebras. Principalmente se muestra el diseño esencial del eslabón de cilindro libre. No está prescrito introducir este tipo de enlace para tramos excepcionalmente verticales ya que el gel interior podría correr o hacer que los filamentos se muevan.

#### **2.2.1.4.3. Cilindro Ranurado**

En su interior hay un cuerpo moldeado en forma de estrella con un componente tensor en su centro para dar una mayor solidaridad mecánica al eslabón, los filamentos se mantienen en las secciones conformadas entre el eslabón y el cuerpo. Se utilizan en aplicaciones en las que se requiere un enorme número de filamentos. Se caracteriza por el diseño de este tipo de eslabón.

#### **2.2.1.4.4. Ribbon**

Las hebras están encerradas por una vaina plana a modo de encaje o puntilla, apiladas para enmarcar un cuadrado conservador.

Se utilizan en aplicaciones en las que se requieren innumerables cordones, son una variación del strip link. La figura muestra la estructura del strip link.



Dependiendo del tipo de colocación los eslabones pueden ser:

#### **2.2.1.4.5. Cables Aéreos**

Para el tendido de red aéreo son utilizados los siguientes tipos de cables:

##### **2.2.1.4.5.1. Cable Figura 8**

Se utilizan para la colocación en el aire, tienen un eslabón de acero para la alta adherencia llamado mensajero, que se utiliza para sostener el eslabón en los accesorios y respaldar la tensión y su diseño es libre.

##### **2.2.1.4.5.2. Cable OPGW**

Optical Ground Wire es un cable de tipo tubo suelto, utilizado para la instalación aérea en torres de transmisión, son cables pararrayos con núcleo óptico, pueden soportar los obstáculos sin romperse y pueden soportar una alta carga de rotura. En definitiva, tienen una doble capacidad: vigilante y enlace de correspondencia.

##### **2.2.1.4.5.3. ADSS (All Dielectric Self Supported)**

Son enlaces aéreos, absolutamente dieléctricos, no tienen mensajero, sin embargo, su material central dieléctrico es excepcionalmente seguro y soporta la presión, y además ofrece una alta adaptabilidad, lo que hace razonable su establecimiento en torres de transmisión elevadas.

##### **2.2.1.4.5.4. Lashed**

Estos eslabones son igualmente dieléctricos, de baja rigidez, su desarrollo es menos complejo que los pasados eslabones autoportantes, por lo que el gasto es algo menor, en todo caso, su establecimiento es más costoso ya que no tienen su propio componente de apoyo para ser sostenido.

##### **2.2.1.4.6. Cable Canalizado**

Se trata de eslabones con cobertura defensiva, tienen una vaina metálica para asegurar las ratas y tienen atributos semi eléctricos. Estos eslabones deben pasar por tuberías

o canales. Para este tipo de eslabones es esencial que el soporte sea ajustado y que el cilindro sea libre.

#### **2.2.1.4.7. Cable Submarino**

Se utiliza para ser introducido bajo el agua del mar, tiene unos grados de apoyo y fortificaciones para soportar las mordeduras de los tiburones y las altas tensiones de las profundidades del océano. La figura muestra la construcción del enlace submarino.

#### **2.2.1.5. Aplicaciones De Fibra Óptica**

La fibra óptica tiene a partir de ahora numerosas aplicaciones relacionadas con la iluminación, las comunicaciones de radiodifusión, la medicina, la paleontología, las prácticas militares, la mecánica y la observación.

El presente proyecto se centrará en la utilización de la fibra óptica en las comunicaciones de radiodifusión. En las estructuras de correspondencia óptica, el motivo del envío de datos es la luz, que se comunica a través de la fibra óptica. En la figura se muestran algunos usos de la fibra óptica en las comunicaciones de medios.

##### **2.2.1.5.1. Internet**

La asociación de Internet a través de la fibra es mucho más rápida que con los medios convencionales, y además mantiene una increíble capacidad para comunicar datos visuales y sonoros como grabaciones, sonidos, entre otros.

##### **2.2.1.5.2. Redes**

Con la fibra óptica, el vecindario LAN ha tenido la opción de construir la exhibición de equipos, permitir la simple unión de nuevos clientes a la organización, y mover los datos de forma rápida y eficaz.

Igualmente, en las organizaciones de región amplia WAN, que son como las LANs sin embargo cubren distancias mucho más prominentes, o los oficios de rama privada PBX.

### **2.2.1.5.3. Telefonía**

Asimismo, es uno de los campos en los que la fibra óptica ha tenido mayor reconocimiento; enormes comunidades urbanas están suplantando sus conexiones habituales por las de fibra óptica debido a los beneficios que ofrece, como la insusceptibilidad a la impedancia, la seguridad, la inclusión, el montaje de administraciones, entre otros.

### **2.2.1.5.4. Otras Aplicaciones**

Entre otros marcos de transmisión de medios que utilizan la fibra óptica por las ventajas que ofrece están: IP-TV, Compra por TV, Media TV, Web TV, Radio digitalizada.

### **2.2.1.6.Redes Fttx (Fiber to the X)**

La construcción de las actuales redes de comunicaciones de radiodifusión consta de tres partes principales: columna vertebral o centro (organización troncal), organización metropolitana/provincial y organización de acceso. (Freitas, 2020). Las redes troncales son las que cubren distancias importantes, mientras que las organizaciones metropolitanas/territoriales son responsables de capacidades como la ordenación del tráfico y la multiplexación. El diseño de estas organizaciones es en su mayor parte más uniforme y sus gastos son compartidos por innumerables clientes, en contraste con las organizaciones de acceso, que proporcionan la red al cliente final. Estas organizaciones trabajan con fibra óptica y utilizan la multiplexación por división de frecuencias (WDM) para ofrecer asociaciones de alto límite.

Las redes de acceso están cerca de los clientes finales y se transportan en enormes volúmenes, y existen en varias estructuras para una longitud considerable de empleos de tiempo.

FTTx (Fiber to the X), es una tarea global para varios modelos de red de transmisión en vista de la innovación óptica y de todo tipo (PON). Sus partes primarias son la CO (Oficina Central), que envía la señal a través de la organización óptica a un divisor que parte y comunica la señal a las ONTs situadas en los soportes. La figura muestra la construcción general de una organización de comunicaciones de difusión.

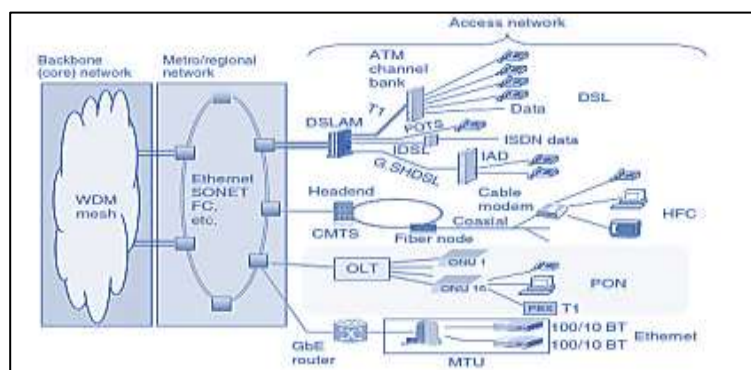


Figura 22 Estructura General de una Red de Telecomunicaciones Moderna. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

A continuación, se describen definitivamente las distintas geografías que presenta la FTTx, teniendo en cuenta el grado, los medios de correspondencia utilizados y las partes de la organización.

#### 2.2.1.6.1. Fttb (Fiber to The Building)

Fibra a la estructura, en esta geografía, la organización de bajada termina en la entrada de una estructura, es decir, la fibra que viene de la Oficina Central (CO) donde se encuentra la OLT, llega a los divisores, por último va a la ONT situada en la sala de comunicaciones de medios de la estructura, donde la transmisión óptica se cambia a eléctrica, a partir de aquí se llega a los endosantes finales con avances de cobre o remotos, teniendo la opción de reutilizar los activos accesibles y ahorrar costes. Este diseño da un límite en el rango de 50 y 100 Mbps por partidario, y puede servir a 32 hogares por fibra.

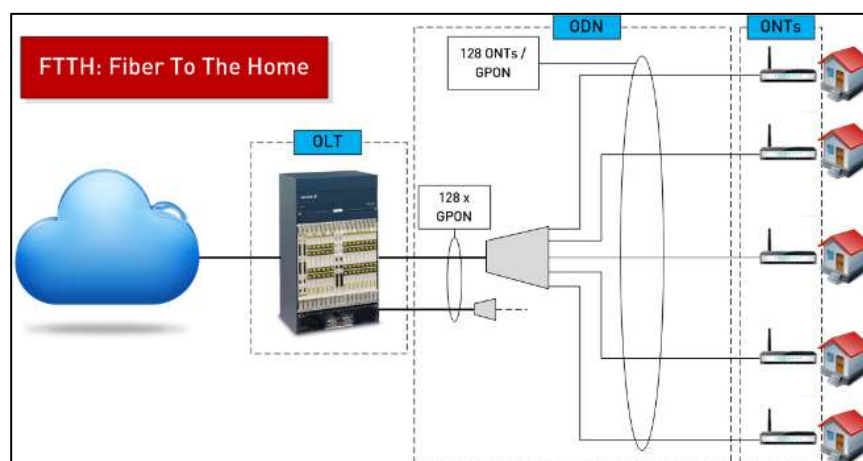


Figura 23 Esquema de la Topología Fttb. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

### 2.2.1.6.2. FttH (Fiber to The Home)

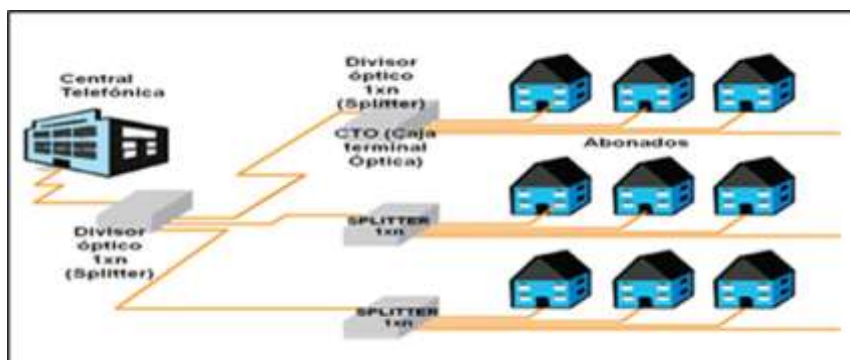


Figura 24 Esquema de la Topología FttH. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

La fibra hasta el hogar es la disposición menos compleja dentro de FTTH, también llamada AOEN All Óptica Ethernet Network, implica que cada cliente tiene una fibra óptica comprometida, y por lo tanto no comparte su velocidad de transferencia, lo que le permite mover los datos directamente con SDH a tasas de 155, 622 Mbps o más, para dar la administración de triple play. No se utilizan piezas de campo dinámico, tienen un alcance común de 20 km desde la OLT de la oficina central hasta la ONT del cliente, como se muestra en la figura, y ofrecen tipos de asistencia a 100 Mbps.

### 2.2.1.6.3. FttC (Fiber to The Curb)

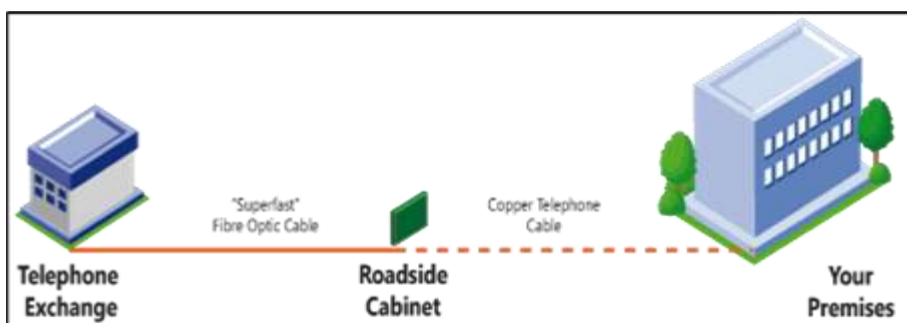


Figura 25 Esquema de la Topología FttC. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

Fibra hasta la cabina, en esta geografía la fibra termina en una cabina situada en la carretera, a unos 300 m del hucha final, el cliente interactúa con la unidad óptica situada en el punto focal de transporte de la estructura con par curvo o enlace coaxial. Puede dar servicio a entre 10 y 100 viviendas con una velocidad de 50 Mbps. Depende de pequeños hubs con 4, 8 o 16 salidas. En la figura se muestra el diagrama esquemático de este tipo de disposición.

#### 2.2.1.6.4. FttN (Fiber to The Node)

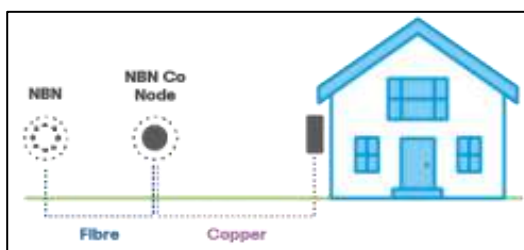


Figura 26 Esquema de la Topología FttN. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

En esta geografía la fibra va desde la estación focal hasta un hub que está a más de 300 m de distancia del endosante, partiendo de ahí va hasta el partidario con cobre (coaxial), ofreciendo tipos de asistencia en algún lugar en el rango de 200 y 500 hogares por fibra con velocidades de 30 Mbps. La Figura muestra un plano general de la Topología FTTN.

#### 2.2.1.7.Redes Pon (Passive Optical Networks)

A continuación, se definirán lo que son las redes de fibra óptica pasiva PON.

##### 2.2.1.7.1. Introducción

La red de acceso óptico PON, en la década de 1980, se ganó su nombre debido al uso de varios componentes pasivos, como combinadores, divisores o divisores y acopladores. Es bidireccional ascendente/descendente y su despliegue es menos costoso en comparación con otras redes. (Ochoa, 2021)

También tiene características eficientes, transparentes, seguras y adaptables, por no mencionar el hecho de que puede actualizarse a una red de acceso óptico de próxima generación. Su gran ventaja es que no requiere energía eléctrica, por lo que no sufre interferencias eléctricas de otras redes. por otras redes. En la figura se muestra un diagrama de bloques de una red PON, que consta de una OLT, la red de distribución óptica, y el usuario final, las ONUs.

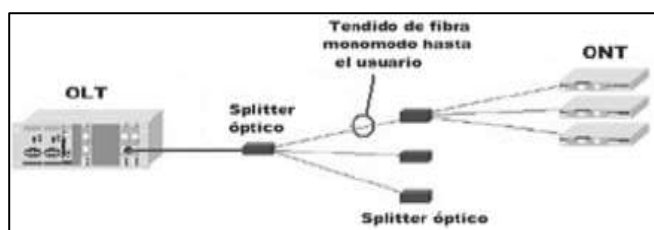


Figura 27 Estructura Básica de Red Pon. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

### 2.2.1.7.2. Características Generales De Las Redes Pon

Para mencionar lo que son las características de redes PON, es muy importante conocer ciertas definiciones para tener una mejor comprensión, como lo son:

**Red de acceso:** Es la parte de la red de comunicaciones de difusión que interconecta el hardware de apoyo con el equipo en el borde de la organización que da el servicio de telecomunicaciones. Hay algunos tipos de organizaciones de acceso, y se hace un examen entre ellos.

**Red de acceso pasivo:** Una red pasiva es aquella que se deshace de todas las partes y componentes que funcionan con energía eléctrica entre el servidor y el cliente presentando partes y componentes más bien pasivos es decir que no necesitan de energía eléctrica para su funcionamiento y de esta forma dirigir el tráfico a través de la red de acceso, cuyo componente fundamental es el aparato divisor óptico o splitter.

Las principales características de la red óptica pasiva son las siguientes:

- La utilización de la fibra óptica como medio de transmisión proporciona al cliente una capacidad de transferencia de datos más destacada.
- Trabajo en la naturaleza de la administración y la organización desenredo debido a su resistencia a la conmovición electromagnética.
- Minimización del envío de fibra óptica debido a su geografía.
- Disminución de la utilización de la energía, debido a los equipos trabajados y la utilización de hardware inactivo en la organización de la circulación.
- Simplicidad de los ejecutivos y la posibilidad de diseño y mantenimiento a distancia.
- En cuanto al coste, las redes PON son menos costosas que las organizaciones de puntos de luz.
- Las velocidades de transmisión presentadas por las organizaciones PON dependen de su innovación y del estándar de caracterización, estos principios se aclaran más adelante.

### 2.2.1.7.3. Elementos De Una Red Pon

Las redes PON comunes constan de:

Un terminal de línea óptica OLT situado en el comercio. Constituye el punto de interacción en el lado de la red de acceso óptico y está asociado con al menos una ODN.

Unos componentes de abanico óptico inactivos, llamados divisores. En general, se denomina Red de Distribución Óptica ODN, que proporciona el medio de transmisión óptica desde la OLT hasta los clientes, así como a la inversa.

Unos Terminales de Red Óptica ONT, que están situados en el domicilio del cliente y proporcionan los puntos de interacción a los aparatos con los que se utiliza la asistencia.

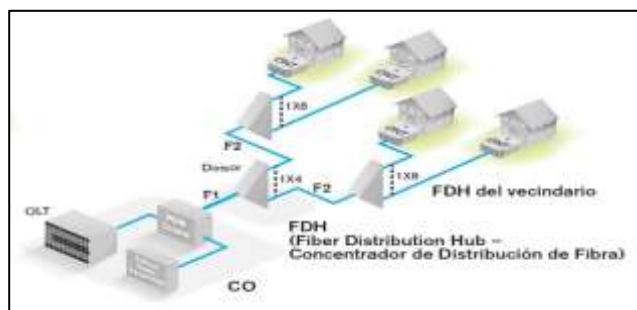


Figura 28 Diseño básico de una red de acceso PON. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

Se puede ver muy bien que un equipo OLT está situado en la central que presta servicio, de la que salen los enlaces de fibra, cada uno de estos enlaces es apto para transportar el tráfico de hasta 64 clientes y se relaciona con un puerto PON en el hardware del proveedor.

#### 2.2.1.7.4. Tdm-Pon Vs. Wdm-Pon

Se muestra la arquitectura de red PON haciendo uso de la técnica de multiplexación por división de tiempo TDM-PON y una red PON que hace uso de multiplexación por división de longitud de onda WDM-PON. Haciendo uso de estas técnicas de transmisión de señales digitales, la fibra óptica empieza su construcción desde la OLT hasta las ONUs que se instalan en el usuario final.

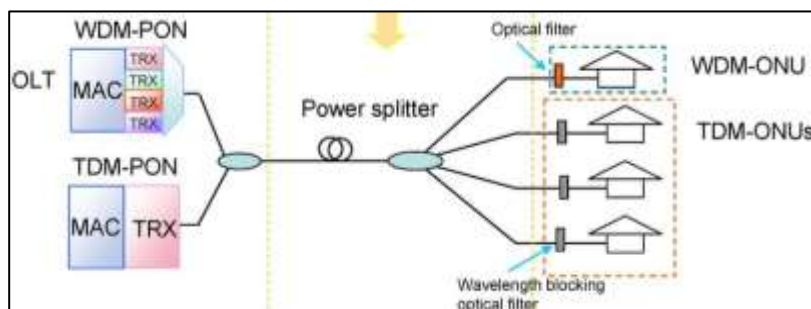


Figura 29 Arquitectura de redes TDM-PON Vs. WDM-PON. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David



#### **2.2.1.7.4.1. Tdm-Pon**

Implica un divisor de potencia independiente como terminal distante. El divisor de potencia envía una señal del OLT similar a varias ONUs. Las señales de varios ONUs se multiplican en el espacio temporal. Las ONUs perciben su propia información a través de los nombres de ubicación insertados en la señal.

#### **2.2.1.7.4.2. Wdm-Pon**

Se trata de un acoplador WDM no implicado como terminal distante. Las señales de varias ONUs se envían a varias frecuencias y son dirigidas por el acoplador WDM a la ONU correcta. Cuando cada ONU obtiene sólo su propia frecuencia, WDM-PON tiene mayor seguridad y versatilidad, en cualquier caso, los aparatos WDM son totalmente más costosos.

#### **2.2.1.7.5. Tecnologías Pon**

Con el transcurso de los años, las redes ópticas pasivas o PON son regularizadas por distintos estándares de la ITU-T y la IEEE, en las cuales se describen las recomendaciones respectivas.

##### **2.2.1.7.5.1. A-Pon/B-Pon**

APON o ATM18-PON y BPON Broadband PON son derivados de la arquitectura de redes TDM-PON, que se basan esencialmente en la estandarización de la ITU-T G.983 específicamente.

Mientras que el BPON es conocido económicamente en el mercado, APON es el estándar que caracteriza el transporte celular ATM. De ahí que se pueda hablar del estándar APON en términos cotidianos. El primer estándar ATM-PON se caracteriza en el informe ITU-T G.983.1, que fue el principal estándar para las organizaciones PON, distribuido en 1998 y caracterizó ritmos de transmisión de 155,52 Mbps y 622,08 Mbps. La última adaptación, distribuida en 2005, incorpora un ritmo de transmisión descendente de 1244,16 Mbps. (Venegas, 2018)

**Tabla 7.** Combinaciones de velocidad de transmisión en APON descendente/ascendente

Descendente	Ascendente
155.52 Mbps	155.52 Mbps
622.08 Mbps	155.52 Mbps
622.08 Mbps	622.08 Mbps
1244.16 Mbps	155.52 Mbps
1244.16 Mbps	622.08 Mbps

Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

Además, la sugerencia UIT-T G.983.1 indica la ingeniería de referencia, los atributos de los transductores, las estructuras de los esquemas de transporte y, sobre todo, caracteriza la utilización de la norma ATM como convención de señalización de la capa 2 (conexión de información), de la que infiere su nombre.

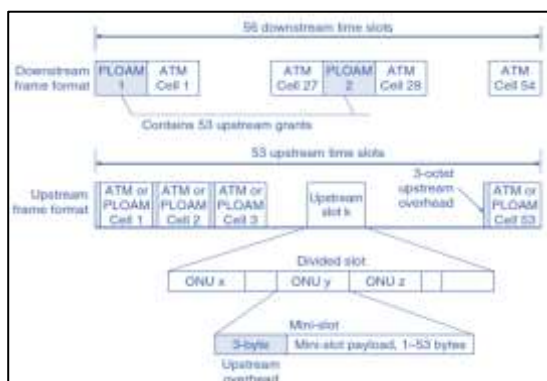


Figura 30 Formato de trama APON para el canal descendente y ascendente, velocidad de transmisión = 155.52 Mbps. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

El esquema APON en el canal de bajada se compone de 54 casillas ATM en las que hay dos casillas PLOAM que se espera que tengan datos sobre las objeciones de cada celda y además datos para la actividad de la red y propósitos de mantenimiento.

La transmisión de información en el canal de subida se da mediante una rápida ráfaga de celdas ATM de 53 bytes cada una con 3 bytes para la prueba reconocible del equipo creador ONU o unidad óptica del cliente. Estas rápidas ráfagas van a un ritmo de 155,52 Mbps que se difunden entre la cantidad de clientes asociados al concentrador óptico, por ejemplo, la cantidad de ONU's en presencia. La Figura indica gráficamente los diseños de contorno APON.

El diseño del entramado para estas velocidades de 622,08 Mbps y 1244,16 Mbps es como el de 155,52 Mbps, sólo que la cantidad de celdas se duplica en 4 y 8 por separado.

### 2.2.1.7.5.2. Epon

Ethernet-PON es un marco creado por un grupo de concentración de Ethernet en la primera milla (EFM) del IEEE. Esta sugerencia, distribuida en el IEEE 802.3ah, depende principalmente del envío de tráfico Ethernet en lugar del transporte celular ATM. Este marco ofrece todas las ventajas de involucrar la fibra óptica para mover el tráfico a través de Ethernet. El medio EPON se ve como una mezcla de un medio común y una organización de punto destacado, ya que tiene la disponibilidad de un medio común en el canal de dispersión y la conducta de un medio de punto destacado en el canal de retorno. EPON se compone de tres componentes fundamentales similares a los de una organización óptica aislada: OLT, ONU/ONT y divisores.

