

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIÓN**

**INFORME FINAL CASO DE ESTUDIO PARA UNIDAD DE TITUALCIÓN ESPECIAL**

**TEMA:**

**“DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA FTTH GEAPON PARA CLIENTES MASIVOS EN LA CIUDAD DE AMBATO”**

**Christian Fabricio Aldaz Corrales**

Quito – 2016

## **AUTORÍA**

Yo, **Christian Fabricio Aldaz Corrales**, portador de la cédula de ciudadanía No.171558801-6, declaro bajo juramento que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y que se he respetado las diferentes fuentes de información realizando las citas correspondientes. Esta investigación no contiene plagio alguno y es resultado de un trabajo serio desarrollado en su totalidad por mi persona.

---

**Christian Fabricio Aldaz Corrales**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por la salud que me brinda para poder seguir adelante, por la vida porque me ha enseñado muchas cosas y gracias a ello soy la persona que soy.

Agradezco a mi familia que a pesar de no estar presente siempre están pendientes de mis cosas y me apoyan incondicionalmente.

A mis amigos que siempre están en las buenas y malas.

Finalmente agradezco el apoyo que tuve para esta investigación del Ing Francisco Balarezo porque no solo fue un excelente profesor sino un amigo que supo aconsejarme.

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo dedico a todas las personas que siempre creen en mí, que me tienen confianza y que saben la persona que soy.

A mi familia que conmigo celebra cada triunfo que doy en la vida y la celebra como que fuera de ellos.

A lo más grande que tengo en la vida, Samuel y Nicolás Aldaz que siempre son mi gran motor que por ellos lucho día a día para que siempre estén orgullosos del padre que tienen. Les amo mis más preciadas vidas.

## Índice de Contenido

AUTORÍA.....	3
AGRADECIMIENTOS.....	4
DEDICATORIA.....	5
Índice de Ilustraciones.....	8
1. Introducción .....	9
2. Justificación .....	11
3. Antecedentes .....	12
4. Objetivos .....	13
5. Desarrollo Caso de Estudio.....	14
5.1 Introducción .....	14
5.2 Redes PON (Pasive Óptical Network) .....	18
5.2.1 Tecnología BPON (Broadband PON).....	19
5.2.2 Tecnología EPON (Ethernet PON).....	20
5.2.3 Tecnología GPON (Gigabit-Capable PON) .....	20
5.3 Infraestructura FTTH .....	21
5.3.1 Arquitectura FTTH .....	22
5.3.2 OLT, ODN y ONT .....	23
5.4 Levantamiento de la información actual de la Red MPLS de Ambato .....	29
5.5 Diseño de la Red FTTH para Ambato.....	32
5.5.1 Red de backbone Urbano .....	34
5.5.2 Red de Distribución .....	39
5.5.3 Diseño en la zona de conservación .....	49
5.6 Calculo de presupuesto Óptico .....	56
6. Cálculo capacidad de abonados y económico.....	70
7. Conclusiones y Recomendaciones .....	75
7.1 Conclusiones.....	75
7.2 Recomendaciones .....	76
Bibliografía: .....	77
GLOSARIO DE TERMINOS .....	78
Anexos:.....	81

## Índice de Tablas

Tabla 1 Penetración del Internet en Hogares.....	16
Tabla 2 Utilización del Internet en Ambato.....	17
Tabla 3 Relación de Splitter .....	27
Tabla 4 Atenuación Splitter .....	27
Tabla 5 Anchos de Bandas por Servicio .....	28
Tabla 6 Subida/Bajada para 64 ONT.....	29
Tabla 7 Rutas de Backbone Urbano de Ambato.....	37
Tabla 8 Código de colores TIA/EIA-598-B.....	38
Tabla 9 Características Fibra ITU-T-G.652.D.....	40
Tabla 10 Tramos de la Ruta San Cristóbal – Ficoa.....	52
Tabla 11 Tramos de la Ruta 1 Estadio – Ingahurco .....	53
Tabla 12 Tramos de la Ruta 2 Estadio - Ingahurco .....	54
Tabla 13 Tramos de la Ruta 3 Estadio - Ingahurco .....	55
Tabla 14 Cálculo Atenuación Total Rutas Backbone Urbano Ambato .....	56
Tabla 15 Cálculo Potencia Recepción Ruta distribución Atahualpa - Martínez .....	57
Tabla 16 Cálculo Potencia Recepción Ruta distribución Martínez - Ficoa .....	58
Tabla 17 Cálculo Potencia Recepción Ruta distribución Ficoa – San Cristóbal .....	59
Tabla 18 Cálculo Potencia Recepción Ruta distribución San Cristóbal - Arbolito .....	60
Tabla 19 Cálculo Potencia Recepción Ruta distribución Arbolito - SDH.....	61
Tabla 20 Cálculo Potencia Recepción Ruta distribución SDH - Estadio.....	62
Tabla 21 Cálculo Potencia Recepción Ruta distribución Estadio - Izama .....	63
Tabla 22 Cálculo Potencia Recepción Ruta distribución Izama - Atahualpa .....	64
Tabla 23 Cálculo Potencia Recepción Ruta distribución SDH - Miñarica .....	65
Tabla 24 Cálculo Potencia Recepción Ruta distribución Miñarica - Huachi .....	66
Tabla 25 Cálculo Potencia Recepción Ruta distribución Huachi - Terreno .....	67
Tabla 26 Cálculo Potencia Recepción Ruta distribución Terreno - Loreto .....	68
Tabla 27 Cálculo Potencia Recepción Ruta distribución Loreto - SDH .....	69
Tabla 28 Capacidad de Usuarios en Ambato.....	70
Tabla 29 Gastos para la construcción de la red Urbana y de Distribución.....	70
Tabla 30 Gastos para la construcción del soterramiento.....	71
Tabla 31 Gastos Elementos Activos.....	72
Tabla 32 Gastos Instalación y Soporte .....	73
Tabla 33 Planes Ofrecidos .....	73
Tabla 34 Proyección de Ingresos.....	73
Tabla 35 Flujo de Caja.....	74
Tabla 36 Calculo del VAN.....	74

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Tasa Crecimiento poblacional .....	14
Ilustración 2 Mapa de la ciudad de Ambato .....	15
Ilustración 3 Hogares con acceso a Internet en Tungurahua .....	16
Ilustración 4 Uso de internet en la provincia de Tungurahua .....	18
Ilustración 5 Topología de la Red FTTx .....	22
Ilustración 6 Arquitectura FTTH .....	23
Ilustración 7 OLT Tellion EP-3116 .....	24
Ilustración 8 Downstream de datos .....	25
Ilustración 9 Upstream de datos .....	26
Ilustración 10 Red de Distribución Óptica .....	28
Ilustración 11 ONT EP-3204N .....	28
Ilustración 12 Interconexión de Ambato .....	30
Ilustración 13 Recorrido Interurbano Ambato .....	31
Ilustración 14 Ubicación de Nodos .....	33
Ilustración 15 Diseño de Pétalos .....	34
Ilustración 16 Organizador de Fibra de 144 Hilos .....	37
Ilustración 17 Organizador de Fibra splitter de primer nivel .....	38
Ilustración 18 Manga de empalme .....	39
Ilustración 19 Tipos de Fibra Óptica .....	39
Ilustración 20 Distribución de los buffer .....	40
Ilustración 21 Red de Distribución de Ambato .....	41
Ilustración 22 Cobertura de la Red FTTH de Ambato .....	42
Ilustración 23 Cobertura Ruta Atahualpa – Martínez y Ruta Atahualpa – Izama .....	43
Ilustración 24 Cobertura Ruta Estadio – Izama .....	43
Ilustración 25 Cobertura Ruta Ficoa – San Cristóbal .....	44
Ilustración 26 Cobertura Ruta Arbolito – San Cristóbal .....	44
Ilustración 27 Cobertura Ruta Arbolito – SDH .....	45
Ilustración 28 Cobertura Ruta Ficoa – Martínez .....	45
Ilustración 29 Cobertura Ruta Estadio – SDH .....	46
Ilustración 30 Cobertura Ruta Miñarica – SDH .....	46
Ilustración 31 Cobertura Ruta Miñarica – Huachi .....	47
Ilustración 32 Cobertura Ruta Terremoto – Huachi .....	47
Ilustración 33 Cobertura Ruta Terremoto – Loreto .....	48
Ilustración 34 Cobertura Ruta SDH – Loreto .....	48
Ilustración 35 Zona de conservación .....	49
Ilustración 36 Detalle Pozo Conectividad Micro Zanjado .....	50
Ilustración 37 Detalle Vista Lateral Bajante Caja de Distribución Empotrada .....	51
Ilustración 38 Ruta San Cristóbal – Ficoa .....	52
Ilustración 39 Ruta1 Estadio – Ingahurco .....	53
Ilustración 40 Ruta2 Estadio – Ingahurco .....	54
Ilustración 41 Ruta 3 Estadio - Ingahurco .....	55

## 1. Introducción

Actualmente la fibra óptica es el medio que se está utilizando para las redes de acceso al hogar y en el Ecuador no es la excepción.

El mercado masivo cada día es más exigente porque solicita servicios cada vez más avanzados, uno de ellos es el triple play (telefonía, internet de banda ancha y televisión) y para brindar este servicio la fibra óptica es un medio muy adecuado por todas las ventajas que tiene.

La tecnología FTTH (Fibra Hasta el Hogar) es una tecnología que está tomando fuerza en la implementación en países como Estados Unidos, Uruguay, Brasil, Colombia y en varios países de Europa.

En Ecuador es FTTH la tecnología que se utiliza para brindar los servicios avanzados que requiere un usuario home.

La tecnología FTTH tiene como infraestructura las redes PON (Redes Ópticas Pasivas), que por su arquitectura nos brindan muchos beneficios, lo que se debe considerar para FTTH es que se debe tener una infraestructura de fibra óptica MPLS (Conmutación Multi-Protocolo mediante Etiquetas) para su funcionamiento.

La empresa prestadora de servicio de internet puede utilizar la tecnología GEPON (Redes Ópticas Pasivas Giga Ethernet) y GPON (Redes Ópticas Pasivas Con Capacidad Giga) con las que se puede llegar a una capacidad de Gigabytes y sobre todo que se tiene una compartición de 2:1 dando una gran ventaja frente a los competidores que tienen una compartición de 8:1

El presente trabajo propone diseñar una infraestructura FTTH GEPON que permita proveer una conexión de internet de ultra alta velocidad a los habitantes de Ambato.

Para lograr este objetivo, se realizara un levantamiento de la información de la demanda, análisis de la competencia, crecimiento poblacional con el propósito de garantizar la mejor cobertura y optimización de recursos.

## 2. Justificación

El progreso y desarrollo de un país siempre está muy ligado con el avance tecnológico, siendo así que el acceso a la información es parte fundamental dentro de la sociedad.

En este aspecto los usuarios cada vez exigen que el acceso a la información sea segura y con una gran velocidad de transmisión, es en este aspecto que la fibra óptica cumple con todos estos beneficios, abriendo un sinfín de posibilidades para que los usuarios home puedan disfrutar y tener aplicaciones, productos que antes eran imposible brindar.

Es evidente que como se incursiona en una nueva tecnología se requiere adquirir nuevos conocimientos, equipamiento y sobre todo realizar un diseño óptimo de la red.

En el mercado masivo se tiene algunas empresas que proveen el servicio de internet, es por eso que se debe buscar las ventajas que se le puede ofrecer al abonado final como la estética en la instalación, tiempos adecuados y sobre todo que el diseño de la red sea el más óptimo con respecto a disponibilidad y continuidad.

El diseño de la infraestructura puede generar costos significativos, es por esta razón que el diseño debe realizarse teniendo en cuenta que se tiene diferentes problemas, porque su construcción puede ser aérea, soterrada, micro zanjado, en zonas regeneradas donde se debe empaquetar todos los cables y como se comparte la infraestructura con otras operadoras, se debe tener muy claras las normas que se aplican en la ciudad de Ambato.

Otro aspecto importante es el número de abonados que se pretende dar el servicio de FTTH.

Este trabajo propone documentar el diseño de una red FTTH GEPON para la ciudad de Ambato, buscando el mejor diseño que cumple con una cobertura adecuada, optimización de recurso humano, materiales a utilizar, tipo de fibra óptica.

### 3. Antecedentes

El acceso a internet para los clientes home ha ido evolucionando con el pasar del tiempo, en sus inicios apareció Dial-Up la cual se la realizaba a través de la red telefónica, llegando a una velocidad de 53 Kbps. Sin embargo en la práctica, la velocidad media de transferencia es 5 Kbps, además si se tenía ruido en la línea la tasa de transferencia disminuye.

Llega la Banda Ancha con conexiones dedicadas mejorando la capacidad alcanzando una velocidad de al menos de 8Mbps con una compartición de 8:1 utilizando como medio de transmisión el cable coaxial o par telefónico.

El internet de alta velocidad son enlaces dedicados en los cuales se mejora la capacidad sobrepasando los 10Mbps, el medio es la Fibra Óptica que llega directamente al hogar, en este sentido se pretende dar al usuario final un servicio que le brinde todas las ventajas de un internet de alta velocidad y sobre todo que tenga una continuidad en el servicio.

FTTH (Fiber To The Home) en Ecuador se inicia en el año 2010 pensado en revolucionar el mercado, porque el usuario cada día tiene más exigencias con respecto a la velocidad y ancho de banda para sus múltiples necesidades.

El internet ya es considerado un servicio básico es por eso que se ve la necesidad de armar una infraestructura FTTH en la ciudad de Ambato que brinde a esta ciudad una nueva experiencia en la navegación de los enlaces home y a su vez se incrementa la conectividad MPLS con la que se puede dar un servicio corporativo.

## 4. Objetivos

### ***Objetivo General:***

Diseño de la Infraestructura FTTH GEPON para clientes masivos en la ciudad de Ambato con la finalidad de brindar un acceso a internet de ultra alta velocidad.

### ***Objetivos Específicos:***

1. Diagnóstico de la situación actual de la Red MPLS, para poder encontrar los requerimientos para el diseño de la Red FTTH en Ambato.
2. Realizar el levantamiento de la información de los lugares donde se necesita cobertura, tomando en cuenta la normativa que rige en la ciudad de Ambato, sabiendo que existe Centro Histórico, zonas regeneradas, zonas soterradas.
3. Aplicar en el Diseño los conocimientos adquiridos de redes ópticas, estándares de tendido, tipo de cable de fibra óptica a utilizar, etc.
4. Plantear al proveedor de Internet la creación de una Red FTTH en la ciudad de Ambato donde tenga acceso a internet de alta velocidad, seguro y garantizar el rendimiento del servicio contratado.
5. Realización de un artículo referente al diseño de la red FTTH para la ciudad de Ambato.

## 5. Desarrollo Caso de Estudio

### 5.1 Introducción

En los últimos años el Ecuador a evolucionando a pasos agigantados en la forma como acceder a internet por los diferentes medios de acceso ya sean cableados o inalámbricos, los que han permitido a los usuarios tener acceso a la información.

Es por eso que en las principales ciudades de Ecuador como Quito, Guayaquil, Manta ya cuentan con una red FTTH que brinda al usuario acceso atreves de fibra óptica a un internet de ultra alta velocidad.

Ambato es una ciudad que ha crecido en todos los aspectos y se tiene la necesidad de diseñar una red FTTH para esta ciudad.

Ambato tiene aproximadamente una superficie de 46.5 Km<sup>2</sup> con una población de alrededor de 329.856 (2010) y su principal actividad económica es el comercio<sup>1</sup>.

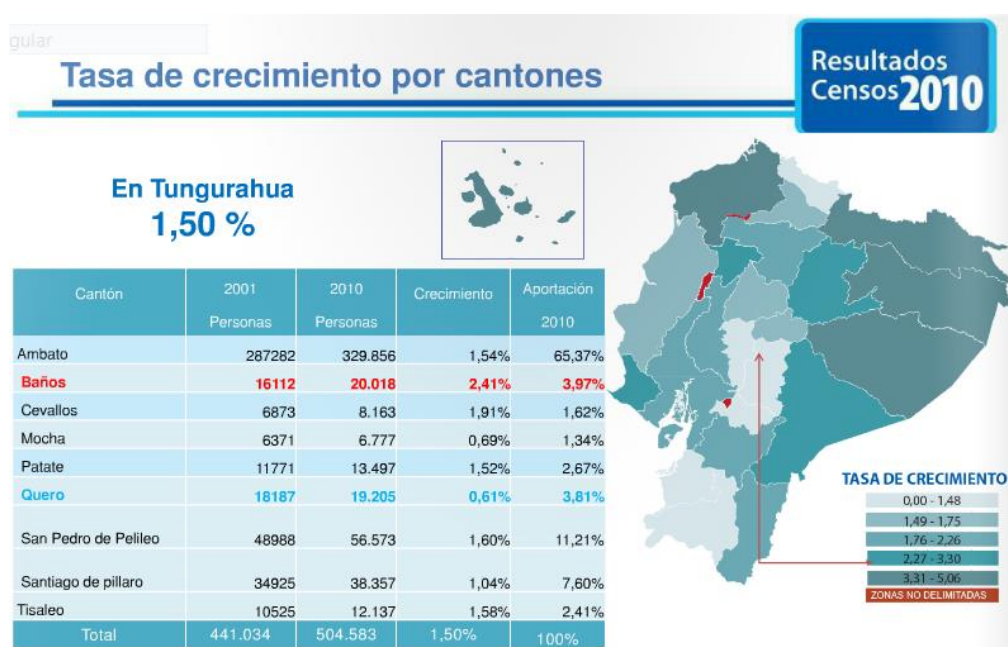


Ilustración 1 Tasa Crecimiento poblacional

Fuente: INEC, Censo de población y Vivienda 2010

<sup>1</sup> <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>

En el año 2010 se tenía alrededor de 329.856 habitantes, se tiene un crecimiento aproximado anual de 1.54 % de modo que si se proyecta a la fecha se tendría alrededor de 361.532 habitantes, este valor se lo calculo con la siguiente formula:

$$Pf = Pi (1+Tc)^6$$

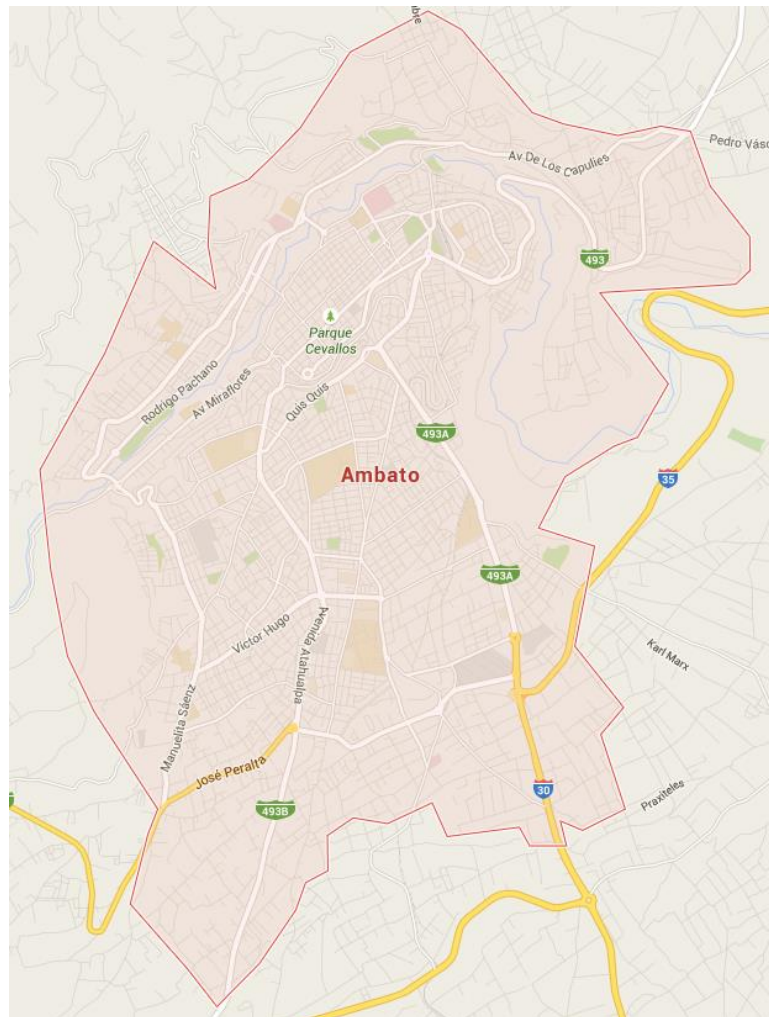
$$Pf = 329.856 (1+0.0154)^6 = 361.532$$

Dónde:

Pf = Población Final

Pi = Población Inicial

Tc = Tasa de Crecimiento



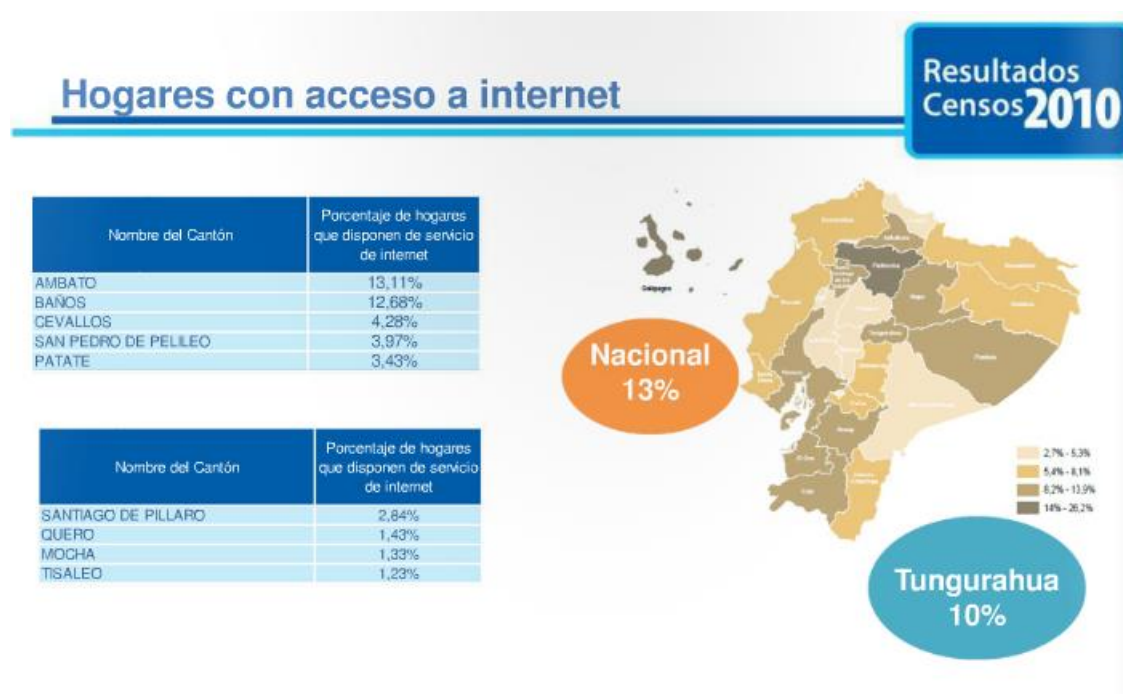
**Ilustración 2 Mapa de la ciudad de Ambato**

**Fuente:** <https://www.google.com.ec/maps/place/Ambato/>

Según datos estadísticos del INEC la ciudad de Ambato se encuentra en el tercer lugar de penetración de internet en el hogar en el Ecuador

**Tabla 1 Penetración del Internet en Hogares**

PETRACION DE INTERNET EN HOGARES	
CIUDAD	% DE PERSONAS QUE TIENEN INTERNET (2009)
Quito	29,60%
Cuenca	22,00%
Ambato	21,50%
Guayaquil	17,60%
Machala	17,50%



**Ilustración 3 Hogares con acceso a Internet en Tungurahua**

**Fuente:** INEC, Censo de población y Vivienda 2010

En Ambato se tiene un promedio de 13.11% de hogares que acceden a internet se tendría un aproximado de 47.397 hogares que disponen de un servicio de internet.

