

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
CARRERA DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES



MEMORIA TÉCNICA
NIVEL LICENCIATURA

ENLACE DE RED ÓPTICA PASIVA PARA
GPON ENTEL
EDIFICIO TOWER – LA PAZ

POSTULANTE: DAVID ZARATE ARUQUIPA

TUTOR: ING. FRANKLIN RADA TELLERIA

La Paz – Bolivia

2015

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a las personas que siempre confiaron en mí Capacidad y esfuerzo, especialmente a mis padres quienes siempre confiaron en mí apoyándome en todo momento a mi esposa e hijos, fuente de inspiración y esperanza y a Dios, el cual en todo momento me dio la fortaleza, alegría, perseverancia entre otras muchas bendiciones a mi vida. Aun en momentos difíciles siempre fue mi guía, gracias.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la vida y una hermosa familia, por estar a mi lado desde el día que nací guiándome y dándome las fuerzas necesarias para avanzar sin rendirme.

A mi madre por sus bendiciones, por su amor y apoyo incondicional, por estar siempre a mi lado en las buenas y en las malas, por sus consejos, su ternura y su dedicación para verme siempre feliz.

A mi padre, por quien siento un gran orgullo y a pesar de la distancia de ya no estar entre nosotros me ha apoyado, se ha sentido orgulloso de mí y me ha motivado con su ejemplo.

A mi Esposa Gladys, por estar conmigo en las buenas y en las malas, por su amor, sus consejos y por darme felicidad y apoyo en todo momento, quien ha llegado a ser una persona muy importante en mi vida.

A mis hijos Dylan Mayk y Sdenka Brittany por ser la razón de seguir luchando en esta vida y por ser la fuente de mi fuerza de superación.

A todos mis docentes de la UMSA, de la Facultad de Tecnología especialmente a mi tutor, por haberme transmitido sus conocimientos y su ayuda a lo largo de la carrera

A la Empresa TLC S.R.L. Telecomunicaciones Bolivia por abrirme las puertas para mi crecimiento profesional, por transmitirme sus conocimientos y pautas para realizar este memoria técnica.

A mis amigos, mis compañeros, colegas, por las horas de trabajo, y los momentos inolvidables compartidos a lo largo del trabajo y la carrera.

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD LABORAL

Describiendo la experiencia laboral actualmente prestó servicios en la empresa TLC srl. Telecomunicaciones Bolivia con el cargo de Supervisor de Proyectos, Responsable de fibra óptica, llevo trabajando cinco años en dicha empresa, el directo superior es el Ing. Andrés Tarquino. En todo este tiempo transcurrido se ha llevado a cabo varios importantes trabajos tales como: Ampliación y certificación de F.O. La Paz – Desaguadero para la empresa Entel, ampliación de fibra óptica DWDM a nivel nacional de la red de Entel, Ampliación de fibra óptica de la red 4G El Alto y Zona Sur La Paz, mantenimiento del anillo F.O. la red nacional de Entel, ampliación de la red de larga distancia de F.O G-652D Oruro – Potosí, instalación y mantenimiento de la red fibra óptica de MEGALINK, instalación de la Red fibra óptica de la Agencia Boliviana Espacial (ABE), ampliación de red de fibra óptica Riberalta – Trinidad, implementación de la segunda ampliación IP – NGN de La Paz, Santa Cruz, Cochabamba de la empresa Entel, estos son algunos de los muchos trabajos que se realizo en la empresa TLC s.r.l.

El año 2009 al 2011 se prestó servicios en la Cooperativa de Teléfonos Automáticos La Paz COTEL en el área de CATV y ampliación de red de fibra óptica y coaxial, Aterramiento de amplificadores y equipos activos y pasivos. Como técnico de redes de acceso de cobre y de telefonía fija. Bajo la supervisión de T.S. Eraclio Rojas

El año 2008 al 2009 se prestó servicios en la empresa de telecomunicaciones DATATEL SRL. En el área de fibra óptica, Realizando fusiones y certificaciones de ampliaciones punto a punto y mantenimiento en equipos de fibra óptica, LTRs, ADSL en redes de acceso de cobre ocupando el cargo de técnico de planta. Bajo la supervisión de T.S. Alfredo Tiñini

El año 2006 al 2007 se prestó servicios en la Empresa de Telecomunicaciones AXS Bolivia S.A. para la red nacional de fibra óptica y la red de cobre, mantenimiento e instalación de nuevos nodos de la segunda ampliación ocupando el cargo de técnico de planta externa. Bajo la supervisión de Antonio Cahuana.

El año 2005 se realizó el trabajo de pasantía del sistema HFC de CATV en la Cooperativa de Teléfonos La Paz COTEL, en la red híbrida (fibra óptica – coaxial) La Paz – El Alto revisión y corrección de planos análisis de equipos activos y pasivos, amplificadores, Splitter, Taps, de la red nueva de COTEL.

El año 2005 se realizó el trabajo de pasantía en el proyecto de infraestructura de redes del programa UMSATIC de la Universidad Mayor de San Andrés, implementación de la red de cableado estructurado en ODF e implementación de rack de toda la UMSA.

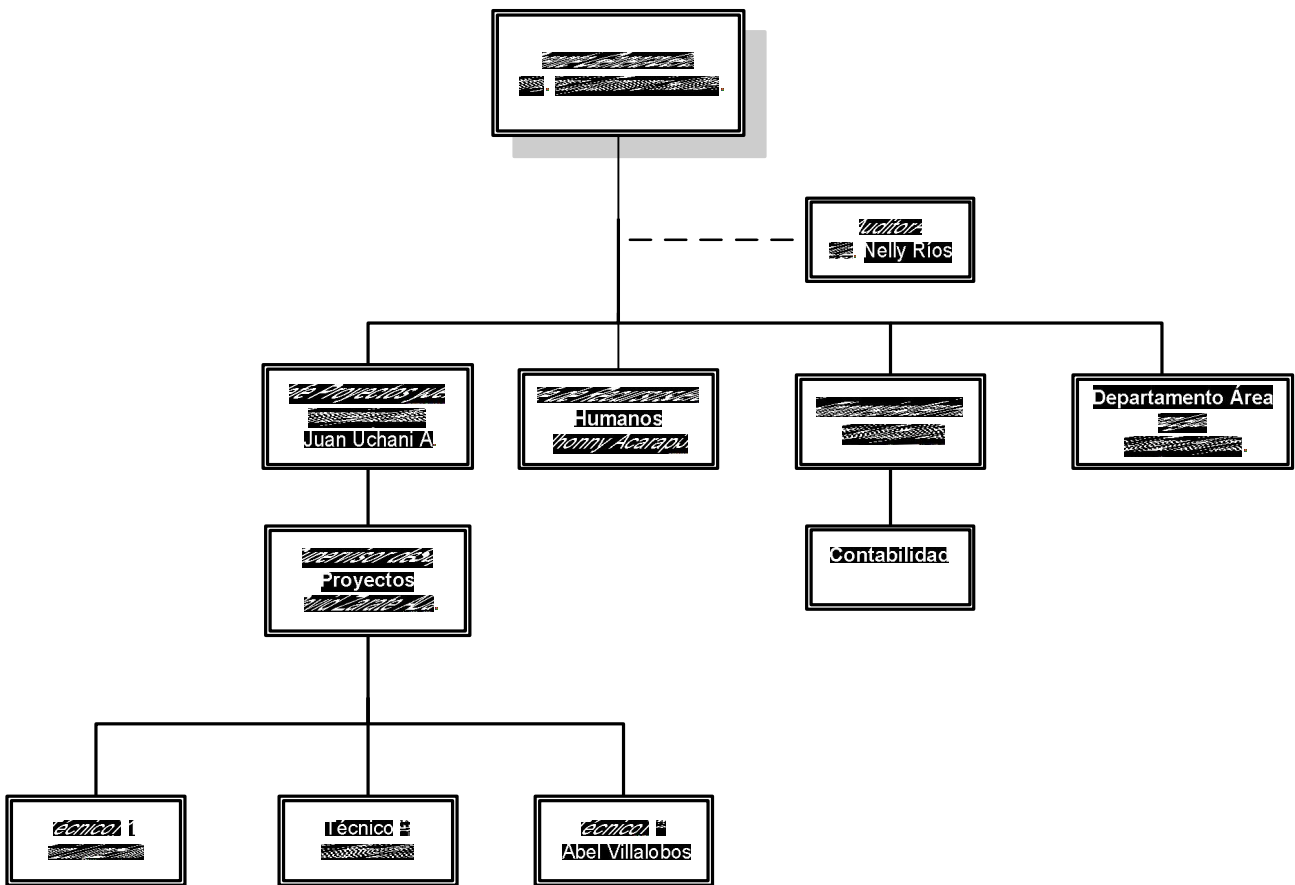
El año 2004 se prestó servicios en VIVA Empresa FAB COM al servicio de Boliviatel ocupando el cargo técnico de instalaciones y actualizaciones de equipos de telefonía implementación de antenas para el servicio de internet inalámbrico.