En el canal de dispersión, los paquetes de Ethernet comunicados por la OLT pasan por un divisor óptico 1: N o por unos cuantos divisores caídos hasta la ONU. El valor de N va de 4 a 32. Estos paquetes son comunicados por broadcast por la OLT y son separados por su ONU objetivo individual. En el canal de retorno, debido a las propiedades de los combinadores ópticos inactivos, los paquetes viajan sólo de la ONU a la OLT y no llegan a las otras ONUs.

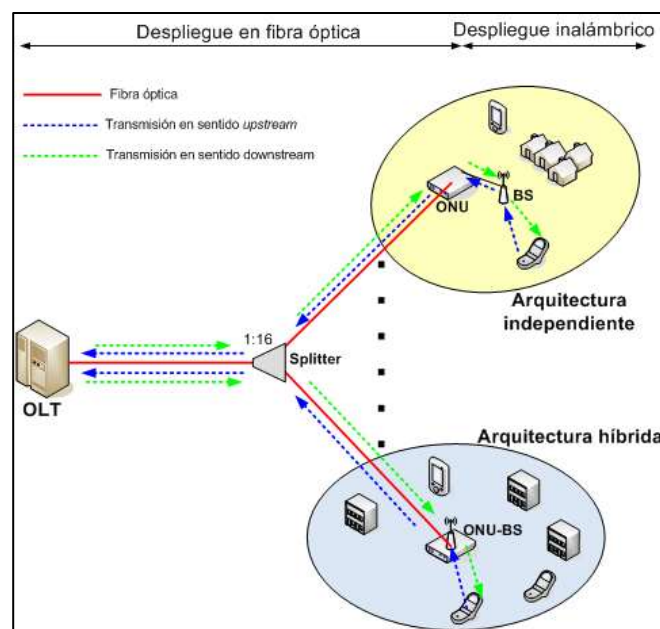


Figura 31 Transmisión de datos EPON: downstream y upstream. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

El estándar IEEE 802.3ah fomentó el protocolo de control multipunto MPCP que funciona con la ejecución de diferentes distribuciones de banda en organizaciones EPON. La convención MPCP se creó como un componente de la subcapa de control Macintosh.

Esta subcapa está prevista para dar un control continuo y controlar la actividad de la subcapa MAC. En cuanto a la organización de los ejecutivos y la organización, EPON depende del Protocolo Simple de Gestión de Redes SNMP, lo que disminuye la complejidad de los marcos de las placas de los diferentes avances.

#### **2.2.1.7.5.3. Gpon**

Gigabit-fit PON es otra innovación que tiene cabida en la ingeniería PON, normalizada en el conjunto de propuestas ITU-T G.984.x (x=1, 2, 3, 4, 5, 6).

El objetivo principal de la GPON es dar un límite más alto que sus antecesores y lograr una productividad más notable para la transmisión de administraciones basadas en IP.

La innovación maneja velocidades más altas, ofrece tasas de hasta 2488 Gbps y posiblemente puede tener una ingeniería de forma asimétrica. Esencialmente, GPON considera 7 mezclas de velocidades de transmisión, como se muestra en la Tabla. Una red de tendido GPON puede multiplexar hasta 64 clientes, lo cual es un punto de vista excepcionalmente atractivo para los administradores.

**Tabla 8.** Combinaciones de velocidad de transmisión GPON upstream /downstream

<b>Upstream</b>	<b>Downstream</b>
155 Mbps	1,2 Gbps
622 Mbps	1,2 Gbps
1,2 Gbps	1,2 Gbps
155 Mbps	2,4 Gbps
622 Mbps	2,4 Gbps
1,2 Gbps	2,4 Gbps
2,4 Gbps	2,4 Gbps

*Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David*

#### **2.2.1.7.5.4. 10G-Epon**

El estándar de red de fibra óptica de 10 Gbit/s Ethernet sin implicación, también llamado 10G-EPON, permite las asociaciones de redes de PC sobre el marco del proveedor de comunicaciones de difusión. La norma respalda dos diseños: el simétrico, que funciona a un ritmo de información de 10 Gbit/s en las dos cabeceras, y el desviado, que funciona a 10 Gbit/s en el porte descendente del proveedor al cliente y a 1 Gbit/s en el curso ascendente.

Se sancionó como norma IEEE 802.3av. EPON es un tipo de red de fibra óptica latente, que es una red multipunto de realce que utiliza divisores de fibra óptica a distancia en lugar de aparatos alimentados para dispersar desde el punto central a los clientes.

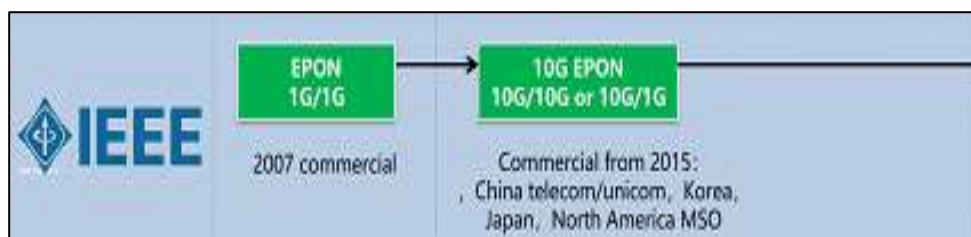


Figura 32 Evolución de red 10G-EPON. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

Los trabajos sobre 10G-EPON fueron llevados a cabo por la reunión de trabajo EPON ampliada IEEE P802.3bk, creada en marzo de 2012. Los objetivos fundamentales de esta reunión de trabajo incluían añadir soporte para las clases de plan financiero de energía PX30, PX40, PRX40 y PR40. a 1G-EPON y 10G-EPON. La enmienda 802.3bk fue apoyada por IEEE-SA SB en agosto de 2013 y distribuida actualmente como la norma IEEE Std 802.3bk-2013. El 4 de junio de 2020, el IEEE apoyó la norma IEEE 802.3ca, que permite una actividad equilibrada o desigual con velocidades de bajada de 25 Gbit/s o 50 Gbit/s, y ritmos de subida de 10 Gbit/s, 25 Gbit/s o 50 Gbit/s en unos planes financieros de divisores de potencia similares.

Tabla 9. 10G EPON Estándares y Comparación de Implementación

Aspecto	EPON		GPON		10G EPON	
Evolución	10G	EPON	10G	GPON	Compatible con versiones anteriores de EPON, no es necesario cambiar ODN	
Velocidad de la línea	US: 1.25 Gbit/s		US: 1.25 Gbit/s		Asimétrico: US: 1.25 Gbit/s	symmetric: US: 10.3125 Gbit/s
	DS: 1.25 Gbit/s		DS: 2.5 Gbit/s		DS: 10.3125 Gbit/s	DS: 10.3125 Gbit/s
(dB)	PX20: 26	PX20+: 29	CLASS B+: 28	CLASS C+: 32	PR(x)30: 29	
			CLASS C++: 35			

Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

#### 2.2.1.7.5.5. XG-pon

XG-PON 10G de bajada y 2,5G de subida según la ITU G.987. XG-PON es fundamentalmente una forma de transmisión de datos superior a GPON. Tiene capacidades

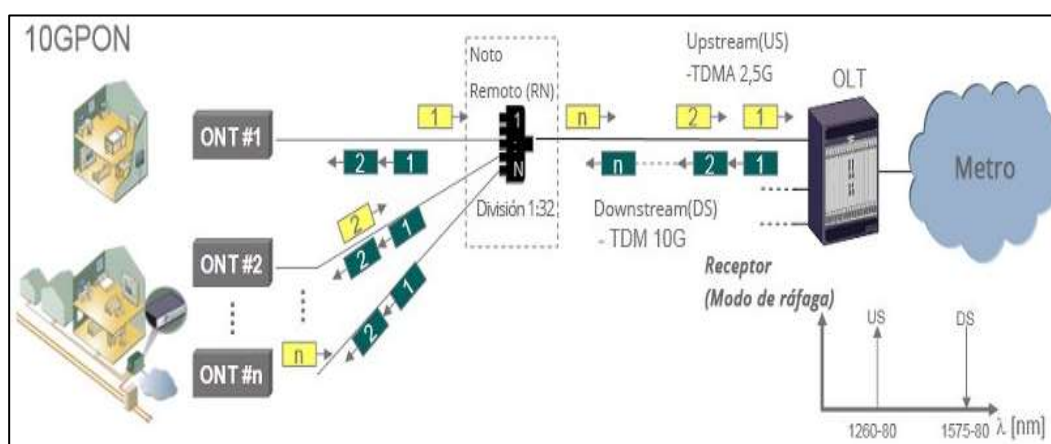
similares a la GPON y ambas pueden coincidir en una fibra similar. Hasta la fecha, la transmisión de XG-PON ha sido simplemente insignificante.

**Tabla 10.** Velocidad de transmisión XG-PON upstream /downstream

	<b>XG-PON (10 Gigabit PON)</b>
<b>Upstream (nm)</b>	1260-1280
<b>Downstream (nm)</b>	1575-1580
<b>Vídeo (nm)</b>	1530-1565
<b>Subida (Gbps)</b>	2,5 / 10
<b>Bajada (Gbps)</b>	10

Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

La organización XG-PON, también llamada 10GPON, caracteriza un instrumento de movimiento para la obtención de señales de cliente de 10 Gbit y 2,5 Gbit. La señal de cliente XGPON se caracteriza en el ámbito de 1575 nm a 1580 nm y la señal de cliente de 1260 nm a 1280 nm. Para lograr la concurrencia de los avances XGPON y GPON en una fibra similar, el comercio necesita un canal WDM que consolide la señal de cliente y la señal de vídeo.



**Figura 33** Transmisión de datos XG-PON. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

#### 2.2.1.7.5.6. XGS-pon

Es una red de otra época que permite a las asociaciones un límite equilibrado de 10 Gigabits, con una velocidad de transferencia mayor de 9,953 Gbit/s y una velocidad de descarga más extrema de 9,953 Gbit/s.

**Tabla 11.** Velocidad de transmisión XGS-PON upstream /downstream

	<b>XGS-PON (symmetric XG-PON)</b>
<b>Upstream (nm)</b>	1260-1280
<b>Downstream (nm)</b>	1575-1580
<b>Vídeo (nm)</b>	-
<b>Subida (Gbps)</b>	10
<b>Bajada (Gbps)</b>	10

Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

El estándar XGSPON alude a 10G (XG) equilibrado (S) organización óptica latente (PON) y que es la velocidad a la que se envía la información sobre el medio real que es la fibra. En consecuencia, en los dos casos, la innovación XGSPON permite tasas hipotéticas absolutas de 10 Gbps incluso, sin embargo, según las directrices mecánicas mundiales, una pieza de esta velocidad se utiliza para la actividad de la asistencia real una parte de la transmisión de datos se espera por las cabeceras de la convención de la correspondencia y los instrumentos de seguridad de error, mientras que la otra parte permite a los clientes llegar a ritmos de aproximadamente 8 Gbps tanto aguas arriba como aguas abajo.

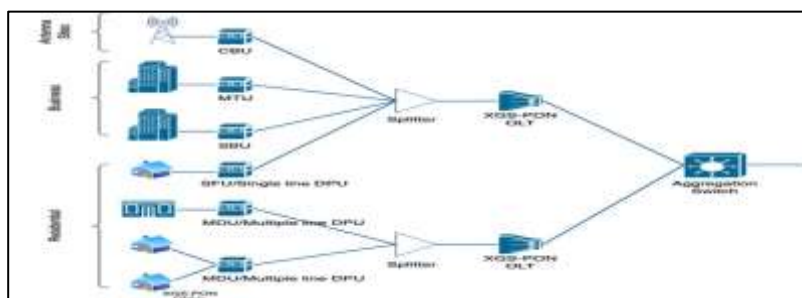


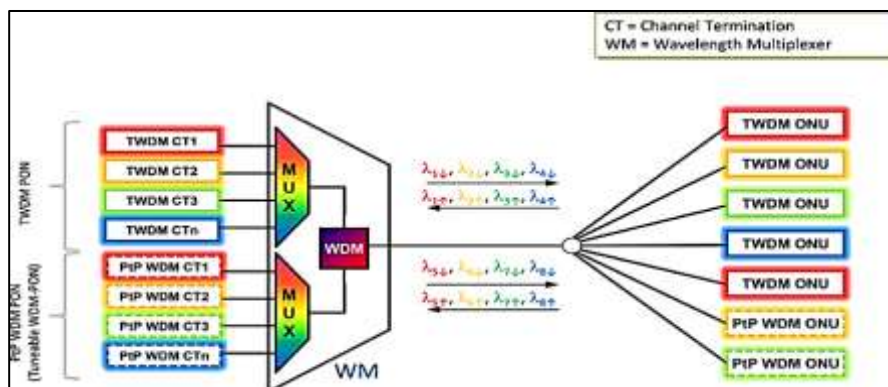
Figura 34 Transmisión de red XGS-PON. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

#### 2.2.1.7.5.7. NG-pon2

**NG-PON2 depende del diseño de vía a multipunto, con una configuración** de cuatro a ocho ejes en los dos rodamientos con un rendimiento máximo de 80 Gbps hacia cada vía. Cada uno de ellos es apto para dar una velocidad de 10 Gbps. Los administradores que pretendan transmitir NG-PON2 querrán realmente involucrar a los marcos existentes, ya que es viable con G-PON ITU-T G.984 y XG-PON1 ITU-T G.987.

NG-PON2 organización óptica latente de vanguardia 2 es un estándar de red de comunicaciones de medios de 2015 para una organización óptica no involucrada (PON). La norma fue creada por la UIT y se utiliza un diseño equipado para una organización completa

de 40 Gbps, comparando con velocidades equilibradas de subida y bajada de hasta 10 Gbps accesibles en cada endosador.



*Figura 35 Transmisión de red NG-PON2. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David*

Una red óptica latente es una red de comunicaciones de última milla de fibra a x que envía información a través de enlaces de fibra óptica. Las PON se supervisan utilizando ópticas separadas, por ejemplo, divisores y canales sin alimentación, que ofrecen una gran fiabilidad y un gasto mínimo en comparación con las organizaciones dinámicas. El flujo de información de la PON se cambia regularmente a una asistencia más habitual, como Ethernet y Wi-Fi en la zona del proveedor.

NG-PON2 es viable con la fibra PON existente suplantando el terminal de línea óptica OLT en la oficina central y la unidad de organización óptica ONU cerca de cada cliente final.

**Tabla 12.** Velocidad de transmisión NG-PON2 upstream /downstream

	NG-PON2 (Next-Gen PON2)
Upstream (nm)	1524-1544
	1525-1540
	1532-1540
Downstream (nm)	1596-1603
Vídeo (nm)	-
Subida (Gbps)	40
Bajada (Gbps)	40

*Fuente: Propia    Elaborado por: Aguirre Montes César David*

### 2.2.1.8. Gigabit-Capable Passive Optical Networks (GPON)

En el siguiente apartado observamos lo que son las redes de fibra óptica con capacidad de gigabit.



### 2.2.1.8.1. Introducción

Las organizaciones ópticas inactivas con límite de Gbps (GPON) surgieron de la necesidad de las cooperativas especializadas en comunicaciones de radiodifusión de ofrecer a sus clientes una mayor velocidad, una eficacia vehicular más destacada para las administraciones IP y, en general, una sugerencia total para ofrecer una amplia gama de administraciones.

Las sugerencias fundamentales aprobadas por el UIT-T que caracterizan las redes GPON son cuatro: G.984.1, G.984.2, G.984.3 y G.984.4. El contenido de cada una de estas propuestas se resume en el anexo 13.

### 2.2.1.8.2. Arquitectura GPON

La figura muestra la configuración de referencia de una red GPON, tal y como indica la propuesta UIT-T G.984.1, y sus partes son las siguientes Interfaz de red de usuario (UNI): Es el punto de división situado entre el área de obligación de la cooperativa especializada y el área de obligación del cliente y sus componentes se describen en el anexo 14.

Los ejemplos de puntos de conexión UNI son: 10 BASE-T, 100 BASE-TX, 1000 BASE-T, b-ITU-T I.430, b-ITU-T G.703, entre otros. (Guzman, 2018).

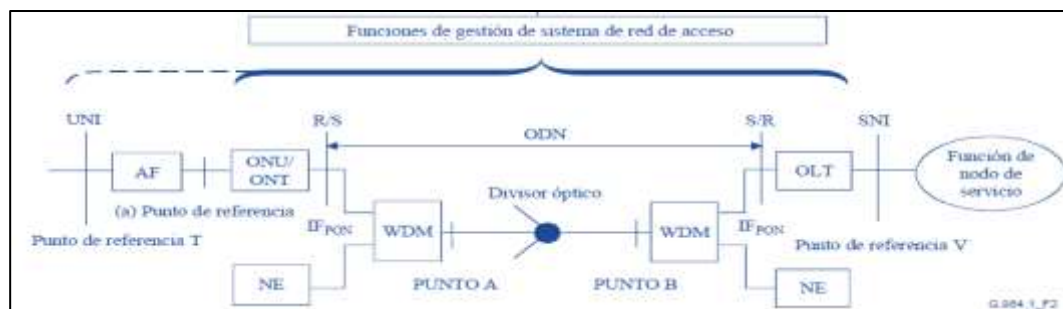


Figura 36 Configuración según ITU- T para GPON. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

#### 2.2.1.8.2.1. Modelo de capas

La construcción de una red GPON caracteriza dos capas: la capa subordinada de medios reales PMD y la capa de unión de transmisión TC. Estas se comparan con la capa real y la capa de interfaz de información del modelo de referencia OSI, individualmente, y se muestran en la figura. La capa TC se divide, además, en la subcapa de contorno y la subcapa de adaptación de la variación.

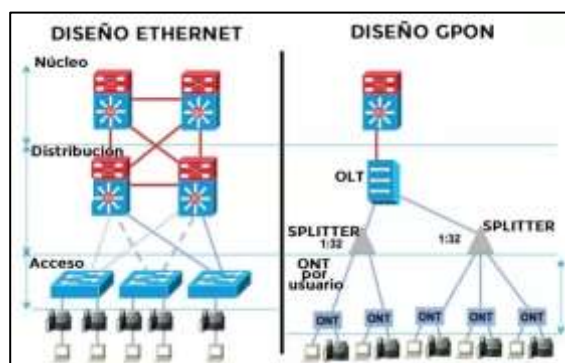


Figura 37 Modelo de Capas de red PON. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

#### 2.2.1.8.2.2. Requerimientos de capa dependiente de los medios físicos (PMD)

La capa dependiente del medio físico PMD debe cumplir con los límites adjuntos y los cuales se definen con mayor claridad en el anexo 15:

- Alcance lógico
- Alcance físico
- Distancia de fibra diferencial
- Retardo medio de transferencia de la señal
- Velocidad binaria nominal de la señal digital
- Método de transmisión
- Longitud de onda de trabajo
- Relación de división
- Código de línea
- Atenuación entre el OLT y la ONU

#### 2.2.1.8.2.3. Requerimientos de la capa de convergencia de transmisión (TC)

La capa de convergencia de transmisión GPON GTC se caracteriza en la propuesta G.984.3, y realiza la variación de la información del cliente sobre la capa PMD. Además, la capa GTC proporciona la administración esencial de la organización GPON.

Esta capa caracteriza dos estrategias de transformación para el transporte de la información: el modo de movimiento no concurrente ATM y la estrategia de encarnación de GPON GEM; últimamente la técnica preferida es GEM.

GTC con GEM permite la transformación de algunas convenciones, incluyendo Ethernet y Time Division Multiplexing TDM. Asimismo, en esta capa, realiza el control de acceso al medio MAC y dirige el intercalado ascendente de las transmisiones realizadas por varias ONUs. Las capacidades de control de GTC comprenden una convención y una

metodología para alistar ONUs a la organización GPON. El GTC también permite la organización de los atributos de transporte, como la corrección de errores FEC, el cifrado y la designación de la capacidad de transferencia de datos.

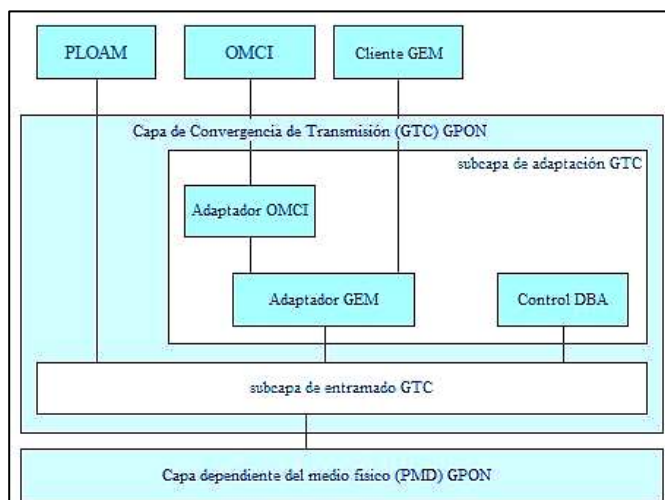


Figura 38 Relación de funcionalidades GPON. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

La capa de GTC como se observa se divide en dos subcapas, de entramado y de adaptación.

#### 2.2.1.8.2.3.1. Subcapa de entramado

Este tipo de subcapa caracteriza la construcción de la trama GTC, que es desigual, en vista de que los datos que transmite son diferentes en el sentido descendente y ascendente. El contorno GTC descendente tiene una longitud de 125  $\mu$ s, y además transmite una señal que da un reloj de referencia a las ONUs. El contorno de transmisión de subida contiene una sucesión de transmisiones de las ONUs que da la OLT. El esquema GTC de bajada incluye un bloque de control físico de bajada PCBd, una cabecera que contiene cada uno de los campos generales, seguida de la parte de carga útil. El PCBd incorpora los campos relacionados con la red, y el campo de tareas, organización y mantenimiento de la capa real PLOAM. El PLOAM transmite una convención basada en mensajes para la administración de las capas PMD y GTC. Por último, el PCBd incorpora un campo de designación de transmisión de datos. En el porte GTC upstream, cada transmisión realizada por una ONU tiene una cabecera llamada PLOu, Physical Layer Overhead upstream, incorpora un prefacio y un delimitador, que son diseñados por la OLT. Se utiliza para la asignación dinámica de ancho de banda DBA, el PLOu puede incorporar el campo Dynamic Bandwidth Report upstream DBRu. El PLOu también puede incorporar el campo PLOAM, que es indistinto en

cuanto a la disposición del campo de bajada. El PLOAM y el DBRu son campos discrecionales y están disponibles en la carcasa sólo al mencionar la OLT.

### 2.2.1.8.2.3.2. Subcapa de adaptación TC

La subcapa más notable de GTC se denomina subcapa de variación TC Transmission Convergence, a la luz de la estrategia de transformación GPON GEM.

Pearl caracteriza una asociación autónoma de convención situada encarnación para paquetes de longitud variable. La asociación virtual relacionada con un flujo de paquetes entre la OLT y la ONU se conoce como puerto GEM.

Los esquemas de Pearl incorporan una cabecera de 5 bytes que demuestra el ID del puerto y la longitud de la carcasa. Las carcasas de perlas pueden dividirse, de esta manera, el paquete de un cliente puede atravesar diferentes contornos GEM.

A continuación, se muestra el flujo en los puertos GEM, según la configuración del orden de multiplexación GPON. Como se muestra, los puertos GEM están incorporados dentro de los soportes de tráfico T-contr. Un T-contr es la unidad de distribución de la capacidad de transferencia de datos en el porte ascendente, típicamente establecida por la OLT.