Las empresas de telecomunicaciones cada día se encuentran en la lucha de obtener mayor cantidad de abonados, con el desarrollo de nuevas tecnologías y aparición de nuevos servicios

de banda ancha deben desarrollar redes óptimas capaces de cumplir con todos estos requerimientos y a menor costo de infraestructura.

Actualmente la tecnología más utilizada es la ADSL que explota el bucle de cobre de abonado, sin embargo las limitaciones de distancia, atenuación y ancho de banda son aspectos muy importantes que frenan la posibilidad de dar un mejor servicio.

Este problema es conocido como el problema de última milla y una solución es con las redes PON (Redes Ópticas Pasivas).

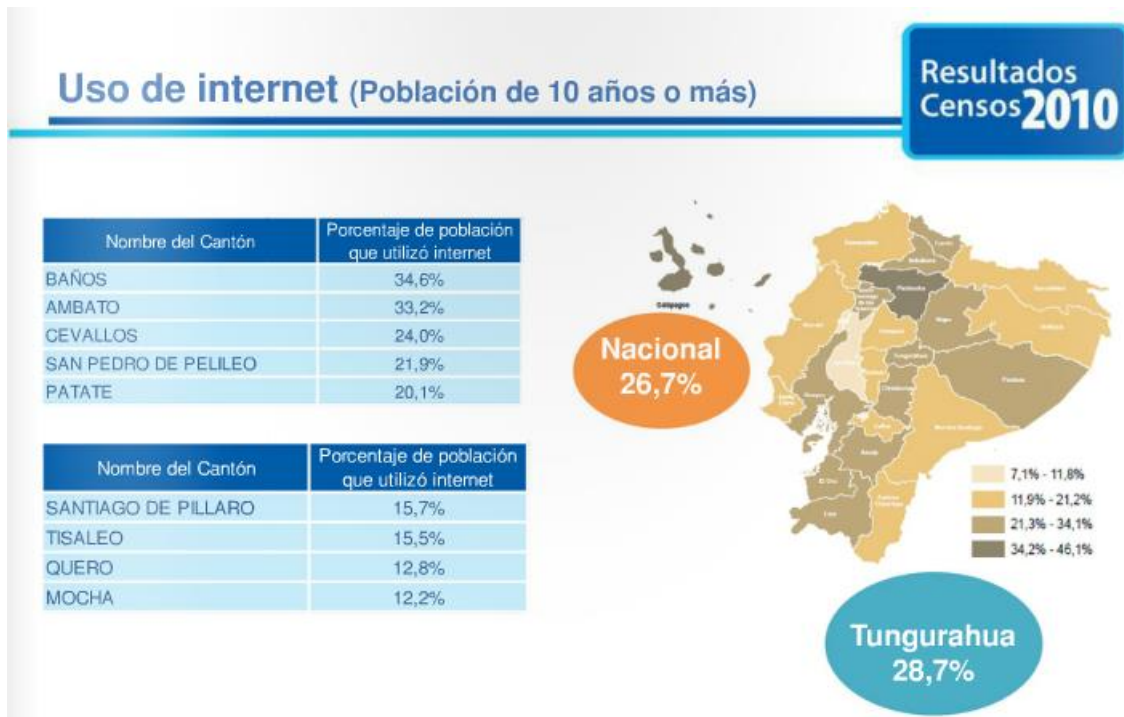
Hay que tener en cuenta que el ancho de banda requerido principalmente para datos y televisión en al menos 13Mbps que serían unos 5 Mbps para datos y 8 Mbps para video.

A continuación se presenta un cuadro de la utilización del internet en la ciudad de Ambato en los últimos 6 meses.

**Tabla 2 Utilización del Internet en Ambato**

Provincia	Nombre del Cantón	Nombre de la Parroquia	En los últimos seis meses ha utilizado Internet			
			Si	No	Se ignora	Total
TUNGURAHUA	AMBATO	AMBATILLO	505	3.980	187	4.672
		AMBATO	70.431	85.318	7.858	163.607
		ATAHUALPA (CHISALATA)	2.646	6.031	627	9.304
		AUGUSTO N. MARTINEZ	1.252	5.536	690	7.478
		CONSTANTINO FERNANDEZ	242	2.002	98	2.342
		CUNCHIBAMBA	603	3.213	226	4.042
		HUACHI GRANDE	2.489	6.530	580	9.599
		IZAMBA	3.750	8.822	661	13.233
		JUAN BENIGNO VELA	958	5.289	558	6.805
		MONTALVO	677	2.566	298	3.541
		PASA	505	4.957	490	5.952
		PICAIGUA	1.561	5.368	655	7.584
		PILAGUIN	828	8.816	1.252	10.896

	(PILAHUIN)				
	QUISAPINCHA (QUIZAPINCHA)	1.321	9.473	748	11.542
	SAN BARTOLOME DE PINLLOG	2.388	4.929	929	8.246
	SAN FERNANDO	111	1.658	474	2.243
	SANTA ROSA	3.015	14.578	1.303	18.896
	TOTORAS	1.070	4.419	783	6.272
	UNAMUNCHO	598	3.412	185	4.195
	<b>Total</b>	<b>94.950</b>	<b>186.897</b>	<b>18.602</b>	<b>300.449</b>



**Ilustración 4 Uso de internet en la provincia de Tungurahua**  
**Fuente:** INEC, Censo de población y Vivienda 2010

## 5.2 Redes PON (Pasive Óptical Network)

Una red óptica pasiva (del inglés Passive Óptical Network, conocida como PON) permite eliminar todos los componentes activos existentes entre el servidor y el cliente, introduciendo en su lugar componentes ópticos pasivos (divisores ópticos pasivos) para guiar el tráfico por la red, cuyo elemento principal es el dispositivo divisor óptico (conocido como splitter). La

utilización de estos sistemas pasivos reduce considerablemente los costos y son utilizados en las redes FTTH<sup>2</sup>.

Los elementos que se encuentran en las redes PON son:

- Fibra
- Cajas de Distribución
- Mangas de empalme
- Splitter
- Rosetas
- ODF

Algunas de las ventajas que ofrecen las redes PON son:

- Con la topología Árbol-Rama que utiliza las redes PON minimizan el despliegue en un bucle local, reduciendo consumo y equipamiento en su nodo (central).
- Permite aumentar el ancho de banda de los usuarios.
- Aumenta la cobertura a una distancia de 20 Km desde el nodo.
- Su mantenimiento es mucho más sencillo por tratarse de un enlace punto-multipunto.
- Mejora el servicio porque es inmune a las interferencias electromagnéticas o a cualquier fenómeno eléctrico ya que no propaga electrones.

### **5.2.1 Tecnología BPON (Broadband PON)**

- Estándar ITU-T G.983.3.
- Tasa de Transmisión en Downstream: 155/622/1244 Mbps.
- Tasa de Transmisión en Upstream: 155/622 Mbps.

---

<sup>2</sup> Lee, M.; Lee, B.-T.; Kim, J.-D.; Le, Q. & Lee, D. The SFP transceiver for 10Gbps asymmetric next generation-PON ONT, Optical Communication, 2008. ECOC 2008. 34th European Conference on, 2008, 1-2

- Factor de Splitting 1:32.
- Emplea un esquema de transporte ATM.
- Permite transporte de señales CATV-RF.
- Provee protección de los puertos PON.
- Para downstream emplea un sistema de seguridad AES.
- No existe corrección de errores por FEC.
- Costo elevado y limitaciones técnicas.

### **5.2.2 Tecnología EPON (Ethernet PON)**

- Estándar IEEE 802.3ah
- Primer borrador hecho en el 2000
- Tasa de Transmisión en Downstream: 1.2 Gbps
- Tasa de Transmisión en Upstream: 1.2 Gbps
- Splitting Factor de 1:16 y 1:32.
- Emplea un esquema de transporte mediante el uso de tramas Ethernet.
- No permite el transporte de señales CATV-RF.
- No existe un sistema de protección de los puertos PON.
- No existe un sistema de seguridad para el Downstream.
- Existe sistemas de detección y corrección de errores por FEC.
- Es la tecnología con mayor despliegue en los últimos años.

### **5.2.3 Tecnología GPON (Gigabit-Capable PON)**

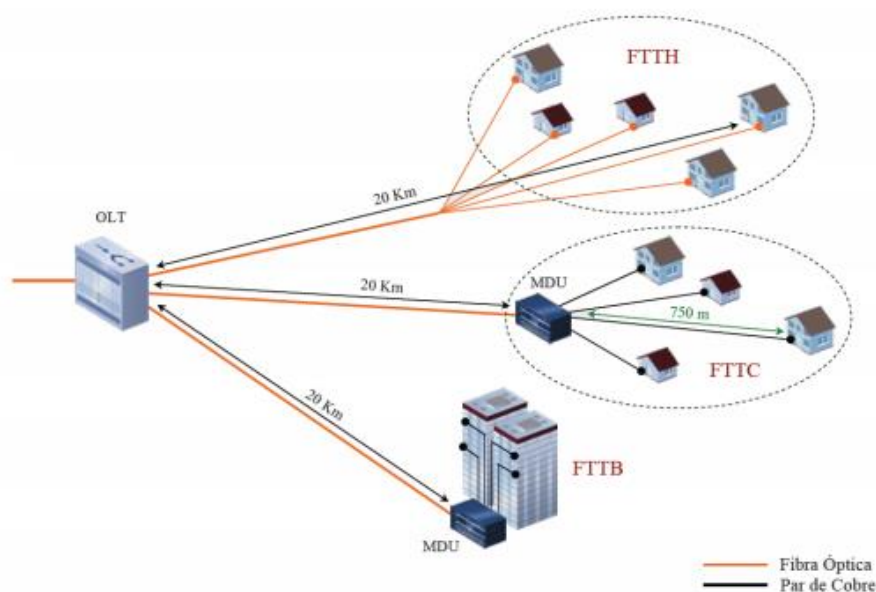
- Estándar ITU-T G.984.x.EEE 802.3ah
- Primer borrador hecho en el 2002
- Tasa de Transmisión en Downstream: 1.2 Gbps / 2.4 Gbps
- Tasa de Transmisión en Upstream: 1.2 Gbps / 2.4 Gbps
- Factor de Splitting de 1:64 y 1:128 (en desarrollo).

- Eficiencia del 93% para todos los tipos de tráfico de los diferentes servicios.
- Emplea un esquema de transporte a través de tramas GEM.
- Permite transportar señales de CATV-RF.
- Provee protección a los puertos PON.
- Para downstream emplea un mecanismo de seguridad AES.
- Proporciona sistemas de detección y corrección de errores por FEC.

### 5.3 Infraestructura FTTx

FTTx (Fiber To The x) son las siglas generales que identifican el acceso a la red de fibra óptica que sustituye al bucle de abonado.

Se tiene cuatro topologías de FTTx para el acceso, la letra x es la que distingue una de otra y la diferencia es la distancia a la que la fibra óptica queda del abonado, esta descripción se la puede revisar en la recomendación ITU-T G.984.1. La Ilustración 5 se indica las diferentes topologías de FTTx<sup>3</sup>.



<sup>3</sup> Redes FTTH conceptos y aplicaciones Tutorial 9 LATTANZI y GRAF-IEE.pdf

### **Ilustración 5 Topología de la Red FTTx**

**Fuente:** Redes FTTx "Conceptos y Aplicaciones", Tutorial 9, Lattanzi y Graf – IEEE.pdf

FTTN (Fiber To The Node): En esta topología se emplea tanto fibra como cobre outdoor, puede cubrir de 200 – 300 usuarios con un servicio de 30Mbps.

FTTC (Fiber To The Curb): En esta topología también se emplea cobre y fibra outdoor, se puede utilizar para interconectar edificios, tiene una cobertura de 10 a 100 usuarios con un servicio de 50 Mbps.

FTTB (Fiber To The Building): Esta topología se emplea fibra outdoor y cobre indoor, tiene una cobertura de 64 usuarios con un servicio de 100 Mbps.

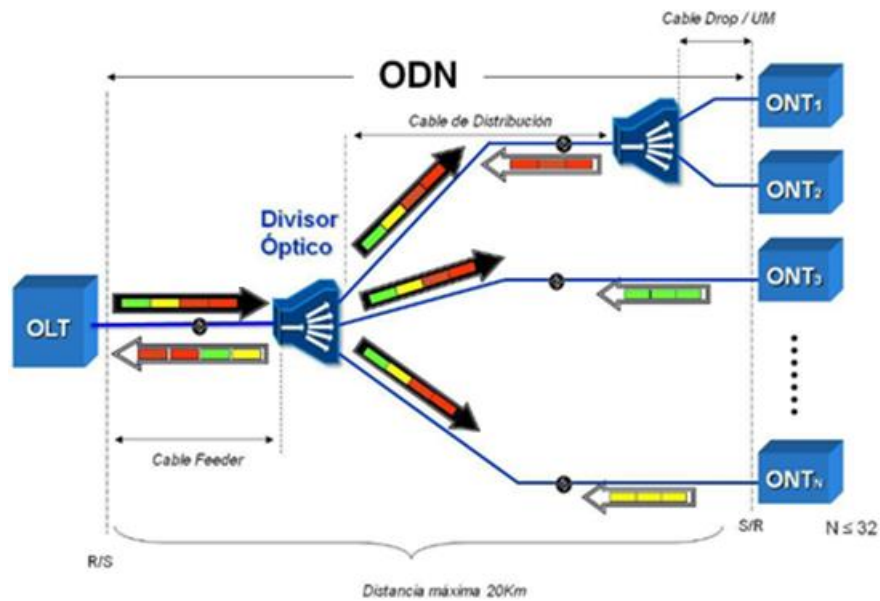
FTTH (Fiber To The Home): Se utiliza en toda la trayectoria fibra óptica, tiene una cobertura de 64 usuarios por fibra con un servicio de 100 Mbps o superiores. Una posible desventaja es que se debe utilizar una fibra con mayor capacidad de hilos.

#### **5.3.1 Arquitectura FTTH**

Como se puede ver en la Ilustración 6 la red FTTH (Fiber To The Home) está compuesta por la OLT (Optical Line Terminal) que se encuentra en la oficina central, la ODN (Óptical Distribution Network) que es toda la parte pasiva y la ONT (Óptical Network Terminal) que se encuentra en el usuario<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Curso FTTx Training – testing fiberoptic.com



**Ilustración 6 Arquitectura FTTH**  
**Fuente:** Telconet S.A. (Capacitación en redes FTTH)

Es verdad que la Arquitectura FTTH tiene una cobertura para 64 usuarios por un solo hilo de fibra, pero se tiene un problema que cuando el daño ocurrido en la Red de Distribución Óptica y es cada vez más cercano a la OLT se tiene mayor afectación de usuarios. Es por esto muy fundamental la digitalización o inventario de la conectividad de la red de distribución y la red de acceso.

### 5.3.2 OLT, ODN y ONT

**OLT:** Es el equipo que está conectado a la red de conmutación y para ello utiliza interfaces ópticas, es el encargado de alojar a todos los usuarios y de interconectarse entre OLTs para realizar la configuración de anillo.

En la Ilustración 7 se puede apreciar una OLT Tellion EP-3116 que se utilizara en el despliegue de la red FTTH de Ambato.



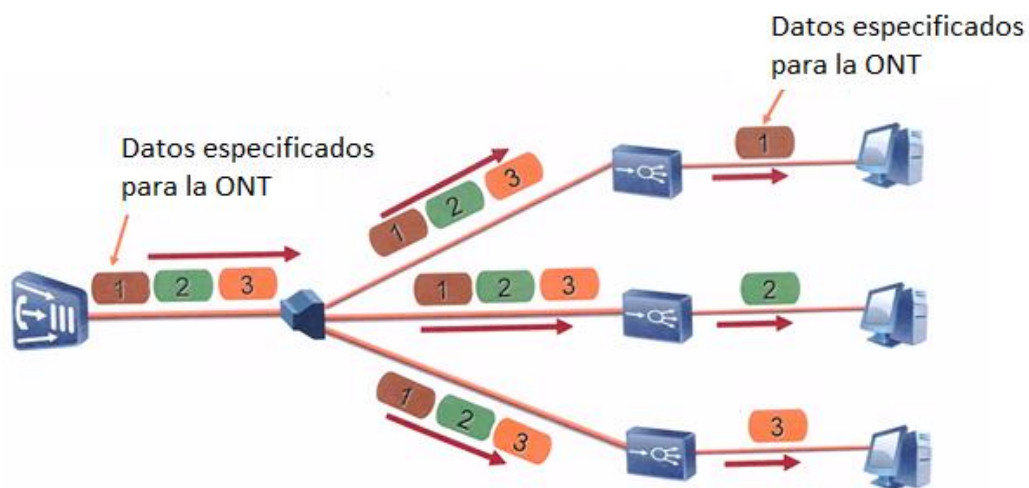
**Ilustración 7 OLT Tellion EP-3116**  
**Fuente:** Telconet S.A. (Capacitación en redes FTTH)

Consta de seis slot los cuales se indica a continuación:

- FAN es la ventilación que dispone el equipo
- 2 slot de PDU (Power Distribution Unit) estas sirven para tener redundancia eléctrica porque la primera PDU se conecta a la red eléctrica pública y la segunda PDU se conecta a los UPS (uninterruptible power supply).
- La tarjeta MCS consta de 2 puertos RJ45 el CON que se utiliza para la gestión local y el MNG que se utiliza para la gestión remota. En esta misma tarjeta se encuentran 4 puertos ópticos (UpLink) que utilizan conectores SFP por esto puertos cruza todo el tráfico de los usuarios que tiene el OLT, se utilizan 2 hilos de fibra (Tx/Rx) por puerto.
- 2 tarjetas PIU en las que se tiene 8 puertos PON, en cada puerto PON tiene una capacidad de 64 usuarios dando una capacidad de 512 usuarios por tarjeta PIU y un total de 1024 usuarios por OLT. Cada puerto PON tiene una Potencia de 0 dBm a 4 dBm.
- Conexión a tierra

La configuración utilizada es la de anillo y esta se interconecta a través de los puertos UpLink.

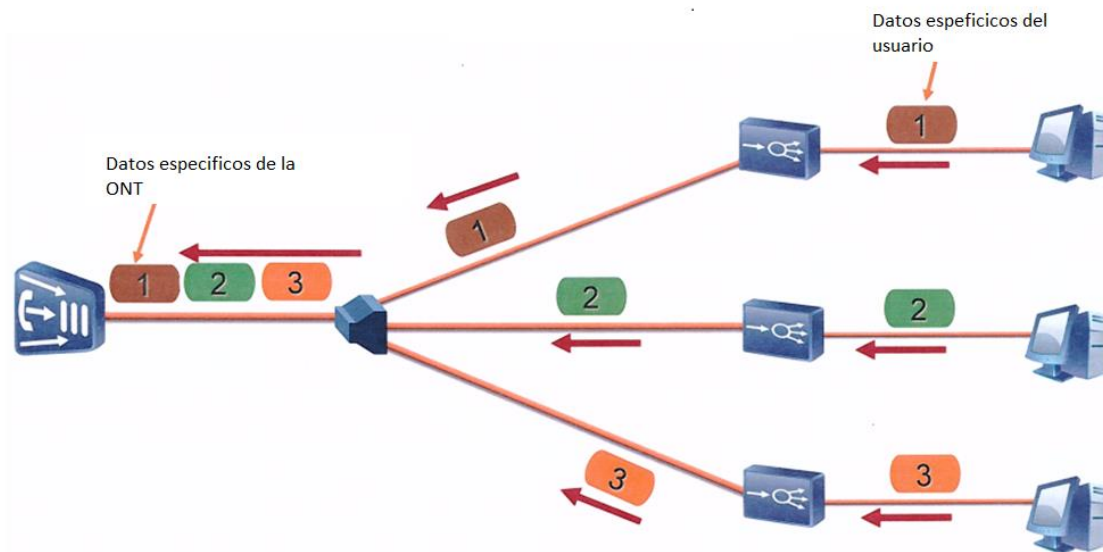
En la dirección de downstream, los datos son transmitidos a manera de Broadcast. La OLT envía todos los paquetes a todas las ONT que se encuentren conectadas en el Puerto PON. En este sentido se trabaja en la ventana de 1490 nm.



