



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS
TECNOLOGÍA EN REDES Y TELECOMUNICACIONES

DISEÑO DE UNA RED DE ACCESO UTILIZANDO TECNOLOGÍA FTTH
(FIBER TO THE HOME), PARA EL EDIFICIO SOLEMNI UBICADO EN LAS
CALLES ALEMANIA N 30-38 Y AV ELOY ALFARO DE LA CIUDAD DE QUITO

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos
para obtener el título de Tecnólogo en Redes y Telecomunicaciones

Profesor Guía:
Ing. Danilo Montalvo

Autor:
Edwin Isidro Orozco Orozco

Año

2013

DECLARACION DEL PROFESOR GUÍA

Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, Sr. Edwin Isidro Orozco Orozco, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los trabajos de titulación.

Ing. Danilo Montalvo
DIRECTOR DE PROYECTO

C.C. 1713015665

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

Edwin Isidro Orozco Orozco

C.C. 1712807104

AGRADECIMIENTOS

A Dios que me permite culminar esta meta estudiantil.

Al Ingeniero Danilo Montalvo, profesor guía, por su paciencia, apoyo y correcciones.

A mis padres, Amable y Clotilde, por su apoyo incondicional.

A mi esposa Amparito, a mis hijos Sebastián y Méllany, fuentes de inspiración y apoyo.

DEDICATORIA

A mis padres por haberme inculcado los valores de la responsabilidad y perseverancia, y por enseñarme que solo con esfuerzo se alcanzan los objetivos.

Edwin

RESUMEN

El presente Proyecto tiene como finalidad detallar el diseño y la instalación de una red óptica FTTH, para dar cobertura de servicio a los usuarios del edificio Solemni, ubicado en las calles Alemania N 30-38 y Av Eloy Alfaro de la ciudad de Quito, adicionalmente se estudiara la interrelación que existe entre la informática, electrónica y la sociedad con impacto en la cultura y el comportamiento humano.

En este sentido existen diversas tecnologías disponibles y topologías implementables a fin de realizar un despliegue de acceso mediante fibra hasta el hogar, estas tecnologías pueden clasificarse en primera instancia en dos grandes grupos:

Redes Activas: red de fibra óptica con elementos activos en ella (fuera de la central), como en el caso de SDH-NG, o una red Metro Ethernet suficientemente distribuidas de modo que se pueda conectar directamente los clientes a la red. En ese caso estas redes cumplirían la función de red de acceso y no únicamente de transporte como es actualmente.

Redes Pasivas: son redes de fibra óptica cuyos componentes son enteramente pasivos en la red de distribución (no en la central y domicilio del cliente). Estas se denominan PON. Permiten compartir una misma fibra entre varios usuarios

Por lo tanto se propone Diseñar una red de acceso que utilice tecnología FTTH, para el edificio Solemni y analizar las redes ópticas pasivas que son el fundamento para diseñar la red de acceso, optimizando el rendimiento de aplicaciones y comunicaciones, de la misma manera el análisis de una red pasiva PON, en particular con tecnología GEPON realizando así una contribución teórico - práctico en el campo de la Eléctrica y Electrónica.

ABSTRACT

The goal of this Project is to detail the design and installation of the FTTH optic network in order to provide service coverage to users at Solemni Building located in Alemania N30-38 and Eloy Alfaro streets in Quito. It will be additionally investigated the relationship between computing, electronics and society and its influence in the human culture and behavior.

In this sense, there are several technologies available and implementable topologies in order to carry out a deployment of access through optic fiber as far as homes. These technologies can be first of all sorted in two main groups:

Active networks: They are fiber optic networks with active elements in them (outside the central office), Such as in the case of SDH-NG, or the Metro Ethernet Network adequately distributed, so the users can be directly connected to the network. In this case, these networks will work as access networks and not only as transmission networks as they currently are now.

Passive networks: They are optic fiber networks whose components are entirely passive in the distribution network (Not at the central office or homes). These are named PON and allow sharing a unique fiber between several users.

Therefore, it is suggested for the Solemni Building to design an access network that use FTTH technology, and analyze the passive networks that are the fundamentals for designing an access network, improving this way the applications and communication performance as well as the analysis of a PON passive network, in particular the one with GEPON Technology, thus contributing in a theoretical and practical way in the fields of Electricity and Electronics.

ÍNDICE

INTRODUCCION	1
CAPITULO I	2
Fundamentación Teórica Sobre la Fibra Óptica y las Tecnologías FTTX.....	2
1.1 Preambulo	2
1.1.1 Terminal de Usuario	3
1.1.2 Red de Acceso.....	3
1.1.3 Conmutación y Transporte	4
1.2 Plataforma NGN	5
1.2.1 Capa de Conectividad Primaria y Transporte.....	5
1.2.2 Capa de Acceso.....	5
1.2.3 Capa de Servicio.....	6
1.2.4 Capa de Gestión	6
1.3 Fibra Óptica	6
1.3.1 Tipos de Fibra Óptica	8
1.3.1.1 Fibra Multimodo.....	9
1.3.1.2 Fibra Monomodo	9
1.3.2 Conectores de Fibra Óptica	9
1.3.3 Tipos de Pulido y Contacto.....	11
1.3.4 Dispositivos Ópticos	12
1.3.4.1 Fuentes de Luz.....	12
1.3.4.2 Fotodetectores.....	12
1.3.4.3 Multiplexores Ópticos	12
1.3.4.3.1 Multiplexación por División de Tiempo (TDM)	12
1.3.4.3.2 Multiplexación por División de Frecuencia (FDM)	13
1.3.4.3.3 Multiplexación por División de Longitud de Onda (WDM)	14
1.4 Redes FTTx	14
1.4.1 FTTN (Fiber to the Node)	15

1.4.2 FTTC (Fiber to the Curb).....	15
1.4.3 FTTB (Fiber to the Building)	16
1.4.4 FTTH (Fiber to the Home)	16
CAPITULO II	18
Redes de Acceso FTTH	18
2.1 Introducción	18
2.2 Redes PON	18
2.2.1 Características de las Redes PON	19
2.2.2 Ventajas de la Arquitectura PON	20
2.2.3 Estructura de una Red PON	20
2.3 GPON (Gigabit Capable Passive Optical Network).....	21
2.3.1 Características Generales	21
2.3.2 Arquitectura de una Red GPON	23
2.3.3 Descripción de los Elementos para una Red GPON.....	24
2.3.3.1 OLT (Optical Line Terminal)	24
2.3.3.2 ODN (Optical Distribution Network).....	25
2.3.3.3 ONT (Optical Network Terminal)	26
2.4 Zonas de Servicio para Redes GPON	27
2.4.1 Modelo Masivos	28
2.4.2 Modelo Edificios	28
2.4.3 Modelo Multiaccesos	29
2.4.4 Modelo Corporativo – Edificio de hasta 10 Pisos	29
2.4.5 Modelo Corporativo – Edificios de 10 hasta 20 Pisos	30
2.4.6 Modelo Parque Industrial.....	30
2.4.7 Modelo Móvil 3G	31
2.5 Modelo de Cálculo de Enlace para Accesos GPON	31
2.5.1 Definiciones y Supuestos Considerados en el Modelo de Cálculo ...	34
2.5.2 Longitud Máxima de Anillos para FEEDER.....	34
2.6 Parámetros de Diseño de la Red GPON.....	35
2.6.1 Largo de la FO: Debe quedar por debajo del umbral (DB)	35

2.6.2 Niveles, Razón de División y Tipos de Splitter Óptico.....	36
2.6.3 Criterios de Protección.	36
CAPITULO III	38
Diseño una Red de Acceso Utilizando Tecnología FTTH para el Edificio Solemni de la Ciudad de Quito	38
3.1 Objetivo	38
3.2 Datos Generales.....	38
3.3 Características Constructivas.....	40
3.3.1 Acceso Proveedor de Servicios – Acometida.....	41
3.3.2 Cuarto de Comunicaciones	41
3.3.3 Armario FTTH	41
3.3.4 Divisores Opticos (SPLITTERS).....	43
3.3.5 Cable Riser	45
3.3.6 Caja Optica Modular de Piso	46
3.3.7 Cable DROP G.657. A2	47
3.3.8 Roseta Optica	47
3.3.9 ONT	49
3.4 Pruebas de Fiabilidad.....	50
3.5 Calculo de Atenuación	51
CAPITULO IV	53
Conclusiones y Recomendaciones	53
Referencias	54
Anexos	56

INTRODUCCION

Las nuevas tendencias de comunicaciones en Sudamérica y el mundo han impulsado la evolución de nuevos servicios tales como internet de alta velocidad, IPTv, videoconferencia, entre otros.

Las tecnologías xDSL (como por ejemplo ADSL2+ y VDSL) permiten proveer servicios de banda ancha, pero la velocidad máxima que pueden alcanzar depende directamente de la longitud del bucle de abonado y del estado del cable de cobre sobre el que se provee el servicio. Adicionalmente, el par de cobre presenta variables que inciden en la velocidad de datos que se puede brindar y por ende en los servicios que se puede ofrecer, uno de los factores más influyentes es la relación señal a ruido presente en el cable de cobre.

Actualmente, tanto para clientes corporativos como para clientes masivos, se ha presentado demanda de servicios que requieren anchos de banda cada vez mayores; dichos anchos de banda son superiores a los que pueden ser brindados mediante planta externa de cobre, ya sea con tecnología ADSL2+ o VDSL. Para ello, existen proveedores de servicio de telecomunicaciones que ya se encuentran brindando soluciones de Fibra Óptica hasta la casa del abonado.

En el mundo moderno es vital contar con información ágil y segura para la toma de decisiones, las comunicaciones se han transformado en el pilar de desarrollo económico, a través de un adecuado sistema de telecomunicaciones se puede reducir los costos de transacción, mejorar la productividad y, por lo tanto generar competitividad.

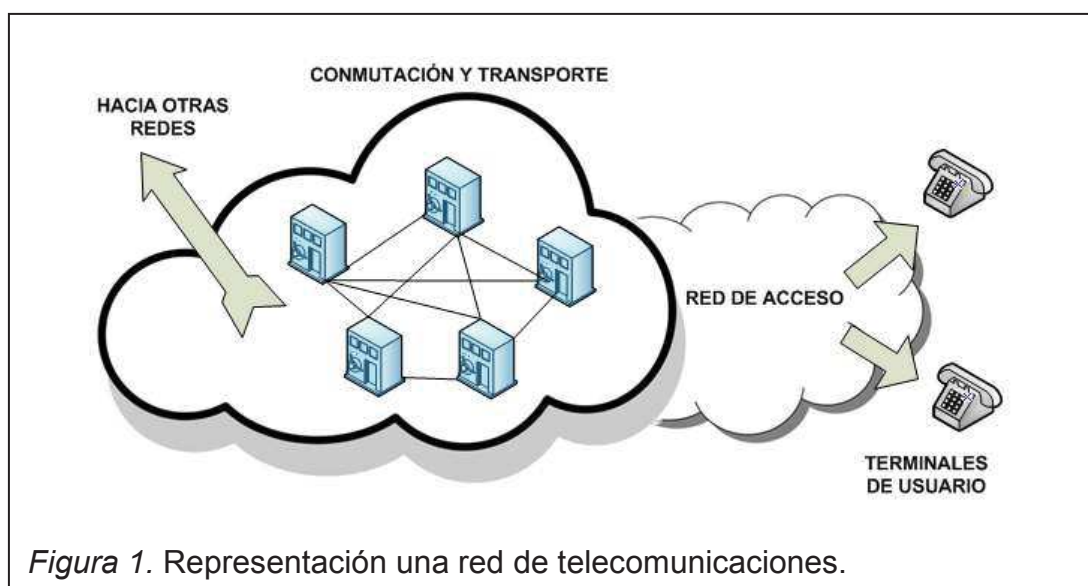
De acuerdo al mismo, se presenta el Proyecto de Redes de Datos en Fibra Óptica para el Edificio Solemni para atender los requerimientos de sus interesados

CAPITULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA SOBRE LA FIBRA ÓPTICA Y LAS TECNOLOGÍAS FTTX

1.1 PREAMBULO

La mayoría de las redes existentes actualmente se configuran en torno a unos elementos o dispositivos comunes. Desde el punto de vista técnico podemos distinguir tres componentes básicos: el terminal, dispositivo que permite a un usuario conectarse al canal de comunicaciones; la red de conmutación y el transporte o núcleo de red que realiza las conexiones necesarias para que dos terminales remotos se comuniquen entre sí; y la red de acceso que conecta al terminal de usuario con la red de conmutación y transporte.



Como podemos ver en la misma figura, el terminal y el acceso son individuales para cada usuario, mientras que los componentes del núcleo de red son compartidos por un alto número de usuarios. Las distintas redes de telecomunicación exigen la utilización de diferentes tipos de equipos (por ejemplo, distintos terminales), distintas capacidades en la red de acceso (ancho de banda o velocidad binaria) o distintos tipos de conmutación en el núcleo de la red.

1.1.1 TERMINAL DE USUARIO

Es el dispositivo que se conecta a un extremo del canal de comunicaciones y que sirve al usuario como interfaz con la red. El terminal convierte los mensajes a transmitir (voz, texto, datos, etc.) en señales eléctricas o electromagnéticas que después viajarán por el resto de la red. Por medio del terminal también le comunicamos al sistema de gestión de la red el tipo de comunicación que queremos establecer y la identidad del usuario con quien queremos conectarnos. Existen muchos tipos de terminales en función del tipo de red o de los servicios suministrados.

1.1.2 RED DE ACCESO

El segundo componente básico de una red de telecomunicaciones es la red de acceso. La red de acceso conecta a los terminales de usuario, de forma individual, con el núcleo de red.



A lo largo de décadas, y con el objetivo de conectar a los usuarios de la red telefónica convencional, se ha desplegado una red de acceso que une millones

de hogares con los nodos de conmutación por medio de pares de hilos de cobre. El par de cobre tiene una serie de características técnicas que lo hacen adecuado para la transmisión de señales de voz y datos. Sin embargo, esta red de acceso ya construida puede no ser suficiente cuando el abonado está a una distancia grande (más de 4 - 6 Km), o cuando deba conectarse a una red que exija la transmisión de mayores anchos de banda.

Para el estudio de este proyecto de titulación, nos enfocaremos particularmente en las redes de acceso por medio de fibra óptica.

1.1.3 CONMUTACIÓN Y TRANSPORTE

Dependiendo de la tecnología que se aplique, la ISDN (Red Digital de Servicios Integrados – Integrated Services Digital Network) permite a un mismo usuario varias comunicaciones (voz y datos) simultáneas.

La tecnología x-DSL permite extender el uso de aplicaciones de banda ancha. Existen tres técnicas fundamentales con multitud de variantes: HDSL (High rate Digital Subscriber Line) que ofrece velocidades de hasta 2 MB/s en ambas direcciones (desde la red al usuario y desde el usuario a la red), ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) que permite transmitir desde la red hacia el abonado hasta 8 MB/S y desde el abonado a la red hasta 1 Mb/s, y VDSL (Very high data rate Digital Subscriber Line) que permite distintas velocidades de ambas direcciones) para distancias cortas. Estas tecnologías necesitan un módem especial en casa del usuario y permiten la transmisión de voz y datos simultáneamente. El entorno típico de aplicación de HDSL es una pequeña empresa que desea tener un acceso permanente de capacidad media; ADSL es una tecnología óptima para prestar servicio telefónico y mantener al mismo tiempo un accesos de alta velocidad a Internet; y VDSL permite la transmisión de vídeo interactivo sobre un par de cobre convencional o como tramo final de accesos por fibra óptica.

1.2 PLATAFORMA NGN

Una red de próxima generación proporciona múltiples servicios de banda ancha a través del transporte de paquetes, con una calidad de servicio óptima, independiente de la tecnología de transportes aplicada.

Las NGN requieren una arquitectura que permita la integración perfecta de servicios de telecomunicaciones tanto nuevos como tradicionales entre redes de paquetes de alta velocidad; dicha arquitectura está estructurada por cuatro capas principales de tecnología: conectividad, acceso, servicio y gestión.

1.2.1 CAPA DE CONECTIVIDAD PRIMARIA Y TRANSPORTE

Basado en la tecnología de paquetes, ya sea ATM o IP, el tráfico se transporta a través de esta capa, usando una red IP compuesta de enrutadores de borde y backbone y de medios de transmisión ópticos, ofreciendo un máximo de calidad y flexibilidad.

Al borde de la ruta principal de paquetes están las pasarelas (gateway): su función principal es adaptar el tráfico del cliente y de control a la tecnología de la NGN. Las gateways se interconectan con otras redes, en cuyo caso son llamadas gateways de red, o directamente con los equipos de usuarios finales, en cuyo caso se las denomina gateways de acceso. Las pasarelas interfueron con los componentes de la capa de servicio, usando protocolos abiertos para suministrar servicios existentes y nuevos.

1.2.2 CAPA DE ACCESO

Provee el acceso a los servicios de la red NGN, independiente del tipo de terminal y medio empleado. Un gateway de acceso provee la conversión necesaria de la información de la fuente a IP y viceversa, actuando bajo el control del controlador de llamadas de la capa de servicios. La capa de acceso incluye en las diversas tecnologías usadas para llegar a los clientes.

1.2.3 CAPA DE SERVICIO

Consiste en el equipo que proporciona los servicios y aplicaciones disponibles a la red. Además, hace posible distribuir los servicios en los equipos de los usuarios finales, en vez de distribuirlos en la red. Los tipos de servicio que se ofrecerán abarcarán todos los de voz existentes, y también una gama de servicios de datos y otros nuevos servicios multimedia.

1.2.4 CAPA DE GESTIÓN

Compuesta por el Servidor de llamadas que ejerce el control de la sesión a través de señalización hacia terminales y gateways.

Servidor de servicios centralizado que ofrece funciones como aprovisionamiento del servicio, administración de suscriptores y generación del registro de llamadas.

Y, Sistema de facturación y administración de la red que minimiza los costos de explotar una NGN, proporciona las funciones de dirección empresarial de los servicios y de la red. Permite la provisión, supervisión, recuperación y análisis del desempeño de extremo a extremo necesarios para dirigir la red

1.3 FIBRA ÓPTICA

Es un medio de transmisión empleado en redes de datos; consiste en un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir. El haz de luz queda completamente confinado y se propaga por el interior de la fibra con un ángulo de reflexión por encima del ángulo límite de reflexión total. La fuente de luz puede ser láser o un led.

Posee una altísima capacidad de transmisión y puede utilizarse para conectar a usuarios de alto tráfico. Una sola fibra puede recoger el tráfico de muchos usuarios y transportarlo a la red.