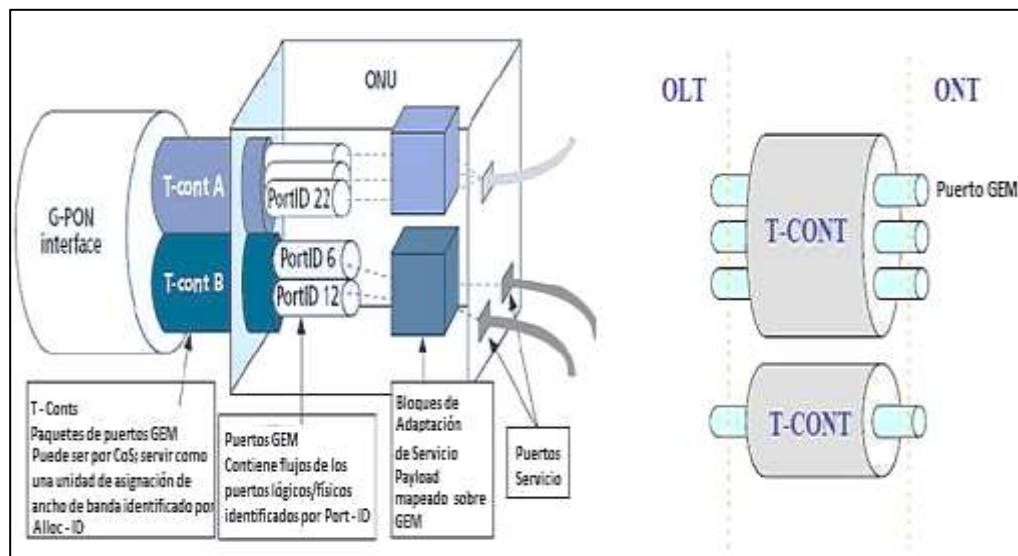


Figura 39 Progresión ordenada de la multiplexación GPON: puertos, T-Contrs y PONs. Fuente: Propia  
Elaborado por: Aguirre Montes César David

La técnica de designación de la transmisión de datos de la OLT aguas arriba puede ser estática o dinámica DBA, Dynamic Bandwidth Allocation. Se caracterizan dos estrategias DBA de GPON, que son las siguientes DBA con anuncio de estado, que depende

del detalle de las ONUs dentro del campo DBRu. DBA no detallado, que depende de la observación de la OLT, utilizando un T-cont.

#### 2.2.1.8.2.4. Servicios GPON

GPON, dado su límite de banda ancha, requiere ayudar a todas las administraciones actuales, así como a las nuevas administraciones en las que se está trabajando para los usuarios del servicio y empresariales.

Las administraciones particulares presentadas por cada administrador dependen generalmente de las condiciones administrativas específicas y de los resultados potenciales que presente su propio mercado. Las instrucciones para ofrecer estas administraciones de forma inteligente dependen de las condiciones legítimas y de diferentes elementos, concretamente de la base de comunicaciones de difusión actual, la dispersión de las residencias y la extensión de los clientes privados y empresariales.

*Tabla 13. Servicios GPON*

<b>Categoría del servicio</b>	<b>Servicio</b>	<b>Comentarios</b>
<b>Servicio de datos</b>	<b>Ethernet</b>	Normalizado en IEEE 802.3 Cumple con IEEE 802.1D.
	<b>POTS</b>	Si la red utiliza compensación de eco, ese tiempo de retardo medio podría ser más largo. Se debe sincronizar con el reloj. El tiempo de retardo medio de transferencia de la señal debería ser menor que 1,5 ms. Se debe sincronizar con el reloj
	<b>RDSI (BRI)</b>	La velocidad de la portadora es de 144 kbps. El tiempo de retardo medio de transferencia de la señal debe ser menor que 1,5 ms.
	<b>RDSI (PRI)</b>	La velocidad de la portadora es de 1,544 Mbps y de 2,048 Mbps. El tiempo de retardo medio de transferencia de la señal debería ser menor que 1,5 ms. Se debe sincronizar con el reloj.
<b>RTPC</b>		
<b>Línea privada</b>	<b>T1</b>	La velocidad de la portadora es de 1,544 Mbps. El tiempo de retardo medio de la transferencia de la señal debería ser menor que 1,5 ms.

	<b>E1</b>	La velocidad de la portadora es de 2,048 Mbps. El tiempo de retardo medio de transferencia de la señal debería ser menor que 1,5 ms.
	<b>DS3</b>	La velocidad de la portadora es de 44,736 Mbps
	<b>E3</b>	La velocidad de la portadora es de 34,368 Mbps.
<b>Video</b>	<b>Video digital</b>	El propósito principal es video sobre IP, con una suficiente calidad de servicio.

La categoría del servicio es simplemente un índice que no tiene significado propio, pero que es útil para visualizar los servicios.

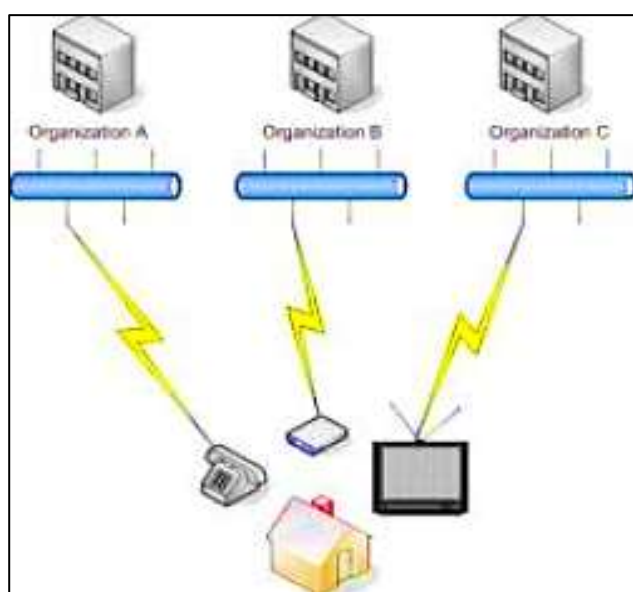
El servicio Ethernet se utiliza principalmente para transmitir datos como los del protocolo de Internet, en el que incluye voz sobre IP VoIP, trenes de video codificado con M-PEG2 o M-PEG4.

Ver las recomendaciones: ITU-T G.810, ITU-T G.813, ITU-T G.8261, ITU-T G.703 y ITU-T G.8262.

*Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David*

### 2.2.1.9. Servicios de Telecomunicaciones

Los administradores de comunicaciones de medios de comunicación han estado ofreciendo administraciones de voz, vídeo e información en un marco comprometido. Actualmente, el objetivo esencial de los proveedores de estas administraciones es ofrecer a sus clientes comunicación fija, TV e Internet en un marco similar, la disposición de tres administraciones, dos de banda ancha Internet y TV y una de banda estrecha comunicación, sobre una única asociación de banda ancha. (Cadena, 2018)



*Figura 40 Servicio de Telecomunicaciones con su infraestructura dedicada. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David*

### **2.2.1.9.1. Descripción De Los Servicios**

A continuación, se definen los servicios de telecomunicaciones que se pueden transmitir en el país por medio de fibra óptica.

#### **2.2.1.9.1.1. Servicio de datos**

Esta asistencia requiere tasas realmente altas, a pesar de que se ve afectada por el infortunio de los paquetes, puede recuperarse de este tipo de molestias, y de los aplazamientos o Jitter. Por ejemplo, la asociación con una página web puede requerir un par de momentos para apilarse, pero al final los datos se obtendrán con precisión.

#### **2.2.1.9.1.2. Servicio de voz**

La administración de la voz tiene una velocidad de transferencia disminuida, si se utiliza el códec G.711, la tasa de datos será de 64 kbps, hay otros códecs desarrollados que permiten disminuir esta tasa hasta 5,3 kbps con el códec G.723.1.

#### **2.2.1.9.1.3. Servicio de video**

Esta ayuda comunica enormes volúmenes de información, razón por la cual tiene requisitos previos específicos en cuanto a la fluctuación y los aplazamientos, por ejemplo, las diversas pantallas que deben revivir adecuadamente. La administración de vídeo suele ir acompañada de sonido o voz, por lo que debe haber sincronización entre estas dos administraciones.

### **2.2.1.9.2. Funcionamiento General del Servicio de Telecomunicaciones**

El objetivo especializado que hay que lograr es que estas administraciones y cualquier otra que pueda surgir en el futuro puedan trabajar en un marco solitario y simultáneamente todas funcionen dentro de unos límites de calidad adecuados.

Los requisitos y el comportamiento de las administraciones de información y voz son totalmente opuestos. Por lo que respecta a la voz, las velocidades de transferencia son mínimas, pero este tráfico es excepcionalmente sensible a los retrasos, y por lo que respecta a la información, la capacidad de transmisión vital es extremadamente alta, pero es muy sensible a los aplazamientos o a las fluctuaciones. Además, existe el tráfico de vídeo, que puede ser de dos tipos: televisión en directo o proyectos que se comunican en un momento determinado y que pueden recibir numerosos clientes simultáneamente, y televisión a petición o proyectos que pueden ver los clientes en cualquier momento.

### 2.2.1.9.2.1. Requerimientos de capacidad del servicio de Telecomunicaciones

Para apreciar lo que es el servicio de telecomunicaciones, es necesario una asociación de banda ancha de alto límite para Internet. Para un cliente, unos 15 Mbps serían una velocidad decente para explotar la ayuda.

De esa asociación, una parte básica, de unos 64-70 Kbps dependiendo del codificador utilizado, se utilizaría para la comunicación. Los teléfonos tendrían una innovación similar a la de los marcos, por ejemplo, de Skype, que permiten realizar llamadas de voz por Internet VoIP.

La segunda parte de la asociación es para el acceso a Internet, que en general espera entre 512 Kbps y 2 Mbps, importante para llegar a diferentes aplicaciones web con bajos tiempos de reacción.

El ancho de la banda de conexión será dedicado para el vídeo, ya que la ejecución de la televisión informatizada implica un mayor número de canales y administraciones. Un televisor HD solitario necesitará 8 Mbps para obtener la administración de HDTV. Un televisor normal, que tiene una calidad de imagen inferior, puede funcionar en cualquier caso con unos 2 Mbps.

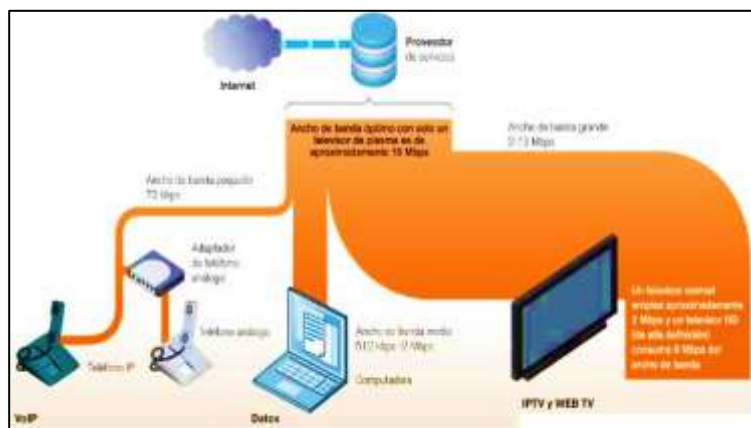


Figura 41 Servicio de Telecomunicaciones según consumo. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

### 2.2.1.9.2.2. Calidad de servicio

La base normal sobre la que se dará esta multitud de administraciones será una organización IP (Protocolo de Internet). Para restringir que determinados tipos de tráfico sean tratados con un objetivo concreto y que otros tipos sean tratados de forma inesperada, existen procedimientos de QoS Quality of Service. El mundo IP ofrece: Diffserv Servicios diferenciados e Intserv Servicios integrados.



IntServ requiere una convención llamada RSVP ReSerVation Protocol para marcar las cualidades de la organización para flujos específicos, mientras que DiffServ no utiliza ninguna marca. Por lo tanto, el más utilizado de los dos es Diffserv.

Diffserv depende de la comprobación de varios tipos de tráfico con un valor alternativo. La organización entonces, en ese punto, se diseñará de manera que, contingente a la estampación del paquete de información, se tratará de alguna manera. El campo de la cabecera IP que se separa para separar los distintos tipos de tráfico es "Kind of Service" y el estándar utilizado para la comprobación es DiffServ Code Point DSCP.

### **2.2.1.9.3. Ventajas Y Desventajas Del Servicio**

Se definen las ventajas y desventajas más destacadas de los servicios de telecomunicaciones.

#### **2.2.1.9.3.1. Ventajas**

Los servicios de telecomunicaciones gozan de extraordinarias ventajas tanto para los administradores como para los clientes, ya que permite una impresionante mejora en la naturaleza de las administraciones, oportunidades adicionales en la comunicación, acceso a Internet menos costoso, entre otros. (Castro, 2021)

A continuación, una parte de los beneficios:

- La forma en que se utilizará una sola red para dar comunicación fija, TV y administraciones de Internet significa impresionantes fondos de inversión para el administrador en la red, los ejecutivos y los costos de apoyo.
- Fondos de inversión en capacidad de transmisión, ya que estas organizaciones, al estar basadas en IP, permiten la presión de voz e información.
- La disminución de los gastos del administrador se convertirá en mejores tarifas para el cliente final.
- Los clientes gestionarán un único proveedor de comunicaciones de transmisión, por lo que cada una de las tres administraciones se cobrará en un único recibo de pago.
- Simplicidad en la coordinación de nuevas administraciones e innovaciones.

### 2.2.1.9.3.2. Desventajas

- Los inconvenientes que los clientes potenciales encuentran en este tipo de administración se fijan fundamentalmente en el fantasma de las cuestiones especializadas que, al estar reunidas en un único proveedor, pueden provocar la decepción sincrónica de todas las administraciones vídeo, voz e información.
- Otro inconveniente menos importante podría ser que, en el caso de que el cliente no pueda cubrir su factura al proveedor finalmente, se quedaría sin teléfono, Internet y televisión.
- Al momento de dar mantenimiento a una red se desactivan todas las demás redes que se encuentren en la misma troncal de fibra óptica.

## 2.3. Marco Conceptual

**Acceso múltiple por división en el tiempo TDMA:** Una estrategia de transmisión que incluye la multiplexación de muchas asignaciones de tiempo en una carga de tiempo similar. (IEC, 2021)

**Ancho de banda fijo:** La capacidad de transmisión adecuada se mantiene completamente y se asigna de forma consistente para lograr un bajo retardo de movimiento de celdas. Suponiendo que un TCONT esté provisto de capacidad de transferencia de datos fija y no tenga celdas que enviar, las adjudicaciones relacionadas con la capacidad de transferencia de datos decente son enviadas todavía por la OLT y, posteriormente, la ONU/ONT envía celdas ascendentes vacías hacia la OLT. (ITU-T, 2021)

**Ancho de banda máximo:** El alcance más extremo de la transmisión de datos es el alcance más lejano de la velocidad de transferencia que puede asignarse a un TCONT y es la cantidad de la velocidad de transferencia segura y el alcance máximo de la capacidad de transferencia de datos adicional. (IEEE, 2021)

**Asignación de ancho de banda:** Una oportunidad de transmisión ascendente concedida por la OLT para una apertura de tiempo determinada a una sustancia transportadora de tráfico en una UNO. (IEEE, 2021)

**Asignación dinámica de ancho de banda DBA:** Interacción por la que la OLT dispersa el límite de subida del PON entre las sustancias transportadoras de tráfico de las

ONUs, a la luz de sus señales dinámicas de movimiento de tráfico y sus responsabilidades de tráfico diseñadas. (IEEE, 2021)

**Bajada:** Downstream es el curso del flujo de tráfico desde la OLT hasta la ONU. (IEC, 2021)

**Canal TWDM:** En un marco NGPON2, el canal TWDM alude al par compuesto por un canal de frecuencia de bajada y un canal de frecuencia de subida que da relieve a la red multipunto utilizando, por separado, la multiplexación por división de tiempo y numerosos instrumentos de entrada. (IEEE, 2021)

**Canal:** Un método de transmisión unidireccional de señales entre dos lugares. (IEC, 2021)

**Descubrimiento P2MP:** El ciclo por el cual la OLT observa una ONU dinámica recientemente asociada en una organización P2MP, y por el cual la OLT y la ONU intercambian datos de inscripción. El OLT envía un mensaje GATE apartado para la revelación. (IEEE, 2021)

**Dispersión:** Una peculiaridad real relativa a la dependencia de la etapa o la velocidad de recogida de una onda de luz en el medio, y sus cualidades engendradoras como la recurrencia óptica frecuencia o el modo de polarización. (ITU-T, 2021)

**EFM:** Ethernet en la primera milla es la clasificación para los términos explícitos a las organizaciones de admisión basadas en Ethernet y más explícitamente las que utilizan EPON y sus variaciones. (IEC, 2021)

**Fibra óptica:** Una guía de ondas ópticas de fibra moldeada de material dieléctrico. (ITU-T, 2021)

**General definición de IEEE:** La clase para los términos que el IEEE caracteriza en las normas para las ideas generales de las comunicaciones de difusión no importan únicamente a la convención de Ethernet o EFM. (IEEE, 2021)

**General definición de ITU-T:** Clase para los términos que el UIT-T caracteriza en sus normas relacionadas con las ideas generales de transmisión de medios que no tienen

ninguna relación significativa únicamente con las organizaciones basadas en GPON o sus avances NGPON1 y NGPON2. (ITU-T, 2021)

**Interfaz de nodo de servicio SNI:** Un punto de interacción que da acceso a los clientes a un centro de asistencia. (IEC, 2021)

**Interfaz usuario-red UNI:** Es el punto de interacción entre el hardware del terminal y un extremo de la organización en cuya interfaz se aplican las convenciones de entrada. (ITU-T, 2021)

**Interfaz:** Línea normal entre dos marcos cómplices. (IEC, 2021)

**Jitter:** Las variedades transitorias de casos enormes de una señal computarizada en relación con sus situaciones óptimas en el tiempo dónde momento presente sugiere que estas variedades son de una recurrencia más notable que o equivalente a 10 Hz. (ITU-T, 2021)

**Margen dinámico:** Marca de receptor óptico equivalente a la proporción de respuesta del colector hacia arriba con respecto al beneficiario. (IEC, 2021)

**NGPON2:** Un marco PON con un límite ostensible total de 40 Gbps en sentido descendente y 10 Gbps en sentido ascendente, que lleva a cabo el grupo de convenciones determinado en la serie de sugerencias ITU-T G.989 Un marco NGPON2 está formado por un grupo de canales TWDM, así como por un grupo de canales WDM PtP. (ITU-T, 2021)

**OAM embebido de GPON:** Canal de actividad y mantenimiento entre el extremo de la línea óptica de la OLT y las unidades de organización óptica de las ONUs, incluida la asignación de la velocidad de transferencia, la sincronización de claves y el anuncio de la capacidad de transmisión dinámica DBA. (ITU-T, 2021)

**OAM embebido de XGPON:** Canal de actividad y mantenimiento entre la OLT y las ONUs que utiliza los campos de cabecera organizados del esquema XGTC descendente y la ráfaga XGTC ascendente, y soporta capacidades de toque de tiempo. (ITU-T, 2021)

**Par trenzado:** Un componente de tipo de enlace formado por dos guías protegidas curvadas juntas de forma ordinaria para enmarcar una línea de transmisión decente. (IEEE, 2021)

**Pérdidas de camino óptico diferencial:** La distinción absoluta de las desventajas ópticas, comunicadas en decibelios, de dos vías cualesquiera entre focos de referencia R/S y S/R-CG en una ODN similar. (ITU-T, 2021)

**Pérdidas de retorno:** En 10BROAD36, la proporción en decibelios entre la potencia reflejada por un puerto y la potencia del episodio en ese puerto. Una marca de adaptación de impedancia en un marco de banda ancha. (ITU-T, 2021)

**PON de nueva generación NGPON:** En relación con el movimiento de mejora de los principios del UIT-T, término no exclusivo que alude al desarrollo del marco PON más allá de GPON. La idea de NGPON a partir de ahora incorpora NGPON1, donde se mantiene una ODN similar a la de BPON y GPON, y NGPON2 donde se permite una redefinición de la ODN como la de BPON y GPON. (ITU-T, 2021)

**PON:** La clase para términos que el IEEE caracteriza en las normas para las ideas generales de comunicaciones de difusión no importa únicamente a la convención de Ethernet o EFM. (IEC, 2021)

**Presupuesto óptico:** La potencia óptica base esperada para conquistar la cantidad de la disminución además de conducir castigos en el camino óptico entre el transmisor y el receptor determinado como el contraste entre la potencia descargada del transmisor base y la potencia obtenida base. (IEEE, 2021)

**Puerto GEM:** Una deliberación de la subcapa de Ajuste de Convergencia de Transmisión GPON GTC que aborda una asociación coherente relacionada con un determinado flujo de tráfico de clientes. (ITU-T, 2021)

**Puerto XGEM NGPON2:** Una deliberación en la subcapa de transformación de la administración de TWDM TC que aborda una asociación inteligente relacionada con una progresión determinada de tráfico de clientes. (ITU-T, 2021)

**Red óptica pasiva 10 gigabit XGPON:** Un marco PON que mantiene velocidades de transmisión ostensibles a petición de 10 Gbps en algo así como una cabecera, y que lleva a cabo la reunión de convenciones indicadas en la serie de propuestas ITU-T G.987. XGPON es el reconocimiento de NGPON1. (ITU-T, 2021)

**Red óptica pasiva con capacidad de gigabit GPON:** Un marco PON que sostiene tasas de transmisión más notables que 1 Gbps en algún lugar alrededor de una partida y ejecuta el grupo de convenciones indicado en la serie de sugerencias ITU-T G.984. GPON Técnica de encarnación GEM: Una conspiración de transporte de esquemas de información utilizada en los marcos de organización óptica inactiva con capacidad de gigabits (GPON) que está dispuesta en asociación y mantiene la discontinuidad de los esquemas de información del cliente en secciones de transmisión de tamaño variable. (IEEE, 2021)

**Retardo de ecualización EqD:** El retardo obligatorio relegado por la OLT a cada ONU para garantizar que las transmisiones de esa ONU están inequívocamente alineadas con respecto a la referencia de la caja normal de subida por la OLT. El retardo de nivelación de la ONU se reparte en función del resultado adquirido por el aseguramiento de la distancia y es vulnerable al comercio en caliente debido a la observación de la etapa de aparición de ráfagas aguas arriba. (IEEE, 2021)

**Retardo de ida y vuelta:** La cantidad del retardo de proliferación del círculo completo, el tiempo de reacción de la ONU y cualquier aplazamiento previsto por la ONU. (ITU-T, 2021)

**Router:** Un dispositivo de interconexión de capa 3 que funciona como control de acceso al medio MAC en un área de impacto CSMA/CD. (IEEE, 2021)

**Sistema de red óptica pasiva PON:** Una mezcla de componentes de organización en una red de acceso óptico basada en ODN que incorpora una OLT y al menos una ONU y lleva a cabo una disposición compuesta específica de la capa subordinada de acceso a los medios, la capa de entrelazamiento de la transmisión y las convenciones del tablero. (ITU-T, 2021)

**Subida:** El enlace ascendente es la conducción del flujo de tráfico desde la ONU hasta la OLT. (IEC, 2021)

**Terminal de línea óptica OLT:** El DTE en el extremo de la organización en una organización de acceso óptico. La OLT es el elemento de control en una red P2MP como para la convención MPCP. (ITU-T, 2021)

**Terminal de red óptica ONT:** Un aparato cliente solitario que termina cualquiera de los puntos finales (hojas) de una ODN, lleva a cabo una convención PON y ajusta las PDU's PON a las interfaces de administración del cliente. Una ONT es un caso excepcional de la ONU. (ITU-T, 2021)

**Unidad de red óptica ONU:** Un componente de organización en una red de acceso óptico basada en ODN que termina una hoja ODN y da una UNI OAN. (ITU-T, 2021)

**XGPON2:** Una variación de un marco XGPON que trabaja a un ritmo de línea sostenible de 10 Gbps en sentido descendente y ascendente. (ITU-T, 2021)

## **2.4. Marco Legal**

Según la Ley de Orgánica de Telecomunicaciones entre otras funciones, es responsable de velar por la obtención y el ejercicio de las libertades de innovación con licencia según el Código Orgánico de la Economía Social del Conocimiento, la Creatividad y la Innovación y de actuar conjuntamente con las organizaciones competentes en la concertación de acuerdos y otros instrumentos mundiales en cuestiones relacionadas con la innovación con licencia y la información convencional. (Telecomunicaciones, 2021)

### **2.4.1. Ley Orgánica de Telecomunicaciones**

#### **De las consideraciones preliminares de la LOT.**

Artículo 3.- Objetivos. Lit. 6.-

Promover las organizaciones de comunicación de medios de comunicación de alta velocidad y de alto límite de la nación, dispersas por todo el dominio público, para permitir a la población acercarse a la administración de Internet de banda ancha, entre diferentes administraciones. (Telecomunicaciones, 2021)

Artículo 5.- Definición de telecomunicaciones.