**Ilustración 8 Downstream de datos**  
**Fuente:** Telconet S.A. (Capacitación en redes FTTH)

En la dirección de Upstream, los datos son recibidos utilizando TDMA (Time Division Multiplex Acces). La OLT recibe todos los paquetes de todas las ONTs que se encuentren conectadas en el Puerto PON dando un determinado tiempo. En este sentido se trabaja en la ventana de 1310 nm<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Redes FTTH conceptos y aplicaciones Tutorial 9 LATTANZI y GRAF-IEE.pdf



**Ilustración 9 Upstream de datos**  
**Fuente:** Telconet S.A. (Capacitación en redes FTTH)

**ODN:** En la red de distribución óptica se encuentran todos los elementos que permiten la interconexión de la OLT y la ONT. Estos elementos suelen ser:

- Mangas de empalme, que se utilizan para proteger las fusione punto a punto en la construcción de la de distribución.
- ODF es el organizador de fibra se encuentra en un rack en el cuarto de comunicaciones, permite tener organizadas las fibra y ayuda a una mejor interconexión con la OLT y los splitter de primer nivel.
- Splitter de fibra óptica es un dispositivo pasivo el que divide una señal de luz en múltiples señales. El splitter común divide la salida en señales iguales, aunque también hay la posibilidad de desviar mayor cantidad de señal por un lado del splitter. Los splitter son capaces de trabajar en ambos sentidos. Cada una de las derivaciones se las realiza colocando en cascada con la relación 1:2 1:4 ---1:N

Los puertos PON de la OLT Tellion EP-3116 tiene una capacidad de 64 usuarios por puerto, con este dato se propone la siguiente relación de combinación de splitter que se presenta en la tabla 3

**Tabla 3 Relación de Splitter**

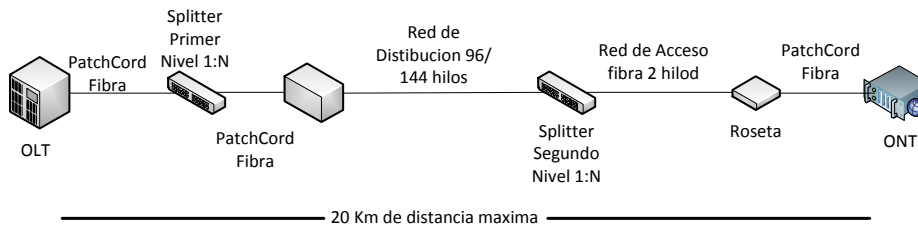
<b>Primer Nivel</b>	<b>Segundo Nivel</b>
1:2	1:32
1:4	1:16
1:8	1:8

En la tabla 4 se muestran los valores de atenuación que introduce cada splitter de acuerdo a su división.

**Tabla 4 Atenuación Splitter**

<b>Splitter</b>	<b>Atenuación (dB)</b>
1:2	4
1:4	7
1:8	10
1:16	13
1:32	16

- Cajas de Distribución son elementos pasivos desde los cuales se realiza el tendido de la red de acceso generalmente se colocan en los postes y también en los edificios. Es en la caja de distribución donde se encuentra el splitter de segundo nivel. Para ciertas circunstancias se colocan los splitter de primer nivel en las cajas de distribución.
- Pedestales esos se utilizan para zonas regeneradas o soterradas. También pueden tener splitter de primer y segundo nivel según el diseño.
- Roseta es donde se coloca la fusión de la fibra de acceso con el patchcord de fibra que se conecta en la ONT.



**Ilustración 10 Red de Distribución Óptica**

Fuente: Christian Aldaz

**ONT:** Es el equipo terminal que se deja en el hogar del usuario, es utilizado para la red de acceso óptico y demultiplexa la señal en sus componentes.



Frontal



Posterior



Interior

**Ilustración 11 ONT EP-3204N**

Fuente: Telconet S.A. (Capacitación en redes FTTH)

En la tabla 5 se muestran los valores de anchos de bandas que requieren algunos servicios.

**Tabla 5 Anchos de Bandas por Servicio**

SERVICIO	ANCHO DE BANDA DE SUBIDA	ANCHO DE BANDA DE BAJADA
<b>SDTV</b>	64 kbps	4 Mbps
<b>Internet</b>	128 – 640 kbps	128 Kbps – 1.5 Mbps
<b>Voz</b>	64 – 256 kbps	64 – 256 kbps
<b>Videoconferencia</b>	384 kbps – 1.5 Mbps	384 kbps – 1.5 Mbps
<b>Transferencia de archivos</b>	128 – 512 kbps	28 – 512 kbps

<b>Video bajo demanda</b>	64 – 128 kbps	6 Mbps
<b>Juegos en Línea</b>	2 – 3 kbps	2 – 3 Mbps
<b>TOTAL</b>	<b>3,039 Mbps</b>	<b>16,768 Mbps</b>

Si se considera que cada puerto PON de la OLT tiene una capacidad máxima de 64 ONT's se tendría en Upstream/Downstream 19.4 Mbps.

Se resumen los valores en la tabla 6

**Tabla 6 Subida/Bajada para 64 ONT**

	<b>GEPON</b>	<b>1:64</b>
<b>UPSTREAM</b>	1,24 Gbps	19,4 Mbps
<b>DOWNSTREAM</b>	1,24 Gbps	19,4 Mbps

Para este proyecto por temas de costo se utilizara equipamiento tellion EP-3204N refurbished de UIO, los equipos tecnológicamente aún no son obsoletos, la tecnología soporta enlaces de hasta 1 Gbps entregados en los puertos LAN del ONT, lo cual para el mercado del país es más de lo que actualmente hay en la oferta de planes de internet.

Adicional se aplicara el reúso, el mismo es el resultado de la relación: AB vendido/AB consumido, lo consumido se lo mide en el borde o extremo de la red.

#### **5.4 Levantamiento de la información actual de la Red MPLS de Ambato**

En la ciudad de Ambato la Red Interurbana MPLS interconecta a Ambato con las ciudades adyacentes como se puede observar en la ilustración 12, se interconecta al Norte con Latacunga, al Oeste con Baños y al Sur con Riobamba.



**Ilustración 12 Interconexión de Ambato**  
**Fuente:** Telconet S.A. (Rutas Interurbanas)

La red de backbone interurbano llega a un nodo SDH en Ambato recorriendo por la periferia de esta ciudad como se puede observar en la ilustración 13.



**Ilustración 13 Recorrido Interurbano Ambato**

**Fuente:** Telconet S.A. (Rutas Interurbanas)

La fibra interurbana es una fibra de 24 hilos por donde pasa el tráfico de los enlaces IP, enlaces WDM y los hilos de fibra restantes se los utiliza para activar nodos para enlaces de radio y para activación de enlaces de fibra.

Los enlaces de radio son enlaces punto multipunto, actualmente para activar estos enlaces lo que se realizo es intervenir la manga de empalme con una fibra de 12 o 6 hilos llegar con la fibra al destino y de esa manga generada se pueden realizar varias derivaciones.

Sobre esta red se tiene una cobertura muy limitada porque fue pensada para cliente corporativos, pequeñas empresas, ISP's y acceder al servicio de internet para un cliente home sobre esta infraestructura le representaría un costo elevado porque al ser una red MPLS sus elementos activos son muy costosos, es por esta razón que actualmente no se tienen cliente home que este sobre la infraestructura MPLS.

Con la información obtenida se ve la necesidad de realizar el despliegue de una red FTTH y más si las diferentes operadoras que brindan servicio en esta ciudad no tienen la infraestructura para poder brindar un servicio de internet de ultra alta velocidad.

Lo primero que se realizaría es el recorrido por la ciudad para ver su topología y así luego comenzar a proponer el diseño para la ciudad de Ambato, teniendo en cuenta que la infraestructura FTTH debe ser montada sobre la Red MPLS.

### **5.5 Diseño de la Red FTTH para Ambato**

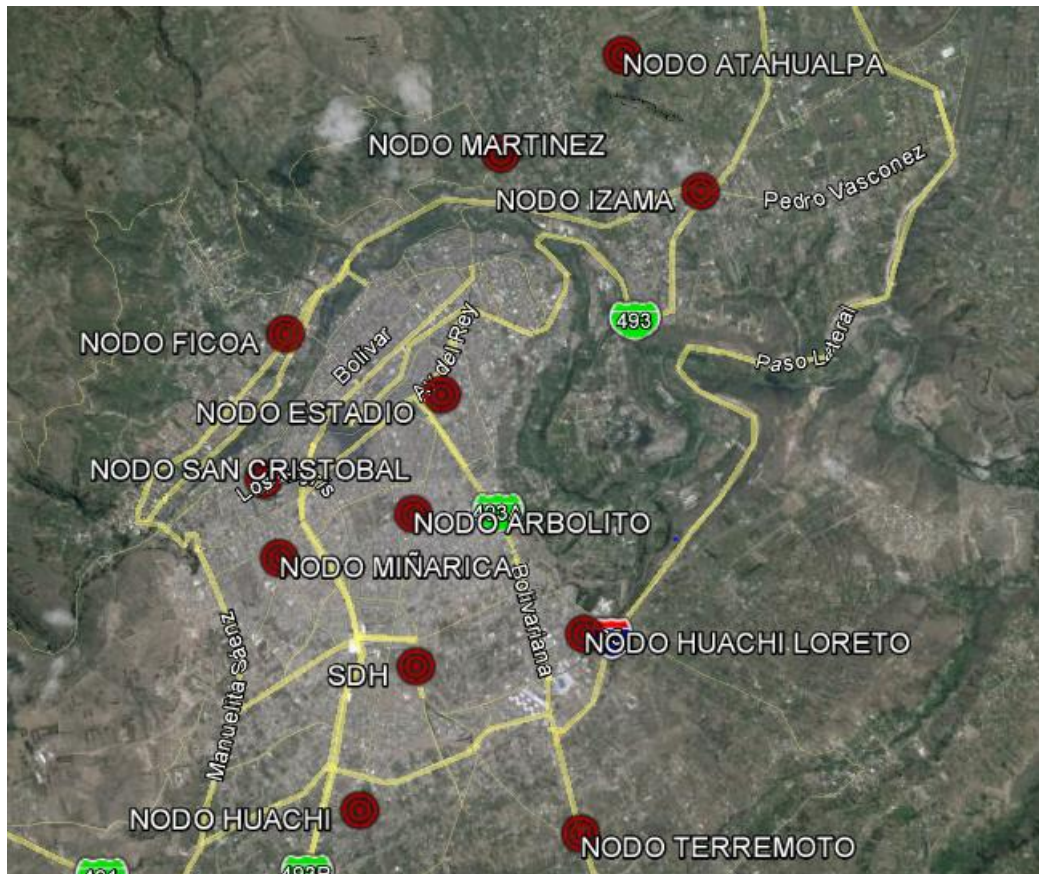
Para iniciar el diseño de la red FTTH en la ciudad de Ambato se realizara una inspección de la ciudad para saber los lugares donde se puede realizar un tendido aéreo, soterrado, micro zanjado o si se trata de una zona de conservación.

Una vez realizado el recorrido se plantea un diseño de pétalos, exactamente 2 que tendrán como concentrador al nodo SDH Ambato.

Para el diseño en pétalos se debe construir los nodos en donde se colocan los distintos OLTs para los abonados, partiendo de este requerimiento se plantea nueve nodos estándar, como se puede ver en la ilustración 14.

- Nodo Atahualpa
- Nodo Martínez
- Nodo Izama
- Nodo Ficoa
- Nodo Estadio
- Nodo Miñarica
- Nodo Huachi Loreto
- Nodo Huachi
- Nodo Terremoto

- Nodo San Cristóbal
- Nodo Arbolito
- Nodo SDH



**Ilustración 14 Ubicación de Nodos**

**Fuente:** Christian Aldaz (Diseño Red Backbone Urbano Ambato)

La ubicación de los nodos se lo realizara de una manera que el tendido de fibra óptica no sobrepase de 4Km a 5 Km entre nodos estándar, esto con la finalidad que se realice la mejor cobertura cuando se realice la construcción de la red de backbone Urbano con sus cajas de dispersión.

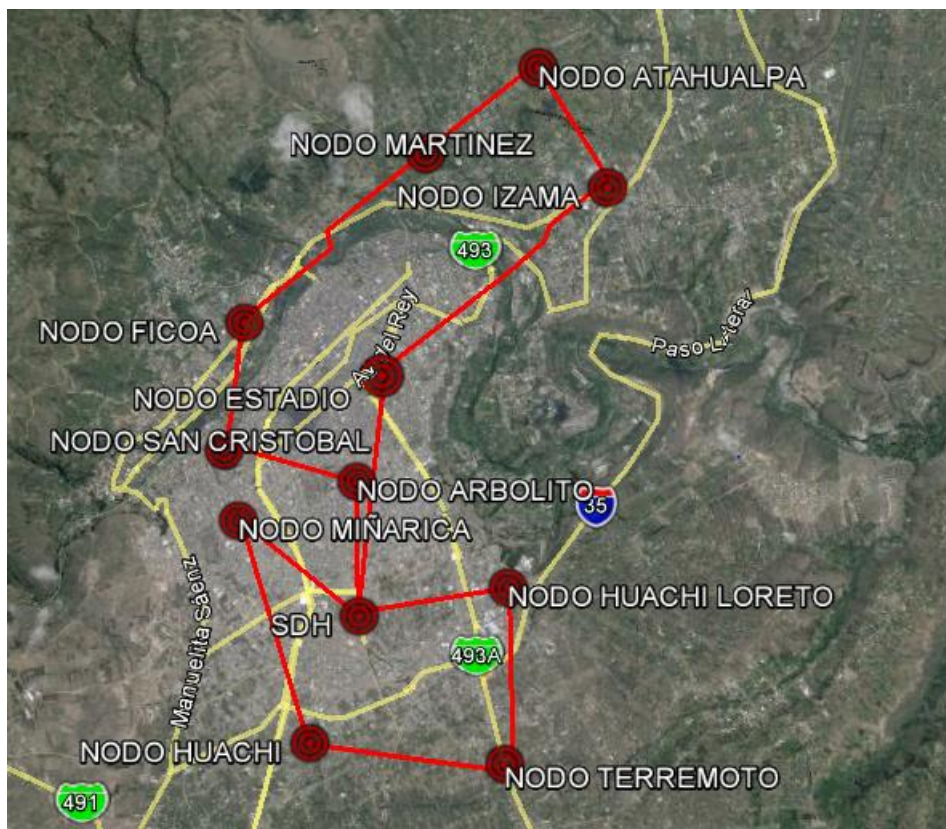
En cada nodo estándar constara de:

- Rack de 48 UDR

- ODF para ruta de Backbone Urbano
- ODF para splitter de primer nivel
- OLT's
- Alimentación Eléctrica
- Respaldo Eléctrico
- Switch

### 5.5.1 Red de backbone Urbano

Seleccionada la ubicación de los nodos se propone el diseño de pétalos (Ilustración 15), para la ciudad de Ambato, se plantean 2 pétalos, los que están conformados de la siguiente manera:



**Ilustración 15 Diseño de Pétalos**

**Fuente:** Christian Aldaz (Diseño Red Backbone Urbano Ambato)

## Pétalo 1

- SDH Ambato
- Arbolito
- San Cristóbal
- Ficoa
- Martínez
- Atahualpa
- Izama
- Estadio

## Pétalo 2

- SDH Ambato
- Huachi Loreto
- Terremoto
- Huachi
- Miñarica

La configuración en anillo es muy utilizada, en especial por la facilidad para conmutar el tráfico si se presenta algún corte de la fibra óptica de backbone urbano, para Ambato se propone la construcción de dos pétalos para tener una mayor seguridad en la red en caso de un doble corte en el backbone urbano.

La interconexión de los OLT's se realizan a través de los puertos Uplink, se necesitan una totalidad de 4 hilos de fibra óptica por los cuales cruzara todo el tráfico de los usuarios que pertenecen a esa ruta y de los usuarios de otros OLT's para llegar al nodo concentrador, de los 4 hilos utilizados dos hilos de fibra óptica son para Tx y dos hilos de fibra óptica son para Rx.

Con el diseño de los pétalos y sabiendo la interconexión de los diferentes nodos se procederá a realizar el levantamiento de información del recorrido de las rutas entre nodos, esta información es muy relevante para realizar un buen diseño porque se tiene información de:

- Longitud de fibra óptica entre nodos.
- Cantidad de herrajes a utilizar
- Brazos necesarios
- Postes a Plantar
- Cantidad de cajas de distribución
- Bajantes
- Detalle tendido aéreo.
- Detalle tendido soterrado.
- Detalle tendido micro zanjado.
- Detalle de los postes a utilizar.
- Ubicación de cajas de distribución
- Información de posibles clientes en el segmento corporativo o masivo.
- Ubicación de edificios, urbanizaciones y conjuntos habitacionales.

Con toda la información se procederá a realizar el tendido de la fibra óptica con su correcto etiquetado, se realiza la fusión de las mangas de empalme, ODF's de la ruta de 144 hilos para las rutas urbanas y los ODF's de los splitter de primer nivel.

En la tabla 7 se muestra las 13 rutas que conformaran el anillo Urbano y que servirá para comenzar la construcción de la red de distribución.

**Tabla 7 Rutas de Backbone Urbano de Ambato**

<b>RUTA</b>	<b>Distancia</b>	<b>Mangas</b>
<b>SDH - Estadio</b>	4826	2
<b>Estadio - Izama</b>	7219	3
<b>Izama - Atahualpa</b>	4686	2
<b>Atahualpa - Martínez</b>	3734	1
<b>Martínez - Ficoa</b>	3293	1
<b>Ficoa – San Cristóbal</b>	4431	2
<b>San Cristóbal – Arbolito</b>	5200	2
<b>Arbolito - SDH</b>	4376	2
<b>SDH - Miñarica</b>	3054	1
<b>Miñarica - Huachi</b>	4020	1
<b>Huachi - Terremoto</b>	3380	1
<b>Terremoto - Loreto</b>	3503	1
<b>Loreto - SDH</b>	4483	2

En los ODF's de las rutas urbanas llegan las fibras de 144 hilos en donde se fusionan los pigtails de fibra y se ordenan los hilos para trabajar de manera adecuada, el armado de los ODF's se realiza de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha, es recomendable dejar los dúplex con sus protecciones para que no ingrese polvo. En el armado se utiliza el estándar TIA/EIA-598-B que está en la tabla 8.



**Ilustración 16 Organizador de Fibra de 144 Hilos**  
**Fuente:** Telconet S.A. (Capacitación Redes FTTH)

**Tabla 8 Código de colores TIA/EIA-598-B**

Posición	Color
1	Azul
2	Naranja
3	Verde
4	Café
5	Gris
6	Blanco
7	Rojo
8	Negro
9	Amarillo
10	Violeta
11	Rosado
12	Agua

En los ODF's de splitter se ordenan los hilos del splitter de arriba hacia abajo, en la parte central de ODF se organiza los hilos principales de los splitter para luego ser conectados en los puertos PON del OLT.



**Ilustración 17 Organizador de Fibra splitter de primer nivel**

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

Para culminar la interconexión de los nodos se debe empalmar por fusión las mangas, en las mangas se realizaran fusiones punto a punto y con estas se logra alcanzar las distancias requeridas porque las bobinas de fibras vienen con 2Km de fibras. En la Ilustración 18 se puede ver una manga de empalme una característica de esta manga es que se tiene una válvula de presión que sirve para sacar el aire que se encuentra dentro de ella.



**Ilustración 18 Manga de empalme**  
**Fuente:** Catalogo de fibra óptica CMATIC

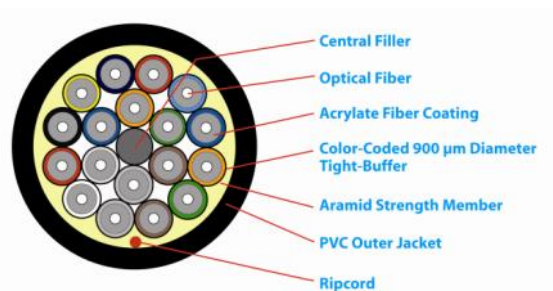
### 5.5.2 Red de Distribución

La red de distribución es la red donde se conecta las últimas millas de los usuarios, la red de distribución es una fibra óptica outdoor adecuada para tendido aéreo. La fibra que se ocupa es una fibra de 144 hilos la G.652.D que consta de 12 buffer y en cada buffer 12 hilos con lo que se tiene 144 hilos<sup>6</sup> como se puede ver en la ilustración 20.



**Ilustración 19 Tipos de Fibra Óptica**  
**Fuente:** Catalogo de fibra óptica CMATIC

<sup>6</sup> Curso Master Fiber Optic Testing Certification Training fiberoptic.com



**Ilustración 20 Distribución de los buffer**

**Fuente:** Fiber Optic (Curso Master Fiber Optic Testing Certification)

La fibra con la recomendación ITU-T-652 es una fibra mono modo que transmite en la ventana de 1310nm optimizando su uso y también se la puede usar en la ventana de 1550nm.

En la tabla 9 se indican las características de la fibra con estándar G.652.D.