Cada filamento consta de un núcleo central de plástico o cristal (óxido de silicio y germanio) con un alto índice de refracción, rodeado de una capa de un material similar con un índice de refracción ligeramente menor. Cuando la luz llega a una superficie que limita con un índice de refracción menor, se refleja en gran parte, cuanto mayor sea la diferencia de índices y mayor el ángulo de incidencia, se habla entonces de reflexión interna total.

El cable de fibra óptica consta de las siguientes partes:

- **Núcleo (Core)**
Es el filamento de vidrio de sílice, dopado con materiales como B_2O_3 (Óxido de Boro), GeO_2 (Óxido de Germanio), P_2O_5 (Óxido Fosfórico) por la cual viajan los pulsos de luz ajustando su índice de refracción¹.
- **Revestimiento**
Son capas que rodean al núcleo de la fibra, fabricadas de un material con un índice de refracción menor al del núcleo.
- **Forro**
Es una protección de la fibra hecha de plástico que la cubre de adversidades del medio.



Figura 3. Partes de la Fibra Óptica y colores.

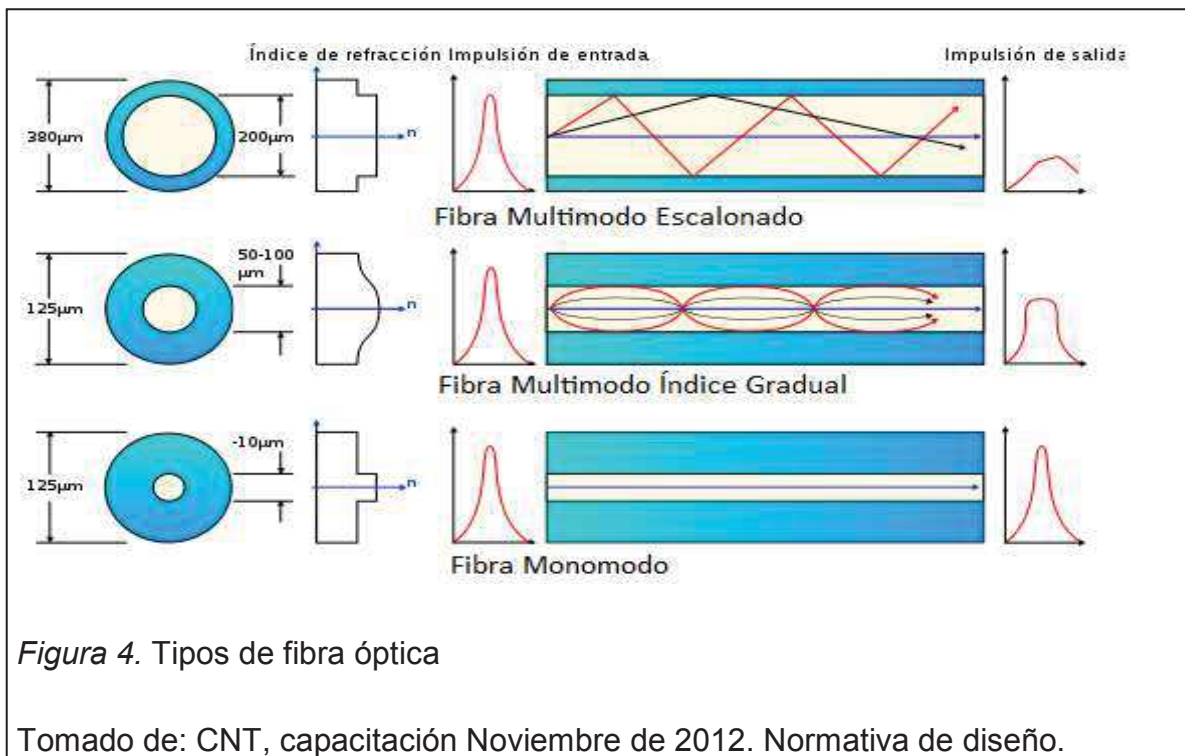
Tomado de: CNT, capacitación Noviembre de 2012. Normativa de diseño.

A diferencia del cable de cobre, la fibra óptica se destaca por su alta capacidad de transmisión, funciona a velocidades más altas y a mayor distancia sin necesidad de repetidores, no presenta problemas de diafonía o dispersión.

En conclusión, la tecnología de fibra óptica se presenta como una firme solución a los problemas de transmisión de datos del cobre, gracias a su robustez, a su potencial ancho de banda ilimitado y al continuo descenso de los costos asociados a los láseres. Si a los aspectos anteriores se suma al hecho de que las nuevas construcciones ya integran cableado estructurado de fibra óptica monomodo por su bajo costo, se está hablando de un escenario acreditado para poder desplegar soluciones de conectividad en fibra óptica que directamente lleguen hasta la vivienda.

1.3.1 TIPOS DE FIBRA ÓPTICA

Los tipos de fibra óptica se dividen de acuerdo a su modo de propagación.



1.3.1.1 Fibra Multimodo

Son aquellas que pueden guiar y transmitir varios modos de propagación, es utilizada para enlaces de distancia corta, hasta 3 km.

1.3.1.2 Fibra Monomodo

Son aquellas que por su especial diseño puede guiar y transmitir en un solo modo de propagación y poseen un ancho de banda muy elevado.

1.3.2 CONECTORES DE FIBRA ÓPTICA

Son elementos pasivos que conectan los hilos de fibra óptica a un dispositivo, pudiendo ser éste un transmisor o un receptor. Los conectores son de simple instalación y fácil mantenimiento.

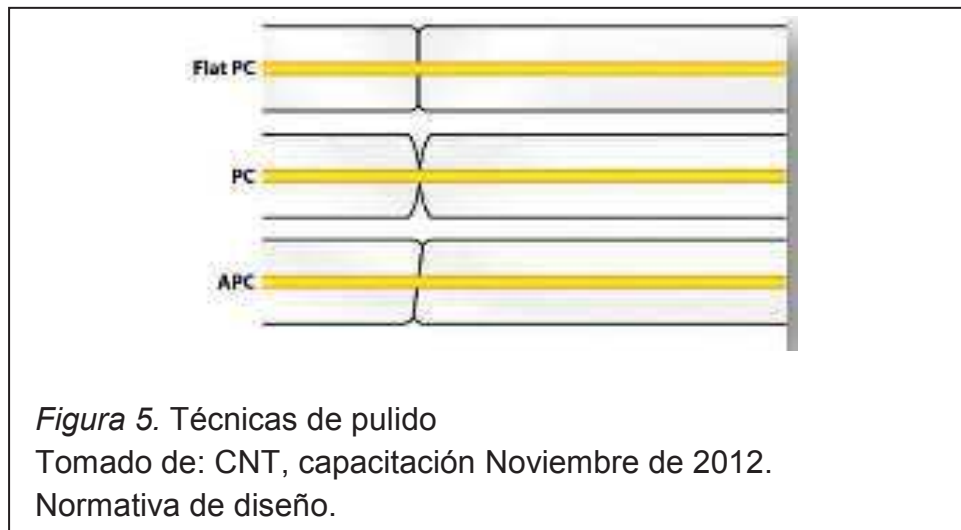
Se pueden destacar los siguientes conectores más comunes, tanto para las fibras monomodo como para las fibras multimodo como se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Tipos de conectores de Fibra Óptica. Adaptado de de CNT, capacitación Noviembre de 2012. Normativa de diseño.

Figura	Tipo	Características
	Conector ST	<ul style="list-style-type: none"> • Monomodo y Multimodo • Acoplamiento de Bayoneta • Férula de 2,5 mm de cerámica.
	Conector SC	<ul style="list-style-type: none"> • Monomodo y Multimodo • Acoplamiento <i>Push-Pull</i> • Férula de 2,5 mm de cerámica.
	Conector FC	<ul style="list-style-type: none"> • Monomodo y Multimodo • Acoplamiento <i>Push-Pull</i> • Férula de 1,25 mm de cerámica.
	Conector LC	<ul style="list-style-type: none"> • Monomodo y Multimodo • Acoplamiento <i>Push-Pull</i> • Férula de 1,25 mm de cerámica.
	Conector FDDI	<ul style="list-style-type: none"> • Multimodo • Acoplamiento <i>Push-Pull</i> • Férula de 2,5 mm de cerámica.
	Conector MT-RJ	<ul style="list-style-type: none"> • Multimodo • Acoplamiento <i>Push-Pull</i> • Férula de 2,45 x 4,4 mm de polímero.
	Conector Opti-Jack	<ul style="list-style-type: none"> • Monomodo • Acoplamiento <i>Plug y Jack</i> • Férula de 2,5 mm de cerámica.
	Conector LX-5	<ul style="list-style-type: none"> • Monomodo y Multimodo • Montadura <i>Push-Pull</i> • Férula de 1,25 mm de cerámica.
	Conector MU	<ul style="list-style-type: none"> • Monomodo y Multimodo • Acoplamiento <i>Push-Pull</i> • Férula de 1,25 mm de cerámica.

1.3.3 TIPOS DE PULIDO Y CONTACTO

El acabado de las férulas de los conectores ópticos se realiza aplicando diversas técnicas de pulido, según se ilustra la figura 5.



- Pulido Plano
Este pulido posee pérdidas de inserciónⁱⁱ de 0,3 dB y pérdidas de retornoⁱⁱⁱ desde 14,5 a 25 dB. Este tipo de pulido se encuentra en desuso ya que posee problemas de suciedad y rugosidad.
- Pulido PC (Physical Contact)
El pulido de Contacto Físico tiene pérdidas de retorno de 14,5 dB y pérdidas de inserción de 0,3 dB. Con el fin de maximizar las pérdidas de retorno, se perfeccionaron los sistemas de pulido, desarrollando las tecnologías SPC (Super Polished Physical Contact) y UPC (Ultra Physical Contact) con pérdidas de retorno mayores a 45 dB y mayores a 55 dB respectivamente, así como con pérdidas de inserción de 0,4 DB para cada uno, mejorando los sistemas de pulido.
- Pulido APC (Angular Physical Contact)
Tiene pérdidas mayores a 65 dB y consiste en dotar un ángulo de 8° al extremo esférico de la férula, que desviará todas aquellas reflexiones que no coincidan con el modo principal hacia el revestimiento.

1.3.4 DISPOSITIVOS ÓPTICOS

1.3.4.1 Fuentes de luz

Debiendo ser de tamaño muy pequeño y la capacidad de cambiar su frecuencia de emisión. Cuando la fuente de luz no está directamente acoplada a través del circuito integrado de la fibra, esta es focalizada mediante lentes adecuados para el efecto. También se emplean prismas, redes de difracción y sobre todo, acopladores direccionales para transportar la luz.

1.3.4.2 Fotodetectores

Al final de la transmisión, la energía luminosa debe ser recibida y convertida en energía eléctrica, para que amplificada actúe sobre los correspondientes elementos del sistema en la comunicación. Los fotodetectores más utilizados son los fotodiodos.

1.3.4.3 Multiplexores Ópticos

Un multiplexor óptico es un dispositivo que toma las longitudes de onda de múltiples fibras óptica y las canaliza en un solo medio. Esencialmente se puede multiplexar una señal en el tiempo, frecuencia y longitud de onda.

1.3.4.3.1 Multiplexación por División de Tiempo (TDM)

Es una técnica para compartir un canal de transmisión entre varios usuarios, consiste en asignar el ancho de banda disponible para cada usuario durante ranuras (slots) de tiempo. Esto es posible organizando la información de salida en tramas, y asignando intervalos de tiempo fijos dentro de la trama a cada canal de entrada

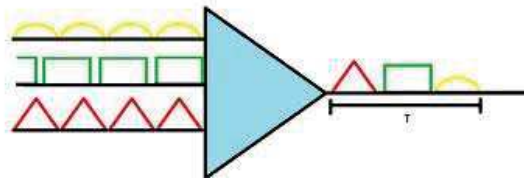
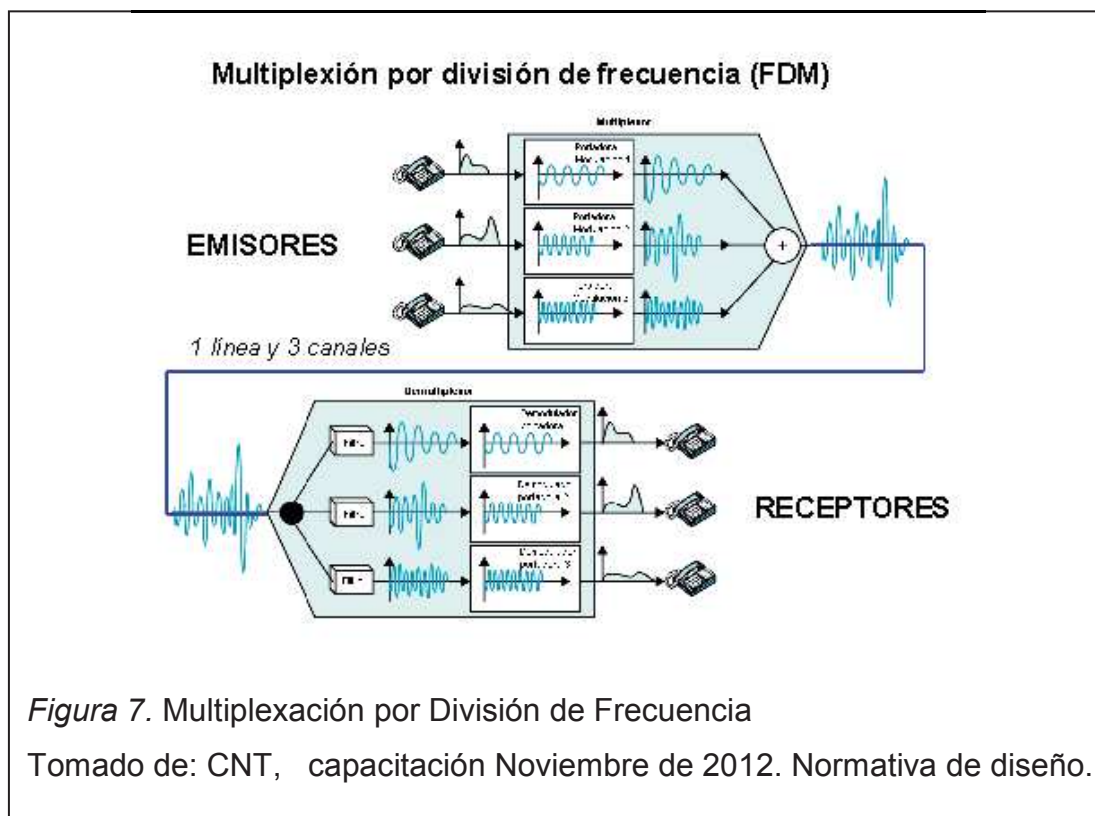


Figura 6. Multiplexación por División de Tiempo

Tomado de: CNT, capacitación Noviembre de 2012. Normativa de diseño.

1.3.4.3.2 Multiplexación por División de Frecuencia (FDM)

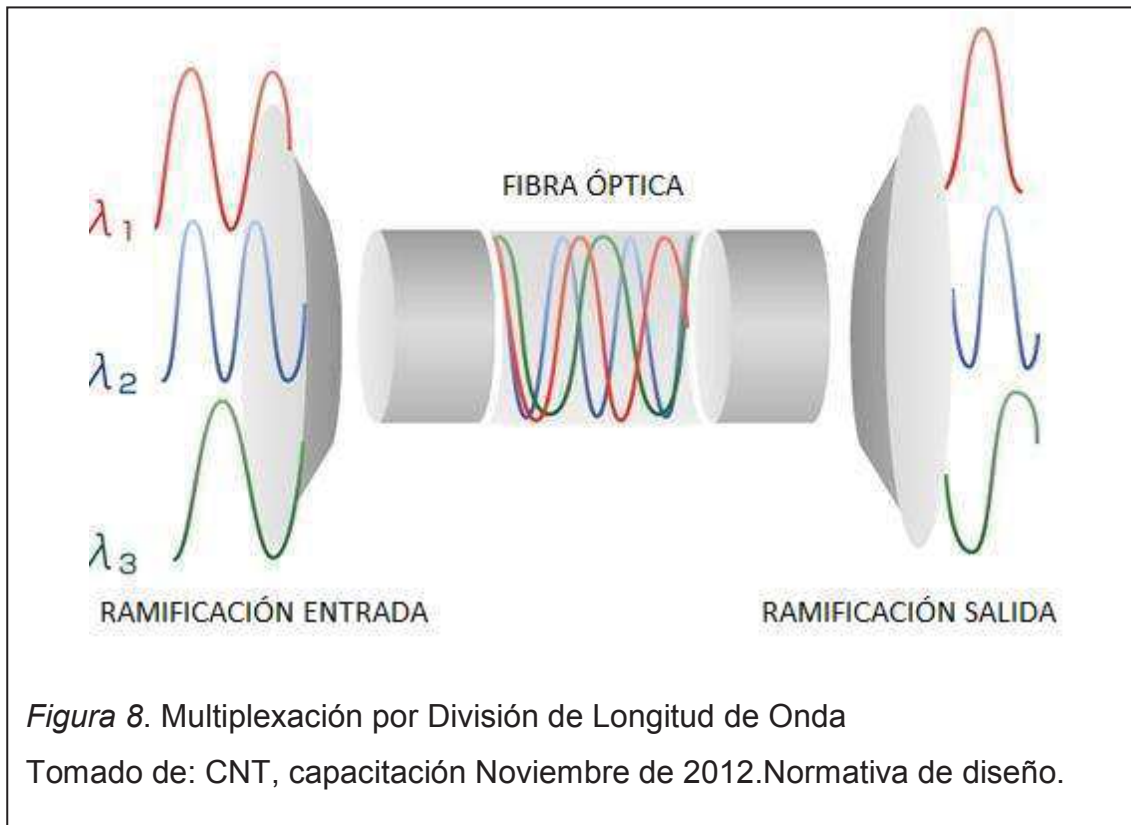
Consiste en dividir mediante filtros, el espectro de frecuencias del canal de transmisión y desplazar la señal a transmitir dentro del margen del espectro mediante modulaciones, de tal manera que cada usuario tiene posesión exclusiva de su banda de frecuencias, también llamadas subcanales.



Se emplea de manera transparente para usuarios de telefonía, radio y televisión, que requieran el uso continuo del canal.

