



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador.

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN MENCIÓN REDES DE  
COMUNICACIONES**

**TRABAJO DE TITULACION PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
MASTER EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN MENCIÓN REDES DE  
COMUNICACIONES**

**TEMA: “DISEÑO DE UNA RED FTTH UTILIZANDO SIMULACION EN  
OPTISYSTEM PARA BRINDAR SERVICIOS DE VOZ, VIDEO Y DATOS EN LA  
PARROQUIA DE PERUCHO”**

**AUTOR: SANTIAGO NICOLAS ROJAS BONILLA**

**QUITO, 2023**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo primeramente a mi esposa que siempre me acompaña y es mi guía una bendición en mi camino, a mi hija que con su llegada me dio inspiración y fuerza cada sonrisa y gesto que me da es una señal para avanzar es la mejor motivación, ellas son la fuente de aliento en mi día a día lo mejor que tengo en mi vida, a mis padres y a todos los miembros de mi familia que son piezas y partes que siempre les tengo presentes en mi vida esto es por ustedes.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi esposa, familia, amigos y compañeros el apoyo, que pese a las circunstancias siempre están para mí dándome siempre su ayuda incondicional formando parte de este trabajo en mis días dándome su tiempo, experiencias, conocimiento y ayuda, a mis profesores de Maestría que nos supieron encaminar a mí y a mis compañeros nutriéndonos de lo mejor de sus vidas, sus criterios y vivencias en este mundo tan bonito que es el de las telecomunicaciones.

A todas las personas que siempre están formando parte de mi vida, a aquellas personas que formaron parte de este trabajo y quienes apoyaron en la realización del mismo mi sincero agradecimiento y gratitud.

## RESUMEN

Este proyecto tiene su inicio con estudios realizados en campo para ver en la parroquia de Perucho perteneciente a Pichincha, donde no se tiene un correcto despliegue de redes que se generen de forma adecuada y organizada en concepción de diseño, simulación y análisis de los resultados para su implementación con tecnología de redes FTTH, con la realización de estos estudios se puede obtener información para un mejor manejo de recursos a nivel de despliegue de redes así como la revisión de infraestructura para la realización de un correcto tendido de redes en base a la geografía y entorno que permitirá aprovechar de mejor forma los puntos de distribución de la red a diseñar.

Para un mejor manejo de presupuesto de enlace y materiales se tendrá el manejo de simulación haciendo uso completo de todos los elementos de red como OLT, ONT, ODN dando así mejores criterios al realizar presupuestos de enlace óptimos para la población de Perucho en caso de futuras implementaciones de redes en la parroquia.

Este estudio partirá del manejo de la investigación apoyándose de bases de datos de GADS, visitas en campo para apreciar de mejor forma el problema.

Se tendrá el uso del instrumento de encuesta en la población, tomando de referencia la información del INEC verificando el número de habitantes y familias para hacer un correcto despliegue del medio de transmisión en la red de Perucho.

En base a la simulación se tendrá los valores para enlaces óptimos que cumplan estándares tanto para instalación como para un soporte ágil tomando en cuenta las características de los equipos y diseño de red.

## **ABSTRACT**

The present titling work proposed begins with field studies for verification in the parish of Perucho belonging to the province of Pichincha where there has not been a correct deployment of analysis, design and simulation of an FTTH network, where thanks to the realization of these studies can obtain information on better management of resources at the level of network deployment as well as the review of infrastructure to carry out a correct laying of networks based on geography that will allow better use of network distribution points to design.

For a better management of the link budget and materials, simulation management will be used, making full use of all network elements such as OLT, ONT, ODN, thus giving better criteria when making optimal link budgets for the population of Perucho in case of future implementations of networks in the parish.

In this work, descriptive studies will be addressed since the following tools will be used with which the research will be carried out.

The use of the survey instrument will be used for the population of Perucho, province of Pichincha, in which the information from the INEC is taken as a reference, verifying the population quantity and number of households in the parish to make a correct deployment of the fiber optics in the parish.

Based on the simulation, the values for optimal links that meet standards for both installation and agile support will be obtained, taking into account the characteristics of the equipment and network design.

## TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTOS .....	III
RESUMEN .....	IV
ABSTRACT.....	V
CAPITULO 1.....	1
INTRODUCCION .....	1
JUSTIFICACION .....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
OBJETIVOS .....	4
1.1. Objetivo general .....	4
1.2. Objetivos específicos .....	5
CAPITULO 2 MARCO REFERENCIAL .....	6
2.1. Fibra óptica.....	6
2.1.1. Composición de Fibra Óptica.....	6
2.1.2. Clases de Fibra Óptica.....	7
2.2. Arquitectura FTTX.....	9
2.2.1. FTTN.....	9
2.2.2. FTTC .....	10
2.2.3. FTTB .....	11
2.2.4. FTTH.....	12
2.3. Redes PON.....	20
2.3.1. Red Óptica Pasiva (APON).....	22
2.3.2. Red Óptica Pasiva Broadband (BPON) .....	23
2.3.3. Red Óptica Pasiva Ethernet (EPON).....	24

2.3.4. Red Óptica Pasiva Gigabit (GPON).....	25
2.4. Simulación Optisystem .....	26
CAPITULO 3.....	28
3.1. Análisis de Cobertura en la Red FTTH en la Parroquia de Perucho.....	28
3.1.1. Población y Cálculo de la Muestra.....	31
3.1.2. Densidad Poblacional de la Parroquia de Perucho.....	33
3.1.3. Encuesta a realizar para desarrollo.....	35
3.1.4. Revisión y de datos para obtener de la cobertura.....	35
3.2. Diseño de la propuesta técnica para presupuestar materiales y equipos para la red FTTH en la parroquia de Perucho.....	40
3.2.1. Panorama para el Diseño de la Red FTTH en la Parroquia de Perucho.....	40
3.2.2. Diseño de tendido de red de fibra óptica.....	41
3.2.3. Topología de la red FTTH.....	44
3.2.4. Análisis de Capacidad y Calculo de presupuesto óptico.....	45
3.3. Análisis financiero de la propuesta técnica y tiempo de recuperación de inversión....	51
3.3.1. Equipamiento y materiales a utilizados.....	51
3.3.2. Punto de equilibrio .....	53
3.3.2. VAN.....	54
3.4. Análisis y simulación de la propuesta técnica de red diseñada.....	55
3.4.1. Simulación de la red.....	55
3.4.2. Optisystem 19.0.....	55
3.4.3. Diseño de la Simulación.....	57
3.4.4. Datos y resultados de la simulación en OptiSystem .....	60
3.4.5. Análisis de los datos de la simulación de la red en la plataforma de OptiSystem ..	66
CONCLUSIONES .....	71

RECOMENDACIONES.....	72
ANEXOS .....	74
REFERENCIAS.....	119

## Índice de Tablas

Tabla 1. <i>Datos obtenidos de las encuestas y preguntas realizados en la parroquia de Perucho</i>	35
Tabla 2. <i>Dimensionamiento de red tendido de fibra óptica</i>	44
Tabla 3. <i>Velocidad máxima por usuario en la red</i>	45
Tabla 4. <i>Velocidad mínima por servicio en la red</i>	45
Tabla 5. <i>Valores de atenuación y pérdidas en la fibra óptica</i>	46
Tabla 6. <i>Eventos generados por fusión</i>	46
Tabla 7. <i>Eventos generados por conectorización</i>	47
Tabla 8. <i>Eventos generados por splitter</i>	47
Tabla 9. <i>Suma de distancias por tramo caso cliente más cercano</i>	48
Tabla 10. <i>Cálculo presupuesto óptico caso cliente más cercano</i>	48
Tabla 11. <i>Suma de distancias por tramo caso cliente más lejano</i>	49
Tabla 12. <i>Cálculo presupuesto óptico caso cliente más lejano</i>	49
Tabla 13. <i>Parámetros ópticos OLT y ONT aplicados en el presupuesto de enlace</i>	50
Tabla 14. <i>Precios referenciales a Equipamiento</i>	51
Tabla 15. <i>Precios referenciales a materiales</i>	52
Tabla 16. <i>Precios referenciales gestión administrativa, proveedor y servicios básicos</i>	52
Tabla 17. <i>Costos de Planes y degradación del costo anual al 5%</i>	53
Tabla 18. <i>Totales de ingresos y egresos anuales incorporando aumento y deserción de clientes</i>	53
Tabla 19. <i>Tabla de Egreso con el incremento del 5% anual desde el año 2</i>	54
Tabla 20. <i>Flujo de caja y punto de equilibrio</i>	54
Tabla 21. <i>Calculo del VAN</i>	54
Tabla 22. <i>Requerimientos para Optisystem 19</i>	56

Tabla 23. <i>Medición de Potencia y BER etapa Downstream Cliente más lejano.</i> .....	66
Tabla 24. <i>Medición de Potencia y BER etapa Upstream. Cliente más lejano.</i> .....	67
Tabla 25. <i>Medición de Potencia y BER etapa Downstream. Cliente más cercano</i> .....	67
Tabla 26. <i>Medición de Potencia y BER etapa Upstream. Cliente más cercano.</i> .....	68
Tabla 27. <i>Resultados de Evaluación BER vs Potencias cliente más lejano Downstream /</i> <i>Upstream.</i> .....	69
Tabla 28. <i>Resultados de Evaluación BER vs Potencias cliente más lejano Downstream /</i> <i>Upstream.</i> .....	69

## Índice de figuras

Figura 1 Partes de la fibra óptica .....	7
Figura 2 Fibra Monomodo .....	8
Figura 3 Fibra Multimodo.....	9
Figura 4 Red FTTN.....	10
Figura 5 Red FTTC.....	11
Figura 6 Red FTTB.....	11
Figura 7 Red FTTH.....	12
Figura 8 Estructura de una red FTTH/P2P .....	14
Figura 9 Ont Huawei EchoLife EG8145V5.....	15
Figura 10 OLT Huawei OptiXaccess EA5801E-GP16 .....	15
Figura 11 Tipos de Conectores .....	16
Figura 12 Conector MTP .....	16
Figura 13 Splitter Furukawa 1x4 .....	17
Figura 14 Perdidas de divisores ópticos (dB) .....	18
Figura 15 Organizador de Fibra 144 hilos .....	18
Figura 16 ODFS (Distribuidor de splitters ópticos).....	19
Figura 17 Caja BMX.....	19
Figura 18 ODN Pasivo.....	20
Figura 19 Arquitectura red PON.....	22
Figura 20 Configuración de APON para FTTH .....	23
Figura 21 Configuración de BPON para FTTH.....	24
Figura 22 Configuración de EPON para FTTH.....	25
Figura 23 Configuración de GPON para FTTH. ....	26
Figura 24 Penetración Internet.....	28

Figura 25 Participación de mercado al IV Trimestre 2022.....	29
Figura 26 Evolución de las telecomunicaciones en Ecuador 2010-2018 .....	30
Figura 27 Ubicación de la parroquia de Perucho.....	30
Figura 28 Promedio de personas por Hogar parroquia de Perucho .....	31
Figura 29 Población de Perucho total y por genero .....	32
Figura 30 Nivel de confianza.....	32
Figura 31 Superficie de la Parroquia de Perucho 9,73 km <sup>2</sup> .....	34
Figura 32 Valores en porcentajes de la pregunta 1 .....	36
Figura 33 Valores en porcentajes de la pregunta 2 .....	37
Figura 34 Valores en porcentajes de la pregunta 3 .....	37
Figura 35 Valores en porcentajes de la pregunta 4 .....	38
Figura 36 Valores en porcentajes de la pregunta 5 .....	38
Figura 37 Valores en porcentajes de la pregunta 6 .....	39
Figura 38 Parámetros para certificar una red FTTH GPON ITU-T G984.x.....	41
Figura 39 Despliegue de la red de distribución de la parroquia de Perucho.....	42
Figura 40 Cobertura de la red FTTH en la parroquia de Perucho .....	43
Figura 41 Distribución de cajas de primer y segundo nivel en la parroquia de Perucho.....	43
Figura 42 Topología de red de la parroquia de Perucho .....	44
Figura 43 Ubicación cliente más cercano desde el nodo en la parroquia de Perucho .....	47
Figura 44 Ubicación cliente más lejano desde el nodo en la parroquia de Perucho .....	49
Figura 45 Versión de Software de Optisystem .....	56
Figura 46 Requerimientos mínimos de Optiwave .....	56
Figura 47 OLT etapa de Transmisión .....	57
Figura 48 OLT etapa de Recepción .....	58
Figura 49 ODN de la Red .....	58

Figura 50 ONT etapa de Transmisión.....	59
Figura 51 ONT etapa de Recepción.....	59
Figura 52 Cliente más lejano .....	60
Figura 53 Potencia del enlace Downstream cliente más lejano.....	61
Figura 54 Diagrama de ojo, Q factor, BER del cliente más lejano.....	61
Figura 55 Potencia del enlace cliente más lejano en Upstream.....	62
Figura 56 Diagrama de ojo, Q factor, BER del cliente más lejano en Upstream .....	62
Figura 57 Cliente más cercano.....	63
Figura 58 Potencia del enlace cliente más cercano en Upstream .....	64
Figura 59 Diagrama de ojo, Q factor, BER del cliente más lejano en Downstream .....	64
Figura 60 Potencia del enlace cliente más cercano en Upstream .....	65
Figura 61 Diagrama de ojo, Q factor, BER del cliente más cercano en Upstream.....	65
Figura 62. BER vs Potencia Recibida Download atenuación de 0dB, 1dB, 2dB, 3dB y 4 dB cliente más lejano.....	66
Figura 63 BER vs Potencia Recibida Upload atenuación de 0dB, 1dB, 2dB, 3dB y 4 dB cliente más lejano.....	67
Figura 64 BER vs Potencia Recibida Download atenuación de 0dB, 1dB, 2dB, 3dB y 4 dB cliente más cercano .....	68
Figura 65 BER vs Potencia Recibida Upload atenuación 0dB, 1dB, 2dB, 3dB y 4 dB cliente más cercano.....	69

# CAPITULO 1

## INTRODUCCION

En la actualidad las redes de internet forman parte del mundo, donde gracias a la apertura de mercados se tiene una alta demanda con múltiples aplicaciones donde todo apunta a una digitalización para mejor manejo de la información, así como la compatibilidad de redes llegando a formar redes más grandes dando uso a los datos con exactitud aportando en la cotidianidad de las personas en servicios convirtiéndose en un elemento de gran necesidad.

Una tecnología que está en gran desarrollo por su escalabilidad y despliegue son las redes FTTH que están provistas de un fácil manejo e implementación en las comunidades brindando servicios de buen ancho de banda embebidos de una gran calidad que es donde se tiene la aplicación de este trabajo, la realización de un diseño de red FTTH en la parroquia de Perucho manejando datos basados en encuestas realizadas haciendo uso de información del INEC así como del GAD de Perucho para realizar un correcto despliegue del medio de transmisión de la red a diseñar en la Parroquia de Perucho.

El análisis medirá cual es la necesidad de la Parroquia basándose en especificaciones técnicas, así como de la escalabilidad a 10 años donde se busca entregar una red que soporte la demanda, así como la infraestructura correcta para la conformación de la red de fibra óptica a diseñar.

La importancia y gran aplicación de un diseño es contar con la simulación donde se tendrá el uso de la herramienta de OptiSystem que nos darán datos exactos corroborados con la información tomada en campo y el manejo de GPS con Google Earth permitiendo dar un mejor manejo en el presupuesto de red y enlace.

Se realizará un análisis de la propuesta técnica económica donde se verificará el proceso de inversión a realizar en caso de implementar la red en la parroquia de Perucho obteniendo datos de tiempo de recuperación de la inversión tomando en cuenta el mercado y equipamiento disponibles en el mercado.

## **JUSTIFICACION**

El propósito de esta investigación es la entrega de un diseño que solviente la falta de cobertura de enlaces de voz, video y datos en la parroquia de Perucho, siendo un servicio de primera necesidad que afecta directamente en ámbitos como información, salud, comunicativo, comercio, financiero, social, político y educativo en la actualidad la parroquia cuenta con poca infraestructura.

Conforme el Plan Nacional de Desarrollo 2017 - 2021, el Estado impulsa el progreso social y económico en toda la geografía nacional, para lo cual, uno de los lineamientos es incrementar el acceso a servicios públicos que convergen con el área de telecomunicaciones y tecnologías que emplean datos, especialmente en el sector rural, frontera, Amazonía y Galápagos. Por tal motivo:

A través de la presente línea de acción, se plantea asegurar el acceso a los servicios de telecomunicaciones que conforman el servicio universal, en igualdad de condiciones a todos los ecuatorianos, impulsando proyectos destinados a proveer infraestructura de telecomunicaciones en las parroquias priorizadas dentro de este Plan. (Ministerio de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2018, pág. 11)

Conforme a los artículos 60 y 90 de la Ley Orgánica de las Telecomunicaciones, los prestadores de servicios de telecomunicaciones entregan una contribución del 1% de los ingresos facturados y percibidos de cada uno de los servicios o se destinara a proyectos de prioridad en el país, de preferencia a sectores rurales o urbano-marginales para mejorar su

conectividad donde se garantizará el crecimiento y desarrollo del estado dando un empuje tecnológico a través del Plan de Servicio Universal, esto contribuye a la aplicación de la red a implementar en la parroquia de Perucho buscando su crecimiento e ir mejorando la calidad de vida de la población.

La parroquia de Perucho busca el avance en toda población al tener crecimiento de demanda más inversión en la parte de desarrollo y economía para lograr este propósito se debe tener mejores canales y medios de comunicación, el progreso va de la mano con la tecnología donde la plataforma más grande será una red que permita implementar nuevos servicios y aplicaciones para las personas permitiendo abrir nuevas oportunidades y mejorando su calidad de vida.

El diseño de esta red dará luz verde a los proveedores para la instauración de nueva infraestructura promoviendo nuevos servicios en la parroquia de Perucho

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la actualidad la parroquia de Perucho en base al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2019 – 2023 registra una pésima infraestructura en la parte de desarrollo y tecnologías de información donde: Perucho registra una deficiencia en la disponibilidad de computadoras e internet, tan solo un 15,6% de los hogares posee computadores y el 2,6% posee de servicio de internet (GAD Perucho;, 2019, pág. 99).

Respecto de la cobertura de la telefonía móvil, “un 55,2% de los hogares cuentan con este servicio. La empresa Movistar tiene una cobertura en todos los barrios de la parroquia, mientras que Claro en cuatro a excepción de Uyumbuco” (GAD Perucho;, 2019, pág. 98), los servicios de las operadoras en el sector han evidenciado inconvenientes como intermitencias, problemas en descargas y pésima cobertura en el sector.

Acorde con los datos del censo de 2010, en la parroquia de Perucho, aproximadamente, el 65,3% de los hogares disponían de cobertura del servicio de telefonía pública por parte de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones. Sin embargo, a 2020 la cobertura es casi en su totalidad, en el caso de las viviendas que no cuentan con el servicio, esto se debe a la disponibilidad de recursos económicos de las familias más no a la cobertura del servicio (GAD Perucho;, 2019, pág. 98).

Uno de las varias aplicaciones del internet es el uso de plataformas que reemplazan la telefónica haciendo incluso la incorporación de video y transmisión de datos.

La Parroquia no cuenta con redes de internet, esto causa inconvenientes a los habitantes que buscan una mejor calidad de vida, al no tener servicios y aplicaciones ágiles.

Al no tener el servicio de internet la parroquia no ha tenido el desarrollo necesario al tener índices bajos de crecimiento en la parte educativa, administrativa, laboral, cultural y turística por el escaso acceso a las plataformas de información.

En la parroquia de Perucho el único internet que se tiene es móvil donde las dos únicas operadoras han evidenciado inconvenientes como intermitencias, problemas en descargas y pésima cobertura en el sector.

Se busca diseñar una red donde los hogares puedan tener enlaces capaces de hacer uso de voz, datos y video con alto grado de estabilidad y fiabilidad de la red, proporcionando comunicaciones ágiles con alta disponibilidad.

## **OBJETIVOS**

### **1.1. Objetivo general**

Diseñar, analizar y simular una de red FTTH utilizando Optisystem para la parroquia de Perucho, Pichincha.

## 1.2. Objetivos específicos

- Realizar un estudio en la parroquia de Perucho para verificar la factibilidad de diseñar una red FTTH.
- Diseñar una topología de red FTTH que contemple la cantidad de clientes de la parroquia de Perucho tomando en cuenta el crecimiento poblacional a una escalabilidad de 10 años
- Simular la red a diseñar en el software OPTISYSTEM en base a un presupuesto de enlace establecido tanto para clientes HOME como PYMES para la parroquia de Perucho.
- Analizar los resultados en base a las simulaciones de mediciones en los elementos de la red: OLT, ODN y ONT con equipamiento óptico: OTDR, Power meter, tomando en cuenta parámetros de potencia, atenuaciones, sensibilidad y calidad de servicio

## CAPITULO 2

### MARCO REFERENCIAL

#### 2.1. Fibra óptica

La fibra óptica es un medio de transmisión usado en las telecomunicaciones, este medio de transmisión se ha convertido en uno de los más usados, debido a las grandes ventajas que ofrece, como la disminución de ruido e interferencias, resistencia a la corrosión y variaciones de temperaturas, pero sobre todo su gran ancho de banda (Meneses, 2016, pág. 1)

La fibra óptica es un hilo muy fino similar a un cabello humano, constituido principalmente por material dieléctrico (material que no tiene conductividad) transparentes como el vidrio o plástico, por medio de este hilo se envían pulsos de luz, convencionalmente un pulso de luz indica un bit en 1 y la ausencia de luz indica un bit en cero. Los rayos de luz que se propagan a través del hilo de fibra se rigen a la ley de Snell (Meneses, 2016, págs. 1-2).

Este medio de transmisión se comporta como una guía de onda en donde la luz es insertada por un extremo de la fibra y circula a lo largo de la misma reflejándose contra las paredes hasta llegar al otro extremo.

##### *2.1.1. Composición de Fibra Óptica*

“La fibra óptica está compuesta por núcleo, revestimiento y recubrimiento La fibra óptica básica, estructuralmente se compone de tres capas concéntricas que difieren en propiedades” (Pinto & Cabezas, 2014, pág. 29).

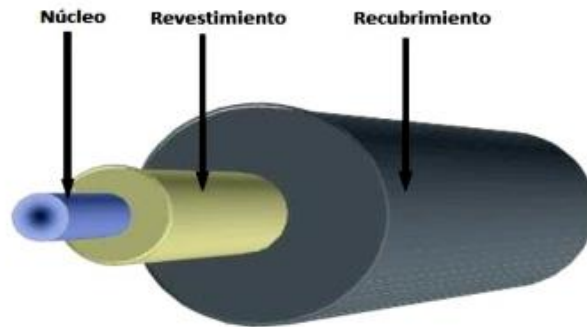


Figura 1 Partes de la fibra óptica

Fuente: Marchukov

**Núcleo (Core):** “La parte interna por la cual se propagan las ondas ópticas. En sílice, cuarzo fundido o plástico. Diámetro de 50 o 62,5  $\mu\text{m}$  para la fibra multimodo y 8 a 11  $\mu\text{m}$  para la fibra monomodo” (Pinto & Cabezas, 2014, pág. 29).

**Revestimiento (Cladding):** “La capa media que sirve para confinar la luz en el centro. Generalmente de los mismos materiales que el núcleo, pero con aditivos especiales. Diámetro 125  $\mu\text{m}$ ” (Pinto & Cabezas, 2014, pág. 29).

**Cubierta (buffer) ó recubrimiento:** “La capa exterior por lo general fabricada en plástico y sirve como un amortiguador" o protección mecánica de la fibra” (Pinto & Cabezas, 2014, pág. 29).

“Generalmente viene en tres capas: La funda primaria de 250  $\mu\text{m}$ ; la funda de silicona o de material kevlar, de 400  $\mu\text{m}$  y la funda exterior de polietileno con 900  $\mu\text{m}$  de diámetro” (Pinto & Cabezas, 2014, pág. 29)

## ***2.1.2. Clases de Fibra Óptica***

### ***2.1.2.1 Fibra Mono Modo.***

Las fibras monomodo poseen un diámetro del núcleo muy estrecho, de manera que solo permiten un modo de transmisión. Poseen una atenuación típica de entre 0,1 dB y 0,4

dB por kilómetro. El núcleo mide entre 8  $\mu\text{m}$  y 10  $\mu\text{m}$ , por lo que requiere un acoplamiento de la luz muy confinado y preciso. Este diámetro tan estrecho causa, que el haz se propague siguiendo una trayectoria muy paralela al eje de la fibra por lo que se evita el desfase al final de la transmisión y reduce la dispersión causada (Prieto, 2014, pág. 8).

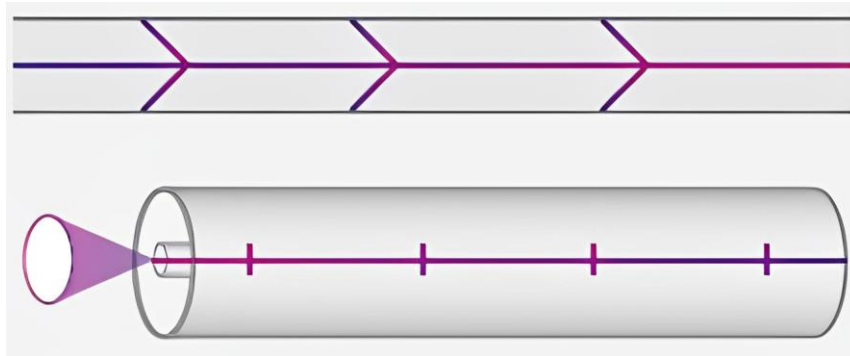


Figura 2 Fibra Monomodo

Fuente: Fundamentos de FTTX | De los fundamentos a las opciones del mundo real

Aunque la dispersión modal no tenga sentido en la fibra monomodo, sí que la tiene por contrario, la dispersión cromática. Al disponer de un ancho de banda tan elevado, existe el problema de que no todas las longitudes de onda llegan al mismo tiempo a su destino, por lo que la dispersión cromática tiene un efecto muy considerable sobre el diseño (Prieto, 2014, pág. 8).

La fibra monomodo tiene ventajas como su ancho de banda y su capacidad de llegar a mayores distancias, por este motivo es la más utilizada en las telecomunicaciones actualmente tanto en enlaces interurbanos como urbanos.

#### 2.1.2.2 Fibra Multimodo.

En las fibras multimodo se engloban todas aquellas en las cuales el diámetro del núcleo de este tipo de fibras es amplio, por lo que es capaz de propagar varios modos de transmisión simultáneamente. Poseen una atenuación típica de entre 0,3 dB y 1 dB por kilómetro. El núcleo mide en torno a 50  $\mu\text{m}$  ó 62,5  $\mu\text{m}$ , por lo que el acoplamiento de la luz en sus diferentes modos es más sencillo. Debido a esto, es posible utilizar un LED

como fuente emisora, así como conectores más sencillos y una instalación y mantenimiento con menos coste que la fibra monomodo. (Prieto, 2014, págs. 8, 9).

En La fibra multimodo tenemos la ventaja de tener múltiples transmisiones con un buen ancho de banda, no puede llegar a grandes distancias por este motivo su uso es destinado a cableado estructurado de fibra óptica en edificios y Data Centers.

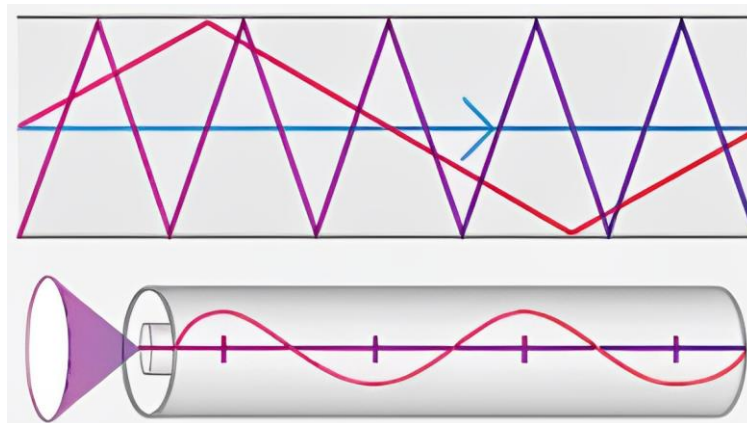


Figura 3 Fibra Multimodo

Fuente: Fundamentos de FTTX | De los fundamentos a las opciones del mundo real

## 2.2. Arquitectura FTTX

Está conformada por un grupo de arquitecturas que fueron evolucionando con el tiempo, se optó dentro de las telecomunicaciones por las ventajas que presentaba la fibra óptica marcando una gran evolución a nivel de transmisión, así como de aplicaciones y servicios su clasificación es: FTTN, FTTC, FTTB Y FTTH.

### 2.2.1. FTTN

En la red FTTN (Fiber To The Node), fibra hasta el nodo, la fibra óptica se despliega desde la central hasta un nodo del vecindario, el nodo es un cuarto de telecomunicaciones donde existen equipos que se transforman las señales ópticas provenientes desde la central a señales eléctricas, mediante cables de cobre dan cobertura a un barrio o distrito. Los cables de cobre son de par trenzado, que están

desplegados a una distancia típicamente de 1km desde el nodo hasta los usuarios finales (Reyes, 2020, pág. 25)

FTTN aprovecha la estructura y conexiones de cobre existentes en el edificio para llegar a los usuarios finales donde la ubicación del nodo y tendido de salida de fibra óptica está a una distancia mayor a trescientos metros del cliente, esta tecnología enmarca un costo bajo pero su calidad y velocidad es menor a comparación a las otras arquitecturas que optimizan mejor el uso de la fibra óptica (Reyes, 2020, pág. 25).

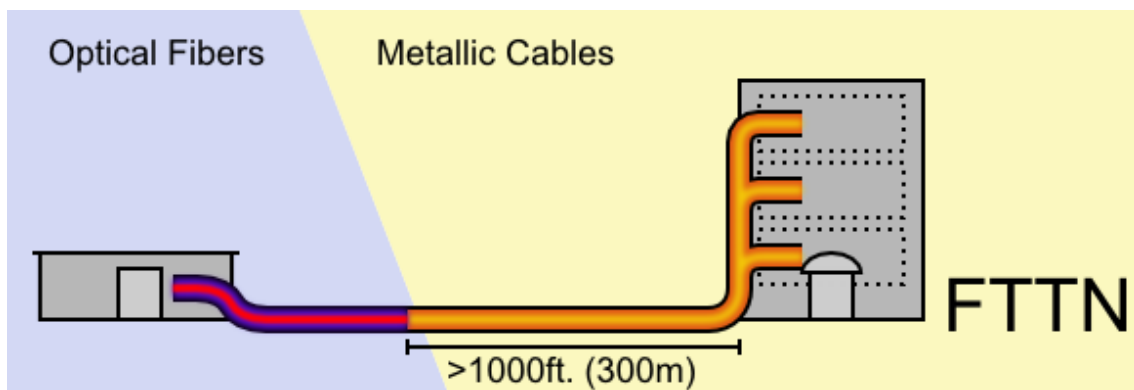


Figura 4 Red FTTN

Fuente: Telconet S.A. (Capacitación Redes FTTH)

### 2.2.2. FTTC

La FTTC es una arquitectura que se denota como fibra hasta la calzada, en el desarrollo y evolución del medio de transmisión los proveedores se dan cuenta de la versatilidad y velocidad que ofrece entonces se procura llegar lo más cercano al usuario con el cable de fibra, este tiene su alojamiento en postes con cajas de distribución o mangas de distribución o un pedestal ubicándose a una distancia menor a 300mts del cliente como se ve en la Figura 5, saliendo con cable de cobre hacia acometidas o últimas millas ya instauradas en los cliente (Reyes, 2020, pág. 25).