**Tabla 9 Características Fibra ITU-T-G.652.D**

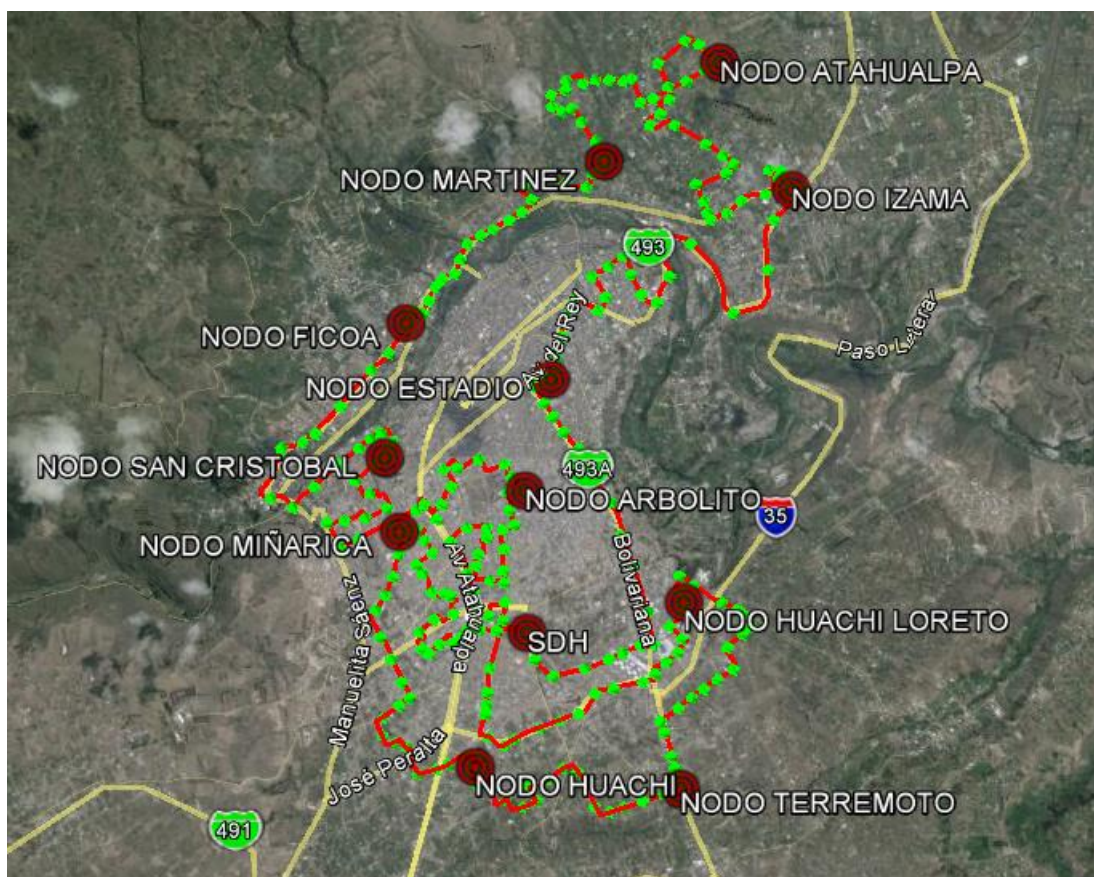
Características de la Fibra	
<b>Ventana de Transmisión</b>	1310nm - 1530nm
<b>Atenuación</b>	1310nm - 1625nm: 0,4 dB/Km
	1550nm: 0,3 dB/Km
<b>Dispersión por modo de polarización (PMD)</b>	0,2 ps/Km
<b>Atenuación por Macro curvatura</b>	Máximo a 1625nm: 0,1 dB
<b>Diámetro del Cladding</b>	125um
<b>Diámetro del Núcleo</b>	8,6um - 9,5um

Las cajas de distribución se colocaran sobre la red de backbone de acuerdo a los resultados del replanteo que se realizara, el criterio a tomar es que una caja de distribución deberá estar colocada en un lugar donde se encuentren posibles clientes.

Se colocaran 20 cajas de distribución como máximo para este diseño, se direcciona 2 cajas por buffer con lo que se ocupan 10 buffer de los 12 que tiene el cable de fibra.

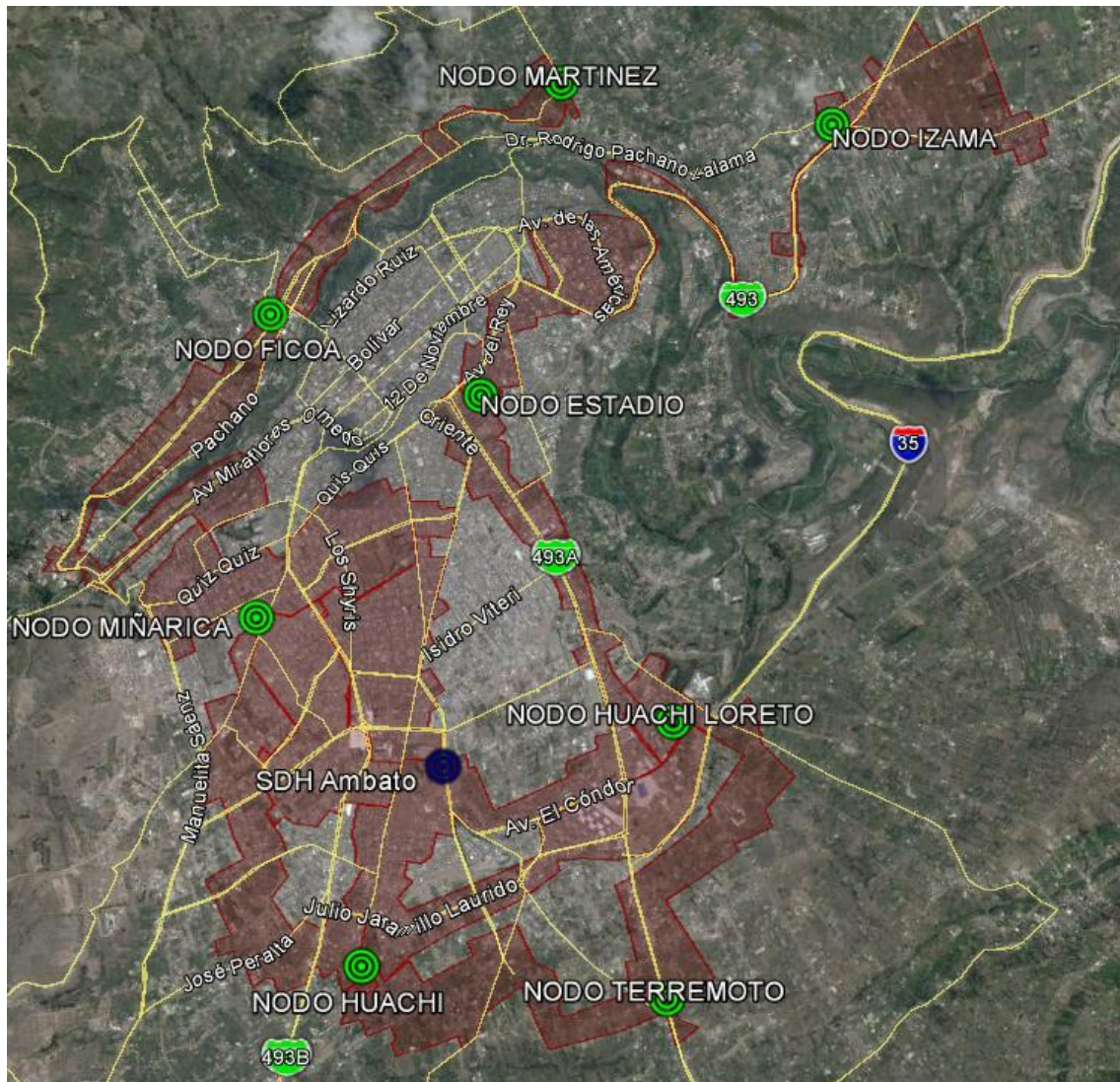
Para el diseño el segundo nivel de splitter se coloca en esta caja de distribución con lo que se tiene 20 splitter de 1/8 que nos da una totalidad de 160 abonados en la ruta, si se quiere aumentar la cantidad de abonados se puede colocar un segundo splitter en la caja de distribución.

En la ilustración 21 se aprecia las rutas con las cajas de distribución en la ciudad de Ambato, en el diseño se puede observar que se contempla cubrir de mejor manera la ciudad de Ambato.



**Ilustración 21 Red de Distribución de Ambato**  
**Fuente:** Christian Aldaz (Diseño red Distribución FTTH Ambato)

En la ilustración 22 se aprecia el área de cobertura de las rutas con las cajas de distribución en la ciudad de Ambato, el área pintada se la realiza tomando 300 metros a la redonda de la caja de distribución, si se quiere tener una mayor cobertura lo que se debe hacer es construir otras rutas de distribución que cubran las zonas que no se encuentren pintadas.

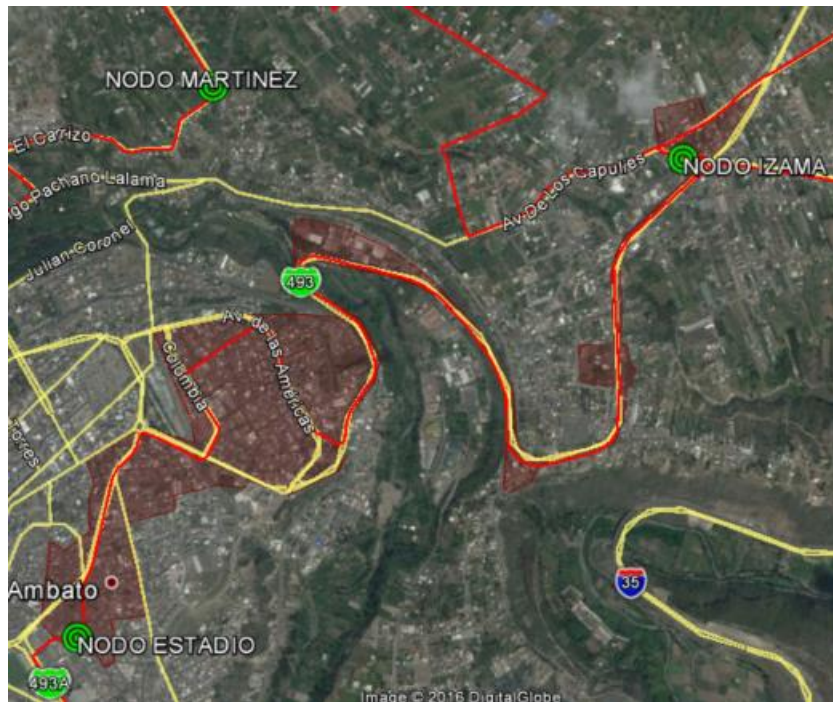


**Ilustración 22 Cobertura de la Red FTTH de Ambato**  
**Fuente:** Christian Aldaz (Diseño red Distribución FTTH Ambato)

Para Ambato se propone un diseño de un total de 13 rutas de distribución. Las figuras que están a continuación presentan el área de cobertura por ruta.

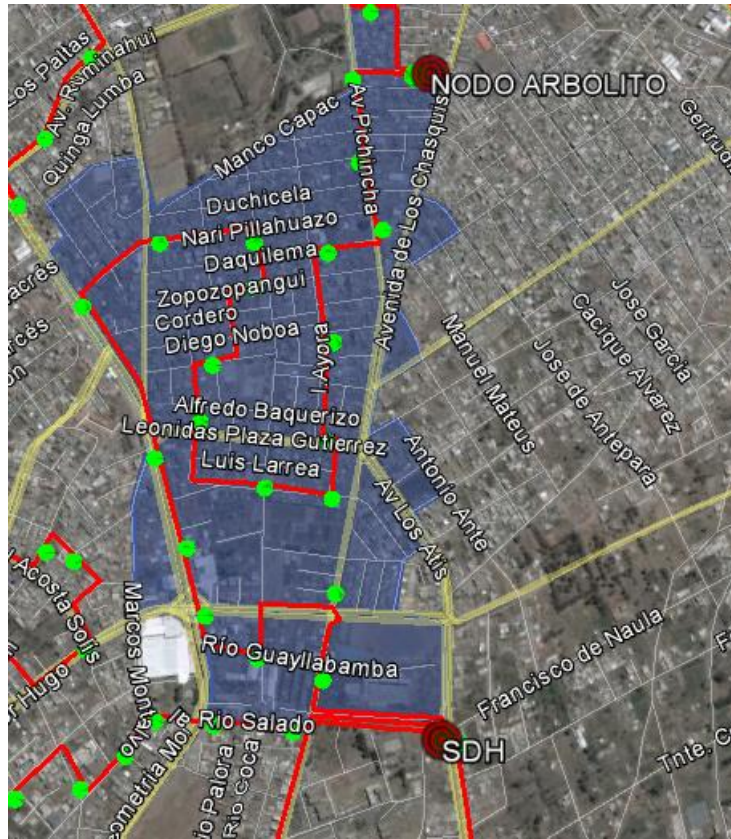


**Ilustración 23 Cobertura Ruta Atahualpa – Martínez y Ruta Atahualpa – Izama**  
**Fuente:** Christian Aldaz (Diseño red Distribución FTTH Ambato)



**Ilustración 24 Cobertura Ruta Estadio – Izama**  
**Fuente:** Christian Aldaz (Diseño red Distribución FTTH Ambato)

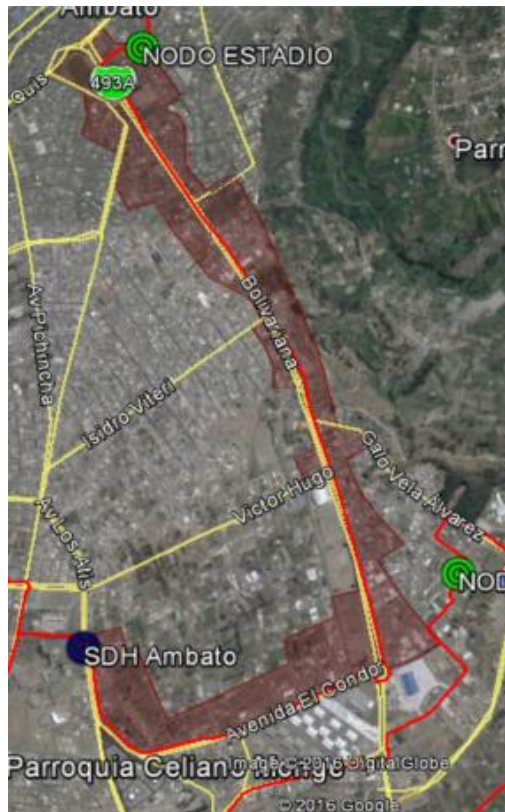




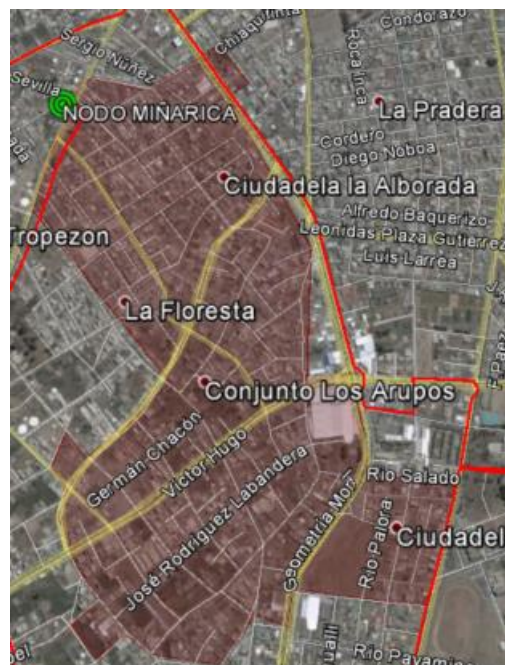
**Ilustración 27 Cobertura Ruta Arbolito – SDH**  
 Fuente: Christian Aldaz (Diseño red Distribución FTTH Ambato)



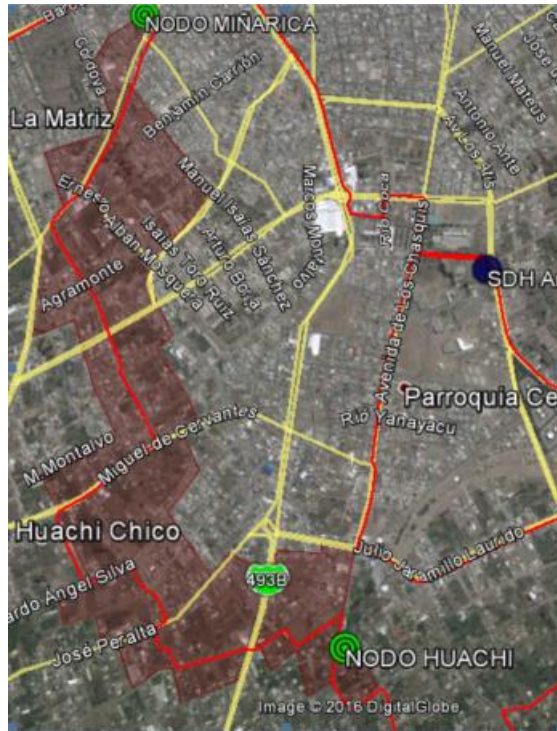
**Ilustración 28 Cobertura Ruta Ficoa – Martínez**  
 Fuente: Christian Aldaz (Diseño red Distribución FTTH Ambato)



**Ilustración 29 Cobertura Ruta Estadio – SDH**  
**Fuente:** Christian Aldaz (Diseño red Distribución FTTH Ambato)



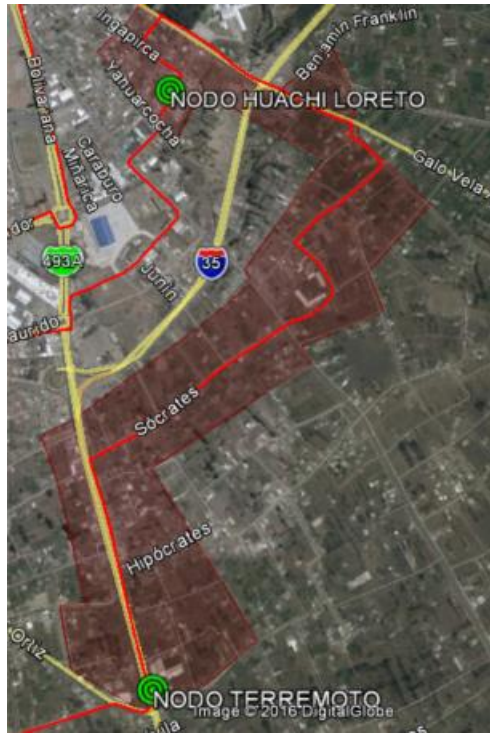
**Ilustración 30 Cobertura Ruta Miñarica – SDH**  
**Fuente:** Christian Aldaz (Diseño red Distribución FTTH Ambato)



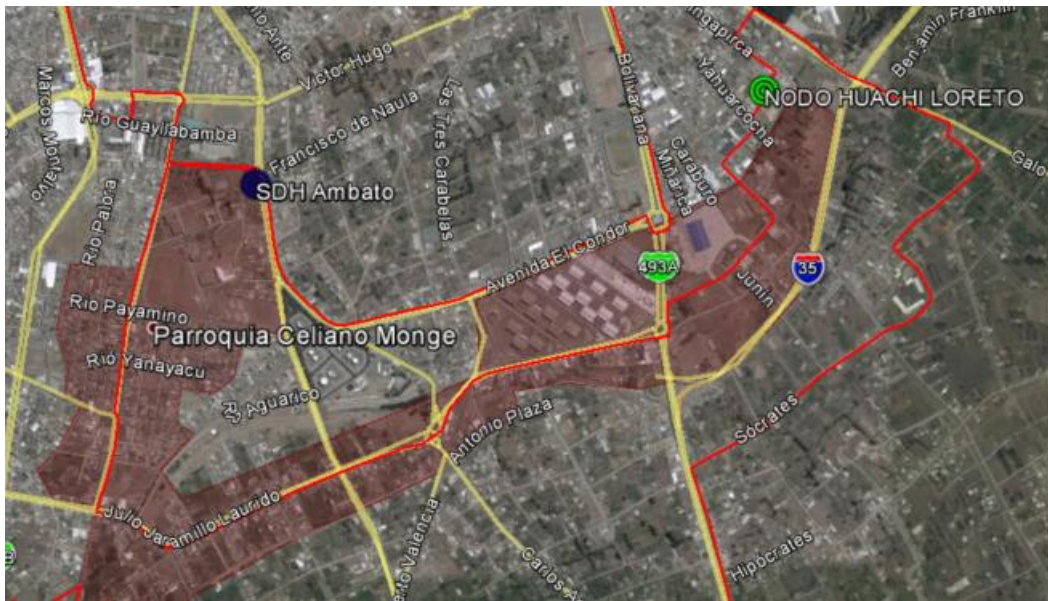
**Ilustración 31 Cobertura Ruta Miñarica – Huachi**  
**Fuente:** Christian Aldaz (Diseño red Distribución FTTH Ambato)



**Ilustración 32 Cobertura Ruta Terremoto – Huachi**  
**Fuente:** Christian Aldaz (Diseño red Distribución FTTH Ambato)



**Ilustración 33 Cobertura Ruta Terremoto – Loreto**  
**Fuente:** Christian Aldaz (Diseño red Distribución FTTH Ambato)



**Ilustración 34 Cobertura Ruta SDH – Loreto**  
**Fuente:** Christian Aldaz (Diseño red Distribución FTTH Ambato)

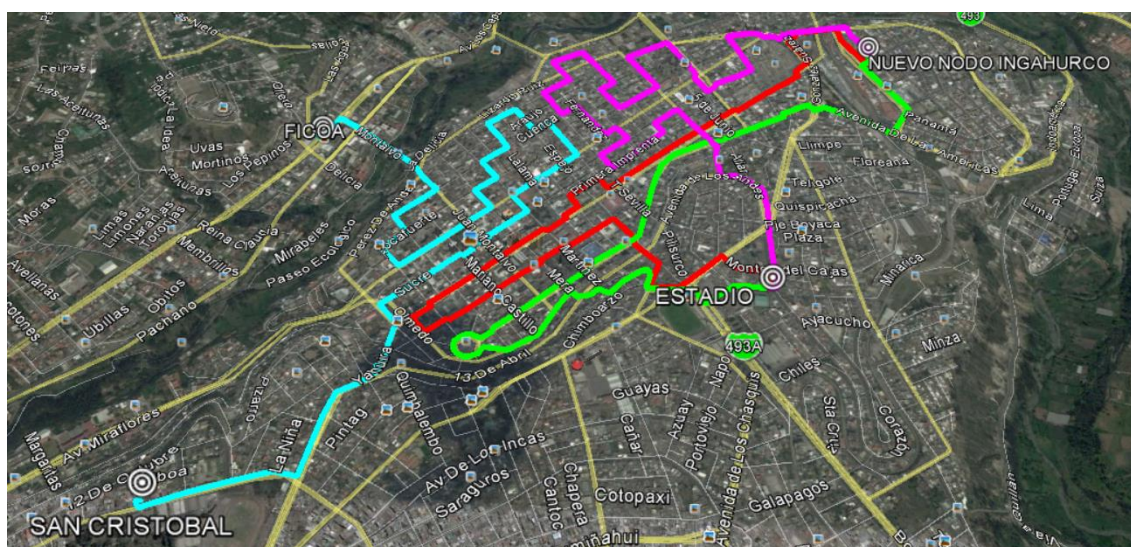
### 5.5.3 Diseño en la zona de conservación

En la zona de conservación de la ciudad de Ambato, no se permite cables aéreos es por eso que se realizara una propuesta al municipio de Ambato de realizar un tendido micro zanjado y las cajas de distribución se colocaran adosadas a la infraestructura de los inmuebles.