El año 2001 se prestó servicios en la empresa Artes Gráficas Potosí AGP cargo mantenimiento de equipos electrónicos y de computación y compaginador.



ORGANIGRAMA TLC SRL

TELECOMUNICACIONES BOLIVIA



RESUMEN

Hoy en día las redes de telecomunicaciones son cada vez más exigentes. Los usuarios están demandando servicios con mayor ancho de banda como video en alta definición, videoconferencia, videojuegos en línea, entre otros. Las redes actuales en cobre no son capaces de soportar este gran ancho de banda para estas aplicaciones. Es por esto que nace la tecnología de fibra óptica como un medio de transmisión de más capacidad cuyo mayor desafío es llevar la información al hogar de los clientes. De esta manera aparecen las redes FTTH (Fiber to the Home) como una buena solución a las exigencias de los usuarios.

En la presente Memoria Técnica se muestra todo lo que respecta a una red de fibra al hogar (FTTH), desde una visión preliminar del porqué utilizar fibra óptica como solución, el proceso de Planta externa, equipos más utilizados, problemas más comunes encontrados en la implementación, y las formas de despliegue físico de la fibra.

Finalmente se desarrolla un proyecto GPON (Gigabit- Capable Passive Óptical Network) con tecnología FTTH de la empresa Telefónica ENTEL para la ciudad de La Paz, El trabajo contempló toda la implementación de la red Demo para el edificio Tower desde la Central de telecomunicaciones Entel Ayacucho, incluyendo demanda de usuarios, planos, perdidas de enlace, entre otros aspectos importantes. El proyecto se pudo desarrollar con todas las herramientas estudiadas y de la experiencia de la Empresa.

Este documento desarrolla la implementación práctica de las redes de acceso de fibra óptica hasta el usuario final, redes FTTH – GPON.

DESCRIPCIÓN DE UN CASO DE ESTUDIO REAL

SECCION DIAGNOSTICA

La implementación de una red FTTH (Fiber To The Home) utilizando el estándar GPON permitirá principalmente entender el funcionamiento de las redes ópticas pasivas, conocer las tecnologías que intervienen y determinan su buen uso para brindar servicios Triple Play (telefonía fija, internet y televisión).

Objetivo:

El objetivo de la presente Memoria Técnica, es demostrar, prácticamente el proceso de diseño de una red FTTH basada en la tecnología GPON, desde su teoría fundamental hasta el diseño estructural de la red.

- Realizar el estudio y análisis de las normas existentes de la nueva generación de tecnologías GPON.
- Proponer una solución a través de una arquitectura de red FTTH para el Edificio Tower ENTEL La Paz utilizando la tecnología GPON, como una alternativa que brinde servicios de voz, datos la televisión (Triple Play) con una gran calidad y así poder lanzar este servicio a toda Bolivia.
- Establecer la factibilidad de este proyecto considerando todas las normas, estándares técnicos y de calidad.

SECCIÓN PROPOSITIVA

La realización de un diseño de una red de acceso FTTH basada en la tecnología GPON permitirá llegar con fibra óptica hasta el usuario final Y así poder brindar un servicio Triple Play (Televisión, Voz e Internet) de alta calidad para clientes masivos y corporativos, lo que representa un avance considerable con respecto a las redes de acceso convencionales y la prestación óptima de servicios de banda ancha. Para este fin recabaremos información de fabricantes de tecnologías, el internet y demás recursos de investigación, para proceder a analizarlos y sintetizar todo el contenido existente para la elaboración de esta memoria técnica con la finalidad de contribuir y aportar nuevos conocimientos.

ÍNDICE

Capítulo 1.....	12
1. Introducción al sistema FTTH.....	12
1.1. Introducción a las redes FTTH.....	12
1.2. Arquitectura de una red FTTH.....	13
1.3. Configuración punto a punto.....	16
1.4. Configuración punto a multipunto.....	16
1.5. Funcionamiento de la red de transmisión PON.....	17
1.5.1. Canal descendente.....	18
1.5.2. Canal ascendente.....	19
1.6. Equipo de red de distribución óptica pasiva (ODN).....	20
Capítulo 2.....	21
2. Redes GPON.....	21
2.1. Características y funciones de los elementos.....	21
2.2. OLT (óptica line terminal).....	21
2.3. ONT (óptica network terminal).....	24
Capítulo 3.....	25
3. Fundamentos de transmisión en fibra óptica.....	25
3.1. Descripción genérica de un cable de fibra óptica.....	25
3.2. El núcleo óptico tipos de fibras.....	26
3.2.1. Fibra óptica monomodo.....	26
3.2.2. Fibra óptica multimodo.....	28
3.2.3. Estándares de la fibra óptica.....	29
3.2.4. Cable óptico drop figura 8 FTTH.....	30
Capítulo 4.....	31
4. Componentes ópticos pasivos.....	31
4.1. Splitters (divisores ópticos pasivos).....	31
4.1.1. Splitters FTB (fused biconical taped).....	32
4.1.2. Splitters PLC (planar light wave circuit).....	33
4.2. Conectores ópticos.....	34
4.2.1. Conector ST (straight tip).....	34
4.2.2. Conector SC (standard connector).....	35