Las comunicaciones de radiodifusión son percibidas como cualquier transmisión, flujo de salida o reunión de signos, señales, textos, vídeo, imágenes, sonidos o datos de cualquier naturaleza, por cable, marcos ópticos o remotos, diseñados o por crear. Esta definición no es exhaustiva y, en consecuencia, incorporará cualquier medio, metodología o tipo de transmisión obtenida a partir de un avance mecánico. (Telecomunicaciones, 2021)

### **Del establecimiento y explotación de redes por los proveedores.**

Artículo 11.- Establecimiento y explotación de redes públicas de telecomunicaciones.

La fundación o el establecimiento y la actividad de las redes públicas de comunicaciones de radiodifusión requiere la adquisición del título habilitante de comparación permitido por la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones.

Los administradores de las redes públicas de comunicaciones de radiodifusión deben dar su consentimiento a los planes especializados cruciales, a las directrices especializadas y a las directrices explícitas relacionadas con la ejecución de la organización y su actividad, para garantizar su interoperabilidad con otras organizaciones públicas de comunicaciones de radiodifusión.

La Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones dirigirá la fundación y la actividad de los organismos públicos de comunicación de radiodifusión.

Corresponde al Gobierno Central, a través del Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información y de la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, dentro de la medida de sus competencias individuales, establecer los planteamientos, necesidades, normas y condiciones para la ordenación del marco de las comunicaciones de los medios alámbricos y remotos a nivel público. A la luz de esta fuerza del gobierno central en lo que respecta a la organización de la fundación de las comunicaciones de los medios de comunicación, los estados independientes descentralizados deben seguir las estrategias, necesidades, tiempos de corte, normas y condiciones para la disposición del marco de las comunicaciones de los medios alámbricos y remotos a nivel público, como se indica.

En lo que respecta a la fijación de los gastos y las previsiones que deben establecer los estados independientes descentralizados cantonales o regionales, en ejercicio de su capacidad de dirigir la utilización y el tablero del espacio terrestre y aéreo, dependen de las estrategias y los principios especializados dados para tal motivación por el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. (Telecomunicaciones, 2021)

### **Artículo 12.- Convergencia.**

El Estado promoverá la fundación y la actividad de las organizaciones y la disposición de los beneficios de las comunicaciones de radiodifusión que promueven la combinación de las administraciones, de acuerdo con el interés público y las disposiciones de esta Ley y sus



directrices. La Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones dará las directrices y normas que permitan el arreglo de diferentes administraciones sobre una organización similar y avanzar con éxito la unión de las administraciones y favorecer la mejora innovadora del país, bajo la regla del no partidismo mecánico. (Telecomunicaciones, 2021)

**Artículo 13.- Redes privadas de telecomunicaciones.**

Las organizaciones privadas son aquellas en las que participan personas o sustancias legales para su beneficio selecto, con la intención de interconectar varias oficinas que poseen o están limitadas por ellas. Las organizaciones privadas están previstas para atender los asuntos propios del propietario, lo que evita la disposición de estas administraciones a personas ajenas. La asociación de organizaciones privadas dependerá de las directrices dadas para dicha inspiración.

La Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones gestionará la fundación y utilización de las organizaciones privadas de comunicaciones de radiodifusión. (Telecomunicaciones, 2021)

**De los títulos habilitantes para la prestación de servicios de telecomunicaciones.**

**Artículo 35.- Servicios de Telecomunicaciones.**

Todas las administraciones de comunicación de los medios de comunicación son públicas por mandato sagrado. Los proveedores de estas administraciones están aprobados para introducir las organizaciones vitales y la fundación para ayudar a la disposición de las administraciones a sus clientes. Las organizaciones trabajarán bajo la pauta de la coherencia, la unión y la imparcialidad innovadora. (Telecomunicaciones, 2021)

**De la asignación del espectro radioeléctrico.**

**Artículo 94.- Objetivos. Lit. 4.-**

Giro innovador y especulación. - Hay que promover el desarrollo y la utilización de las nuevas administraciones, organizaciones y avances en materia de datos e intercambios, así como su acceso generalizado a toda la población, y apoyar las empresas públicas y privadas. (Telecomunicaciones, 2021)

## **Capítulo III**

### **3.1.Diseño de investigación**

El reconocimiento de los trabajos de investigación de un nivel significativo tiene varios y diversos diseños para su desarrollo. Estos modelos organizados son realmente traídos al mundo a partir de la técnica lógica, que se infieren a sistemas explícitos según lo indicado por el área o disciplina de exploración.

En el plan de exploración se utilizan varios planes o metodologías para llegar a los resultados y resoluciones relacionados con el tema que se va a investigar y al que hay que dar respuesta. El plan empleado en el trabajo de investigación, utilizará las estrategias adecuadas para probar la veracidad de una teoría, formando en consecuencia el método a seguir, que muestra el ciclo y los instrumentos adecuados a utilizar para obtener información y su examen resultante. (Aguirre, 2019)

### **3.2.Tipos de investigación**

A continuación, se puntualizan los métodos de investigación que se presentaron en el proyecto donde se estableció que es del tipo mixto y las cuales se mencionan en el siguiente apartado.

#### **3.2.1. Exploratorio**

El enfoque de investigación que se utilizó es de tipo exploratorio. La investigación de tipo exploratorio se crea con la determinación de dar un esquema de una verdad dada, intentando buscar ejemplos, pensamientos o teorías, más que probar o afirmar una especulación y además que ayuda a reconocer, comprender e intentar abordar la cuestión del caso, investigando los diferentes factores que surgen para decidir la practicidad de atender una problemática en cuestión y posterior darle solución a la misma (Aguirre, 2019). En este trabajo se introdujeron información, investigaciones bibliográficas, actividades y exámenes especializados, ya que se aportó con más datos para la investigación de la practicidad del plan de este marco exploratorio.

Ya que este tipo de investigación es el que espera darnos una visión de conjunto, de manera más estimada, a la luz de una realidad concreta. Se ha escogido este tipo de investigación debido a que el tema de esta propuesta ha sido poco investigado en la Urbanización Lomas del Bosque, lo que nos permitió conformar teorías exactas o ciertos

consensos. En este sentido, nos permitió tener resultados más exactos para nuestro examen y posterior análisis.

### **3.2.2. Descriptivo**

El objetivo de la investigación descriptiva principalmente es conocer las circunstancias, las costumbres y las perspectivas más relevantes mediante la representación exacta de ejercicios, elementos, ciclos e individuos. Su objetivo no se limita a la recopilación de información, sino a la previsión y la comprobación de las conexiones que existen entre al menos dos factores. Los científicos no son simples tabuladores, sino que reúnen información basada en una especulación o hipótesis, descubren y resumen los datos con cautela y después investigan completamente los resultados, para eliminar las especulaciones críticas que añaden información. (Aguirre, 2019)

Se evidencio que el tema y el análisis fueron claros ya que se definieron las particularidades del tema, las causas, los resultados, sin perjuicio de los factores a considerar, por ejemplo, el tema fue representado a todos los efectos en la actualidad y comprende predominantemente en retratar las particularidades o circunstancias introducidas en la Urbanización Lomas del Bosque demostrando los puntos más relevantes. Con esta exploración se logró conocer lo que está sucediendo, las perspectivas que prevalecen a través de la representación de la actividad de la organización, la fidelidad de los consumidores, entre otros.

El objetivo no se limitó a la recolección de información, sino a la expectativa y prueba distintiva de las ocasiones existentes en la organización. Siendo de esta manera una interacción no tabulada, sin embargo, se recogió información en vista de las administraciones y cumplimiento de los clientes de la organización actual en la Urbanización Lomas del Bosque y siendo descubiertos, resumidos de una manera excepcionalmente cautelosa y los resultados se analizaron de una manera cuidadosa, donde las enormes declaraciones inclusivas son extraídas para el compromiso de la tarea.

### **3.2.3. Explicativa**

El presente proyecto hizo uso de la investigación explicativa ya que es responsable de buscar la justificación de las realidades actuales estableciendo conexiones de causa versus impacto que se evidencio en este caso en la Urbanización Lomas del Bosque al realizar el

diseño que se acople de mejor manera para esta comunidad. En este sentido, lo que es la investigación explicativa gestionó tanto el aseguramiento de las razones de la investigación recientemente realizada, como los impactos de la investigación de prueba, poniendo a prueba las teorías. Sus resultados y fines establecen el grado de información más inimaginable.

El examen informativo se esfuerza por representar una parte del mundo real, aclarando su importancia dentro de una hipótesis de referencia, basándose en las regulaciones o especulaciones que registran para las realidades o peculiaridades que suceden en condiciones específicas. (Aguirre, 2019)

### **3.3. Proceso, técnicas e instrumentos de la investigación**

Se realizó el siguiente trabajo de investigación basándose en el siguiente diseño planteado a continuación:

- 1) Evaluación del problema.
- 2) Formulación del problema.
- 3) Revisión de antecedentes, bibliografía y de documentos.
- 4) Sistematización del problema.
- 5) Composición del objetivo general y los objetivos específicos.
- 6) Definición del alcance del proyecto de investigación.
- 7) Selección y Análisis de fuentes bibliográficas y de información.
- 8) Análisis de técnicas de investigación a utilizarse.
- 9) Selección y elaboración de instrumentos de investigación.
- 10) Investigación bibliográfica y documental.
- 11) Investigación de los diversos diseños.
- 12) Procesamiento de información de la investigación realizada.
- 13) Análisis de datos obtenidos al recolectar lo inferido por las investigaciones documentales y de diseños.
- 14) Desarrollo de conclusiones y de las recomendaciones.
- 15) Presentación de informe final de la investigación realizada.

#### **3.3.1. Recolección de información y datos**

En la recolección de datos e información principalmente se tomó en cuenta a los clientes y usuarios del servicio de la compañía Coachcompany Powernet S.A. y residentes

en la Urbanización Lomas del Bosque la que será tomada como la población que se evaluó y están ubicados en Guayaquil, vía a La Costa Km 32 a quienes se les realizó una encuesta rápida ya que no se contaba con gran disponibilidad de tiempo además se practicó una entrevista tanto a los técnicos encargados del mantenimiento de la red en la zona, así como al director de la compañía.

### **3.3.2. Técnica de encuestas**

Para la aplicación y desarrollo de las encuestas se debe realizar un plan para el cual se establezca las necesidades principales por las cuales nuestro proyecto debe ser evaluado como es su viabilidad, análisis, impacto y desarrollo que tendría la aplicación basándose en el diseño de este proyecto investigativo en la comunidad Urbanización Lomas del Bosque para la mejorar de la calidad y necesidades del servicio prestado por la compañía Coachcompany Powernet S.A.

Al realizar el análisis se resaltan todos las ventajas y desventajas en los cuales se establece el proyecto de investigación, por lo que se preparó un método de preguntas objetivas, con respuestas de tipo abierto y de opción múltiple para su pronta respuesta a las mismas. (Aguirre, 2019)

### **3.3.3. Técnicas de entrevistas**

La entrevista es un método muy útil en la exploración para recopilar información; se caracteriza por ser un diálogo que tiene un motivo particular y distinto de una simple conversación. Es un instrumento especializado que aparece como un discurso informal. Se caracteriza además como la correspondencia relacional que se establece entre el investigador y el sujeto que será entrevistado, para adquirir respuestas verbales a las preguntas que se presentan con respecto al tema propuesto. Es por eso que la entrevista es sumamente valiosa fundamentalmente en las distintas investigaciones de tipo descriptivo y en las etapas exploratorias, así como en lo que respecta al diseño de instrumentos de recolección de información y al encuentro en la investigación, sin importar el modelo que se elija utilizar. (Aguirre, 2019)

Para realizar la entrevista se diseñaron diversas preguntas, que van dirigidos a los puntos principales que se deben resaltar para obtener así la viabilidad en cuanto al análisis y diseño de una nueva red, de esta forma se pudo saber que es el diseño que más se ajusta a

los requerimientos tanto del cliente como de la compañía que presta el servicio de telecomunicaciones, es por lo tanto que se tomarán las diferentes opiniones y puntas de vista así como ideas que se pudieron pasar por alto o no fueron consideradas, es por esto que se debe recabar y hacer hincapié en el diseño de la red, cómo llegará al usuario final y si de verdad cumple con las expectativas y estándares de la compañía, además de cubrir las necesidades de los abonados y beneficiarios, ya que es esta la razón por la cual se planteó el presente proyecto de investigación.

Ya que el presente proyecto se utilizará para la recolección de información es de suma importancia tomar en cuenta a las personas de alto rango en la compañía que se encargan de ofrecer el servicio de telecomunicaciones, así como el personal de servicio técnico que ve la realidad de las necesidades del cliente.

### **3.4. Población y muestra**

En el siguiente punto se definirán la población objetivo en la cual se aplicará y beneficiará el proyecto de investigación, así como la muestra que se requiere para ser evaluada y obtener valiosa información al lanzar el diseño del proyecto.

#### **3.4.1. La Población**

La población a quienes va dirigida las encuestas son los residentes y clientes de la Urbanización Lomas del bosque ubicados en Guayaquil, Vía la Costa km 32 que hacen uso del servicio de telecomunicación por parte de la compañía Coachcompany Powernet S.A. actualmente por medio de radioenlace; de lo que los residentes estuvieron a apoyar con los datos e información necesaria de tal manera en la que se puede dar solución a través de la propuesta de investigación para el cumplimiento de sus necesidades y de esta manera cumplir con las expectativas de los abonados y nuevos clientes tomando en cuenta la población que reside actualmente es de 74 personas de las que se tomara en cuenta a las personas que hagan uso más recurrente del servicio de telecomunicaciones como de los que requieran y los cuales serán escogido aleatoriamente tomando en cuenta los parámetros para la investigación.

### 3.4.2. La muestra

La muestra es una pequeña parte o porción tomada de un grupo que tienen una variable o característica en común y el cual es más simbólico de la población total, que se ha aislado del grupo para poder realizarles las respectivas evaluaciones, investigaciones, estudios u observación. (Aguirre, 2019)

La muestra fue tomada de acuerdo a los estándares de la investigación de forma aleatoria simple, con porcentaje de error de 1% que es igual a 0.01 y una varianza de 0.25 basándose en los niveles y resultados que se desea obtener, además de tener un 99% de confianza por lo que representa  $\alpha=1$  el nivel de ocurrencia de un error. Con estos datos se procede a realizar el cálculo del tamaño para la muestra que será evaluada. Para el levantamiento de información y dado que la población objetivo no es muy numerosa los resultados indican que se evaluará como muestra a la población objetivo.

**Datos:** Varianza(pq)=0.25, Z (nivel de confianza 99%) =2.57, Error(e)=0.01, N(población)=74 personas.

Usando fórmula:

$$\text{Muestra} = \frac{N}{1 + \frac{e^2(N-1)}{z^2 * pq}} = \frac{74}{1 + \frac{0.01^2(74-1)}{2.57^2 * 0.25}} = 73.67 \approx 74 \text{ personas}$$

El resultado nos mostró que el cuestionario se debe aplicar a un grupo de 74 personas aleatoriamente para obtener resultados de acuerdo a lo previsto.

### 3.5. Análisis e Interpretación de resultados obtenidos

En este apartado se realizó un análisis minucioso de cada una de las preguntas expuestas en las encuestas, para de esta manera tomar las diferentes decisiones en cuanto a la información recolectada y para plantear de mejor manera un diseño acorde a las necesidades, donde se trabajó con gráficos estadísticos, el objetivo al que se quiso llegar con cada pregunta, la interpretación de los resultados y posterior conclusión.

Ayudándonos de tablas de resultados que aportaron a un mejor discernimiento y visualización, con el fin de dar por cumplido los objetivos propuestos en el capítulo 1 del proyecto de investigación.

3.6. Análisis de información obtenida de encuesta

3.6.1. Análisis estadístico

1.- ¿Se encuentra satisfecho con el servicio de telecomunicaciones que recibe por parte del proveedor?

Tabla 14. pregunta 1

Respuestas	Personas Encuestadas	Porcentaje Total
Totalmente acuerdo	2	3%
Acuerdo	9	12%
Desacuerdo	11	15%
Totalmente desacuerdo	52	70%
TOTAL	74	100%

Fuente: Propia    Elaborado por: Aguirre Montes César David

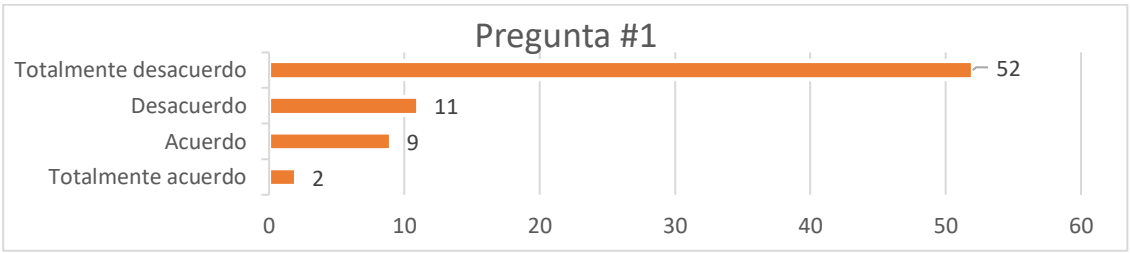


Figura 42 Pregunta 1. Fuente: Propia    Elaborado por: Aguirre Montes César David

**Descripción de resultados:** Mediante los resultados obtenidos se deduce que él 88% respondió que sí, el 8% que no y el 4% no tienen idea alguna.

2.- ¿Presenta problemas como pérdida de conexión, lentitud con mucha frecuencia en su servicio?

Tabla 15. pregunta 2

Respuestas	Personas Encuestadas	Porcentaje Total
Si	70	95%
No	4	5%
TOTAL	74	100%

Fuente: Propia    Elaborado por: Aguirre Montes César David

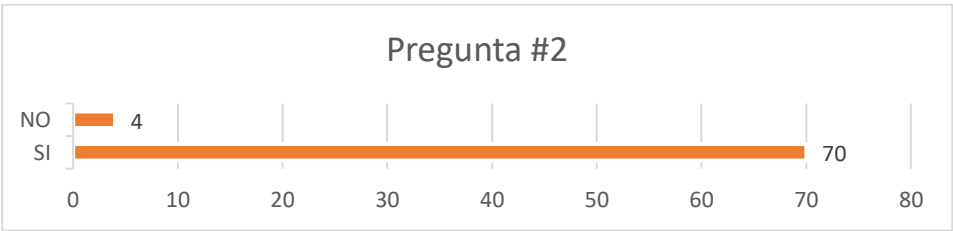


Figura 43 Pregunta 2. Fuente: Propia    Elaborado por: Aguirre Montes César David



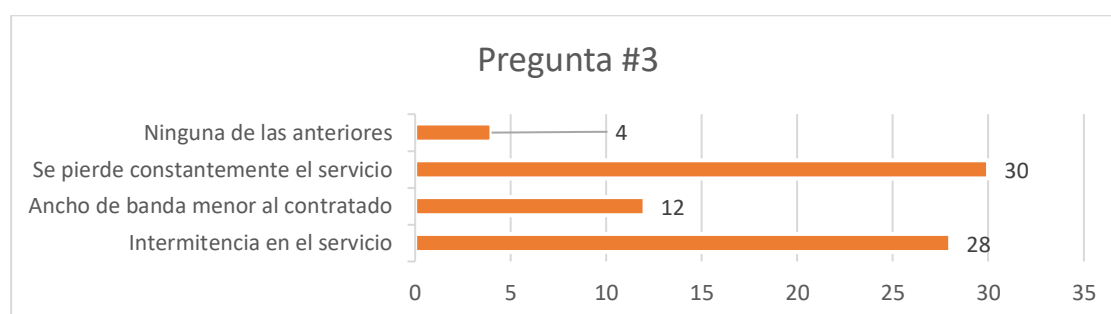
**Descripción de resultados:** Mediante los resultados obtenidos se deduce que el 95% respondió que sí existen problemas en cuanto al servicio, el 5% que no.

### 3.- ¿Cuál es el problema más recurrente en el servicio de telecomunicaciones que usted utiliza?

*Tabla 16. pregunta 3*

Respuestas	Personas Encuestadas	Porcentaje Total
<b>Intermitencia en el servicio</b>	<b>28</b>	<b>38%</b>
<b>Ancho de banda menor al contratado</b>	<b>12</b>	<b>16%</b>
<b>Se pierde constantemente el servicio</b>	<b>30</b>	<b>41%</b>
<b>Ninguna de las anteriores</b>	<b>4</b>	<b>5%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>74</b>	<b>100%</b>

*Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David*



*Figura 44 Pregunta 3. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David*

**Descripción de resultados:** Mediante los resultados obtenidos se deduce que el 41% respondió que tiene problemas de pérdida del servicio, el 38% que presenta intermitencia en el servicio y el 16% no tienen la velocidad contratada.

### 4.- ¿Está conforme con la velocidad que recibe en cuanto al servicio de Banda Ancha o internet?

*Tabla 17. pregunta 4*

Respuestas	Personas Encuestadas	Porcentaje Total
<b>Sí</b>	<b>3</b>	<b>4%</b>
<b>No</b>	<b>71</b>	<b>96%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>74</b>	<b>100%</b>

*Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David*

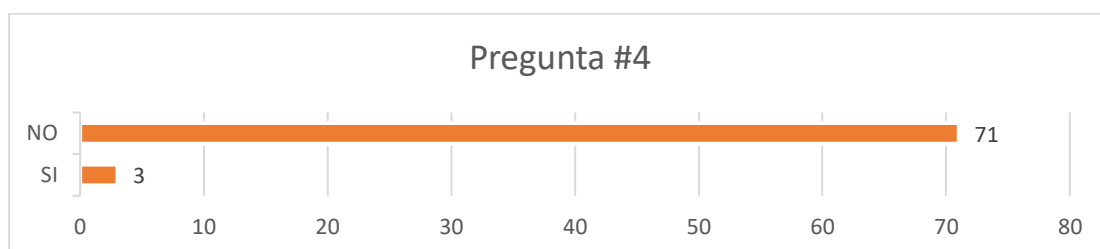


Figura 45 Pregunta 4. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

**Descripción de resultados:** Mediante los resultados obtenidos se deduce que el 96% respondió que sí, el 4% que no está conforme con la velocidad de ancho de banda recibida.

### 5.- ¿Conoce usted acerca de la fibra óptica o red PON (Red Óptica Pasiva)?

Tabla 18. pregunta 5

Respuestas	Personas Encuestadas	Porcentaje Total
<b>Si</b>	<b>72</b>	<b>97%</b>
<b>No</b>	<b>2</b>	<b>3%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>74</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

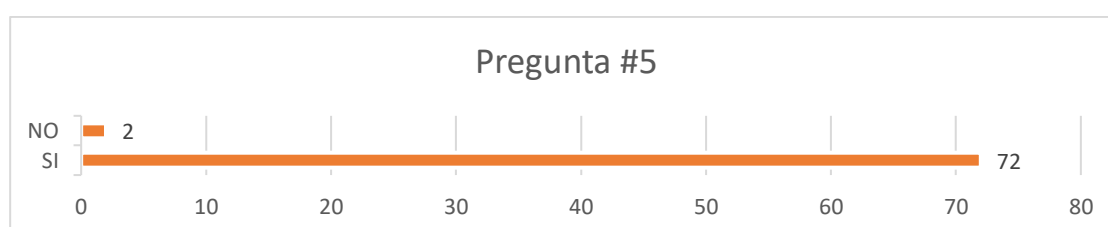


Figura 46 Pregunta 5. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

**Descripción de resultados:** Mediante los resultados obtenidos se deduce que el 97% respondió que sí, el 3% que no conoce lo que la fibra óptica.