La normativa que utiliza la ciudad de Ambato es la emitida por ARCOTEL 0568<sup>7</sup>, en esta normativa indica la posición de la fibra en el poste, elementos activos y pasivos que se pueden colocar en los postes.

También da instrucciones sobre el etiquetado, posición del cable en el poste según operadora, manejo de los cables sin conectividad, zonas empaquetadas, etc.

En la ilustración 35 se puede observar la zona de conservación de la ciudad de Ambato.

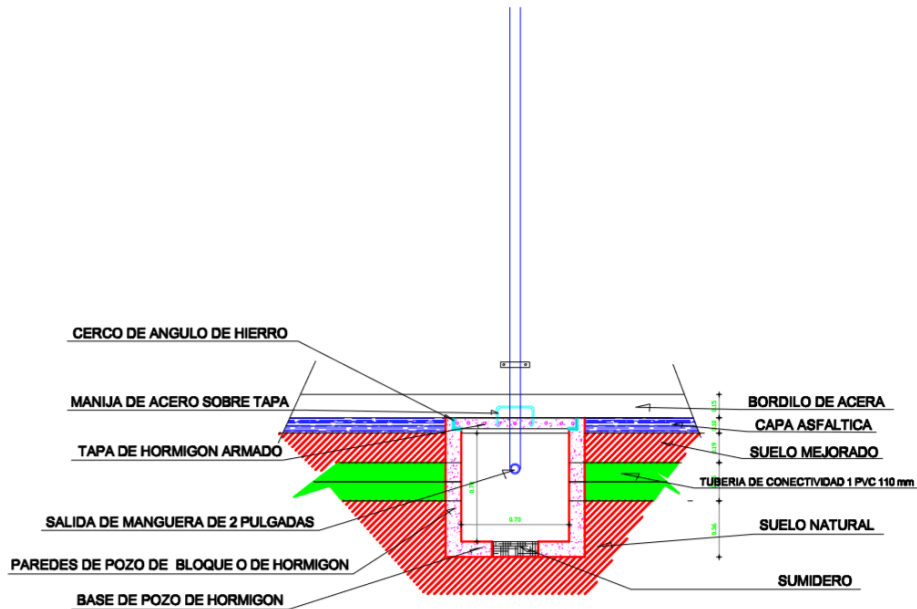


**Ilustración 35 Zona de conservación**  
Fuente: Christian Aldaz (Diseño red Distribución FTTH Ambato)

En esta zona se utiliza micro zanjado que es una técnica donde se realiza una abertura en la calle o acera para ir tendiendo la fibra.

<sup>7</sup> <http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/biblioteca/>

Se procede a realizar una excavación de 50 cm de profundidad, luego se colocan dos tubos PVC de 4 pulgadas, por estos tubos pasara la fibra de 144 hilos. En la ilustración 36 se observa el detalle del pozo de conectividad de Micro Zanjado



**Ilustración 36 Detalle Pozo Conectividad Micro Zanjado**  
**Fuente:** Telconet S.A (Diseño red Distribución FTTH Ambato)

En la ilustración 37 se observa el detalle lateral y la colocación de la caja de distribución en el inmueble, desde la caja de distribución a los abonados se realiza con la fibra de 2 hilos y se tiende la fibra en forma mural.



**Tabla 10 Tramos de la Ruta San Cristóbal – Ficoa**

RUTA	VIA	TRAMO	N CABLES:	LONG (m)	AEREO/ SOTERRADO
<b>San Cristóbal - Ficoa</b>	Los Shyris - Atahualpa	Nodo hasta Sucre y Francisco Flor	1	1100	AEREO
	Sucre	Bajante hasta Parque Montalvo Esq.	1	335	SOTERRADO
	Sucre	Parque Montalvo hasta Colegio Bolívar	1	460	SOTERRADO
	Bolívar	Colegio Bolívar hasta Cuenca y Espejo esq.	1	440	SOTERRADO
	Cuenca	Cuenca y Espejo hasta Cuenca e Iturralde	1	430	SOTERRADO
	Bolívar	Cuenca e Iturralde y parque Montalvo	1	440	SOTERRADO
	Rocafuerte	Parque Montalvo hasta Rocafuerte y Quito	1	460	SOTERRADO
	Rocafuerte	Rocafuerte y quito hasta puente	1	360	SOTERRADO
	Montalvo	Puente hasta nodo Ficoa	1	308	AEREO



**Ilustración 38 Ruta San Cristóbal – Ficoa**

**Fuente:** Christian Aldaz (Diseño red Distribución FTTH Ambato)

Tabla 11 Tramos de la Ruta 1 Estadio – Ingahurco

RUTA	VIA	TRAMO	N CABLES:	LONG(m)	AEREO/ SUBTERRANEO
Estadio - Ingahurco (Ruta 1)	Colombia	Nodo hasta Av 12 Nov.	1	1000	AEREO
	12 de Nov.	Av. 12 de Nov hasta Joaquín Ayllon	1	350	AEREO
	12 de Nov.	Joaquín Ayllon hasta Eugenio Espejo	1	350	SOTERRADO
	12 de Nov.	Eugenio Espejo	1	350	SOTERRADO
	12 de Nov.	Espejo y Montalvo	1	360	SOTERRADO
	Montufar	Montufar y Montalvo	1	330	SOTERRADO
	Montalvo	Montalvo	1	370	SOTERRADO
	Olmedo	Urdaneta y 13 de Abril	1	400	SOTERRADO
	Urdaneta	Nodo Estadio	1	490	AEREO



Ilustración 39 Ruta1 Estadio – Ingahurco

Fuente: Christian Aldaz (Diseño red Distribución FTTH Ambato)

Tabla 12 Tramos de la Ruta 2 Estadio - Ingahurco

RUTA	VIA	TRAMO	N CABLES:	LON(m)	AEREO/ SUBTERRANEO
Estadio - Ingahurco (Ruta 2)	Colombia	Nodo Estadio Hasta Eugenio Espejo	1	708	AEREO
	Juan Benigno Vela	Juan Benigno Vela y Urdaneta	1	380	SOTERRADO
	Juan Benigno Vela	Juan Benigno Vela y Olmedo	1	360	SOTERRADO
	Av. Cevallos	Cevallos y Montalvo	1	370	SOTERRADO
		Cevallos y Montalvo	1	360	SOTERRADO
		Cevallos y Montalvo	1	320	SOTERRADO
	Av. Cevallos	Cevallos y Mariano Eguez	1	350	SOTERRADO
	Av Cevallos	Cevallos y Ayllon	1	330	SOTERRADO
	Av. Cevallos	Abdón Calderón	1	320	SOTERRADO
	Gonzales Suarez	González Suarez hasta Nodo	1	830	AEREO

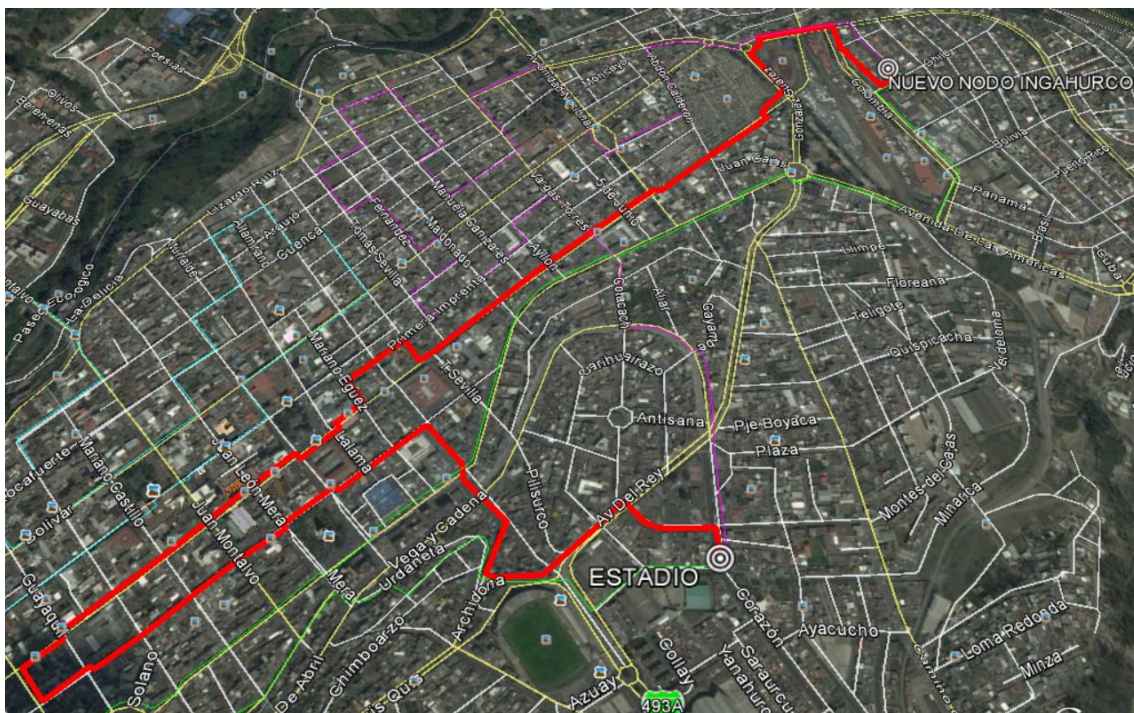


Ilustración 40 Ruta2 Estadio – Ingahurco

Fuente: Christian Aldaz (Diseño red Distribución FTTH Ambato)

Tabla 13 Tramos de la Ruta 3 Estadio - Ingahurco

RUTA	VIA	TRAMO	N CABLES:	LONG (m)	AEREO/ SUBTERRANEO
Estadio - Ingahurco (Ruta 3)	12 de Nov	12 de Noviembre y Vargas Torres	1	752	AEREO
	Darquea	Darquea y Vargas Torres	1	360	SOTERRADO
	Darquea	Darquea y Fernández	1	340	SOTERRADO
	Cuenca	Fernández y Cuenca	1	350	SOTERRADO
	Cuenca	Colegio Bolívar hasta Cuenca	1	340	SOTERRADO
	Bolívar	Colegio Bolívar hasta Cuenca y Espejo esq.	1	320	SOTERRADO
	Bolívar	Cuenca y Espejo esq.	1	330	SOTERRADO
	Cuenca	Cuenca y Espejo hasta Cuenca e Iturralde	1	350	SOTERRADO
	Manuel Vascones	Manuel Vascones y Ayllon	1	330	SOTERRADO
	Bolivar	Unidad Nacional	1	340	SOTERRADO
	Abdón Calderón	Abdón Calderón	1	340	SOTERRADO
	Colombia	Nodo	1	637	AEREO

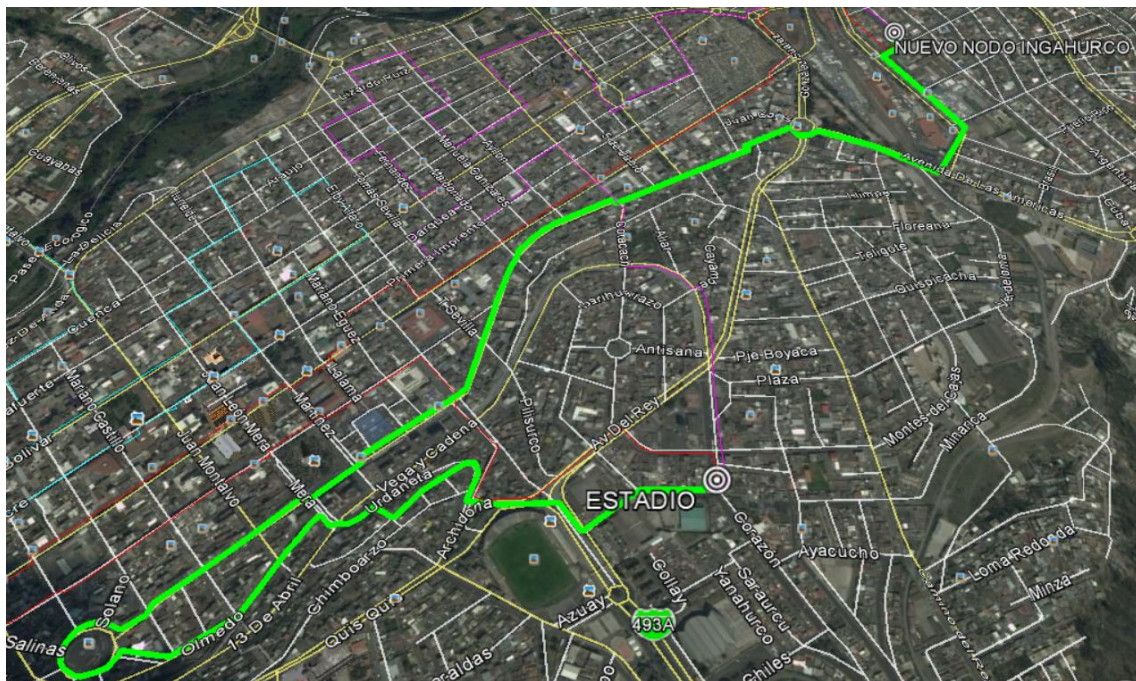


Ilustración 41 Ruta 3 Estadio - Ingahurco  
Fuente: Christian Aldaz (Diseño red Distribución FTTH Ambato)

## 5.6 Calculo de presupuesto Óptico

**Tabla 14 Cálculo Atenuación Total Rutas Backbone Urbano Ambato**

<b>CÁLCULO DE LA ATENUACIÓN EN LA RED DE BACKBONE URBANO</b>								
<b>RUTA</b>	<b>Distancia</b>	<b>ODF MPLS</b>	<b>Pigtails</b>	<b>Mangas</b>	<b>Perdida en Fusión (dB)</b>	<b>Perdida Distancia (dB)</b>	<b>Perdida en Conectores (dB)</b>	<b>Atenuación total (dB)</b>
<b>SDH – Estadio</b>	4,83	2	2	2	0,20	1,06	1,00	2,26
<b>Estadio – Izama</b>	7,22	2	2	3	0,25	1,59	1,00	2,84
<b>Izama – Atahualpa</b>	4,69	2	2	2	0,20	1,03	1,00	2,23
<b>Atahualpa - Martinez</b>	3,73	2	2	1	0,15	0,82	1,00	1,97
<b>Martínez – Ficoa</b>	3,29	2	2	1	0,15	0,72	1,00	1,87
<b>Ficoa - San Cristóbal</b>	4,43	2	2	2	0,20	0,97	1,00	2,17
<b>San Cristóbal - Arbolito</b>	5,20	2	2	2	0,20	1,14	1,00	2,34
<b>Arbolito – SDH</b>	4,38	2	2	2	0,20	0,96	1,00	2,16
<b>SDH – Miñarica</b>	3,05	2	2	1	0,15	0,67	1,00	1,82
<b>Miñarica – Huachi</b>	4,02	2	2	1	0,15	0,88	1,00	2,03
<b>Huachi – Terremoto</b>	3,38	2	2	1	0,15	0,74	1,00	1,89
<b>Terremoto – Loreto</b>	3,50	2	2	1	0,15	0,77	1,00	1,92
<b>Loreto – SDH</b>	4,48	2	2	2	0,20	0,99	1,00	2,19

**Tabla 15 Cálculo Potencia Recepción Ruta distribución Atahualpa - Martínez**

<b>CÁLCULO POTENCIA RECEPCIÓN RUTA ATAHUALPA - MARTÍNEZ</b>											
<b>Caja de Distribución</b>	Distancia	Potencia Tx Puerto PON (dBm)	Conectores	Pigtails	Mangas	Atenuación Splitter 1/8 (dB)	Perdida en Fusión (dB)	Perdida Distancia (dB)	Perdida en Conectores (dB)	Atenuación total (dB)	Potencia de Rx Splitter 2do Nivel (dBm)
1	0,21	3,50	3	3	0	10	0,15	0,05	1,50	21,70	-18,20
2	3,25	3,50	3	3	1	10	0,20	0,72	1,50	22,42	-18,92
3	0,67	3,50	3	3	0	10	0,15	0,15	1,50	21,80	-18,30
4	2,93	3,50	3	3	1	10	0,20	0,64	1,50	22,34	-18,84
5	0,89	3,50	3	3	0	10	0,15	0,20	1,50	21,85	-18,35
6	2,67	3,50	3	3	1	10	0,20	0,59	1,50	22,29	-18,79
7	1,20	3,50	3	3	0	10	0,15	0,26	1,50	21,91	-18,41
8	2,44	3,50	3	3	1	10	0,20	0,54	1,50	22,24	-18,74
9	1,56	3,50	3	3	0	10	0,15	0,34	1,50	21,99	-18,49
10	2,06	3,50	3	3	1	10	0,20	0,45	1,50	22,15	-18,65
11	1,83	3,50	3	3	0	10	0,15	0,40	1,50	22,05	-18,55
12	1,76	3,50	3	3	1	10	0,20	0,39	1,50	22,09	-18,59
13	2,06	3,50	3	3	1	10	0,20	0,45	1,50	22,15	-18,65
14	1,43	3,50	3	3	0	10	0,15	0,31	1,50	21,96	-18,46
15	2,44	3,50	3	3	1	10	0,20	0,54	1,50	22,24	-18,74
16	1,08	3,50	3	3	0	10	0,15	0,24	1,50	21,89	-18,39
17	2,89	3,50	3	3	1	10	0,20	0,64	1,50	22,34	-18,84
18	0,51	3,50	3	3	0	10	0,15	0,11	1,50	21,76	-18,26
19	3,46	3,50	3	3	1	10	0,20	0,76	1,50	22,46	-18,96
20	0,08	3,50	3	3	0	10	0,15	0,02	1,50	21,67	-18,17

**Tabla 16 Cálculo Potencia Recepción Ruta distribución Martínez - Ficoa**

<b>CÁLCULO POTENCIA RECEPCIÓN RUTA MARTÍNEZ - FICOA</b>											
<b>Caja de Distribución</b>	Distancia	Potencia Tx Puerto PON (dBm)	Conectores	Pigtails	Mangas	Atenuación Splitter 1/8 (dB)	Perdida en Fusión (dB)	Perdida Distancia (dB)	Perdida en Conectores (dB)	Atenuación total (dB)	Potencia de Rx Splitter 2do Nivel (dBm)
<b>1</b>	0,12	3,50	3	3	0	10	0,15	0,03	1,50	21,68	-18,18
<b>2</b>	3,01	3,50	3	3	1	10	0,20	0,66	1,50	22,36	-18,86
<b>3</b>	0,39	3,50	3	3	0	10	0,15	0,09	1,50	21,74	-18,24
<b>4</b>	2,71	3,50	3	3	1	10	0,20	0,60	1,50	22,30	-18,80
<b>5</b>	0,66	3,50	3	3	0	10	0,15	0,15	1,50	21,80	-18,30
<b>6</b>	2,45	3,50	3	3	1	10	0,20	0,54	1,50	22,24	-18,74
<b>7</b>	0,95	3,50	3	3	0	10	0,15	0,21	1,50	21,86	-18,36
<b>8</b>	2,14	3,50	3	3	1	10	0,20	0,47	1,50	22,17	-18,67
<b>9</b>	1,30	3,50	3	3	0	10	0,15	0,29	1,50	21,94	-18,44
<b>10</b>	1,83	3,50	3	3	1	10	0,20	0,40	1,50	22,10	-18,60
<b>11</b>	1,63	3,50	3	3	1	10	0,20	0,36	1,50	22,06	-18,56
<b>12</b>	1,49	3,50	3	3	0	10	0,15	0,33	1,50	21,98	-18,48
<b>13</b>	1,97	3,50	3	3	1	10	0,20	0,43	1,50	22,13	-18,63
<b>14</b>	1,03	3,50	3	3	0	10	0,15	0,23	1,50	21,88	-18,38
<b>15</b>	2,44	3,50	3	3	1	10	0,20	0,54	1,50	22,24	-18,74
<b>16</b>	0,61	3,50	3	3	0	10	0,15	0,13	1,50	21,78	-18,28
<b>17</b>	2,89	3,50	3	3	1	10	0,20	0,64	1,50	22,34	-18,84
<b>18</b>	0,25	3,50	3	3	0	10	0,15	0,06	1,50	21,71	-18,21
<b>19</b>	3,13	3,50	3	3	1	10	0,20	0,69	1,50	22,39	-18,89
<b>20</b>	0,06	3,50	3	3	0	10	0,15	0,01	1,50	21,66	-18,16