1.3.4.3.3 Multiplexación por División de Longitud de Onda (WDM)

Consiste en transmitir por una misma fibra óptica varias señales, cada una en una longitud de onda diferente y con una misma tasa binaria, sin que interfieran entre sí. De este modo la capacidad del enlace se multiplica por el número de canales.



1.4 REDES FTTx

FTTx (Fiber to the x) es un término genérico que sirve para determinar el acceso de la red de fibra óptica que sustituye al bucle del abonado.

Como arquitecturas más usuales para el acceso, se distinguen cuatro, la letra "x" es la que determina los diferentes destinos de la fibra. Así:

- FTTN (Fiber to the Node)
- FTTC (Fiber to the Curb)
- FTTB (Fiber to the Building)

- FTTH (Fiber to the Home)

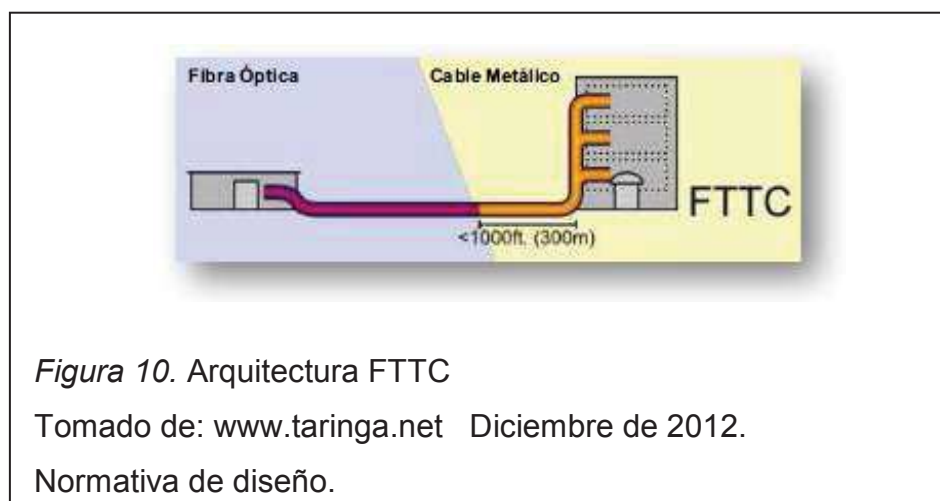
1.4.1 FTTN (FIBER TO THE NODE)

Fibra al Nodo o vecindario, la característica de esta arquitectura es que la fibra termina lejos de los abonados, tomando un punto en las inmediaciones de un barrio.



1.4.2 FTTC (FIBER TO THE CURB)

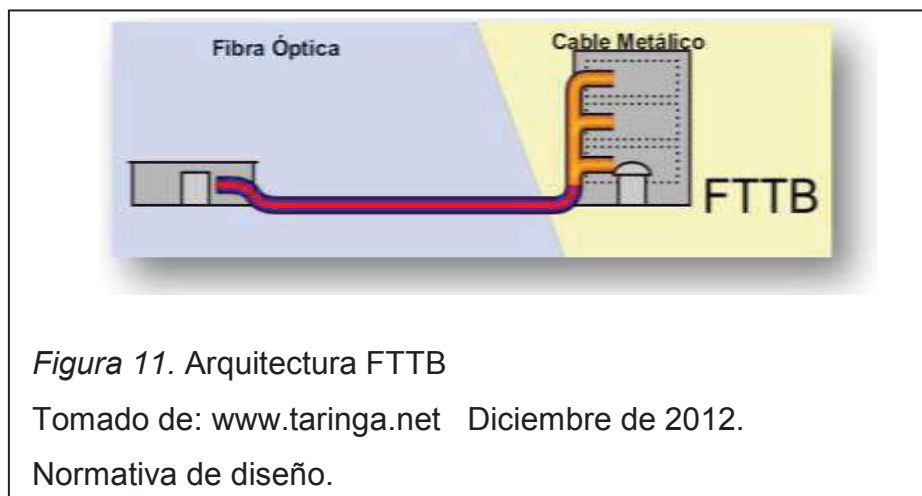
Similar a la FTTN, con la diferencia de que el lugar donde termina la fibra está más cerca del usuario, generalmente a una distancia menor a 300 m.



1.4.3 FTTB (FIBER TO THE BUILDING)

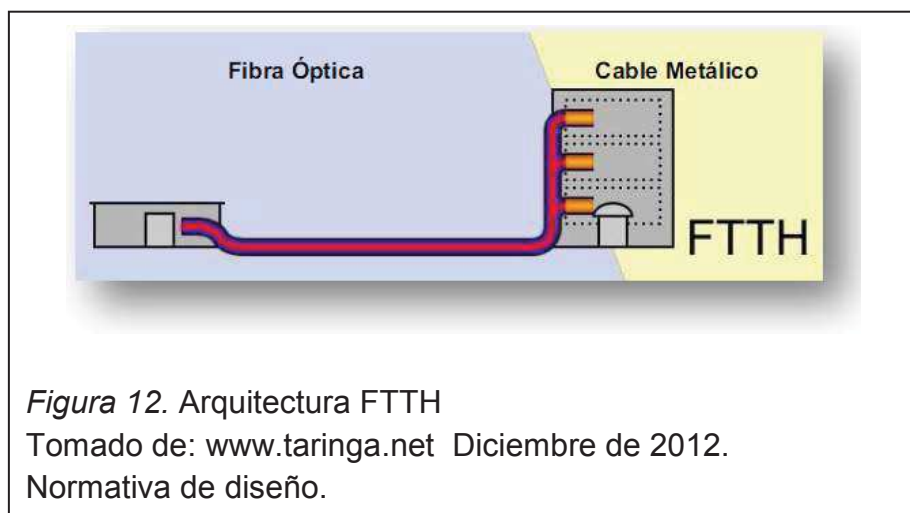
En esta arquitectura, la terminación del tendido de la fibra se encuentra en un punto de distribución intermedio en el interior del edificio, donde se encuentran los usuarios.

Desde aquel punto de distribución, se accede a los usuarios finales del edificio usualmente con tecnología VDSL2 sobre par de cobre.



1.4.4 FTTH (FIBER TO THE HOME)

En esta arquitectura, objeto de estudio del presente proyecto de titulación, la fibra óptica llega hasta el hogar del usuario, y ésta se encuentra al interior de la fachada de las casas o departamentos.



Dependiendo de cómo la fibra llega al usuario, se ha dividido en diferentes tecnologías de redes de fibra óptica. En los siguientes apartados, se analizará las diferentes tecnologías según el tipo de arquitecturas FTTx.

En la siguiente figura se muestran las tecnologías de acceso, mediante arquitecturas FTTx.

Transport			FTTC								FTTH		
			ADSL				VDSL				PON		
			Basic	+	2	2+	Basic	2	2	BPON	GPON	EPON	
Bandwidth (Mb/s)	Max	Down ¹	3	8	15	20	13	26	52	100	155.52 622.08 1244.16	1244.16 2488.32	1000 nominal
	Shared	1x16 1x32									-20 at 622 -40 at 1244.16	-40 at 1244.16 -80 at 2488.32	-80 -40
Max. Reach (km)		3									3	6	1.5

Limit for SDTV →
 Limit for HDTV →
 No bandwidth limit but distance-limited
¹Upstream: 1) 1.6 - 2.3 Mb/s (3 types) 2) 19.2 Mb/s 3) Symmetric
²With FEC

PON: Passive Optical Network
 EPON: Ethernet-based PON
 BPON: Broadband PON
 GPON: Gigabit-Capable PON
 FEC: Forward Error Correction
 FTTH: Fiber-To-The-home
 FTTC: Fiber-to-the-curb
 VDSL: Very-High-Speed Digital Subscriber Line
 ADSL: Asymmetric Digital Subscriber Line

Figura 13. Tecnologías según las arquitecturas FTTx
 Tomado de: EXFO Electro-Optical Engineer Inc. 2005. Canadá 160.

CAPITULO II

REDES DE ACCESO FTTH

2.1 PREÁMBULO

Este proyecto de titulación está centrado en la necesidad de especificar las características técnicas necesarias y suficientes para desplegar una red de acceso FTTH con tecnología GPON (Gigabit Pasive Optical Network), cubriendo aspectos importantes de diseño en el despliegue y distribución de la fibra óptica, además orienta sobre la instalación y mantenimiento del mismo.

2.2 REDES PON

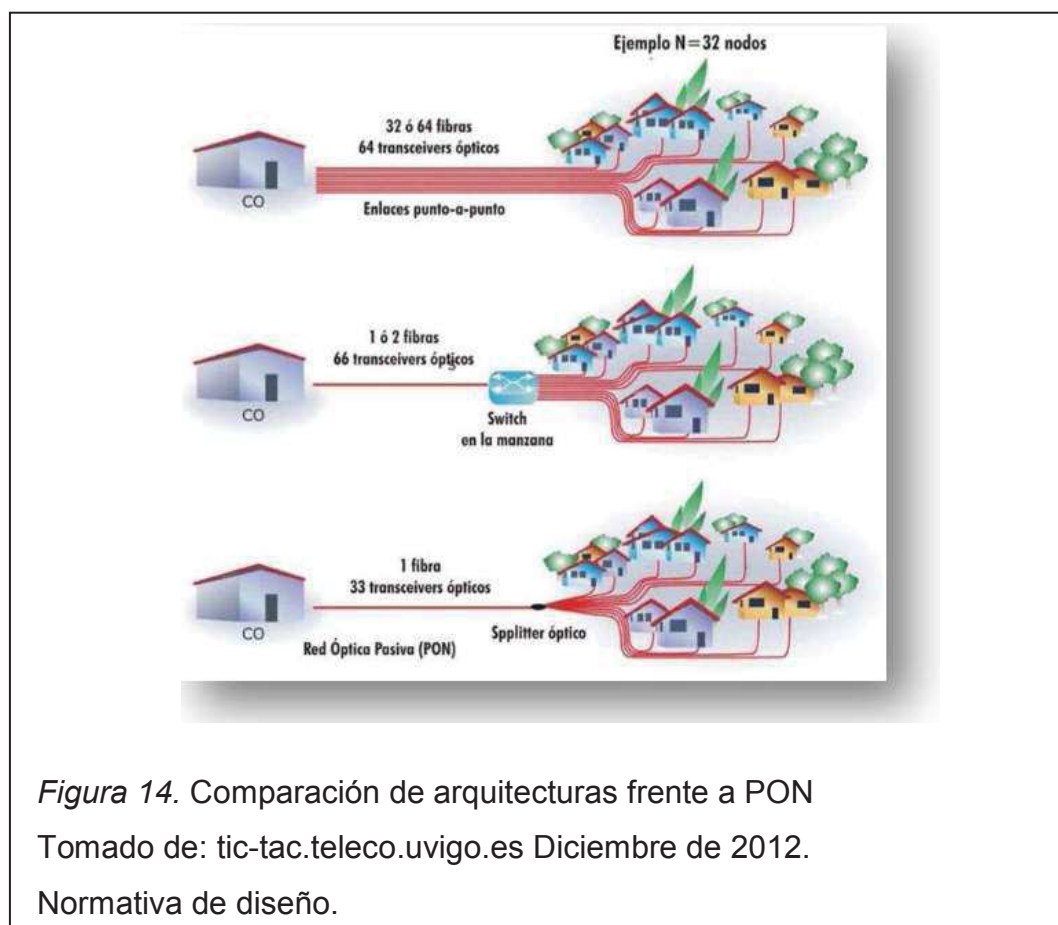
Los servicios de telecomunicaciones han tenido severos cambios en base al desarrollo de nuevas tecnologías, llevado a cabo por la competitividad de las empresas por la desregulación del mercado de las telecomunicaciones y la aparición de nuevos servicios de banda ancha. Estos dos aspectos han provocado la necesidad de desarrollar redes de comunicaciones óptimas, capaces de ofrecer mayor ancho de banda y un menor costo de infraestructura.

En la actualidad, se ha venido utilizando la tecnología ADSL^{iv}, ya que esta tecnología sigue explotando el bucle de cobre del abonado. Las tecnologías ADSL2 y ADSL2+^v aportan un ligero aumento en el ancho de banda ofrecido a los abonados, sin embargo, las limitaciones de distancia, inversamente proporcional al ancho de banda, son un importante cuello de botella que frena la posibilidad de crecer progresivamente en calidad de servicio. Este problema se conoce como el problema de la última milla.

Las redes PON (Passive Optical Network) o redes ópticas pasivas son redes de fibra óptica que no utilizan componentes activos en el despliegue de la red; por el contrario, utilizan componentes pasivos que no necesitan de una alimentación externa para desempeñarse y la eficiencia de topologías árbol-rama que aportan un incentivo adicional frente a los despliegues tradicionales basados en conectividad punto a punto.

2.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES PON

Las redes PON toman su modelo a partir de las redes CATV, compuesta por varios nodos ópticos, unidos con la cabecera a través de fibra óptica de los cuales se derivan. Cada nodo óptico sirve a un determinado número de usuarios en función de su ancho de banda asignado, utilizando fibra óptica monomodo y los derivadores ópticos, como se puede observar en la figura 14. De esta manera, la mayor capacidad de fibra permite ofrecer anchos de banda mejorados, en canal descendente y ascendente.



Esta nueva arquitectura es una evolución de menor costo para alternativas tradicionales como las redes punto a punto o las redes conmutadas hasta un sector residencial, puesto que reducen el equipamiento necesario para la conversión electro-óptica y prescinden de los equipos de red para la conmutación.

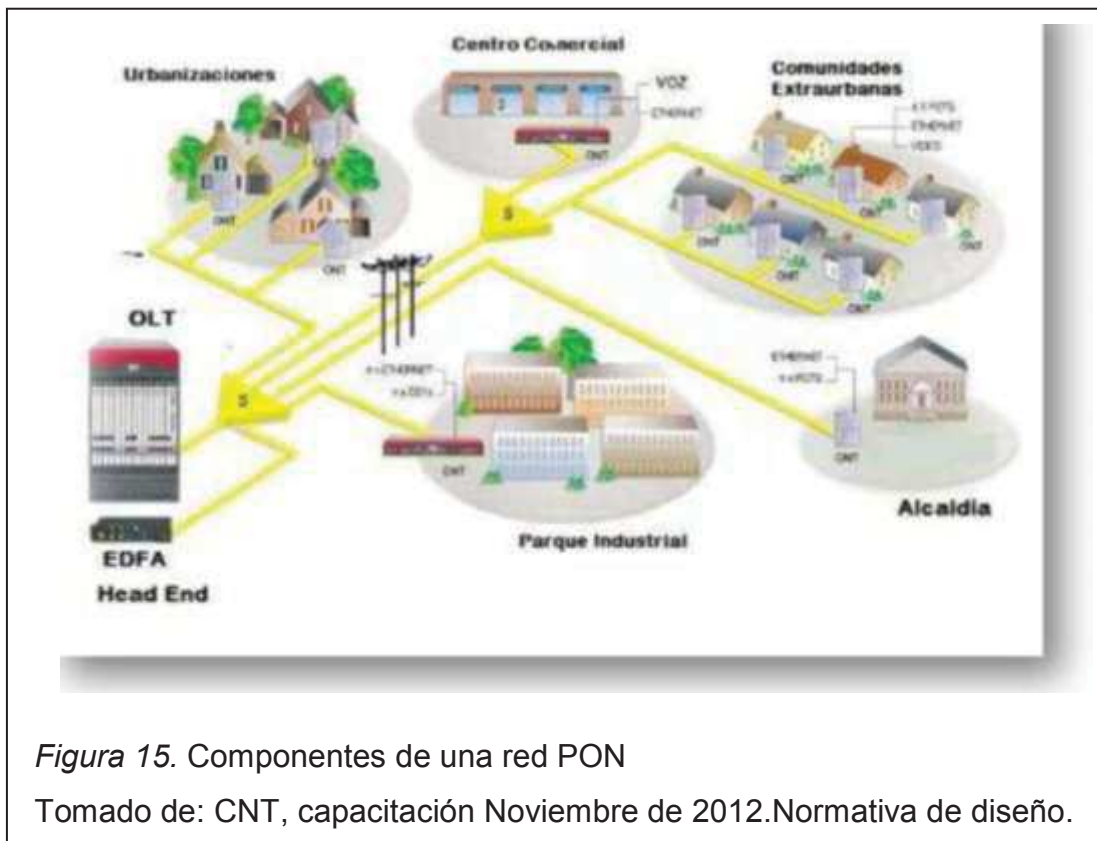
2.2.2 VENTAJAS DE LA ARQUITECTURA PON

- Permiten incrementar la cobertura de la red hasta los 20km desde la central.
- Permiten incrementar el mayor ancho de banda por usuario, superponiendo longitudes de onda adicionales.
- Minimiza el despliegue de la fibra óptica en el bucle local por utilizar una topología de árbol-rama, reduciendo equipamiento de central y por ende el consumo.
- Mejora la calidad de servicio y mantenimiento de la red empleando una arquitectura simplificada punto-multipunto, por ser inmunes a ruidos electromagnéticos y no propagar las descargas eléctricas procedentes de rayos u otros fenómenos atmosféricos que puedan afectar las redes.

2.2.3 ESTRUCTURA DE UNA RED PON

Una red óptica pasiva está formada básicamente por tres componentes:

- Un módulo OLT (Optical Line Terminal), ubicado en la central.
- La ODN (Optical Distribution Network), compuesto por un anillo de fibra óptica que contiene el cable feeder y uno o varios divisores ópticos (splitters) cuya función es la de ramificar la red de fibra óptica. La ODN interconecta el módulo OLT con los ONT.
- Varios ONT (Optical Network Terminal), ubicado en el domicilio del abonado.



2.3 GPON (GIGABIT CAPABLE PASSIVE OPTICAL NETWORK)

2.3.1 CARACTERISTICAS GENERALES

La necesidad de acceso a la información del usuario es cada día más exigente, por ello las empresas operadoras de servicios de telecomunicaciones han apostado por la convergencia de servicios para las redes, transportando voz, datos y video.

GPON es una tecnología recomendada por la norma ITU G.984, ofreciendo mayor ancho de banda, eficiencia de transporte para servicios IP y una amplia gama de servicios.

Esta tecnología de acceso de red ofrece una estructura de trama escalable de 622 Mbps hasta 2,488 Gbps, así como de soporte de tasas de bit asimétricas. La velocidad común utilizada por los actuales suministradores de equipos GPON es de 2,488 Gbps en canal descendente y de 1,244 Gbps en canal

ascendente. Sobre ciertas configuraciones se pueden proporcionar hasta 100 Mbps por abonado.