4.2.3. Conector FC (ferrule connector)	35
4.2.4. Conector LC	36
4.3. Pach cord de conexión y pigtail de fibra óptica	37
4.4. Adaptadores	40
4.5. Cajas de empalme y distribución.....	41
4.5.1. Distribuidores de fibra óptica.....	42
4.5.2. Cajas de empalme.....	43
Memoria Técnica.....	46
Informe memoria técnica.....	47
Capítulo 5.....	47
5. Objetivos.....	47
5.1. Desarrollo del trabajo.....	47
5.1.1. Localización geográfica.....	48
5.1.2. Fechas de inicio y de finalización del trabajo	48
5.2. Medición de la dispersión cromática.....	49
5.3. Medición de dispersión por modo de polarización (PMD)	50
5.4. Descripción del enlace de la red pasiva	53
5.5. Especificaciones técnicas de la instalación de fibra óptica.....	56
5.6. Splitter (UPC) utilizados y sus características.....	58
5.7. Empalmes realizados.....	63
Esquema de Empalmes	66
5.8. Medidas ópticas	67
5.8.1. El OTDR (óptico time - domain reflectometer).....	67
5.9. Medición de potencia de recepción.....	69
5.9.1. Medidas en sótano edificio Tower	71
5.9.2. Medidas en sala de reuniones piso - 4 edificio Tower.....	72
5.9.3. Pérdidas de rosetas instaladas en las oficinas.....	73
Capítulo 6.....	74
6.1. Conclusiones.....	74
6.2. Glosario de términos	76
6.3. Bibliografía	79
Anexos	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Arquitectura general de una red FTTH.....	14
Figura 2. Arquitectura de un solo divisor.....	15
Figura 3. Arquitectura con múltiples divisores.....	15
Figura 4. Equipo ODN pasivo.....	20
Figura 5. Estructura de la OLT.....	23
Figura 6. Geometría de una fibra óptica.....	26
Figura 7. Sección de una fibra monomodo.....	27
Figura 8. Trayectoria paralela al eje de la fibra.....	27
Figura 9. Sección de una fibra multimodo.....	28
Figura 10. Trayectoria de los rayos en el núcleo de la fibra.....	29
Figura 11. Divisor FTB.....	33
Figura 12. Splitter PLC 1X12, 1X32.....	34
Figura 13. Conectores ST.....	34
Figura 14. Conectores SC.....	35
Figura 15. Conectores FC.....	36
Figura 16. Conectores LC.....	36
Figura 17. Pigtail SC - APC, SC - PC, FC - PC.....	38
Figura 18. Pach Cord de diferentes combinaciones.....	39
Figura 19. Adaptadores FC, SC.....	40
Figura 20. Adaptadores LC, ST.....	41
Figura 21. Rosetas de terminación abonado.....	43
Figura 22. Cajas de empalme y caja de terminacion de 8 puertos.....	44
Figura 23. Cajas de empalme y caja de terminacion de 16 puertos.....	45
Figura 24. Medición de la dispersión cromática.....	49
Figura 25. Medición CD.....	50
Figura 26. Medición de la dispersión por modo de polarización (PMD).....	51
Figura 27. Medición PMD.....	52
Figura 28. OLT ZXA 10 C300/C320.....	53
Figura 29. Posición del rack y los puertos asignados en la OLT.....	54
Figura 30. Caja de terminación de dos posiciones SC.....	55

Figura 31. Bandeja de 12 posiciones en rack A2	55
Figura 32. Tendido de cable Drop en shaft	56
Figura 33. Ubicación de caja de empalme en shaft piso 9	57
Figura 34. Ubicación de caja de empalme en shaft piso 4	57
Figura 35. Preparación de splitter para la fusión.....	58
Figura 36. Armado y preparación de splitter 1*8	59
Figura 37. Pérdidas en empalmes.....	63
Figura 38. Pérdidas en empalmes.....	64
Figura 39. Empalme de fibra	64
Figura 40. Termo contraíble protección de empalme	65
Figura 41. Fusión en roseta de terminación.....	65
Figura 42. Medición con de OTDR EXFO FTB - 1	68
Figura 43. Medición con power meter en OLT.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen con las características de las tecnologías FTTx.	12
Tabla 2. Diferentes tipos de fibra óptica SM.....	27
Tabla 3. Tipo de fibra en función de la longitud del canal Ethernet.....	28
Tabla 4. Características del cable DROP.....	31
Tabla 5. Características ópticas.....	31
Tabla 6. Pérdida por inserción vs relación de división de la luz en los splitters.....	33
Tabla 7. Reporte de prueba splitter 1*2.....	60
Tabla 8. Reporte de prueba splitter 1*4.....	61
Tabla 9. Reporte de prueba splitter 1*8.....	62
Tabla 10. Medidas de potencia en OLT.....	71
Tabla 11. Medidas de potencia de resepcion en OLT.....	71
Tabla 12. Potencia de recepción de nuestro equipo	72
Tabla 13. Potencia de recepción de OLT de ZTE.....	72
Tabla 14. Potencia de recepción de nuestro equipo	73
Tabla 15. Pérdidas de rosetas instaladas.....	73

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN AL SISTEMA FTTH

1.1. INTRODUCCIÓN A LAS REDES FTTH

Las redes FTTH pertenecen a la familia de sistemas de transmisión FTTx. dentro del mundo de las telecomunicaciones. Estas redes, consideradas de banda ancha, tienen la capacidad de transportar gran cantidad de datos e información a velocidades binarias muy elevadas, hasta un punto de usuario final.

La familia FTTx, comprende un conjunto de tecnologías basadas en el transporte de señales digitales a través de fibra óptica como medio de transmisión. Existen diferentes niveles de alcance, en función del grado de acercamiento de la fibra óptica hasta el usuario final, que surgen como consecuencia de un mayor o menor costo de estos sistemas.

Todas las redes FTTx, admiten una configuración lógica de red en árbol o estrella, en bus, y en anillo, y en todas ellas con la posibilidad siempre de utilizar componentes activos dependiendo de la localización de los usuarios o clientes finales.

Las denominaciones y características, FTTx, se muestran en resumen en la siguiente tabla:

ALCANCE	DISTANCIA	CARACTERISTICA
FTTN	Fiber To The Node (fibra hasta el nodo)	Fibra Óptica desde la central hasta una distancia del edificio entre 1.5 – 3 km
FTTC	Fiber To The Curb (fibra hasta la acera)	Fibra Óptica desde la central hasta una distancia del edificio entre 300 – 600 m
FTTB	Fiber To The Building or Bussiness (fibra hasta el edificio o negocio)	Fibra Óptica desde la central hasta el Cuarto de Telecomunicaciones del edificio, sin incluir tendido hasta el hogar
FTTH	Fiber To The Home (fibra hasta el hogar)	Fibra Óptica desde la central hasta el PTR de los hogares

Tabla 1: Resumen con las características de las tecnologías FTTx.

Existen otros tipos de configuraciones algo menos utilizadas, pues no están estandarizadas.

- FTT Cab (Fiber-to-the-cabinet): fibra hasta el armario.
- FTTP (Fiber-to-the-premises): se suele utilizar de dos formas distintas, o cuando la red de fibra incluye tanto viviendas como pequeños negocios.
- FTTO (Fiber-to-the-office): fibra hasta la oficina.
- FTTU (Fiber-to-the-user): hasta el usuario.