### 6.- ¿A través de qué medio usted recibe el servicio de telecomunicación?

Tabla 19. pregunta 6

Respuestas	Personas Encuestadas	Porcentaje Total
<b>ADSL (línea telefónica)</b>	<b>2</b>	<b>3%</b>
<b>Radio Enlace (Antena)</b>	<b>70</b>	<b>94%</b>
<b>Cable Coaxial</b>	<b>2</b>	<b>3%</b>
<b>Fibra Óptica</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>74</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

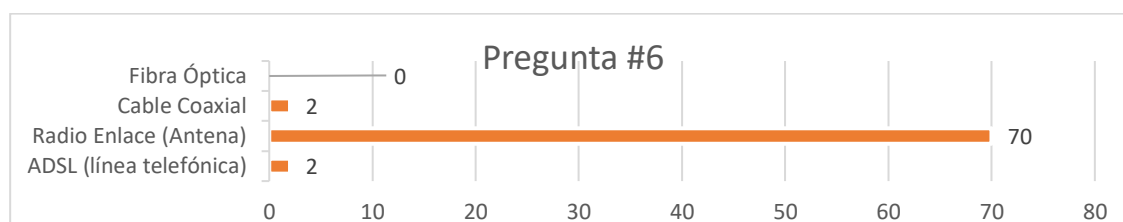


Figura 47 Pregunta 6. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

**Descripción de resultados:** Mediante los resultados obtenidos se deduce que el 94% respondió que usa radio enlace, el 3% cable coaxial y el 3% ADSL y 0% usa fibra óptica.

## 7.- ¿Qué servicio de telecomunicaciones utiliza usted en su hogar?

Tabla 20. pregunta 7

Respuestas	Personas Encuestadas	Porcentaje Total
<b>Telefonía fija</b>	<b>1</b>	<b>1%</b>
<b>Internet</b>	<b>67</b>	<b>91%</b>
<b>Telefonía fija e internet</b>	<b>6</b>	<b>8%</b>
<b>Ninguno</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>74</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

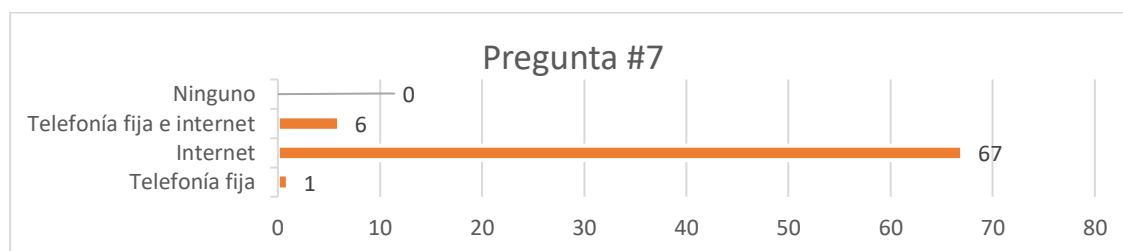


Figura 48 Pregunta 7. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

**Descripción de resultados:** Mediante los resultados obtenidos se deduce que el 91% respondió usa internet, el 8% usa telefonía fija e internet y el 1% solo telefonía fija.

## 8.- ¿Cuántos dispositivos conecta al servicio de internet?

Tabla 21. pregunta 8

Respuestas	Personas Encuestadas	Porcentaje Total
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1%</b>
<b>De 2 a 3</b>	<b>4</b>	<b>5%</b>
<b>De 4 a 6</b>	<b>10</b>	<b>14%</b>
<b>6 o más</b>	<b>59</b>	<b>80%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>74</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

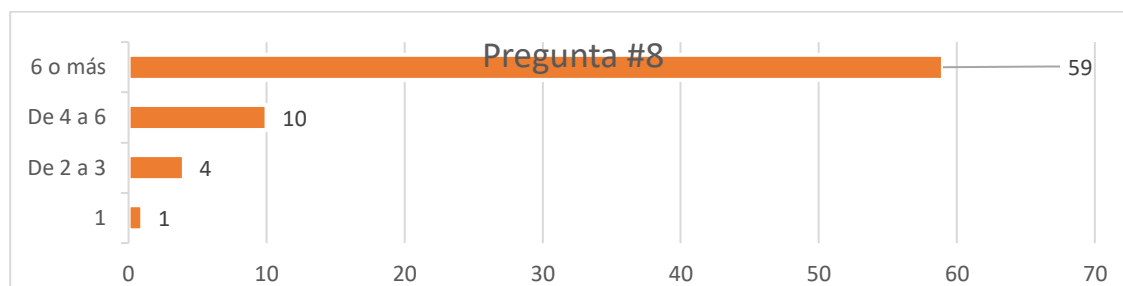


Figura 49 Pregunta 8. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

**Descripción de resultados:** Mediante los resultados obtenidos se deduce que el 89% respondió que usa 6 o más dispositivos, el 14% de 4 a 6 y el 5% de 2 a 3 dispositivos.

### 9.- ¿Creé que la tecnología GPON o fibra óptica ofrece un mejor servicio con mayor ancho de banda?

Tabla 22. pregunta 9

Respuestas	Personas Encuestadas	Porcentaje Total
<b>Totalmente acuerdo</b>	<b>54</b>	<b>74%</b>
<b>Acuerdo</b>	<b>9</b>	<b>12%</b>
<b>Desacuerdo</b>	<b>8</b>	<b>11%</b>
<b>Totalmente desacuerdo</b>	<b>2</b>	<b>3%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>74</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

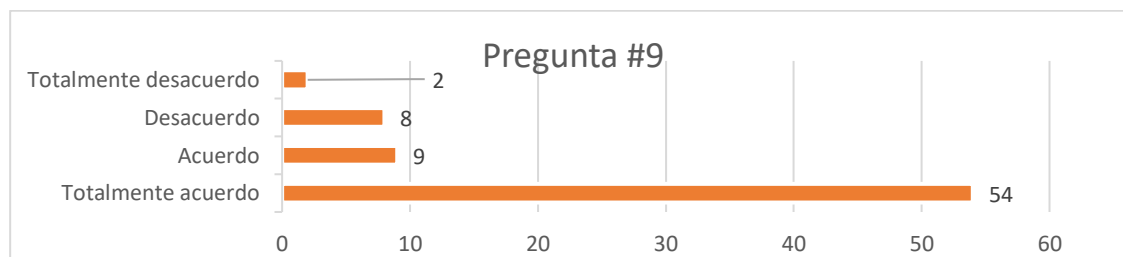


Figura 50 Pregunta 9. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

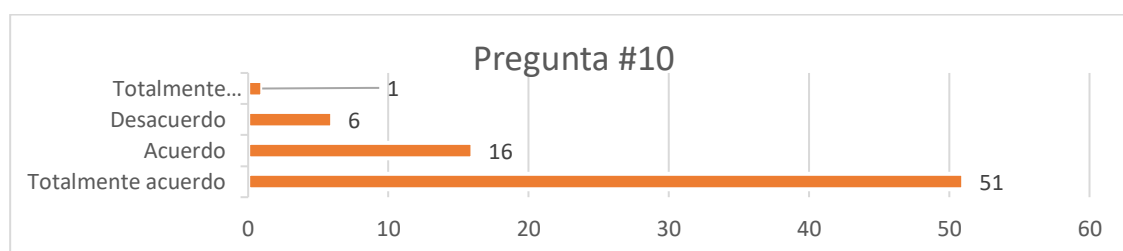
**Descripción de resultados:** Mediante los resultados obtenidos se deduce que el 74% respondió que sí está totalmente de acuerdo, el 12% este acuerdo y el 11% en desacuerdo de que la fibra óptica da un mejor servicio.

**10.- ¿Usted está dispuesto a cambiar de servicio de telecomunicaciones si se ofrece uno con mayor calidad y por medio de fibra óptica?**

*Tabla 23. pregunta 10*

Respuestas	Personas Encuestadas	Porcentaje Total
<b>Totalmente acuerdo</b>	<b>51</b>	<b>69%</b>
<b>Acuerdo</b>	<b>16</b>	<b>22%</b>
<b>Desacuerdo</b>	<b>6</b>	<b>8%</b>
<b>Totalmente desacuerdo</b>	<b>1</b>	<b>1%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>74</b>	<b>100%</b>

*Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David*



*Figura 51 Pregunta 10. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David*

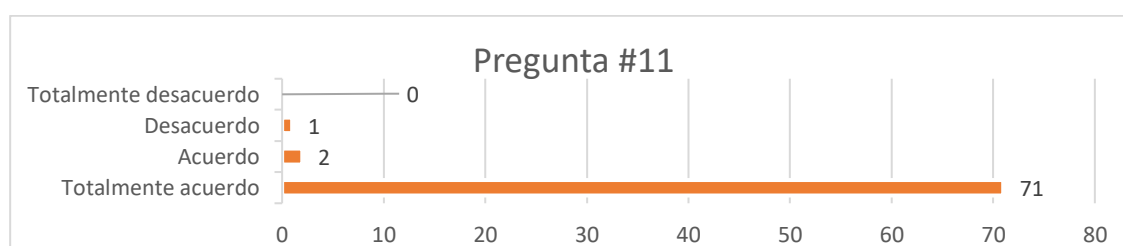
**Descripción de resultados:** Mediante los resultados obtenidos se deduce que el 69% respondió que está de totalmente acuerdo, el 22% que si acuerda y el 8% en desacuerdo en cambiar de servicio de telecomunicación.

**11.- ¿Le gustaría contratar un servicio que tenga un mejor ancho de banda por el mismo valor que cancela actualmente?**

*Tabla 24. pregunta 11*

Respuestas	Personas Encuestadas	Porcentaje Total
<b>Totalmente acuerdo</b>	<b>71</b>	<b>96%</b>
<b>Acuerdo</b>	<b>2</b>	<b>3%</b>
<b>Desacuerdo</b>	<b>1</b>	<b>1%</b>
<b>Totalmente desacuerdo</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>74</b>	<b>100%</b>

*Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David*



*Figura 52 Pregunta 11. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David*

**Descripción de resultados:** Mediante los resultados obtenidos se deduce que el 96% respondió que está totalmente de acuerdo, el 3% que este acuerdo y el 1% en desacuerdo en contratar un servicio al mismo costo del actual.

## 12.- ¿Quisiera que COACHCOMPANY POWERNET S.A. actual proveedor del servicio de telecomunicaciones otorgue el servicio por medio de fibra óptica?

Tabla 25. pregunta 12

Respuestas	Personas Encuestadas	Porcentaje Total
<b>Totalmente acuerdo</b>	<b>65</b>	<b>88%</b>
<b>Acuerdo</b>	<b>5</b>	<b>7%</b>
<b>Desacuerdo</b>	<b>3</b>	<b>4%</b>
<b>Totalmente desacuerdo</b>	<b>1</b>	<b>1%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>74</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

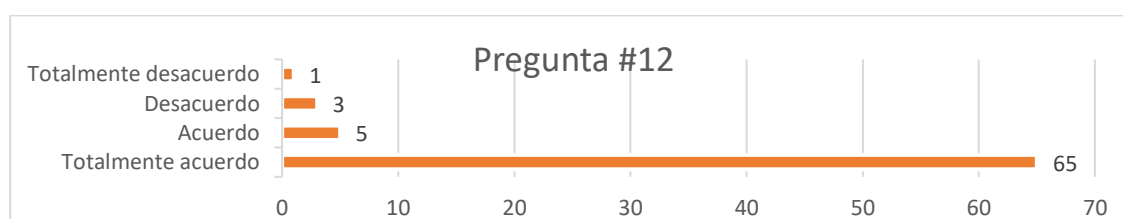


Figura 53 Pregunta 12. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

**Descripción de resultados:** Mediante los resultados obtenidos se deduce que el 88% respondió que sí está totalmente de acuerdo, el 7% acuerdo y el 4% en desacuerdo en que el servicio sea dado por la empresa COACHCOMPANY POWERNET S.A.

### 3.7. Descripción del entrevistado y justificación

La persona elegida para la entrevista es quien está al frente de la empresa Coachcompany Powernet S.A. el Ing. Carlos Vaque Haro profesional con muchos años de experiencia en las Telecomunicaciones, como fundador de la empresa y gran conocedor es la persona idónea para la entrevista ya que conoce de las conexiones de red su evolución hasta el día de hoy y además de ser un líder que está al tanto de todo lo que sucede en la empresa y quien presta su ayuda en cualquier problema que pueda presentarse en el servicio y da su pronta solución la encuesta textual se encuentra en el anexo 2.

### 3.8. Resultados de entrevista

Al realizar la entrevista al ingeniero Carlos Vaque Haro como presidente de la compañía COACHCOMPANY POWERNET S.A. se pudo evidenciar además de su gran

conocimiento en las tecnologías de comunicación de día a día, que al presentar el proyecto de investigación para el diseño de red de fibra óptica GPON está totalmente al tanto de la tecnología a utilizarse y como los beneficios que genera el uso de la misma lo que hace totalmente factible la propuesta tanto para el crecimiento de la empresa como para mejorar la calidad de los clientes en especial de la Urbanización Lomas del Bosque que son clientes que hacen uso del servicio actualmente por medio de Radioenlace dedicado y que muchas veces requieren de un servicio de atención técnica constante ya que presentan varias de las problemáticas al utilizar un medio no guiado y gracias a la entrevista se ve que la empresa está dispuesta a la acogida del diseño de red GPON.

### **3.9. Resultados de información bibliográfica y encuestas realizadas**

Mediante los resultados obtenidos por las diferentes técnicas de investigación, donde el modelo de la encuesta se encuentra en el anexo 1 mediante el cual se pudo concluir que la propuesta tecnológica cubre las necesidades de los usuarios para lo cual se evaluó su viabilidad y si en verdad podía desempeñar y cumplir con los objetivos y funciones especificadas en el presente proyecto ya que una de ellas es la mejora del servicio otorgado en la Urbanización Lomas del Bosque, satisfaciendo las necesidades de los abonados y a través de un análisis exhaustivo y recopilación de datos bibliográficos encontrar el mejor diseño a disposición para el despliegue de red PON dando como resultado la mejor opción a usarse las redes de GPON.

Como resultado de esto se pudo deducir que se requiere diseñar una conexión de red que abastezca a los usuarios del servicio de telecomunicaciones quienes están totalmente dispuestos al cambio de tecnología y mejorar así el servicio recibido; se evidencio que el proyecto es muy viable tanto para la comunidad como para los proveedores del servicio ya que estarán invirtiendo en una red cuya topología ayuda tanto a mejorar la transmisión de datos por banda ancha y acogida de más clientes en la zona según vaya poblándose o creciendo y más personas necesiten del servicio.

### **3.10. Procedimientos y pasos de investigación**

- 1) Establecer cuáles son las fortalezas y las debilidades mediante un análisis para el proyecto de investigación.
- 2) Elaboración de las preguntas haciendo hincapié en el tema principal a ser evaluado.

- 3) Planificación del lugar de despliegue, así como las necesidades a cubrir hacia los abonados.
- 4) Determinar los individuos o personas que forman parte de la muestra, estableciendo que sean las más idóneas para recabar la información y que hagan llamamiento al sentir de toda la población.
- 5) Indicar un orden en cuanto a las preguntas que se van a realizar, ordenándose basadas en su importancia donde antes de lanzar la encuesta a las personas se les hizo una breve explicación del tema a las personas que se les realizó la entrevista, para que tengan una idea más clara y general de los puntos más importantes del proyecto de investigación.
- 6) Procurar dar las gracias a las personas encuestadas por su tiempo empleado y cordialidad.
- 7) Recolectar la información y datos obtenidos, para poder clasificarlos en orden de preguntas y tabularlos.
- 8) Plantear los resultados recopilados mediante el uso de gráficos estadísticos como lo son los circulares o más conocidos como pasteles y haciendo uso de tablas para la tabulación.
- 9) Efectuar un breve resumen en cuanto a lo observado revisando el objetivo principal de la pregunta; para dar una buena interpretación y posterior análisis de cada uno de los cuestionamientos establecidos para evaluar si se cumplió con lo esperado y la conclusión que se pudo sacar de los mismos, siendo estos obtenidos de la evaluación de cada una de las preguntas individualmente.



## **Capítulo IV**

### **4.1.Propuesta Tecnológica**

A la vista de la recopilación de información obtenida en la urbanización Lomas del Bosque mediante la encuesta realizada a los habitantes de la urbanización se observó que no existe una base de fibra óptica para las viviendas y que actualmente hacen uso de una red de radioenlace y par trenzado la cual no abastece los requerimientos de los usuarios del servicio de telecomunicaciones, que en su mayoría ocasiona varias problemáticas que se dan por el medio de transmisión que se entrega el servicio, es por esto que se procede a realizar un análisis bibliográfico para indagar por las tecnologías a disposición para brindar servicios de telecomunicaciones en la actualidad por lo que se optó por la fibra óptica como medio de transmisión y donde se utiliza tecnología de red óptica pasiva PON que a nivel mundial se invierte en recursos para ampliar la velocidad de transferencia de datos como lo es el caso de un estudio realizado en Turquía donde se evidencia la capacidad de enviar 200 Gbps utilizando para ello la unión de dos tipos diferentes de propagación de señal WDM con TDM/TDMA que sí son posibles, pero se limitan a los desvíos de WDM que requieren de una longitud establecida y un BER mínimo que es la tasa mínima de errores de bits recibidos.

Al querer aplicar tecnología NG PON2 Y XGS PON que tienen velocidades entre 25 Gbps a 50 Gbps respectivamente en una zona rústica de Irlanda se demostró que tiene un gran efecto en costes de implementación y que no es requerida tanta velocidad para los habitantes de la zona por lo que la convierte en no viable para la empresa proveedora del servicio.

Al nivel regional de Latinoamérica el auge de la fibra óptica ha sido uno de los medios por los cuales se pueden transmitir varios servicios a la vez y más veloces en países como Venezuela, Perú, Bolivia y Colombia se realizaron varias propuestas de diseños, estudios y análisis de tendidos de fibra óptica como en el caso de Soatá Colombia donde se estudiaron diversos tipos de despliegues de red XPON de donde se obtuvo que, la mejor tecnología para la zona rural, en la que se desplegará el servicio es la red GPON al cubrir las necesidades de los clientes y los estándares para un servicio de calidad.

En Ecuador los estudios ejecutados sobre las redes PON han demostrado que hay una gran crecimiento de tráfico de datos en la web para lo cual se investigó en las diferentes regiones del país los diseños, estudios e investigaciones de redes de fibra óptica que se han realizado empezando por la región costa en Guayaquil, tenemos el diseño de una red GPON

que se determinó como el más adecuado según la información recolectada para aplicarlo en la Urbanización del Portón de Beata Mercedes Molina por su arquitectura y buen funcionamiento, además de que es accesible económicamente como propuesta para los distintos proveedores. En la región de sierra en Quito, se diseñó y planificó una red de fibra óptica híbrida para la transmisión de datos, voz y video donde hacen uso de un ancho de banda para HFC de 750 MHz que cubre en su totalidad la demanda de internet y de la red de cable coaxial para la última milla y al que demuestra que la fibra óptica es la mejor forma para la entrega de los servicios de telecomunicaciones utilizando un solo medio para la transmisión de datos.

Se puede concluir que al realizar un análisis investigativo mixto con herramientas del tipo exploratorio, descriptivas y explicativas, el diseño de red más apropiado para ser aplicado en la Urbanización Lomas del Bosque es la red de fibra óptica GPON dado que la velocidad requerida por los clientes no supera más de 15 a 20 Mbps tanto como subida y baja de datos como se puede observar en la siguiente figura se muestra el consumo normal de una persona en el día y durante un mes haciendo uso del servicio de banda ancha de Coachcompany Powernet S.A. y que el costo para su implementación es ajustable al de la empresa como podremos evidenciar más adelante. Teniendo esto en cuenta se definirá en la siguiente tabla los requerimientos necesarios para que la comunidad tenga un servicio óptimo para acceder a las redes de comunicación utilizando despliegue de red GPON:

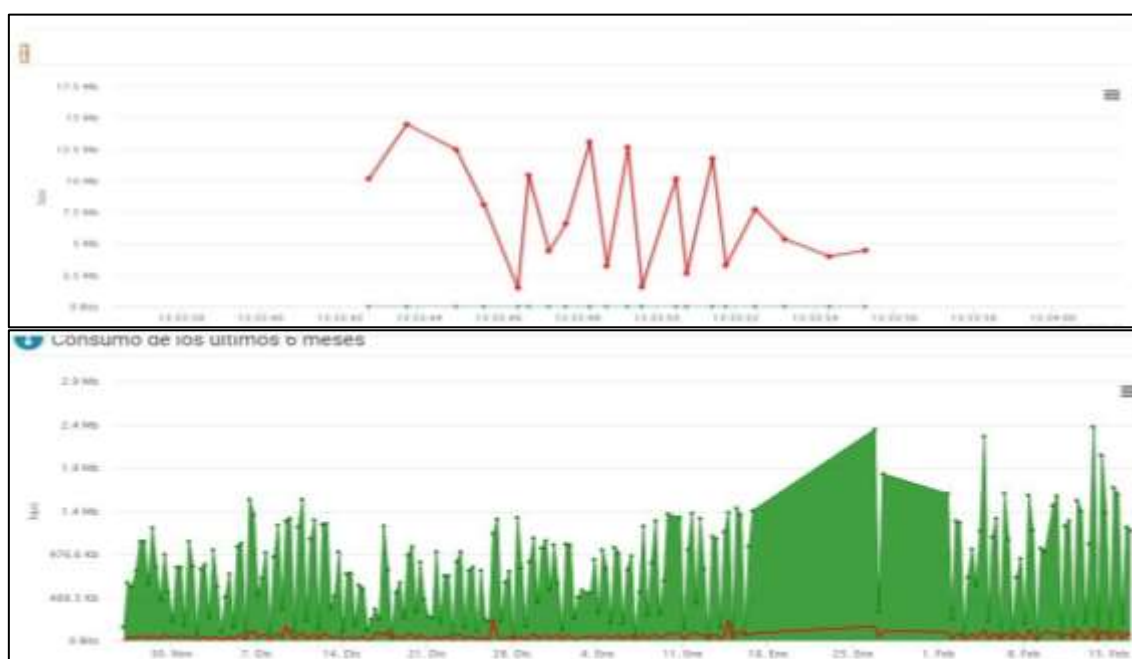


Figura 54 Comportamiento de consumo de servicio. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

Tabla 26. Requerimiento de GPON

Parámetro	Descripción
<b>Función de variación</b>	Hardware que hace de control de interfaz para la ONU/ONT.
<b>Unidad de red óptica</b>	Punto de interconexión con el cliente para brindar el servicio incluyendo de por medio otro dispositivo.
<b>Terminal de red óptica</b>	Punto de interconexión con el cliente para brindar el servicio directamente.
<b>Elemento de red</b>	Componente que utiliza las frecuencias del OLT y ONU.
<b>Interfaz en los focos de referencia S/R y R/S</b>	Punto de interacción de PON que mantiene todos los componentes para potenciar la transmisión entre la OLT y la ONU.
<b>Módulo de multiplexación por división de frecuencia</b>	No es necesaria si no se utiliza WDM para transmitir la señal.
<b>Red de distribución óptica</b>	ODN grupo de hilos ópticos en la red de entrada, mejorado por divisores, canales u otros aparatos ópticos pasivos.
<b>Terminación de línea óptica</b>	La OLT proporciona las capacidades de administración y mantenimiento para el ODN y ONU's subtendidas.
<b>Interfaz de nodo de administración</b>	Punto de conexión que permite la admisión de clientes en el Data Center o central de servicios.

Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

## 4.2. Análisis de Perspectiva

Es factible la planificación del proyecto, ya que existe un proveedor de servicios de telecomunicaciones cerca de la urbanización y en la actualidad cuenta con una infraestructura de red de conexión de radio enlace, lo que hace posible añadir este plan de nomenclatura como un desarrollo innovador.