FTTC da la viabilidad de enlaces con que requieren banda ancha, como lo son el Internet y servicios de telecomunicaciones que necesitan mayor velocidad permitiendo aplicar xDSL que era la tecnología preferida para interconectar los usuarios, en este diseño vamos a

depender de los protocolos y dimensionamientos entre el punto del equipamiento principal al elemento de distribución y cliente (Reyes, 2020, pág. 25).

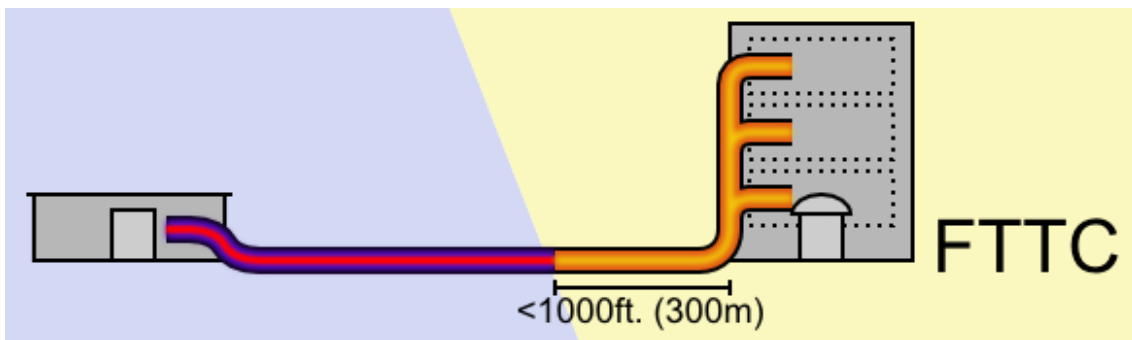


Figura 5 Red FTTC

Fuente: Telconet S.A. (Capacitación Redes FTTH)

### 2.2.3. FTTB

Es conocida como fibra óptica al edificio, el crecimiento de redes ópticas e implementaciones se maneja el diseño de llegada hasta la edificación del cliente teniendo el alojamiento de un elemento de distribución manga o caja dependiendo de la parte estructural de la edificación se debe desarrollar un diseño o solicitar permisos para su ubicación, es preferible ubicar el elemento de distribución en planta baja, cuarto de equipos o pared de cerramiento donde la distancia de llegada al cliente ya es menor a ochenta metros se hace uso de los pares libres de cobre de la edificación para proporcionar el servicio (Reyes, 2020, pág. 23).

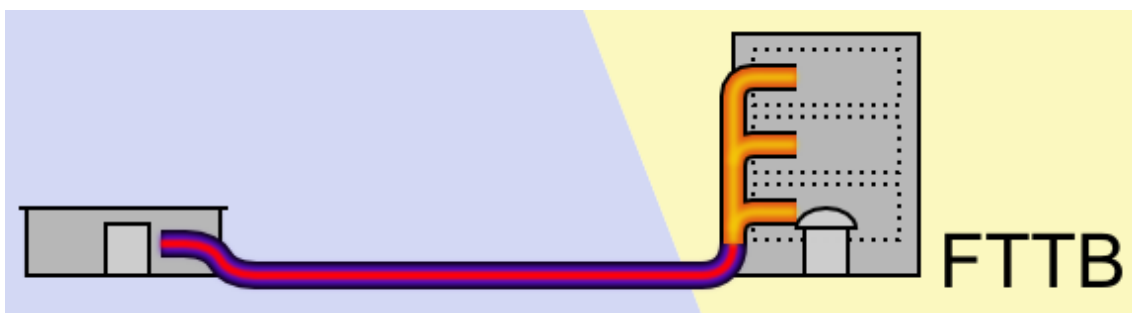


Figura 6 Red FTTB

Fuente: Telconet S.A. (Capacitación Redes FTTH)

#### 2.2.4. FTTH

La arquitectura que hoy predomina y se denomina por su nombre Fibra óptica hasta el hogar que aprovecha todo el medio de transmisión desde el nodo hasta el hogar, la distancia hasta el cliente evolutivamente se convirtió en cero al tener ya equipamiento que maneja directamente el medio de transmisión óptico son redes de alta velocidad que al tener un medio de transmisión de gran ancho de banda, su capacidad se dependerá del equipamiento que se ubicara en los extremos OLT y ONT para la velocidad, seguridad o protecciones en su diseño.

Esta tecnología de acceso tiene la capacidad de soportar grandes cantidades de contenidos y calidad superior para aplicaciones de video y trasmisión de datos, uso y transporte de datos en la nube, permitiendo así brindar servicios triple-play desde el hogar. Según el tipo de distribución ya sea punto a punto o centralizada, y punto a multipunto o en cascada se determinará el tipo de arquitectura FTTH a emplear, el tipo de fibra óptica a usar se debe en gran parte a la distribución que se empleará ya que pueden existir lugares donde pueda separarse la fibra con el uso de divisores ópticos o splitters y las distancias son un factor influyente en la expansión de la red (Reyes, 2020, pág. 23).

Se utiliza topología punto a punto en la red de distribución óptica, la fibra óptica parte del cuarto de equipos con la ubicación de un OLT y mediante el cable de ruta avanza en base a un diseño hasta el cliente donde se ubica la ONT, actualmente el despliegue de esta red no tiene alto costo debido a su desarrollo tecnológico en equipamiento y medios de transmisión.

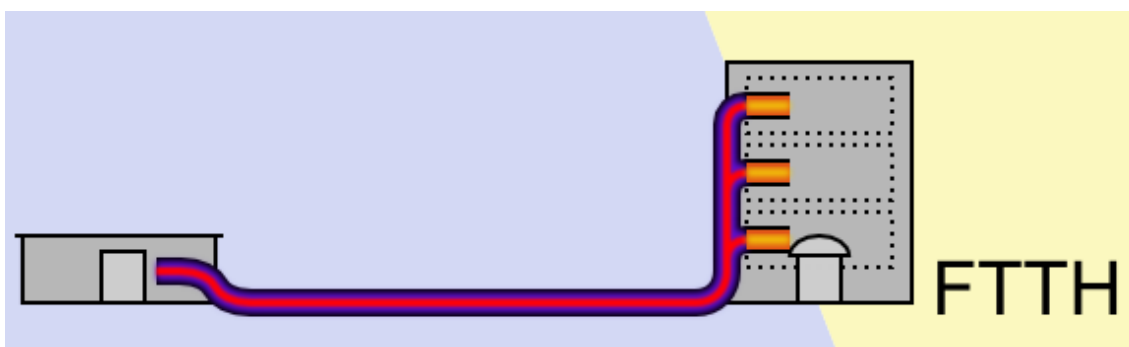


Figura 7 Red FTTH

Fuente: Telconet S.A. (Capacitación Redes FTTH)

*2.2.4.1 Despliegue de redes FTTH.* Se ha tomado en cuenta para el tendido de red de forma ordenada y técnica, los siguientes aspectos normativos:

Se revisa la infraestructura de la parroquia y se hace el levantamiento de información de redes eléctricas y de telecomunicaciones, en base al uso de normativas de tendido de redes de Telecomunicaciones para cumplir con la seguridad y legalidad de la ubicación de elementos de red como nodos, mangas, ODFs, cajas BMX y pedestales.

Se ha zonificado para el diseño de la red de distribución y acceso, con el propósito de conformar una cobertura de red con alcance para cada manzana y se toma en cuenta la geografía con su entorno para la correcta construcción y segregación de los puntos de distribución del cable de fibra óptica permitiendo la realización de una forma ordenada de instalaciones o soportes en los abonados.

Se tiene un control de diseño y presupuesto de red, para análisis de los requerimientos del sector donde se instaurará la red, este presupuesto se realizará en base al número de abonados con esto se obtiene como resultado una red con mejor escalabilidad a nivel de recursos en caso de un crecimiento de población o de comercio con una plataforma estable que permita implementar nuevos servicios y aplicaciones.

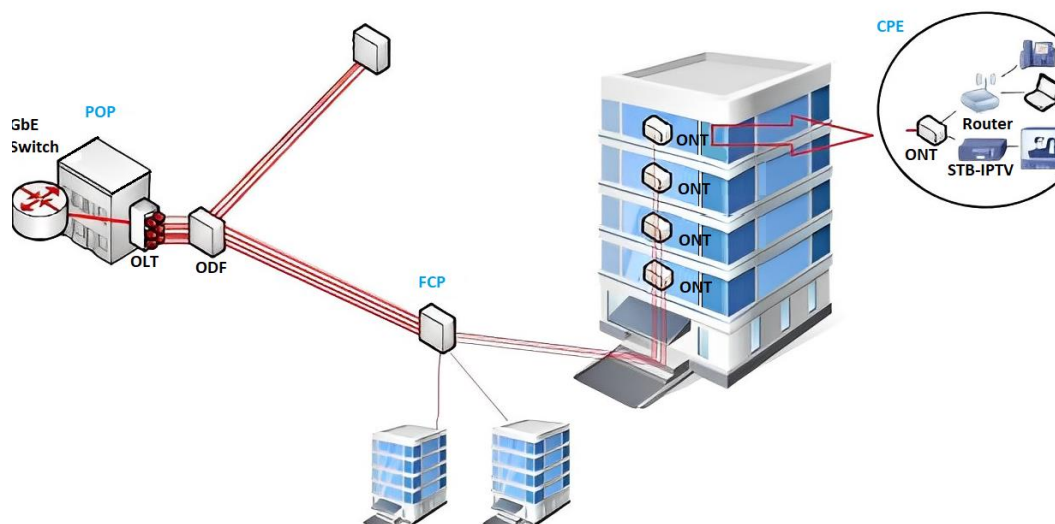


Figura 8 Estructura de una red FTTH/P2P

Fuente: Yaiza Barrientos Solera, Neo Techna

#### 2.2.4.2 Elementos de Red FTTH

##### **Red De Acceso**

La red de acceso consta de toda serie de elementos y equipamientos necesarios para realizar la conexión entre el proveedor de servicio y el bucle de abonado. El nodo central es el punto en el cual los proveedores de servicios realizan la interconexión con la red de acceso. La red de acceso local se denomina como “la última milla” o “el bucle local”. (Marchukov, 2011, pág. 4)

La red de acceso puede ser implementada de distintas maneras, pero la mejor elección es el medio de acceso óptico. Esto es, se considera una de las mejores opciones para el futuro debido al inmejorable rendimiento que ofrece la fibra óptica para las redes FTTH, gran capacidad, pocas pérdidas, etc. (Marchukov, 2011, pág. 4)

##### **ONT**

Terminal de red óptica es el elemento que se ubica de lado del cliente y es por donde recibe los servicios, a partir de la tecnología y modelo puede tener diferentes puestos de servicio como: puerto USB para actualizaciones de firmware, puertos LAN, wifi y telefonía.



Figura 9 Ont Huawei EchoLife EG8145V5  
Fuente: (Huawei Technologies Co., Ltd, 2022)

## **OLT**

Terminal de Línea Óptica es el elemento principal de la red está conformado por tarjetas con puertos PON que es por donde se tiene la salida a los elementos de distribución donde albergan los splitters y posterior llegada a las ONUs, los puertos PON tienen una capacidad máxima de 64 clientes estos son configurados por el arreglo de splitters aplicado a la red.



Figura 10 OLT Huawei OptiXaccess EA5801E-GP16  
Fuente: (Huawei Technologies Co., Ltd, 2022)

### **2.2.4.2 Elementos Pasivos**

#### **Tipos de conectores ópticos**

Tenemos tres conectores con su determinada característica:

1. Símplex es un conector que sirve como adaptador que cuenta con un hilo de fibra óptica en su interior para permitir la conectividad del medio de transmisión.

2. Dúplex es un tipo de conector adaptador que cuenta con dos hilos permite la comunicación y conectividad de dos fibras.

3. Multifibra son conectores que albergan varias fibras en su interior llegando hasta números de más de 70 fibras en su interior.

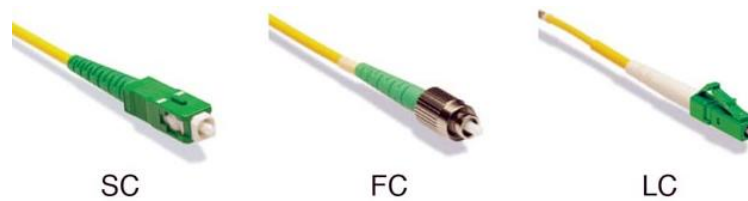


Figura 11 Tipos de Conectores

Fuente: (EXFO, 2013)

El tipo de conector más utilizado en los equipos de FTTH es el de tipo APC que tiene el plus de que su cabeza de conexión es tratada con un pulido en ángulo de  $8^\circ$ , esto aporta a mejorar el nivel de reflexión y la identificación se da por su color verde, en caso de conectividad con un equipo cuyo receptor sea de tipo UPC vamos a tener inconvenientes de pérdidas por mal acoplamiento.

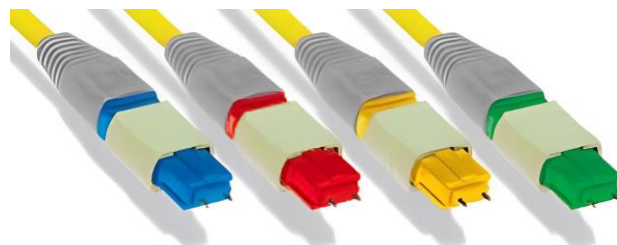


Figura 12 Conector MTP

Fuente: (EXFO, 2013)

## Splitter

Es un dispositivo del tipo pasivo, su función en la de PON es de crear múltiples caminos para la designación de niveles dependiendo el arreglo se podrá tener primer nivel o segundo nivel, el uso de los splitters en las redes dependen del diseño a realizar y permiten realizar combinaciones que dependen del estudio o análisis en campo de la cantidad de clientes, los tipos de splitter son por el número de salidas que se tiene estos son de: 1x2, 1x4, 1x8, 1x16 y 1x32 este dispositivo nos permite hacer el ingreso de un hilo y a su salida tendremos múltiples ramificaciones dependiendo de sus salidas se tendrá la inserción de pérdidas en la red como se muestra en la figura 14, su topología es tipo punto a multipunto, para aprovechamiento del puerto PON se sugiere realizar el manejo de niveles de splitteo, un puerto PON puede albergar un máximo de 64 clientes o usuarios.



Figura 13 Splitter Furukawa 1x4

Fuente: (Furukawa Electric LatAm , 2022)

Los splitters funcionan como espejos al dividir las señales por cada segmentación o salida se tendrá el mismo valor de potencia, esto nos ayuda en caso de soporte se hace la medición de los puertos libres y cada uno de estos tendrá el mismo nivel de potencia y tendrá una única designación en campo para habilitar un usuario o cliente.

Número de puertos	Pérdida de divisor (dB) (excluidas conexiones y pérdida de divisor excesiva)
2	3
4	6
8	9
16	12
32	15
64	18

Figura 14 Pérdidas de divisores ópticos (dB)

Fuente: (EXFO, 2013)

## ODF

Es un organizador de los tubillos e hilos fibra se tiene su instalación en un armario de equipamiento designado para telecomunicaciones, permite ubicar de forma ordenada las fibras ópticas y nos permite de una manera más fácil su enrutamiento de los elementos: OLT y splitters (Aldaz, 2016).



Figura 15 Organizador de Fibra 144 hilos

Fuente: Telconet S.A. (Capacitación Redes FTTH)

## ODFS

El ODFS (ODF de Splitters) el organizador de fibra que se encuentra en un rack del cuarto de comunicaciones, permite tener organizados los splitters de primer nivel y permite la

conectividad entre el puerto PON y el ODF de ruta en este elemento se aloja un nivel y su categorización depende de la consideración de diseño de la red FTTH.



Figura 16 ODFS (Distribuidor de splitters ópticos)

Fuente: Telconet S.A. (Capacitación Redes FTTH)

### **Caja de Distribución NAP**

Elemento de distribución que establece la distancia de fibra para conectividad de la red hacia el cliente en su interior se tiene empalmes que tienen su terminación en pigtailed se ordenan por tubos e hilos de la fibra óptica ayuda a designar de forma ordenada los clientes de la red en caso de inconvenientes o novedades se puede hacer mediciones desde ese punto a nodo o al cliente (Reyes, 2020).



Figura 17 Caja BMX

Fuente: (Fibramerica.com , 2020)

## ODN

La red de distribución óptica está conformada por la parte pasiva de la red, esta nace desde el conector que delimita desde el equipo OLT que es un elemento del tipo activo pasando a los elementos de distribución que está conformada por el medio de transmisión, mangas, cajas de distribución, simplex, splitters y fusiones internas en el elemento llegando a la acometida del cliente y a su conector de terminal que es un patchcord esta distancia se conoce como ODN

Los componentes no ópticos incluyen pedestales, armarios, paneles de conexiones, ODF, splitters, simplex, dúplex y rosetas ópticas.

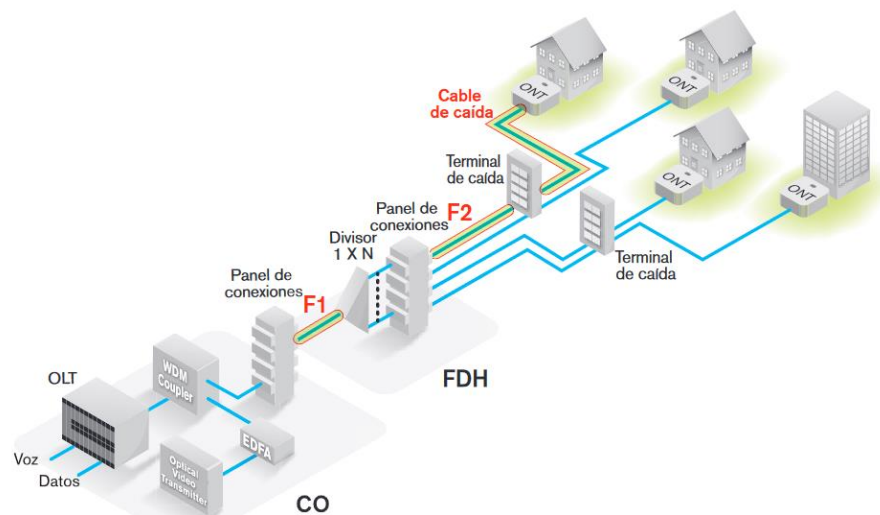


Figura 18 ODN Pasivo

Fuente: (EXFO, 2013)

### 2.3. Redes PON

Es una tecnología punto-multipunto. Todas las transmisiones en una red PON se realizan entre la unidad Óptica Terminal de Línea (OLT), localizada en el nodo óptico o central y la Unidad Óptica de Usuario (ONU). Habitualmente la unidad OLT se interconecta con una red de transporte que recoge los flujos procedentes de varias OLTs y los encamina a la cabecera de la red. La unidad ONU se ubica en domicilio de usuario, configurando un esquema FTTH (Montes Torres & Carmona Giraldo, 2009, pág. 58).

Existen varios tipos de topologías adecuadas para el acceso a red, incluyendo topologías en anillo (no muy habituales), árbol, árbol-rama y bus óptico lineal. Cada una de las bifurcaciones se consiguen encadenando divisores ópticos 1x2 o bien divisores 1xN. En algunos casos, dependiendo de la criticidad del despliegue la red de acceso puede requerir protección (Montes Torres & Carmona Giraldo, 2009, pág. 58).

Todas las topologías PON utilizan monofibra para el despliegue. En canal descendente una PON es una red punto multipunto. El equipo OLT maneja la totalidad del ancho de banda que se reparte a los usuarios en intervalos temporales. En canal ascendente la PON es una red punto a punto donde múltiples ONUs transmiten a un único OLT. Trabajando sobre monofibra, la manera de optimizar las transmisiones de los sentidos descendente y ascendente sin entremezclarse consiste en trabajar sobre longitudes de onda diferentes utilizando técnicas WDM (Wavelength Division Multiplexing). La mayoría de las implementaciones superponen dos longitudes de onda, una para la transmisión en sentido descendente (1290nm) y otra para la emisión a la cabecera (1310nm) sentido ascendente. La evolución de la tecnología óptica ha permitido miniaturizar los filtros ópticos necesarios para esta separación hasta llegar a integrarlos en los transceivers ópticos de los equipos de usuario (Montes Torres & Carmona Giraldo, 2009, pág. 58).

Al mismo tiempo las arquitecturas PON utilizan técnicas de multiplexión en tiempo TDMA para que en distintos instantes temporales determinados por el controlador de cabecera OLT, los equipos ONU puedan enviar su trama en canal ascendente. De manera equivalente el equipo de cabecera OLT también debe utilizar una técnica TDMA para enviar en diferentes slots temporales la información del canal descendente que selectivamente deberán recibir los equipos de usuario (ONU) (Montes Torres & Carmona Giraldo, 2009, pág. 58).

## ARQUITECTURA PON

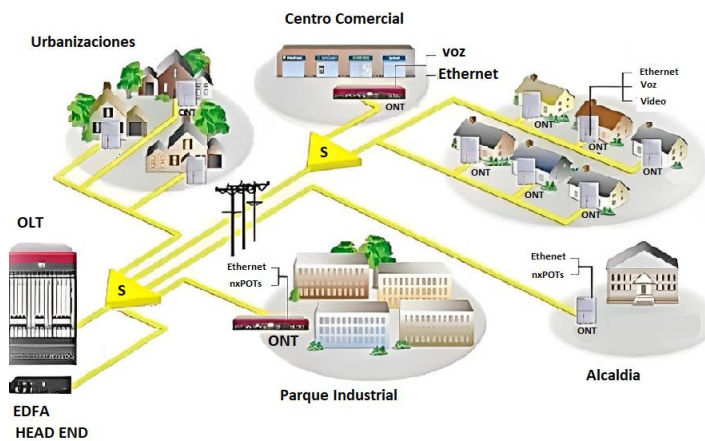


Figura 19 Arquitectura red PON

Fuente: (Casademont, 2015)

### 2.3.1. Red Óptica Pasiva (APON)

“Es un estándar de red óptica pasiva, realiza la transmisión de los datos de un nodo óptico al cliente basándose en la tecnología ATM (Asynchronous Transfer Mode, por sus siglas en inglés). El estándar fue desarrollado por FSAN (Full Service Access Network, por sus siglas en inglés) a partir de 1998, y se encuentra en la ITU- T G.983” (González Cedeño & Becerra Estupiñan, 2016)

Esta tecnología se describe por un canal descendente, en el cual las tramas se forman por celdas ATM de 53 bytes, y un canal ascendente que se forman a partir de 54 celdas ATM donde se intercalan dos celdas PLOAM (Physical Layer Operation, Administration and Management, por sus siglas en inglés). La tasa de transmisión en los canales ascendente y descendente, en referencia con un solo equipo terminal, es de 155Mbps simétricos (González Cedeño & Becerra Estupiñan, 2016, pág. 19).

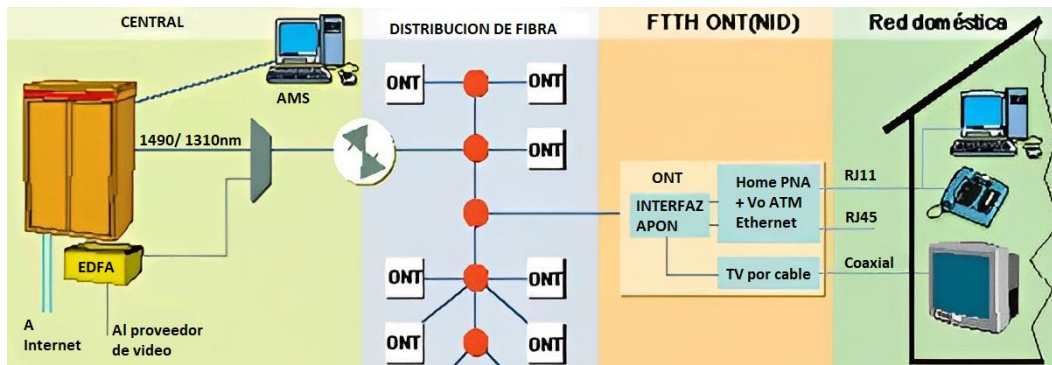


Figura 20 Configuración de APON para FTTH

Fuente: (Blanco Ortiz, 2013)

### 2.3.2. Red Óptica Pasiva Broadband (BPON)

Es un estándar desarrollado en la empresa FSAN a partir del 2001, se detallada en la ITU-T G.983. El estándar se diseñó para suplir a la tecnología APON (Gonzáles Cedeño & Becerra Estupiñan, 2016)

La principal característica de este estándar es la multiplexación por longitud de onda o WDM, con el objetivo de incrementar la velocidad de transmisión, incrementando los servicios de Ethernet, VPL (Virtual Private Line, por sus siglas en inglés), etc. (Gonzáles Cedeño & Becerra Estupiñan, 2016, págs. 19, 20)

El tráfico asimétrico en el canal descendente es de 622 Mbps y el canal ascendente de 155 Mbps. En cambio, para el tráfico simétrico tanto en el canal ascendente como en el canal descendente la velocidad de transmisión es de 662 Mbps incrementando los costos y limitaciones técnicas (Gonzáles Cedeño & Becerra Estupiñan, 2016, págs. 19, 20)

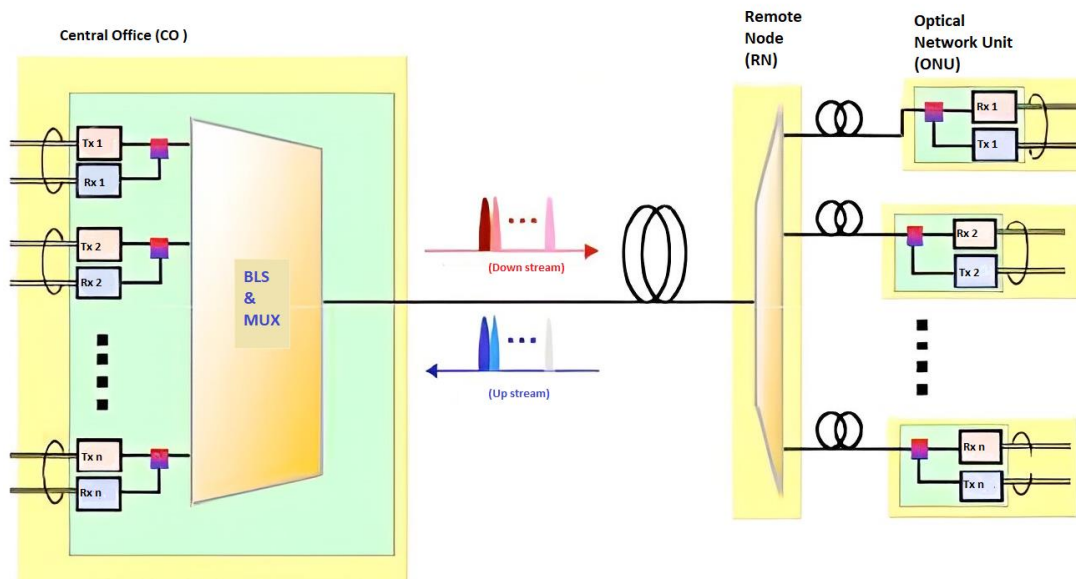


Figura 21 Configuración de BPO para FTTH.

Fuente: (McCullough D, 2007)

### 2.3.3. Red Óptica Pasiva Ethernet (EPON)

La EPON gracias a sus avances permite hacer uso de mayores flujos de velocidad de transmisión con menores gastos es desarrollado por EFM para mejorar y aumentar las prestaciones de la PON que estaba en desarrollo, pese a lo innovador que era se tenía inconvenientes en la parte de tráfico y calidad en el servicio para los clientes, la velocidad de operación en upload y download es similar ya que llega a 1Gbps, permite el manejo de los protocolos Ethernet en el transporte y de PON en sus topologías point to multipoint, su ventaja es en la mejora de mantenimiento en sus redes ya que incluye controles y seguridades. (González Cedeño & Becerra Estupiñan, 2016, pág. 20).

Permite el uso de (Class of Service) en los datos respecto al tiempo, tales como las imágenes que se manejan con frames y utilizan sincronización con el tiempo a partir que cada lapso de imagen evitando el retraso o sobre montaje en las mismas, tiene el uso de TDM en sus esquemas de red (González Cedeño & Becerra Estupiñan, 2016, pág. 20)

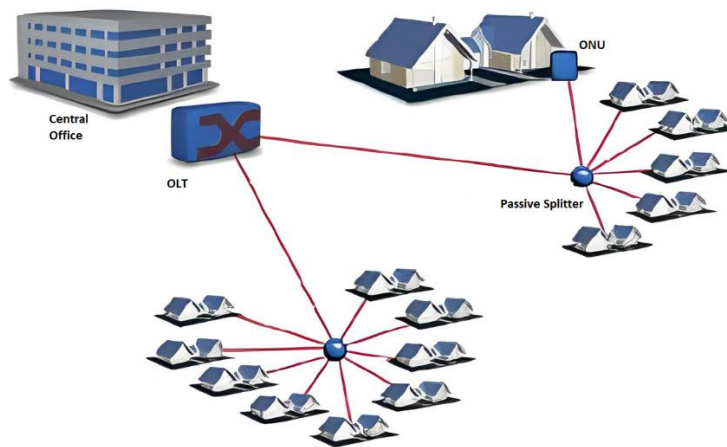


Figura 22 Configuración de EPON para FTTH.

Fuente: (McCullough D, 2007)

#### **2.3.4. Red Óptica Pasiva Gigabit (GPON)**

Son redes basadas en normativas de Gigabit PON, es aplicado bajo las recomendaciones ITU-T 984.X que es donde se tiene toda la caracterización del equipamiento que va en conjunto con la plataforma de la red GPON. Como su nombre lo indica se tiene r velocidades en la transmisión gigabits apuntando al sector del hogar y corporativo haciendo uso del servicio IP para el manejo de los datos con el objetivo de manejo de información y partes de la red (González Cedeño & Becerra Estupiñan, 2016, pág. 21).

Es versátil en el manejo de su instalación, permite el manejo del medio de transmisión para llegar a velocidades excelentes para los requerimientos de los clientes o negocios con velocidades de transmisión en descendente (hacia el destino) y de 155 Mbit/s, 622 Mbit/s; 1,2 Gbit/s y 2,4 Gbit/s en sentido ascendente (hacia el origen) (González Cedeño & Becerra Estupiñan, 2016, pág. 21).