1.2. ARQUITECTURA DE UNA RED FTTH

La arquitectura general de una red FTTH. En la CO (también denominada la cabecera), la red de telefonía pública conmutada (PSTN) y los servicios de internet se interconectan con la red de distribución óptica (ODN) mediante el terminal de línea óptica (OLT).

Las longitudes de onda descendentes de 1490 nm y ascendentes de 1310 nm se utilizan para transmitir datos y voz. Los servicios de vídeo RF analógicos se convierten en formato óptico a la longitud de onda 1550 nm mediante el transmisor de vídeo óptico.

Las longitudes de onda de 1550 nm y 1490 nm son combinadas por el acoplador WDM y se transmiten juntas de forma descendente. IPTV se transmite ahora sobre 1490 nm.

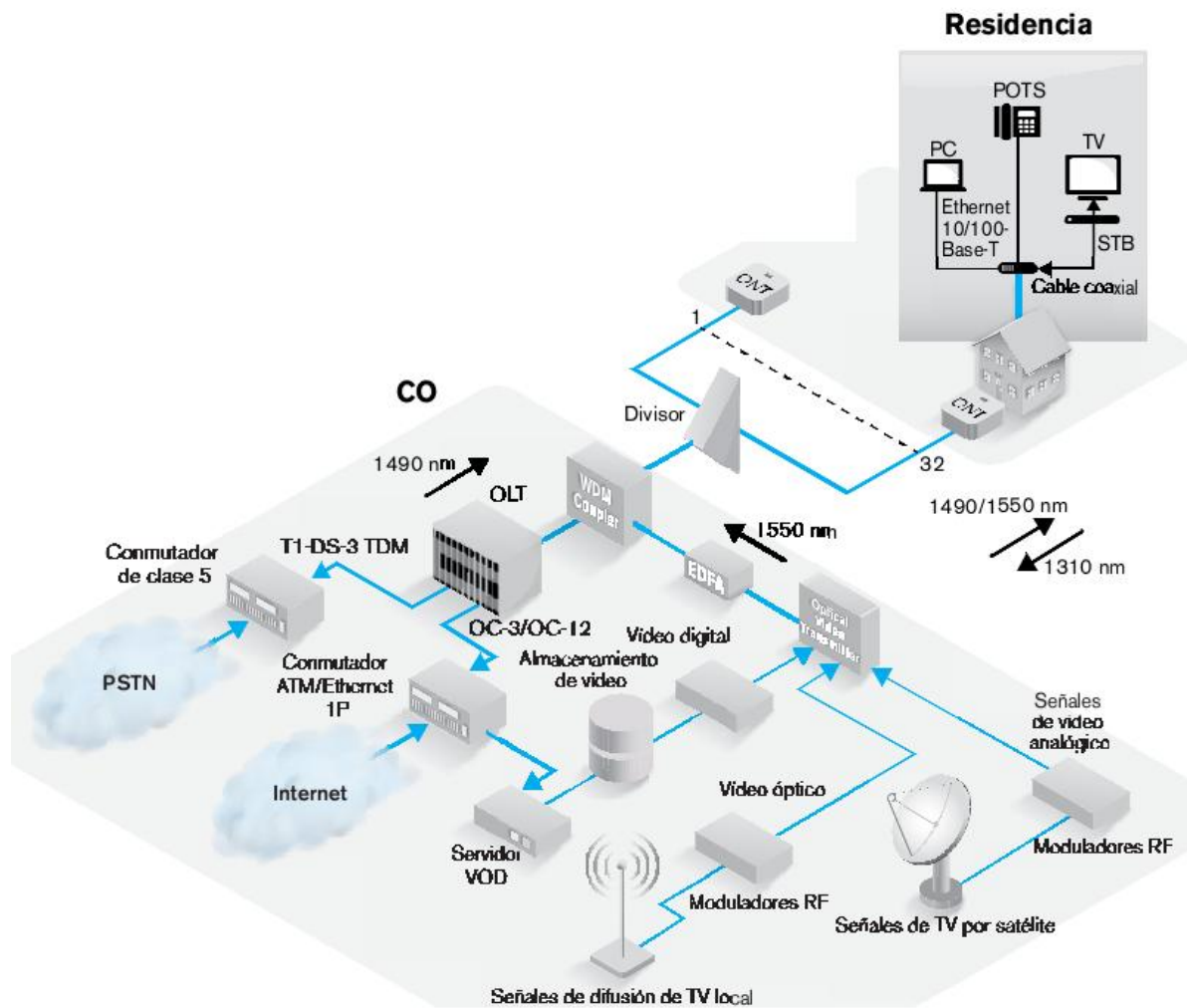


Figura 1. Arquitectura General de una red FTTH

En resumen, las tres longitudes de onda (1310, 1490 y 1550nm) transportan al mismo tiempo diferente información y en varias direcciones sobre la misma fibra. El cable de entrada F1 transporta las señales ópticas entre la CO y el divisor, lo cual permite conectar varios ONTs a la misma fibra de entrada. Se requiere un ONT para cada abonado y proporciona conexiones para los distintos servicios (voz, datos y vídeo). Dado que una OLT presta servicio hasta un número de 32 abonados (más de 64 con GPON), normalmente se necesitan muchos OLTs que salgan de la misma CO para servir a una comunidad. Hay diferentes arquitecturas para conectar abonados a la PON. La más sencilla utiliza un divisor o splitter como se ve figura 2. Pero también pueden emplearse múltiples divisores o splitters como se ve en la figura 3.