#### 4.2.1. Perspectiva Operacional

A través del análisis de las encuestas realizadas en la urbanización Lomas del Bosque, se confirma que la mayoría de los clientes necesitan la presencia de una red de fibra óptica que llegue a cada hogar para adquirir un ancho de banda que brinde una capacidad de transferencia de datos ideal a cada abonado que utilice el servicio de banda ancha, una de las opciones es la ejecución del plan propuesto.

#### 4.2.2. Perspectiva Técnica

Se utilizarán varios equipos que se instalarán en el nodo. Se cuenta con una oficina y un cuarto de Rack perteneciente a la administración en la urbanización Lomas del Bosque, siendo la inversión factible para implementar el diseño, desarrollado en este trabajo de investigación. En la siguiente tabla se detallan los componentes de software que participarán en el proyecto.

**Tabla 27.** Software Utilizados

Software Utilizados	
<b>Google Earth</b> 	Diseño de penetración de red y ubicación
<b>OptiSystem</b> 	Simulador de Red de fibra óptica

Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

### 4.2.3. Perspectiva Legal

El plan de una red FTTH GPON para la Urbanización Lomas del Bosque no va en contra de las disposiciones autorizadas de la urbanización, ni desconoce la normativa pública del país.

Asimismo, cumple con los prerequisites especializados e imprescindibles para que un plan de red de acceso satisfaga su finalidad a la hora de la ejecución, que es dar una buena transmisión de información de gran calidad.

### 4.2.4. Perspectiva Económica

La viabilidad financiera incorpora los gastos del proyecto de organización de la fibra óptica GPON FTTH, los gastos de las obras comunes, los gastos de las obras para la ejecución de la propuesta innovadora y el plan de gastos de la empresa y los beneficios.

Según la tabla adjunta, el plan financiero de los materiales es de 9347.00 dólares, con detalles punto por punto de cada uno.

*Tabla 28. Presupuesto Financiero*

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor por Unidad</b>	<b>Valor Total</b>
<b>PSTEL fibra ADSS 6H 120 SPAN 80 g.652D</b>	10000 m	\$ 0.26	\$ 2600.00
<b>Caja NAP 1:16</b>	1	\$ 67.00	\$ 67.00
<b>Conectores SC/APC</b>	200	\$ 0.75	\$ 150.00
<b>Adaptadores hembra pasamuros SC/APC</b>	200	\$ 0.25	\$ 50.00
<b>Roseta APC con Pigtails SC/APC</b>	30	\$ 3.00	\$ 90.00
<b>ONU V-sol HG8546M</b>	30	\$ 30.00	\$ 900.00
<b>Herrajes De Poste</b>	250	\$ 10.00	\$ 2500.00
<b>Caja NAP 1:8</b>	9	\$ 34.00	\$ 306.00
<b>Caja NAP 1:4</b>	2	\$ 26.00	\$ 52.00
<b>OLT V-sol V1600G0-B</b>	1	\$1832.00	\$1832.00
<b>Mano de obra</b>	4 Dias	\$ 800.00	\$ 800.00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 9347.00</b>

*Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David*

### **4.3. Propuesta de red PON**

La propuesta de configuración de la red se considera una mejora en cuanto a la naturaleza del acceso a la web, por lo que debemos crear un plan que dé calidad e inclusión a toda la zona para limitar los costes de desarrollo de la red y los costes de trabajo para recuperar el interés en un breve plazo de tiempo trabajando en el mismo servicio de telecomunicaciones. El objetivo principal de esta exploración es planificar una red GPON para la Urbanización Lomas del Bosque desarrollando y mejorando la señal de internet.

#### **4.3.1. Red existente**

Esta propuesta mostrará el plan de una red troncal que cubra toda la urbanización Lomas del Bosque permitiendo ofrecer a COACHCOMPANY POWERNET S.A. una asistencia web y de banda ancha de primer nivel a través de la innovación GPON utilizando fibra óptica siendo este el mejor método para la transmisión dando un límite más prominente a costos razonables, ya que actualmente se manejan a través de redes de radiofrecuencias dedicadas para los clientes, lo que nos dará un beneficio ya que son uno de los proveedores con más abonados previamente introducidos en la urbanización.

La preparación y el límite de la organización se ha enmarcado en la cantidad de habitantes, así como en el desglose de los gastos, la simplicidad de la instalación de la acometida de los propietarios y la extensión de la red. El plan propuesto se basará en los principios establecidos por la organización que administra todas las organizaciones de telecomunicaciones del país.

#### **4.3.2. Red propuesta**

El diseño propuesto de la red que se aplicará en este emprendimiento incluye el establecimiento de numerosas decisiones principales en cuanto al desarrollo de la organización, ya que es fundamentalmente importante lograr un diseño de red productivo que racionalice los activos, disminuya los gastos especulativos y funcionales, permitiendo la recuperación del capital en un breve plazo.

Logrando el mejor grado de adaptabilidad y en este sentido, a la luz del objetivo principal de este emprendimiento, se completará el diseño de una red GPON que dará comunicación y acceso al servicio de banda ancha a la Urbanización Lomas del Bosque.

#### **4.3.3. Tipo de red que se usará**

La fibra óptica es el medio de transmisión más ideal hoy en día, ya que tiene una alta velocidad de transferencia, la misma que está restringida dependiendo del hardware que se asocia, en consecuencia, es fundamental tener una alta capacidad de transmisión para ofrecer una gran calidad de asistencia en la comunicación y la web.

Para ello se aboga por que una red de ingeniería con fibra óptica sea una red fiable, por lo que no es inamovible involucrar la fibra óptica en este plan. Además, pensando en las consecuencias de la visión general llevada a cabo en el apartado anterior, se presume que la ingeniería a utilizar en este plan será GPON y FTTH Fiber To The Home, que permite llegar al cliente con fibra óptica, que para esta situación serán los hogares de los habitantes de la urbanización, directamente desde la OLT a las ONTs que se situarán en los hogares de los partidarios. El beneficio fundamental de estas redes es que se requiere un hardware activo principal en los extremos de la transmisión, lo que hace que la ejecución de esta red sea más sencilla, permitiéndonos menos fallas y el costo de mantenimiento es mucho menor a los otros tipos de redes.

- En este proyecto, utilizaremos una red GPON con las cualidades que se indican a continuación:
- El nivel de división utilizado en esta empresa es de 1:12, 1:8 y 1:4 divisores, debido a la cantidad de clientes que tendremos y a la mejor asociación en las cajas de difusión.
- Se trata de ofrecer un 94% de eficiencia en función del tipo de administración que se vaya a dar.
- Trabajaremos con fibra al cliente.

#### **4.3.4. Topología de la red**

Debido a los grandes niveles de potencia que se manejan en las redes con la innovación GPON, se pueden aplicar algunas topologías de conexiones que nos permiten cambiarla según la circunstancia del campo donde se aplicará.

En el proyecto de investigación se utilizará una topología de dos niveles, esta comprende la interconexión del hub o nodo focal con un splitter óptico siendo el nivel primario y en la caja de dispersión o NAP un segundo splitter óptico de segundo nivel.

#### **4.3.5. Tipo de fibra a usarse**

Para esta red se utilizará un enlace de fibra óptica monomodo dirigido G. 652 D con recubrimiento anti roedores, siendo esta fibra la que tiene más seguridad notable en cuanto a tendido y mantenimiento de esta fibra, esta fibra se situará en la postería que se encuentra en la Urbanización Lomas del Bosque.

La forma más factible para el emprendimiento es la utilización de los ejes previamente ejecutados por la urbanización para los enlaces de telecomunicaciones, ya que se adquiere como beneficio un establecimiento más sencillo, igualmente funciona con el mantenimiento, permite la rápida detección de daños en el enlace y eliminaría el gasto inútil lo que determina en un tendido más asequible para el despliegue de la red GPON. Para esta situación utilizaremos una fibra de 16 hilos.

A causa de la red de acceso del cliente, generalmente no se han visto grandes distancias ya que intentamos que se cumplan las directrices de COACHCOMPANY POWERNET S.A. Además, las cajas NAP se ubicaron de la manera más eficaz para no sobrepasar la longitud máxima permitida y dar posibilidad a todos los clientes. Para esta situación, se utilizará una fibra drop compuesta por dos hilos de fibra óptica para la acometida del cliente final.

#### **4.4. Ubicación de Data center y OLT**

En el mercado existen varios tipos de OLT de línea óptica con diversas calidades y límites especializados, todo depende de la cantidad de soportes y de las administraciones que se necesiten dar, esta área estará en un rack cerca de la ruta del odf en la Urbanización Lomas del Bosque en un cuarto adecuado para dicho hardware. Para el despliegue de red se utilizará una única OLT v-sol V1600G0-B con las siguientes cualidades:

- OLT con estructura de 4 puertos PON que soportará hasta 128 ONTs utilizando módulos SFP C++, pero por transporte de red ya que este tipo de equipos soportan hasta 512 ONTs.
- La OLT garantiza una distancia de transmisión de 20 km.
- Las tarjetas GPON se asociará a través de una fijación de fibra óptica a los Splitters de nivel principal que estarán situados en un coordinador en el hub.



- La OLT debe ser razonable, lo que permite disponer de los clientes con la asistencia que contratan y a la vez permite una comprobación constante para decidir cuando un cliente tiene alguna carga en su administración.
- Un elemento más de la OLT debe ser un hardware que funcione en multiplexación por división de frecuencia, ya que las redes GPON utilizan las frecuencias adjuntas para ofrecer administraciones de comunicaciones de difusión:
- 1310 nm para voz e información, asociación ascendente desde el cliente hasta la OLT.
- 1490 nm para voz e información, enlace descendente desde la OLT al cliente.
- 1550 nm para vídeo RF y enlace descendente.
- El acceso a la red que se contrate pasará por la OLT mediante fibra óptica, y estará aislado por el marco de la OLT.
- Los clientes tendrán direcciones IP por defecto de forma progresiva hacia las ONTs de los equipos finales.
- La OLT dispondrá de una fuente de alimentación de 120 V.

#### **4.5. Ubicación de los Splitters**

En la propuesta para el diseño de la red GPON en la Urbanización Lomas del Bosque, se ubicará un Splitter de 1:16 en el nodo, y a lo largo del tendido de red se ubicará 9 Splitters de 1:8 y dos Splitters de 1:4.

#### **4.6. Beneficios del proyecto**

Teniendo en cuenta las circunstancias actuales del mercado con respecto a la utilización de proveedores de internet, mostraremos las ventajas de referencia de los materiales que se pueden utilizar para la ejecución de la red GPON en la Urbanización Lomas del Bosque. Comenzando por los ODFs, que es el lugar donde se concibe la red GPON, ya que es el lugar donde se asociaron los equipos que darán el soporte web y de banda ancha de los contenedores.

En cuanto a la recuperación de la especulación planteada en la red GPON en la Urbanización Lomas del Bosque, será factible investigarla con nuestro estudio realizado anteriormente y se ha resuelto que tendremos un grado de reconocimiento increíble en los clientes.

#### 4.7. Diseños de la red GPON

Esta imagen muestra las zonas de los postes para la difusión de la red GPON y la zona de penetración de la red troncal en su diseño los planos están ubicados en el anexo 7.



Figura 55 Cobertura red GPON. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

##### 4.7.1. Simulador

Dado que la red GPON hace uso de elementos pasivos y no hay muchos sistemas de simulación, se optó por recrear una situación para el cliente final más lejano de red en la última milla para el plan propuesto.

El simulador a utilizar se denomina OPTISYSTEM adaptación 7.0.0 con este dispositivo se pueden planificar un caso que podría ocurrir en nuestra red consiguiendo así un elemento Q o componente de calidad y un BER base o tasa de error mínimo de bits, según la norma de calidad ITU G982.2, conociendo casos de una red GPON en buen funcionamiento y una red que no funciona.

##### 4.7.2. Optisystem

Es un software de diseño creativo e innovador, de rápido avance y muy potente que permite a los clientes planificar, probar y recrear prácticamente todo tipo de conexión óptica en la capa de transmisión de una amplia gama de redes ópticas, desde LAN, SAN, MAN hasta lo que son ultra grandes distancias. Ofrece la planificación y la organización del diseño de la arquitectura de red óptica de la capa de transmisión desde el nivel del inicio del sistema,

y presenta la investigación y las situaciones hacia el exterior para poder previsualizarlas (Systems, 2022).

La programación de recreación Optisystem de Optiware permite la recreación de la comunicación y envío de datos de fibra óptica a nivel de capa real, consolidando una amplia biblioteca de partes de transmisores, filamentos, colectores, altavoces ópticos. Asimismo, incorpora instrumentos virtuales, como osciloscopios, analizadores de rango óptico y eléctrico, o esquemas oculares; a pesar de que su instrumento realmente virtual es un evaluador muy apegado a lo real ya que incorpora una tasa de error de ciclo conocida como BER, un límite de calidad fundamental en los diseños de red de transmisión avanzados. Para el examen de la naturaleza de las posibles situaciones, será a través de un diagrama de ojo y con las calidades dadas por las normas ITU G982.2 (Systems, 2022).

#### 4.7.3. Cálculo de atenuación de señal

Atenuación es una proporción de la pérdida de potencia de una señal o potencia luminosa como se hace a través del medio guiado de fibra óptica, que se produce cuando los pulsos de la luz se propagan a través de un hilo de fibra. Las estimaciones se caracterizan normalmente en decibelios o dB. Como se puede observar en la imagen adjunta donde el cálculo de potencia por atenuación en cada tramo de fibra, tomando en cuenta el despliegue de la fibra en la zona y las pérdidas por conectores y fusiones que se dan en el tendido de red.

CÁLCULO DE PERDIDA DE FIBRA O ATENUACION								
FIBRA	SALIDA OLT	SPLITTER 1A16	LONGITUD DE FIBRA	SPLITTER 1AX	CONECTORES	MARGEN DE ERROR	TOTAL DE ATENUACION	COLOR DE FIBRA
FO-1A	6	-12	-0,90	-9	-1,8	-2,64	-20,34	AZUL
FO-2B	6	-12	-0,04	0	-1,8	-2,64	-10,48	NARANJA
FO-3C	6	-12	-0,38	-9	-1,8	-2,64	-19,82	VERDE
FO-4D	6	-12	-0,43	-9	-1,8	-2,64	-19,87	CAFÉ
FO-5E	6	-12	-0,45	-6	-1,8	-2,64	-16,89	GRIS
FO-6F	6	-12	-0,50	-9	-1,8	-2,64	-19,94	BLANCO
FO-7G	6	-12	-0,64	-6	-1,8	-2,64	-17,08	ROJO
FO-8H	6	-12	-0,65	-9	-1,8	-2,64	-20,09	NEGRO
FO-9I	6	-12	-0,81	-9	-1,8	-2,64	-20,25	AMARILLO
FO-10J	6	-12	-0,50	-9	-1,8	-2,64	-19,94	VIOLETA
FO-11K	6	-12	-0,38	-9	-1,8	-2,64	-19,82	ROSADO
FO-12L	6	-12	-0,26	-9	-1,8	-2,64	-19,70	CELESTE
FO-13M	6	-12	0,00					
FO-14N	6	-12	0,00					
FO-15Ñ	6	-12	0,00					
FO-16O	6	-12	0,00					

Figura 56 Cálculo de atenuación por fibras. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

#### 4.7.4. Diagrama de ojo

El esquema o diagrama de ojo, generalmente utilizado en el examen de las formas de onda en las comunicaciones de medios informáticos, se compara básicamente con un

gráfico que muestra la superposición de las distintas mezclas potenciales de unos y ceros en un determinado tiempo y número de bits. Estas señales enviadas por la conexión permiten adquirir las cualidades de los pulsos de propagación a través de los medios de transmisión de señal, ya sea a través de fibra óptica, par enrollado, coaxiales, conexiones satelitales, entre otros. Para trabajar en la programación de OptiSystem, es importante distinguir las áreas de funcionamiento de la aplicación.

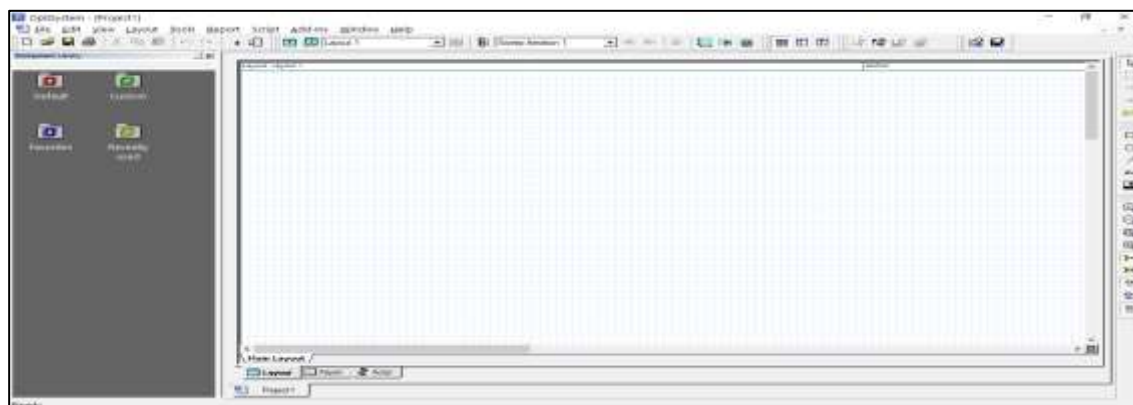


Figura 57 Área de trabajo de OptiSystem. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

Para la simulación de la red GPON, se toma en cuenta dos elementos muy importantes para el análisis adecuado de calidad de la señal que son:

Factor Q (Factor de calidad) y Mínimo BER (Tasa de error de bit mínima).

- Componente de calidad (factor Q). - Según la norma ITU G982.2, el factor Q debe ser equivalente o superior a 6.
- Tasa de error mínima (BER mínimo). - Según la norma UIT G982.2, debe ser equivalente o inferior a  $1 \times 10^{-10}$ , lo que es comparable a la creación del menor error de bits de entre 10.000 millones de bits comunicados.

En la figura se ve que para el diseño de la red general en la Urbanización Lomas del Bosque se separará en 5 secciones para cumplir con los prerequisites desde el data center donde se encuentra el nodo hasta el cliente final al entregar el servicio.

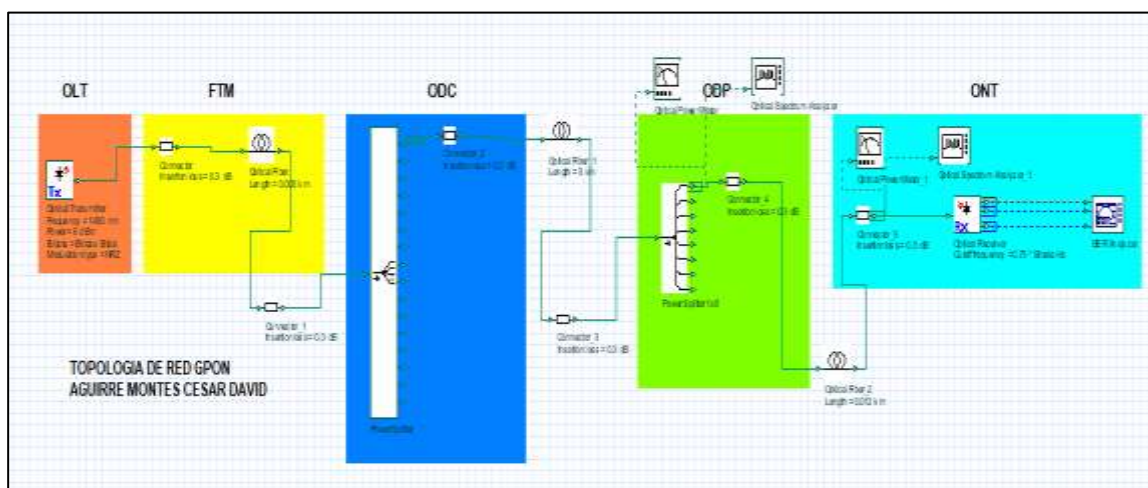


Figura 58 Diseño de red con fibra óptica GPON. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

A continuación, se muestra el diseño usado para la simulación en la programación en OptiSystem. La parte superior izquierda muestra la región de OLT, donde se producirá la señal y la potencia de salida del puerto PON producidas de un transmisor óptico que recrea la transmisión de información con una modulación NRZ para la seguridad de la información de retorno de bits, y la parte derecha muestra el cliente final más lejano u ONT con el diseño que será el sistema de prueba.

Este modelo se tomará como referencia para la simulación, la naturaleza del servicio de telecomunicaciones que se ofrecerá, ampliando los estados de una conexión para los clientes que se atienden desde un terminal OLT.

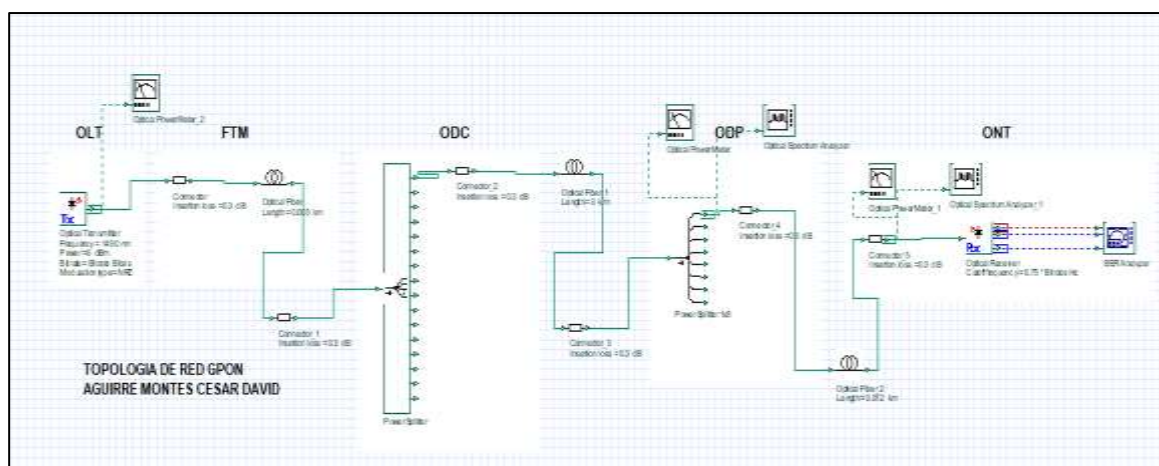


Figura 59 Diseño GPON. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David



Se visualiza la potencia inicial que se envía a través del puerto Pon de un OLT y que es de 3,404 dBm.

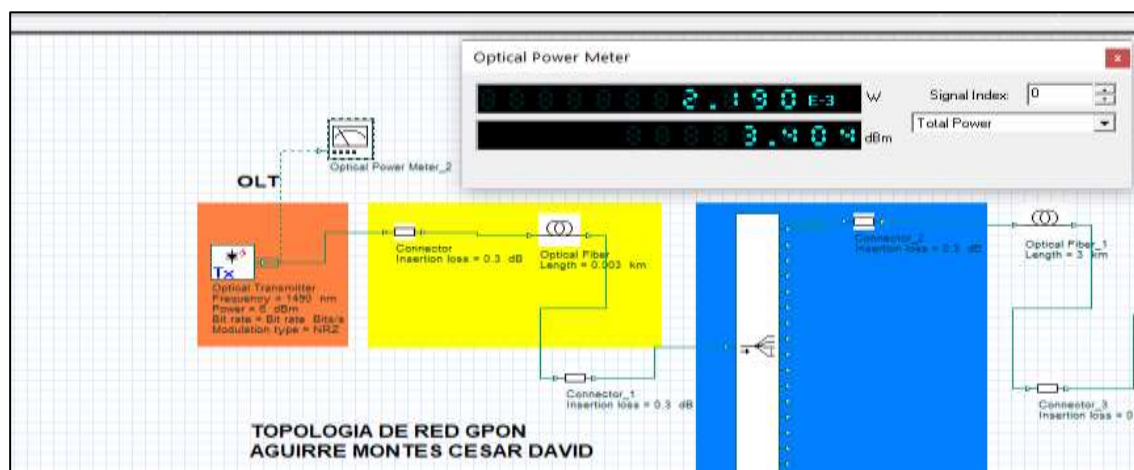


Figura 60 Potencia de salida de OLT. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

En la figura a continuación se muestra el escenario del cliente final donde se evidencia el mantenimiento de la red, y que garantiza su funcionamiento adecuado.