El método de encapsulación que emplea GPON es GEM^{vi} (GPON Encapsulation Method) que permite soportar cualquier tipo de servicio (Ethernet, TDM, ATM) en un protocolo de transporte síncrono basado en tramas periódicas de 125 μ s.

GPON implementa capacidades de OAM (Operation Administration and Maintenance) avanzadas, ofreciendo una potente gestión del servicio extremo a extremo, como: descubrimiento de nuevos usuarios, monitorización de tasa de error, alarmas y eventos, etc. Una de las características clave de PON es la capacidad de sobresuscripción, esto permite a los operadores ofrecer a los abonados más tráfico cuando lo necesiten y cuando no haya otros abonados en la misma PON que estén empleando todo su ancho de banda disponible. Esta funcionalidad es denominada ubicación dinámica del ancho de banda o DBA (Dynamic Bandwidth Allocation) de la PON punto a multipunto. En la tabla 2 se muestra una comparación de las redes xPON.

Tabla 2 Tabla comparativa de las redes PON,

Parámetros	ITU-T BPON	ITU-T GPON	IEEE EPON
Tasa de bits (Mbps)	DOWN: 1244, 622, 155	DOWN: 2488, 1244	DOWN: 1250
	UP: 622, 155	UP: 2488, 1244, 622, 155	UP: 1250
Codificación de línea	NRZ (+ scrambling)	NRZ (+ scrambling)	8b/10b
Relación de división máxima	1:32	1:128 (1:64 en la práctica)	1:32
Alcance máximo	60 km (con 20 km de distancia entre ONTs)	20 Km	20 km
Estándares	Serie ITU-T G.983.x	Serie ITU-T G.984.x	IEEE 802.3ah
Soporte TDM	TDM sobre ATM	TDM nativo	TDM sobre paquetes
		TDM sobre ATM	
		TDM sobre paquetes	
Eficiencia típica (depende del servicio)	83% <i>downstream</i>	93% <i>downstream</i>	61% <i>upstream</i>
	80% <i>upstream</i>	94% <i>upstream</i>	73% <i>downstream</i>
OAM	PLOAM+OMCI	PLOAM+OMCI	Ethernet OAM
Soporte Video RF	NO	SI	NO
Seguridad en <i>downstream</i>	AES ¹	AES	No definida

Tomado de: CNT, capacitación Noviembre de 2012. Normativa de diseño.

2.3.2 ARQUITECTURA DE UNA RED GPON

La red GPON consta de un equipo OLT, ubicado en la oficina central del operador, consta de varios puertos, cada uno soportando hasta 64 ONTs.

El tráfico downstream desde las OLT hasta las ONTs se transmite en una longitud de onda (1490 nm), posteriormente la señal de luz pasa por un divisor pasivo (splitter) que divide la señal de entrada en varias salidas y el tráfico downstream originado en la OLT puede ser distribuido a las distintas ONTs. Existen una serie de divisores pasivos 1:n (donde $n = 2, 4, 8, 16, 32$ o 64) en distintos emplazamientos hasta alcanzar los clientes. Esta es una arquitectura punto a multipunto, algunas veces descrita como una topología en árbol. Los datos upstream desde las ONTs hasta la OLT son transmitidos en una longitud de onda (1310 nm) distinta para evitar colisiones con el tráfico downstream, los datos upstream son agregados por la misma unidad divisora pasiva, que hace las funciones de combinador en la otra dirección del tráfico, esto permite que los datos sean recolectados de la OLT sobre la misma fibra óptica que envía el tráfico downstream.

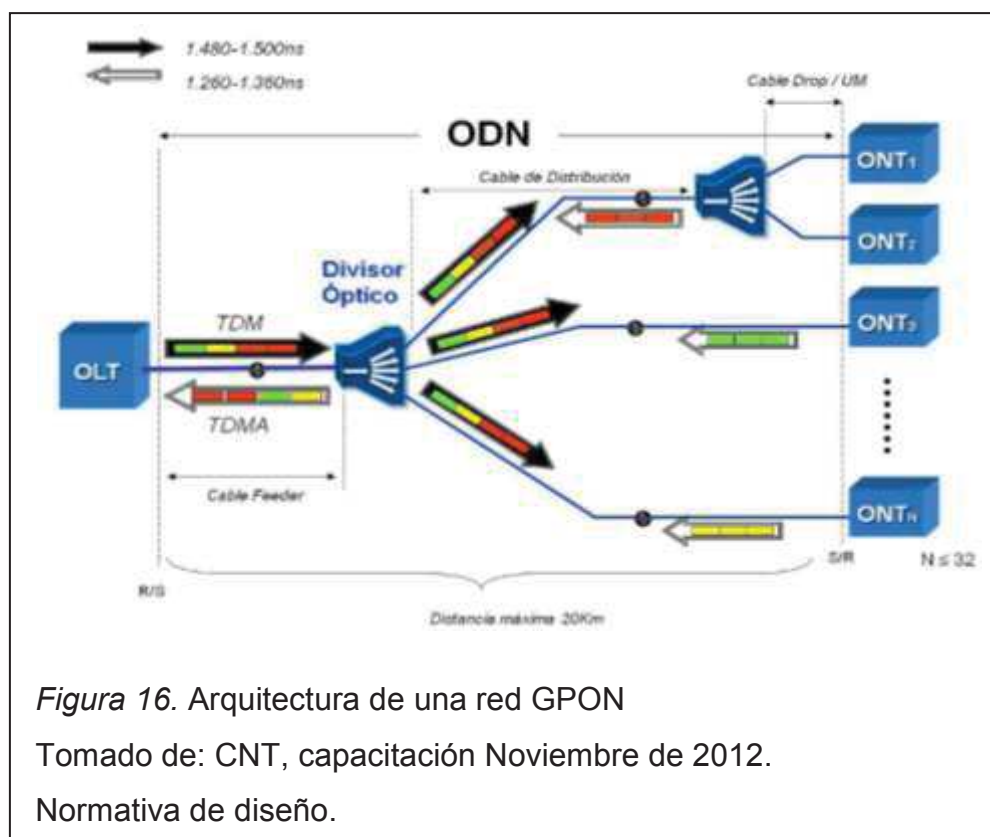


Figura 16. Arquitectura de una red GPON

Tomado de: CNT, capacitación Noviembre de 2012.

Normativa de diseño.

GPON asigna la longitud de onda de 1490 nm para el tráfico de datos (Internet, VoIP, IPTV, etc.) downstream y la de 1310 nm para el tráfico upstream.

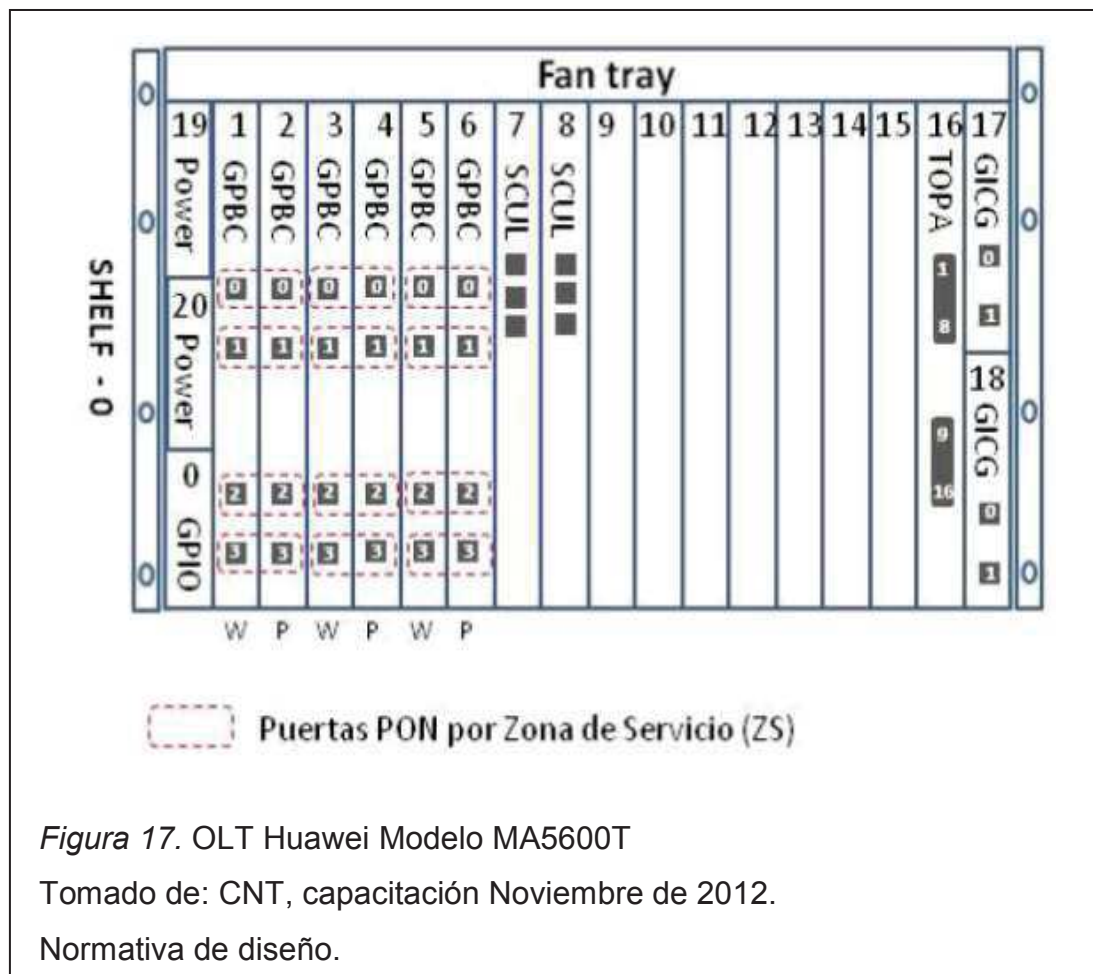
Además, a través del uso de WDM (Wavelength Division Multiplexing), se asigna una tercera longitud de onda de 1550 nm que está dedicada para el broadcast de vídeo RF (broadcast analógico, broadcast digital y HDTV, y video bajo demanda) ofrecido mediante dos métodos distintos simultáneos, RF (radio frecuencia) e IPTV. Con IPTV la señal de vídeo, que es transformada por la cabecera en una cadena de dato IP se transmite sobre el mismo enlace IP como datos para acceso a Internet de banda ancha ofreciendo varios canales de alta calidad de imagen y sonido, incluidos HDTV, así como proporcionar servicios interactivos personalizados, lo cual no es factible con vídeo RF.

2.3.3 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS PARA UNA RED GPON

Para el diseño de una red GPON, es necesario describir los elementos que se van a emplear, sus características principales y su función para un correcto desempeño de la red.

2.3.3.1 OLT (Optical Line Terminal)

Es el equipo que interconecta la red ODN con la red MPLS^{vii}, a través de las puertas de uplink. Las puertas de uplink agrupan el tráfico de todas las ONTs que se configuren y que trafican por la puerta PON asociada. La OLT son encargadas de administrar y sincronizar el tráfico que va hacia las ONTs en modalidad TDM; tráfico que se transmite por la red ODN y se replica por todas las puertas de los splitter que estén asociados a la puerta PON. Así mismo, la OLT es la encargada de gestionar, sincronizar y administrar el tráfico que viene desde las ONTs en modo TDMA. Un ejemplo típico de una OLT se muestra en la figura 17.



Una OLT está compuesta por un chasis, una tarjeta de ventiladores (fan tray), tarjetas de poder (slot 19 y 20), tarjetas de gestión y control (slot 7 y 8), tarjetas de uplink (slot 17 y 18), y tarjetas de servicios (slots 1 al 6 y 9 al 16)

Una OLT para rack's de 19 pulgadas, tiene una capacidad máxima de 14 tarjetas de servicio con 4 puertas PON cada una para tráfico IP. Por lo que se pueden tener $28 \cdot 14/2 \cdot 4 = 28$ zonas de servicio por OLT.

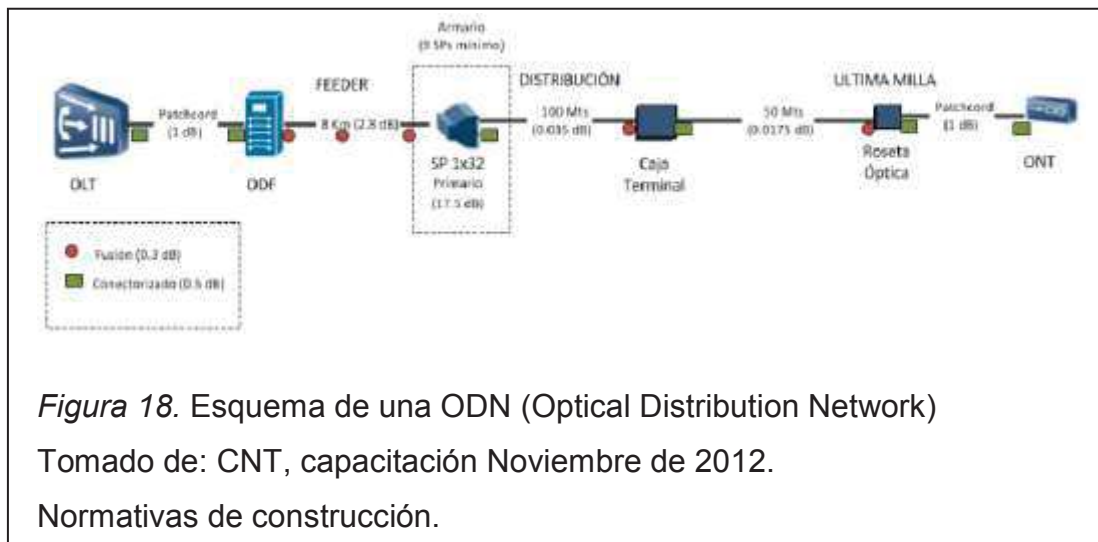
2.3.3.2 ODN (Optical Distribution Network)

La ODN (Red de Distribución Óptica) corresponde a un anillo de fibra óptica, o cable feeder^{viii} (alimentación), que conecta la puerta principal y la de respaldo del splitter^{ix} primario 2xn; y si el nivel de atenuación lo permite, a través de cables de distribución se conectan los splitter secundarios del tipo 1xn, para

llegar a las ONTs a través de una caja de distribución y cables Drop o acometida.

La ODN está compuesta por los ODF^x, los splitters primarios con sus cajas de distribución^{xi}, los cables de distribución, y si es que los hay los splitters secundarios con sus cajas de distribución y por último los cables de acometida o cables drop que conecta las ONT. La ODN es pasiva, no tiene elementos activos o energizados.

Por lo tanto, la OLT está conectada a una ODN que va desde el ODF de interconexión, hasta los cables Drop que conectan a las ONTs a los Splitters, ya sean éstos primarios o secundarios según la figura 2.5.



2.3.3.3 ONT (Optical Network Terminal)

La ONT (Terminal de Red Óptica) es un dispositivo de abonado único interconectado a la ODN, implementa un protocolo PON, y para servicios de interfaz con el cliente. Una ONT es un caso especial de una ONU.

Existe un despliegue de tipos de ONT, una del tipo de sobremesa para servicios comerciales, y otra del tipo rackeable para servicios móviles según se presenta en la figura 19.



Figura 19. Tipos de ONTs

Tomado de: CNT, capacitación Noviembre de 2012.

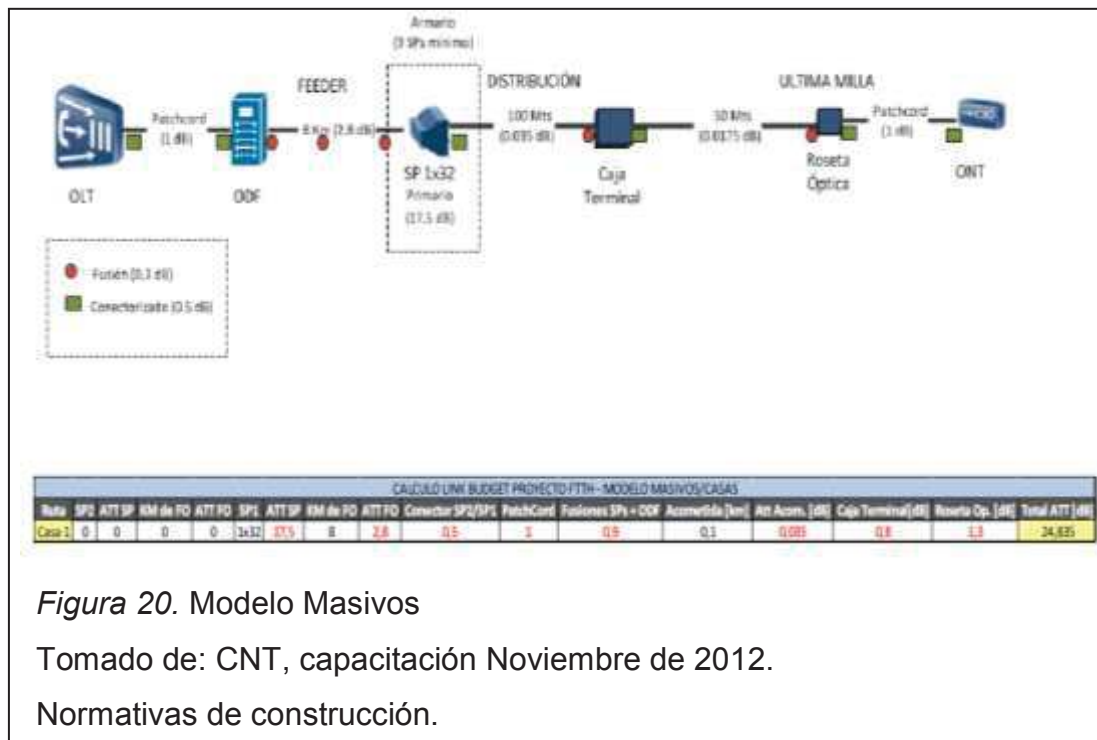
Normativas de construcción.