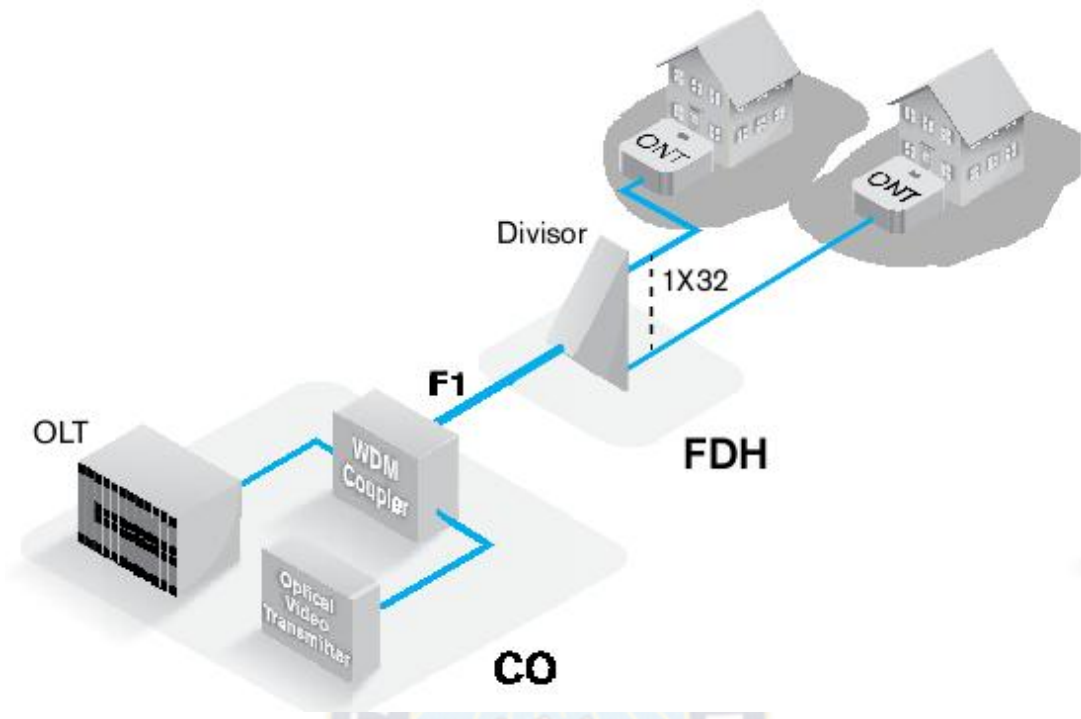


Figura 2. Arquitectura de un solo divisor

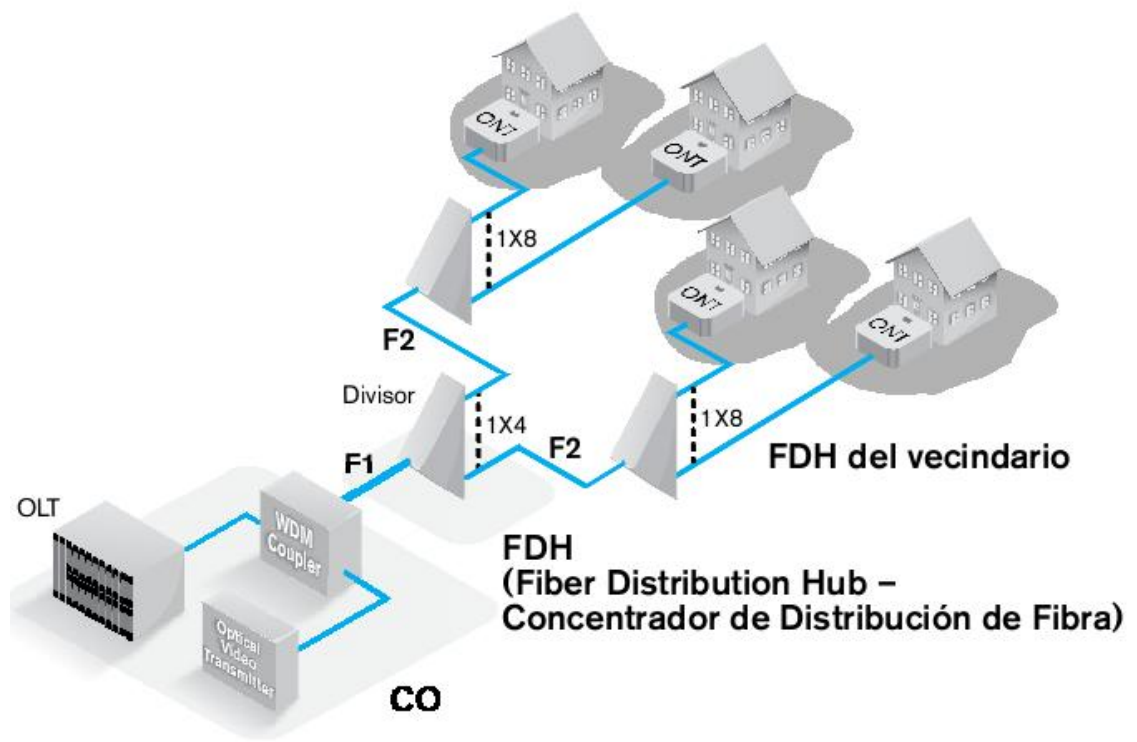


Figura 3. Arquitectura con múltiples divisores

1.3. CONFIGURACIÓN PUNTO A PUNTO

La configuración punto a punto, en cuanto a fibra óptica se refiere, exactamente en enlaces entre el nodo central y el usuario final. Este tipo de arquitectura, en muchos casos no es considerado como parte de la clasificación de FTTH, aunque siguiendo el contexto detallado anteriormente, debe de ser considerado como un caso muy particular.

Los enlaces de transmisión punto a punto son explotados por empresas que disponen de acceso a la fibra óptica en planta externa, y que necesitan conectar ubicaciones apartadas con una cierta capacidad de comunicaciones, que puede variar desde un enlace de voz o telefonía, hasta un enlace de datos de alta velocidad.

En cuanto a la parte activa de la red se refiere, cabe destacar que los equipos utilizados para la transmisión de información en enlaces punto a punto son PDH o SDH, así como WDM. Estos enlaces gozan de alta capacidad.

Sin embargo, no todo son ventajas. En caso de utilizar esta configuración para usuarios domésticos, supondría un elevado costo de despliegue, al que ningún operador, está dispuesto a enfrentarse.

Además, rompería el esquema de configuración global de la red, debido a que la configuración en estrella o árbol, se iría desmantelando, aumentando el costo de ampliación de la red, así como el de operación y mantenimiento.

1.4. CONFIGURACIÓN PUNTO A MULTIPUNTO

La configuración punto a multipunto en cuanto a fibra óptica se refiere, en el que se basan las redes FTTH. Comúnmente, a esta configuración se la denomina PON (Passive Optical Network) o Red Óptica Pasiva, las referencias a la configuración punto a multipunto, se harán a través de la denominación PON.

La arquitectura basada en redes PON o redes ópticas pasivas, se define como un sistema global carente de elementos electrónicos activos en el bucle de abonado. Toda red PON consta de los siguientes elementos pasivos.

- ODN: red de distribución óptica (óptical distribution network). Consiste en la red en sí misma que distribuye la señal desde la centralita hasta los hogares. Está constituida por cables de fibra óptica, los divisores pasivos o splitters y los armarios y paneles distribuidores de fibra óptica.
- OLT: terminación óptica de línea (óptical line termination). Consiste en un elemento pasivo ubicado en la cabecera de la red o centralita, y generalmente se instala uno por cada fibra óptica.
- ONT: terminación óptica de red (óptical network termination). Consiste en elementos pasivos que se ubican en las dependencias de los usuarios finales. Típicamente suelen ser un máximo de 32 canales.
- Splitter: divisor óptico pasivo. Se considera el elemento principal de la red, ya que es el encargado de direccionar las señales desde el equipo activo de la red, hasta cada usuario en particular.

De esta forma, varios usuarios comparten el mismo canal físico, gracias a los divisores ópticos. El funcionamiento de un splitter, es muy básico. Dependiendo de la dirección del haz de luz procedente de un extremo, divide el haz entrante en múltiples haces de luz, distribuyéndolos hacia múltiples fibras, o bien, lo combina dentro de una misma fibra óptica. Gracias a esto, por ejemplo, una misma señal se puede transmitir a múltiples usuarios.

1.5. FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE TRANSMISIÓN PON

Una vez detallados todos los elementos que constituyen la red PON, es necesario conocer cómo funciona el sistema de forma global, y por tanto, el comportamiento de la red con todos los elementos interconectados entre sí, desde la cabecera OLT, hasta los usuarios ONT, y viceversa. Lo más importante a destacar en el funcionamiento genérico de la red, es la existencia de dos canales, uno ascendente y otro descendente. Sin embargo, ambos (de manera general) viajan a través del mismo medio físico, por lo que se utilizan técnicas WDM (CWDM / DWMD) que permiten que los datos del canal descendente no colisionen con los del ascendente. Para ello, se asignan diferentes longitudes de onda a cada canal y en función del tráfico, coexistiendo en la misma fibra un mínimo de 3 longitudes de onda diferentes: una para el tráfico de video del canal ascendente, y otras dos para el tráfico de

datos del ascendente y del descendente respectivamente. Se analizarán con más detalle ambos canales de transmisión.