**Tabla 17 Cálculo Potencia Recepción Ruta distribución Ficoa – San Cristóbal**

<b>CÁLCULO POTENCIA RECEPCIÓN RUTA FICOA - SAN CRISTÓBAL</b>											
<b>Caja de Distribución</b>	Distancia	Potencia Tx Puerto PON (dBm)	Conectores	Pigtails	Mangas	Atenuación Splitter 1/8 (dB)	Perdida en Fusión (dB)	Perdida Distancia (dB)	Perdida en Conectores (dB)	Atenuación total (dB)	Potencia de Rx Splitter 2do Nivel (dBm)
<b>1</b>	0,05	3,50	3	3	0	10	0,15	0,01	1,50	21,66	-18,16
<b>2</b>	4,34	3,50	3	3	2	10	0,25	0,95	1,50	22,70	-19,20
<b>3</b>	0,22	3,50	3	3	0	10	0,15	0,05	1,50	21,70	-18,20
<b>4</b>	4,20	3,50	3	3	2	10	0,25	0,92	1,50	22,67	-19,17
<b>5</b>	0,34	3,50	3	3	1	10	0,20	0,07	1,50	21,77	-18,27
<b>6</b>	3,92	3,50	3	3	1	10	0,20	0,86	1,50	22,56	-19,06
<b>7</b>	0,69	3,50	3	3	1	10	0,20	0,15	1,50	21,85	-18,35
<b>8</b>	3,64	3,50	3	3	1	10	0,20	0,80	1,50	22,50	-19,00
<b>9</b>	1,12	3,50	3	3	1	10	0,20	0,25	1,50	21,95	-18,45
<b>10</b>	3,04	3,50	3	3	1	10	0,20	0,67	1,50	22,37	-18,87
<b>11</b>	1,75	3,50	3	3	1	10	0,20	0,39	1,50	22,09	-18,59
<b>12</b>	2,48	3,50	3	3	1	10	0,20	0,55	1,50	22,25	-18,75
<b>13</b>	2,63	3,50	3	3	2	10	0,25	0,58	1,50	22,33	-18,83
<b>14</b>	1,64	3,50	3	3	0	10	0,15	0,36	1,50	22,01	-18,51
<b>15</b>	3,04	3,50	3	3	2	10	0,25	0,67	1,50	22,42	-18,92
<b>16</b>	1,11	3,50	3	3	0	10	0,15	0,24	1,50	21,89	-18,39
<b>17</b>	3,89	3,50	3	3	2	10	0,25	0,86	1,50	22,61	-19,11
<b>18</b>	0,38	3,50	3	3	0	10	0,15	0,08	1,50	21,73	-18,23
<b>19</b>	4,43	3,50	3	3	2	10	0,25	0,97	1,50	22,72	-19,22
<b>20</b>	0,03	3,50	3	3	0	10	0,15	0,01	1,50	21,66	-18,16

**Tabla 18 Cálculo Potencia Recepción Ruta distribución San Cristóbal - Arbolito**

<b>CÁLCULO POTENCIA RECEPCIÓN RUTA SAN CRISTÓBAL - ARBOLITO</b>											
<b>Caja de Distribución</b>	Distancia	Potencia Tx Puerto PON (dBm)	Conectores	Pigtails	Mangas	Atenuación Splitter 1/8 (dB)	Perdida en Fusión (dB)	Perdida Distancia (dB)	Perdida en Conectores (dB)	Atenuación total (dB)	Potencia de Rx Splitter 2do Nivel (dBm)
<b>1</b>	0,26	3,50	3	3	0	10	0,15	0,06	1,50	21,71	-18,21
<b>2</b>	4,65	3,50	3	3	2	10	0,25	1,02	1,50	22,77	-19,27
<b>3</b>	0,76	3,50	3	3	0	10	0,15	0,17	1,50	21,82	-18,32
<b>4</b>	4,04	3,50	3	3	2	10	0,25	0,89	1,50	22,64	-19,14
<b>5</b>	1,24	3,50	3	3	1	10	0,20	0,27	1,50	21,97	-18,47
<b>6</b>	3,62	3,50	3	3	1	10	0,20	0,80	1,50	22,50	-19,00
<b>7</b>	1,67	3,50	3	3	1	10	0,20	0,37	1,50	22,07	-18,57
<b>8</b>	3,19	3,50	3	3	1	10	0,20	0,70	1,50	22,40	-18,90
<b>9</b>	2,09	3,50	3	3	1	10	0,20	0,46	1,50	22,16	-18,66
<b>10</b>	2,80	3,50	3	3	1	10	0,20	0,62	1,50	22,32	-18,82
<b>11</b>	2,61	3,50	3	3	1	10	0,20	0,57	1,50	22,27	-18,77
<b>12</b>	2,15	3,50	3	3	1	10	0,20	0,47	1,50	22,17	-18,67
<b>13</b>	3,13	3,50	3	3	2	10	0,25	0,69	1,50	22,44	-18,94
<b>14</b>	1,66	3,50	3	3	0	10	0,15	0,37	1,50	22,02	-18,52
<b>15</b>	3,59	3,50	3	3	2	10	0,25	0,79	1,50	22,54	-19,04
<b>16</b>	1,27	3,50	3	3	0	10	0,15	0,28	1,50	21,93	-18,43
<b>17</b>	4,12	3,50	3	3	2	10	0,25	0,91	1,50	22,66	-19,16
<b>18</b>	0,65	3,50	3	3	0	10	0,15	0,14	1,50	21,79	-18,29
<b>19</b>	4,73	3,50	3	3	2	10	0,25	1,04	1,50	22,79	-19,29
<b>20</b>	0,14	3,50	3	3	0	10	0,15	0,03	1,50	21,68	-18,18

**Tabla 19 Cálculo Potencia Recepción Ruta distribución Arbolito - SDH**

<b>CÁLCULO POTENCIA RECEPCIÓN RUTA SAN ARBOLITO - SDH</b>											
<b>Caja de Distribución</b>	<b>Distancia</b>	<b>Potencia Tx Puerto PON (dBm)</b>	<b>Conectores</b>	<b>Pigtails</b>	<b>Mangas</b>	<b>Atenuación Splitter 1/8 (dB)</b>	<b>Perdida en Fusión (dB)</b>	<b>Perdida Distancia (dB)</b>	<b>Perdida en Conectores (dB)</b>	<b>Atenuación total (dB)</b>	<b>Potencia de Rx Splitter 2do Nivel (dBm)</b>
1	0,38	3,50	3	3	0	10	0,15	0,08	1,50	21,73	-18,23
2	3,74	3,50	3	3	2	10	0,25	0,82	1,50	22,57	-19,07
3	0,84	3,50	3	3	0	10	0,15	0,18	1,50	21,83	-18,33
4	3,34	3,50	3	3	2	10	0,25	0,73	1,50	22,48	-18,98
5	1,12	3,50	3	3	0	10	0,15	0,25	1,50	21,90	-18,40
6	2,99	3,50	3	3	2	10	0,25	0,66	1,50	22,41	-18,91
7	1,75	3,50	3	3	0	10	0,15	0,39	1,50	22,04	-18,54
8	2,37	3,50	3	3	2	10	0,25	0,52	1,50	22,27	-18,77
9	2,21	3,50	3	3	0	10	0,15	0,49	1,50	22,14	-18,64
10	2,01	3,50	3	3	2	10	0,25	0,44	1,50	22,19	-18,69
11	2,56	3,50	3	3	1	10	0,20	0,56	1,50	22,26	-18,76
12	1,60	3,50	3	3	1	10	0,20	0,35	1,50	22,05	-18,55
13	3,00	3,50	3	3	1	10	0,20	0,66	1,50	22,36	-18,86
14	1,18	3,50	3	3	1	10	0,20	0,26	1,50	21,96	-18,46
15	3,27	3,50	3	3	1	10	0,20	0,72	1,50	22,42	-18,92
16	0,83	3,50	3	3	1	10	0,20	0,18	1,50	21,88	-18,38
17	3,71	3,50	3	3	1	10	0,20	0,82	1,50	22,52	-19,02
18	0,18	3,50	3	3	1	10	0,20	0,04	1,50	21,74	-18,24
19	4,01	3,50	3	3	2	10	0,25	0,88	1,50	22,63	-19,13
20	0,15	3,50	3	3	0	10	0,15	0,03	1,50	21,68	-18,18

**Tabla 20 Cálculo Potencia Recepción Ruta distribución SDH - Estadio**

<b>CÁLCULO POTENCIA RECEPCIÓN RUTA SDH - ESTADIO</b>											
<b>Caja de Distribución</b>	Distancia	Potencia Tx Puerto PON (dBm)	Conectores	Pigtails	Mangas	Atenuación Splitter 1/8 (dB)	Perdida en Fusión (dB)	Perdida Distancia (dB)	Perdida en Conectores (dB)	Atenuación total (dB)	Potencia de Rx Splitter 2do Nivel (dBm)
<b>1</b>	0,60	3,50	3	3	0	10	0,15	0,13	1,50	21,78	-18,28
<b>2</b>	4,68	3,50	3	3	2	10	0,25	1,03	1,50	22,78	-19,28
<b>3</b>	0,27	3,50	3	3	0	10	0,15	0,06	1,50	21,71	-18,21
<b>4</b>	4,37	3,50	3	3	2	10	0,25	0,96	1,50	22,71	-19,21
<b>5</b>	0,62	3,50	3	3	0	10	0,15	0,14	1,50	21,79	-18,29
<b>6</b>	4,01	3,50	3	3	2	10	0,25	0,88	1,50	22,63	-19,13
<b>7</b>	1,06	3,50	3	3	1	10	0,20	0,23	1,50	21,93	-18,43
<b>8</b>	3,58	3,50	3	3	1	10	0,20	0,79	1,50	22,49	-18,99
<b>9</b>	1,69	3,50	3	3	1	10	0,20	0,37	1,50	22,07	-18,57
<b>10</b>	2,81	3,50	3	3	1	10	0,20	0,62	1,50	22,32	-18,82
<b>11</b>	2,36	3,50	3	3	1	10	0,20	0,52	1,50	22,22	-18,72
<b>12</b>	1,99	3,50	3	3	1	10	0,20	0,44	1,50	22,14	-18,64
<b>13</b>	2,85	3,50	3	3	2	10	0,25	0,63	1,50	22,38	-18,88
<b>14</b>	1,50	3,50	3	3	0	10	0,15	0,33	1,50	21,98	-18,48
<b>15</b>	3,35	3,50	3	3	2	10	0,25	0,74	1,50	22,49	-18,99
<b>16</b>	1,14	3,50	3	3	0	10	0,15	0,25	1,50	21,90	-18,40
<b>17</b>	3,69	3,50	3	3	2	10	0,25	0,81	1,50	22,56	-19,06
<b>18</b>	0,55	3,50	3	3	0	10	0,15	0,12	1,50	21,77	-18,27
<b>19</b>	4,30	3,50	3	3	2	10	0,25	0,95	1,50	22,70	-19,20
<b>20</b>	0,50	3,50	3	3	0	10	0,15	0,11	1,50	21,76	-18,26

**Tabla 21 Cálculo Potencia Recepción Ruta distribución Estadio - Izama**

<b>CÁLCULO POTENCIA RECEPCIÓN RUTA ESTADIO - IZAMA</b>											
<b>Caja de Distribución</b>	Distancia	Potencia Tx Puerto PON (dBm)	Conectores	Pigtails	Mangas	Atenuación Splitter 1/8 (dB)	Perdida en Fusión (dB)	Perdida Distancia (dB)	Perdida en Conectores (dB)	Atenuación total (dB)	Potencia de Rx Splitter 2do Nivel (dBm)
<b>1</b>	0,10	3,50	3	3	0	10	0,15	0,02	1,50	21,67	-18,17
<b>2</b>	6,46	3,50	3	3	3	10	0,30	1,42	1,50	23,22	-19,72
<b>3</b>	0,49	3,50	3	3	1	10	0,20	0,11	1,50	21,81	-18,31
<b>4</b>	5,96	3,50	3	3	2	10	0,25	1,31	1,50	23,06	-19,56
<b>5</b>	0,90	3,50	3	3	1	10	0,20	0,20	1,50	21,90	-18,40
<b>6</b>	5,56	3,50	3	3	2	10	0,25	1,22	1,50	22,97	-19,47
<b>7</b>	1,31	3,50	3	3	1	10	0,20	0,29	1,50	21,99	-18,49
<b>8</b>	5,13	3,50	3	3	2	10	0,25	1,13	1,50	22,88	-19,38
<b>9</b>	1,77	3,50	3	3	1	10	0,20	0,39	1,50	22,09	-18,59
<b>10</b>	4,75	3,50	3	3	2	10	0,25	1,05	1,50	22,80	-19,30
<b>11</b>	2,16	3,50	3	3	1	10	0,20	0,48	1,50	22,18	-18,68
<b>12</b>	4,31	3,50	3	3	2	10	0,25	0,95	1,50	22,70	-19,20
<b>13</b>	2,60	3,50	3	3	2	10	0,25	0,57	1,50	22,32	-18,82
<b>14</b>	3,82	3,50	3	3	1	10	0,20	0,84	1,50	22,54	-19,04
<b>15</b>	3,74	3,50	3	3	2	10	0,25	0,82	1,50	22,57	-19,07
<b>16</b>	2,66	3,50	3	3	1	10	0,20	0,59	1,50	22,29	-18,79
<b>17</b>	4,93	3,50	3	3	3	10	0,30	1,08	1,50	22,88	-19,38
<b>18</b>	1,09	3,50	3	3	0	10	0,15	0,24	1,50	21,89	-18,39
<b>19</b>	6,16	3,50	3	3	3	10	0,30	1,36	1,50	23,16	-19,66
<b>20</b>	0,11	3,50	3	3	0	10	0,15	0,02	1,50	21,67	-18,17

**Tabla 22 Cálculo Potencia Recepción Ruta distribución Izama - Atahualpa**

<b>CÁLCULO POTENCIA RECEPCIÓN RUTA IZAMA - ATAHUALPA</b>											
<b>Caja de Distribución</b>	Distancia	Potencia Tx Puerto PON (dBm)	Conectores	Pigtails	Mangas	Atenuación Splitter 1/8 (dB)	Perdida en Fusión (dB)	Perdida Distancia (dB)	Perdida en Conectores (dB)	Atenuación total (dB)	Potencia de Rx Splitter 2do Nivel (dBm)
<b>1</b>	0,17	3,50	3	3	0	10	0,15	0,04	1,50	21,69	-18,19
<b>2</b>	3,99	3,50	3	3	2	10	0,25	0,88	1,50	22,63	-19,13
<b>3</b>	0,69	3,50	3	3	1	10	0,20	0,15	1,50	21,85	-18,35
<b>4</b>	3,47	3,50	3	3	1	10	0,20	0,76	1,50	22,46	-18,96
<b>5</b>	1,13	3,50	3	3	1	10	0,20	0,25	1,50	21,95	-18,45
<b>6</b>	2,95	3,50	3	3	1	10	0,20	0,65	1,50	22,35	-18,85
<b>7</b>	1,81	3,50	3	3	1	10	0,20	0,40	1,50	22,10	-18,60
<b>8</b>	2,38	3,50	3	3	1	10	0,20	0,52	1,50	22,22	-18,72
<b>9</b>	2,16	3,50	3	3	1	10	0,20	0,48	1,50	22,18	-18,68
<b>10</b>	2,06	3,50	3	3	1	10	0,20	0,45	1,50	22,15	-18,65
<b>11</b>	2,66	3,50	3	3	2	10	0,25	0,59	1,50	22,34	-18,84
<b>12</b>	1,55	3,50	3	3	0	10	0,15	0,34	1,50	21,99	-18,49
<b>13</b>	2,95	3,50	3	3	2	10	0,25	0,65	1,50	22,40	-18,90
<b>14</b>	1,34	3,50	3	3	0	10	0,15	0,29	1,50	21,94	-18,44
<b>15</b>	3,22	3,50	3	3	2	10	0,25	0,71	1,50	22,46	-18,96
<b>16</b>	0,97	3,50	3	3	0	10	0,15	0,21	1,50	21,86	-18,36
<b>17</b>	3,68	3,50	3	3	2	10	0,25	0,81	1,50	22,56	-19,06
<b>18</b>	0,41	3,50	3	3	0	10	0,15	0,09	1,50	21,74	-18,24
<b>19</b>	4,08	3,50	3	3	2	10	0,25	0,90	1,50	22,65	-19,15
<b>20</b>	0,22	3,50	3	3	0	10	0,15	0,05	1,50	21,70	-18,20

**Tabla 23 Cálculo Potencia Recepción Ruta distribución SDH - Miñarica**

<b>CÁLCULO POTENCIA RECEPCIÓN RUTA SDH - MIÑARICA</b>											
<b>Caja de Distribución</b>	Distancia	Potencia Tx Puerto PON (dBm)	Conectores	Pigtails	Mangas	Atenuación Splitter 1/8 (dB)	Perdida en Fusión (dB)	Perdida Distancia (dB)	Perdida en Conectores (dB)	Atenuación total (dB)	Potencia de Rx Splitter 2do Nivel (dBm)
<b>1</b>	0,34	3,50	3	3	0	10	0,15	0,07	1,50	21,72	-18,22
<b>2</b>	3,18	3,50	3	3	1	10	0,20	0,70	1,50	22,40	-18,90
<b>3</b>	0,63	3,50	3	3	0	10	0,15	0,14	1,50	21,79	-18,29
<b>4</b>	2,95	3,50	3	3	1	10	0,20	0,65	1,50	22,35	-18,85
<b>5</b>	0,85	3,50	3	3	0	10	0,15	0,19	1,50	21,84	-18,34
<b>6</b>	2,59	3,50	3	3	1	10	0,20	0,57	1,50	22,27	-18,77
<b>7</b>	1,23	3,50	3	3	0	10	0,15	0,27	1,50	21,92	-18,42
<b>8</b>	2,35	3,50	3	3	1	10	0,20	0,52	1,50	22,22	-18,72
<b>9</b>	1,61	3,50	3	3	1	10	0,20	0,35	1,50	22,05	-18,55
<b>10</b>	1,89	3,50	3	3	0	10	0,15	0,42	1,50	22,07	-18,57
<b>11</b>	2,09	3,50	3	3	1	10	0,20	0,46	1,50	22,16	-18,66
<b>12</b>	1,38	3,50	3	3	0	10	0,15	0,30	1,50	21,95	-18,45
<b>13</b>	2,47	3,50	3	3	1	10	0,20	0,54	1,50	22,24	-18,74
<b>14</b>	1,10	3,50	3	3	0	10	0,15	0,24	1,50	21,89	-18,39
<b>15</b>	2,83	3,50	3	3	1	10	0,20	0,62	1,50	22,32	-18,82
<b>16</b>	0,77	3,50	3	3	0	10	0,15	0,17	1,50	21,82	-18,32
<b>17</b>	3,14	3,50	3	3	1	10	0,20	0,69	1,50	22,39	-18,89
<b>18</b>	0,42	3,50	3	3	0	10	0,15	0,09	1,50	21,74	-18,24
<b>19</b>	3,48	3,50	3	3	1	10	0,20	0,77	1,50	22,47	-18,97
<b>20</b>	0,13	3,50	3	3	0	10	0,15	0,03	1,50	21,68	-18,18

**Tabla 24 Cálculo Potencia Recepción Ruta distribución Miñarica - Huachi**

<b>CÁLCULO POTENCIA RECEPCIÓN RUTA MIÑARICA - HUACHI</b>											
<b>Caja de Distribución</b>	Distancia	Potencia Tx Puerto PON (dBm)	Conectores	Pigtails	Mangas	Atenuación Splitter 1/8 (dB)	Perdida en Fusión (dB)	Perdida Distancia (dB)	Perdida en Conectores (dB)	Atenuación total (dB)	Potencia de Rx Splitter 2do Nivel (dBm)
<b>1</b>	0,11	3,50	3	3	0	10	0,15	0,02	1,50	21,67	-18,17
<b>2</b>	3,67	3,50	3	3	1	10	0,20	0,81	1,50	22,51	-19,01
<b>3</b>	0,54	3,50	3	3	0	10	0,15	0,12	1,50	21,77	-18,27
<b>4</b>	3,24	3,50	3	3	1	10	0,20	0,71	1,50	22,41	-18,91
<b>5</b>	0,91	3,50	3	3	0	10	0,15	0,20	1,50	21,85	-18,35
<b>6</b>	2,74	3,50	3	3	1	10	0,20	0,60	1,50	22,30	-18,80
<b>7</b>	1,49	3,50	3	3	0	10	0,15	0,33	1,50	21,98	-18,48
<b>8</b>	2,24	3,50	3	3	1	10	0,20	0,49	1,50	22,19	-18,69
<b>9</b>	1,91	3,50	3	3	1	10	0,20	0,42	1,50	22,12	-18,62
<b>10</b>	1,94	3,50	3	3	0	10	0,15	0,43	1,50	22,08	-18,58
<b>11</b>	2,24	3,50	3	3	1	10	0,20	0,49	1,50	22,19	-18,69
<b>12</b>	1,50	3,50	3	3	0	10	0,15	0,33	1,50	21,98	-18,48
<b>13</b>	2,67	3,50	3	3	1	10	0,20	0,59	1,50	22,29	-18,79
<b>14</b>	1,13	3,50	3	3	0	10	0,15	0,25	1,50	21,90	-18,40
<b>15</b>	2,85	3,50	3	3	1	10	0,20	0,63	1,50	22,33	-18,83
<b>16</b>	0,80	3,50	3	3	0	10	0,15	0,18	1,50	21,83	-18,33
<b>17</b>	3,41	3,50	3	3	1	10	0,20	0,75	1,50	22,45	-18,95
<b>18</b>	0,48	3,50	3	3	0	10	0,15	0,11	1,50	21,76	-18,26
<b>19</b>	3,75	3,50	3	3	1	10	0,20	0,83	1,50	22,53	-19,03
<b>20</b>	0,15	3,50	3	3	0	10	0,15	0,03	1,50	21,68	-18,18