2.4 ZONAS DE SERVICIO PARA REDES GPON

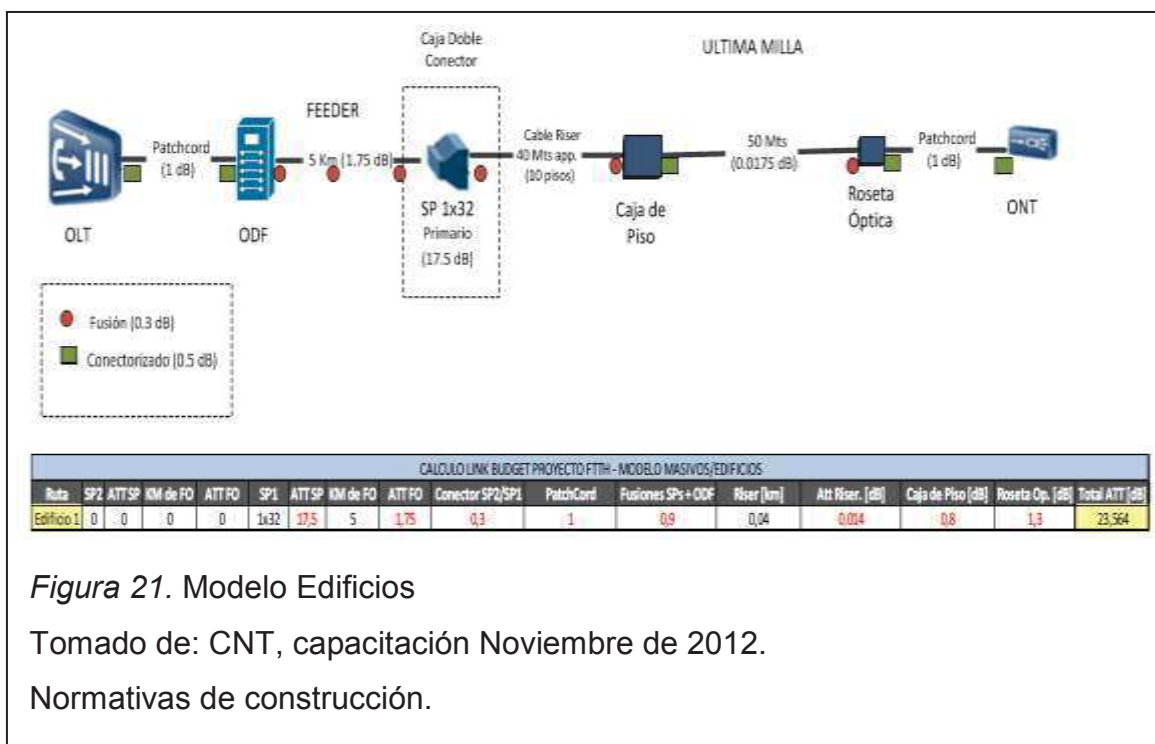
La zona de servicio está compuesta por las puertas PON, las posiciones en el ODF de los filamentos del cable de fibra óptica que interconecta las puertas working y protection del splitter principal, y dependiendo de la combinación del splitter, el cable de distribución que conecta los splitters secundarios, la caja de distribución que releja las puertas del splitter y los cables drop que conectan las ONTs.

A continuación, se presentan algunos ejemplos de zonas de servicio que se pueden tener al desplegar la red GPON.

2.4.1 MODELO MASIVOS



2.4.2 MODELO EDIFICIOS



2.4.3 MODELO MULTIACCESOS

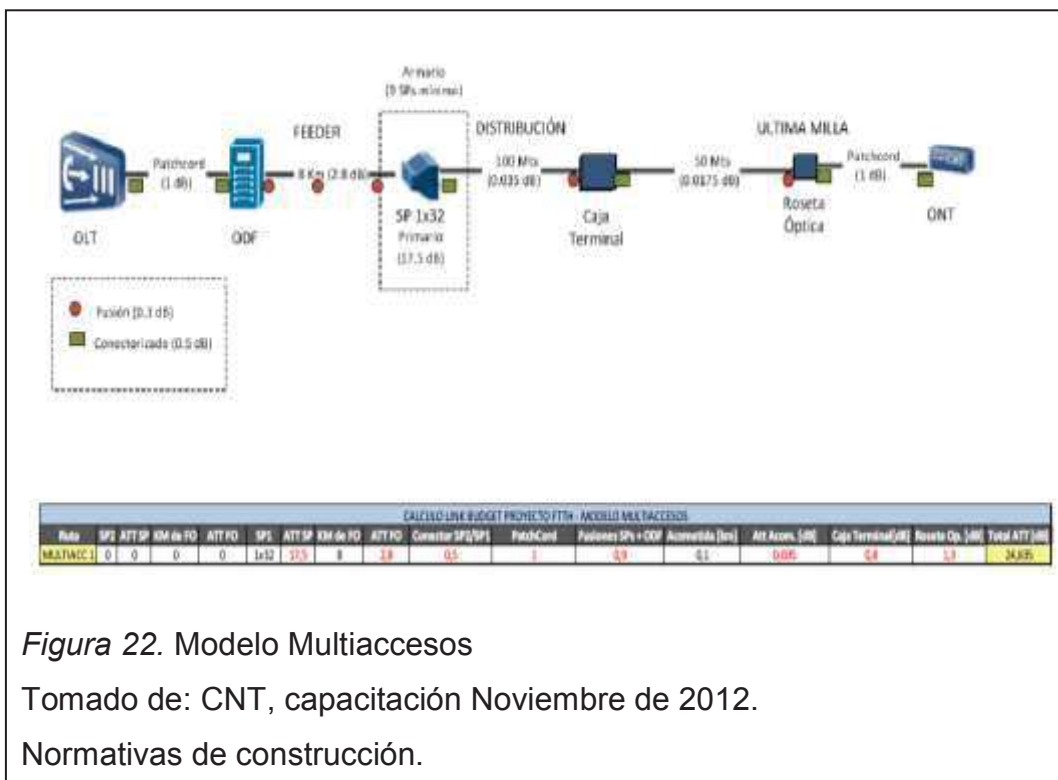


Figura 22. Modelo Multiaccesos

Tomado de: CNT, capacitación Noviembre de 2012.

Normativas de construcción.

2.4.4 MODELO CORPORATIVO – EDIFICIO DE HASTA 10 PISOS

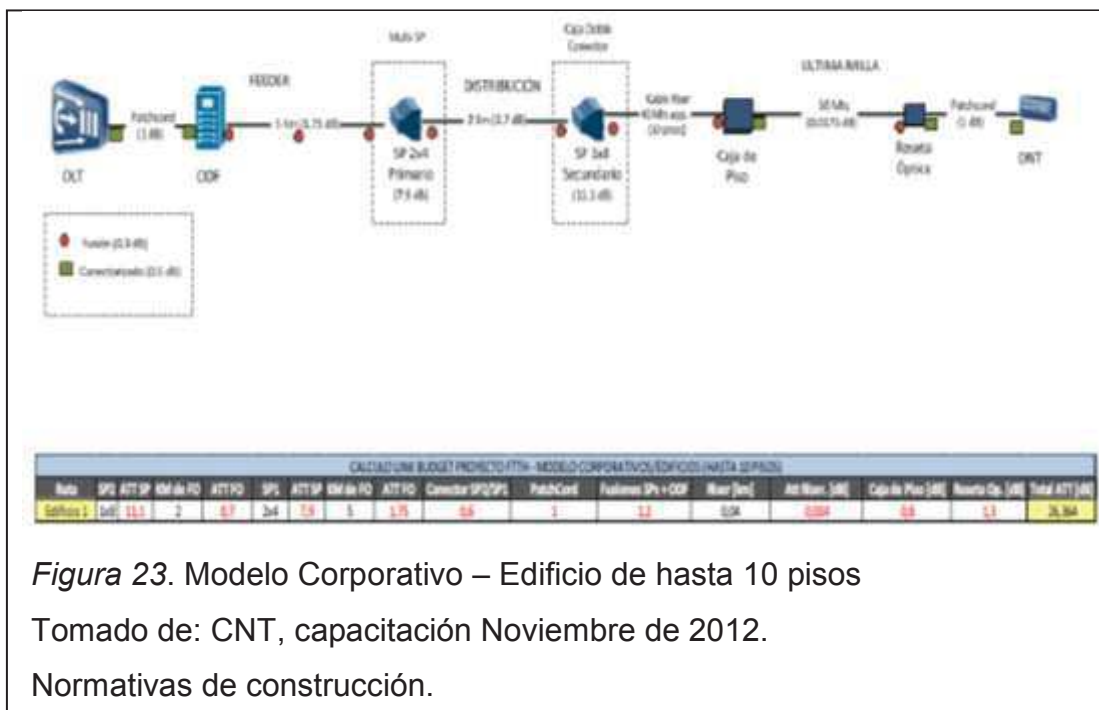
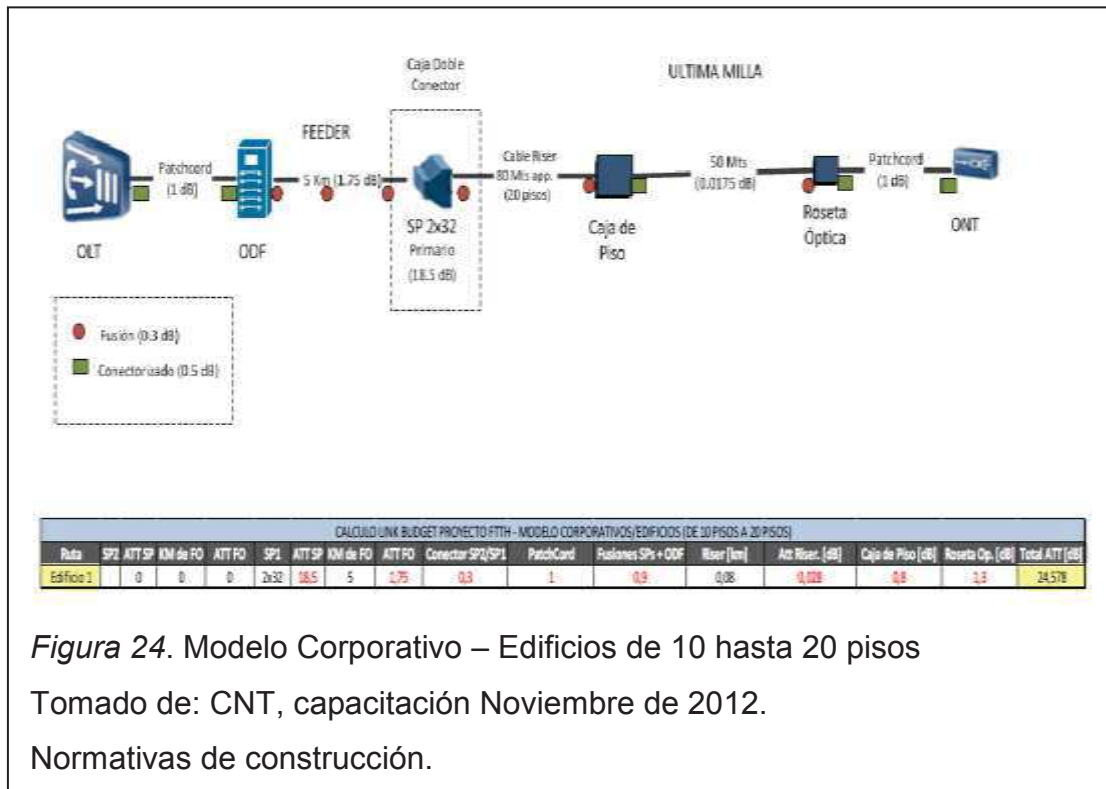


Figura 23. Modelo Corporativo – Edificio de hasta 10 pisos

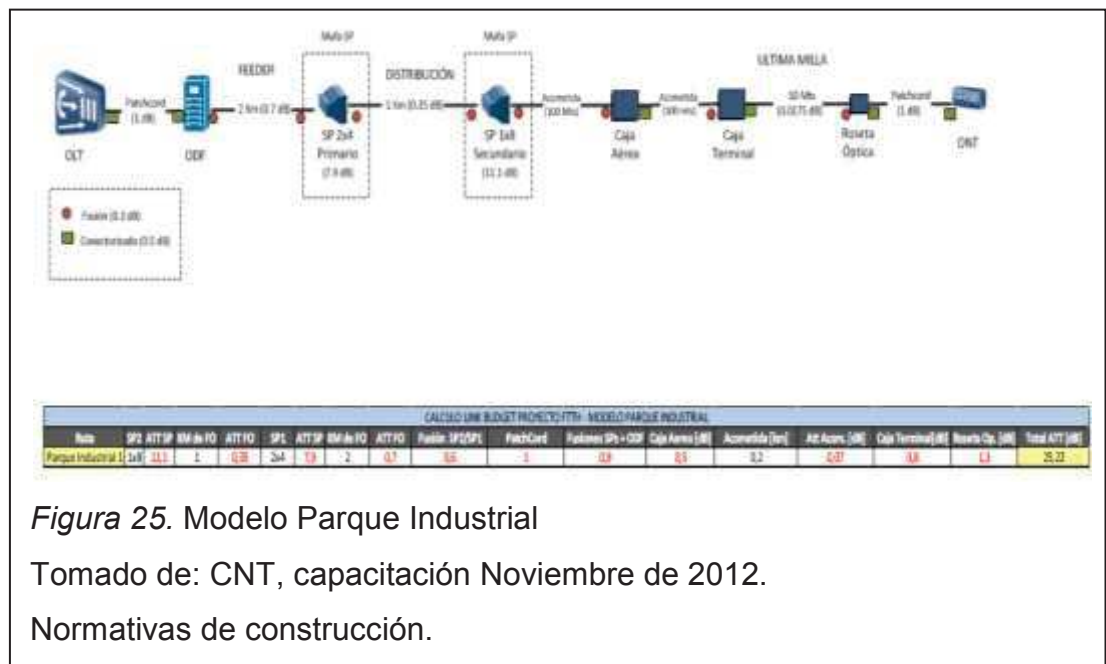
Tomado de: CNT, capacitación Noviembre de 2012.

Normativas de construcción.

2.4.5 MODELO CORPORATIVO – EDIFICIOS DE 10 HASTA 20 PISOS



2.4.6 MODELO PARQUE INDUSTRIAL



2.4.7 MODELO MÓVIL 3G

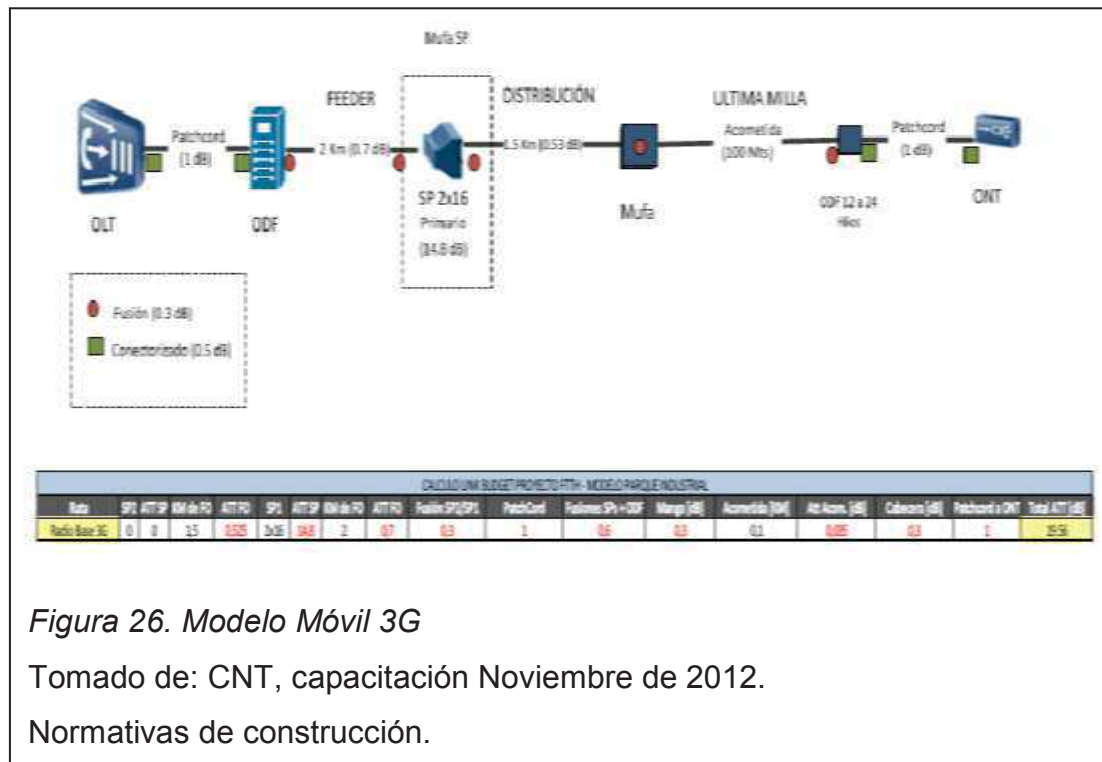


Figura 26. Modelo Móvil 3G

Tomado de: CNT, capacitación Noviembre de 2012.

Normativas de construcción.

2.5 MODELO DE CÁLCULO DE ENLACE PARA ACCESOS GPON

La incorporación de elementos pasivos en la red de FO, introduce un concepto crítico al momento del despliegue de la red GPON, esto es la atenuación que se puede presentar en la red ODN.

Los elementos que aportan a la atenuación de la señal son: los splitter, cuya atenuación depende del número de puertos en que se divida la señal; las mufas, los ODFs, los conectores y la FO propiamente como tal.

El modelo que se plantea es independiente a la topología de red a implementar, independiente a las características individuales de los anillos de FO. Se considera la longitud total del ODN, a la suma del Feeder + Distribución + UM. Esto con el objeto que el modelo sea aplicable a la generalidad de los casos que se puedan presentar.

Los valores umbrales usados se basan en las Normas ITU-T que definen GPON. Las principales Normas son:

G.984.1: Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): General characteristics.

G.984.2: Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): Physical Media Dependent (PMD) layer specification ITU-T.

G.984.3: Gigabit-capable Passive Optical Networks (G-PON): Transmission convergence layer specification.

G.984.4: Gigabit-capable Passive Optical Networks (G-PON): ONT management and control interface specification.

G.984.5: "Gigabit-capable Passive Optical Networks (G-PON): Enhancement band ITU-T",

En base a lo anterior se definen los siguientes valores:

- Longitud de Onda Downstream: **1.490 [nm]** Longitud de Onda Upstream: **1.310 [nm]**
- Pérdida Promedio Downstream por kilometro de F.O.: **0,25 [dB]**
- Pérdida Promedio Upstream por kilómetro de F.O.: **0,31 [dB]**
- Promedios Mínimos y Máximos de Emisión, Sensibilidad y Saturación:

Es importante aclarar que en la conexión entre OLT y ONT, la norma G.984.2 define umbrales **Mínimos y Máximos de Potencia Óptica**, por lo que estos valores son los que determinarán los puntos de corte, tanto para establecimiento y caída de conexión, como de saturación.