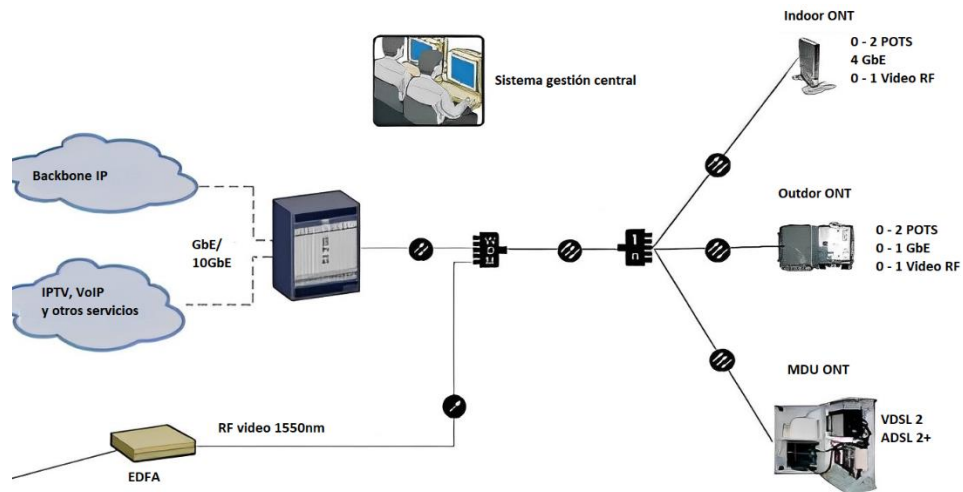


Figura 23 Configuración de GPON para FTTH.

Fuente: (McCullough D, 2007)

## 2.4. Simulación Optisystem

Optisystem es una plataforma para la realización de simulaciones de forma completa, permite interactuar lo explicado en clase sin necesidad de compra de elementos que son costosos o manejar la implementación en proyectos, es importante el tener una interfaz amigable que permite al usuario aprender intuitivamente a partir de su diseño llegando a elaborar trabajos más complejos donde se puede tener errores en su puesta a punto así como mejoras en el desarrollo al poder compilar varios tipos de redes con normativas y características

La herramienta permite el aprendizaje de sistemas ópticos como SONET, SDH, redes FTTX, con sus respectivos elementos y galerías de amplificadores, transmisores, receptores y módulos de reparación o medición como: OTDRs, OPMs, analizadores ópticos para revisión de la transmisión como el BER o para el factor Q.

Considerando la información revisada se ha tomado en cuenta los requerimientos actuales para el diseño de la red a diseñar y simular, se plantea la generación de una red de

fibra óptica que dé cobertura a toda la parroquia basándonos y haciendo uso de la tecnología FTTH, manejando OLTs y ONTs de buen rendimiento que cumplan con el presupuesto de enlace y materiales óptimos en la parte pasiva marcando relevancia e importancia en la investigación de campo para obtener datos para la generación de una robusta ODN tomando como parte importante los puntos de distribución mediante la realización de replanteos buscando ubicar los puntos de distribución en lugares donde predominen las viviendas, edificios y locales comerciales obteniendo información detallada de infraestructura utilizable para generar un correcto despliegue de la red, dando la posibilidad de brindar un servicio eficiente y estable a hogares y pequeñas empresas PYMES permitiendo impulsar el sector comercial y educativo acorde al crecimiento de la parte poblacional de la parroquia de Perucho, esta información será considerada para el diseño en el capítulo 3.

## CAPITULO 3

### 3.1. Análisis de Cobertura en la Red FTTH en la Parroquia de Perucho

Respecto al ámbito nacional, en el Ecuador al 2020 y según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), se evidencian brechas importantes en el acceso a recursos tecnológicos y a servicios, aplicaciones y contenidos digitales (SAC). En ese año, solamente el 53,2% de hogares contaba con acceso a Internet, la cobertura rural era del 34,7% de los hogares, la proporción de personas que utiliza teléfonos Smartphone era del 81,8% y el Analfabetismo digital alcanzaba el 10.2% (MINTEL, 2022, pág. 31).

En lo que se refiere al Servicio de Acceso a Internet - SAI, a junio de 2022 la densidad nacional por hogar representó el 54,64%, con más de 2,59 millones de cuentas. Del total nacional, el 68,32% corresponde a conexiones mediante fibra óptica. En relación al despliegue de fibra óptica, a diciembre del año 2021, a nivel nacional se registró más de 265 mil km de fibra óptica en la red troncal, de acceso y en carreteras (MINTEL, 2022, pág. 32).



Figura 24 Penetración Internet.

Fuente: (MINTEL, 2022)

La distribución de la participación de mercado en términos del total nacional de cuentas por prestador (2.409.618 cuentas reportadas a junio de 2021). El mercado del SAI es liderado por la empresa pública CNT EP con un 31,32% de cuota de mercado, el 22,45% del mercado lo tiene la empresa MEGADATOS S.A., el 12,08% CONECEL S.A., seguido por SETEL S.A. con el 11,25%, PUNTONET con el 4,61%, ETAPA E.P. con el 3,09%, TELCONET con el 1,14%, Pacheco Saguay Luis Eduardo con el 1,04%,

NECUSOFT con el 0,75% e IN.PLANET S.A. con 0,73%. Finalmente, el 12,49% de cuota de mercado restante, se divide entre los otros prestadores (ARCOTEL, Abonados y usuarios, 2022, pág. 9)

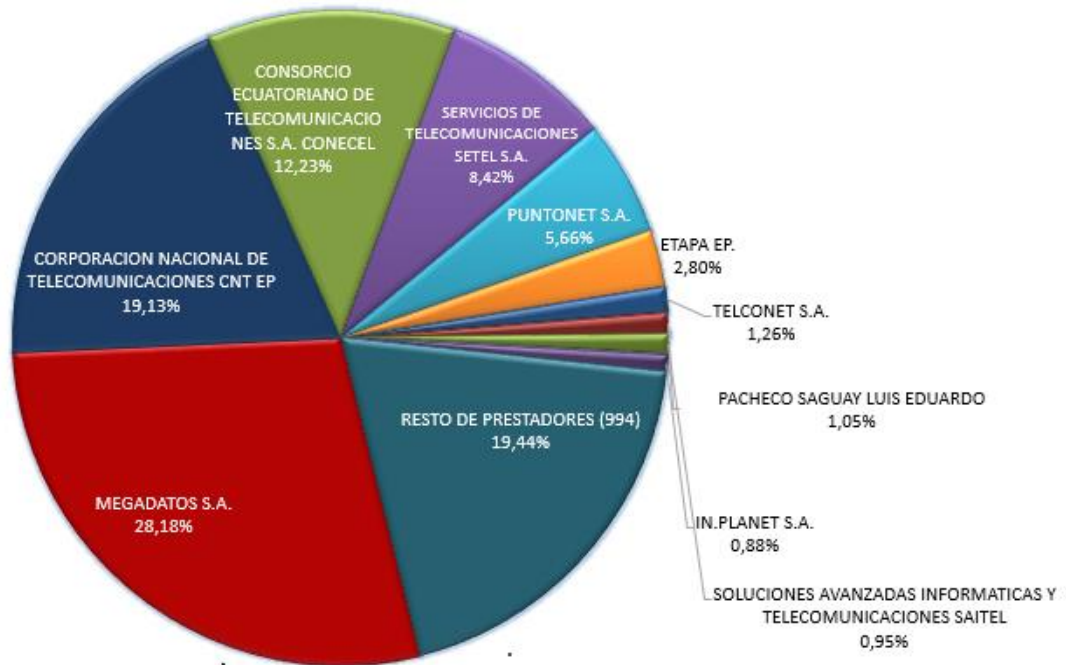


Figura 25 Participación de mercado al IV Trimestre 2022

Fuente: (ARCOTEL, Abonados y usuarios, 2022)

El Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información ha logrado reducir aún más la brecha digital en las zonas rurales y urbano marginales del país por medio del despliegue y operación 854 Infocentros a nivel nacional<sup>10</sup>, en 735 parroquias, duplicando a la fecha la cantidad de que tenía respecto al 2013, El Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información para continuar con el desarrollo en esta temática dispone de el Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información 2016-2021 y las Políticas Públicas del sector de las telecomunicaciones y de la sociedad de la información 2017-2021 (MINTEL, 2018, pág. 18)

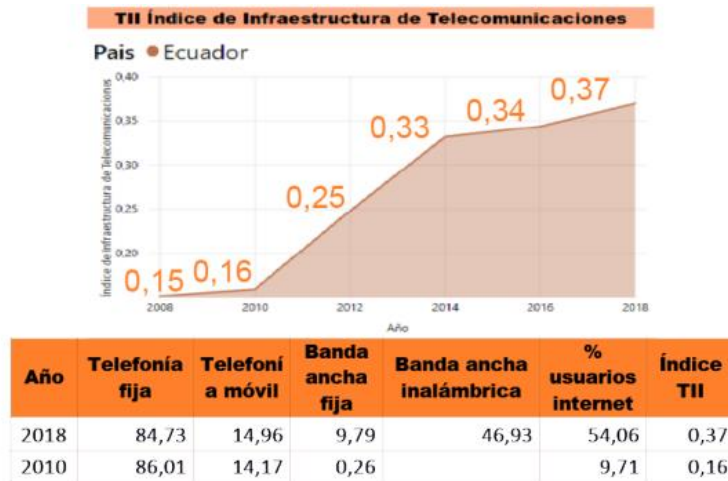


Figura 26 Evolución de las telecomunicaciones en Ecuador 2010-2018

Fuente: (MINTEL, 2018, pág. 19)

La parroquia de Perucho está ubicada en la provincia de Pichincha al norte de Quito a 55 kilómetros es una población rural donde actualmente la empresa que brinda mayor cobertura es CNT haciendo uso de la tecnología ADSL donde el medio de transmisión es el par de cobre brindando un ancho de banda bajo para los servicios y requerimientos de las redes actuales.



Figura 27 Ubicación de la parroquia de Perucho.

Fuente: (INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR, 2008)

### 3.1.1. Población y Cálculo de la Muestra

Se realiza encuesta y se toma la muestra poblacional de los hogares en base al total de datos del INEC en el documento 28\_Promedio de Personas por Hogar (Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), 2010), los datos tienen similitud con la base de datos del GAD de la parroquia de Perucho.



Promedio de Personas por Hogar, según Parroquia

Código	Nombre de la Parroquia	Total de personas	Total de hogares	Promedio de personas por hogar
170174	PERUCHO	789	230	3,43

Figura 28 Promedio de personas por Hogar parroquia de Perucho

Fuente: (Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), 2010)

Para el año 2010, la población de la Parroquia de Perucho fue igual a 789 habitantes y representó un 0,12% de la población rural del cantón Quito. La tasa de crecimiento entre el censo de 1990 y 2001 fue de 1,47%; sin embargo, a 2010 la población se ha mantenido relativamente constante, teniendo una tasa de crecimiento del 0,04% (GAD PERUCHO, 2019, pág. 44)

La relación entre la población y la extensión territorial nos indica la densidad poblacional, la cual dentro de la parroquia de Perucho es de 81 habitantes por km<sup>2</sup>. Al compararlo con otras parroquias de Quito, Perucho tiene una baja densidad demográfica, de igual manera al momento de comparar con el Cantón Quito y la provincia de Pichincha, (GAD Perucho;, 2019, pág. 49).

Como se ve en la figura 28

Unidad Territorial	Población Total	Población masculina	% Hombres	Población Femenina	% Mujeres
Perucho	789	407	51,58	382	48,42
Quito	2.239.191	1.088.811	48,63	1.150.380	51,37
Pichincha	2.576.287	1.255.111	48,72	1.320.576	51,26

Figura 29 Población de Perucho total y por genero

Fuente: (GAD PERUCHO, 2019, pág. 49)

Con la información de las Instituciones GAD de Perucho y el INEC se procede a realizar el cálculo para la realización de las encuestas en la parroquia de Perucho.

Para el estudio vamos a realizar uso del muestreo aleatorio simple que parte de la toma de una muestra de un universo de donde se obtiene una parte de todos sus integrantes estas son muestras al azar, cada persona ubicada en este muestreo tiene su propia característica donde del universo se tiene la misma probabilidad de ser seleccionado.

Nivel de confianza deseado	Puntuación z
80%	1,28
85%	1,44
90%	1,65
95%	1,96
99%	2,58

Figura 30 Nivel de confianza.

Fuente: (MONCAYO, 2020, pág. 46)

$$n = \frac{Z^2 * \sigma^2 * N}{e^2(N - 1) + Z^2 * \sigma^2} \text{ Ecu(1)}$$

Para el trabajo a realizar se calcula la muestra a partir de las 792 personas, se va a trabajar con un margen de error del 5%, con un porcentaje de confiabilidad del 95% acorde a

la figura 30, que indica la proximidad de obtener una respuesta correcta en las preguntas realizadas.

$n$  = El tamaño de la muestra.

$N$  = El tamaño del Universo.

$\sigma$  = Desviación estándar de la población.

$Z$  = Valor obtenido mediante niveles de confianza.

$e$  = Límite aceptable de error muestral (Reyes, 2020)

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5^2 * 792}{0.05^2(789 - 1) + 1.96^2 * 0.5^2}$$

$n = 259$  encuestas

El total de encuestas calculado en la ecuación son 259, con la información de las Instituciones GAD de Perucho y el INEC se procede a realizar el cálculo para la realización de las encuestas en la parroquia de Perucho.

### ***3.1.2. Densidad Poblacional de la Parroquia de Perucho.***

Para estimar la densidad poblacional del Ecuador continental consideraremos se tiene el uso de la ecuación donde tenemos por detalle como (P) a la población actual de la parroquia y (T) como el territorio total donde habita la población (Bastidas & Medina, 2011, pág. 90)

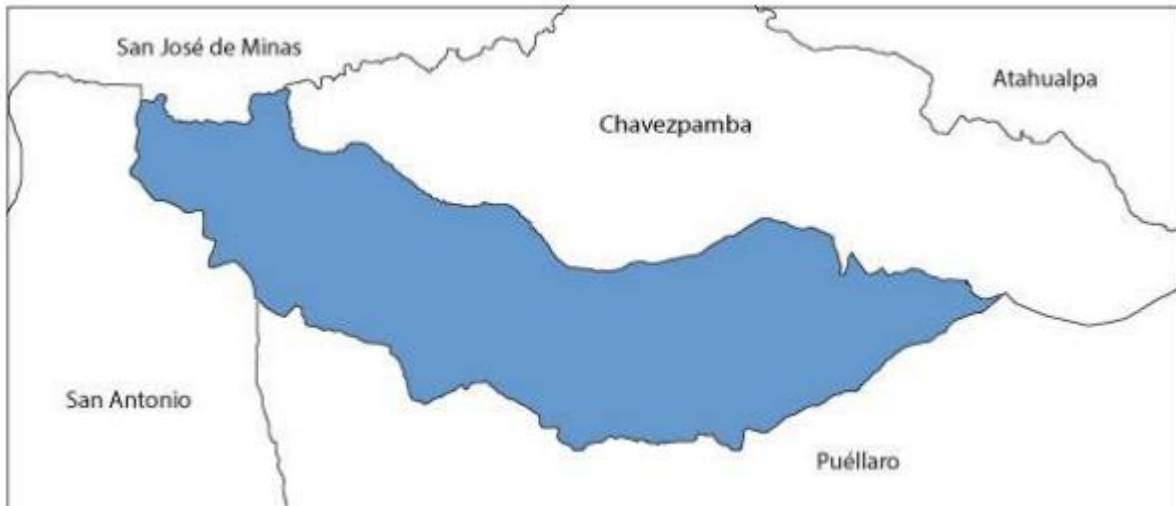


Figura 31 Superficie de la Parroquia de Perucho 9,73 km<sup>2</sup>

Fuente: (GAD Perucho;, 2019, pág. 25)

$$D = \frac{P}{T} Ecu2$$

Se tiene las variables descritas:

D= Densidad de la población

P= Habitantes de la parroquia

T= Territorio de la parroquia (Bastidas & Medina, 2011)

$$D = \frac{789 Hab}{9.73 Km^2}$$

$$D = 81 Hab/km^2$$

La respuesta indica que para la Parroquia de Perucho se tiene una densidad poblacional de 81 habitantes por kilómetro cuadrado comparado con otras parroquias del sector como Chavez Pamba, San Jose de Minas, Atahualpa se considera densamente poblada permitiendo continuar con el estudio planteado.

### 3.1.3. Encuesta a realizar para desarrollo

Se desarrolla la encuesta que será realizada por habitantes de la Parroquia de Perucho, se busca obtener información como: proveedor de servicio, costos, calidad del servicio entregado y se recopila información en campo haciendo uso de la herramienta de Microsoft Forms de licencia gratuita, los resultados de la encuesta nos ayudan a tener mejores alternativas basadas en fibra óptica para el servicio de internet como se ve en el (Anexo 1).

### 3.1.4. Revisión y de datos para obtener de la cobertura

La tabla 1, muestra la recopilación de los datos obtenidos de las 300 encuestas realizadas en la parroquia de Perucho para obtener las 259 respuestas, en ellas se tuvo la participación de pobladores y posibles clientes en las zonas de cobertura que se realizara el análisis y diseño.

**Tabla 1.**

*Datos obtenidos de las encuestas y preguntas realizados en la parroquia de Perucho*

Total encuestas		300
PREGUNTA	OPCION	TOTAL
1. Actualmente usted cuenta con servicio de Internet en su domicilio, negocio o empresa.	SI	75
	NO	184
	SIN RESPUESTA	41
2. Si usted tiene el servicio de Internet, ¿cuál es su proveedor?, si no tiene el servicio de internet favor dirigirse a la pregunta 4.	CNT	58
	NETLIFE	11
	SIMANTEC	5
	SIN RESPUESTA	41
3. En caso de contar con Internet, cual se su tipo de conexión	COBRE	58
	FIBRA	16
	RADIO	0
	SATELITAL	0
4. Usted pensaría contratar un nuevo servicio de Internet que le ofrezca mejor cobertura inalámbrica y velocidad en su domicilio con excelente tecnología y servicio.	SIN RESPUESTA	41
	SI	250
	NO	9
5. Qué plan estaría dispuesto a contratar en este nuevo servicio de Internet.	BASICO	110
	INTERMEDIO	80

	ULTRAGAMER	69
	SIN RESPUESTA	41
6. Porque está dispuesto a buscar otro proveedor de internet.	LENTITUD	29
	MALA SEÑAL	35
	COSTOS	10
	NO DISPONE	185
	SIN RESPUESTA	41

Se presenta el detalle de los valores obtenidos de la revisión véase (Anexo 2), de las 300 encuestas realizadas en la parroquia de Perucho:

En la figura 32 se presenta los valores en porcentajes de los datos obtenidos en la pregunta 1 realizado a la población de la parroquia de Perucho.

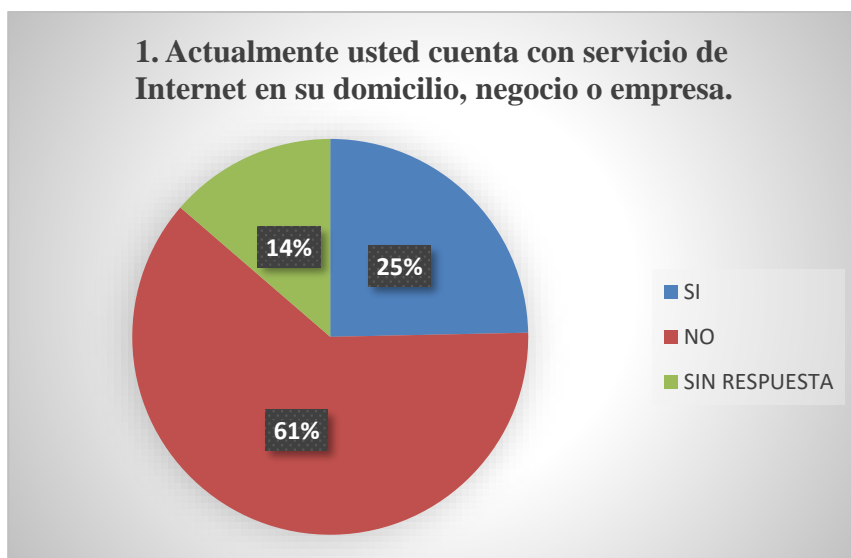


Figura 32 Valores en porcentajes de la pregunta 1

Fuente: Autor

En la figura 33 se presenta los valores en porcentajes de la cantidad de personas con proveedores y sin proveedores en la parroquia de Perucho.

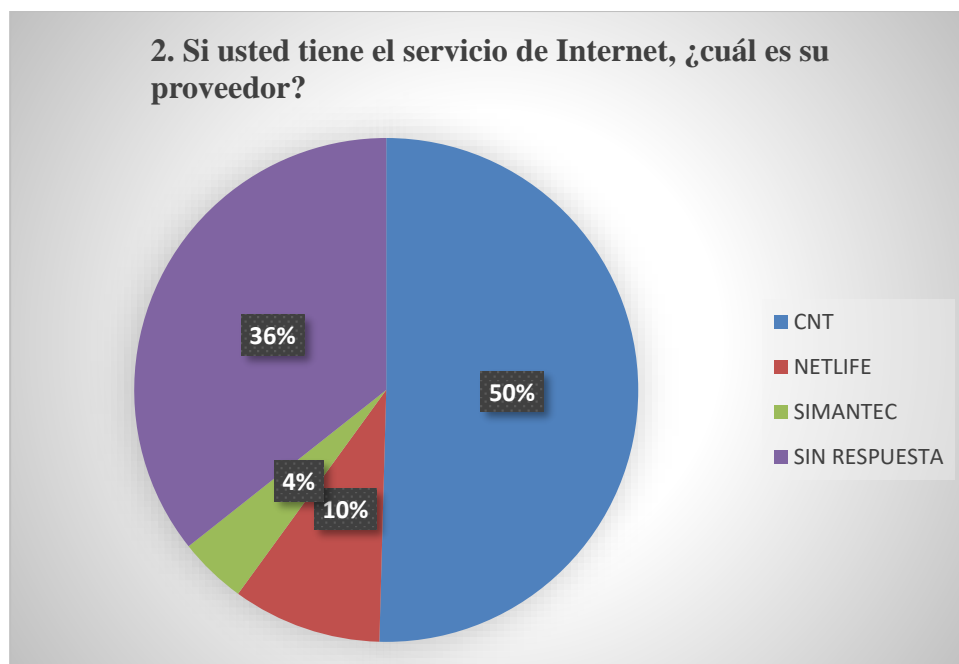


Figura 33 Valores en porcentajes de la pregunta 2

Fuente: Autor

En la figura 34 se presenta los valores en porcentajes de los resultados de la pregunta 3 realizado a la población de la parroquia de Perucho.

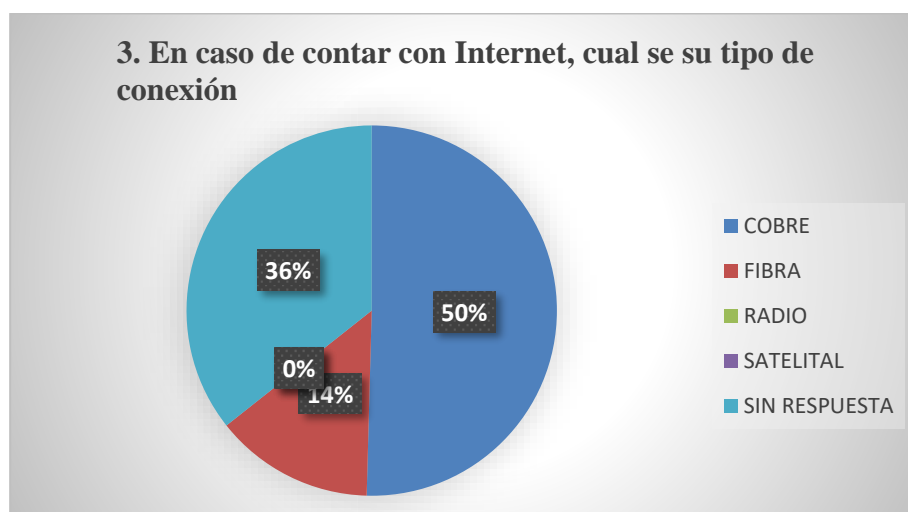


Figura 34 Valores en porcentajes de la pregunta 3

Fuente: Autor

En la figura 35 se presenta los valores en porcentajes de los resultados de la pregunta 4 realizado a la población de la parroquia de Perucho.

**4. Usted pensaría contratar un nuevo servicio de Internet que le ofrezca mejor cobertura inalámbrica y velocidad en su domicilio con excelente tecnología y servicio.**

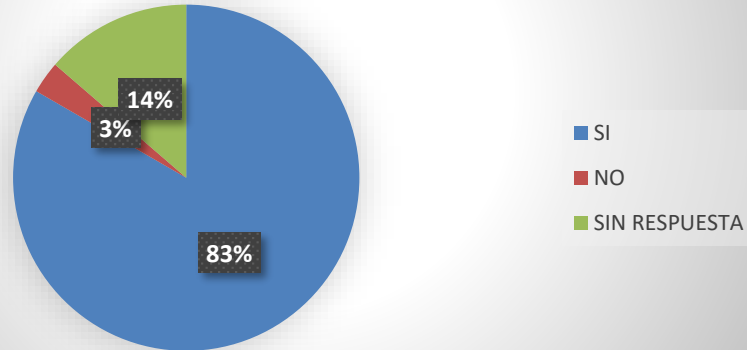


Figura 35 Valores en porcentajes de la pregunta 4

Fuente: Autor

En la figura 36 se presenta los valores en porcentajes de los resultados de la pregunta 5 realizado a la población de la parroquia de Perucho.

**5. Qué plan estaría dispuesto a contratar en este nuevo servicio de Internet.**

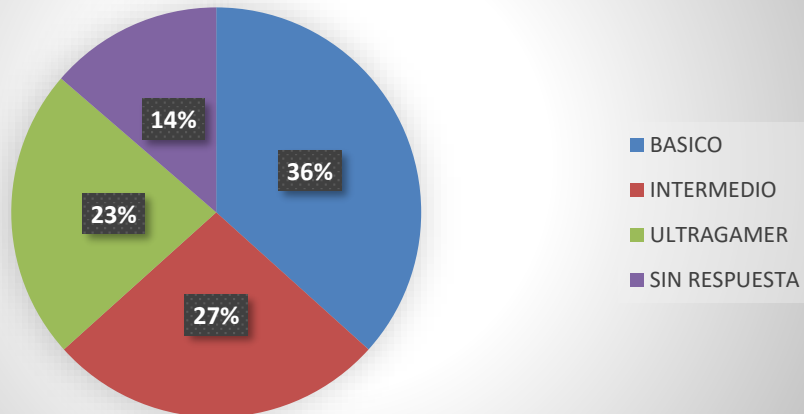


Figura 36 Valores en porcentajes de la pregunta 5

Fuente: Autor

En la figura 37 se presenta los valores en porcentajes de los resultados de la pregunta 6 realizado a la población de la parroquia de Perucho.

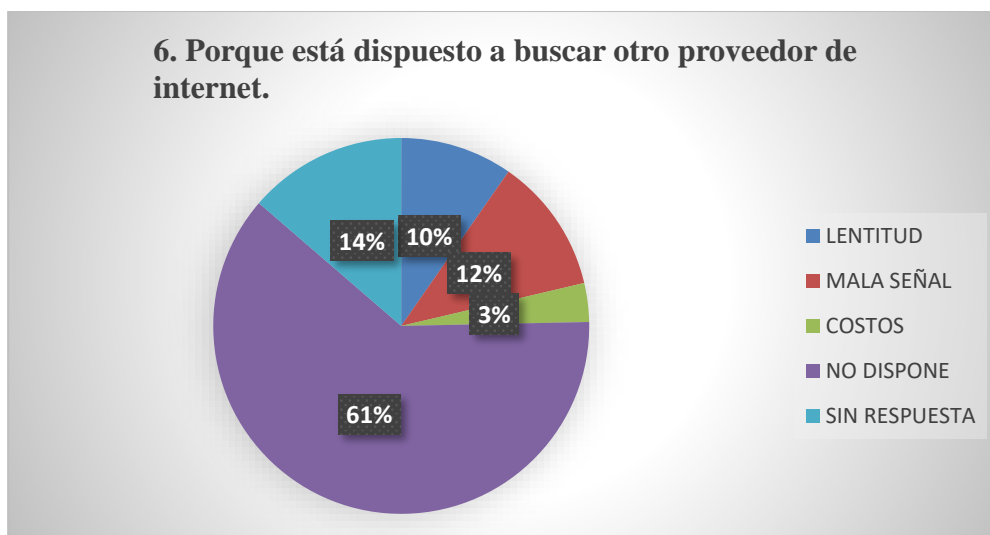


Figura 37 Valores en porcentajes de la pregunta 6

Fuente: Autor

En la tabulación de los resultados se puede evidencia sin tomar en cuenta las encuestas SIN RESPUESTA que son más del 71% de la muestra efectiva de 259 personas no cuenta con un servicio de internet en su domicilio, negocio o empresa como se puede apreciar en la Fig. 32, en el despliegue de proveedores se tiene un total de 74 clientes mostrando poca presencia en los encuestados como se ve en la Fig. 33, la tecnología que predomina es el cobre como medio de transmisión que es susceptible a interferencias con tasas bajas de velocidad dando la percepción de mala calidad de servicio como se presenta en la Fig. 34, en la muestra se tiene una respuesta positiva de mejorar su servicio con parámetros de mejor cobertura, velocidad y tecnología predominando con un 83% como se muestra en la Fig. 35, se establece planes de servicio para la población teniendo mayor aceptación el PLAN BASICO pero los PLAN INTERMEDIO y PLAN ULTRAGAMER son también elegidos por que se tiene presencia de negocios en la parroquia esto va de la mano con el crecimiento de más servicios en el sector como detalla la Fig. 36, la gente está dispuesta a buscar otro proveedor o el servicio de internet por que no dispone del servicio teniendo relación con la pregunta uno si tomamos en cuenta la muestra de los 259 encuestados el 61% desea tener el servicio de internet sumado el 10% LENTITUD, 12 % de MALA SEÑAL y 3% COSTOS dándonos un total de 86% de aceptación

como muestran los porcentajes de la Fig. 37 cumpliendo con el requerimiento para hacer el diseño de red en Perucho.

### **3.2. Diseño de la propuesta técnica para presupuestar materiales y equipos para la red FTTH en la parroquia de Perucho**

#### ***3.2.1. Panorama para el Diseño de la Red FTTH en la Parroquia de Perucho***

Para el proyecto de red se tiene en cuenta los siguientes lineamientos:

- Se hace el trabajo en un mapa georreferenciado para la ubicación de elementos activos y pasivos donde se detalla el paso de la fibra óptica en la parroquia de Perucho.
- En el tendido de red hacia las NAPS se tienen un cable óptico de 24 hilos bajo la norma técnica ITU-G652D véase (Anexo 3).
- Para la acometida de los clientes se tendrá uso de cable de 2 hilos bajo norma técnica ITU-T G.657.A1 o G.657.A2 véase (Anexo 4).
- Los NAPs tendrán ubicación de splitters de 1:8 a 1:8 véase (Anexo 5)
- Se trabaja bajo norma técnica ITU-T G984 véase (Anexo 6) en el cálculo de presupuesto óptico del enlace tomando a consideración los valores mínimos y máximos.
- En el trabajo de planta externa se considera normativas del GAD de Pichincha y la norma técnica a UIT-T L.35 véase (Anexo 7) y la ITU L.26 véase (Anexo 8), en la zona no se tiene presencia de soterramientos o trabajos murales.