1.5.1. CANAL DESCENDENTE

El canal descendente es el sentido de información procedente del OLT del operador hasta los ONT ubicados en los usuarios finales. En este canal, la red PON se comporta como una red punto-multipunto.

La OLT recoge infinidad de tramas de voz y datos que se dirigen hacia la red PON, a través del P-OLT (voz y datos) y el V-OLT (video). Las tramas recogidas por estos equipos, las transforman en señales inyectables en las diferentes ramas de los usuarios. Estas ramas están conformadas por una o dos fibras que conducen las señales bio unidireccionales, y que se encuentran acopladas pasivamente mediante divisores de potencia que permiten la unión de todos los ONT de la red, sin necesidad de regeneración intermedia de señales (evitando elementos activos). Estos divisores son los encargados de recibirla información procedente del OLT y filtrar y enviar al usuario final aquellos contenidos que vayan dirigidos a él. En este procedimiento, se utiliza un protocolo de difusión basado en TDM (time división multiplex), enviando la información de cada usuario en diferentes instantes de tiempo.

El OLT tiene prefijados diferentes intervalos temporales que corresponden cada uno de ellos a un usuario determinado, de tal forma que en función de cada segmento temporal, el ONT de cada usuario filtra la información destinada a él.

Un aspecto importante a considerar son las longitudes de onda (λ) a las que transmiten información las OLT hacia las ONT. Estas longitudes, varían en función de si la rama del árbol o conexión del ONT, dispone de una conexión mono fibra o bi fibra.

Si la conexión del divisor con el ONT se produce a través de dos fibras ópticas, una de ellas está dedicada al canal descendente, por lo que la información viaja en las siguientes longitudes de onda.

Voz y datos: $\lambda_d = 1310 \text{ nm}$

Video: $\lambda_v = 1550 \text{ nm}$

Si la conexión del divisor con el ONT se produce a través de una fibra óptica, el mismo canal sirve tanto para la transmisión como para la recepción, otorgándole a cada una de ellas una longitud de onda específica. Para el caso del canal descendente, serían las siguientes.

Voz y datos: $\lambda_d = 1490 \text{ nm}$

Video: $\lambda_v = 1550 \text{ nm}$

1.5.2. CANAL ASCENDENTE

El canal ascendente es el sentido de información procedente del ONT del usuario final, hasta el OLT del operador. En este canal, la red PON se comporta como una red punto a punto. Cada ONT recoge las tramas de voz y datos agregadas de cada usuario y que se dirigen hacia el OLT. En este punto, el ONT realiza la misma operación que el OLT en el canal descendente, es decir, convierte las tramas en señales inyectables a través de la fibra óptica dedicada al usuario.

El divisor de cada etapa, es el encargado de recoger la información procedente de todos sus ONTs correspondientes y multiplexarla en una única salida de fibra, en dirección al OLT del operador.

Para poder transmitir la información de los diferentes ONT sobre el mismo canal, es necesario, al igual que en el canal descendente, la utilización de TDMA, de tal forma que cada ONT envía la información en diferentes intervalos de tiempo, controlados por la unidad OLT.

En cuanto a las longitudes de onda de trabajo, cabe destacar que independientemente de si la conexión del ONT con el divisor es bi fibra o mono fibra, la longitud de onda de trabajo del canal ascendente es siempre la misma. La información enviada por el usuario (voz o datos), viaja siempre a:

Voz y datos: $\lambda_d = 1310 \text{ nm}$

Con el sistema descrito anteriormente, se está ideando una red en trama con estructura de árbol o estrella, con infinidad de posibilidades físicas y lógicas de servicios a los usuarios.

Gracias a la utilización de la fibra óptica como medio de transmisión, y de divisores ópticos para la difusión y concentración de información, las redes PON permiten alcanzar velocidades de hasta 2,5 Gbps para transmisión y recepción de información, a usuarios situados a 60 km de la central.

1.6. EQUIPO DE RED DE DISTRIBUCION ÓPTICA PASIVA (ODN)

El equipo de red de distribución óptica pasiva (ODN) consiste en un equipo y componentes ubicados entre el OLT (activo) y las instalaciones del cliente (el ONT; activo); este incluye componentes tanto ópticos como no ópticos de la red. Los componentes ópticos forma la red de distribución óptica (ODN) e incluyen empalmes (fusión y mecánicos), conectores, divisores, acopladores WDM, cables de fibra óptica, cordones de conexión y posiblemente terminales de caída con cables de caída.

Los componentes no ópticos incluyen pedestales, armarios, paneles de conexiones, cajas de empalme y hardware diverso como se ve en la siguiente figura.

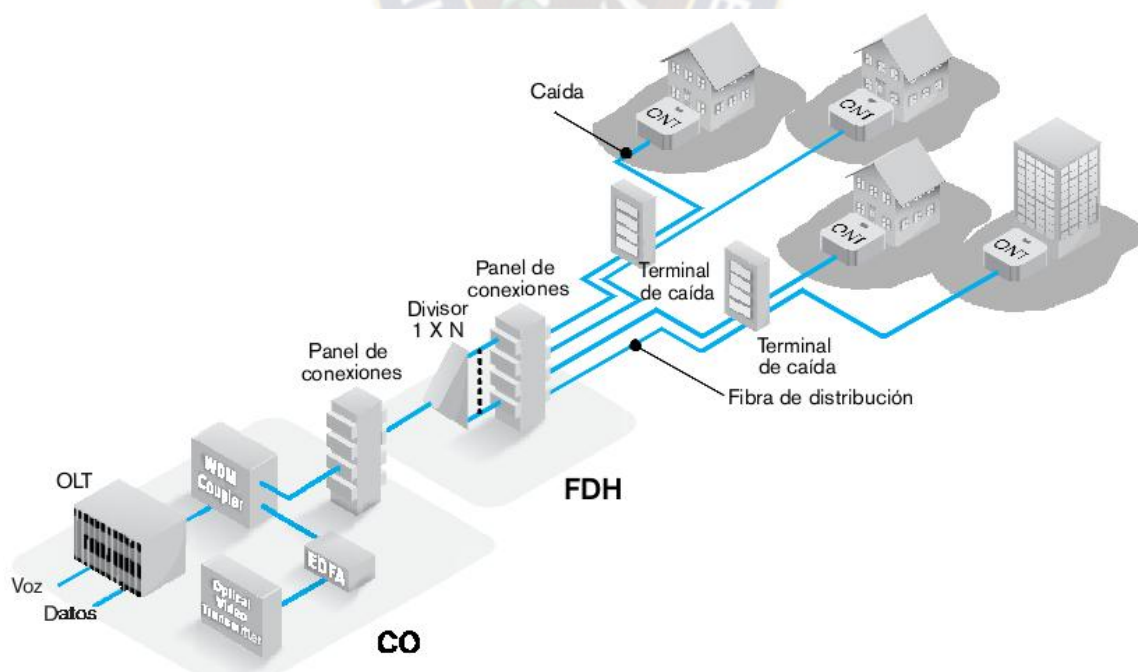


Figura 4. Equipo ODN pasivo

CAPÍTULO 2

2. REDES GPON

Como ya se ha dicho previamente todas las infraestructuras FTTH están basadas en las redes PON, que destacan por la ausencia de elementos activos a lo largo del tramo desplegado hasta los usuarios. La gran ventaja de estos sistemas está en su costo, se ve reducido por utilizar tan solo elementos pasivos. También cabe destacar que la planificación de este tipo de redes se basa en el uso del splitter óptico, elemento clave para dividir la señal y dirigirla hacia los abonados.