En definitiva lo que hará el Modelo de Cálculo es relacionar la Potencia Emitida con la Sensibilidad y la Atenuación (Pérdidas de Potencia Óptica entre ambos extremos).

VALORES DE UMBRAL EN OLT:

Potencia Mínima de Emisión: **+1,5 [dBm]** Potencia Máxima de Emisión: **+5 [dBm]**

Sensibilidad Mínima: **-28 [dBm]**

Saturación en Rx: Para Potencia recibida mayor a **-8 [dBm]**

VALORES DE UMBRAL EN ONT:

Potencia Mínima de Emisión: **+0,5 [dBm]** Potencia Máxima de Emisión: **+5 [dBm]**

Sensibilidad Mínima: **-27 [dBm]**

Saturación en Rx: Para Potencia recibida mayor a **-8 [dBm]**

- Pérdidas promedio según modularidad de Splitter usado:

Tabla 3. Pérdidas promedio por tipo de Splitter utilizado

Tipo Splitter	Atenuación (dB)
1:2	4,3
1:4	7,6
1:8	11,1
1:16	14,1
1:32	17,5
1:64	20,8
2:4	7,9
2:8	11,5
2:16	14,8
2:32	18,5
2:64	21,3

- Pérdidas adicionales por Inserción:

Estas pérdidas corresponden a valores promedios para cada uno de estos Componentes Ópticos Pasivos.

Mufas o empalmes: **0,15 [dB]**

Conectores: **0,5 [dB]**

ODFs: **0,5 [dB]**

- Margen de resguardo:

Se establece un margen de resguardo de **3 dB**. Este margen tiene por objeto absorber las posibles modificaciones que se presenten a futuro en el tendido de la red, y que impliquen aumento en la atenuación de las ODN.

2.5.1 DEFINICIONES Y SUPUESTOS CONSIDERADOS EN EL MODELO DE CÁLCULO

La distancia máxima entre OLT y ONT no debe superar los 20 Km: La suma de la longitud de FO Feeder, más la FO Distribución, más la FO de UM no debe ser mayor a 20 Km.

Para el Feeder se debe considerar la ruta de mayor longitud en el cálculo, ya sea la ruta principal o la de respaldo. Esta restricción obedece a necesidad que tiene la OLT de absorber las diferencias de retardo que se pueden presentar entre ONT's instaladas a distintas distancias y/o atenuaciones, para una misma puerta PON.

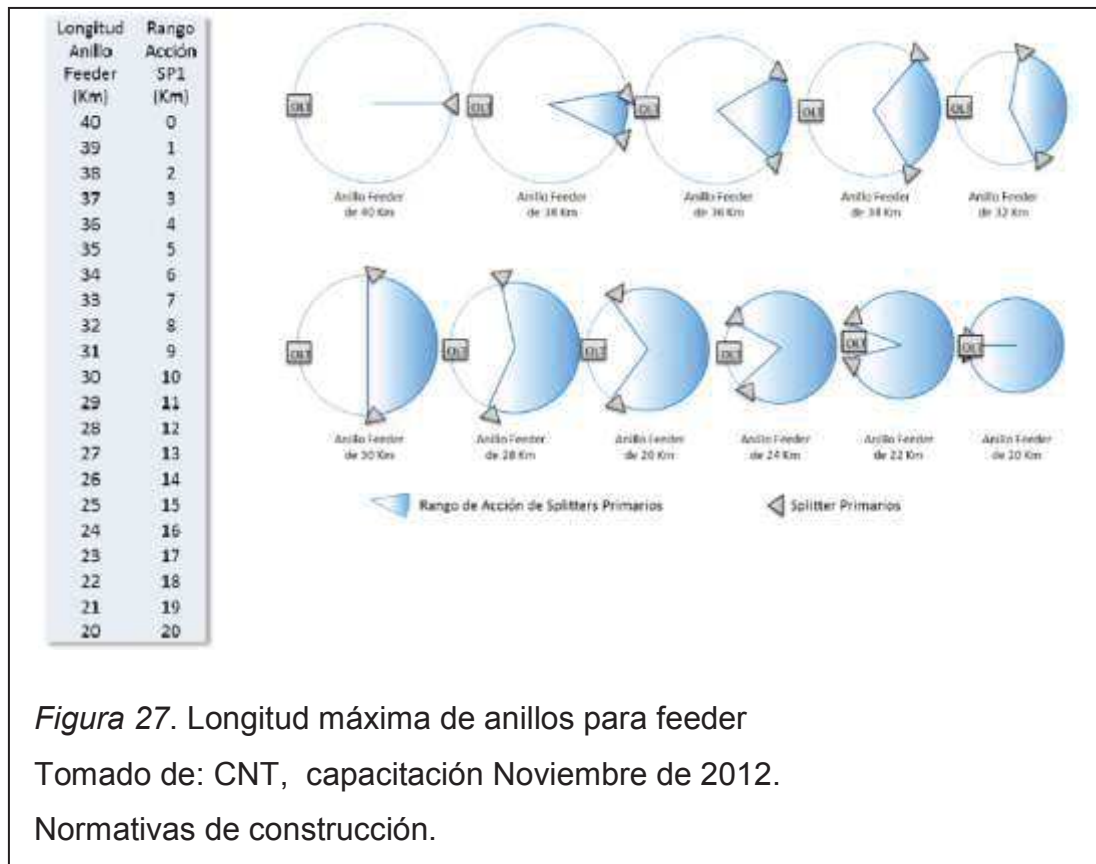
La atenuación máxima de la red ODN no debe superar los 28 dB. Esta restricción obedece a los umbrales de trabajos de los equipos OLT y ONT.

Para cumplir con el objetivo planteado, se considera para estos efectos el peor caso en cuanto a niveles de atenuación.

2.5.2 LONGITUD MÁXIMA DE ANILLOS PARA FEEDER

En relación a la longitud de los anillos del Feeder, se debe tener presente que mientras más largo es el anillo, se reduce el rango de acción donde se pueden

instalar los splitter primarios, con un tope máximo de 40 Km según se especifica en la figura 27.



2.6 PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA RED GPON

2.6.1 LARGO DE LA FO: DEBE QUEDAR POR DEBAJO DEL UMBRAL (dB)

- *La distancia máxima del Feeder de FO (entre OLT y Splitter Primario)* quedará definido por el cálculo del Link Budget, este valor no debe superar los 28 dB de pérdidas, incluido 3 dB de margen de seguridad, como recomendación para red nueva se permiten hasta 3 empalmes en su extensión, en la practica la red existente puede presentar mayor número de empalmes.
- *Fibra óptica entre ambos Splitters:* esta longitud quedará determinada por un nuevo cálculo, entre el punto de concentración de Demanda

(ubicación del Splitter secundario) y el Splitter primario, este cable debe ser siempre cable nuevo.

Cable de fibra óptica para acometida desde caja de distribución óptica:
Longitud máxima 300 m en cable nuevo.

2.6.2 NIVELES, RAZÓN DE DIVISIÓN Y TIPOS DE SPLITTER ÓPTICO

- Para todos los Modelos de topología GPON, se recomiendan hasta dos niveles de splitter, ya que con la instalación de un 3° nivel aumenta las pérdidas en el Link Budget, lo que reduce la longitud de la fibra, para cumplir el umbral de pérdidas.
- La razón de división dependerá de la demanda y ubicación del splitter óptico.
- El splitter Óptico de 2° Nivel, será siempre fusionado para demanda horizontal, como por ejemplo en parques industriales.
- La razón de división de los splitters primarios será de bajo ratio en los casos de ambientes comerciales e industriales. Como por ejemplo, 2:4, 2:8, en cambio para ambiente móvil el splitter primario debe ser de razón 2:8 y en casos excepcionales de razón 2:16.

2.6.3 CRITERIOS DE PROTECCIÓN.

- Se definen en función del tipo de cliente y los perfiles de usuarios potenciales que se atenderán con determinada topología. La recomendación de protección se basa en redundancia óptica en el sistema de alimentación primaria (cable feeder).
- Para alta demanda en ambiente Corporativo (Edificios, Parque Industriales y Móvil 3G), la recomendación de protección queda definida con la utilización de splitter de redundancia primaria interconectados, de

tal modo que al coexistir muchos splitter de 1° Nivel, queden interconectados en anillos ópticos.

CAPITULO III

DISEÑO UNA RED DE ACCESO UTILIZANDO TECNOLOGÍA FTTH PARA EL EDIFICIO SOLEMNI DE LA CIUDAD DE QUITO

3.1 OBJETIVO

Llegar a una red simple integrada para todos los servicios de Voz, Datos y Vídeo; incrementando flexibilidad, con una asignación del ancho de banda según la demanda y exigencias del propietario, dentro de una estructura a prueba de futuras aplicaciones.

3.2 DATOS GENERALES

En el mundo moderno es vital contar con información ágil y segura para la toma de decisiones, las comunicaciones se han transformado en el pilar de desarrollo económico, a través de un adecuado sistema de telecomunicaciones se puede reducir los costos de transacción, mejorar la productividad y, por lo tanto generar competitividad.

De acuerdo al mismo, se presenta el Proyecto de Redes de Datos en Fibra Óptica para el Edificio Solemni para atender los requerimientos de sus interesados.

El Edificio Solemni se encuentra ubicado en la Calle Alemania N30-38 y Av. Eloy Alfaro, sector La Pradera de la ciudad de Quito, según se muestra en la figura 28.

Construido en nueve (9) plantas, y constituido por setenta y ocho (78) oficinas, cuatro (4) locales comerciales, un (1) Counter, una (1) oficina de administración y un (1) salón comunal, el edificio Solemni cuenta con ochenta y cinco (85) ambientes, y cuyo diseño de red interna FTTH, permitirá brindar servicios de Internet banda ancha, voz y datos de manera individual.



Figura 28. Croquis de ubicación – Edificio Solemni

Tomado de: www.googlee.maps

Para determinar un valor correspondiente a la capacidad requerida para cada usuario, de manera general se tomarán en cuenta los valores que se presentan en la tabla 4.

Tabla 4. Capacidad de Ancho de Banda requerido.

SERVICIO	ANCHO DE BANDA (SUBIDA)	ANCHO DE BANDA (BAJADA)
<i>SDTV</i>	64 kbps	4 Mbps
<i>HDTV (por canal)</i>	64 kbps	16 Mbps
<i>Navegación – Internet</i>	128 Kbps-640 Kbps	128 Kbps-1.5 Mbps
<i>Juegos en línea</i>	2 -3 Mbps	2-3 Mbps
<i>Voz</i>	64-256 kbps	64-256kbps
<i>Videoconferencia</i>	384 Kbps-1.5 Mbps	384 Kbps-1.5 Mbps
<i>Transferencia de archivos</i>	128-512 kbps	128-512kbps
<i>Video bajo demanda</i>	64-128 kbps	6 Mbps
Total	6,164 Mbps	32,768 Mbps

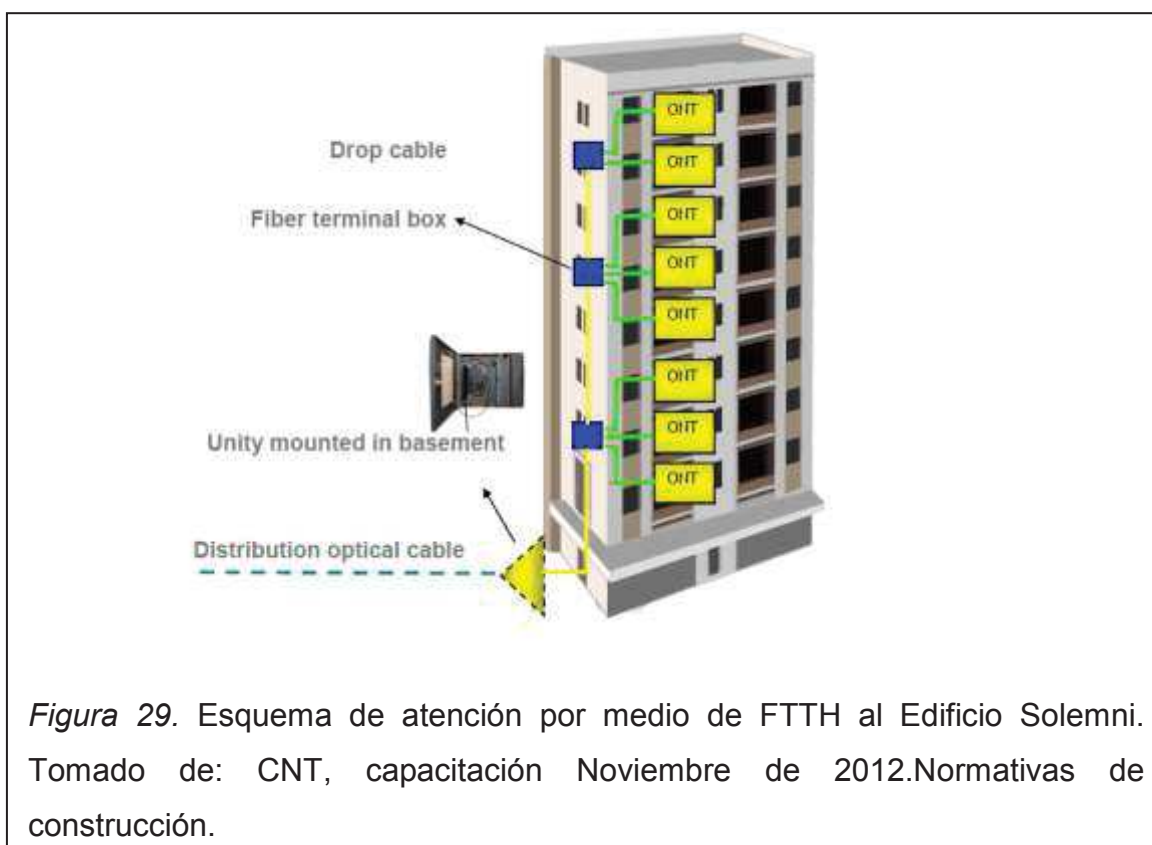
3.3 CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS

Considerando el Edificio Solemni como una edificación de menor densidad de oficinas comparado con las empresas, se tomarán en cuenta las siguientes consideraciones:

Demanda de Banda Ancha moderada, que corresponde a oficinas de profesionales tales como: oficinas de abogados, consultas médicas, en general profesionales de la salud.

La mejor solución para este tipo de oficinas es instalar Splitter modular en el subterráneo del edificio que contenga uno o más splitters modulares de altos ratio 1:32.

Se debe construir vertical óptico, instalando cajas de derivación óptica en cada piso, dependiendo como sea la modalidad de construcción del edificio, esta solución considera dejar en cada piso de 4 a 6 fibras en cajas terminales ópticas de baja capacidad, que puedan ser accesadas por cables Drop una vez que el servicio ha sido vendido, según la figura 29.



3.3.1 ACCESO PROVEEDOR DE SERVICIOS – ACOMETIDA

Ya que en el sector existe canalización perteneciente a la CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT E.P., se prevé empatar una escalerilla desde el Cuarto de Comunicaciones, ubicado en la Planta Subsuelo 1, con el pozo de 48 bloques existente, ubicado en la calle Alemania frente al edificio, como se muestra en los Planos Arquitectónicos 2 y 6 del presente Proyecto.

3.3.2 CUARTO DE COMUNICACIONES

Ubicado en la planta Subsuelo 1 del Edificio Solemni, y conformado por una área de ocho (8) metros cuadrados de construcción, este cuarto albergará el Armario FTTH que contendrá los divisores ópticos (splitters) y el Rack de Piso, que a través de los ODFs será línea de partida para distribuir el Cable Riser de 24 fibras de forma vertical por todo el edificio.

3.3.3 ARMARIO FTTH

Ideal para redes FTTH, siendo el encargado de alojar todos los splitter, fibras troncales, y las terminaciones de fibra de los clientes finales.

El mismo tiene capacidad para almacenar hasta 1152 terminaciones de fibra óptica, y en algunos casos posee ingreso de fibra subterránea según la figura 30.

Con la finalidad de atender la demanda del Edificio Solemni, se ha previsto la instalación de un Armario FTTH con capacidad para alojar en su interior seis (6) Splitter 1x32, adicional a esto, se colocará un Rack de Piso con una capacidad de ocho (8) ODFs de 24 puertos cada uno, de ahí partirá el Cable Riser en forma vertical hacia cada uno de los pisos.

Este cable Riser en primera instancia se sangrará en cada una de las Plantas inferiores, es decir, cuatro (4) Cajas Ópticas Modulares de seis (6) abonados cada uno, haciendo un total de 24 fibras.

De las Cajas Ópticas modulares, se repartirán 2 hilos de fibra óptica hacia cada ambiente, dependiendo de la Planta donde ésta se encuentre.



Figura 30. Armario FTTH con Splitters y bandejas de fibra instaladas.
Tomado de: CNT, capacitación Noviembre de 2012. Normativas de construcción.

3.3.4 DIVISORES OPTICOS (SPLITTERS)

La necesidad de distribución de múltiples señales ópticas es crucial para el correcto desempeño de una Red FTTH, estos dispositivos se usan para dividir la señal de entrada en N ramas de salida con mínimas pérdidas.

La posibilidad de utilizar diferentes arquitecturas para la compartición de señales ópticas, permite al proveedor de servicios configurar su red de la forma más efectiva posible. Constan de una o dos ramas de entrada y varias de salida, siendo así de 2, 4, 8, 16, 32 y 64. Están diseñados para introducir Pérdidas de Inserción^{xii} aproximadamente iguales en todas sus ramas de salida.

Cada splitter se suministra caracterizado con las medidas de Pérdida de Inserción (PI) y Pérdida de Retorno (PR)^{xiii} de cada una de sus ramas.