**Tabla 25 Cálculo Potencia Recepción Ruta distribución Huachi - Terreno**

<b>CÁLCULO POTENCIA RECEPCIÓN RUTA HUACHI - TERREMOTO</b>											
<b>Caja de Distribución</b>	Distancia	Potencia Tx Puerto PON (dBm)	Conectores	Pigtails	Mangas	Atenuación Splitter 1/8 (dB)	Perdida en Fusión (dB)	Perdida Distancia (dB)	Perdida en Conectores (dB)	Atenuación total (dB)	Potencia de Rx Splitter 2do Nivel (dBm)
<b>1</b>	0,80	3,50	3	3	0	10	0,15	0,18	1,50	21,83	-18,33
<b>2</b>	3,21	3,50	3	3	1	10	0,20	0,71	1,50	22,41	-18,91
<b>3</b>	0,27	3,50	3	3	0	10	0,15	0,06	1,50	21,71	-18,21
<b>4</b>	3,00	3,50	3	3	1	10	0,20	0,66	1,50	22,36	-18,86
<b>5</b>	0,49	3,50	3	3	0	10	0,15	0,11	1,50	21,76	-18,26
<b>6</b>	2,58	3,50	3	3	1	10	0,20	0,57	1,50	22,27	-18,77
<b>7</b>	1,06	3,50	3	3	0	10	0,15	0,23	1,50	21,88	-18,38
<b>8</b>	2,17	3,50	3	3	1	10	0,20	0,48	1,50	22,18	-18,68
<b>9</b>	1,37	3,50	3	3	1	10	0,20	0,30	1,50	22,00	-18,50
<b>10</b>	1,79	3,50	3	3	0	10	0,15	0,39	1,50	22,04	-18,54
<b>11</b>	1,76	3,50	3	3	1	10	0,20	0,39	1,50	22,09	-18,59
<b>12</b>	1,41	3,50	3	3	0	10	0,15	0,31	1,50	21,96	-18,46
<b>13</b>	2,09	3,50	3	3	1	10	0,20	0,46	1,50	22,16	-18,66
<b>14</b>	1,02	3,50	3	3	0	10	0,15	0,22	1,50	21,87	-18,37
<b>15</b>	2,55	3,50	3	3	1	10	0,20	0,56	1,50	22,26	-18,76
<b>16</b>	0,68	3,50	3	3	0	10	0,15	0,15	1,50	21,80	-18,30
<b>17</b>	2,90	3,50	3	3	1	10	0,20	0,64	1,50	22,34	-18,84
<b>18</b>	0,26	3,50	3	3	0	10	0,15	0,06	1,50	21,71	-18,21
<b>19</b>	3,22	3,50	3	3	1	10	0,20	0,71	1,50	22,41	-18,91
<b>20</b>	0,07	3,50	3	3	0	10	0,15	0,02	1,50	21,67	-18,17

**Tabla 26 Cálculo Potencia Recepción Ruta distribución Terreno - Loreto**

<b>CÁLCULO POTENCIA RECEPCIÓN RUTA TERREMOTO - LORETO</b>											
<b>Caja de Distribución</b>	Distancia	Potencia Tx Puerto PON (dBm)	Conectores	Pigtails	Mangas	Atenuación Splitter 1/8 (dB)	Perdida en Fusión (dB)	Perdida Distancia (dB)	Perdida en Conectores (dB)	Atenuación total (dB)	Potencia de Rx Splitter 2do Nivel (dBm)
<b>1</b>	0,10	3,50	3	3	0	10	0,15	0,02	1,50	21,67	-18,17
<b>2</b>	3,28	3,50	3	3	1	10	0,20	0,72	1,50	22,42	-18,92
<b>3</b>	0,57	3,50	3	3	0	10	0,15	0,13	1,50	21,78	-18,28
<b>4</b>	2,79	3,50	3	3	1	10	0,20	0,61	1,50	22,31	-18,81
<b>5</b>	0,93	3,50	3	3	0	10	0,15	0,20	1,50	21,85	-18,35
<b>6</b>	2,41	3,50	3	3	1	10	0,20	0,53	1,50	22,23	-18,73
<b>7</b>	1,26	3,50	3	3	0	10	0,15	0,28	1,50	21,93	-18,43
<b>8</b>	2,08	3,50	3	3	1	10	0,20	0,46	1,50	22,16	-18,66
<b>9</b>	1,61	3,50	3	3	1	10	0,20	0,35	1,50	22,05	-18,55
<b>10</b>	1,64	3,50	3	3	0	10	0,15	0,36	1,50	22,01	-18,51
<b>11</b>	2,09	3,50	3	3	1	10	0,20	0,46	1,50	22,16	-18,66
<b>12</b>	1,33	3,50	3	3	0	10	0,15	0,29	1,50	21,94	-18,44
<b>13</b>	2,41	3,50	3	3	1	10	0,20	0,53	1,50	22,23	-18,73
<b>14</b>	1,01	3,50	3	3	0	10	0,15	0,22	1,50	21,87	-18,37
<b>15</b>	2,63	3,50	3	3	1	10	0,20	0,58	1,50	22,28	-18,78
<b>16</b>	0,51	3,50	3	3	0	10	0,15	0,11	1,50	21,76	-18,26
<b>17</b>	3,13	3,50	3	3	1	10	0,20	0,69	1,50	22,39	-18,89
<b>18</b>	0,19	3,50	3	3	0	10	0,15	0,04	1,50	21,69	-18,19
<b>19</b>	3,45	3,50	3	3	1	10	0,20	0,76	1,50	22,46	-18,96
<b>20</b>	0,03	3,50	3	3	0	10	0,15	0,01	1,50	21,66	-18,16

**Tabla 27 Cálculo Potencia Recepción Ruta distribución Loreto - SDH**

<b>CÁLCULO POTENCIA RECEPCIÓN RUTA LORETO - SDH</b>											
<b>Caja de Distribución</b>	Distancia	Potencia Tx Puerto PON (dBm)	Conectores	Pigtails	Mangas	Atenuación Splitter 1/8 (dB)	Perdida en Fusión (dB)	Perdida Distancia (dB)	Perdida en Conectores (dB)	Atenuación total (dB)	Potencia de Rx Splitter 2do Nivel (dBm)
<b>1</b>	0,07	3,50	3	3	0	10	0,15	0,02	1,50	21,67	-18,17
<b>2</b>	4,32	3,50	3	3	2	10	0,25	0,95	1,50	22,70	-19,20
<b>3</b>	0,36	3,50	3	3	0	10	0,15	0,08	1,50	21,73	-18,23
<b>4</b>	3,99	3,50	3	3	2	10	0,25	0,88	1,50	22,63	-19,13
<b>5</b>	0,70	3,50	3	3	1	10	0,20	0,15	1,50	21,85	-18,35
<b>6</b>	3,65	3,50	3	3	1	10	0,20	0,80	1,50	22,50	-19,00
<b>7</b>	1,06	3,50	3	3	1	10	0,20	0,23	1,50	21,93	-18,43
<b>8</b>	3,28	3,50	3	3	1	10	0,20	0,72	1,50	22,42	-18,92
<b>9</b>	1,53	3,50	3	3	1	10	0,20	0,34	1,50	22,04	-18,54
<b>10</b>	2,75	3,50	3	3	1	10	0,20	0,61	1,50	22,31	-18,81
<b>11</b>	2,00	3,50	3	3	1	10	0,20	0,44	1,50	22,14	-18,64
<b>12</b>	2,27	3,50	3	3	1	10	0,20	0,50	1,50	22,20	-18,70
<b>13</b>	2,42	3,50	3	3	2	10	0,25	0,53	1,50	22,28	-18,78
<b>14</b>	1,79	3,50	3	3	0	10	0,15	0,39	1,50	22,04	-18,54
<b>15</b>	2,83	3,50	3	3	2	10	0,25	0,62	1,50	22,37	-18,87
<b>16</b>	1,48	3,50	3	3	0	10	0,15	0,33	1,50	21,98	-18,48
<b>17</b>	3,32	3,50	3	3	2	10	0,25	0,73	1,50	22,48	-18,98
<b>18</b>	1,08	3,50	3	3	0	10	0,15	0,24	1,50	21,89	-18,39
<b>19</b>	3,54	3,50	3	3	2	10	0,25	0,78	1,50	22,53	-19,03
<b>20</b>	0,72	3,50	3	3	0	10	0,15	0,16	1,50	21,81	-18,31

## 6. Cálculo capacidad de abonados y económico

Con toda la infraestructura montada en la ciudad de Ambato se tiene una capacidad de 14336 usuarios que pueden acceder a un servicio de internet de ultra alta velocidad, en la tabla 28 se puede ver los cálculos.

**Tabla 28 Capacidad de Usuarios en Ambato**

Cantidad de OLT	Cientes por OLT	Total Clientes
14	1024	14336

**Costos del Proyecto:** La inversión que se realizara para la implementación de la Red FTTH en la ciudad de Ambato sería de 958.105,70 USD.

En la tabla 26 se hace un desglose de los gastos que se tiene para la construcción de las rutas de backbone Urbano y las rutas de distribución.

**Tabla 29 Gastos para la construcción de la red Urbana y de Distribución**

ACTIVIDAD	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
CABLE	FIBRA 144 H	73705	METROS	2,00	147.410,00
TENDIDO AEREO MANO DE OBRA	FIBRA 144 H	56205	METROS	0,45	25.292,25
SOTERRADO MANO DE OBRA	FIBRA 144 H	17500	METROS	1,00	17.500,00
FUSIONES FIBRA	ODFS 144	30	IND	120,00	3.600,00
FUSIONES FIBRA	CAJAS BMX	320	IND	100,00	32.000,00
FUSIONES FIBRA	PIGTAIL	8160	IND	1,00	8.160,00
FUSIONES FIBRA	ODFS SPLITTER	14	IND	80,00	1.120,00
FUSIONES FIBRA	OLT	14	IND	8.000,00	112.000,00
FUSIONES FIBRA	PATCHCORD	1920	IND	1,00	1.920,00
FUSIONES FIBRA	ADAPTADORES DUPLEX	488	IND	4,00	1.952,00
FUSIONES FIBRA	MANGAS 144	16	IND	150,00	2.400,00

<b>FUSIONES FIBRA</b>	CASETERAS	820	IND	12,00	9.840,00
<b>FUSIONES FIBRA</b>	TUBOS CONTRACTILES	10464	IND	0,50	5.232,00
<b>TENDIDO AEREO</b>	HERRAJES	1420	IND	4,50	6.390,00
<b>ARMADO NODO</b>	RACK 48''	42	IND	130,00	5.460,00
<b>ETIQUETADO</b>	CINTA ETIQUETADORA	130	IND	30,00	3.900,00
<b>FUSIONES FIBRA</b>	SPLITTER 1X8	224	IND	35,00	7.840,00
				<b>TOTAL</b>	<b>392.016,25</b>

En la tabla 30 se hace un desglose de los gastos que se tiene para la construcción de las rutas en la zona de conservación.

**Tabla 30 Gastos para la construcción del soterramiento**

### **MATERIALES A UTILIZAR**

<b>CANT.</b>	<b>DETALLE</b>	<b>P.UNIT</b>	<b>P.TOTAL</b>
<b>4.250,00</b>	Tubos de 110 mm x 3 mts plastigama	14,83	63.027,50
<b>24,00</b>	rollos de Alambre galvanizado #18 de 1000 metros	60,00	1.440,00
<b>200</b>	Litros de Kalipega	16,85	3.370,00
<b>250</b>	Tubo hg y cerramiento (Bajantes galvanizados de 4")	61,01	15.252,50
<b>650</b>	QQ de cemento para cajas	9,94	6.461,00
<b>1340</b>	QQ de cemento para hormigón armado	9,94	13.319,60
<b>20</b>	Volqueta de polvo de Piedra azul	131,25	2.625,00
<b>25</b>	Volqueta de ripio	131,25	3.281,25
<b>470</b>	CODOS DE 110X45"	5,58	2.622,60
<b>300</b>	Mtrs. cinta eriban	1,50	450,00
<b>600</b>	Candados	0,63	378,00
<b>230</b>	Ángulos para cajas 6mts x4x4x2mm	17,50	4.025,00
<b>230</b>	Ángulos para tapas 6mts x3,5x3,5x2mm	17,50	4.025,00

65	Malla electro soldada para tapas y pozos 2,40X10mts		4.468,75
		68,75	
10	Discos para corte de metal 14"		90,00
		9,00	
10	Discos de diamante de 9"		718,60
		71,86	
70	Tablas para cajas		1.260,00
		18,00	
140	Tableros para cajas		438,20
		3,13	
120	rollos de cinta de peligro		1.800,00
		15,00	
30	kilos clavos 21/2		43,20
		1,44	
36	Kls de electrodos 6011 AGA		192,24
		5,34	
264	Micro sanjadora		9.240,00
		35,00	
264	Rotamartillo		9.240,00
		35,00	
264	Generadores		9.240,00
		35,00	
		Sub Total	157.008,44
		12% Iva	18.841,01
		Mano de obra	47.520,00
		<b>TOTAL</b>	<b>223.369,45</b>

En la tabla 31 se hace un desglose de los gastos que se generan por los elementos activos, cabe recalcar que se utilizaran equipos repotenciados.

**Tabla 31 Gastos Elementos Activos**

DETALLE	CANTIDAD	VALOR	TOTAL
OLT	14	4000,00	56000,00
ONT	7168	40,00	286720,00
		<b>TOTAL</b>	<b>342720,00</b>

En la tabla 32 se presenta los gastos por soporte e instalación que se genere en los clientes según la proyección de ventas.

**Tabla 32 Gastos Instalación y Soporte**

Año	Abonados	Costos recurrente por Soporte (USD)	Costos Instalación (USD)	TOTAL (USD)
1	2376	2376,00	118800,00	121176,00
2	2376	4752,00	118800,00	123552,00
3	2376	7128,00	118800,00	125928,00
			<b>TOTAL</b>	<b>370656,00</b>

A continuación en la tabla 33 se muestran los precios y planes que se ofrecerá al clientes.

**Tabla 33 Planes Ofrecidos**

PLAN	VELOCIDAD (Mbps)	COSTO
Starter	20	39,19
Geek	50	63,83
Gamer	75	82,31
Xtreme	100	115,91

A continuación en la tabla 34 se realiza la proyección de ingresos para los 3 años teniendo en cuenta que de experiencias con el servicio en otras ciudades la tendencia para contratar los diferentes planes es:

- Plan Starter 60%
- Plan Geek 30%
- Plan Gamer 8%
- Plan Xtreme 2%

**Tabla 34 Proyección de Ingresos**

Año	Abonados	PLAN STARTER	PLAN GEEK	PLAN GAMER	PLAN XTREME	Ingreso recurrente por Soporte (USD)	Instalación (USD)	TOTAL (USD)
1	2376	55869,264	45498,024	15645,4848	5508,04	831,60	266112,00	389464,42
2	2376	55869,264	45498,024	15645,4848	5508,04	1663,20	266112,00	390296,02
3	2376	55869,264	45498,024	15645,4848	5508,04	2494,80	266112,00	391127,62
							<b>TOTAL</b>	<b>1170888,05</b>

Para determinar el tiempo de retorno de la inversión, se tomaran los ingresos y egresos teniendo en cuenta que la inversión inicial es negativa.

**Tabla 35 Flujo de Caja**

<b>AÑOS</b>	<b>INGRESOS</b>	<b>EGRESOS</b>	<b>FLUJO DE CAJA</b>	<b>INVERSION INICIAL</b>
<b>0</b>		958.105,70		500.000,00
<b>1</b>	389.464,42	121.176,00	268.288,42	
<b>2</b>	390.296,02	123.552,00	266.744,02	
<b>3</b>	391.127,62	125.928,00	265.199,62	
<b>TOTAL</b>	<b>1.170.888,05</b>	<b>370.656,00</b>	<b>800.232,05</b>	

Se calcula el VAN para saber si el proyecto es rentable en la tabla 36 se realiza el cálculo. Se utiliza la siguiente formula:

$$VAN = -I_0 + \sum_{n=0}^n Fc / (1 + T)^n$$

- I<sub>0</sub> Inversión Inicial
- Fc Flujo de caja por año
- T Tasa de rendimiento actual
- n Años proyectados

**Tabla 36 Calculo del VAN**

<b>Inversión Inicial</b>	<b>TASA</b>	<b>Suma Flujo Capital</b>	<b>VAN</b>
500.000,00	12%	800.232,05	69.589,37

Se concluye que el proyecto es rentable y se recupera la inversión a los 3 años.

## 7. Conclusiones y Recomendaciones

### 7.1 Conclusiones

- El diseño de los 2 pétalos nos brinda una mejor cobertura en la ciudad de Ambato para poder llegar a más hogares, teniendo en cuenta la reducción de costos.
- A pesar de que la fibra óptica nos brinde muchas ventajas también se tienen factores que degradan el enlace, es por esto que la realización del presupuesto óptico es muy importante dentro del caso de estudio para poder hacer las correcciones que lo ameriten.
- El presupuesto óptico está dentro de los valores referenciales para los equipos de recepción, la ONT EP-3204N tiene una sensibilidad de -28dBm y las potencias de recepción en las cajas de distribución está en un promedio de -20dBm
- El diseño de la zona de conservación es un diseño que presta todas las garantías para mantener la parte estética de esta zona y cumplir con la normativa municipal.
- El direccionamiento alternado de las cajas de distribución da una mayor seguridad en caso de un corte de fibra de la ruta de distribución.
- Se realizó una adecuada ubicación de los nodos de manera que las zonas estén cubiertas en su mayoría.
- De acuerdo al análisis económico realizado en el caso de estudio es un proyecto viable, en los tres primeros años ya se recupera la inversión.
- Se utiliza dos niveles para colocar los splitter por ser que más se adapta a los requerimientos de la empresa.

## 7.2 Recomendaciones

- En el diseño de las rutas de cobertura se debe tener muy en cuenta que no se crucen con otras rutas ya construidas así se puede evitar fallas en diversos tramos que afectarían a varios usuarios.
- Se debe evitar los empalmes innecesarios porque estos siguen degradando el enlace y con ello la señal óptica recibida por la ONT no es la óptima y genera un soporte técnico.
- En los replanteos de la rutas tener en cuenta el estado de los postes a utilizar, si no se encuentran en buen estado se debe proponer un cambio de ruta.
- Se debe realizar un enlace para poder anillar el nodo nuevo Ingahurco que a pesar de tener 3 rutas interconectadas a estadio, este nodo no tiene conexión a otro nodo para cerrar el anillo.
- No se debe exceder la distancia de 20 Km desde la OLT hasta la ONT porque al seguir extendiendo esta distancia se sigue insertando atenuación en el enlace.
- En las cajas de distribución se recomienda que se instalen máximo 7 clientes corporativos y 8 clientes home para evitar saturación de la caja.
- Tener personal capacitado para realizar las tareas de fibra óptica, en planta externa, en fusión de fibra, en armado de cajas de distribución y en certificación de los hilos de fibra porque la fibra óptica se la debe trabajar de diferente manera.
- Certificar todos los hilos de la fibra de 144 hilos, en primer lugar que los hilos lleguen de nodo a nodo, luego que los hilos lleguen desde la caja de distribución al nodo que este direccionado y que tengan los niveles de atenuación adecuados.
- En el despliegue de la construcción se deben seguir todos los lineamientos de telconet.

## Bibliografía:

- [1] [https://es.wikipedia.org/wiki/Linea\\_de\\_abonado\\_digital\\_asimetrica](https://es.wikipedia.org/wiki/Linea_de_abonado_digital_asimetrica)
- [2] <http://www.confirmado.net/conformada-la-agencia-de-regulacion-y-control-de-las-telecomunicaciones>
- [3] <http://organismodecableadoansieiatiaisoieee.blogspot.com/>
- [4] <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/la-institucion/>
- [5] <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- [6] Lee, M.; Lee, B.-T.; Kim, J.-D.; Le, Q. & Lee, D. The SFP transceiver for 10Gbps asymmetric next generation-PON ONT, Optical Communication, 2008. ECOC 2008. 34th European Conference on, 2008, 1-2
- [7] Redes FTTH conceptos y aplicaciones Tutorial 9 LATTANZI y GRAF-IEE.pdf
- [8] Curso FTTx Training – testing fiberoptic.com
- [9] Redes FTTH conceptos y aplicaciones Tutorial 9 LATTANZI y GRAF-IEE.pdf
- [10] Curso Master Fiber Optic Testing Certification Training fiberoptic.com
- [11] <http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/biblioteca/>
- [12] Catalogo de fibra optica CMATIC soluciones desde 1994
- [13] SERIES G: TRANSMISSION SYSTEMS AND MEDIA, DIGITAL SYSTEMS AND NETWORKS Transmission media and optical systems characteristics – Optical fibre cables
- [14] FTTH Council Europe (2011). FTTH Business Guide. [cit. 30/03/2011]
- [15] Repositorio Universidad Politécnica Salesiana UPS-CT003084.pdf
- [16] [https://issuu.com/hdavalos/docs/datos\\_tungurahua](https://issuu.com/hdavalos/docs/datos_tungurahua)

## GLOSARIO DE TERMINOS

**ADSL.-** Línea de Abonado Digital Asimétrico, es una tecnología de acceso a internet de banda ancha sobre redes de cable de cobre, sin utilizar amplificadores ni repetidores de señal entre la conexión del cliente y el primer modo de red. Utiliza una frecuencia más alta que se utiliza en la comunicación telefónica convencional<sup>8</sup>.

**ARCOTEL.-** La Agencia de Regulación y Control de las telecomunicaciones es la entidad encargada de la administración, regulación y control de las telecomunicaciones y del espectro radioeléctrico y su gestión, así como de los aspectos técnicos de la gestión de medios de comunicación social que usen frecuencias del espectro radioeléctricos o que instalen y operen redes<sup>9</sup>.

**BPON.-** (Red Óptica Pasiva de Banda Ancha) Tiene una tasa de 155 Mbps fijos para el canal ascendente como descendente.

**Dial-Up.-** La conexión por línea conmutada se accede a internet utilizando un modem para llamar a través de la red telefónica conmutada.

**Downstream.-** Es cuando el usuario recibe requerimientos del OLT.

**EIA.-** La Alianza de Industrias Electrónica, es una organización comercial compuesta como una alianza de asociaciones de comercio para los fabricantes de electrónica en los Estados Unidos<sup>10</sup>.