2.1. CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONES DE LOS ELEMENTOS

Como observamos anterior, los elementos principales que componen una red FTTH son el OLT, el ONT y el divisor óptico. Por lo tanto, en el presente apartado se detallan las características y funciones generales de cada uno de ellos.

2.2. OLT (ÓPTICAL LINE TERMINAL)

La OLT es el elemento activo situado en la central del proveedor. De él parte el cable principal de fibra hacia los usuarios y es él mismo el que se encarga de gestionar el tráfico hacia los usuarios o proveniente de ellos, es decir, realiza funciones de router para poder ofrecer todos los servicios demandados por los usuarios. Cada OLT suele tener la suficiente capacidad para proporcionar un servicio a cientos de usuarios. Además, actúa de puente con el resto de redes externas, permitiendo el tráfico de datos con el exterior.

Algunos de los objetivos de los OLT son:

- Realizar las funciones de control en la red de distribución: control de las potencias emitidas y recibidas, corrección de errores.
- Coordinar la multiplexación de los canales de subida y de bajada. Cada OLT, adquiere datos de tres fuentes diferentes de información, actuando como concentrador de todas ellas. Así pues, el OLT de cabecera tiene conexión con las siguientes redes

- PSTN (public switched telephone network) o RTB (red telefónica básica), para los servicios de voz; el OLT se conecta a través de un router de voz o un gateway de voz mediante interfaz correspondiente MGCP (Media Gateway controller protocol) o protocolo de controlador gateway de medios de comunicación.
- Internet, para los servicios de datos o V o IP; el OLT se conecta a través de un router o gateway IP/ATM de voz, mediante encapsulamiento IP sobre ATM.
- Video broad cast o V o D (video on demand), para los servicios de video difusión; el OLT se conecta directamente, o bien indirectamente a través de un router o gateway ATM.
- Sin embargo, el OLT no es un hardware único, sino que se subdivide en tres módulos o equipos diferentes, cada uno de ellos encargados de gestionar un tráfico determinado. Así pues, existen tres subtipos de OLT.
- 1) P-OLT, OLT proveedor (provider OLT). Este equipo tiene dos tareas fundamentales:
 - Es el encargado de recoger infinidad de tramas de voz y datos agregadas que se dirigen hacia la red PON, procedentes de las redes RTB e Internet, y las transforma en señales inyectables en las diferentes ramas de los usuarios por difusión a través del protocolo TDM o multiplexación por división en el tiempo (time división multiplexing). Para ello, utiliza una longitud de onda dedicada, siendo ésta 1490 nm.
 - Absorbe todas las tramas de voz y de datos procedentes de los ONT de usuarios, concentrándolos en una sola vía de escape en función de la naturaleza de los datos recibidos. Así pues el tráfico de voz lo redirige hacia la RTB, y el tráfico de datos hacia la red Internet. Para ello, utiliza una longitud de onda dedicada, siendo ésta 1310 nm.
 - El P-OLT además de concentrar la información, y dividirla en función de su naturaleza (voz-datos), también se encarga de multiplexar el canal descendente (en dirección a los ONT) y ascendente (en dirección al OLT) a través de la misma fibra.
- 2) V-OLT, OLT de video (video OLT). Este equipo se encarga únicamente de transportar las tramas de video y video bajo demanda V o D procedentes de la red de video difusión, hasta los ONT de los usuarios. Para ello, transforma las tramas de

video en señales inyectables en las ramas de todos los usuarios (difusión), que viajan en una longitud de onda dedicada: 1550 nm.

- 3) M-OLT, OLT multiplexador (multiplexer OLT). Es un equipo multiplexor WDM que permite la multiplexación y demultiplexación entre las señales procedentes del P-OLT y V-OLT.
- A continuación, se muestra la estructura explicada anteriormente:

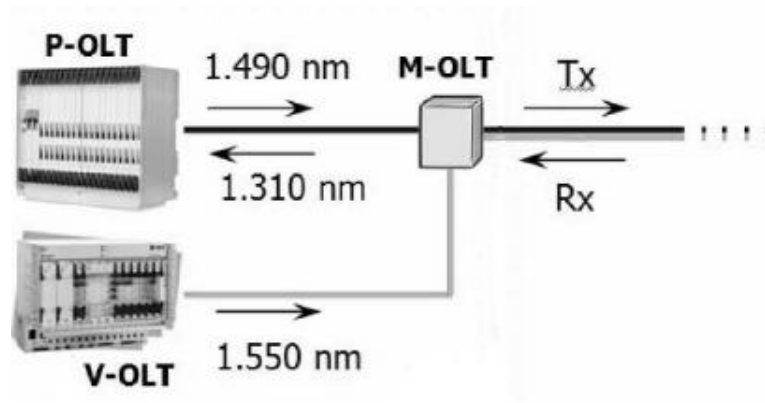


Figura 5. Estructura de la OLT

Al utilizar distintas longitudes de onda para cada cosa se consigue evitar interferencias entre los contenidos del canal ascendente y descendente. Para ello se emplean técnicas WDM (Multiplexación por división de longitud de onda) basadas en el uso de filtros ópticos. También hay que destacar que los OLT no emiten a la misma potencia a todos los ONT, sino que lo hacen dependiendo de la distancia a la que se encuentren de la central. Esto es posible gracias a los dimensionadores de distancia que poseen los OLT, que son capaces de calcular la distancia existente entre el usuario final y la central. Gracias a este mecanismo se consigue que a cada abonado le llegue la potencia necesaria, de la manera que las ráfagas de luz tendrán una menor potencia cuando se dirijan hacia los abonados cercanos a la centralita, mientras que para los abonados que se encuentren más lejos se les asignará una potencia mayor.

2.3. ONT (OPTICAL NETWORK TERMINAL)

Los ONT son los elementos encargados de recibir y filtrar la información destinada a un usuario determinado procedente de un OLT. Además, de recibir la información y dársela al usuario en un formato adecuado, cumple la función inversa. Es decir, encapsula la información procedente de un usuario y la envía en dirección al OLT de cabecera, para que éste la redireccione a la red correspondiente. Normalmente se encuentran instalados junto a la roseta óptica correspondiente.

Existen dos tipos de ONT según la función que desempeñen:

H-OLT: también denominado ONT del hogar (Home ONT), instalado directamente dentro de la vivienda para otorgar servicios a un usuario en particular. Instalado en redes FTTH.