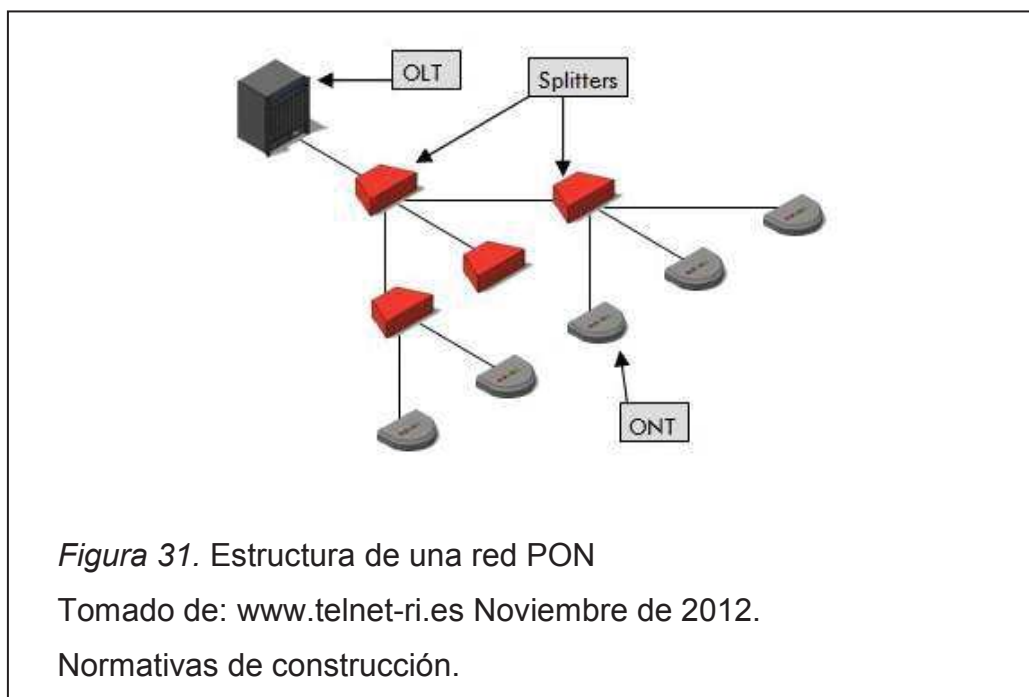
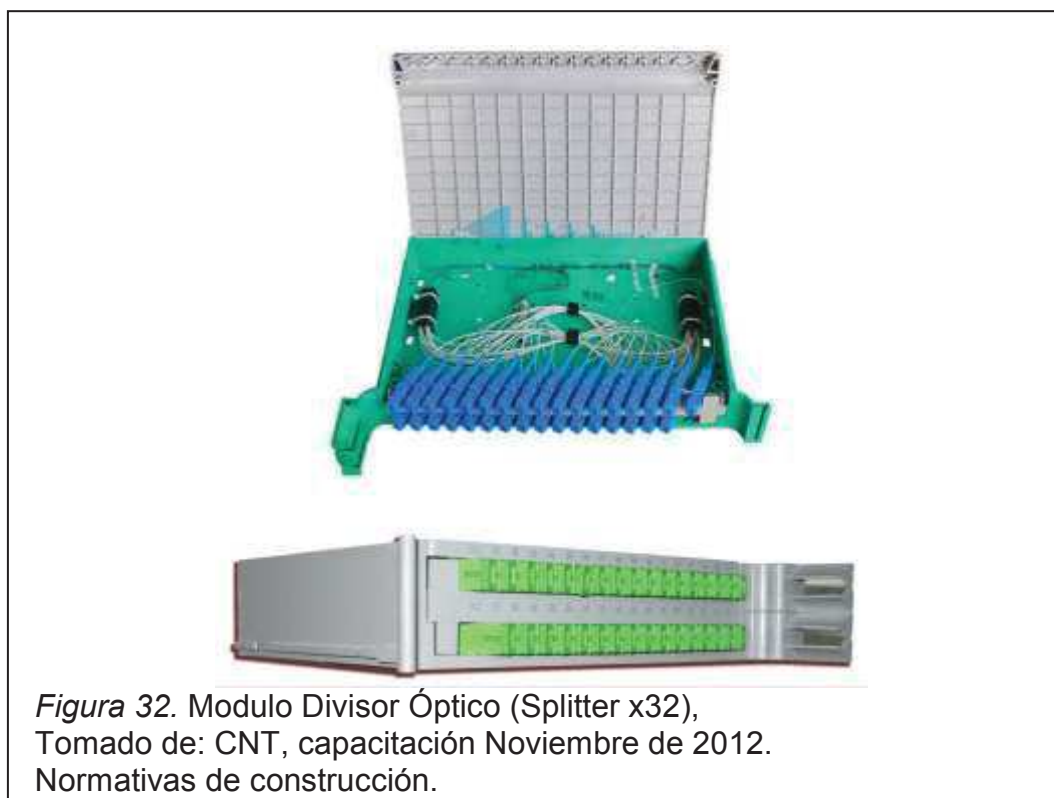


Tabla 5. Especificaciones Técnicas de los Divisores Ópticos (Splitters)

Especificaciones						
Características fundamentales (elemento individual)						
Configuración de los splitters	1 x 2	1 x 4	1 x 8	1 x 16	1 x 32	1 x 64
Longitud de onda	1260-1360 nm , 1450-1650 nm					
Tecnología	Fusión	PLC				
Pérdidas inserción (dB)	≤ 3,7	≤ 7,3	≤ 10,5	≤ 13,7	≤ 17,1	≤ 20,5
PDL (dB)	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,25	≤ 0,3	≤ 0,4	≤ 0,5
Uniformidad	≤ 0,5	≤ 0,8	≤ 1,0	≤ 1,3	≤ 1,5	≤ 2,5
Pérdidas de Retorno (dB)	> 50	≥ 55				
Directividad (dB)	> 50	≥ 55				
Temperatura de operación (°C)	- 20 / 70	- 40 / 85				
Puertos de entrada y salida por defecto	Fibra monomodo Ø 250 µm de bajo radio de curvatura					
Longitud mínima de fibras (m)	≥ 2,5					
Puertos de salida	2 fibras SM	Ribbon 4 fibras x 1 (2,5 m fibras individuales)	Ribbon 8 fibras x 1 (2,5 m fibras individuales)	Ribbon 8 fibras x 2 (2,5 m fibras individuales)	Ribbon 8 fibras x 4 (2,5 m fibras individuales)	Ribbon 8 fibras x 8 (2,5 m fibras individuales)
Dimensiones cuerpo (mm)	Ø 3,2 x 54	4 x 4 x 38	4 x 4 x 40	7 x 4 x 46,9	7 x 4 x 46,9	12 x 4 x 58

Tomado de: CNT, capacitación Noviembre de 2012. Normativas de construcción.



3.3.5 CABLE RISER

Las Cajas de distribución óptica de piso, tendrán una capacidad entre 4 y 6 abonados, y serán alimentados con un cable denominado Riser, los cables se abrirán en sangrías para distribuir las fibras en cada caja de acceso vertical.

Dado que los proveedores de estos cables, pueden variar, se indican las tablas de códigos de colores y formatos de distribución jerárquica de las fibras, asociadas a cada fabricante. Dependiendo de esta variable se debe tener muy presente la asignación del filamento de fibra, para evitar errores de distribución.

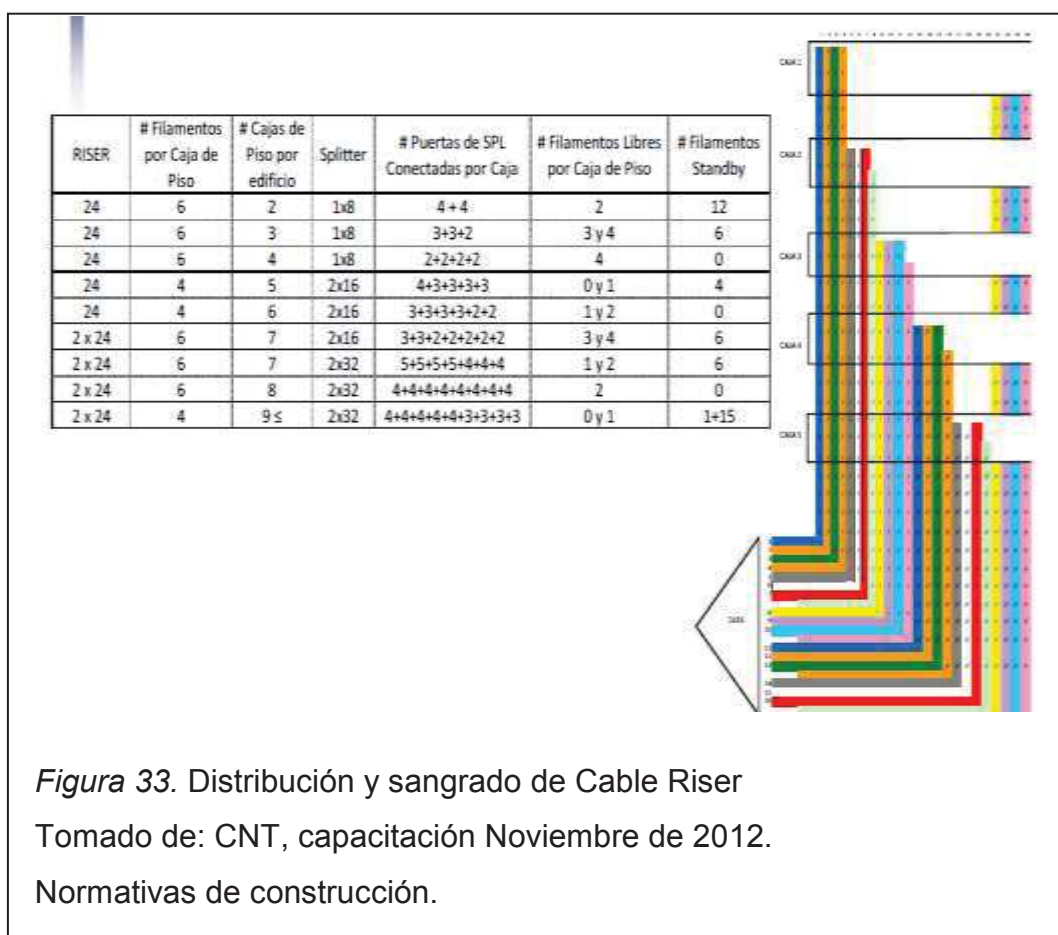


Figura 33. Distribución y sangrado de Cable Riser

Tomado de: CNT, capacitación Noviembre de 2012.

Normativas de construcción.

3.3.6 CAJA OPTICA MODULAR DE PISO

Permite la instalación en el edificio del cliente de diferentes módulos independientes tanto para la salida de cables hacia el cliente como para cada uno de los operadores que dan servicio al edificio.

De este módulo surgirá el cable riser que subirá a las distintas plantas o los cables drop correspondientes a cada abonado.

Debajo de este módulo de cliente, se instalará un módulo de operador, el cual realizará los empalmes y splitting correspondientes.

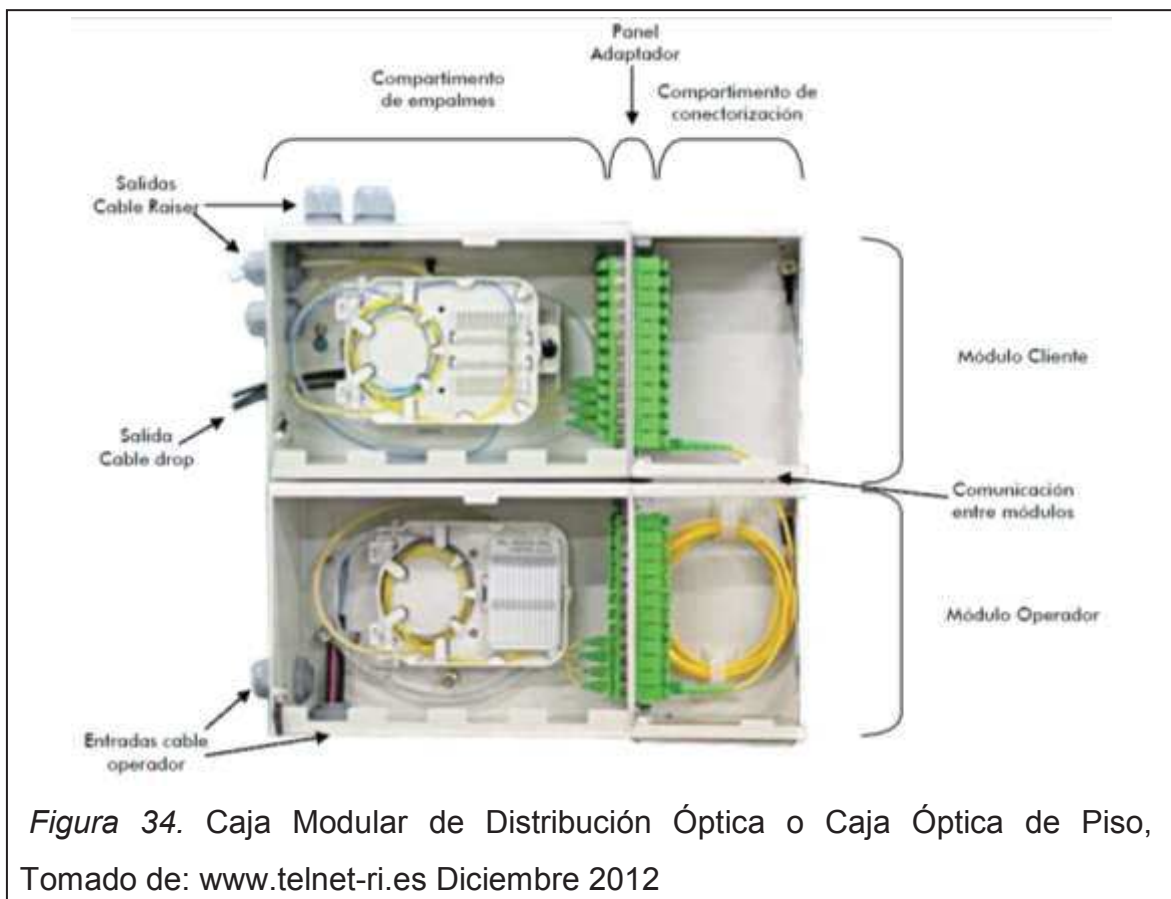


Figura 34. Caja Modular de Distribución Óptica o Caja Óptica de Piso, Tomado de: www.telnet-ri.es Diciembre 2012

Para el caso del presente Proyecto, se empleará 2 Cajas Modulares de Distribución Óptica por Planta dependiendo del caso, según se muestra en el Diagrama Vertical del Plano Arquitectónico Nro. 6.

3.3.7 CABLE DROP G.657. A2

Uno de los principales retos en el desarrollo de las redes FTTH es el tendido del cable de fibra óptica dentro del interior de las viviendas. Estos cables facilitan la distribución de la señal óptica en el interior de los edificios, típicamente entre la caja de distribución de cada planta y la roseta en el departamento u oficina del abonado. Los cabos de aramida aportan refuerzo a tracciones longitudinales y la cubierta ignífuga es idónea para aplicaciones de interior. Se llevará un Cable Drop de 2 Fibras Ópticas desde las Cajas Modulares de Distribución Óptica hasta la Roseta Óptica de cada ambiente del Edificio Solemni, según se presenta en los Planos Arquitectónicos correspondientes a las Plantas Tipo.

- Uso recomendado en red de dispersión para acometida desde la caja de empalme de planta con la roseta del abonado.
- Bajo emisión de humos, libre de halógenos y resistentes a la propagación de fuego y llama.
- Soporta bajo radio de curvatura.

3.3.8 ROSETA OPTICA

Permite la terminación del cable de acometida que llega al abonado, terminando dicho cable en un conector mediante empalme con rabillo o instalación de conector de montaje en campo. Su diseño y construcción son compatibles con las rosetas compactas correspondientes al cableado metálico. Son instalables sobre pared, en canales o en cajas de piso falso según la figura 35.



En el mercado también se puede encontrar otro tipo de Roseta Óptica, compuesta por tres partes fundamentales: base, bandeja y tapa.

La bandeja de empalme puede alojar hasta dos empalmes mecánicos o de fusión, y organizar la fibra sobrante. La bandeja permite la fijación de los cables y el guiado de la fibra, así como la inserción de los adaptadores. La tapa protege el contenido interior.



3.3.9 ONT

Una vez finalizado el proceso de construcción del acceso, empalmado a la red, probado y certificado los niveles de atenuación, se procede con la instalación del dispositivo activo ONT (Optical Network Terminal / Terminal óptico de red), tomando en cuenta que el equipo debe estar incluido en los recursos de la orden o provisión o mantención, y además, el dispositivo terminal proveerá la interface entre la red GPON y estándar Ethernet, encapsulando tráfico Ethernet en tramas GEM de acuerdo con el estándar GPON..

Otro aspecto importante de la ONT es que cumpla con los estándares **ITU-T G.984.3**, siendo completamente inter-operable con cualquier fabricante de OLTs que cumpla el estándar.

Que sea capaz de procesar 2Gbps de tráfico descendente y 1.244 Gbps en tráfico ascendente simultáneamente. GPON Data rate: 2.488 Gbps (Downstream) y 1.244 Gbps (Upstream).

Se colocará un ONT por cada ambiente del Edificio Solemni, en total ochenta y cinco (85) ONTs.



3.4 PRUEBAS DE FIABILIDAD

Para la recepción de las redes de fibra óptica GPON/FTTH se realizarán las siguientes pruebas:

Medición de la longitud óptica con OTDR^{xiv} Exfo FPM-300

Medición de la pérdida total del trayecto con OTDR

Potencia retro difusa con OTDR PON POWER METER

Conexiones y terminaciones en distribuidores de fibra óptica.

Correcta instalación de Armarios

Correcta limpieza y armado de conectores

Correcta implementación de las fusiones

Adecuada instalación de las Cajas terminales aéreas

Adecuada instalación de las mangas

Medición de la Red ODN una vez finalizada (OTDR PON)

Chequeo de la conmutación de la ODN

El control se efectuará según el siguiente detalle:

Medida de la longitud óptica verificada en el 100% de fibras.

Pérdida total de trayecto efectuada al 100%

Gráficas de retro difusión efectuadas al 100%

Pérdida de los empalmes medidos al 100%

Inspección visual de la instalación en áreas de acceso en todo el enlace

Las fusionadoras, los medidores de potencia y los OTDRs seleccionados, deberán tener los certificados de calibración correspondientes, así como la

manipulación por parte de personal técnico especialista en la ejecución de las pruebas ópticas.