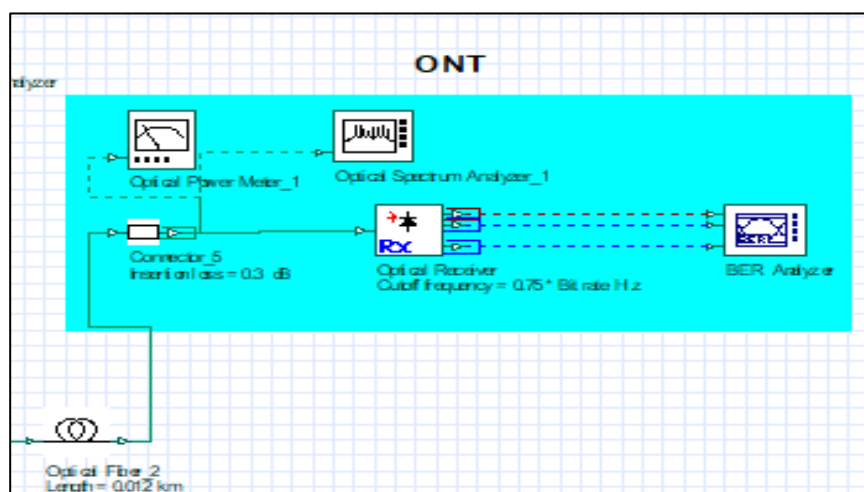


Figura 61 Escenario cliente más final. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

En la figura se muestra la potencia recibida en el cliente final más lejano que es de -20.492 dBm, por lo que se concluye que es una potencia dentro del rango aceptado por la ITU para establecer el enlace, comprobado con los factores Q y el Min BER. También podemos observar en el analizador de espectro de potencia como crece la gráfica en base se acerca a la frecuencia de 1490μ que es la frecuencia en la que se transmite la señal.

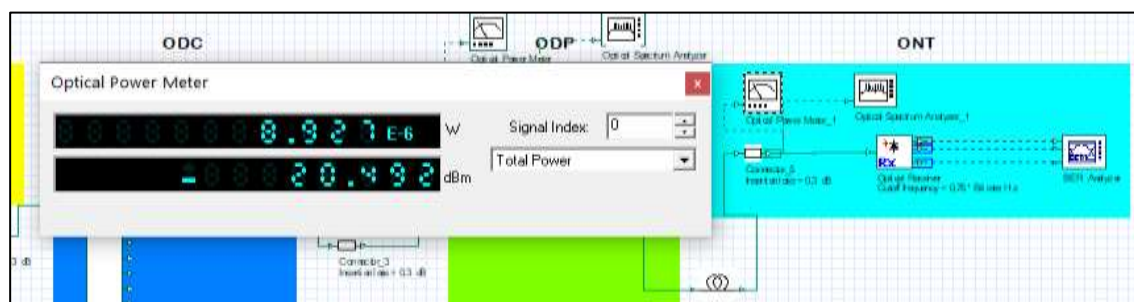


Figura 62 Potencia cliente final más lejano. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

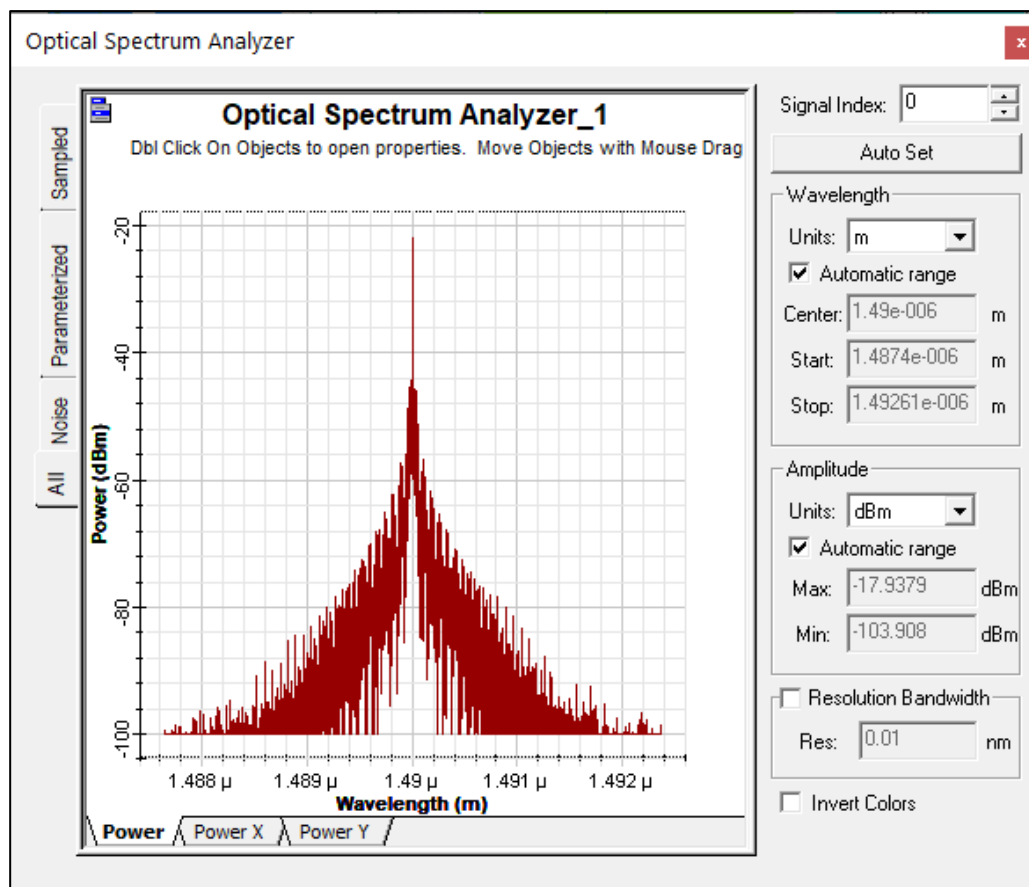


Figura 63 Espectro de Potencia cliente más lejano. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

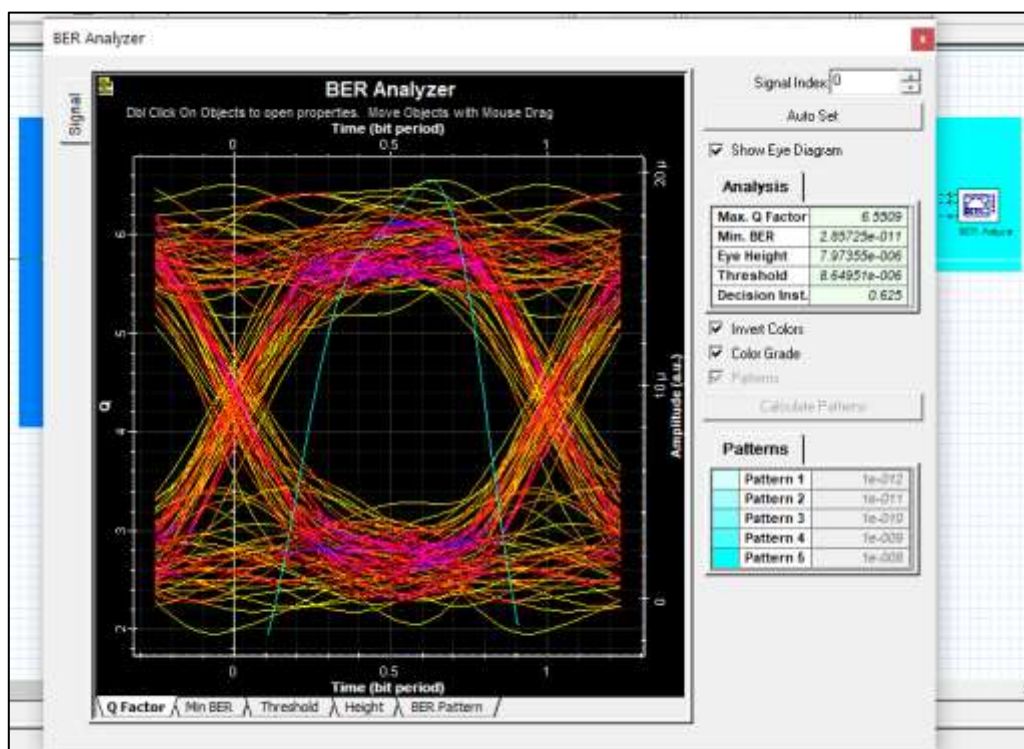


Figura 64 Nivel de Potencia cliente más lejano. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David

Para esta situación, muy bien se puede encontrar en la figura adjunta que el cliente más lejano tiene un Factor Q equivalente a 6,5509 y una BER mínimo equivalente a  $2,85725 \times 10^{-11}$ , y eso implica que se produce poca pérdida de bits erróneos de la transmisión completa, teniendo en cuenta que este es el cliente más lejano para ofrecer servicio.

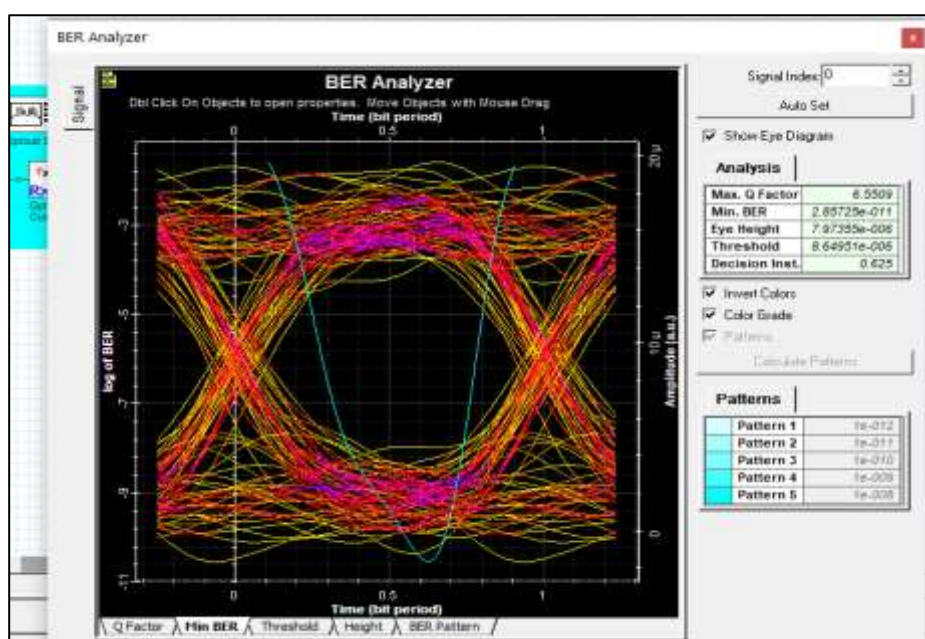


Figura 65 Potencia cliente más lejano. Fuente: Propia Elaborado por: Aguirre Montes César David



#### 4.8. Conclusiones

- Al realizar el estudio bibliográfico de las tecnologías que utiliza el proveedor del servicio de telecomunicaciones en contraste con las tecnologías PON propuestas en este proyecto se evidencio varios tipos de tecnología de alta velocidad en cuanto se escogió la mejor opción entre estas acorde los requerimientos de la población dado los antecedentes bibliográficos.
- Mediante un análisis investigativo mixto se obtuvo que el diseño de red más apropiado para ser aplicado en la Urbanización Lomas del Bosque es la red de fibra óptica GPON dado que la velocidad requerida por los clientes no supera más de 15 a 20 Mbps tanto como subida y baja de datos, durante un mes haciendo uso del servicio de banda ancha de Coachcompany Powernet S.A. y que el costo para su implementación es ajustable al de la empresa como se pudo apreciar a inicios de este capítulo.
- Con un análisis profundo de las redes y el diseño trazado en la plataforma de OptiSystem, se concluyó que la red de acceso debería tener un mantenimiento periódico tomando en cuenta los diversos tipos de arquitecturas de red PON, pero considerablemente menos frecuente repetitivo que la red de conexión por radioenlace para garantizar que se cumpla con el requerimiento del servicio ofrecido y establecidos en el diseño.

#### 4.9. Recomendaciones

- Distinguir las zonas de la Urbanización Lomas del Bosque, en las que existe interés por el servicio de banda ancha, para extender la red GPON a diferentes escenarios, consiguiendo un número más destacado de clientes.
- Trazar planes de gasto renovados como indicativos de beneficios y tener la opción de completar futuras ejecuciones en la Urbanización. Utilizar los medios de promoción de ofertas para lograr el desarrollo de los clientes, utilizando los hilos de reserva accesibles y lograr una mayor competencia en el mercado objetivo.
- Se recomienda utilizar otros tipos de tecnología en cuanto a redes PON con respecto a las tecnologías innovadoras con NGPON2 o XGSPON que son tecnologías que alcanzan un alto nivel de velocidad, pero actualmente muy costosas para su implementación para la entrega en un hogar o red FTTH por lo que se sugiere tomar en cuenta al momento de que sean accesibles en un futuro.

## *Anexos*

### *Anexo 1: Encuesta del Proyecto de Investigación*

Encuesta dirigida a los habitantes de la Urbanización Lomas del Bosque que hacen uso del servicio de telecomunicaciones por parte del proveedor Coachcompany Powernet S.A.; para conocer, recopilar información de acuerdo a las necesidades y estado actual de los residentes y el impacto que tendría la propuesta tecnológica.

**1.- ¿Se encuentra satisfecho con el servicio de telecomunicaciones que recibe por parte del proveedor?**

Totalmente acuerdo      Acuerdo      Desacuerdo      Totalmente desacuerdo

**2.- ¿Presenta problemas como pérdida de conexión, lentitud con mucha frecuencia en su servicio?**

Si      No

**3.- ¿Cuál es el problema más recurrente en el servicio de telecomunicaciones que usted utiliza?**

Intermitencia en el servicio      Ancho de banda menor al contratado  
Se pierde constantemente el servicio      Ninguna de las anteriores

**4.- ¿Está conforme con la velocidad que recibe en cuanto al servicio de Banda Ancha o internet?**

Si      No

**5.- ¿Conoce usted acerca de la fibra óptica o red PON (Red Óptica Pasiva)?**

Si      No

**6.- ¿A través de qué medio usted recibe el servicio de telecomunicación?**

ADSL (línea telefónica)      Radio Enlace (Antena)      Cable Coaxial      Fibra Óptica

**7.- ¿Qué servicio de telecomunicaciones utiliza usted en su hogar?**

Telefonía fija      Internet      Telefonía fija e internet      Ninguno

**8.- ¿Cuántos dispositivos conecta al servicio de internet?**

1                      De 2 a 3                      De 4 a 6                      6 o más

**9.- ¿Creé que la tecnología GPON o fibra óptica ofrece un mejor servicio con mayor ancho de banda?**

Totalmente acuerdo      Acuerdo      Desacuerdo      Totalmente desacuerdo

**10.- ¿Usted está dispuesto a cambiar de servicio de telecomunicaciones si se ofrece uno con mayor calidad y por medio de fibra óptica?**

Totalmente acuerdo      Acuerdo      Desacuerdo      Totalmente desacuerdo

**11.- ¿Le gustaría contratar un servicio que tenga un mejor ancho de banda por el mismo valor que cancela actualmente?**

Totalmente acuerdo      Acuerdo      Desacuerdo      Totalmente desacuerdo

**12.- ¿Quisiera que COACHCOMPANY POWERNET S.A. actual proveedor del servicio de telecomunicaciones otorgue el servicio por medio de fibra óptica?**

Totalmente acuerdo      Acuerdo      Desacuerdo      Totalmente desacuerdo

*Anexo 2: Entrevista del Proyecto de Investigación***1.- ¿Por favor de una breve explicación del servicio prestado por la empresa Coachcompany Powernet S.A.?**

**Respuesta:** Es una empresa de servicios de Internet que brinda un servicio de calidad con grandes ofertas y promociones que facilitan que las personas tengan acceso a Internet en sus hogares ya que se cuenta con varios planes de navegación que se ajustan al presupuesto económico del cliente.

**2.- ¿Al emprender en el mercado de las telecomunicaciones, como considera la tecnología PON para aplicarlo en la empresa?**

**Respuesta:** La tecnología de red pasiva es algo que ha innovado el mercado de las telecomunicaciones ya que facilita la instalación y no requiere al ser elementos pasivos de energía eléctrica para su funcionamiento por lo que puede ir a la intemperie con mayor confianza y sin la preocupación de que surjan daños por efecto de cortes de luz o de efectos ambientales como las lluvias, elevadas temperaturas, entre otros; y es por ello que además de dar varias ventajas tiene un mayor alcance y cobertura de área, permitiendo llegar a lugares de difícil acceso que es uno de los objetivos de Coachcompany al entregar un servicio.

**3.- ¿Cree usted que se mejorará el servicio actual, atenciones diarias por parte del cliente en áreas como servicio técnico y satisfacción del cliente; al aplicar Fibra Óptica como medio de transmisión de datos?**

**Respuesta:** Claro que sí, ya que al aplicar la fibra óptica como un medio de transmisión de datos y ser un medio guiado tiene mucha más eficiencia y eficacia al entregar el servicio ya que se generan pocas pérdidas de paquetes como se producen al usar antenas de radio enlace que al ser un medio no guiado tiene muchas atenuaciones y depende mucho del terreno que se trabaje y la frecuencia de banda en la que se transmite que al ser libre se copa por otros proveedores, lo que hace que las atenciones al cliente sean diarias y en el uso de esta tecnología de fibra solo se debe de procurar por un buen mantenimiento de la red troncal de fibra y así las llamadas al servicio técnico si serán reducidas.

#### 4.- ¿Por qué se elegiría un diseño de red con tecnología GPON?

**Respuesta:** En el mercado tengo entendido que existen varios diseños de redes de fibra óptica de los cuales la GPON es la que más se adapta al servicio que se da como empresa ya que se ofrece el servicio a varios clientes que tienen un consumo máximo de hasta 50 Mbps y por lo cual no requieren de altas velocidades para cubrir sus necesidades en cuanto a dependencia del servicio por lo que el diseño GPON que es un diseño con capacidad de gigabyte es el ideal y que se adaptaría al entorno del servicio.

#### 5.- ¿Cuál es su opinión acerca de las redes de fibra óptica GPON y conociendo que esto atraería más clientes además de ser una inversión que se recuperara en corto plazo?

**Respuesta:** Considero que es un medio por el cual se puede obtener varias ventajas como mejora en la calidad del servicio, reducción de atenciones de servicio técnico, menos pérdidas de paquetes de datos, transmisión de varios servicios de telecomunicaciones por el mismo medio y esto hace que sea un diseño de red el cual aplicaría en mi empresa tanto para actualizar la manera en que se entrega el servicio, como para la acogida de nuevos clientes y ponernos a competir en el mercado de telecomunicaciones el cual es muy cambiante y del cual depende en su totalidad de la calidad del servicio otorgado por lo cual estaría muy gustoso en la migración de antenas de radio enlace a un sistema GPON de fibra óptica.

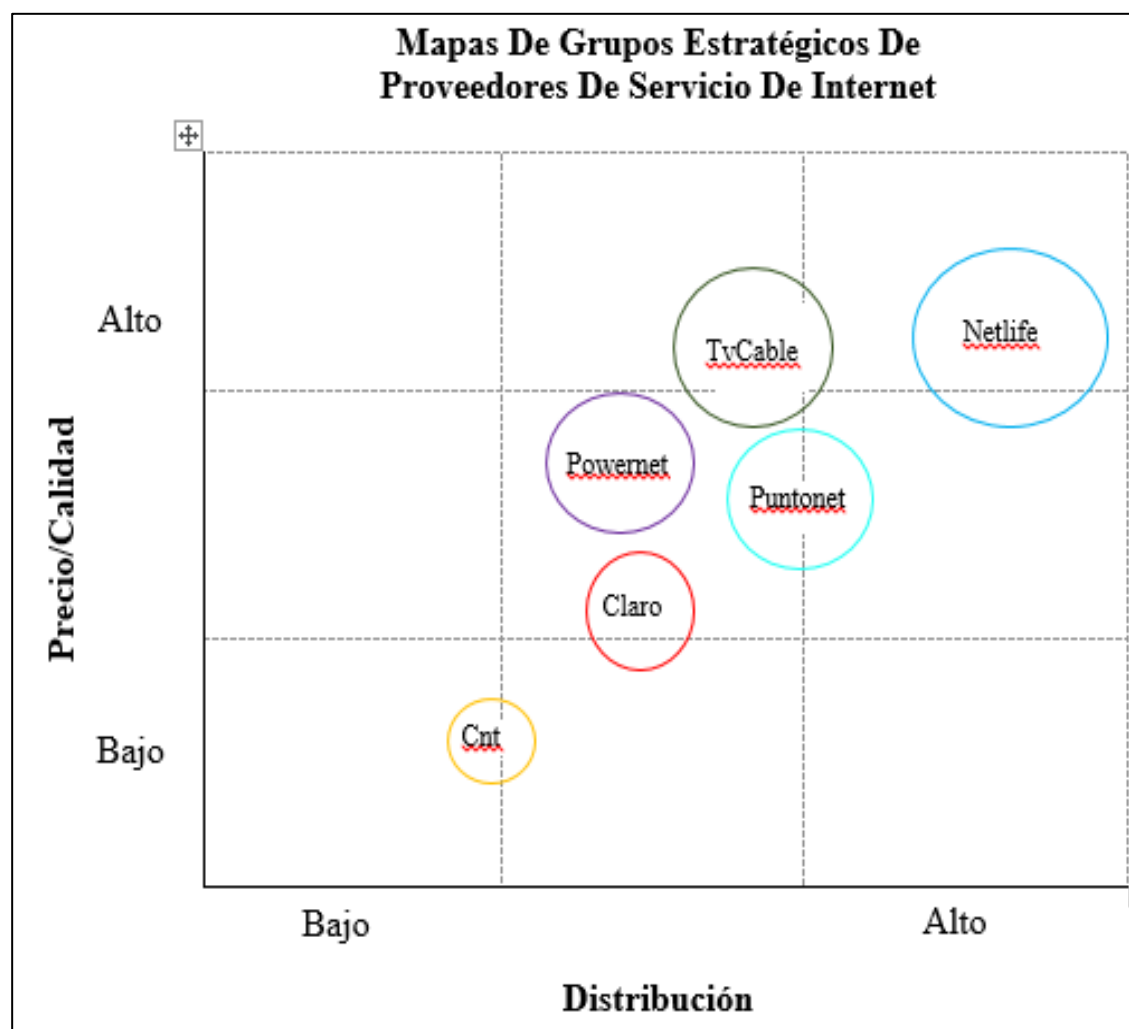


*Anexo 3: Análisis FODA de la compañía*

<b>ANÁLISIS FODA</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crecimiento del mercado.</li> <li>• Malas experiencias de los posibles clientes con otros proveedores de internet.</li> <li>• Incremento de consumo de telecomunicaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poder de negociación de los demás competidores.</li> <li>• Alto nivel de la competencia.</li> <li>• Constante ingreso de competidores en el sector.</li> </ul>
<b>FORTALEZAS</b>	<b>ESTRATEGIA FO</b>	<b>ESTRATEGIA FA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recurso humano comprometido.</li> <li>• Excelente atención al cliente.</li> <li>• Variedad de planes accesibles para todo tipo de actividad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivación constante de los recursos humanos para mantenerse en el mercado.</li> <li>• Continúa disposición para disolver las dudas e inconformidad de los clientes.</li> <li>• Mejorar las publicidades para llegar a más clientes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar capacitaciones para mejorar la capacidad de negociación del personal.</li> <li>• Plantear más actividades para motivar a los usuarios a adquirir este servicio de internet.</li> <li>• Aprovechar la situación actual para implementar nuevos planes accesibles y necesarios para los posibles clientes.</li> </ul>
<b>DEBILIDADES</b>	<b>ESTRATEGIA DO</b>	<b>ESTRATEGIA DA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poca publicidad.</li> <li>• Débil imagen corporativa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de publicidad atractiva en los diferentes medios de comunicación.</li> <li>• Invertir en el marketing de la empresa para aumentar la imagen corporativa de la misma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar incentivos para fomentar la relación de lealtad entre la empresa y el cliente, logrando que este se encuentre satisfecho con el servicio brindado y pueda incentivar a otras personas a su alrededor a adquirir nuestro servicio.</li> </ul>