**FTTB.-** (Fiber To The Building), La fibra óptica queda en el subsuelo de un edificio por lo general la distancia a la que queda del abonado esta de 80 mts.

---

<sup>8</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/Linea\\_de\\_abonado\\_digital\\_asimetrica](https://es.wikipedia.org/wiki/Linea_de_abonado_digital_asimetrica)

<sup>9</sup> <http://www.confirmado.net/conformada-la-agencia-de-regulacion-y-control-de-las-telecomunicaciones>

<sup>10</sup> <http://organismodecableadoansieiatiaisoieee.blogspot.com/>

**FTTC.-** (Fiber To The Curb), La fibra óptica se queda en algún armario en la calle por lo general la distancia a la que queda del abonado esta de 100 mts a 300 mts.

**FTTH.-** (Fiber To The Home), La fibra óptica llega hasta el cliente sustituyendo todo el cobre.

**FTTN.-** (Fiber To The Node), La fibra óptica se queda en un nodo a una distancia superior a los 400 mts.

**FTTX.-** (Fiber To The X), son las siglas generales que identifican el acceso a la red de fibra óptica que sustituye al bucle de abonado.

**GEAPON.-** (Gigabit-Ethernet sobre Redes Ópticas Pasivas) tecnología basado en Ethernet que transporta los datos por fibra, tiene una topología de árbol.

**GPON.-** (Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit) es una tecnología basado en redes PON de velocidades superiores a 1Gbps.

**INEC.-** El Instituto Nacional de Estadística y Censo es el órgano rector de la estadística nacional y el encargado de generar las estadísticas oficiales del Ecuador para la toma de decisiones en la política pública<sup>11</sup>.

**MPLS.-** (Conmutación Multi-Protocolo mediante Etiquetas), es un mecanismo de transporte de datos que opera entre la capa enlace y la capa de datos del modelo OSI.

**ODF.-** Es el organizador de fibra óptica se utiliza para recibir a los diferentes tipos de cable de fibra.

**ODN.-** La red de distribución óptica, inicia en el OLT hasta el ONT, comprende toda la parte pasiva de la red.

---

<sup>11</sup> <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/la-institucion/>

**OLT.-** Es la línea terminal óptica, se ubica en el nodo distribuidor o en la central, es la encargada de recibir las peticiones de las ONT's.

**ONT.-** Es el terminal de red óptico, se ubica en cada cliente, es el que integra la llegada de la señal de fibra óptica así como del cableado hacia el interior del abonado.

**OSI.-** Modelo de interconexión de sistemas abiertos es el modelo de referencia para los protocolos de la red de arquitectura de capas.

**PDU.-** La unidad de distribución de energía proporciona energía segura a los sistemas de redes de datos.

**Splitter.-** Es un divisor de señal.

**TDMA.-** Acceso múltiple por división de tiempo es una técnica que permite la transmisión de señales digitales y cuya idea consiste en ocupar un canal de transmisión a partir de distintas fuentes, de esta manera se logra mejor aprovechamiento del medio de transmisión.

**TIA.-** La Asociación de la Industria de Telecomunicaciones es una asociación comercial de los Estados Unidos, que representa casi 600 compañías o empresas.

**Triple Play.-** Es el desarrollo integral de servicios y contenidos audiovisuales (Vos, banda ancha y televisión) que se empaquetan por un mismo medio.

**Uplink.-** Puertos de OLT por donde cruza todo el tráfico de los usuarios que dependen de esa OLT.

**Upstream.-** Es cuando el usuario envía requerimientos hacia la OLT.

## Anexos:

### Montajes en Fibra Óptica

#### Latiguillos Simplex – Monomodo OSI



##### Características y Especificaciones:

- Disponible con conectores de tipo SC, ST, FC, LC, E2000, MTRJ y MU.
- Baja pérdida de inserción (<math><0.3\text{ dB}</math>) y alta pérdida de retorno (>55 dB).
- Conforme a los estándares RoHS (Restricción de ciertas Sustancias Peligrosas) y Telcordia GR-326-CORE.
- Producto estándar hecho libre de halógenos en 3 mm (diámetro nominal) con cable cerrado.
- También disponible en cable de 2 mm (diámetro nominal).
- Hoja técnica de certificación individual y número de identificación único por cada producto para su trazabilidad.
- Color de cables disponibles: Amarillo (estándar), naranja, gris.

##### Diagrama y Sección del cable



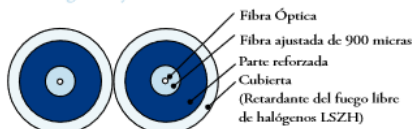
#### Latiguillos dúplex – Monomodo OSI



##### Características y Especificaciones:

- Disponible con conectores de tipo SC, ST, FC, LC, E2000, MTRJ y MU.
- Baja pérdida de inserción (<math><0.3\text{ dB}</math>) y alta pérdida de retorno (>55 dB).
- Conforme a los estándares RoHS (Restricción de ciertas Sustancias Peligrosas) y Telcordia GR-326-CORE.
- Producto estándar hecho libre de halógenos en 3 mm (diámetro nominal) con cable cerrado. También disponible en cable de 2 mm (diámetro nominal).
- Hoja técnica de certificación individual y número de identificación único por cada producto para su trazabilidad.
- Color de cables disponibles: Amarillo (estándar), naranja, gris.

##### Diagrama y Sección del cable



### Pigtails de Fibra Multimodo OM4



#### Características y Especificaciones

- Conectores SC, LC, ST, FC y E2000
- Chaqueta libre de halógeno LSZH
- Fibra ajustada como también de fácil pelado
- Pigtails OM4 están disponibles en color azul celeste como estándar
- Fibra Multimodo conforme a los estándares ITU-G651, TIA/EIA-492AAAA
- Diferente rendimiento de los conectores dependiendo de específicas aplicaciones
- Disponible en 12 colores estándares de EIC60304
- Disponibles en paquetes de 12 colores



### Pigtails de Fibra Monomodo OS1/OS2



#### Características y Especificaciones

- Conectores SC, LC, ST, FC y E2000
- Pulido UPC y APC
- Chaqueta libre de halógeno LSZH
- Fibra ajustada como también de fácil pelado de 900um
- Fibra Monomodo conforme a los estándares ITU-G652D, TIA/EIA-492CAAA
- Fibra G657A1-2 (bend insensitive) conforme a los estándares ITU-G657-A
- Diferente rendimiento de los conectores dependiendo de específicas aplicaciones
- Disponible en color blanco como estándar como también en 12 colores estándares EIC60304
- Disponibles en paquetes de 12 colores

### Latiguillos atenuados



#### Descripción

Los latiguillos atenuados de Cmatic de alto rendimiento se usan para atenuar la señal óptica en un enlace. Los latiguillos atenuados pueden ser instalados en lugar de latiguillos convencionales para ofrecer un nivel de atenuación constante con una pérdida de retorno menor de 50 dB.

Pueden ser usados igualmente para reemplazar a la combinación de cable convencional más un atenuador. Es un dispositivo compacto y pasivo, con múltiples usos, diseñado para funcionar en longitudes de onda de 1310 y 1550nm.

Son capaces de tener múltiples conectores, para satisfacer las necesidades requeridas.

Los latiguillos atenuados de Cmatic se les ofrecen con 20 años de experiencia en el montaje y producción de dispositivos de fibra óptica tanto pasivos como activos.

#### Aplicaciones:

- ▶ Redes de Telecomunicaciones.
- ▶ CATV.
- ▶ LAN y WAN.

#### Características:

- ▶ Ofrece la funcionalidad de atenuador y de cable de montaje simultáneamente.
- ▶ Alta baja pérdida de retorno (Back Reflection).
- ▶ Testado 100% en el Test de pérdida de inserción.
- ▶ Disponible en una amplia gama de conectores.
- ▶ Conforme a los estándares EIA (Alianza de industrias electrónicas) y TIA (Asociación de la industria de telecomunicaciones).
- ▶ De bajo coste y compacto.

### Adaptadores SC



SC MULTIMODO SIMPLEX

Color beige



SC MULTIMODO DÚPLEX

Color beige



SC MONOMODO SIMPLEX

Color azul



SC MONOMODO DÚPLEX

Color azul



SC APC MONOMODO SIMPLEX

Color verde



SC APC MONOMODO DÚPLEX

Color verde

### Adaptadores MTRJ, MPO e híbridos



MTRJ SIMPLEX

Color gris



SC-ST MULTIMODO DÚPLEX

Color beige



SC-FC MONOMODO SIMPLEX

Color azul



MPO SIMPLEX

Color negro



SC-ST MONOMODO DÚPLEX

Color azul

## Cable de fibra óptica multitubo holgado (de 24 a 144 fibras)

Los cables multitubo holgados de están contruidos con fibras de 250µm varadas en tubos holgados con aceite PBT (Tereftalato de polibutileno) alrededor de un cable de acero galvanizado o de un miembro reforzador central de fibra plástica reforzada (FRP) Estos están protegidos por elementos reforzadores de aramida o de vidrio (e-glass), una capa para evitar el agua y una cubierta, bien en PE o en LSZH.

### Características

- Fibras codificadas por colores.
- Elección del tipo de fibra.
- Cubierta LSZH o PE.

### Aplicaciones

- Idónea para aplicaciones tanto internas como externas en conductos o para enlaces en el interior de edificios o en campus.



Anti roedor



Resistente al agua



Resistente al fuego



Uso interno



Uso externo



Long. Estándar



### Panel Fijos

Cmatic le ofrece una amplia gama de paneles de parcheo fijos que completan el elenco de los paneles. Disponen de diferente tipo de puertos, altura y capacidad.



#### Descripción

16 puertos ST / FC  
24 puertos ST / FC  
24 posiciones SC, LC, MTRJ o E2000  
12 puertos SC dúplex o LC quad  
8 puertos SC dúplex o LC quad



#### Descripción

48 puertos SC, LC, MTRJ o E2000  
36 puertos horizontales SC dúplex o LC quad  
48 puertos ST o FC



#### Descripción

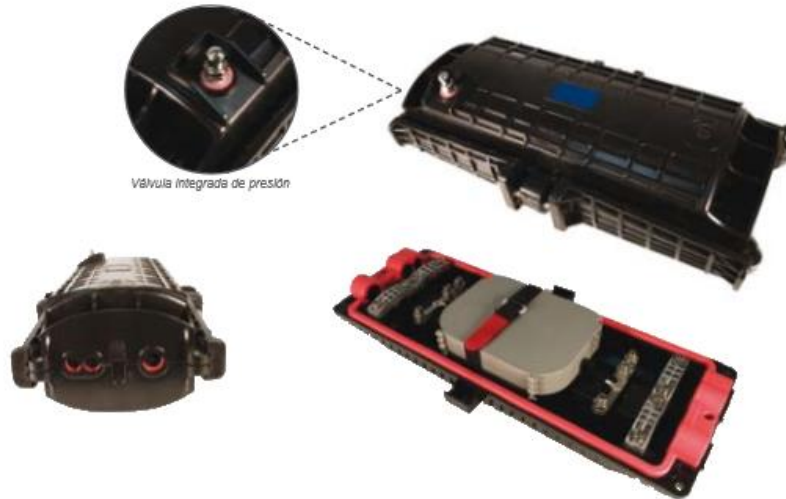
96 puertos SC, LC, MTRJ o E2000



#### Descripción

64 puertos horizontales SC dúplex o LC quad

### Torpedo estanco inline



Las cajas murales de exterior cerradas en línea son ideales para proteger los empalmes de fibra en aplicaciones dentro de zanjas o huecos. Están pensadas para que su cuerpo moldeado por inyección haga impenetrable por los elementos. Puede proteger los empalmes y asegurar su fiabilidad y uso en temperaturas ambiente de  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $+65^{\circ}\text{C}$ . Pueden ser colocadas en alturas, en sub-suelo, montarlas en pared y en ductos.

#### Características

- Soportan de 24 a 196 empalmes.
- Fácil de acceder.
- 3 posiciones de entrada de cable en cada extremo de la misma.
- Kit de empalme y terminación incluido.
- Cierre integrado, hermética y anti agua.
- Ideal para reparar cable.
- Cumple RoHS.
- Puede ser usadas en zanjas, zócalos o agujeros intermedios.
- Correctas para el uso aéreo, en subsuelo, ductos o enterrada.

#### Cajas murales para exterior cerradas en línea

Descripción	Ref.
Cajas murales para exterior cerradas en línea de 24 empalmes	INLINE01
Cajas murales para exterior cerradas en línea de 48 empalmes	INLINE02
Cajas murales para exterior cerradas en línea de 72 empalmes	INLINE03
Cajas murales para exterior cerradas en línea de 144 empalmes	INLINE04
Cajas murales para exterior cerradas en línea de 196 empalmes	INLINE05

#### Especificaciones: (la altura variará conforme al número de empalmes)

<b>Caja de 24 a 71 empalmes:</b>	<b>Anchura:</b> 210 mm	<b>Profundidad:</b> 450 mm	<b>Altura:</b> 90.5 mm	<b>Peso:</b> 2 kgs
<b>Caja de 144 a 196 empalmes:</b>	<b>Anchura:</b> 216 mm	<b>Profundidad:</b> 450 mm	<b>Altura:</b> 150 mm	<b>Peso:</b> 3 kgs

### Kit de herramientas de instalador de red



El kit de herramientas de instalador de red es de obligada compra para cualquiera que realice una instalación en cobre. Contiene las herramientas esenciales para este tipo de instalaciones.

Nuestros kits vienen con la popular gama de productos Tools, que ofrecen al usuario comodidad a la hora de saber que usan unas herramientas con un rendimiento de calidad constante que es un punto crítico en la industria de hoy en día. La excelente calidad de Tools va de la mano con el maletín de herramientas en el que estas se presentan.

Los maletines son protección IP67 y son usados normalmente en aplicaciones militares, por lo que puede estar seguro que han pasado los tests más rigurosos. Nuestros maletines ofrecen las siguientes ventajas y beneficios:

- Herméticos
- Apilables entre ellos
- Material principal de alta densidad
- Pasada prueba anti-golpes
- Pasada prueba anti-corrosión
- Pasada prueba anti-agua y hermético ante este
- Pasada prueba de descargas
- Pasada prueba arena y tierra elemento
- Soporta temperaturas entre -33 y +90°C

Los elementos de separación del maletín están hechos con espuma densa, por lo que no absorberá ningún líquido que se pueda derramar, argumento que es muy plausible a la hora de proteger cualquier equipo delicado y/o frágil que contenga el kit. La espuma ha sido insertada de acuerdo a un método informatizado que permite que el contenido encaje perfectamente en sus respectivas áreas, asegurando así la máxima seguridad posible ante un posible daño. Lo hemos fabricado todo en 2 tonos de color, lo que permitirá la rápida identificación de las herramientas faltantes.

Al igual que los kits estándar podemos ofrecer un programa personalizado para aquellos que quieran poner la marca de su empresa o logo en el kit y elegir que contenidos en concreto quieren que tenga el maletín (sujeto a orden mínima de pedido, variaría el tiempo de recepción del material al igual que el precio).

### OTDR de longitud de onda Quad para Multimodo y monomodo



OTDR de longitud de onda Quad tanto para monomodo como multimodo de interfaz cercano al usuario, diseñado específicamente para testeos y labores problemáticas, dentro de redes de campus o redes de acceso. Su robusto diseño y larga duración de la batería lo hace ideal para su uso en campo.

Una simple pulsación de botón inicia el test, haciéndolo sencillo tanto para un principiante como para un experto. El resultado se muestra como una gráfica o tabla de eventos a todo color, haciendo la localización de fallos en la fibra muy sencilla. Transfiriendo los datos a una memoria USB o directamente al PC a través del puerto USB, el fácil tratamiento de los resultados se puede archivar mediante un software gratuito suministrado. Un testeado mejorado de la fibra por parte del OTDR se puede lograr añadiendo un medidor de potencia opcional, al igual que un laser localizador de fallos o una sonda para la inspección y prueba final del estado de los conectores o adaptadores, logrando así que el OTDR de sea un instrumento de testeos óptico versátil y útil.

#### Características y Beneficios

- Long. De Onda 850 y 1300nm para multimodo.
- Long. De Onda 1310 y 1550nm para monomodo.
- Memoria interna para hasta 500 resultados.
- Duración aprox. De la batería 8 horas.
- Pantalla a color antirreflejos.
- Test de una sola pulsación.
- 6 lenguajes, incluyendo inglés, francés, alemán, español
- VFL opcional (Visifault).
- Medidor de potencia opcional.
- Comprobador de inspección opcional.

#### Especificaciones:

Long. De Onda	850/1300nm
Rango Dinámico	20/20dB
Zona de atenuación	3.5m
Zona de atenuación	12/12m
Distancia	5km
Memoria interna	500 resultados
Conector del OTDR	SC
Tamaño (AlxAnxPr)	250mm x 125mm x 75mm
Peso	1kg
Temperatura operativa	-18oC a 50oC
Batería	2x Baterías Li-ion para 8 horas de uso

### Bobinas de Lanzamiento



Los OTDR requieren emitir y recibir por cables para medir la pérdida de principio a fin de los enlaces de fibra óptica. Un cable de lanzamiento, que conecta al OTDR al enlace cercano bajo inspección, revela la pérdida de inserción y la reflectometría de la conexión cercana al extremo inicial. Un cable receptor, que se conecta casi en el enlace final, revela la pérdida de inserción y reflectometría de la conexión más alejada.

Las bobinas de lanzamiento de están disponibles en una caja resistente y compacta, con extremos conectorizados de 1.5mts (o hechos en longitudes a medida) Pueden ser alojadas con facilidad debajo de la caja con las cogidas de velcro suministradas en el artículo. La caja lleva 150mts de fibra como estándar para multimodo y 500mts para monomodo, otras distancias pueden hacerse bajo pedido. Las bobinas pueden ir conectorizadas con conectores de su elección. Se suministra el artículo junto a una bolsa protectora con un soporte para ajustar al cinturón.

#### Características

- Conectorización en un tramo de 1.5mts de largo.
- Elección de los conectores.
- Como estándar 150 metros de fibra multimodo.
- Como estándar 150 metros de fibra monomodo.
- Fibra ininterrumpida, sin fusión de por medio.

#### Beneficios

- Solución compacta.
- Construcción robusta.
- Fuerza de retención 50N.

### Lapiz Localizador De Fallas Para Fibra Optica



El láser localizador de fallos OPTVFL-2 está diseñado específicamente para personal de campo que necesita una herramienta eficaz y económica de seguimiento de fibra, enrutamiento de fibra y comprobación de continuidad en una red óptica durante la instalación y después de ella. Las roturas de fibras, los microdobles y los empalmes ópticos deficientes se ven claramente cuando la luz ilumina el recubrimiento de la fibra óptica o la cubierta exterior.

El OPTVFL-2 es un excelente añadido para complementar las herramientas de los instaladores, porque puede localizar las fibras rotas dentro de la zona muerta de los OTDR. El ser portátil y emitir luz por sí mismo le conduce a otras aplicaciones como por ejemplo comprobar continuidad, identificar conectores en los paneles de parcheo y fibras durante las operaciones de empalme. El interfaz de conector universal ofrece rapidez con muchos tipos de conectorización sin tener que cambiar de adaptador.

#### Características

- Luz láser visible de 650nm.
- Carcasa de metal resistente, tamaño de un lápiz
- Liviano
- Adaptador universal para conectores estándares de 2.5mm (FC,SC,ST, etc)
- Disponible también adaptador para conector LC (1.25mm)
- Puede usarse con fibra monomodo y multimodo
- Alto potencia (1mW).

## Herramientas y Equipos de Medida

### Fusionadora automática de altas prestaciones



Fusionadora OPT-FSPL-KIT  
(Incluida)



Cortadora de precisión  
OPT-FSPL-PCT (Incluida)

La fusionadora de OPT-FSPL utiliza el sistema de alineación de núcleo para proporcionar el mejor sistema de acabado para fibras ópticas. Apta para uso en multimodo y monomodo junto con fibras DS, NZDS y EDF. El usuario también puede configurar sus propios programas permitiendo que diferentes fibras puedan ser fusionadas cuando sea necesario. Con un tiempo de fusión medio de 8 segundos y un tiempo de calentamiento de 40 segundos la fusionadora OPT-FSPL proporciona un proceso de terminado muy rápido. Antes de fusionar, la fusionadora OPT-FSPL comprobará que los extremos de la fibra poseen un ángulo de corte óptimo que proporcione las condiciones de fusión apropiadas. En el caso de que el corte no sea el necesitado, una señal de alarma aparecerá en la pantalla detallando el tipo de problema y permitiendo al usuario rectificarlo sin desaprovechar el tiempo. Pérdidas medias en fusión menores de 0.02db para monomodo y 0.01db para multimodo, lo hacen apto tanto para aplicaciones de datos como de comunicaciones. La pérdida estimada es mostrada en pantalla después de hecha la fusión, y es almacenada en la memoria. Después de la fusión, una tensión de 2N es automáticamente aplicada a la fusión cuando la tapa protectora es levantada para comprobar la resistencia de la fusión. La batería recargable estándar garantiza un día entero de trabajo con una vida de 200 ciclos, fusión y operación de calentamiento, con un tiempo rápido de recarga de aproximadamente 4 horas. La cortadora es pequeña y ligera, y es suministrada completa con su propia caja resistente, haciéndola ideal para uso en campo. La estándar OPT-FSPL-KIT consta de fusionadora, cortadora de precisión, batería y cargador, suministro eléctrico AC, electrodos de repuesto, bandeja para enfriar la fibra y cinta para poder llevar la caja.

#### Características y Beneficios

- Alineación por núcleo.
- Pantalla LCD con color.
- Vistas simultáneas en X e Y.
- Disponible en varios lenguajes.
- Tiempo de calentamiento – 40 segundos.
- Almacenamiento de resultados.
- Tiempo de fusión – 8 segundos.
- Velocidad máxima del viento de 15 m/s.
- Duración de la vida de la batería (200 ciclos).
- Panel de control dual con monitor reversible.
- Área de fusión iluminada para fácil manejo en condiciones con poca luz.