Norma ITU-T G 984.x				
ITU-T G.984.1 (ITU-T, 2011)	Características generales.	Arquitectura del sistema OAM. Tipos de interfaz: servicio, usuario. Alcance lógico.	Tipos de servicio. Tasa física de transmisión y recepción. Rendimiento del sistema.	
ITU-T G.984.2 (ITU-T, 2012)	Medios físicos dependientes.	<b>Parámetros Class B+</b> Potencia óptica máxima Potencia óptica mínima Sensibilidad mínima Potencia óptica mínima de sobrecarga	<b>ONT</b> + 5 dBm +0,5 dBm -27 dBm - 8 dBm	<b>OLT</b> + 5 dBm +1,5 dBm -28 dBm - 8 dBm
ITU-T G.984.3 (ITU-T, 2014)	Convergencia de transmisión	Subcapas GPON TC Rango	Formato de trama Seguridad Ancho de Banda Dinámico. Operaciones, administración y mantenimiento.	
ITU-T G.984.4 (ITU-T, 2011)	Gestión ONT, especificación de la interfaz de control.	Interoperabilidad entre OLTs y ONTs de diferentes proveedores.		
ITU-T G.984.5 (ITU-T, 2014)	Mejoramiento de banda.	Define longitudes de onda reservados para las señales de servicio adicionales utilizando WDM en la futura red GPON. Especifica los requisitos técnicos para la aplicación del filtro de longitud de onda en la ONT.		
ITU-T G.984.6 (ITU-T, 2012)	Mayor alcance.	Describe los parámetros de la arquitectura y la interfaz para los sistemas GPON con mayor alcance.		

Figura 38 Parámetros para certificar una red FTTH GPON ITU-T G984.x

Fuente: (Quinancela & Espinosa, 2016)

### 3.2.2. Diseño de tendido de red de fibra óptica

Para el diseño del tendido de cable de fibra óptica en la Parroquia de Perucho se parte de las encuestas tabuladas donde se tiene la ubicación de 2 niveles de splitteo haciendo uso para establecer la troncal con cable feeder de 24 hilos para elementos de distribución segundos niveles ubicados en cajas BMX fibra drop de 2 hilos y clientes de última milla con fibra drop de 2 hilos.

Para la troncal se maneja un cable óptico con normativa G652D véase (Anexo 9) y del tipo aéreo con 24 hilos donde se distribuye usando únicamente el buffer azul direccionando 4 hilos al ODF que da salida a la red FTTH haciendo uso únicamente del 25% de la capacidad del mismo teniendo de reserva el 75% en caso de demanda o activación de nuevos primeros niveles en la red.

Para la distribución del cable óptico de 24 hilos con normativa G652D se tiene un tendido de tipo aéreo donde se tendrá la ubicación de 4 primeros niveles designados bajo replanteo de ruta distribuyendo los segundos niveles con el cable drop de 2 hilos para activar 13 NAPs en ramales la ubicación es en sitios donde predominan casas de la población y negocios teniendo un total de 208 usuarios, la distancia total del paso de cable de 24 hilos es de 1070.45 km y el despliegue de la fibra de 2 hilos para las líneas de derivación son 2038,75 km.

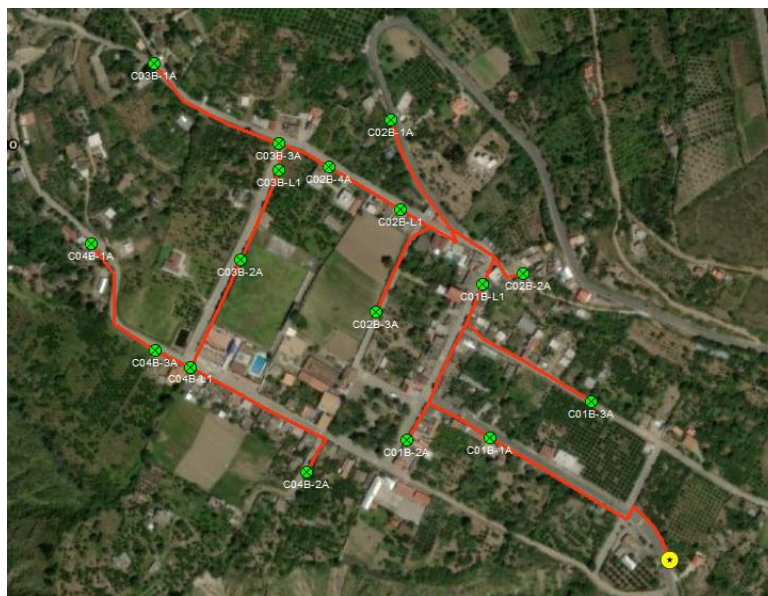


Figura 39 Despliegue de la red de distribución de la parroquia de Perucho

Fuente: Autor

3.2.2.1 *Delimitación del área de cobertura.* En la parroquia de Perucho el tendido de red de fibra óptica 1290,18 km entre los puntos más lejanos véase (Anexo 10), la red cumple con la característica de redes GPON cuya distancia de la ODN no debe superar los 20 km.

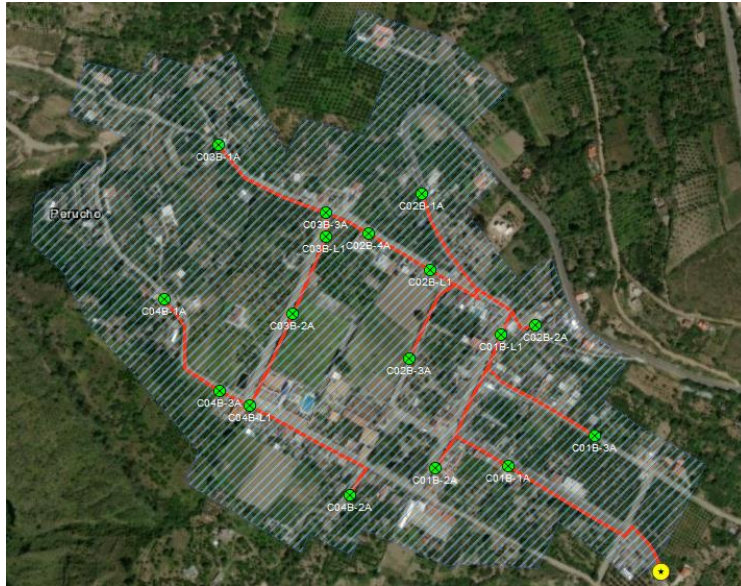


Figura 40 Cobertura de la red FTTH en la parroquia de Perucho

Fuente: Autor



Figura 41 Distribución de cajas de primer y segundo nivel en la parroquia de Perucho

Fuente: Autor

**Tabla 2.**  
*Dimensionamiento de red tendido de fibra óptica*

NIVEL	TIPO TENDIDO	RUTA	FIBRA HILOS	DISTANCIA mts
2DO nivel	AEREO	C01B-L1 a C01B-1A	F02H	219,73
	AEREO	C01B-L1 a C01B-2A	F02H	189,35
	AEREO	C01B-L1 a C01B-3A	F02H	208,04
	AEREO	C02B-L1 a C02B-1A	F02H	221,34
	AEREO	C02B-L1 a C02B-2A	F02H	184,84
	AEREO	C02B-L1 a C02B-3A	F02H	149,53
	AEREO	C02B-L1 a C02B-4A	F02H	90,78
	AEREO	C03B-L1 a C03B-1A	F02H	195,82
	AEREO	C03B-L1 a C03B-2A	F02H	106,44
	AEREO	C03B-L1 a C03B-3A	F02H	29,88
	AEREO	C04B-L1 a C04B-1A	F02H	191,69
	AEREO	C04B-L1 a C04B-2A	F02H	208,92
	AEREO	C04B-L1 a C04B-3A	F02H	42,40
1ER NIVEL	AEREO	NODO a C01B-L1	F24H	480,02
	AEREO	NODO a C02B-L1	F24H	653,70
	AEREO	NODO a C03B-L1	F24H	835,23
	AEREO	NODO a C04B-L1	F24H	1070,45

### 3.2.3. Topología de la red FTTH

Para el diseño de red se tiene se tiene la siguiente topología al tratarse de tecnología FTTH, como se muestra en la figura 42.

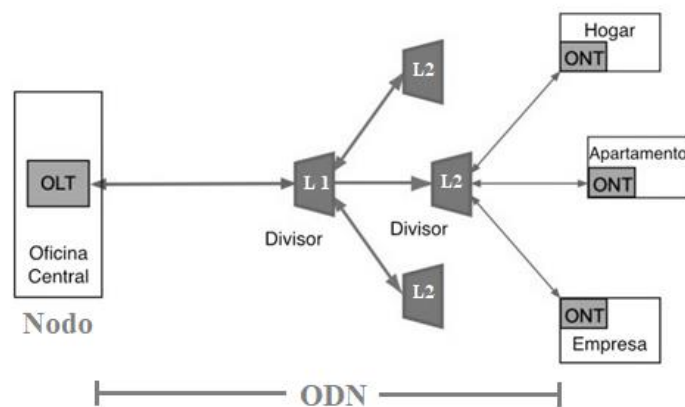


Figura 42 Topología de red de la parroquia de Perucho

Fuente: Autor

### 3.2.4. Análisis de Capacidad y Calculo de presupuesto óptico

3.2.4.1 Análisis de capacidad de la Red. En el análisis de la red FTTH se tendrá en uso el estándar de operación de GPON donde se tiene una velocidad simétrica en UPSTREAM como en DOWSTREAM de 1Gbps donde se tiene que tomar en cuenta la capacidad de cada puerto PON con respecto a los usuarios, cada puerto PON tiene una capacidad de 64 clientes donde el diseño nos ayuda a distribuir los mismos, en el caso de la Parroquia de Perucho tiene un arreglo de splitters de 2 niveles ocupando un máximo de 64 clientes por puerto PON, como se detalla en el cálculo de presupuesto óptico.

**Tabla 3.**

*Velocidad máxima por usuario en la red*

GPON	CAPACIDAD	ONT
UPSTREAM	1 Gbps	15,6 Mbps
DOWNSTREAM	1 Gbps	15,6 Mbps

La red está orientada a dar servicios principalmente a hogares, pero también a negocios en la actualidad se tiene alta demanda por los usuarios del uso de Triple Play, tomando en cuenta la tabla anterior se detalla el estándar designado por la ITU para los servicios a utilizar de parte de los clientes en la red.

**Tabla 4.**

*Velocidad mínima por servicio en la red*

SERVICIO	UPSTREAM	DOWNSTREAM
SDTV	1 Mbps	4 - 5 Mbps
INTERNET	2 - 4 Mbps	2 - 4 Mbps
VOIP	64 -256 Kbps	64 - 256 kbps
Total	5,256 Mbps	9,256 Mbps

Tomando los valores de UPSTREAM Y DOWNSTREAM de la red GPON y valores estándar según la ITU se tiene la capacidad requerida.

3.2.4.2 *Calculo de presupuesto óptico.* Es importante dimensionar la red, y partimos del presupuesto de enlace donde tenemos que enfocarnos en los elementos de red que nos van a producir atenuaciones con valores mínimos y máximos en el medio óptico.

**Tabla 5.**  
*Valores de atenuación y perdidas en la fibra óptica*

VALORES	NORMA	ATENUACION (dB )
EMPALME FUSION	ITU-T L.12 véase (Anexo 11)	0,1
CONECTOR	ITU-T 671 véase (Anexo 12)	0,5
SPLITTER 1X8		10
ATENUACION dB/Km FIBRA a 1310 nm		0,33
ATENUACION dB/Km FIBRA a 1490 nm		0,3
ATENUACION dB/Km FIBRA a 1550 nm		0,22

Se tiene en cuenta dos casos en el enlace de red estos son: el más lejano y el más cercano en cuenta de las NAPs correspondientes en el diseño planteado donde se aprecian los elementos pasivos que conforman la ODN.

Cada evento o elemento en la red incorpora atenuación en la misma según la topología de red se describe a continuación los eventos generados para dimensionar las perdidas en el enlace.

**Tabla 6.**  
*Eventos generados por fusión*

ELEMENTO	EVENTO	CANTIDAD
ODF DE RUTA	FUSION	1
SPLITTER L1	FUSION	1
SPLITTER L2	FUSION	1
USUARIO	FUSION	1
	<b>Total</b>	4

**Tabla 7.**

*Eventos generados por conectorización*

ELEMENTO	EVENTO	CANTIDAD
ODF DE RUTA	CONECTOR	1
SPLITTER L1	CONECTOR	1
SPLITTER L2	CONECTOR	1
USARIO	CONECTOR	1
	<b>Total</b>	<b>4</b>

**Tabla 8.**

*Eventos generados por splitter*

ELEMENTO	EVENTO	CANTIDAD
SPLITTER	DIVISOR 1X8	2
	<b>Total</b>	<b>2</b>

### **Mejor Caso (Cliente en distancia más cercana)**

Distancia más cercana desde Nodo Perucho a Caja de primer nivel y a caja de segundo

Nivel donde se tiene que NODO a C01B-L1+ C01B-L1 a C01B-2A + UM

Para la última milla se delimita como máximo una distancia de 500 m por el tipo de sector, en los cálculos se incorpora la distancia.

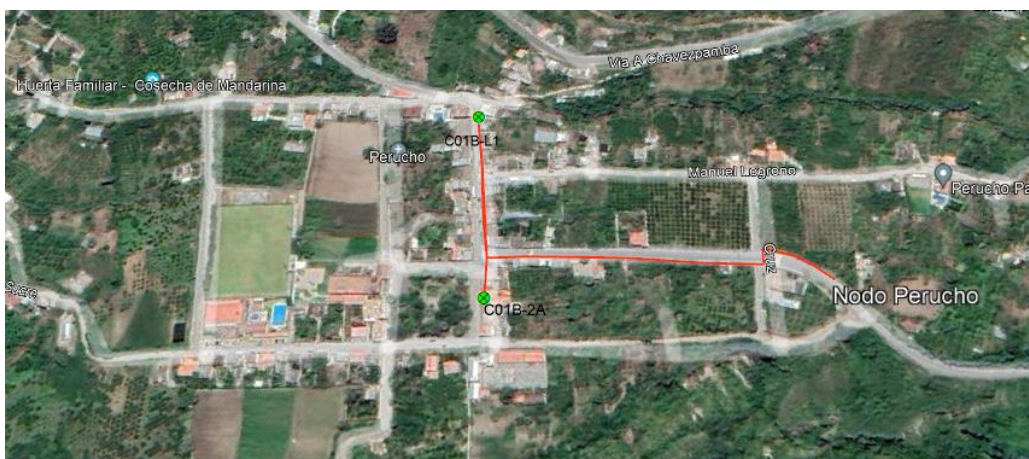


Figura 43 Ubicación cliente más cercano desde el nodo en la parroquia de Perucho

Fuente: Autor

**Tabla 9.***Suma de distancias por tramo caso cliente más cercano*

NIVEL	TIPO TENDIDO	RUJA	FIBRA HILOS	DISTANCIA mts
Primer	AEREO	NODO a C01B-L1	F24H	480,02
Segundo	AEREO	C01B-L1 a C01B-2A	F02H	189,35
UM	AEREO	C01B-2A a cliente	Total	500,00
			Total	1169,37

**Tabla 10.***Cálculo presupuesto óptico caso cliente más cercano*

ELEMENTO	CANTIDAD	PERDIDA (dB )	TOTAL PÉRDIDA (dB )
CONECTOR	4	0,5	2,00
FUSION	4	0,1	0,40
SPLITTER 1X8	2	10	20,00
Tramo OLT - ONT ( $\lambda=1310$ nm)	1,17	0,33	0,39
Tramo OLT - ONT ( $\lambda=1490$ nm)	1,17	0,3	0,35
Tramo OLT - ONT ( $\lambda=1510$ nm)	1,17	0,22	0,26
Margen	1	3	3,00
		<b>PÉRDIDA TOTAL EN Tramo <math>\lambda=1310</math> nm</b>	<b>25,79</b>
		<b>PÉRDIDA TOTAL EN Tramo <math>\lambda=1490</math> nm</b>	<b>25,75</b>
		<b>PÉRDIDA TOTAL EN Tramo <math>\lambda=1510</math> nm</b>	<b>25,66</b>

**Peor Caso (Cliente en distancia más lejana)**

Distancia más lejana desde Nodo Perucho a Caja de primer nivel y a caja de segundo

Nivel donde se tiene que NODO a C04B-L1 + C04B-L1 a C04B-2A + UM.

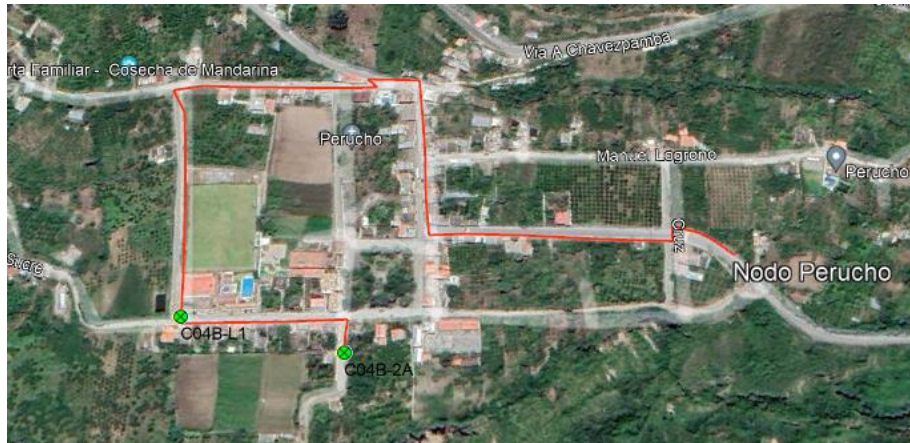


Figura 44 Ubicación cliente más lejano desde el nodo en la parroquia de Perucho

Fuente: Autor

**Tabla 11.**

*Suma de distancias por tramo caso cliente más lejano*

NIVEL	TIPO TENDIDO	ruta	FIBRA HILOS	DISTANCIA mts
Primer	AEREO	NODO a C04B-L1	F24H	1070,45
Segundo	AEREO	C04B-L1 a C04B-2A	F02H	208,92
UM	AEREO	C04B-2A a cliente	Total	500,00
Total				1779,37

**Tabla 12.**

*Cálculo presupuesto óptico caso cliente más lejano*

ELEMENTO	CANTIDAD	PERDIDA (dB )	TOTAL PÉRDIDA (dB )
CONECTOR	4	0,5	2,00
FUSION	4	0,1	0,40
SPLITTER 1X8	2	10	20,00
Tramo OLT - ONT ( $\lambda=1310$ nm)	1,78	0,33	0,59
Tramo OLT - ONT ( $\lambda=1490$ nm)	1,78	0,3	0,53
Tramo OLT - ONT ( $\lambda=1510$ nm)	1,78	0,22	0,39
Margen	1	3	3,00
PÉRDIDA TOTAL EN Tramo $\lambda=1310$ nm			25,99
PÉRDIDA TOTAL EN Tramo $\lambda=1490$ nm			25,93
PÉRDIDA TOTAL EN Tramo $\lambda=1510$ nm			25,79

En base a los cálculos realizados en el presupuesto de enlace nos encontramos dentro de los parámetros ópticos de la categoría B+ donde se debe establecer la forma de trabajo y

mantenimiento en la red, el personal debe establecer métodos de buen uso para mantener los índices de potencia en el equipamiento y verificar que estos estén en límites óptimos de trabajo en base a la sensibilidad.

**Tabla 13.**

*Parámetros ópticos OLT y ONT aplicados en el presupuesto de enlace*

CLASE	OLT (dBm )	ONT Sensibilidad (dBm )	Perdidas de Red (dBm )
B+	1	-27	28
C	5	-26	31

El despliegue de la red se hizo mediante posteria aprovechando la infraestructura ya adecuada manejando la normativa teniendo la ventaja de tener todo el tendido de tipo aéreo con un trabajo en distancias cortas con el cable de fibra óptica como se puede apreciar en la Fig. 39, permitiendo tener valores bajos en atenuaciones así como el número de elementos de empalme y de distribución como se puede ver en la Tabla 12, para la topología de red se hizo uso de un diseño de dos niveles en la ODN con splitters de 1x8 que permite una mejor repartición de puertos en el segundo nivel por clientes en el sector Fig. 42, tomando en cuenta las delimitaciones respecto a hogares, locales y negocios en la parroquia teniendo un correcto manejo de cobertura en la parroquia de Perucho como se observa en la Fig. 41, se cumple con las normativas de la ITU manejando valores de velocidades mínimas para servicio de triple-play en Tabla 4, se maneja y revisa atenuaciones generadas en Nodo, campo y cliente para obtener los mejores rangos en el presupuesto óptico del cliente más cercano y cliente más lejano ver en Tabla 10 y 13 permitiendo obtener excelentes rangos de potencia para la operación del equipamiento Tabla 13 seleccionado para la red, con esto se cumple con todos los requerimientos técnicos y estructurales de la red de la Parroquia de Perucho.

### 3.3. Análisis financiero de la propuesta técnica y tiempo de recuperación de inversión

Partiendo del diseño tomando en cuenta las especificaciones técnicas, geográficas, necesidades y requerimientos se debe tomar en cuenta el equipamiento tecnológico para la construcción de la red, se tendrá un análisis basado en las especificaciones de GPON, para este análisis y diseño se tiene previsto un retorno de inversión estimado a 5 años.

Se realiza un análisis que detalla la inversión que se tendrá y el tiempo en el que el capital invertido se recuperará, se ubica los costos de construcción para la completa operatividad.

Se tiene los egresos desglosados en las tablas 13, 14, 15 y 16 para la puesta en marcha de la red, así como los ingresos en la tabla 17 por el servicio entregado a los clientes.

#### 3.3.1. Equipamiento y materiales a utilizados

En la tabla 14 se muestra los costos del equipamiento de la red, en la tabla 15 y 16 tendremos los materiales para la implementación y para la instalación de usuarios finales.

#### **Tabla 14.**

*Precios referenciales a Equipamiento*

DETALLE	UNIDAD	PRECIO UNIDAD	CANTIDAD	TOTAL
OPTICAL LINE TERMINAL	U	2000,00	1	2000,00
OPTICAL NETWORK TERMINAL HG8245	U	20,00	200	4000,00
ROUTER MIKROTIK	U	1100,00	1	1100,00
<b>Total equipamiento</b>				<b>7100,00</b>

**Tabla 15.***Precios referenciales a materiales*

DETALLE	UNIDAD	PRECIO UNIDAD	CANTIDAD	TOTAL
CABLE DE FIBRA 24 HILOS G652D	Km	88	1,2	105,60
CABLE DE FIBRA 2 HILOS G657A1	Km	100	2,1	210,00
CABLE DE FIBRA 2 HILOS G657A1	Km	100	40	4000,00
MANGA 24 H TENSORTEC	U	50,07	1	50,07
CAJA L1	U	17,00	13	221,00
CAJA L2	U	17,00	4	68,00
HERRAJE A	U	3,00	18	54,00
HERRAJE B	U	3,00	6	18,00
HEBILLA ¾	U	0,20	83	16,60
CINTA METALICA ¾	M	25,00	1	25,00
ETIQUETAS	U	0,55	36	19,80
PREFORMADO	U	5,00	36	180,00
BRAZO EXT 0,50	U	3,00	1	3,00
BRAZO EXT 1,00	U	4,00	3	12,00
ODF 24 HILOS IN	U	132,50	1	132,50
ODF 24 HILOS OUT	U	132,50	1	132,50
RACK CERRADO 42 U	U	300,00	1	300,00
ROSETA OPTICA	U	4,00	200	800,00
PATCH FIBRA OPTICA SM SC/SC 9/125 2 METER	U	3,20	200	640,60
AMARRAS PLASTICAS 10CM (100U)	U	1,70	5	8,50
AMARRAS PLASTICAS 35CM (100U)	U	3,90	5	19,50
UPS APC SRV3KA ONLINE 3000va 3KVA 2400W	U	1,00	850	850,00
TUBILLOS DE FUSION 60MM (100u)	U	3,00	1	3,00
SPLITTERS 1:8	U	4	30	120,00
<b>Total Material</b>				<b>7989,07</b>

En la tabla 16 se presenta los precios para contratación de la gestión administrativa y mantenimiento servicios básicos y alquiler de estructuras.

**Tabla 16.***Precios referenciales gestión administrativa, proveedor y servicios básicos*

DESCRIPCION	CANTIDAD AL MES	PRECIO UNIDAD	PRECIO
SERVICIOS BASICOS	1	50	50

PROVEEDOR DE SERVICIO TELCONET	1 Gb	1000	1000
ALQUILER DE POSTE	49	4	196
TÉCNICOS DE CAMPO	1	500	500
COMERCIAL ADMINISTRATIVO	1	500	500
<b>Total Administración y alquiler</b>			2246
<b>Total al año</b>			26952

En la tabla 17 se expone el detalle total de los ingresos por planes de internet mensuales y la degradación anual del 5% que se dará en el mercado.

**Tabla 17.**

*Costos de Planes y degradación del costo anual al 5%*

PLAN DE INTERNET	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
BÁSICO	\$ 20,00	\$ 19,00	\$ 18,05	\$17,15	\$ 16,29
INTERMEDIO	\$ 23,00	\$ 21,85	\$ 20,75	\$19,72	\$ 18,73
ULTRA	\$ 28,00	\$ 26,60	\$ 25,27	\$24,15	\$ 22,80

### 3.3.2. Punto de equilibrio

En la tabla 18, se muestra los planes y cantidad de clientes que se captaran por año, se tiene ingreso del factor deserción de clientes apegados a la realidad del mercado, en la tabla 19 se puede apreciar el egreso de los gastos incorporando el 5% de incremento anual en caso de mejoras salariales o cambio de costos en servicios básicos.

**Tabla 18.**

*Totales de ingresos y egresos anuales incorporando aumento y deserción de clientes*

PLAN	AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5	
	CLIENTES	PVP.	CLIENTES	PVP.	CLIENTES	PVP.	CLIENTES	PVP.	CLIENTES	PVP.
BÁSICO	40	800,0	40	760,00	50	902,50	50	857,37	50	814,51
INTERMEDIO	70	1610,0	70	1529,00	70	1453,03	70	1380,37	70	1311,35
ULTRA	50	1400,0	50	1330,00	60	1516,20	60	1440,39	60	1368,37
AL MES	160	3810,0	160	3619,00	180	3871,73	180	3678,14	180	3494,23
AL AÑO		45720,0		43434,00		46460,70		44137,66		41930,78

**Tabla 19.**

*Tabla de Egreso con el incremento del 5% anual desde el año 2*

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
EGRESO AL 5% ANUAL	26952,00	28299,60	29714,58	31129,56	32686,04

En la tabla 20 se muestra la suma total de los egresos e ingresos a nivel anual, en el que se observa que se tiene el punto de equilibrio al tercer año al tener un valor positivo.

**Tabla 20.**

*Flujo de caja y punto de equilibrio*

RUBRO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INVERSION INICIAL	\$-43.000,00					
EGRESO		\$ 26.952,00	\$ 28.299,60	\$ 29.714,58	\$ 31.129,56	\$ 32.686,04
INGRESO		\$ 45.720,00	\$ 43.434,00	\$ 46.460,70	\$ 44.137,67	\$ 41.930,78
TOTAL	\$-43.000,00	\$-24.232,00	\$ -9.097,60	\$ 7.648,62	\$ 20.656,63	\$ 29.901,37

**3.3.2. VAN.** “Este criterio plantea que el proyecto debe aceptarse si su valor actual neto (VAN) es igual o superior a cero, donde el VAN es la diferencia entre todos sus ingresos y egresos expresados en moneda actual” (Chain & Chain, 2008, pág. 231)

**Tabla 21.**

*Calculo del VAN*

INVERSION INICIAL	TASA	VAN
\$43.000,00	15%	\$3.755,39

Se realiza los cálculos para los presupuestos tomando en cuenta la inversión y flujos de caja, donde se tiene un  $VAN > 0$ , obteniendo la factibilidad de que el proyecto es viable económicamente ya que su flujo es positivo para una tasa de retorno del 15%.

### **3.4. Análisis y simulación de la propuesta técnica de red diseñada**

#### ***3.4.1. Simulación de la red***

Optiwave Systems Inc., es un diseñador de herramientas y sistemas con componentes ópticos, desarrolladores del de la aplicación OptiSystem, la aplicación nos permite simular e implementar de manera virtual todo tipo de red a nivel óptico adicionando el uso de una variedad de herramientas como elementos que nos de medición: Power meter, OTDR, osciloscopios

Este software permite obtener los resultados de un factor de calidad (factor Q) y una tasa de errores de bit mínima (mínimo BER), basándose en el estándar de calidad de la normativa ITU-G982.2, presentado los diferentes sucesos de una infraestructura de red FTTH aproximándose a los resultados reales que se pueden obtener con el rendimiento del sistema (Del Salto Estrada, 2022, pág. 94).

#### ***3.4.2. Optisystem 19.0***

El software para la realización de la simulación es la versión actual 19 al tratarse de un software de diseño y desarrollo Optiwave vende las licencias, pero se cuenta con la versión trial que cuenta con un periodo de 30 días de evaluación, para la simulación se tendrá la recreación de la OLT, ODN y ONU como se ve en el (Anexo 13), haciendo uso el estándar ITU-T G-984.2.

Esta versión incluye la introducción de nuevas bibliotecas de componentes y muchas mejoras a varios componentes y características existentes. Esta nueva versión ayudará a los ingenieros que trabajan en IoT, 5G, LiDAR, Sensores y otras aplicaciones de telecomunicaciones ópticas a acelerar su proceso de simulación y optimización de sus diseños (Optiwave, 2022).



Figura 45 Versión de Software de Optisystem

Fuente: Software Optisystem 19

Los requerimientos mínimos de operación para ejecución y manejo de los paquetes de sistemas de Optiwave se describen en la figura 44.

<b>Operating System (64-bit)</b>	<b>Processor</b>	<b>Disk Space</b>	<b>RAM</b>
Windows 10™ or 11™	Intel or AMD64 multi-core x64 CPU	1 GB	8 GB

Figura 46 Requerimientos mínimos de Optiwave

Fuente: Software Optisystem 19

Para un mejor manejo en el despliegue grafico de la información es necesario que nuestra estación de trabajo cuente con tarjeta integrada de gráficos o una tarjeta que soporte OpenGL.

**Tabla 22.**

*Requerimientos para Optisystem 19*

<b>OPTISYSTEM</b>	<b>Configuración recomendada de OptiSystem</b>
Sistema Operativo	Windows 10™ u 11™ de 64 bits
Ordenador	PC con una velocidad de reloj > 2 GHz con 2-4 núcleos (por ejemplo, Intel i5, i7, i9 o AMD equivalente)
RAM	16 GB de RAM
Espacio en disco	1,5 GB de espacio libre en el disco duro
Gráficos	Resolución gráfica de 1280 x 1024

### 3.4.3. Diseño de la Simulación

Se tiene 2 casos para la simulación:

Enlace en Downstream y Upstream cliente más lejano

Enlace en Downstream y Upstream cliente más cercano

3.4.3.1 *Diseño de OLT en Optisystem.* En la topología de red el elemento de red principal es el OLT (Optical Line Terminal), el mismo que está compuesto de dos transmisores donde la longitud de onda de 1490 (nm) y en la parte de recepción de señal un fotodetector con longitud de onda de 1310 (nm).