*Anexo 4: Matriz POAM de la compañía*

MATRIZ POAM									
CAPACIDAD	OPORTUNIDADES			AMENAZAS			IMPACTO		
	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO
Crecimiento del sector	X						X		
incremento salarial	X						X		
Capacidad de pago por los usuarios					X			X	
Incremento en el costo de productos						X			X
SOCIALES									
desempleo				X			X		
Inestabilidad Laboral				X			X		
Pandemia	X						X		
ley anticontrabando				X			X		
GEOGRAFICOS									
Ubicación del negocio			X						X
Estaciones Climáticas	X						X		
MERCADO									
Acceso a nuevos mercados					X			X	
Entrada de nuevos competidores				X			X		
Precios bajos de la competencia				X			X		
TECNOLOGICOS									
Utilización de tecnología de punta por la competencia			X						X
Dificultad de acceso a la tecnología		X						X	

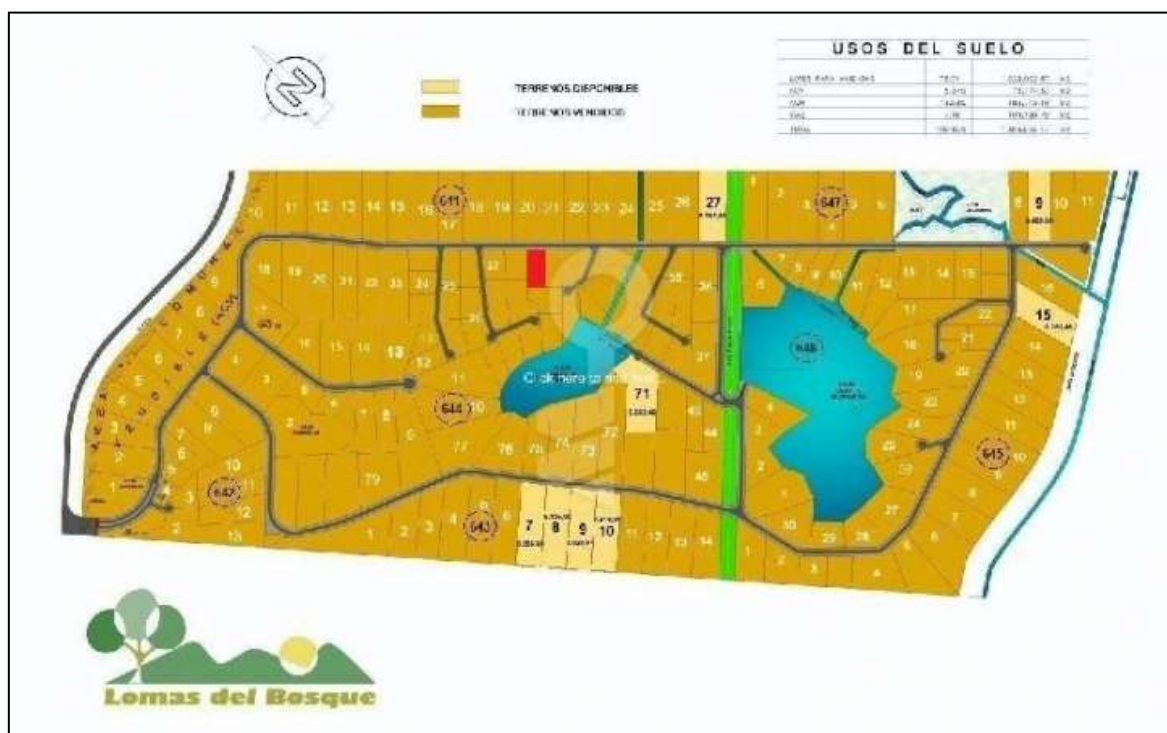
*Anexo 5: Grupos de Proveedores*



*Anexo 6: Modelos de casas en Urbanización Lomas del Bosque*

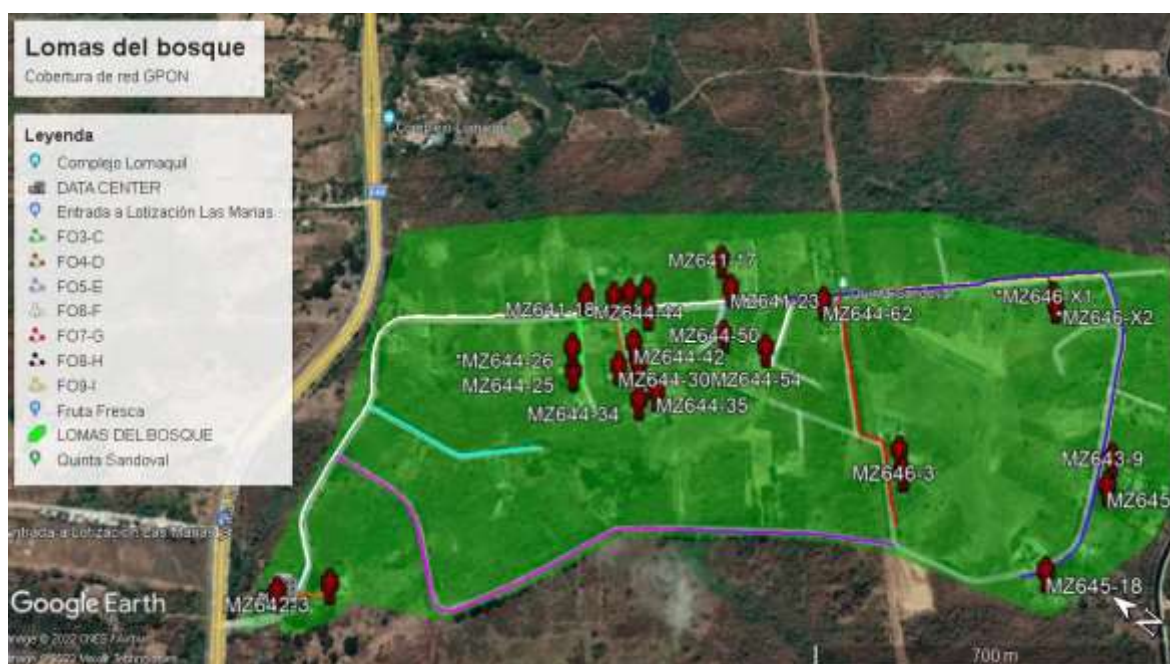


Anexo 7: Planos de urbanización Lomas del Bosque





*Anexo 8: Despliegue de red GPON y Posición de referencia de postes*





*Anexo 10: Tipos de Leds*

- SLED (Surface discharging LED), emite luz en diferentes orientaciones, a través de la capa exterior de la zona dinámica, que se encuentra debajo de la superficie del sustrato opuesta al pivote de la fibra.
- ELED (Edge radiating LED) es más direccional, transmite la luz a través de la zona transversal, tiene menores pérdidas de acoplamiento. Se utiliza para conexiones de media distancia y velocidades moderadas.
- SLD (Super Luminicent Diode), el lado por el que sale la radiación tiene un límite de reflexión específico, mientras que el lado opuesto no, pero presenta una intensificación específica. Transmite más potencia que los dos anteriores.

### *Anexo 11: Tipos de diodos Leds*

- VCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting LÁSER), o Láser de emisión superficial de cavidad vertical, se utiliza un resonador ascendente en la interacción de la emanación. Son excepcionalmente productivos en el acoplamiento óptico (con radiaciones de rendimiento redondo), tienen una baja utilización de energía, altas tasas de transmisión, bajo coste de montaje, mayor vida útil que los LÁSER estándar y pueden alcanzar desde la luz perceptible hasta acercarse al infrarrojo.
- Láser sintonizable de cavidad externa (External Cavity Tunable LÁSER) una fosa exterior contiene un láser semiconductor y se une a un sistema selector de frecuencia.
- DFB (Distributed FeedBack LÁSER) o Láser de retroalimentación distribuida, presenta una muela de difracción (o bordes arrugados) situada debajo de la zona dinámica, que refleja sólo una frecuencia específica de vuelta al láser, y es la que se intensificará.
- El DBR (Distributed Bragg Reflection LÁSER) o Láser de Reflexión de Bragg Distribuido, tiene una pauta de trabajo similar a la del DFB, sin embargo, para esta situación la red de difracción está situada fuera de la zona dinámica, requieren un corriente límite más alta que el DBF y son más sensibles a las variedades de temperatura.

También pueden reconocerse el SLM y el MLM:

- SLM (Single Longitudinal Mode), este tipo de LÁSER envía la luz en una recurrencia solitaria, por ejemplo, acumula la luz en un rango de frecuencia más pequeño que los láser MLM, por lo que tiende a batirse más rápido.
- El MLM (Modo Longitudinal Múltiple) es un tipo de LÁSER que envía la luz en un fino ámbito de frecuencias.

*Anexo 12: Tipos de señales de transmisión WDM*

- DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing), implica varias frecuencias como transportadores y permite enviarlas al mismo tiempo por la fibra, ampliando el límite de organización mucho más que WDM y haciendo un uso más productivo de la velocidad de transferencia. Existen varios marcos: DWDM de distancia ultra significativa, DWDM de distancia significativa y DWDM metropolitano. Pueden gestionar desvíos de 40 Gbps en el caso de la DWDM de larga y muy larga distancia y de 10 Gbps en el caso de la DWDM metropolitana.
- CWDM (Coarse Wavelength Division Multiplexing), esta innovación es menos intrincada, aunque restringida en cuanto a límite y distancia, puede tratar hasta 18 frecuencias que soporta canales de hasta 2,5 Gbps.

### *Anexo 13: Recomendaciones UIT-T para GPON*

#### **Propuesta G.984.1: Atributos generales.**

Esta sugerencia tiende a los atributos generales de los marcos de organización óptica inactiva (GPON) con capacidad de Gbps, incluyendo además instancias de administraciones, interfaces de red de clientes UNI e interfaces de centros de administración SNI que son esenciales para los administradores de red. Asimismo, en esta sugerencia se representan las configuraciones fundamentales del establecimiento.

Para garantizar la similitud con las redes de distribución óptica ODN existentes, se mantienen en esta propuesta los aspectos más destacados de las sugerencias de las series UIT-T G.982 y UIT-T G.983. x. (ITU-T, 2021)

#### **Propuesta G.984.2: Capa dependiente del medio físico (PMD) particular.**

Esta sugerencia caracteriza las necesidades reales de la capa y las determinaciones reales de la capa subordinada al medio (PMD). Además, esta sugerencia retrata una red de acceso de fibra óptica adaptable y equipada para soportar las administraciones esperadas por las organizaciones y las personas, cubriendo marcos con velocidades de 1244,160 Mbps y 2488,320 Mbps de bajada y 155,520 Mbps, 622,080 Mbps, 1244,160 Mbps y 2488,320 Mbps de subida. Se representan los marcos de organización óptica inactiva GPON simétrica y las asimétricas ascendente y descendente respectivamente de Gbps. (ITU-T, 2021)

#### **Propuesta G.984.3: Capa de entrecruzamiento de transmisión particular.**

Según la (ITU-T, 2021) esta sugerencia retrata la capa de unión de transmisión para las organizaciones GPON. Además, incorpora las particularidades que la acompañan:

- Capa de convergencia de transmisión GPON GTC.
- Componente de Acceso Múltiple por División de Tiempo TDMA en el porte ascendente.
- Canal de información OAM en la capa actual.
- Estándares y componentes de marcado para la porción de límite dinámico en la rúbrica de subida.
- Técnica de promulgación UNO.
- Corrección de errores hacia adelante FEC.
- Seguridad.



**Propuesta G.984.4: Especificación de la organización óptica final de los ejecutivos y la interfaz de control.**

La propuesta determina el extremo de la organización óptica la junta y la interfaz de control para el marco GPON, caracterizado en las sugerencias G.984.2 y G.984.3 para potenciar la interoperabilidad de múltiples transportadores entre el extremo de la línea óptica (OLT) y la ONT. (ITU-T, 2021)

*Anexo 14: Componentes de arquitectura GPON*

**Función de variación (AF):** Hardware adicional que cambia sobre la interfaz de soporte ONT/ONU en una interfaz UNI esperada por el administrador o para cambiar sobre una interfaz UNI en una interfaz de soporte ONT/ONU. Asimismo, el AF es valioso para cambiar un punto de conexión de red OLT a una interfaz SNI requerida por el administrador o para cambiar una interfaz SNI a una interfaz de red OLT.

**Unidad de red óptica (ONU):** Una ONU da (directamente o a distancia) el punto de interacción en el lado del cliente de la organización de acceso óptico, y está asociada a la ODN.

**Terminal de red óptica (ONT):** Una ONU utilizada para FTTH y que incorpora la capacidad del puerto del cliente.

**Elemento de red (NE):** Un componente de la organización que utiliza las distintas frecuencias del OLT y del ONU.

**Interfaz en los focos de referencia S/R y R/S:** Este punto de conexión en los focos de referencia S/R y R/S se caracteriza como IFPON. Se trata de un punto de interacción explícito de PON que mantiene todos los componentes de la convención previstos para potenciar la transmisión entre la OLT y las ONU.

**Módulo de multiplexación por división de frecuencia (WDM):** Esta capacidad no es necesaria si no se utiliza WDM.

**Red de distribución óptica (ODN):** Una ODN es un árbol de hilos ópticos en la organización de entrada, mejorado por divisores, canales u otros aparatos ópticos latentes.

**Terminación de línea óptica (OLT):** Un gadget que termina hacia el final de una ODN, lleva a cabo una convención PON, la OLT proporciona las capacidades de administración y mantenimiento para el ODN y ONUs subtendidas.

**Interfaz de nodo de administración (SNI):** Un punto de conexión que permite la admisión de clientes a un centro de asistencia.

### *Anexo 15: Requerimientos de capa dependiente de los medios físicos PMD*

#### **Alcance lógico**

Se caracteriza por ser la mayor distancia entre ONU/ONT y OLT con la excepción del límite de la capa real. En GPON, el mayor alcance coherente es de 60 km.

#### **Alcance físico**

Se caracteriza como la mayor distancia real entre la ONU/ONT y la OLT. En GPON, se caracterizan dos opciones para el alcance real: 10 km y 20 km. La ONU puede utilizar el diodo láser Fabry Perot FP-LD a una distancia máxima de 10 km para velocidades altas, por ejemplo, 1,25 Gbps o más.

#### **Distancia de fibra diferencial**

Un OLT está asociado a unos cuantos ONU/ONT. La distancia diferencial de la fibra es la diferencia de distancia entre el ONU/ONT más cercano y el más alejado del OLT. En GPON, la mayor distancia de fibra diferencial es de 20 km.

#### **Retardo medio de transferencia de la señal**

Se trata de la normalidad de los valores de aplazamiento de subida y bajada entre los focos de referencia; esto no se fija del todo estimando el retardo de ida y vuelta y separando por dos. El marco GPON debe tener un valor de diferimiento de intercambio de signos normal mayor de menos de 1,5 ms entre los focos de referencia T-V.

#### **Velocidad binaria nominal de la señal digital**

La velocidad en la línea de transmisión debe ser diferente de 8 KHz. El marco normalizado ideal tendrá las velocidades de la línea de bajada/subida ostensibles que lo acompañan:

- 1244,16 Mbps/155,52 Mbps
- 1244,16 Mbps/622,08 Mbps
- 1244,16 Mbps/1244,16 Mbps
- 2488,32 Mbps/155,52 Mbps
- 2488,32 Mbps/622,08 Mbps
- 2488,32 Mbps/1244,16 Mbps
- 2488,32 Mbps/2488,32 Mbps

### **Método de transmisión**

La transmisión bidireccional utiliza la multiplexación por división de longitud de onda (WDM) en una sola fibra o la transmisión unidireccional en dos filamentos.

### **Longitud de onda de trabajo**

La gama de frecuencias de funcionamiento de las estructuras de una sola fibra será de 1480-1500 nm. La gama de frecuencias de funcionamiento para las estructuras de dos fibras será de 1260-1360 nm. En la dirección ascendente, el alcance de la frecuencia de funcionamiento será de 1260-1360 nm.

### **Relación de división**

A nivel fundamental, cuanto mayor sea la proporción de división de GPON, más atractivo será para los administradores. Sea como fuere, una mayor proporción de división sugiere un divisor óptico más grande, y eso implica requerir una expansión en la capacidad absoluta para ayudar al alcance real. Con la innovación actual, es práctica una proporción de división de hasta 1:64 para la capa real. Sea como fuere, teniendo en cuenta el desarrollo de los módulos ópticos, deberían imaginarse proporciones de división de hasta 1:128 para la capa de CT.

### **Código de línea**

Tanto en sentido ascendente como descendente: Codificación sin retorno a cero NRZ. No se ha caracterizado ninguna estrategia de aleatorización en la capa PMD. El programa utilizado para el nivel de racionalidad óptica es el siguiente:

- Alto grado de descarga de luz para el UNO binario.
- Bajo grado de descarga de luz para el CERO binario.

### **Atenuación entre el OLT y la ONU**

Los rangos de atenuaciones se ordenan en tres clases:

- Clase A: de 5 a 20 dB
- Clase B: de 10 a 25 dB
- Clase B+: de 13 a 28 dB
- Clase C: de 15 a 30 dB
- Clase C+: de 17 a 32 dB

Estas clases incorporan el debilitamiento de la fibra, pero también los fallos en los empalmes, los conectores, los atenuadores ópticos u otros aparatos ópticos, además de un margen de seguridad para cubrir futuros injertos o enlaces adicionales, el cambio de debilitamiento debido a variables ecológicas y los posibles fallos de debilitamiento en los conectores.

### Bibliografía

- Aguirre, C. (2019). *Desarrollo De Software En Visual C# Para La Automatización De Encuestas Que Genere Cuadros Estadísticos, Aplicado En Guayas Pascuales 2017*. Obtenido de <http://repositorio.itb.edu.ec/handle/123456789/1567>
- Arizaga, L. (2017). *Estudio para la implementación de una red GPON para Telconet S.A. en la urbanización Cataluña en el cantón Daule km 12.5 vía a Samborondón*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/27346>
- Cadena, G. (2018). *Diseño de una red de acceso para brindar servicios triple play con tecnología GPON (gigabit-capable passive optical network) en las cabeceras cantonales de Tulcán, Montúfar y Mira, para la Corporación Nacional de Telecomunicaciones*. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/8878>
- Castro, C. A. (2021). *Diseño E Implementación De Fibra Óptica Para La Universidad Nacional Tecnológica De Lima Sur*. Obtenido de <http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/539>
- Ferreira, E. L. (2021). *Estudo Da Implementação Da Tecnologia Gpon Em Uma Rede De Fibra Óptica Do Ciasc*. Obtenido de <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/15037>
- Fonseca, F. (2019). *Propuestas para el sector telecomunicaciones capitulo Ciudad Guayana*. Obtenido de <https://saber.ucab.edu.ve/xmlui/handle/123456789/19877>
- Freitas, F. M. (2020). *Estudo da implementação de uma rede de telecomunicações: aspectos jurídicos, de viabilidade técnica e econômica*. Obtenido de <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/30978>
- Guzman, A. (2018). *Diseño de una red de acceso en un sector residencial para proveer servicios Triple Play utilizando tecnología de red GEPON (Gigabit Ethernet Passive Optical Network) para la empresa Telconet S.A.* Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19380>

- Hernandez, A. (2021). *Tecnología informática de la comunicación y desempeño docente en el Facultad de Ciencias de la Educación y Humanidades de la UNICA - 2019*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.13028/3327>
- IEC, C. E. (2021). *Comisión Electrotécnica Internacional*. Obtenido de <https://www.electropedia.org/>
- IEEE, T. I. (2021). *IEEE The Institute of Electrical and Electronics Engineers*. Obtenido de <https://www.ieee.org/>
- Iman, R. Y. (2021). *Diseño de una red piloto FTTH utilizando estándar GPON, en modalidad de conmutación de datos por paquetes para el distrito de Miraflores - Lima*. Obtenido de <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2764>
- INEC. (2020). *tecnologias de la informacion y comunicacion TIC*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/tecnologias-de-la-informacion-y-comunicacion-tic/>
- ITU-T. (2021). *International Telecommunication Union*. Obtenido de <https://www.itu.int>
- Jurado. (2018). *Red de fibra óptica con tecnología gpon para el mejoramiento los servicios “red de fibra óptica con tecnología gpon para el mejoramiento los servicios de telecomunicaciones de la empresa puntonet s. a. en la ciudad de ambato*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/6912>
- Lamingo, L. (2017). *Diseño y prototipo de una Red de Planta Externa de Fibra Óptica GPON para Proporcionar el Servicio de Datos en la Urbanización "El Porton de Beata Mercedes Molina"*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/19835>
- Mamani, E. A. (2017). *Tendido de fibra óptica realizado en la empresa Datalan*. Obtenido de <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/13428>
- Mendoza, J. M. (2018). *Propuesta de diseño de un sistema defibra óptica OPGW para la conectividad dered y disminución de costos entre lasplantas eléctricas pampa larga ysectionalizing en minera Yanacocha*. Obtenido de

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/95/Mestanza%20Mendoza%2C%20Jos%C3%A9%20Luis.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Mestizo Montaña, Y. G., & Medina Lozano, A. F. (2021). *Estudio, diseño e implementación de una red de acceso mediante fibra óptica en GPON para el municipio de Soatá casco central*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11634/37863>

Moreno, L. (2018). *Diseño de una red FTTH en urbanización villas del Rey etapa Carlos mejorando el servicio de internet*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/32872>

Mounim, A., & Mohammed, A. (2021). *Design and Implementation of 200 G Passive Optical Network*. Obtenido de [https://www.academia.edu/45626325/Design\\_and\\_Implementation\\_of\\_200\\_G\\_Passive\\_Optical\\_Network](https://www.academia.edu/45626325/Design_and_Implementation_of_200_G_Passive_Optical_Network)

Ochoa, C. (2021). *Planeación De Redes Gpon*. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33342/2021ivancamilogarcia.ruiz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pasadas, Á. d. (2020). *Despliegue de red FTTH en una población con baja densidad de habitantes*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11441/103310>

Perea, J. C. (2021). *Diseño de una red de distribución FTTH en la localidad de Sierra Elvira (Granada)*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/10953.1/14510>

Romero, E. D. (2019). *“Diseño y planificación de una RED HFC de la Compañía SETEL S.A. (Grupo TVCABLE) en la Urbanización Puente de Piedra II (200 casas) sector La Salle y proveer servicios de Televisión, Internet y Telefonía residencial*. Obtenido de <http://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/1941>

Sánchez, E. (2021). *Diseño y simulación de una red FTTH sobre GPON y la factibilidad de implementar el servicio de banda ancha en Monte Sinaí*. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/17162>



- Soares, P. A. (2020). *Proposta metodológica para projetos em redes ópticas passivas (PON)*. Obtenido de <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/15328>
- Systems, O. (2022). *optiwave, optisystem*. Obtenido de <https://optiwave.com/>
- Telecomunicaciones, L. L. (2021). *telecomunicaciones*. Obtenido de <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/Ley-Org%C3%A1nica-de-Telecomunicaciones.pdf>
- Venegas, E. N. (2018). *Estudio De Las Aplicaciones De Las Redes PON*. Obtenido de <https://docplayer.es/67042598-Estudio-de-las-aplicaciones-de-las-redes-pon-study-of-applications-pon-networking.html>
- Żukowski, C., Mukhopadhyay, A., & Ruffini, D. B. (2021). *Cost analysis of rural roll-out using a long-reach passive optical network: trading off the upfront cost under uncertainty of the user take-up rate*. Obtenido de <https://opg.optica.org/jocn/abstract.cfm?uri=jocn-13-5-69>