3.5 CALCULO DE ATENUACIÓN

Para el cálculo de la atenuación total de la red de fibra se debe considerar lo siguiente:

Atenuación Splitter 1X32: 17,1dB

Pérdida máxima por conector y fusión: 0,5 dB

Atenuación máxima en cable de fibra G.652: 0.31 dB/Km @ 1550nm

Potencia retrodifusa recibida en conector máxima: -50 dBm

Para realizar el cálculo de atenuación, se tomarán en cuenta 2 consideraciones:

- i. El peor caso registrado en el esquema de diseño de red interna del inmueble, en este caso la Oficina de Administración del Edificio Solemni es el caso más deficiente por ser el sitio más alejado de la red.
- ii. Se realizará un esquema de la red FTTH que parte desde la OLT, ubicado en la Central más cercana al inmueble. Para el presente caso, la Central Iñaquito de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones presenta todas las características constructivas y técnicas para ser instalado una OLT y brindar tecnología GPON al Edificio Solemni según la figura 38

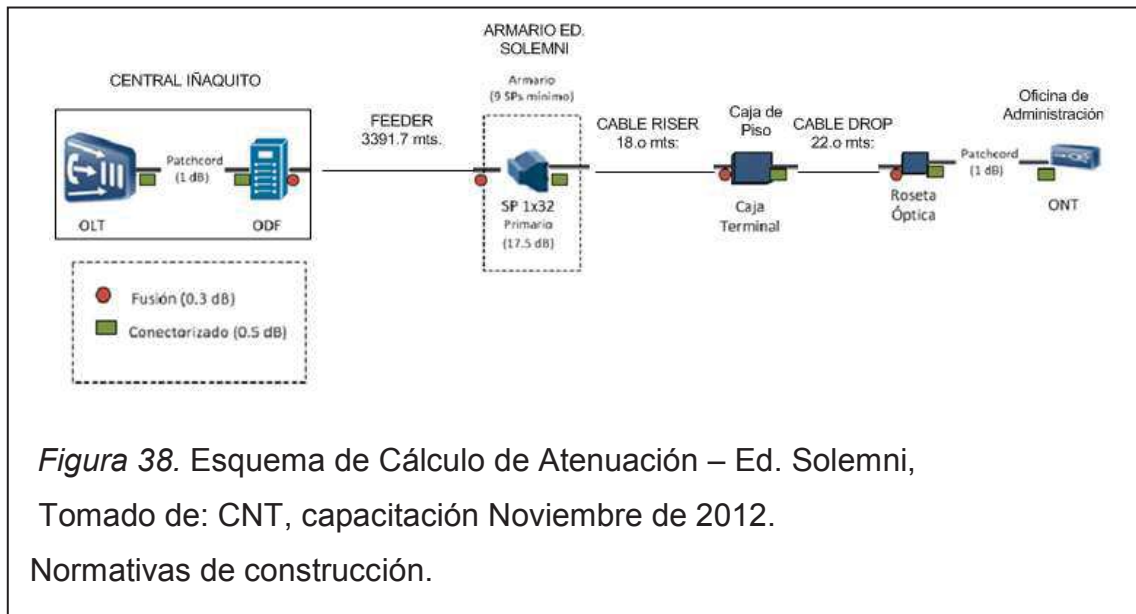


Tabla 6. Cálculo de atenuación Edificio Solemni

	CANTIDAD	PERDIDAS (dB)	Subtotal (dB)
CABLE	3,4317	0,31	1,063827
CONECTORES	6	0,5	3
FUSIONES	4	0,5	2
SPLITTERS	1	17,5	17,5
TOTAL (dB)			23,56

El cálculo de atenuación para la atención con tecnología GPON para el Edificio Solemni es de 23,56 dB, siendo menor al valor máximo permitido de 25 dB. **Por lo tanto, es factible atender al Edificio Solemni desde la OLT ubicada en la Central de Iñaquito.**

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La distancia máxima de la ODN, es decir, distancia entre la OLT y ONT no debe superar los 20 Km. Esto incluye la distancia del Feeder, distancia de la FO de Distribución y la FO del cable Drop o acometida.
2. Cable de FO de distribución, entre 1° y 2° Splitter siempre debe ser nuevo y exclusivo para la red GPON, de tal modo que nunca se mezcle con enlaces de FO punto a punto.
3. El Divisor Óptico utiliza el mayor porcentaje de pérdida óptica y cada conector que se utilice en un camino óptico debe presupuestarse como 0.35dB según la ITU de pérdida por inserción o atenuación. Con una margen de reserva óptica de 3dB.
4. Colocar el divisor óptico (Splitter) lo más cerca de los clientes de esta forma se reduce el Capex^{xv} del ODN.
5. La atenuación máxima de la red ODN no debe superar los 28 dB.
6. Sólo se permiten dos niveles jerárquicos de Splitters: de primer nivel con respaldo y de segundo nivel sin respaldo conectado de un Splitter primario.
7. Con el fin de no introducir pérdidas adicionales no consideradas, se debe tener presente los cuidados propios de la manipulación y mantención de fibra óptica, por ejemplo, limpieza de conectores, cortes de fibra compatibles, etc.

REFERENCIAS

GIRARD, Andre. "FTTx PON Technology and Testing". EXFO Electro-Optical Engineer Inc. 2005. Canadá 160.

GUALOTUÑA GUAÑA, Diana Elizabeth. Riffo Salazar Sofía Gabriela. "Diseño de una red de acceso utilizando tecnología APON (ATM Passive Optical Network) para Andinatel S.A en la ciudad de Quito". Escuela Politécnica Nacional, .2004.

GUIJARRO CUEVA, Cristian Gerardo. "Estudio de factibilidad de una red de área.

HECHT, Jeff. "Understanding Fiber Optics". Prentice Hall. 1999 USA.
<http://www.telnet-ri.es>, 15-Abril-2013.
<http://www.keline.eu/sp/ozasuvky.html>, 15-Abril-2013

PABÓN TACO, Diana Patricia. "Diseño de una red de acceso GPON para proveer servicios triple play (tv, internet y telefonía) en el sector de la Carolina a través de la red del grupo TVCABLE" Escuela Politécnica Nacional, 2009.

Recomendación G.983.4 Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits: Especificación de la interfaz de control y gestión de la terminación de red óptica.

Recomendación Unión Internacional de telecomunicaciones, UIT-T G.983.1. Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits: Características generales.

Recomendación Unión Internacional de telecomunicaciones, UIT-T G.652 A, B, C y D.

Recomendación Unión Internacional de telecomunicaciones, UIT-T G.983.2 Especificación de la interfaz de control y gestión de terminales de red óptica para redes ópticas pasivas de banda ancha.

Recomendación Unión Internacional de telecomunicaciones, UIT-T G.983.3
Redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits: Especificación de la
capa de convergencia de transmisión.

Taringa Inteligencia Colectiva: www.taringa.net, diciembre de 2012

ZANGER, Henry. "Fiber Optics.Communication and other Applications".Maxwell
Macmillan International Publishing Group. 1999. USA.

ANEXOS

ANEXO 1

REGISTRÓ DE FIBRAS ÓPTICAS

RISER / RUTA	NÚMERO DE HILO	BUFER	CAJA OPTICA DE PISO	HILO BUFER	AMBIENTE	NIVEL / PISO
1	1	1	CODP-03	1	OFICINA 8	PRIMER PISO N +3.0
	2	1		2		
	3	1		3	OFICINA 7	
	4	1		4		
	5	1		5	OFICINA 6	
	6	1		6		
	7	2		1	OFICINA 5	
	8	2		2		
	9	2		3	OFICINA 4	
	10	2		4		
	11	2		5	RESERVA	
	12	2		6		
	13	3	RACK	1	RESERVA	PLANTA BAJA N +0.0
	14	3		2		
	15	3		3		
	16	3		4		
	17	3		5		
	18	3		6		
	19	4		1		
	20	4		2		
	21	4		3		
	22	4		4		
	23	4		5		
	24	4		6		

RISER / RUTA	NÚMERO DE HILO	BUFER	CAJA OPTICA DE	HILO BUFER	AMBIENTE	NIVEL / PISO
2	1	1	CODP-05	1	OFICINA 8	SEGUNDO PISO N +6.o
	2	1		2		
	3	1		3	OFICINA 7	
	4	1		4		
	5	1		5	OFICINA 6	
	6	1		6		
	7	2		1	OFICINA 5	
	8	2		2		
	9	2		3	OFICINA 4	
	10	2		4		
	11	2		5	RESERVA	
	12	2		6		
	13	3	CODP-07	1	OFICINA 8	TERCER PISO N +9.o
	14	3		2		
	15	3		3	OFICINA 7	
	16	3		4		
	17	3		5	OFICINA 6	
	18	3		6		
	19	4		1	OFICINA 5	
	20	4		2		
	21	4		3	OFICINA 4	
	22	4		4		
	23	4		5	RESERVA	
	24	4		6		

RISER / RUTA	NÚMERO DE HILO	BUFER	CAJA OPTICA DE PISO	HILO BUFER	AMBIENTE	NIVEL / PISO
3	1	1	CODP-09	1	OFICINA 8	CUARTO PISO N +12.o
	2	1		2		
	3	1		3	OFICINA 7	
	4	1		4		
	5	1		5	OFICINA 6	
	6	1		6		
	7	2		1	OFICINA 5	
	8	2		2		
	9	2		3	OFICINA 4	
	10	2		4		
	11	2		5	RESERVA	
	12	2		6		
	13	3	CODP-11	1	OFICINA 8	QUINTO PISO N +15.o
	14	3		2		
	15	3		3	OFICINA 7	
	16	3		4		
	17	3		5	OFICINA 6	
	18	3		6		
	19	4		1	OFICINA 5	
	20	4		2		
	21	4		3	OFICINA 4	
	22	4		4		
	23	4		5	RESERVA	
	24	4		6		

RISER / RUTA	NÚMERO DE HILO	BUFER	CAJA OPTICA DE PISO	HILO BUFER	AMBIENTE	NIVEL / PISO
4	1	1	CODP-13	1	OFICINA 8	SEXTO PISO N +18.o
	2	1		2		
	3	1		3	OFICINA 7	
	4	1		4		
	5	1		5	OFICINA 6	
	6	1		6		
	7	2		1	OFICINA 5	
	8	2		2		
	9	2		3	OFICINA 4	
	10	2		4		
	11	2		5	ADMINISTRACIÓN	
	12	2	6			
	13	3	CODP-15	1	OFICINA 8	SEPTIMO PISO N +21.o
	14	3		2		
	15	3		3	OFICINA 7	
	16	3		4		
	17	3		5	OFICINA 6	
	18	3		6		
	19	4		1	OFICINA 5	
	20	4		2		
	21	4		3	OFICINA 4	
	22	4		4		
	23	4		5	SALON COMUNAL	
	24	4	6			

RISER / RUTA	NÚMERO DE HILO	BUFER	CAJA OPTICA DE PISO	HILO BUFER	AMBIENTE	NIVEL / PISO
5	1	1	CODP-12	1	OFICINA 9	SEXTO PISO N +18.o
	2	1		2		
	3	1		3	OFICINA 10	
	4	1		4		
	5	1		5	OFICINA 1	
	6	1		6		
	7	2		1	HALL	
	8	2		2		
	9	2		3	OFICINA 2	
	10	2		4		
	11	2		5	OFICINA 3	
	12	2		6		
	13	3	CODP-14	1	OFICINA 9	SEPTIMO PISO N +21.o
	14	3		2		
	15	3		3	OFICINA 10	
	16	3		4		
	17	3		5	OFICINA 1	
	18	3		6		
	19	4		1	HALL	
	20	4		2		
	21	4		3	OFICINA 2	
	22	4		4		
	23	4		5	OFICINA 3	
	24	4		6		

RISER / RUTA	NÚMERO DE HILO	BUFER	CAJA OPTICA DE PISO	HILO BUFER	AMBIENTE	NIVEL / PISO
6	1	1	CODP-08	1	OFICINA 9	CUARTO PISO N +12.o
	2	1		2		
	3	1		3	OFICINA 10	
	4	1		4		
	5	1		5	OFICINA 1	
	6	1		6		
	7	2		1	HALL	
	8	2		2		
	9	2		3	OFICINA 2	
	10	2		4		
	11	2		5	OFICINA 3	
	12	2		6		
	13	3	CODP-10	1	OFICINA 9	QUINTO PISO N +15.o
	14	3		2		
	15	3		3	OFICINA 10	
	16	3		4		
	17	3		5	OFICINA 1	
	18	3		6		
	19	4		1	HALL	
	20	4		2		
	21	4		3	OFICINA 2	
	22	4		4		
	23	4		5	OFICINA 3	
	24	4		6		

RISER / RUTA	NÚMERO DE HILO	BUFER	CAJA OPTICA DE PISO	HILO BUFER	AMBIENTE	NIVEL / PISO
7	1	1	CODP-04	1	OFICINA 9	SEGUNDO PISO N +6.o
	2	1		2		
	3	1		3	OFICINA 10	
	4	1		4		
	5	1		5	OFICINA 1	
	6	1		6		
	7	2		1	HALL	
	8	2		2		
	9	2		3	OFICINA 2	
	10	2		4		
	11	2		5	OFICINA 3	
	12	2		6		
	13	3	CODP-06	1	OFICINA 9	TERCER PISO N +9.o
	14	3		2		
	15	3		3	OFICINA 10	
	16	3		4		
	17	3		5	OFICINA 1	
	18	3		6		
	19	4		1	HALL	
	20	4		2		
	21	4		3	OFICINA 2	
	22	4		4		
	23	4		5	OFICINA 3	
	24	4		6		

RISER / RUTA	NÚMERO DE HILO	BUFER	CAJA OPTICA DE PISO	HILO BUFER	AMBIENTE	NIVEL / PISO
8	1	1	CODP-01	1	LOCAL 4	PLANTA BAJA N +0.0
	2	1		2		
	3	1		3	OFICINA	
	4	1		4		
	5	1		5	LOCAL 3	
	6	1		6		
	7	2		1	LOCAL 2	
	8	2		2		
	9	2		3	COUNTER	
	10	2		4		
	11	2		5	LOCAL 1	
	12	2		6		
	13	3	CODP-02	1	OFICINA 9	PRIMER PISO N +3.0
	14	3		2		
	15	3		3	OFICINA 10	
	16	3		4		
	17	3		5	OFICINA 1	
	18	3		6		
	19	4		1	HALL	
	20	4		2		
	21	4		3	OFICINA 2	
	22	4		4		
	23	4		5	OFICINA 3	
	24	4		6		

ANEXO 2

VOLUMENES DE OBRA

EDIFICIO SOLEMNI			
VOLUMENES DE OBRA			
ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION
1	CANALIZACION		
1.1	185	m.	Canaleta Metálica - Acometida y Pisos
1.2	26	m.	Escalerilla - Ducto de Telecomunicaciones
1.3	150	m.	Manguera de 13mm de diámetro
2	CABLES		
2.1	150	m.	Cable de fibra óptica Monomodo 2 fibras tipo G657A - DROP
2.2	168	m.	Cable de fibra óptica Monomodo 24 fibras tipo RISER
3	TABLEROS DE DISTRIBUCION		
3.1	8	u.	ODF 24 Fibras
3,2	15	u.	Caja Óptica de Piso
3,3	1	u.	Rack Cerrado de 42 UR
3,4	85	u.	Rosetas Ópticas de Pared

4	EMPALMES Y SPLITTERS		
4.1	6	u.	Splitter 1:32
5	MATERIAL MENUDO		
5.1	1	Lote	Tornillos, correas, pintura, tarjetas plásticas
5.2	150	m.	Alambre galvanizado # 14
6	ONT'S		
6,1	85	u.	Las ONT'2 serán proporcionadas por el Proveedor de Servicios.

Anexo 4

Notas

ⁱ Índice de Refracción.- Es una medida que determina la reducción de la velocidad de la luz al propagarse por un medio homogéneo.

ⁱⁱ Pérdidas de Inserción.- Es la medida de la capacidad para transmitir el nivel de potencia óptica en el acoplamiento de conectores en la dirección de transmisión.

ⁱⁱⁱ Pérdidas de Retorno.- Es la medida de potencia óptica reflejada en el acoplamiento de conectores y guiada por la fibra en dirección hacia la fuente de luz.

^{iv} ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line).- Consiste en una transmisión de datos digitales sobre el par simétrico de cobre que lleva la línea telefónica convencional o línea de abonado, siempre y cuando la longitud de línea no supere los 5,5 km medidos desde la Central Telefónica, o haya otros servicios por el mismo cable que puedan interferir.

^v ADSL2 y ADSL2+.- Son tecnologías que ofrecen tasas de transferencia mayores que las proporcionadas por ADSL, sobre la misma infraestructura telefónica. Así, si con ADSL tenemos una tasas máximas de bajada7subida de 8/1 Mbps, con ADSL2 se consigue 12/2 y con ADSL2+ 24/2 Mbps.

^{vi} GEM.- Se basa en el estándar GFP (generic Framing Procedure) de ITU-T, G7041 con modificaciones menores para optimizar PON, además GEM proporciona comunicación orientado a conexión.

^{vii} MPLS (Multiprotocol Label Switching) es un mecanismo de transporte de datos que opera entre la capa de enlace de datos y la capa de red. Fue diseñado para unificar el servicio de transporte de datos para las redes basadas en paquetes. Puede ser utilizada para transportar diferentes tipos de tráfico, incluyendo tráfico de voz y de paquetes IP.

^{viii} Cable Feeder.- Corresponde al cable, o grupo de cables que contienen el filamento de fibra óptica que interconecta las puertas PON de la OLT con las puertas de entrada del splitter primario.

^{ix}Splitter.- Son elementos ópticos que replican la señal óptica que entra, por todas sus salidas introduciendo niveles de atenuación dependientes de la cantidad de puertas de salida que tenga.

^xODF.- terminales de los cables de fibra óptica feeder que están asociados a la red GPON (ruta principal o working y ruta de respaldo o protección).

^{xi}Cable de Distribución.- Corresponde al cable que contiene el filamento de fibra óptica que alimenta un splitter secundario.

^{xii}Pérdidas por Inserción (PI).- Representan la reducción que sufre la señal, en dB, cuando entre emisor y receptor se inserta un material (en este caso un Splitter); los efectos de difracción y refracción habrán sido tomados en cuenta y eliminados. Las PI se deben a una combinación de la señal reflejado por el material y la señal absorbida por el mismo.

^{xiii}Pérdida de Retorno (PR).- Es la diferencia entre la potencia de la señal transmitida y la potencia de las reflexiones de la señal causadas por las variaciones en la atenuación del cable de fibra óptica, dando como resultado una gran diferencia entre las potencias de las señales transmitidas y reflejadas.

^{xiv}OTDR.- Reflector Óptico en el Dominio del Tiempo, es un instrumento óptico-electrónico usado para caracterizar una fibra óptica. Puede ser utilizado para estimar la longitud de la fibra, y su atenuación incluyendo pérdidas por empalmes y conectores. También puede ser utilizado para detectar fallos, tales como roturas de la fibra.

^{xv}Capex.- Costos de inversión que se generan al implementar redes de fibra óptica. En teoría, entre más cerca se encuentre un splitter de un abonado mejor será el capex de la red reduciendo los costos de inversión y pérdidas de atenuación.