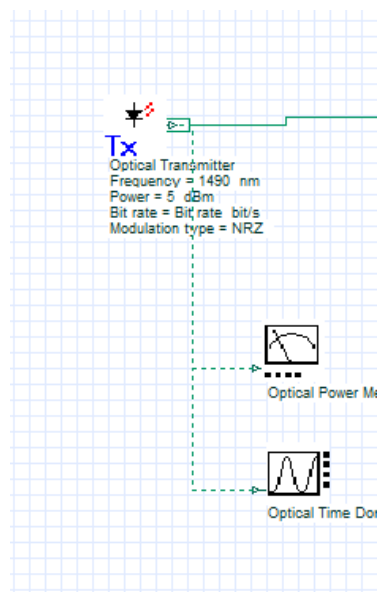


Figura 47 OLT etapa de Transmisión

Fuente: Autor

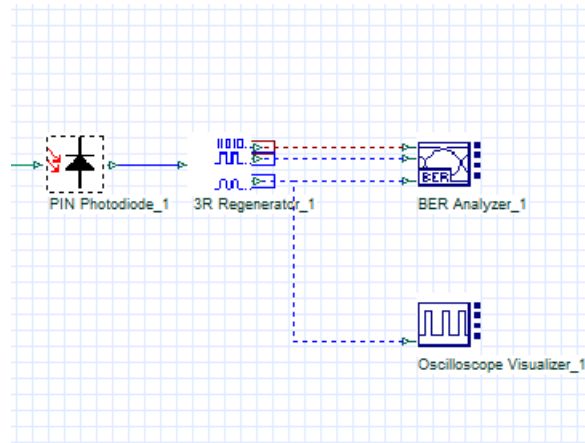


Figura 48 OLT etapa de Recepción

Fuente: Autor

3.4.3.2 *Diseño de ODN en Optisystem.* La ODN (Optical Distribution Network), está conformado por la parte pasiva de la red, el diseño de la ODN ubicada en la parroquia de Perucho está conformado por el conector inicial con paso a NAP 1 de distribución donde se encuentra ubicado el primer nivel direccionado con paso a NAP 2 donde se encuentra ubicado el splitter de segundo nivel llegando hasta el patchcord del cliente.

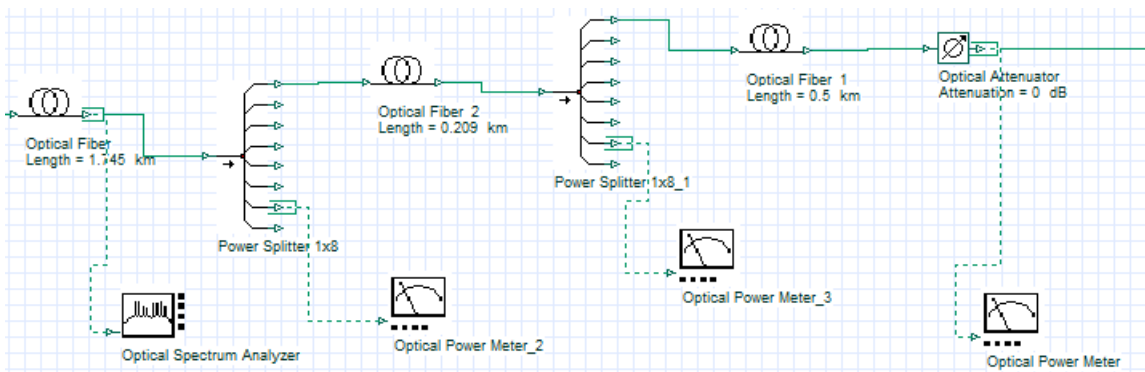


Figura 49 ODN de la Red

Fuente: Autor

3.4.3.1 *Diseño de ONT en Optisystem.* La ONT (Óptica Network Terminal), es el equipo del cliente y es la interfaz por donde el cliente percibe todos los servicios este puede constar con puertos LAN en caso de conectividad a redes bajo cableado y Wifi para comunicación inalámbrica.

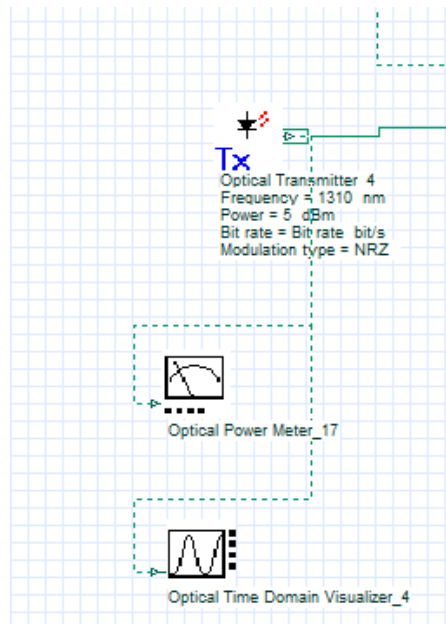


Figura 50 ONT etapa de Transmisión

Fuente: Autor

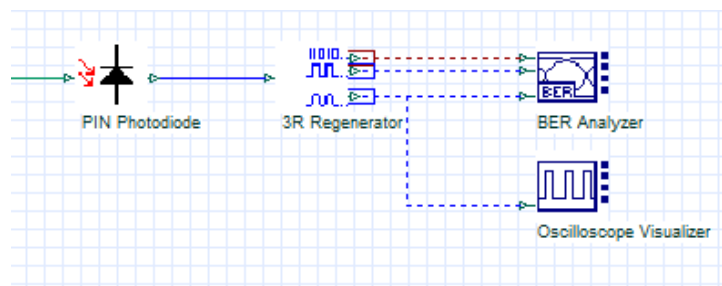


Figura 51 ONT etapa de Recepción

Fuente: Autor

### 3.4.4. Datos y resultados de la simulación en OptiSystem

#### 3.4.4.1 Cliente más Lejano Simulación.

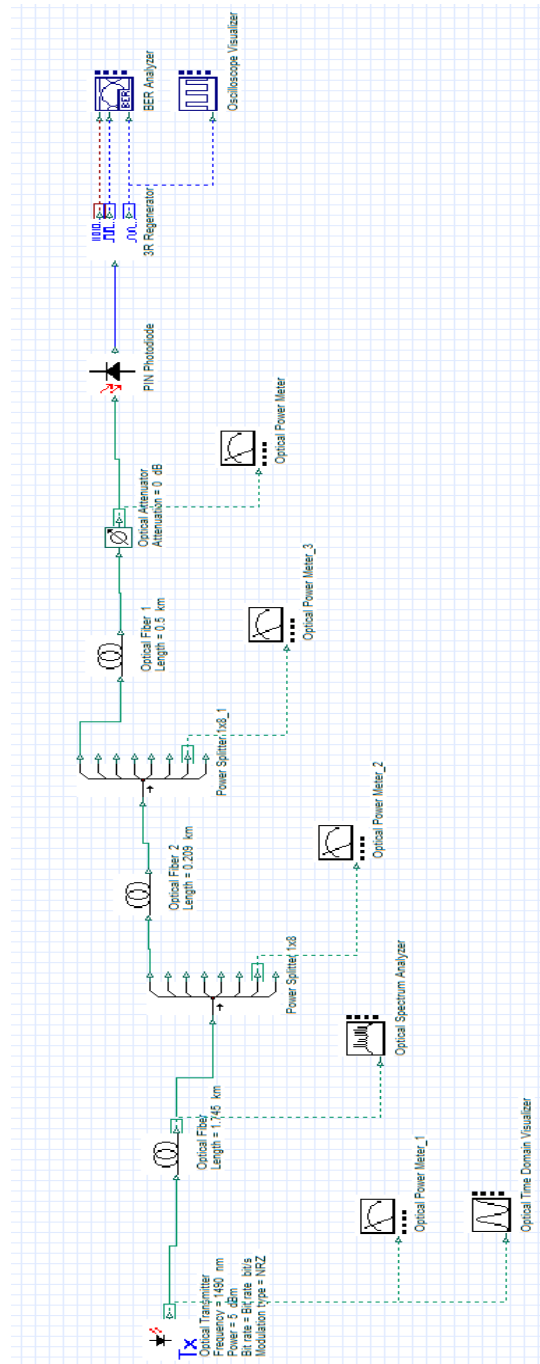


Figura 52 Cliente más lejano

Fuente: Autor

## Análisis Cliente más Lejano Downstream

Se presenta los datos y resultados de la simulación y se parte del diagrama del ojo, BER, para la realización de los análisis tomando en cuenta la norma ITU G984.2 para la etapa de downstream.



Figura 53 Potencia del enlace Downstream cliente más lejano

Fuente: Autor

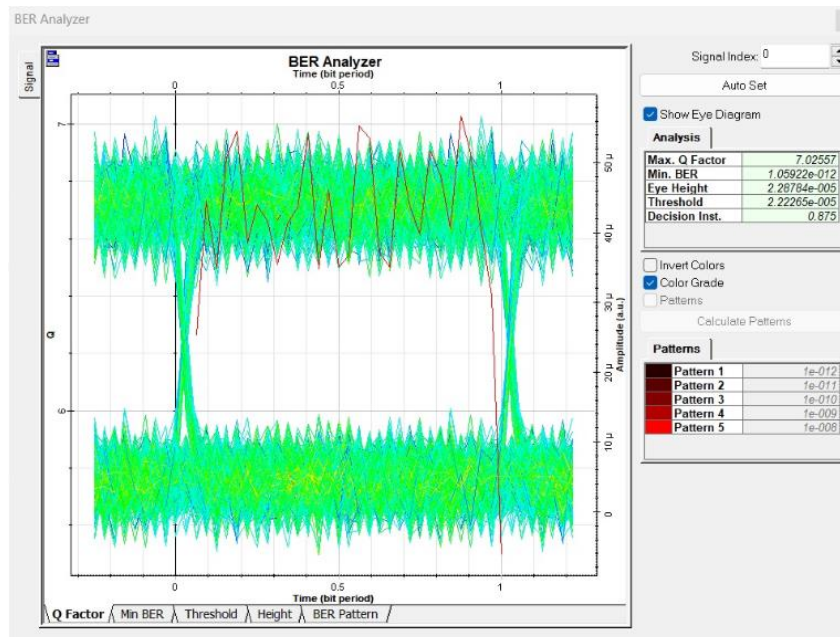


Figura 54 Diagrama de ojo, Q factor, BER del cliente más lejano

Fuente: Autor

## Análisis Cliente más Lejano Upstream

Se presenta los datos y resultados de la simulación y se parte del diagrama del ojo, BER, para la realización de los análisis tomando en cuenta la norma ITU G984.2 para la etapa de Upstream.



Figura 55 Potencia del enlace cliente más lejano en Upstream

Fuente: Autor

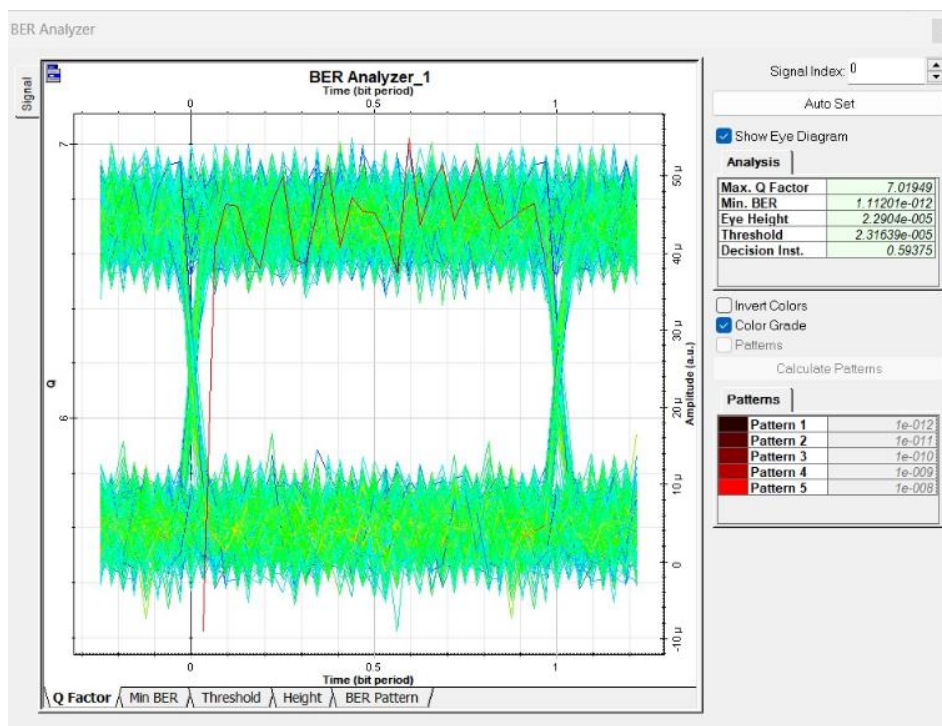


Figura 56 Diagrama de ojo, Q factor, BER del cliente más lejano en Upstream

Fuente: Autor

### 3.4.4.2 Cliente más Cercano simulación.

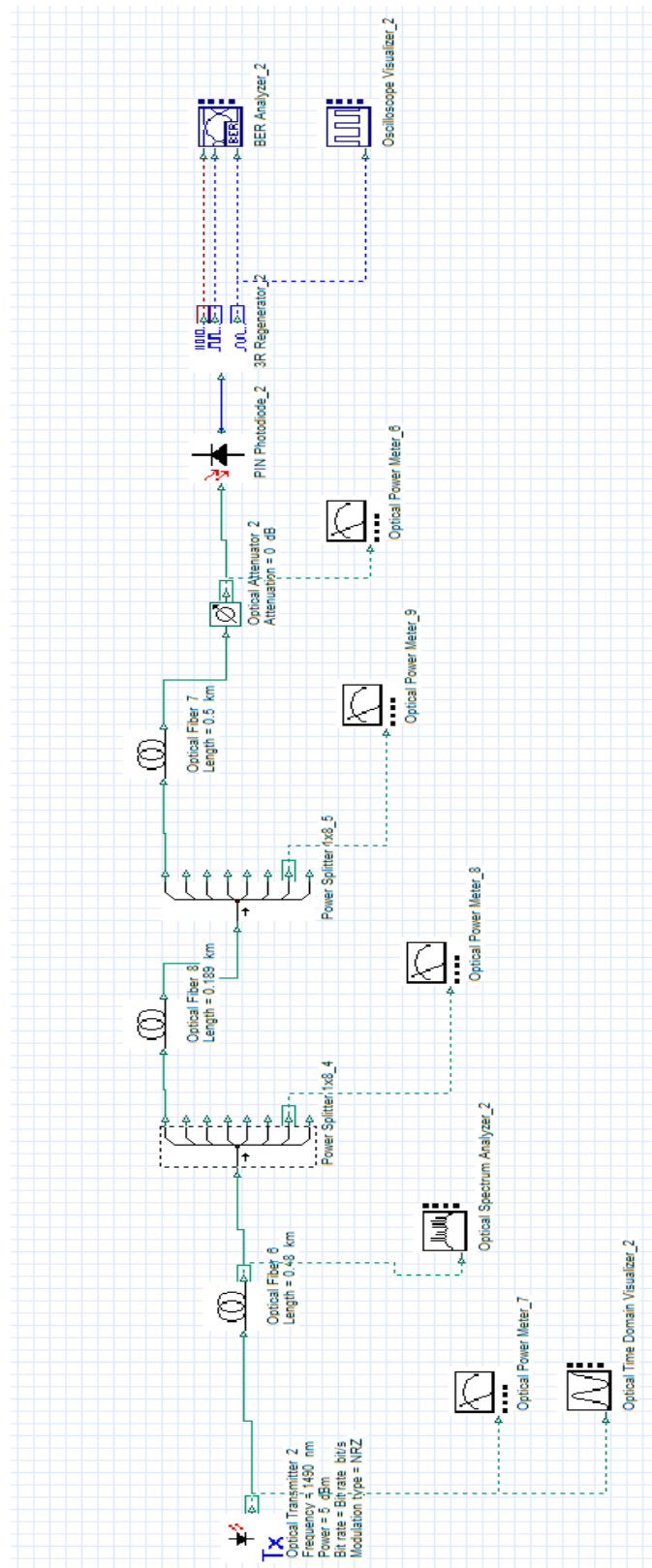


Figura 57 Cliente más cercano

Fuente: Autor

## Análisis Cliente más Cercano Downstream

Se presenta los datos y resultados de la simulación y se parte del diagrama del ojo, BER, para la realización de los análisis tomando en cuenta la norma ITU G984.2 para la etapa de Downstream.



Figura 58 Potencia del enlace cliente más cercano en Upstream

Fuente: Autor

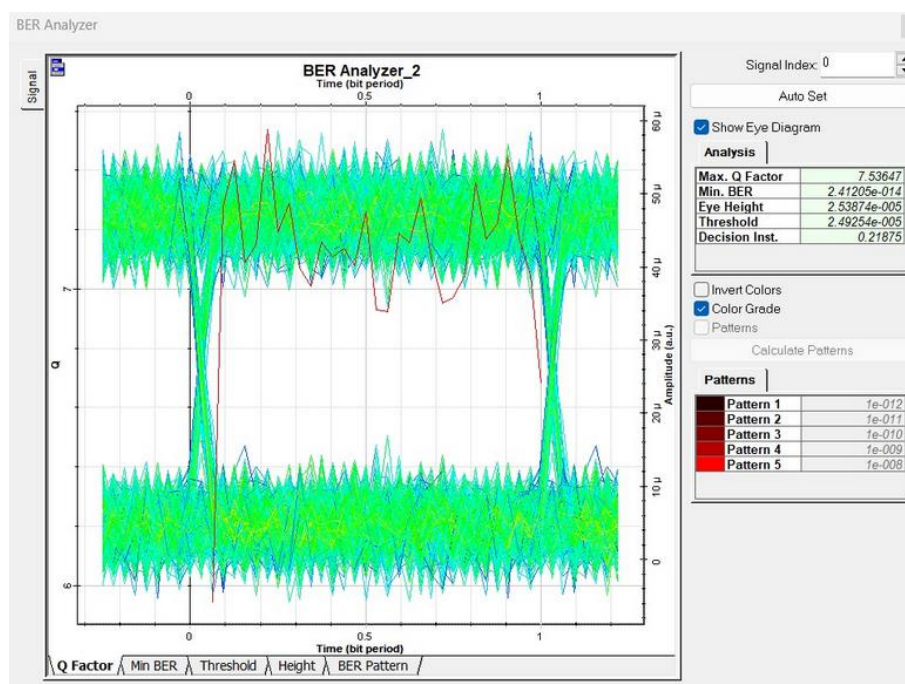


Figura 59 Diagrama de ojo, Q factor, BER del cliente más lejano en Downstream

Fuente: Autor

## Análisis Cliente más Cercano Upstream

Se presenta los datos y resultados de la simulación y se parte del diagrama del ojo, BER, para la realización de los análisis tomando en cuenta la norma ITU G984.2 para la etapa de Upstream.



Figura 60 Potencia del enlace cliente más cercano en Upstream

Fuente: Autor

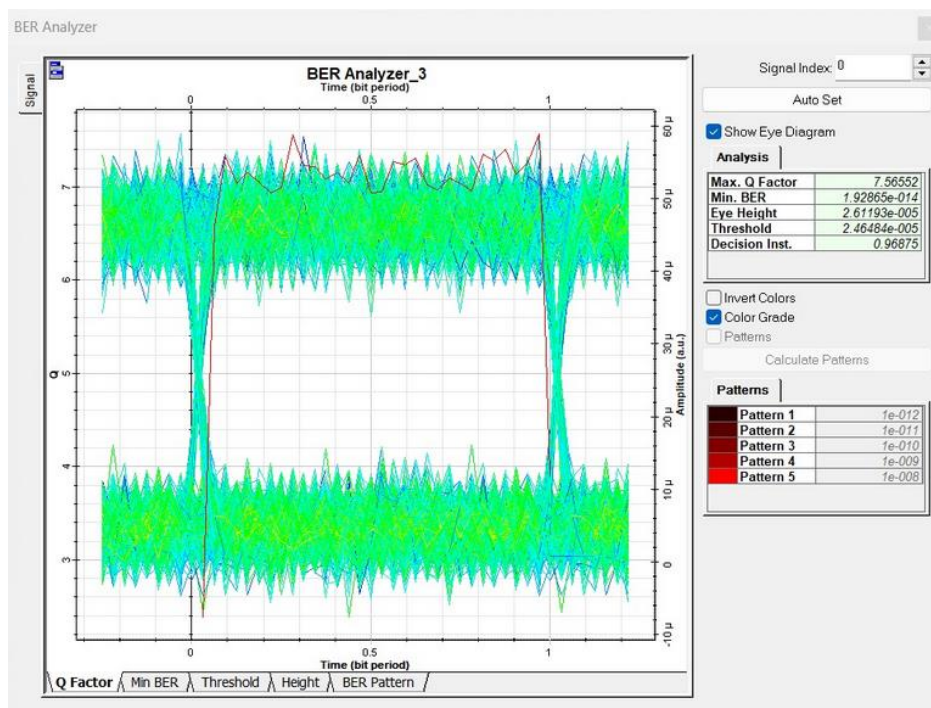


Figura 61 Diagrama de ojo, Q factor, BER del cliente más cercano en Upstream

Fuente: Autor

### 3.4.5. Análisis de los datos de la simulación de la red en la plataforma de *OptiSystem*

3.4.5.1 Cuadros de variación del BER vs la Potencia. Se tiene la ubicación de un atenuador en la simulación el cual se hizo variar desde 0 hasta 4 dB de atenuación

**Tabla 23.**  
Medición de Potencia y BER etapa Downstream Cliente más lejano.

Atenuación dB	Potencia dBm	BER
0	-16,1	1,40E-12
1	-17,1	8,70E-09
2	-18,1	2,40E-06
3	-19,1	1,70E-04
4	-20,1	1,60E-03

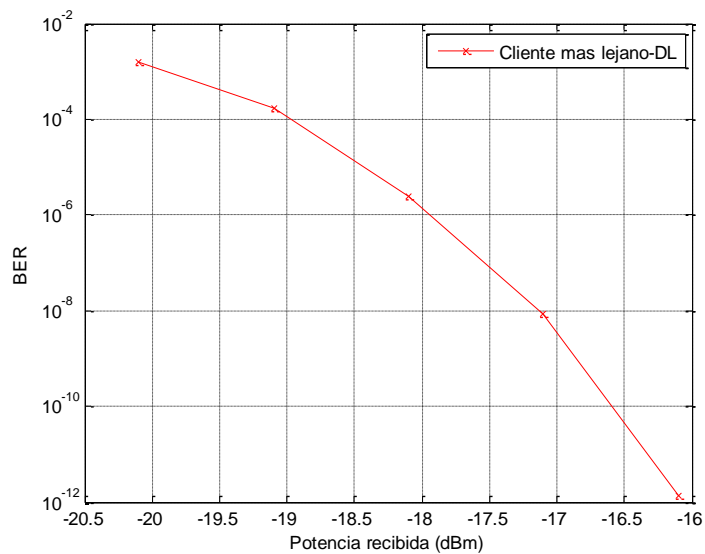


Figura 62. BER vs Potencia Recibida Download atenuación de 0dB, 1dB, 2dB, 3dB y 4 dB cliente más lejano

Fuente: Autor

**Tabla 24.***Medición de Potencia y BER etapa Upstream. Cliente más lejano.*

Atenuación dB	Potencia dBm	BER
0	-16,1	8,24E-13
1	-17,1	6,50E-09
2	-18,1	3,17E-06
3	-19,1	9,21E-05
4	-20,1	2,60E-03

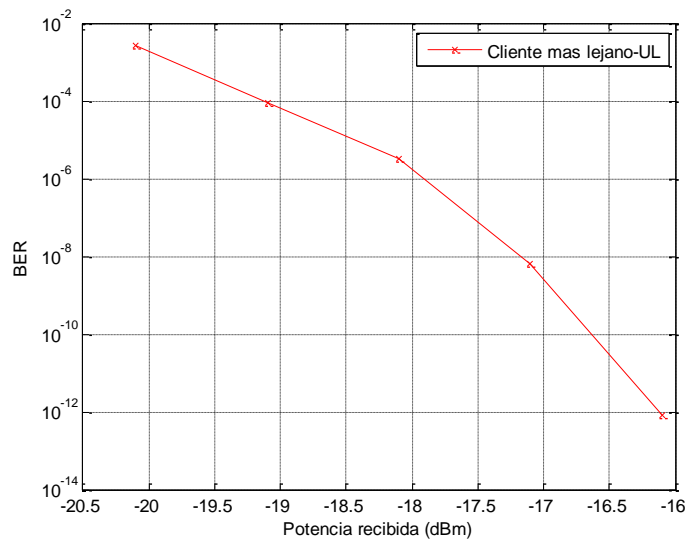


Figura 63 BER vs Potencia Recibida Upload atenuación de 0dB, 1dB, 2dB, 3dB y 4 dB cliente más lejano

Fuente: Autor

**Tabla 25.***Medición de Potencia y BER etapa Downstream. Cliente más cercano*

Atenuación dB	Potencia dBm	BER
0	-15,89	3,92E-14
1	-16,89	1,18E-09
2	-17,89	4,93E-07
3	-18,89	4,28E-05
4	-19,89	1,10E-03

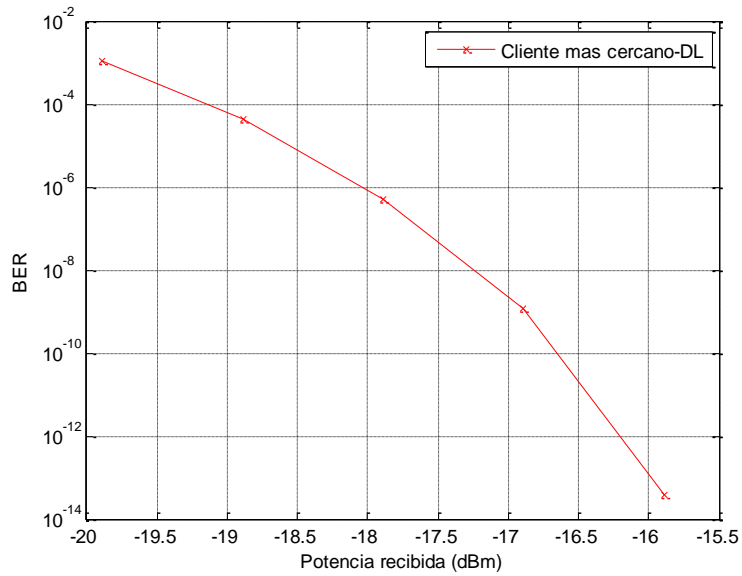


Figura 64 BER vs Potencia Recibida Download atenuación de 0dB, 1dB, 2dB, 3dB y 4 dB cliente más cercano

Fuente: Autor

**Tabla 26.**

*Medición de Potencia y BER etapa Upstream. Cliente más cercano.*

Atenuación dB	Potencia dBm	BER
0	-15,89	4,43E-14
1	-16,89	5,38E-10
2	-17,89	7,37E-07
3	-18,89	7,78E-05
4	-19,89	1,20E-03

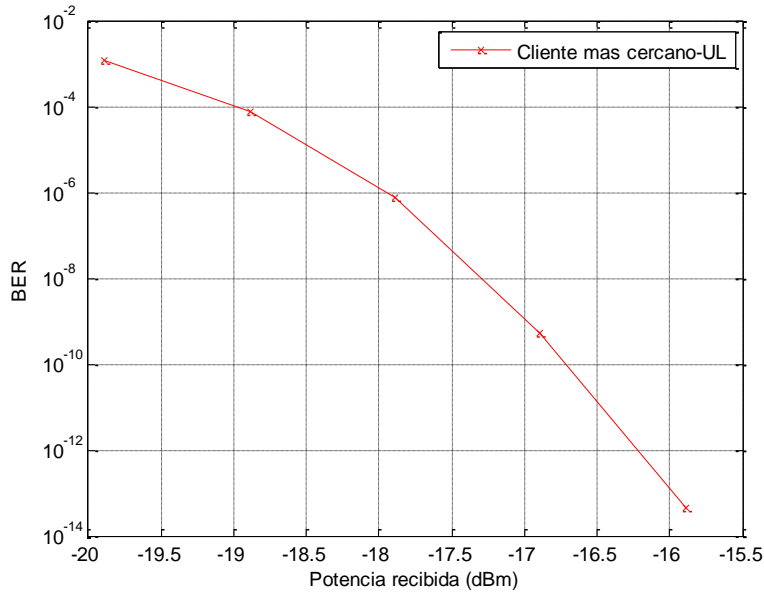


Figura 65 BER vs Potencia Recibida Upload atenuación 0dB, 1dB, 2dB, 3dB y 4 dB cliente más cercano

Fuente: Autor

Se genera tabla comparativa con la norma G984.2 para los valores obtenidos en la simulación para la evaluación de BER y potencias obtenidas en los casos de cliente más lejano y cliente más cercano.

**Tabla 27.**

*Resultados de Evaluación BER vs Potencias cliente más lejano Downstream / Upstream.*

CLIENTE MAS LEJANO		NORMA	SIMULACIÓN	NORMA	SIMULACIÓN
ETAPA	VENTANA	BER G984.2	BER OPTISYSTEM	POTENCIA	POTENCIA
DOWSTREAM	1490	< a 1e-10	1.05e-12	-27	-16,149
UPSTREAM	1310	< a 1e-11	1.12e-12	-28	-16,149

**Tabla 28.**

*Resultados de Evaluación BER vs Potencias cliente más lejano Downstream / Upstream.*

CLIENTE MAS CERCANO		NORMA	SIMULACIÓN	NORMA	SIMULACIÓN
ETAPA	VENTANA	BER G984.2	BER OPTISYSTEM	POTENCIA	POTENCIA
DOWSTREAM	1490	< a 1e-10	2.41e-14	-27	-16,149
UPSTREAM	1310	< a 1e-11	1.92e-14	-28	-16,149

La herramienta de simulación Optisystem nos brinda la seguridad de hacer un diseño lo más cercano a la realidad se ingresa métricas como distancias y valores de potencias teniendo en cuenta los valores de pérdida generados por los elementos como se puede ver en la Fig. 49 que denota toda la parte pasiva de la red dándonos precisión en los datos de pérdidas de los elementos así como de los tramos de fibra óptica, el software nos permite realizar la topología de red como la ubicación de los dos niveles en la red cada uno con la ubicación de splitters de 1x8 como se ve en la Fig. 52 para el cliente más lejano y en la Fig. 57 para el cliente más cercano, la versatilidad de ubicar los elementos activos de la red y poder realizar ajustes de parámetros para cumplir con las normativas en el OLT Fig. 47 y 48 y ONT detallado en las figuras 50 y 51, se tiene datos de medición de potencia de los equipos así como la degradación de la misma al ubicar los niveles de splitteo permite verificar si los valores son correctos en la simulación para la ejecución correcta del diseño las mediciones tomadas con Power Meter se presentan en la Fig. 53 y 55 para el cliente más lejano y en las Fig. 58 y 60 para el cliente más lejano, se tiene ubicación de un atenuador en la etapa de Downstream así como en el Upstream tomando una variación de 0 dB hasta 4 dB para verificar hasta cuanto puede soportar la degradación del enlace como se aprecia en las tablas Fig. 62 y 63 para el Upload y Download del cliente más lejano y Fig. 64 y 65 para el cliente más cercano teniendo valores excelentes dándonos un buen margen en caso de tener novedades de incidentes que generen atenuación en el enlace de fibra óptica, los valores En las tabla 27 y 28 se puede apreciar que tanto como los resultados en BER y potencia en la simulación realizada en Optisystem se cumple bajo la normativa, esto nos permite cumplir con el requerimiento de la simulación.

## CONCLUSIONES

Los estudios, análisis y simulaciones permiten concluir que el proyecto es factible tomando en cuenta los resultados que se ubican en los requerimientos de operatividad, tanto en equipamiento como en la parte pasiva de la red al no superar el parámetro máximo de dimensionamiento de 20 km en su despliegue.

El manejar herramientas como la encuesta, Google Earth, data técnica del INEC y Optisystem permite el desarrollo de un diseño cumpliendo con los requerimientos de la Parroquia de Perucho haciendo un manejo de análisis poblacional y geográfico logrando distribuir correctamente la cobertura a nivel de red, así como el dimensionamiento del OLT con una tarjeta que tiene una capacidad de 8 puertos PON donde cada puerto tiene una capacidad de 64 usuarios dando un total de 512 usuarios de los que se tiene presupuestado un uso de 208 usuarios es decir 4 puertos PON, teniendo una disponibilidad del 59% para cumplir con la escalabilidad a 10 años.

Al aplicar el software de Optisystem en el diseño de la red tenemos la facilidad del manejo de los elementos pasivos y activos y permite el dimensionamiento de los enlaces: más lejano y cercano con sus respectivos presupuestos ópticos para la red cumpliendo con las normativas y estándares para su operatividad y despliegue a nivel de enlaces HOME y PYMES.

Los resultados de los análisis de simulaciones en Optisystem nos brinda el conocimiento a nivel de la red conformada por el OLT, ODN y ONT de la calidad en los diagramas de ojo y BER en los enlaces de UPSTREAM Y DOWNSTREAM, en base a la normativa de la ITU-T G984.2 y se puede en los resultados de Potencia vs BER estamos en los rangos de operatividad al tener valores excelentes valores para el usuario más lejano y para el usuario más cercano.

## RECOMENDACIONES

Un punto vital de la red es el medio de transmisión la fibra óptica y en manejo de FTTH se debe tener excelentes niveles de potencia por este motivo se debe realizar jornadas periódicas de mantenimiento de red partiendo de los nodos como OLT, ODF's de 24 hilos, NAPs de primer y segundo nivel, esto disminuye casos de soporte e insatisfacción de servicio del cliente.

Bajo licencia del equipamiento se puede tener revisiones de niveles de potencia de la red para tener la atención inmediata de clientes en caso de problemas masivos estos pueden darse por daños en el puerto PON, splitters de primer o segundo nivel.

Se debe dar capacitación o información al cliente del correcto uso del equipamiento, así como de la fibra óptica instaurada en su domicilio como: el mantener encendido el equipamiento todo el tiempo para que el mismo pueda dar la alerta en caso de daño o la oficina central pueda censar inconvenientes, y el cómo evitar daños internos por manipulación indebida por parte del usuario.

El manejo de equipamiento de una marca con prestigio es un respaldo en caso de necesitar un datasheet, una guía de implementación o configuraciones para resolución de problemas, mantenimiento de red, actualización o mejoras en la red.

Se recomienda a futuro integrar el manejo de preconectorización para disminuir tiempos en caso de un alto crecimiento de red, nos ayuda a disminuir tiempo en instalaciones, soporte o migraciones en la red eliminando el uso de equipamiento que es costoso como fusionadoras de fibra que también son susceptibles a daños o averías.

Se sugiere bajo el Plan de Servicio Universal del MINTEL 2022 – 2025, se realice estudios en parroquias aledañas a Perucho que están ubicadas al noroccidente de Pichincha

como son Chavezpamba, San José de Minas y Atahualpa para mejorar economía, calidad de vida y servicios de los habitantes.

Se recomienda trabajar en dar empuje a las Políticas de Transformación Digital ya que con estas se llega a todos los lugares y personas dando énfasis en el promover aplicaciones basadas en uso de las TIC que están inmersas en sectores de producción, servicios logrando maximizar el campo de desarrollo y buen uso de recursos en las poblaciones.

## ANEXOS

### Anexo 1. Encuestas realizadas parroquia de Perucho

#### Servicios de Telecomunicaciones por Fibra Óptica

Empresa dedicada al estudio, diseño e implementación de redes de alta velocidad busca conocer si cuenta con servicios de calidad y si el público está interesado en contratar nuevos servicios de internet con alto desempeño.

La realización de la encuesta tiene un periodo de máximo 3 minutos, se agradece su comprensión.

(Marque con una X su respuesta)

#### Preguntas:

**1. Actualmente usted cuenta con servicio de Internet en su domicilio, negocio o empresa.**

SI.....

NO.....

**2. Si usted tiene el servicio de Internet, ¿cuál es su proveedor?, si no tiene el servicio de internet favor dirigirse a la pregunta 4.**

.....

**3. En caso de contar con Internet, cual se su tipo de conexión, si no cuenta con internet vaya a la pregunta 4.**

Cobre .....

Fibra .....

Radio .....

Satelital .....

**4. Usted pensaría contratar un nuevo servicio de Internet que le ofrezca mejor cobertura inalámbrica y velocidad en su domicilio con excelente tecnología y servicio.**

SI.....

NO.....

**5. Qué plan estaría dispuesto a contratar en este nuevo servicio de Internet.**

Básico / Intermedio / Ultra

Básico: 80 Megas por 20 USD. Inc. IVA .....

Intermedio: 100 Megas por 23 USD. Inc. IVA .....

Ultra Gamer: 180 Megas por 28 USD. Inc. IVA .....

**6. Porque está dispuesto a buscar otro proveedor de internet.**

Lentitud .....

mala señal inalámbrica .....

Costos .....

No dispone de Internet .....

Nota: Elaborado por: S. Rojas (2023)

## Anexo 2. Encuestas realizadas parroquia de Perucho

			Actualmente usted cuenta con servicio de Internet en su domicilio, negocio o empresa.	Si usted tiene el servicio de Internet, ¿cuál es su proveedor?, si no tiene el servicio de internet favor dirigirse a la pregunta 4	En caso de contar con Internet, cual se su tipo de conexión, si no cuenta con internet vaya a la pregunta 4.	Usted pensaría contratar un nuevo servicio de Internet que le ofrezca mejor cobertura inalámbrica y velocidad en su domicilio con excelente tecnología y servicio.	Qué plan estaría dispuesto a contratar en este nuevo servicio de Internet (Básico / Intermedio / Ultra)	Porque está dispuesto a buscar otro proveedor de internet
1	Hora de inicio	Hora de finalización						
1	1/7/23 8:01:13	1/7/23 8:03:29	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	LENTITUD
2	1/7/23 8:03:42	1/7/23 8:06:32	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	COSTOS
3	1/7/23 8:07:27	1/7/23 8:10:14	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	COSTOS
4	1/7/23 8:12:21	1/7/23 8:14:29	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	COSTOS
5	1/7/23 8:19:00	1/7/23 8:24:31	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	COSTOS
6	1/7/23 8:26:58	1/7/23 8:28:02	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	LENTITUD
7	1/7/23 8:30:18	1/7/23 8:33:46	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	COSTOS
8	1/7/23 8:36:39	1/7/23 8:38:13	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	COSTOS
9	1/7/23 8:42:55	1/7/23 8:43:16	SI	NETLIFE	FIBRA	SI	INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
10	1/7/23 8:44:23	1/7/23 8:46:18	SI	NETLIFE	FIBRA	SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
11	1/7/23 8:52:50	1/7/23 8:55:19	SI	SIMANTEC	FIBRA	NO	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
12	1/7/23 9:01:25	1/7/23 9:04:32	SI	SIMANTEC	FIBRA	SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
13	1/7/23 9:08:41	1/7/23 9:10:04	SI	SIMANTEC	FIBRA	SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
14	1/7/23 9:15:00	1/7/23 9:18:44	SI	SIMANTEC	FIBRA	SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
15	1/7/23 9:20:50	1/7/23 9:23:48	SI	NETLIFE	FIBRA	SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
16	1/7/23 9:25:00	1/7/23 9:29:15	SI	NETLIFE	FIBRA	SI	INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
17	1/7/23 9:31:27	1/7/23 9:33:30	SI	NETLIFE	FIBRA	SI	INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
18	1/7/23 9:33:47	1/7/23 9:36:28	SI	NETLIFE	FIBRA	NO	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA

19	1/7/23 9:40:40	1/7/23 9:44:16	SI	NETLIFE	FIBRA	NO	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
20	1/7/23 9:46:03	1/7/23 9:48:39	NO			SI	INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
21	1/7/23 9:51:37	1/7/23 9:54:53	NO			SI	INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
22	1/7/23 9:56:00	1/7/23 9:59:22	NO			SI	INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
23	1/7/23 10:00:47	1/7/23 10:03:36	NO			SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	LENTITUD
24	1/7/23 10:04:27	1/7/23 10:06:04	NO			SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
25	1/7/23 10:04:39	1/7/23 10:08:20	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	LENTITUD
26	1/7/23 10:05:16	1/7/23 10:09:27	NO			SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
27	1/7/23 10:06:41	1/7/23 10:08:56	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	COSTOS
28	1/7/23 10:06:51	1/7/23 10:09:08	NO			SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
29	1/7/23 10:07:11	1/7/23 10:10:36	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	LENTITUD
30	1/7/23 10:08:25	1/7/23 10:13:57	SI	NETLIFE	FIBRA	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
31	1/7/23 10:09:00	1/7/23 10:11:49	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	LENTITUD
32	1/7/23 10:15:55	1/7/23 10:18:32	NO			SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
33	1/7/23 10:21:16	1/7/23 10:27:36	NO			SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
34	1/7/23 10:25:00	1/7/23 10:31:43	NO			NO	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
35	1/7/23 10:29:11	1/7/23 10:32:46	NO			SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
36	1/7/23 10:33:39	1/7/23 10:36:21	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	LENTITUD
37	1/7/23 10:44:08	1/7/23 10:47:22	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	LENTITUD
38	1/7/23 10:48:53	1/7/23 10:50:09	SI	cnt	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	LENTITUD
39	1/7/23 11:00:10	1/7/23 11:03:40	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	LENTITUD

40	1/7/23 11:00:10	1/7/23 11:00:10	NO			NO	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
41	1/7/23 11:00:10	1/7/23 11:00:10	SI	NETLIFE	FIBRA	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	COSTOS
42	1/7/23 11:01:55	1/7/23 11:04:37	NO			SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
43	1/7/23 11:05:16	1/7/23 11:09:05	SI	SIMANTEC	FIBRA	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	COSTOS
44	1/7/23 11:07:55	1/7/23 11:09:42	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	LENTITUD
45	1/7/23 11:12:18	1/7/23 11:14:28	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	LENTITUD
46	1/7/23 11:12:49	1/7/23 11:14:31	NO			SI	INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
47	1/7/23 11:15:42	1/7/23 11:15:21	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	LENTITUD
48	1/7/23 11:20:40	1/7/23 11:25:23	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	LENTITUD
49	1/7/23 11:23:29	1/7/23 11:25:39	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	LENTITUD
50	1/7/23 11:28:04	1/7/23 11:32:29	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	LENTITUD
51	1/7/23 11:33:39	1/7/23 11:35:44	SI	NETLIFE	FIBRA	SI	INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
52	1/7/23 11:39:55	1/7/23 11:42:07	SI	NETLIFE	FIBRA	SI	INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	COSTOS
53	1/7/23 11:40:33	1/7/23 11:45:05	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	LENTITUD
54	1/7/23 11:45:17	1/7/23 11:48:34	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	LENTITUD
55	1/7/23 11:47:57	1/7/23 11:49:22	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	LENTITUD
56	1/7/23 11:55:13	1/7/23 11:59:26	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	LENTITUD
57	1/7/23 12:01:39	1/7/23 12:03:07	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	LENTITUD
58	1/7/23 12:04:18	1/7/23 12:05:59	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	LENTITUD
59	1/7/23 12:10:28	1/7/23 12:13:24	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	LENTITUD

60	1/7/23 12:12:37	1/7/23 12:13:48	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	LENTITUD
61	1/7/23 12:14:56	1/7/23 12:18:28	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	LENTITUD
62	1/7/23 12:16:49	1/7/23 12:18:46	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	LENTITUD
63	1/7/23 12:24:02	1/7/23 12:26:16	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	LENTITUD
64	1/7/23 12:26:08	1/7/23 12:29:22	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	LENTITUD
65	1/7/23 12:28:27	1/7/23 12:33:07	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	LENTITUD
66	1/7/23 12:36:12	1/7/23 12:38:09	NO			SI	INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
67	1/7/23 12:41:23	1/7/23 12:44:32	NO			SI	INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
68	1/7/23 12:47:53	1/7/23 12:49:10	NO			SI	INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
69	1/7/23 12:51:39	1/7/23 12:53:44	NO			SI	INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
70	1/7/23 14:05:58	1/7/23 14:08:01	NO			SI	INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
71	1/7/23 14:10:15	1/7/23 14:14:38	NO			SI	INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
72	1/7/23 14:16:55	1/7/23 14:20:41	NO			SI	INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
73	1/7/23 14:23:23	1/7/23 14:25:51	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
74	1/7/23 14:28:33	1/7/23 14:30:02	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
75	1/7/23 14:34:12	1/7/23 14:39:56	NO			SI	INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
76	1/7/23 14:42:29	1/7/23 14:45:07	NO			SI	INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
77	1/7/23 14:49:52	1/7/23 14:53:29	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
78	1/7/23 14:58:23	1/7/23 15:00:42	NO			SI	INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
79	1/7/23 15:02:22	1/7/23 15:06:33	NO			SI	INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET

80	1/7/23 15:10:08	1/7/23 15:14:27	NO			SI		INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
81	1/7/23 15:20:19	1/7/23 15:24:31	NO			SI		INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
82	1/7/23 15:33:52	1/7/23 15:38:22	SI	CNT	COBRE	SI		ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
83	1/7/23 15:40:44	1/7/23 15:43:02	SI	CNT	COBRE	SI		BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
84	1/7/23 15:52:05	1/7/23 15:56:49	SI	CNT	COBRE	SI		BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
85	1/7/23 16:01:39	1/7/23 16:04:55	SI	CNT	COBRE	SI		BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
86	1/7/23 16:06:18	1/7/23 16:09:23	NO			SI		ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
87	1/7/23 16:11:42	1/7/23 16:13:51	NO			SI		ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
88	1/7/23 16:20:43	1/7/23 16:24:02	NO			SI		ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
89	1/7/23 16:28:02	1/7/23 16:33:16	NO			SI		ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
90	1/7/23 16:37:28	1/7/23 16:40:34	NO			SI		ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
91	1/7/23 16:46:08	1/7/23 16:49:26	NO			SI		BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
92	1/7/23 16:55:21	1/7/23 16:58:59	NO			SI		BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
93	1/8/23 7:58:57	1/8/23 8:02:00	NO			SI		ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
94	1/8/23 8:10:15	1/8/23 8:14:34	NO			SI		ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
95	1/8/23 8:17:30	1/8/23 8:20:05	NO			SI		ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
96	1/8/23 8:22:07	1/8/23 8:25:33	NO			SI		ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
97	1/8/23 8:27:34	1/8/23 8:30:00	SI	CNT	COBRE	SI		BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
98	1/8/23 8:33:46	1/8/23 8:37:08	NO			SI		ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
99	1/8/23 8:39:45	1/8/23 8:43:21	NO			SI		ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
100	1/8/23 8:52:13	1/8/23 8:55:41	SI	CNT	COBRE	SI		BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
101	1/8/23 8:57:00	1/8/23 9:00:10	NO			SI		ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
102	1/8/23 9:02:31	1/8/23 9:04:53	NO			SI		ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET

103	1/8/23 9:06:34	1/8/23 9:09:42	NO			SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
104	1/8/23 9:11:06	1/8/23 9:13:16	NO			SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
105	1/8/23 9:15:24	1/8/23 9:18:37	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
106	1/8/23 9:20:55	1/8/23 9:24:09	NO			SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
107	1/8/23 9:26:29	1/8/23 9:29:40	NO			SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
108	1/8/23 9:32:51	1/8/23 9:35:37	NO			SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
109	1/8/23 9:39:10	1/8/23 9:44:49	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
110	1/8/23 9:48:24	1/8/23 9:51:38	NO			SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
111	1/8/23 9:55:59	1/8/23 9:59:06	NO			SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
112	1/8/23 10:00:00	1/8/23 10:04:27	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
113	1/8/23 10:05:38	1/8/23 10:09:49	NO			SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
114	1/8/23 10:12:03	1/8/23 10:15:14	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
115	1/8/23 10:18:49	1/8/23 10:22:02	NO			SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
116	1/8/23 10:24:13	1/8/23 10:28:47	NO			SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
117	1/8/23 10:31:00	1/8/23 10:33:48	NO			SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
118	1/8/23 10:36:28	1/8/23 10:38:59	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
119	1/8/23 10:40:20	1/8/23 10:44:07	NO			SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
120	1/8/23 10:48:53	1/8/23 10:50:55	NO			SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
121	1/8/23 10:57:52	1/8/23 11:01:21	NO			SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
122	1/8/23 11:03:22	1/8/23 11:04:52	NO			SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
123	1/8/23 11:07:24	1/8/23 11:10:02	NO			SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
124	1/8/23 11:11:31	1/8/23 11:13:44	NO			SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET

125	1/8/23 11:16:51	1/8/23 11:19:38	NO			SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
126	1/8/23 11:22:25	1/8/23 11:24:30	NO			SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
127	1/8/23 11:27:14	1/8/23 11:29:36	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
128	1/8/23 11:32:40	1/8/23 11:35:09	NO			SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
129	1/8/23 11:37:11	1/8/23 11:40:38	NO			SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
130	1/8/23 11:42:56	1/8/23 11:45:15	NO			SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
131	1/8/23 11:47:28	1/8/23 11:50:49	NO			SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
132	1/8/23 11:53:21	1/8/23 11:56:07	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
133	1/8/23 11:58:19	1/8/23 12:01:33	NO			SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
134	1/8/23 12:03:02	1/8/23 12:06:57	NO			SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
135	1/8/23 12:08:49	1/8/23 12:12:14	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
136	1/8/23 12:14:31	1/8/23 12:17:22	NO			SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
137	1/8/23 12:20:58	1/8/23 12:23:16	NO			SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
138	1/8/23 12:25:33	1/8/23 12:28:45	SI	CNT	COBRE	SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
139	1/8/23 12:33:27	1/8/23 12:39:11	NO			SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
140	1/8/23 12:42:52	1/8/23 12:45:05	NO			SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
141	1/8/23 12:48:36	1/8/23 12:52:39	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
142	1/8/23 12:54:07	1/8/23 12:57:21	NO			SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
143	1/8/23 12:59:24	1/8/23 13:03:06	NO			SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
144	1/8/23 14:05:12	1/8/23 14:08:20	NO			SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET

145	1/8/23 14:11:25	1/8/23 14:13:58	NO	SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
146	1/8/23 14:15:02	1/8/23 14:18:21	NO	SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
147	1/8/23 14:20:35	1/8/23 14:23:44	NO	SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
148	1/8/23 14:25:58	1/8/23 14:28:13	NO	SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
149	1/8/23 14:31:12	1/8/23 14:34:38	NO	SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
150	1/8/23 14:37:10	1/8/23 14:40:17	NO	SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
151	1/8/23 14:41:54	1/8/23 14:44:08	NO	SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
152	1/8/23 14:48:23	1/8/23 14:51:20	NO	SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
153	1/8/23 14:54:37	1/8/23 14:59:22	NO	SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
154	1/8/23 15:03:15	1/8/23 15:06:36	NO	SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
155	1/8/23 15:09:46	1/8/23 15:12:13	NO	SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
156	1/8/23 15:15:28	1/8/23 15:18:37	NO	SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
157	1/8/23 15:21:54	1/8/23 15:24:02	NO	SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
158	1/8/23 15:26:37	1/8/23 15:28:41	NO	SI	ULTRA GAMER: 180 Megas por 70 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
159	1/8/23 15:31:09	1/8/23 15:34:48	NO	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
160	1/8/23 15:37:19	1/8/23 15:40:06	NO	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
161	1/8/23 15:44:25	1/8/23 15:48:58	NO	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
162	1/8/23 15:51:04	1/8/23 15:53:12	NO	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
163	1/8/23 15:56:34	1/8/23 15:59:23	NO	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
164	1/8/23 16:00:04	1/8/23 16:04:35	NO	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET

165	1/8/23 16:06:17	1/8/23 16:10:23	NO	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
166	1/8/23 16:12:35	1/8/23 16:15:28	NO	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
167	1/8/23 16:18:55	1/8/23 16:21:14	NO	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
168	1/8/23 16:24:49	1/8/23 16:26:07	NO	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
169	1/8/23 16:29:12	1/8/23 16:31:42	NO	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
170	1/8/23 16:34:57	1/8/23 16:36:39	NO	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
171	1/8/23 16:39:09	1/8/23 16:41:14	NO	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
172	1/8/23 16:43:33	1/8/23 16:46:21	NO	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
173	1/8/23 16:49:16	1/8/23 16:51:00	NO	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
174	1/8/23 16:52:14	1/8/23 16:53:48	NO	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
175	1/8/23 16:56:31	1/8/23 16:59:24	NO	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
176	1/9/23 8:04:20	1/9/23 8:08:11	NO	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
177	1/9/23 8:10:34	1/9/23 8:12:43	NO	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
178	1/9/23 8:14:00	1/9/23 8:20:57	NO	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
179	1/9/23 8:22:19	1/9/23 8:25:28	NO	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
180	1/9/23 8:27:47	1/9/23 8:30:08	NO	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
181	1/9/23 8:33:24	1/9/23 8:35:52	NO	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
182	1/9/23 8:38:31	1/9/23 8:41:17	NO	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
183	1/9/23 8:42:06	1/9/23 8:45:52	NO	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
184	1/9/23 8:47:05	1/9/23 8:51:13	NO	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
185	1/9/23 8:52:25	1/9/23 8:55:32	NO	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
186	1/9/23 9:01:59	1/9/23 9:05:39	NO	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
187	1/9/23 9:07:12	1/9/23 9:10:40	NO	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
188	1/9/23 9:12:28	1/9/23 9:14:31	NO	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET

189	1/9/23 9:17:16	1/9/23 9:20:36	NO			SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
190	1/9/23 9:23:03	1/9/23 9:25:17	NO			SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
191	1/9/23 9:28:25	1/9/23 9:31:35	NO			SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
192	1/9/23 9:33:10	1/9/23 9:36:42	NO			SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
193	1/9/23 9:40:39	1/9/23 9:44:11	NO			SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
194	1/9/23 9:47:51	1/9/23 9:49:07	NO			SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
195	1/9/23 9:51:58	1/9/23 9:53:19	NO			SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
196	1/9/23 10:05:02	1/9/23 10:08:23	NO			SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
197	1/9/23 10:12:34	1/9/23 10:15:49	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
198	1/9/23 10:19:23	1/9/23 10:25:18	SI	CNT	COBRE	SI	BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
199	1/9/23 10:28:09	1/9/23 10:32:55	NO			SI	INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
200	1/9/23 10:28:09	1/9/23 10:32:55	NO			SI	INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
201	1/9/23 10:28:09	1/9/23 10:32:55	NO			SI	INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
202	1/9/23 10:28:09	1/9/23 10:32:55	NO			SI	INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
203	1/9/23 10:28:09	1/9/23 10:32:55	NO			SI	INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
204	1/9/23 10:28:09	1/9/23 10:32:55	NO			SI	INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
205	1/9/23 10:28:09	1/9/23 10:32:55	NO			SI	INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
206	1/9/23 10:28:09	1/9/23 10:32:55	NO			SI	INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
207	1/9/23 10:28:09	1/9/23 10:32:55	NO			NO	INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
208	1/9/23 10:28:09	1/9/23 10:32:55	NO			SI	INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
209	1/9/23 10:28:09	1/9/23 10:32:55	NO			SI	INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
210	1/9/23 10:28:09	1/9/23 10:32:55	NO			SI	INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET





251	1/9/23 10:28:09	1/9/23 10:32:55	NO			SI		INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
252	1/9/23 10:28:09	1/9/23 10:32:55	NO			SI		INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
253	1/9/23 10:28:09	1/9/23 10:32:55	NO			SI		INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
254	1/9/23 10:28:09	1/9/23 10:32:55	NO			SI		INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
255	1/9/23 10:28:09	1/9/23 10:32:55	NO			SI		INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
256	1/9/23 10:28:09	1/9/23 10:32:55	NO			SI		INTERMEDIO: 100 Megas por 40 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
257	1/9/23 10:28:09	1/9/23 10:32:55	NO			NO		BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	NO DISPONE DE INTERNET
258	1/9/23 10:28:09	1/9/23 10:32:55	SI	CNT	COBRE	SI		BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
259	1/9/23 10:28:09	1/9/23 10:32:55	SI	CNT	COBRE	SI		BÁSICO: 80 Megas por 30 USD. Inc. IVA	MALA SEÑAL INALÁMBRICA
260	NULL	NULL							
261	NULL	NULL							
262	NULL	NULL							
263	NULL	NULL							
264	NULL	NULL							
265	NULL	NULL							
266	NULL	NULL							
267	NULL	NULL							
268	NULL	NULL							
269	NULL	NULL							
270	NULL	NULL							
271	NULL	NULL							
272	NULL	NULL							
273	NULL	NULL							
274	NULL	NULL							
275	NULL	NULL							

276	NULL	NULL
277	NULL	NULL
278	NULL	NULL
279	NULL	NULL
280	NULL	NULL
281	NULL	NULL
282	NULL	NULL
283	NULL	NULL
284	NULL	NULL
285	NULL	NULL
286	NULL	NULL
287	NULL	NULL
288	NULL	NULL
289	NULL	NULL
290	NULL	NULL
291	NULL	NULL
292	NULL	NULL
293	NULL	NULL
294	NULL	NULL
295	NULL	NULL
296	NULL	NULL
297	NULL	NULL
298	NULL	NULL
299	NULL	NULL
300	NULL	NULL

Nota: Elaborado por: S. Rojas (2023)

## Anexo 3. Fibra 24 hilos G.652D

### Cable de fibra óptica ADSS

#### C9A100KHEBx

El cable ADSS (All Dielectric Self Supporting), también conocido como cable completamente dieléctrico y autoportado se utiliza principalmente para instalaciones aéreas. Las fibras ópticas están protegidas del agua con una capa de bloqueo de agua, un gel que se coloca dentro de los tubos holgados. Posee un miembro de refuerzo central que le proporciona estabilidad y resistencia al cable, todo protegido por una chaqueta exterior de HDPE. Adicionalmente, tiene dos cordones de ruptura para facilitar el desforre de la chaqueta y llegar a la fibra.

**Aplicaciones:**

- Instalaciones aéreas
- Distribución
- Enlaces de largas distancias

Ejemplo 72 fibras, tubo holgado 6/0  
(Ejemplos ilustrativos)

Catálogo	Tipo de fibra	Diámetro exterior mm	Tubo holgado	No. Fibras
C9A100KHEB012	G.652 D	11 ± 0.5	1/5	12
C9A100KHEB024	G.652 D	11 ± 0.5	2/4	24
C9A100KHEB036	G.652 D	11 ± 0.5	3/3	36
C9A100KHEB048	G.652 D	11 ± 0.5	4/2	48
C9A100KHEB072	G.652 D	11 ± 0.5	6/0	72
C9A100KHEB096	G.652 D	12.5 ± 0.5	8/0	96
C9A100KHEB144	G.652 D	15 ± 0.5	12/0	144
C9A100KHEB288	G.652 D	18 ± 1	24/0	288

Disponible en otras configuraciones

Fuente: (ICOPTIKS, 2021)

## Anexo 4. UIT-T G.657



# UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

# G.657

(12/2006)

SERIE G: SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN,  
SISTEMAS Y REDES DIGITALES

Características de los medios de transmisión y de los  
sistemas ópticos – Cables de fibra óptica

---

**Características de las fibras y cables ópticos  
monomodo insensibles a la pérdida por flexión  
para la red de acceso**

Recomendación UIT-T G.657



Fuente: (Unión internacional de telecomunicaciones, 2016)

**Cuadro 7-1 – Clase A: Atributos G.657**

<b>Atributos de la fibra</b>			
<b>Atributo</b>	<b>Dato</b>	<b>Valor</b>	
Diámetro de campo modal	Longitud de onda	1310 nm	
	Gama de valores nominales	8,6-9,5 $\mu\text{m}$	
	Tolerancia	$\pm 0,4 \mu\text{m}$	
Diámetro del revestimiento	Nominal	125,0 $\mu\text{m}$	
	Tolerancia	$\pm 0,7 \mu\text{m}$	
Error de concentricidad del núcleo	Máximo	0,5 $\mu\text{m}$	
No circularidad del revestimiento	Máximo	1,0%	
Longitud de onda de corte del cable	Máximo	1260 nm	
Pérdida por macroflexión (Notas 1, 2)	Radio (mm)	15	10
	Número de vueltas	10	1
	Máximo a 1550 nm (dB)	0,25	0,75
	Máximo a 1625 nm (dB)	1,0	1,5
Prueba de tensión	Mínimo	0,69 GPa	
Coeficiente de dispersión cromática	$\lambda_{\text{0min}}$	1300 nm	
	$\lambda_{\text{0max}}$	1324 nm	
	$S_{\text{0max}}$	0,092 ps/nm <sup>2</sup> × km	
<b>Atributos del cable</b>			
Coeficiente de atenuación	Máximo de 1310 nm a 1625 nm (Nota 3)	0,4 dB/km	
	Máximo a 1383 nm $\pm 3$ nm	(Nota 4)	
	Máximo a 1550 nm	0,3 dB/km	
Coeficiente de PMD	M	20 cables	
	Q	0,01%	
	Máximo PMD <sub>Q</sub>	0,20 ps/ $\sqrt{\text{km}}$	
<p>NOTA 1 – Las fibras G.652 desplegadas a un radio de 15 mm tienen por lo general unas pérdidas por macroflexión de varios dB cada 10 vueltas a 1625 nm.</p> <p>NOTA 2 – La pérdida por macroflexión puede evaluarse utilizando un método de enrollamiento en un eje de torno (Método A de [CEI 60793-1-47]), sustituyendo el radio de flexión y el número de vueltas especificados en este cuadro.</p> <p>NOTA 3 – Esta región de longitud de onda puede ampliarse hasta 1260 nm añadiendo 0,07 dB/km de pérdida por dispersión de Rayleigh inducida al valor de atenuación a 1310 nm. En este caso, la longitud de onda de corte del cable no deberá sobrepasar 1250 nm.</p> <p>NOTA 4 – La atenuación media detectada en muestra a esta longitud de onda debe ser menor o igual al valor máximo especificado para la gama de 1310 nm a 1625 nm, después del proceso de envejecimiento del hidrógeno conforme a [b-CEI 60793-2-50] en relación con la categoría de fibra B1.3.</p>			

Fuente: (Unión internacional de telecomunicaciones, 2016)

## Anexo 5. NAP 8 a 16 abonados

**domuš**  
network

### CAJAS NAP



**FLEXFIT 8**

**APTA SANGRADO  
8 ABONADOS**



Grado de Protección IP 55  
Admite 1 Splitter 1x8  
Montaje a Poste o Pared  
Disponible en color Negro



**FLXFIT 16**

**APTA SANGRADO  
16 ABONADOS**



Grado de Protección IP 55  
Admite 1 Splitter 1x16 o 2 de 1x8  
Montaje a Poste o Pared  
Disponible en color Negro



[www.domusntw.com](http://www.domusntw.com)

**domuš**  
network

### CAJAS CTRO SLIM

**APTA SANGRADO Y 2  
DERIVACIONES  
16 ABONADOS**

Grado de Protección IP 55  
1 o 2 Bandejas para derivación  
Admite hasta 2 splitters para  
Abonados + 2 para Derivación



1 Entrada oval para  
sangrado cables de 6  
a 14 m (h/72 fibras)

16 Salidas para drop (flat o  
forma 8) con excelente  
retención mecánica

2 Salidas para subtrunciales  
ADSS de 6 a 14 m

Hasta 16 abonados  
Panel de patcheo a 45°  
(zona de fusiones protegida)



[www.domusntw.com](http://www.domusntw.com)

**ETK**

Fuente: (domus network, 2023)

## Anexo 6. UIT-T G.984.2

# UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

# G.984.2

(03/2003)

SERIE G: SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN,  
SISTEMAS Y REDES DIGITALES

Secciones digitales y sistemas digitales de línea –  
Sistemas de línea óptica para redes de acceso y  
redes locales

---

**Redes ópticas pasivas con capacidad  
de gigabits: Especificación de la capa  
dependiente de los medios físicos**

Recomendación UIT-T G.984.2

Fuente: (Unión internacional de telecomunicaciones, 2019)

- 2488,32 Mbit/s/155,52 Mbit/s,
- 2488,32 Mbit/s/622,08 Mbit/s,
- 2488,32 Mbit/s/1244,16 Mbit/s,
- 2488,32 Mbit/s/2488,32 Mbit/s.

Los parámetros que se han de definir se categorizan por sentido descendente o ascendente y por velocidad binaria nominal como se muestra en el cuadro 1.

**Cuadro 1/G.984.2 – Relación entre categorías de parámetros y cuadros**

Sentido de transmisión	Velocidad binaria nominal	Cuadro
Sentido descendente	1244,16 Mbit/s	Cuadro 2b (sentido descendente, 1244 Mbit/s)
	2488,32 Mbit/s	Cuadro 2c (sentido descendente, 2488 Mbit/s)
Sentido ascendente	155,52 Mbit/s	Cuadro 2d (sentido ascendente, 155 Mbit/s)
	622,08 Mbit/s	Cuadro 2e (sentido ascendente, 622 Mbit/s)
	1244,16 Mbit/s	Cuadro 2f-1 (sentido ascendente, 1244 Mbit/s)
		Cuadro 2f-2 (sentido ascendente, 1244 Mbit/s)
2488,32 Mbit/s	Cuadro 2g-1 (sentido ascendente, 2488 Mbit/s) Cuadro 2g-2 (sentido ascendente, 2488 Mbit/s)	

A continuación se especifican todos los parámetros que deben ajustarse al cuadro 2a (ODN) y a los cuadros 2b a 2g-2. En esta Recomendación, estos cuadros suelen denominarse cuadro 2. Hay un tipo independiente de ONU para cada combinación de velocidad binaria ascendente, velocidad binaria descendente y clase de pérdida en el trayecto óptico (clases A, B y C definidas en la Rec. UIT-T G.982).

Los valores de los parámetros especificados corresponden al caso más desfavorable en condiciones normales de funcionamiento (es decir, rangos de temperatura y humedad), incluidos los efectos del envejecimiento. Los parámetros se han especificado con relación a un objetivo de diseño de la sección óptica con una tasa de errores en los bits (BER, *bit error ratio*) mejor que  $1 \times 10^{-10}$  para el caso extremo de condiciones de atenuación y dispersión del trayecto óptico.

Esta Recomendación, en particular los valores de los cuadros 2b a 2g-2, es aplicable a los casos sin banda de mejora, descrita en la Rec. UIT-T G.983.3. En el caso de las GPON con aplicaciones de banda de mejora, es necesario definir un nuevo conjunto de parámetros, incluidos los requisitos de aislamiento entre las distintas bandas de longitudes de onda. Esto se puede describir en otra Recomendación, que tenga la misma relación con ésta que la que tiene la Rec. UIT-T G.983.3 con la Rec. UIT-T G.983.1. No obstante, la longitud de onda óptica especificada en esta Recomendación para el sentido descendente es conforme con la Rec. UIT-T G.983.3, a fin de lograr la integración paulatina de la banda de mejora para el futuro.

## 8.2.2 Medio físico y método de transmisión

### 8.2.2.1 Medio de transmisión

Esta Recomendación se basa en la fibra descrita en la Rec. UIT-T G.652.

### 8.2.2.2 Sentido de transmisión

La señal se transmite en ambos sentidos, ascendente y descendente por el medio de transmisión.

Fuente: (Unión internacional de telecomunicaciones, 2019)

**Cuadro 2a/G.984.2 – Parámetros de la capa dependiente del medio físico de la ODN**

Elementos	Unidad	Especificación
Tipo de fibra (Nota 1)	–	Rec. UIT-T G.652
Gama de atenuación (Rec. UIT-T G.982)	dB	Clase A: 5-20 Clase B: 10-25 Clase C: 15-30
Pérdida del trayecto óptico diferencial	dB	15
Máxima penalización del trayecto óptico	dB	1 (véase la nota 5 en los cuadros 2e y 2f-1)
Máximo alcance lógico	km	60 (Nota 2)
Máximo alcance lógico diferencial	km	20
Máxima distancia de fibra entre los puntos S/R y R/S	km	20 (10 como opción)
Mínima relación de división soportada	–	Restringida por la pérdida de trayecto PON con divisores pasivos (divisores de 16, 32 ó 64 vías)
Transmisión bidireccional	–	WDM de 1 fibra o 2 fibras
Longitud de onda de mantenimiento	nm	Por definir
<p>NOTA 1 – La utilización de tipos de fibra diferentes para ampliar el alcance (&gt; 20 km) en el futuro, queda pendiente de estudio, a la espera de una nueva especificación de la PMD.</p> <p>NOTA 2 – Ésta es la máxima distancia gestionada por las capas superiores del sistema (MAC, TC, determinación de distancia), considerando la futura especificación de la PMD.</p>		

**Cuadro 2b/G.984.2 – Parámetros de la interfaz óptica a 1244 Mbit/s en sentido descendente**

Elementos	Unidad	Transmisor OLT (interfaz óptica O <sub>ld</sub> )					
		Fibra única			Fibra doble		
Velocidad binaria nominal	Mbit/s	1244,16			1244,16		
Longitud de onda de trabajo	nm	1480-1500			1260-1360		
Código de línea	–	NRZ pseudoaleatorizado			NRZ pseudoaleatorizado		
Plantilla del diagrama en ojo del transmisor	–	Figura 2			Figura 2		
Máxima reflectancia del equipo, medida a la longitud de onda del transmisor	dB	NA			NA		
Mínima ORL de ODN en O <sub>ld</sub> y O <sub>ld</sub> (Notas 1 y 2)	dB	mayor que 32			mayor que 32		
Clase de ODN		A	B	C	A	B	C
Potencia media inyectada MÍN	dBm	–4	+1	+5	–4	+1	+5
Potencia media inyectada MÁX	dBm	+1	+6	+9	+1	+6	+9

Fuente: (Unión internacional de telecomunicaciones, 2019)

## Anexo 7. ITU-T L.35



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

# UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

# L.35

(10/98)

SERIE L: CONSTRUCCIÓN, INSTALACIÓN Y  
PROTECCIÓN DE LOS CABLES Y OTROS  
ELEMENTOS DE PLANTA EXTERIOR

---

**Instalación de cables de fibra óptica en la red de  
acceso**

**Recomendación UIT-T L.35**

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

---

Fuente: (Unión internacional de telecomunicaciones, 2008)

## **Recomendación L.35**

### **INSTALACIÓN DE CABLES DE FIBRA ÓPTICA EN LA RED DE ACCESO**

*(Ginebra, 1998)*

#### **Introducción**

Las fibras ópticas vienen siendo utilizadas desde hace tiempo como medios de transmisión en la red de acceso. Las diferentes arquitecturas de red utilizadas se encuentran descritas en el anexo A/L.15.

La forma de realizar las conexiones de abonado en la red telefónica pública conmutada de fibra óptica se describe en la Recomendación L.17.

Por otra parte, el capítulo II (Instalación de cables) del Manual "Construcción, instalación, empalme y protección de los cables de fibra óptica" da indicaciones generales para la instalación de cualquier tipo de fibras; sin embargo, se podrían necesitar indicaciones más precisas sobre la instalación de cables de fibra óptica en la red de acceso.

#### **Considerando**

- que la red de acceso de fibra óptica está experimentando un gran crecimiento;
- que las características de dicha red son, en muchos casos, diferentes de las de otros tipos de redes;
- que se pueden instalar este tipo de redes en diferentes entornos como pueden ser: rural, suburbano y urbano;
- que aunque es habitual la instalación en conductos, también se pueden realizar instalaciones directamente enterradas o aéreas;
- que existen algunas alternativas en cada uno de los tipos de instalación que puede resultar ventajosas,

#### **se recomienda**

- 1) De forma general:
  - que se realice un estudio económico, de impacto medioambiental y de las normas o regulaciones de cada región para decidir el tipo de instalación: en conducto, directamente enterrada o aérea;
  - que siempre que sea posible se utilice la infraestructura existente (conductos, postes, etc.);
  - que la instalación la realice personal cualificado y especializado en el tipo de instalación seleccionada.
- 2) Si la instalación se realiza en conductos:
  - que se utilicen cámaras de registro o arquetas como puntos de empalme y flexibilidad de red;
  - que cuando el diámetro del conducto lo permita y se utilicen subconductos de PE o PVC, éstos se instalen dentro del conducto ordinariamente por tracción;
  - que se instalen los cables dentro del conducto por cualquiera de los métodos descritos en el capítulo II (Instalación de los cables) del Manual sobre cables de fibra óptica;
  - que cuando sea necesario, se instale el cable desde un punto intermedio, disponiendo una parte del cable en forma de ocho;
  - que se almacene el cable sobrante en las arquetas o cámaras de registro.

**Recomendación L.35 (10/98) 1**

Fuente: (Unión internacional de telecomunicaciones, 2008)

- 
- 3) Si el cable está enterrado directamente:
- que se dejen las cajas de empalme directamente enterradas o protegidas por una arqueta prefabricada;
  - que se utilice cualquiera de los métodos tradicionales descritos en el capítulo II (Instalación de los cables) del Manual sobre cables de fibra óptica.
- 4) Si la instalación es aérea:
- que se utilicen postes de madera, cemento, acero, fibra o plástico, en función de la valoración económica y de impacto medioambiental realizada;
  - que el cable debe atarse o enrollarse a un cable/hilo de soporte o se debe utilizar un cable autosoportado;
  - que se suspenda el cable de todos los postes, aunque en situaciones particulares, tales como:
    - postes de empalme;
    - final de la ruta;
    - cruces de ríos y carreteras;
    - cada cierto número de postes,el cable debe anclarse (fijarse al poste) para que la mayor parte de su peso recaiga sobre el poste;
  - se deje un trozo de cable en los puntos de empalme para la realización de los mismos.

## APÉNDICE I

### Experiencias internacionales en los procedimientos de instalación de la red de acceso

Este apéndice contiene un resumen de las respuestas proporcionadas por nueve países al cuestionario enviado por la Comisión de Estudio 6 del UIT-T a sus participantes.

El margen de variación de los datos mostrados representa los valores mínimo y máximo facilitados en las respuestas.

#### I.1 Aspectos generales

I.1.1 Distancia media de la central al abonado: 300-5000 m

I.1.2 Distancia máxima de la central al abonado: 2-30 km

I.1.3 Tipo de instalación: principalmente en conductos

#### I.2 Instalación en conducto

I.2.1 Número de arquetas y cajas de empalme por kilómetro a lo largo de la ruta: 1-30

I.2.2 Material del conducto: PVC, HDPE, PE, arcilla y acero

I.2.3 Diámetro interno del conducto: 27-125 mm

I.2.4 Material del subconducto: PVC y PE

I.2.5 Diámetro interno de los subconductos: 14-44 mm

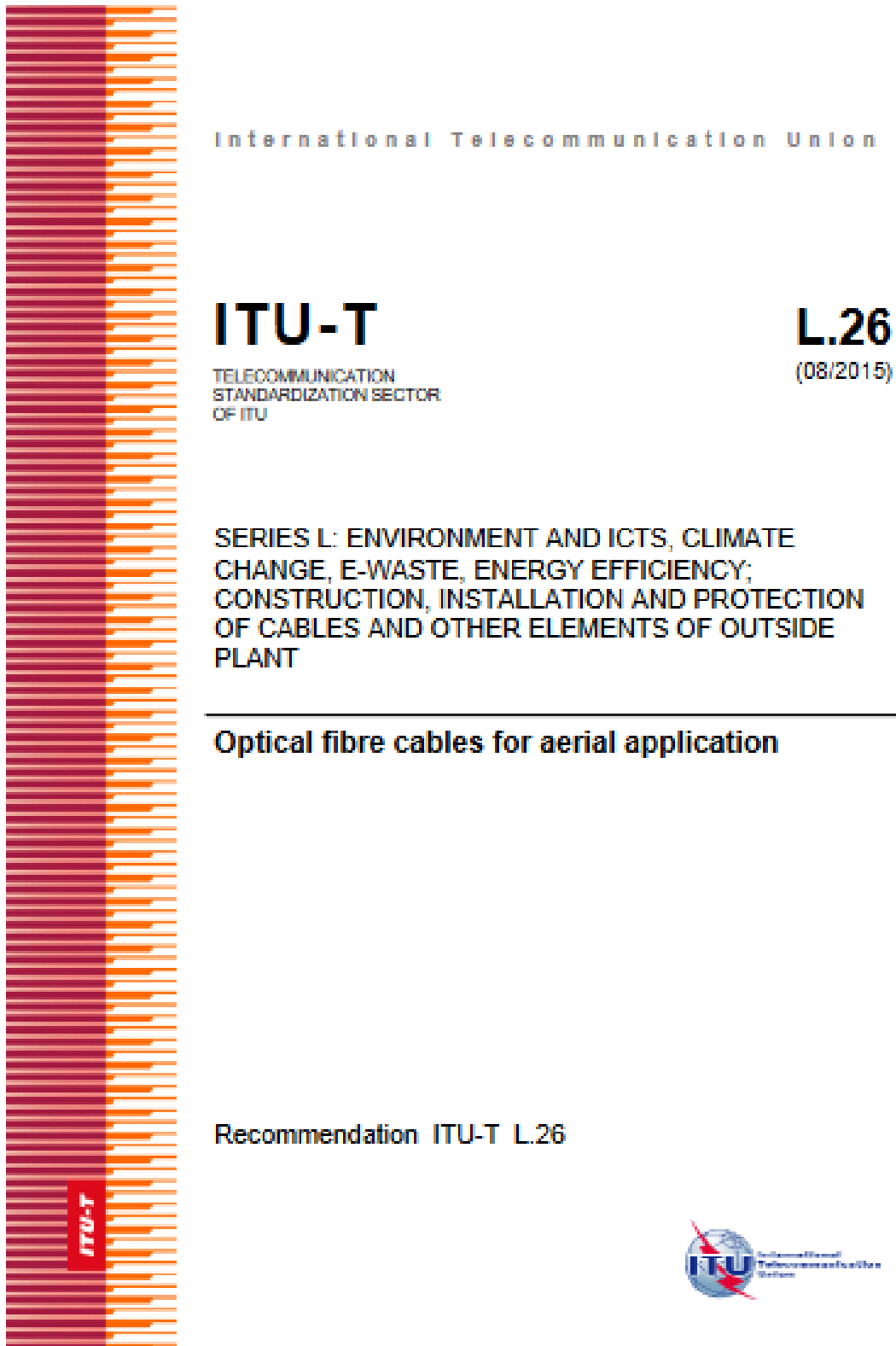
I.2.6 Longitud máxima de cable entre empalmes: 400-6000 m

I.2.7 Longitud sobrante de cable almacenada en las arquetas (cuando procede): 2-22 m

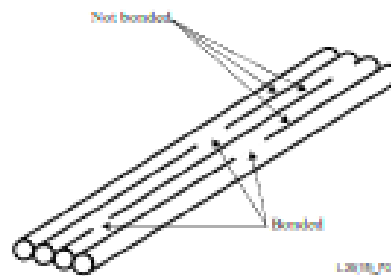
## 2 Recomendación L.35 (10/98)

Fuente: (Unión internacional de telecomunicaciones, 2008)

## Anexo 8. ITU-T L.26



Fuente: (Unión internacional de telecomunicaciones, 2015)



**Figure 3 – Example of a typical partially bonded ribbon**

### 7.2.2 Slotted core

In order to avoid direct pressure from the outside of the cable on optical fibres, optical fibres and/or ribbon fibres are located in slots. Usually, slots are provided in a helical or reverse oscillating stranding (SZ) method configuration on a cylindrical rod. The slotted core usually contains a strength member. A strength member shall adhere tightly to the slotted core in order to obtain temperature stability and avoid separation when a pulling force is applied during installation. Water-blocking material may be contained in the slots.

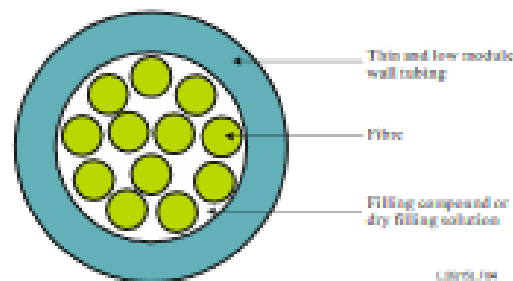
### 7.2.3 Tube

A tube construction, commonly using polymer materials, is frequently used for protecting and gathering optical fibres and/or ribbon fibres. Cable designs incorporating loose tubes are the most widely deployed, offering an optimized package for handling, as well as robustness. They are typically stranded to minimize strain and enable easier mid-span access if the SZ method is utilized. Central tube designs may also be used. Water-blocking material may be contained in the tube, if required.

Particular care to tube robustness must be taken into account for aerial cable design, due to the particular mechanical performances required, especially for ADSS cables in correspondence of the tension and suspension accessories.

### 7.2.4 Micro-module

A micro-module is a thin-walled tubing unit (typically smaller than the tube described in clause 7.2.3). These flexible modules have bending radii similar to the unbundled fibre and are easy to strip without a tool for easy splice preparation and mid-span access. They have no shape memory and may be used directly in an enclosure up to the splicing tray. Water-blocking material may be contained in the micro-module, if required. See Figure 4.



**Figure 4 – Example of primary coated fibres protected by micro-module**

Fuente: (Unión internacional de telecomunicaciones, 2015)

### **7.2.5 Strength member**

The cable should be designed with sufficient strength members to meet installation and service conditions so that the fibres are not subjected to strain levels in excess of those agreed upon between the customer and the supplier. The strength member(s) may be either metallic or non-metallic.

The aerial cable may be classified as self-supporting, when it has, for example, a "figure-of-eight" construction, or when the strength members are located in the cable's core and/or in the sheath. Alternatively, the cable may be supported by attaching it to a supporting strand.

Knowledge of span, sag, wind and ice loads, as well as permitted ground clearances is necessary to design cables for use in aerial applications.

### **7.2.6 Water-blocking materials**

Filling a cable with water-blocking material or wrapping the cable's core with layers of water-swellaible material are two means of protecting the fibres from water ingress. Water-blocking elements (e.g., yarns, tapes, filling compounds, water-swelling powders or a combination of materials) may be used. Any material used should not be harmful to personnel. The materials in the cable should be compatible with one another, and in particular should not adversely affect the fibre. These materials should not hinder splicing and/or connection operations.

### **7.3 Sheath**

The cable's core shall be covered with a sheath(s) suitable for the relevant environmental and mechanical conditions associated with storage, installation and operation. The sheath may be of a composite construction and may include strength members. The selection of the sheath material to optimize friction forces encountered in installation should be considered.

Sheath considerations for optical fibre cables are generally the same as for metallic conductor cables.

The outer sheath should be resistant to degradation due to ultraviolet (UV) radiation and biotic hazards.

NOTE – One of the most commonly used sheath materials is polyethylene. There may, however be, some conditions, where it is necessary to use other materials, for example, to limit fire hazards, to protect from rodents and/or termites and bullets; and where the sheath is subjected to strong electric fields (see clause 6.3.10).

### **7.4 Armour**

Where additional tensile strength or protection from external damage (e.g., crush, impact, rodents) is required, armouring should be provided.

Armouring considerations for optical fibre cables are generally the same as for metallic conductor cables. However, hydrogen generation due to corrosion should be taken into consideration. It should be noted that the advantages of optical fibre cables, such as lightness and flexibility, will be reduced when armour is provided.

Armouring for metal-free cables may consist of aramid yarns or tapes, glass-fibre-reinforced strands, strapping tape, etc.

### **7.5 Identification of cable**

It is recommended to provide a visual identification of optical fibre cables: this can be done by visibly marking the outer sheath. For identifying cables, embossing, sintering, imprinting, hot foil or ink-jet or laser printing can be used by agreement between the user and supplier.

## **7.6 Cable sealing**

It is recommended that an optical fibre cable should be provided with cable end-sealing and protection during cable delivery and storage, as is common for metallic cables. If splicing components have been factory installed they should be adequately protected. Pulling devices can be fitted to the end of the cable if required.

## **8 Test methods**

It is not intended that all tests shall be carried out; the frequency of testing and the relevant severities shall be agreed upon between the customer and supplier.

### **8.1 Test methods for cable elements**

#### **8.1.1 Tests applicable to optical fibres**

In this clause, optical fibres test methods related to splicing are described. Mechanical and optical characteristics test methods for optical fibres are described in: [\[ITU-T G.650.1\]](#) and [\[ITU-T G.651.1\]](#) and [\[IEC 60793-1-xx\]](#) series.

##### **8.1.1.1 Dimensions**

For measuring the primary coating diameter, method [\[IEC 60793-1-21\]](#) shall be used.

For measuring tube, slotted core and other ruggedized elements, methods [\[IEC 60811-202\]](#) and [\[IEC 60811-203\]](#) shall be used.

##### **8.1.1.2 Coating strippability**

For measuring the strippability of primary or secondary fibre coatings, [\[IEC 60793-1-32\]](#) shall be used.

##### **8.1.1.3 Compatibility with filling materials**

When fibres come into contact with a filling material used for waterproofing, the stability of the fibre coating and the filling material should be examined by tests after accelerated ageing.

The stability of the coating stripping force shall be tested in accordance with [\[IEC 60794-1-21\]](#) method E5.

Dimensional stability and coating transmissivity should be examined by the test method agreed upon by both the user and supplier.

#### **8.1.2 Tests applicable to tubes**

##### **8.1.2.1 Tube kink**

For measuring kink characteristics of tubes, [\[IEC 60794-1-23\]](#) method G7 shall be used.

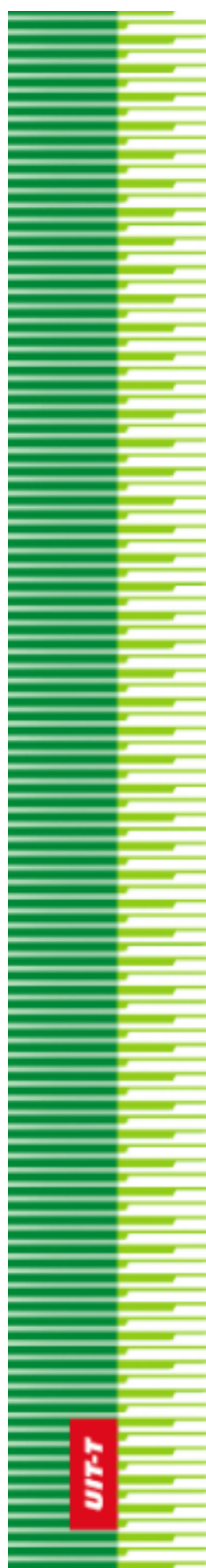
#### **8.1.3 Tests applicable to ribbons**

##### **8.1.3.1 Dimensions**

For measuring ribbon dimensions, three test methods should be used appropriately. The first, called a type test, is used to assess and verify the ribbon manufacturing process. The type test shall be carried out in accordance with [\[IEC 60794-1-23\]](#) method G2, the visual measurement method. The two remaining methods are used only for product inspection after the manufacturing process has been carried out. These test methods are described in [\[IEC 60794-1-23\]](#) method G3, aperture gauge, and [\[IEC 60794-1-23\]](#) method G4, dial gauge. For inspection purposes, the visual measurement method can also be used.

Fuente: (Unión internacional de telecomunicaciones, 2015)

## Anexo 9. UIT-T G.652



Unión Internacional de Telecomunicaciones

# UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

# G.652

(06/2005)

SERIE G: SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN,  
SISTEMAS Y REDES DIGITALES

Características de los medios de transmisión – Cables  
de fibra óptica

---

**Características de las fibras y cables ópticos  
monomodo**

Recomendación UIT-T G.652



Fuente: (Unión internacional de telecomunicaciones, 2016)

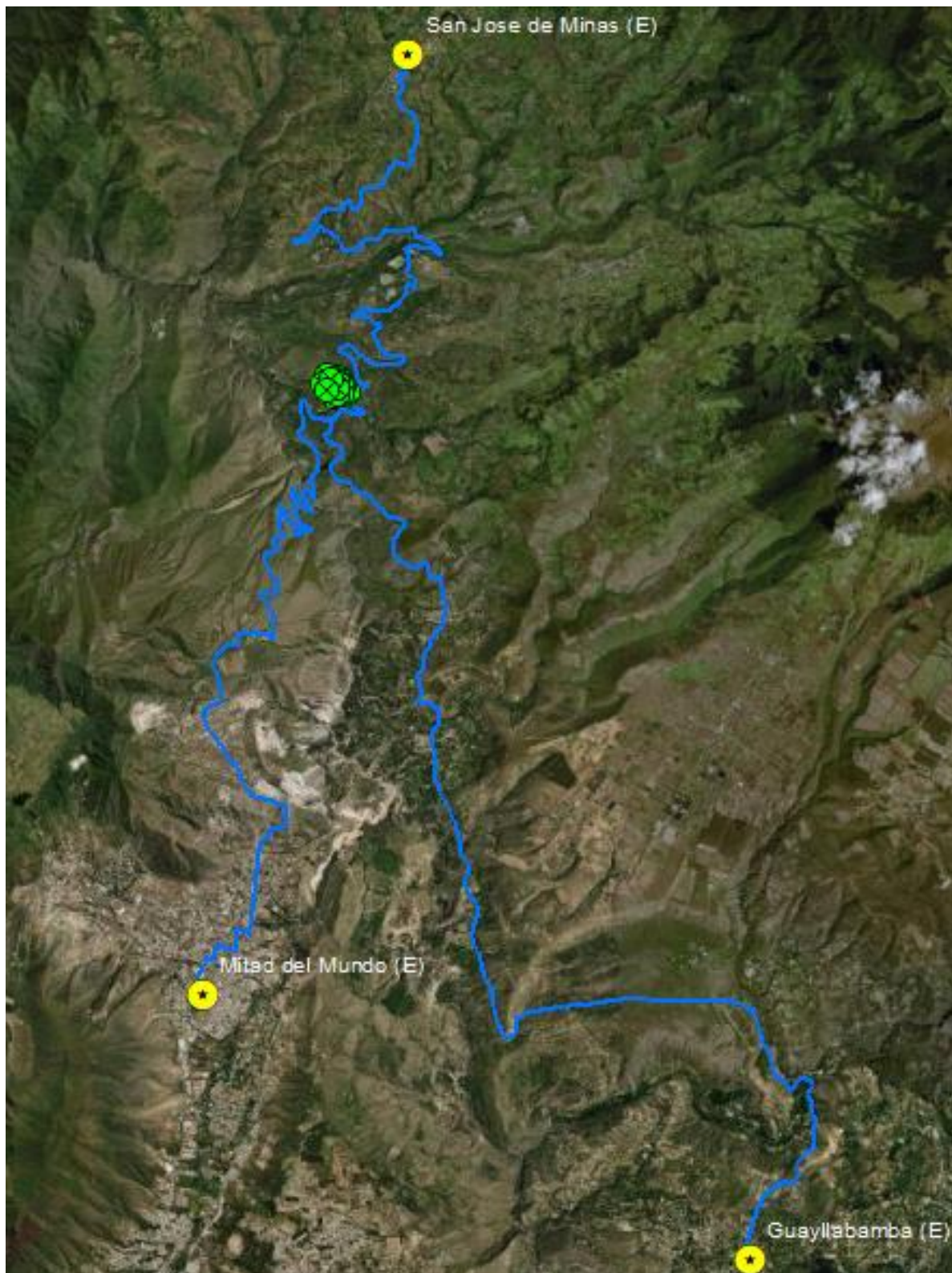
**Cuadro 4/G.652 – Atributos G.652.D**

<b>Atributos de la fibra</b>		
<b>Atributo</b>	<b>Dato</b>	<b>Valor</b>
Diámetro del campo modal	Longitud de onda	1310 nm
	Gama de valores nominales	8,6-9,5 $\mu\text{m}$
	Tolerancia	$\pm 0,6 \mu\text{m}$
Diámetro del revestimiento	Nominal	125,0 $\mu\text{m}$
	Tolerancia	$\pm 1 \mu\text{m}$
Error de concentricidad del núcleo	Máximo	0,6 $\mu\text{m}$
No circularidad del revestimiento	Máximo	1,0%
Longitud de onda de corte del cable	Máximo	1260 nm
Pérdida de macroflexión	Radio	30 mm
	Número de vueltas	100
	Máximo a 1625 nm	0,1 dB
Prueba de tensión	Mínimo	0,69 GPa
Coeficiente de dispersión cromática	$\lambda_{0\text{mín}}$	1300 nm
	$\lambda_{0\text{máx}}$	1324 nm
	$S_{0\text{máx}}$	0,092 ps/nm <sup>2</sup> × km
<b>Atributos del cable</b>		
<b>Atributo</b>	<b>Dato</b>	<b>Valor</b>
Coeficiente de atenuación	Máximo de 1310 nm a 1625 nm (Nota 2)	0,4 dB/km
	Máximo de 1383 nm $\pm$ 3 nm	(Nota 3)
	Máximo a 1550 nm	0,3 dB/km
Coeficiente de PMD	M	20 cables
	Q	0,01%
	PMD <sub>Q</sub> máximo	0,20 ps/ $\sqrt{\text{km}}$
<p>NOTA 1 – De conformidad con 6.2, se especifica un valor máximo del parámetro PMD<sub>Q</sub> en la fibra no cableada para soportar el requisito primario de PMD<sub>Q</sub> del cable.</p> <p>NOTA 2 – Esta región de longitud de onda puede ampliarse hasta 1260 nm añadiendo 0,07 dB/km de pérdida por dispersión de Rayleigh inducida al valor de atenuación a 1310 nm. En este caso, la longitud de onda de corte del cable no deberá sobrepasar 1250 nm.</p> <p>NOTA 3 – La atenuación media detectada en muestras a esta longitud de onda debe ser menor o igual al valor especificado para el intervalo 1310 nm a 1625 nm después del proceso de envejecimiento del hidrógeno conforme a CEI 60793-2-50 en relación con la categoría de fibra B1.3.</p>		

Fuente: (Unión internacional de telecomunicaciones, 2016)



## ALIMENTACIÓN DE PERUCHO RED DE TELCONET



Nota: Elaborado por: S. Rojas (2023)



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**L.12**

(05/2000)

SERIE L: CONSTRUCCIÓN, INSTALACIÓN Y  
PROTECCIÓN DE LOS CABLES Y OTROS  
ELEMENTOS DE PLANTA EXTERIOR

---

**Empalmes de fibra óptica**

**Recomendación UIT-T L.12**

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

---

### Tipo de prueba adecuado para verificar la fiabilidad de los empalmes

El objetivo de las pruebas que siguen es permitir la verificación de las propiedades funcionales de un empalme completo. Las fibras ópticas, y todos los instrumentos utilizados, deberán cumplir las normas internacionales, y los empalmes se harán siguiendo el procedimiento previo en las condiciones típicas de acuerdo con CEI 61300-1 [6]. Algunas de las pruebas ya se han reseñado en la parte principal de la Recomendación; lo que aquí se hace es una descripción de la prueba y de otras posibles pruebas que se pueden efectuar tanto en empalmes mecánicos como por fusión, de acuerdo con la experiencia habida al respecto en Italia.

### Comportamiento óptico

#### Pérdida de empalme

La medición de la pérdida de empalme deberá efectuarse de acuerdo con CEI 61073-1 [7], cláusula 4.4.4, método 1 o método 2.2 (dependiendo de las longitudes probadas), al menos en 30 muestras, con independencia de la pérdida de empalme estimada que indique el equipo empalmador.

El requisito de pérdida de empalme dependerá de la aplicación. La contribución de los empalmes a la pérdida global del enlace deberá ser considerada en los presupuestos globales de pérdida y en la planta de cables, que varía, por ejemplo, de rutas de concentración de enlaces a redes de acceso.

Cada operador puede especificar pérdidas de empalme de acuerdo con sus necesidades específicas, pero se recomiendan los valores siguientes para fibras monomodo (véase el cuadro II.2):

**Cuadro II.2/L.12 – Pérdidas de empalme medias recomendadas para diferentes aplicaciones**

	Pérdida media	Valor máximo para 95%	Aplicación típica
Empalmes por fusión simples	$\leq 0,1$ dB	$\leq 0,5$ dB	Ruta de concentración de enlaces
	$\leq 0,2$ dB		Red de acceso
Empalmes por fusión múltiples	$\leq 0,2$ dB	$\leq 0,8$ dB	–
Empalmes mecánicos simples	$\leq 0,2$ dB	$\leq 0,5$ dB	Red de acceso
Empalmes mecánicos múltiples	$\leq 0,2$ dB	$\leq 0,8$ dB	Red de acceso

#### Pérdida de retorno

Esta medición se llevará a cabo solamente en los empalmes mecánicos, de acuerdo con CEI 61073-1, cláusula 4.5.5, método 1 (longitud de fibra expuesta entre 2 y 3 metros) o, de manera alternativa, utilizando un reflectómetro óptico en el dominio del tiempo (OTDR) de acuerdo con CEI 61300-3-6, método 2, al menos en 30 muestras.

La pérdida de retorno admisible será  $\geq 55$  dB (grado V) y  $\geq 35$  dB (grado T).

### Comportamiento mecánico

Para evaluar el comportamiento mecánico de los empalmes, se recomienda el siguiente conjunto de pruebas: inspección visual, resistencia a la tracción, flexión, torsión y vibración.

#### Inspección visual

La inspección visual se llevará a cabo de acuerdo con CEI 61073-1, cláusula 4.4.1, en empalmes por fusión solamente y antes de la aplicación del dispositivo de protección, al menos en 10 muestras.

APÉNDICE III

Experiencia japonesa con empalmes de fibras ópticas

Véanse los cuadros III.1 a III.3.

**Cuadro III.1/L.12 – Comportamiento óptico de los empalmes de fibras**

Prueba	Tipo de empalme	Método de prueba	Condición	Comportamiento
Pérdida de inserción	Empalme por fusión de monofibra o multifibra	CEI 61300-3-4; CEI 61073-1 Cláusula 4.4.4 Método 1 ó 2.2		<u>Atenuación:</u> GI: 90% = 0,1 dB 100% = 0,3 dB SM: 90% = 0,2 dB 100% = 0,3 dB DSM: 90% = 0,2 dB 100% = 0,3 dB
Pérdida de inserción	Empalme mecánico monofibra (acceso)	CEI 61300-3-4; CEI 61073-1 Cláusula 4.4.4 Método 1 ó 2.2 (CEI 874-1 Cláusula 4.4.7)		<u>Atenuación:</u> Empalme mecánico SM: 90% = 0,4 dB 100% = 0,5 dB conector MT SM: 100% = 0,6 dB
Pérdida de inserción	Empalme mecánico multifibra (acceso)	CEI 61300-3-4; CEI 61073-1 Cláusula 4.4.4 Método 1 ó 2.2 (CEI 874-1 Cláusula 4.4.7)		<u>Atenuación:</u> Empalme mecánico SM: 90% = 0,4 dB 100% = 0,5 dB conector MT SM: 100% = 0,7 dB
Pérdida de retorno	Empalmes mecánicos monofibra o multifibra	CEI 61300-3-6; CEI 61073-1 Cláusula 4.4.5 Método 1, 2		<u>Pérdida de retorno:</u> Empalme mecánico SM: > 40 dB conector MT SM: > 40 dB
NOTA 1 – En Japón, el empalme por fusión abarca UIT-T G.651, UIT-T G.652 y UIT-T G.653 y el empalme mecánico abarca solamente la UIT-T G.652.				
NOTA 2 – Los números anteriores de la CEI se dan entre paréntesis.				

**Cuadro III.2/L.12 – Comportamiento mecánico de los empalmes de fibras**

Prueba	Tipo de empalme	Método de prueba	Condición	Comportamiento
Resistencia a la tracción	Empalmes por fusión de monofibras o multifibras	CEI 61300-2-4; CEI 61073-1 Cláusula 4.5.2	<u>Carga:</u> Monofibra: <8,9 N Multifibra: <21,6 N	Sin rotura

(Unión internacional de telecomunicaciones, 2022)

## Anexo 12. UIT-T G.671



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

# UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

# G.671

(06/2002)

SERIE G: SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN,  
SISTEMAS Y REDES DIGITALES

Características de los medios de transmisión –  
Características de los componentes y los subsistemas  
ópticos

---

**Características de transmisión de los  
componentes y subsistemas ópticos**

Recomendación UIT-T G.671

Fuente: (Unión internacional de telecomunicaciones, 2019)

## Recomendación UIT-T G.671

### Características de transmisión de los componentes y subsistemas ópticos

#### 1 Alcance

Esta Recomendación tiene por objeto identificar los parámetros relativos a la transmisión para cada uno de los componentes indicados más adelante y definir los valores de los parámetros que pueden especificarse para las aplicaciones más importantes del sistema. Cuando es necesario, se utilizan las definiciones de la CEI. Se prevé que los sistemas aplicables se traten en las siguientes Recomendaciones UIT-T:

- Redes de largo alcance: Redes que utilizan equipos con interfaces de acuerdo a la Rec. UIT-T G.957 y Recomendaciones sobre interfaces ópticas para sistemas monocanal y multicanal con amplificadores ópticos, incluidas las Recomendaciones UIT-T G.691, UIT-T G.692 y UIT-T G.959.1.
- Redes de acceso: Redes que utilizan equipos de acuerdo a UIT-T G.982 y la Recomendación sobre redes de acceso para el soporte de servicios a velocidades superiores a la velocidad binaria primaria de la RDSI (cuando se publiquen).

La presente Recomendación trata los componentes ópticos utilizados en las redes ópticas descritas en las citadas Recomendaciones. Cuando ha sido posible se han definido valores de parámetros comunes a todas las aplicaciones, pero a veces ha sido necesario establecer valores específicos para cada uno de los grupos de aplicaciones.

Esta Recomendación trata las características de transmisión en las diversas condiciones de funcionamiento de los siguientes componentes ópticos:

- subsistema multiplexor óptico de adición/supresión (OADM, *optical add drop multiplexer*);
- componente de derivación asimétrico;
- atenuador óptico;
- componente de derivación óptico (no selectivo en longitud de onda);
- conector óptico;
- ecualizador dinámico de canal (DCE, *dynamic channel equalizer*);
- filtro óptico;
- aislador óptico;
- compensador de dispersión pasivo;
- empalme óptico;
- conmutador óptico;
- terminación óptica;
- filtro sintonizable;
- multiplexor (MUX)/demultiplexor (DMUX) de longitud de onda óptica
  - dispositivo de WDM aproximada
  - dispositivo de WDM densa
  - dispositivo de WDM amplia.

Fuente: (Unión internacional de telecomunicaciones, 2019)

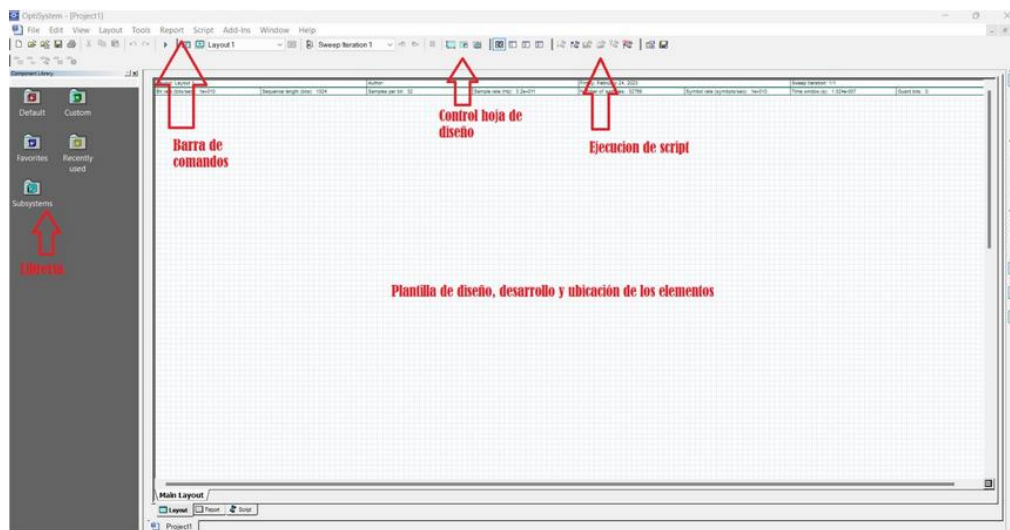
## 5.5 Conector óptico

Cláusula	Parámetro	Máximo	Mínimo	Método de prueba
	Pérdida de inserción (dB)			
5.5.1	Para una única fibra (nota 7)	0,5	No aplicable	CEI 61300-3-4, CEI 61300-3-7
5.5.2	Para múltiples fibras (nota 7)	1,0	No aplicable	CEI 61300-3-4, CEI 61300-3-7
5.5.3	Reflectancia (dB)	-35 (notas 7 y 8)	No aplicable	CEI 61300-3-6
	Gama de longitudes de onda de funcionamiento (nm) (nota 1)			
5.5.4	Ventana de 1310 nm	1360	1260	CEI 61300-3-7
5.5.5	Ventana de 1550 nm	1580	1480	CEI 61300-3-7
5.5.6	Pérdida dependiente de la polarización (PDL) (dB)	0,1	No aplicable	CEI 61300-3-2, CEI 61300-3-12
5.5.7	Reflectancia dependiente de la polarización (dB)	En estudio	No aplicable	CEI 61300-3-19
5.5.8	Potencia de entrada admisible (dBm)	En estudio (nota 2)	No aplicable	En estudio
5.5.9	Dispersión por modo de polarización (PMD) (ps)	En estudio	No aplicable	G.650 (nota 3)
NOTA – Los valores de pérdida de inserción y de reflectancia también incluyen los efectos de la duración de las uniones.				

Fuente: (Unión internacional de telecomunicaciones, 2019)

## Anexo 13. Guía de Optisystem 19.0

El software cuenta con interfaz fácil de usar y delimita sus campos en una librería con varios elementos de trabajo, menú de comandos con barra de tareas para ejecutar compilaciones o arranque del equipamiento, ventana de trabajo sirve para insertar componentes editar variables y generar conexiones entre elementos, barra de estatus que nos indica el tiempo de compilación o progreso del proyecto.

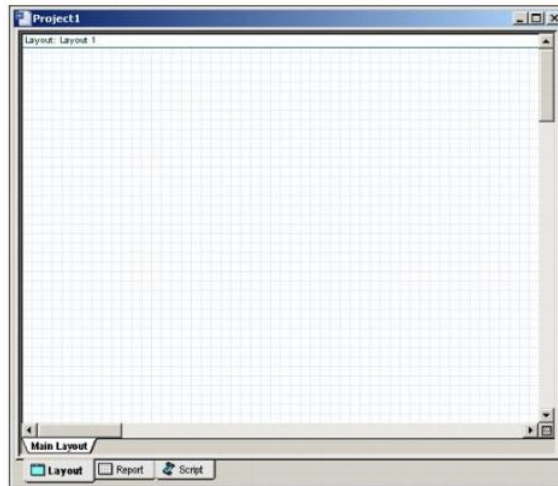


Interfaz Optisystem 19

Fuente: Software Optisystem 19

### Project Layout.

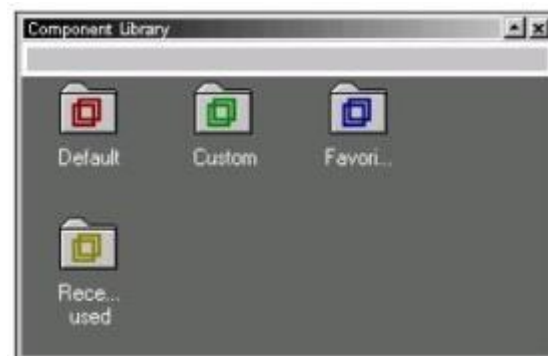
Es el área principal de diseño y creación en Optisystem 19 donde se puede ubicar y editar características de los componentes permitiendo también la realización de conexiones entre los mismos.



Ventana Project Layout  
Fuente: Software Optisystem 19

### **Component Library**

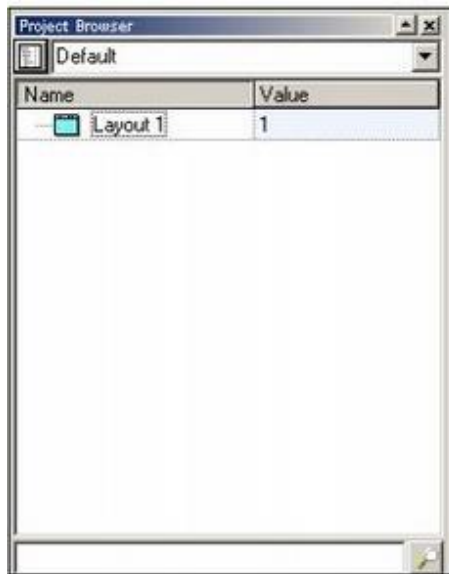
Se la conoce como librería de componentes en ella se encuentra mediante archivos de los componentes acorde al tipo de sistema que se va a diseñar o simular.



Ventana Component Library  
Fuente: Software Optisystem 19

### **Project Browser**

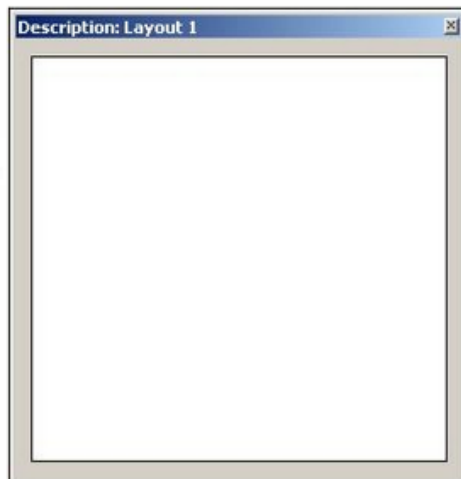
Ventana de trabajo que nos permite organizar los resultados de forma más sencilla permitiendo también la navegación en el proyecto que se está realizando en Optisystem.



Ventana Project Browser  
Fuente: Software Optisystem 19

### Description

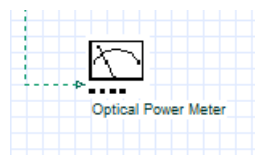
Nos permite desplegar la información del proyecto que se está desarrollando y trabajando en el sistema.



Ventana Description  
Fuente: Software Optisystem 19

### **Equipamiento de medición Power Meter**

Nos permite desplegar la información de medida de potencia en el trayecto para revisiones en caso de novedades o pérdidas en el medio de transmisión, en campo los técnicos ocupan la herramienta para la realización de soporte técnico manejando el presupuesto de enlace establecido en OLT, primer nivel, segundo nivel y cliente.

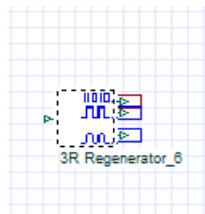


Power Meter Optisystem

Fuente: Software Optisystem 19

### **Equipamiento 3R Regenerator**

Nos permite simplificar el diseño al entregarnos una secuencia de bits y señal eléctrica generada junto a la señal de salida para la obtención de un diagrama de ocular en la simulación.

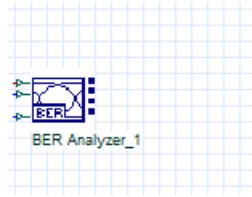


3R Regenerator

Fuente: Software Optisystem 19

### **Equipamiento BER Analyzer**

Se utiliza un analizador BER para estimar la tasa de error de bits basada en un algoritmo gaussiano con transmisión de una secuencia corta de bits.

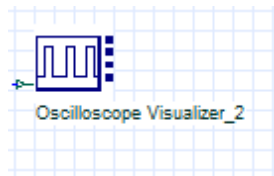


BER Analyzer

Fuente: Software Optisystem 19

## **Equipamiento Optical Spectrum Analyzer**

Nos permite observar la potencia de la señal óptica en función del tiempo



Optical Spectrum Analyzer

Fuente: Software Optisystem 19

Fuente: (Optiwave, 2022)

## REFERENCIAS

- Aldaz, C. (2016). *Diseño de la infraestructura FTTH GEPON para clientes masivos en la ciudad de Ambato*. Obtenido de Tesis Maestría en Redes de Comunicación:  
<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13163/Caso%20de%20Estudio%20FTTH%20AMBATO%20Christian%20Aldaz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ALTAMIRANO, H. D. (2017). *EVALUACIÓN DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA UTILIZADA EN EL ESTÁNDAR GPON G984 PARA MEDIR PARÁMETROS ÓPTIMOS DE CALIDAD DE SERVICIO SOBRE OPTISYSTEM UTILIZANDO NORMATIVA CNT*. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, Riobamba.
- ARCOTEL. (2021). BOLETIN N0. 2021-04. 10.
- ARCOTEL. (2022). *Abonados y usuarios*. Obtenido de Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones > Sin categoría > Abonados y usuarios:  
<https://www.arcotel.gob.ec/abonados-y-usuarios/>
- Baca. (2002). *Evaluación de Proyectos*. México: McGraw-Hill. Obtenido de  
<https://econforesyproyec.files.wordpress.com/2014/11/evaluacion-de-proyectos-gabriel-baca-urbina-corregido.pdf>
- Bastidas, D., & Medina, P. (2011). *Estimación de la densidad poblacional del Ecuador continental*. INEC, Ecuador. Obtenido de  
[https://www.ecuadorencifras.gob.ec/Analitika/Descargas/Estimacion\\_de\\_la\\_densidad\\_poblacional\\_del\\_ecuador\\_continental.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/Analitika/Descargas/Estimacion_de_la_densidad_poblacional_del_ecuador_continental.pdf)
- Blanco Ortiz, A. (2013). *Tecnologías de acceso de banda ancha y su ntegración con ATM*. *Tecnologías de acceso de banda ancha y su ntegración con ATM*. Universidad de Pinar del Río, Cuba.

- Casademont, J. (2015). *Redes de Comunicaciones: de la telefonía móvil a internet*.  
Universidad Politecnica de Catalunya, Catalunya.
- Chain, N. S., & Chain, R. S. (2008). *Preparación y evaluación de Proyectos* (Quinta ed.). McGraw-Hill. Obtenido de <https://untdfproyectos.files.wordpress.com/2018/04/sapag-2008-preparacion-y-evaluacion-de-proyectos.pdf>
- Del Salto Estrada, X. (2022). *DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA RED FTTH PARA LA COOP. HOGAR DE NAZARETH MEDIANTE EL SOFTWARE OPTISYSTEM*. UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, Guayaquil.
- EXFO. (2013). *La Guía FTTH PON Realización de pruebas de redes ópticas pasivas 5ta*. Obtenido de <https://www.c3comunicaciones.es/Documentacion/Guia%20FTTH%20PON%20de%20EXFO%202013.pdf>
- Fibramerica.com . (2020). *fibramerica.com*. Obtenido de fibramerica.com: <https://fibramerica.com/producto/fab-hgt-16d-fiber-termination-box-16-cores/>
- Furukawa Electric LatAm . (2022). *Furukawa Electric*. Obtenido de Furukawa Electric: <https://www.furukawatam.com/es/catalogo-de-productos-detalles/divisor-optico-1xn-desequilibrado>
- GAD PERUCHO. (2019). *El ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL*. GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL RURAL DE PERUCHO, QUITO. Obtenido de [http://sitp.pichincha.gob.ec/repositorio/disenio\\_paginas/archivos/Actualizaci%C3%B3n%20PDOT%20Perucho%202019-2023.pdf](http://sitp.pichincha.gob.ec/repositorio/disenio_paginas/archivos/Actualizaci%C3%B3n%20PDOT%20Perucho%202019-2023.pdf)
- GAD Perucho;. (2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Perucho 2019 - 2023*. PERUCHO. Obtenido de

[http://www.perucho.gob.ec/images/DocumentosGAD2019-2014/2020-07-09\\_PDOT-2019-2023\\_GAD-Perucho\\_Fina01.pdf](http://www.perucho.gob.ec/images/DocumentosGAD2019-2014/2020-07-09_PDOT-2019-2023_GAD-Perucho_Fina01.pdf)

González Cedeño, N. M., & Becerra Estupiñan, S. A. (2016). DISEÑO DE UNA ODN PARA UNA RED ÓPTICA DE ACCESO MEDIANTE TECNOLOGÍA GPON PARA SERVICIOS TRIPLE PLAY EN EL SECTOR “LA TOLITA 1 Y LA TOLITA 2” DE LA CIUDAD DE ESMERALDAS. *DISEÑO DE UNA ODN PARA UNA RED ÓPTICA DE ACCESO MEDIANTE TECNOLOGÍA GPON PARA SERVICIOS TRIPLE PLAY EN EL SECTOR “LA TOLITA 1 Y LA TOLITA 2” DE LA CIUDAD DE ESMERALDAS*. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5444/1/98T00098.pdf>

Huawei Technologies Co., Ltd. (2022). *HUAWEI*. Obtenido de HUAWEI: <https://e.huawei.com>

ICOPTIKS. (2021). *Cable de fibra óptica*. Retrieved from [https://www.incom.mx/documents/pdf/ICOPTIKS\\_C9A100KHEBx-CABLE\\_DE\\_FIBRA\\_OPTICA\\_SM\\_G.652D\\_ADSS\\_SPAN\\_100M.pdf](https://www.incom.mx/documents/pdf/ICOPTIKS_C9A100KHEBx-CABLE_DE_FIBRA_OPTICA_SM_G.652D_ADSS_SPAN_100M.pdf)

INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. (2008). Mapa Político Ecuador 2008.

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2010). *Promedio de Personas por Hogar*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=337&force=1>

Lastra, R. P. (2020). *Encuestas probabilísticas vs. no probabilísticas*. redalyc. Mexico. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/267/26701313.pdf>

Manjarres Altamirano, H. D. (2017). EVALUACIÓN DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA UTILIZADA EN EL ESTÁNDAR GPON G984 PARA MEDIR PARÁMETROS ÓPTIMOS DE CALIDAD DE SERVICIO SOBRE OPTISYSTEM

UTILIZANDO NORMATIVA CNT. *EVALUACIÓN DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA UTILIZADA EN EL ESTÁNDAR GPON G984 PARA MEDIR PARÁMETROS ÓPTIMOS DE CALIDAD DE SERVICIO SOBRE OPTISYSTEM UTILIZANDO NORMATIVA CN.* ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, Riobamba.

Marchukov, Y. (2011). Desarrollo de una aplicación gráfica para el diseño de infraestructuras FTTH / UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA. *VALENCIA*. UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA, Valencia. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/13413/memoria.pdf>

McCullough D. (2007). *FTTH: B-PON, GPON, EPON*. Obtenido de [http://www.comsocsev.org/docs/Talk\\_050907\\_PON.pdf](http://www.comsocsev.org/docs/Talk_050907_PON.pdf)

Meneses, S. (2016). *Diseño de una red de fibra optica FTTH en la parroquia de San Antonio de Ibarra para CNT-EP*. Obtenido de FICA: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/5614/2/ARTICULO.pdf>

Microsoft Forms. (2023). *Servicios de Telecomunicaciones por Fibra Óptica 2do*. Retrieved from [https://forms.office.com/pages/responsepage.aspx?id=DQSIkWdsW0yxEjajBLZtrQAAAAAAsAAAAAZ\\_\\_t3gSYZUMDJRSRDXOUIINMzFTQ1lGQkpSS0syS1BQMS4u](https://forms.office.com/pages/responsepage.aspx?id=DQSIkWdsW0yxEjajBLZtrQAAAAAAsAAAAAZ__t3gSYZUMDJRSRDXOUIINMzFTQ1lGQkpSS0syS1BQMS4u)

Ministerio de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. (2018). *PLAN DE SERVICIO UNIVERSAL 2018- 2021*. Quito. Obtenido de <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2018/11/Plan-de-Servicio-Universal.pdf>

MINTEL. (2018). *PLAN DE GOBIERNO ELECTRONICO 2018 - 2021*. 18. Obtenido de <https://www.gobiernoelectronico.gob.ec/wp->

content/uploads/2018/09/PNGE\_2018\_2021sv2.pdf

MINTEL. (2020). <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/ecuador-continua-creciendo-en-fibra-optica/>. Obtenido de <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/ecuador-continua-creciendo-en-fibra-optica/>: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/ecuador-continua-creciendo-en-fibra-optica/>

MINTEL. (2022). *ACUERDO Nro. MINTEL-MINTEL-2022-0031*. Obtenido de <https://asobanca.org.ec/wp-content/uploads/2022/11/Acuerdo-Nro.-MINTEL-MINTEL-2022-0031-Politica-para-la-Transformacion-Digital-del-Ecuador-2022-202511244.pdf>

MONCAYO, P. S. (2020). ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED GPON PARA EL SECTOR BANCO DE LA VIVIENDA ETAPA 1 Y 2 DE LA PARROQUIA BORRERO CHARASOL. *ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED GPON PARA EL SECTOR BANCO DE LA VIVIENDA ETAPA 1 Y 2 DE LA PARROQUIA BORRERO CHARASOL*. UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA, CUENCA.

Montes Torres, P. A., & Carmona Giraldo, P. A. (2009). Diseño y simulación de una RED ÓPTICA PASIVA (PON) para prestar servicios Triple. *Diseño y simulación de una RED ÓPTICA PASIVA (PON) para prestar servicios Triple*. UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA, Pereira. Obtenido de <https://repositorio.ucp.edu.co/bitstream/10785/1530/1/CDMIST8.pdf>

Optiwave. (31 de 03 de 2022). *Optiwave Design Software*. Obtenido de Optiwave Design Software: <https://optiwave.com/resources/latest-news/optiwave-releases-optisystem-19/>

Optiwave Systems. (2022). *Optiwave Photonic Software*. Obtenido de Optiwave Photonic Software: <https://optiwave.com/optisystem-overview/>

Pinto, R., & Cabezas, A. (2014). *Sistemas de comunicaciones ópticas*. Obtenido de

Universidad militar Nueva Granada:

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/11995/Com%20opticas%20V.2014-03-28%20PDF.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Prieto, J. (2014). *Diseño de una red de acceso*. Obtenido de Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado, Universidad de Madrid:

[https://oa.upm.es/33869/1/PFC\\_jaime\\_prieto\\_zapardiel.pdf](https://oa.upm.es/33869/1/PFC_jaime_prieto_zapardiel.pdf)

Quinancela, E., & Espinosa, N. (2016). Obtenido de Certificación de redes GPON:

[http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1390-65422016000400016](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422016000400016)

Reyes, P. (2020). *Estudio y diseño de una RED GPON para el sector Banco de la Vivienda etapa 1 y 2 de la Parroquia Borrero Charasol*. Obtenido de

<https://dspace.ucacue.edu.ec/bitstream/ucacue/10369/1/REYES%20MONCAYO%20PEDRO%20SANTIAGO.pdf>

Unión internacional de telecomunicaciones. (2008). *Instalación de cables de fibra óptica en la red de acceso*. Retrieved from <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.35/es>

Unión internacional de telecomunicaciones. (2015). *Cables de fibra óptica para aplicaciones aéreas*. Retrieved from <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.26-201508-I/es>

Unión internacional de telecomunicaciones. (2016). *Características de las fibras y cables ópticos monomodo*. Retrieved from <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.652-201611-I/es>

Unión internacional de telecomunicaciones. (2016). *Características de las fibras y cables ópticos monomodo insensibles a la pérdida por flexión*. Obtenido de

<https://www.itu.int/rec/T-REC-G.657-201611-I/es>

Unión internacional de telecomunicaciones. (2019). *Características de transmisión de los componentes y subsistemas ópticos*. Retrieved from <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.671-201908-I/es>

<https://www.itu.int/rec/T-REC-G.671-201908-I/es>

Unión internacional de telecomunicaciones. (2019). *Redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits: Especificación de la capa dependiente de los medios físicos*. Retrieved from <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.984.2-201908-I/es>

Unión internacional de telecomunicaciones. (2022). *Empalmes de fibra óptica*. Retrieved from <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.400-202202-I/es>

Valencia, A. (2019). *GUIA 1 Optisystem*. Escuela de Informática y Telecomunicaciones. Obtenido de [https://www.academia.edu/40450408/Gu%C3%ADa\\_1\\_OPTISYSTEM](https://www.academia.edu/40450408/Gu%C3%ADa_1_OPTISYSTEM)