B-ONT: ONT de edificio (Building ONT), preparado para ser instalado en los R.I.T.I. o cuartos de comunicaciones de los edificios privados o empresas, y que se encuentran capacitados para dar servicio a varios usuarios conectados a él a través de un repartidor. Este tipo de ONT se instala en redes FTTB.

El filtrado de la información recibida en el ONT, se lleva a cabo a nivel de protocolo Ethernet, a través de las denominadas tramas PEM (PON encapsulation method). La trama, consta de tres campos:

Cabecera (header); este campo contiene información sobre sincronización de la trama.

CRC; que permite conocer si la información enviada ha llegado correctamente y sin errores a su destino

Carga útil (Pay load); son los datos a enviar

Una vez realizado el filtrado y obtenida la información que interesa, el ONT debe diferenciar las señales de video (que proceden del V-OLT) y las tramas de voz y datos (procedentes del P-OLT). Para realizar este segundo filtrado, el módulo electro óptico

posee dos fotodiodos: uno analógico APD (analogic photo - diode) y otro digital DPD (digital photo - diode). Los filtros ópticos son:

OAF, filtro óptico analógico (óptical analogic filter); la señal de video a 1550 nm se demultiplexa en longitud de onda con este filtro, atacando al fotodiodo analógico APD para realizar la conversión en frecuencia.

ODF, filtro digital óptico (óptical digital filter); la señal de voz y datos a 1490 nm se demultiplexa en longitud de onda con este filtro, atacando al foto diodo digital DPD.

A parte del filtrado de la información recibida, el ONT es capaz de enviar información al OLT de cabecera en una longitud de onda dedicada de 1310 nm. Para ello dispone de un LED encargado de enviar señales luminosas. Para evitar la colisión entre las tramas enviadas por los ONTs se recurre a la multiplexación por división en el tiempo (TDM), la cual es gestionada por el OLT, encargado de asignar intervalos de tiempo a cada ONT.

CAPÍTULO 3

3. FUNDAMENTOS DE TRANSMISIÓN EN FIBRA ÓPTICA

Dada la relevancia del canal de transmisión para una buena comunicación en sistemas FTTH, se detallarán todos los aspectos generales con los que debe contar una red de transmisión en fibra óptica, tanto los elementos pasivos como los activos. El principal elemento de estudio será la fibra óptica, en torno a la cual se especificarán el resto de elementos clave en una red de comunicaciones óptica.

3.1. DESCRIPCIÓN GENÉRICA DE UN CABLE DE FIBRA ÓPTICA

Los cables ópticos están formados por dos componentes básicos, cada uno de los cuales debe ser seleccionado adecuadamente en función de la especificación recibida, o del trabajo a desarrollar:

- El núcleo óptico: Formado por el conjunto de las fibras ópticas, conforma el sistema guía-ondas responsable de la transmisión de los datos. Sus características vendrán

definidas por la naturaleza de la red a instalar. Definirá si se trata de un cable con fibras monomodo, multimodo.

- Los elementos de protección: Su misión consiste en proteger al núcleo óptico frente al entorno en el que estará situado el cable, y consta de varios elementos (Cubiertas, armadura, etc.) superpuestos en capas concéntricas a partir del núcleo óptico. En función de su composición, el cable será de interior, de exterior, para instalar en conducto, aéreo, etc.

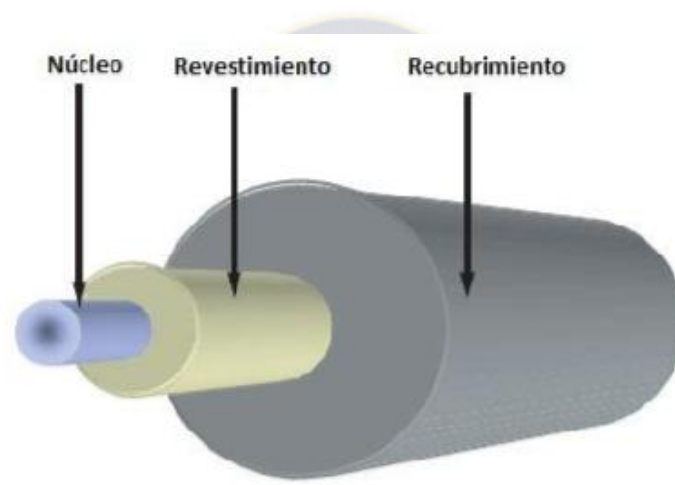


Figura 6. Geometría de una fibra óptica

3.2. EL NÚCLEO ÓPTICO

TIPOS DE FIBRAS:

Básicamente, las fibras ópticas presentes a la fecha en nuestro mercado se dividen en dos grandes grupos, generalmente seleccionadas en función de la aplicación a desarrollar:

3.2.1. FIBRA ÓPTICA MONOMODO

Para necesidades de larga distancia o gran ancho de banda. Queda plenamente definida por las siglas SM seguida de la norma correspondiente, como por ejemplo:

TIPO DE FIBRA	TIPO DE APLICACIÓN
SM G652 B; SMG652D	Redes de datos (OS1), seguridad, Telecom.
SM G 655	Telecom. muy larga distancia
SM G657 A & B	Telecom. (FTTx); CPDs

Tabla 2. Diferentes tipos de fibra SM

Permite tan sólo la propagación de un único modo de transmisión. Esto es posible gracias a que el diámetro del núcleo de este tipo de fibras es muy reducido, y suele estar comprendido entre 8 y 10 micras (Figura 7), por lo que tan sólo permite la propagación de un haz de luz fundamental.

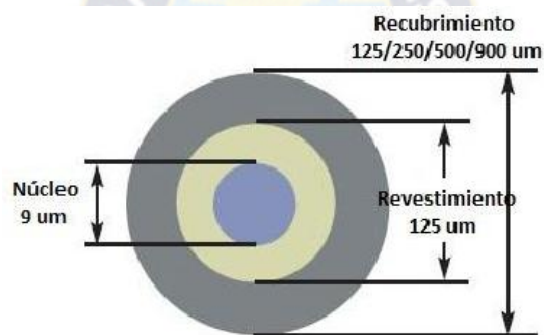


Figura 7. Sección de una fibra monomodo

Gracias a esta geometría, el haz que se propaga, lo hace sin reflexiones, es decir, posee una trayectoria paralela al eje de la fibra, eliminando el desfase o ensanchamiento del pulso en recepción y en consecuencia, la dispersión modal.

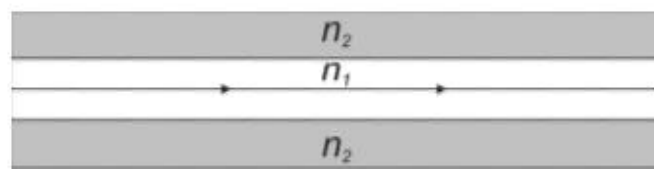


Figura 8. Trayectoria paralela al eje de la fibra

3.2.2. FIBRA OPTICA MULTIMODO

Utilizada habitualmente en redes locales (LAN), de vigilancia o seguridad.

Su definición consta de tres partes:

- MM (siglas correspondientes a la denominación multimodo)
- Relación Núcleo / revestimiento (Normalmente 50/125 ó 62.5/125)
- Tipo de fibra : OM1, OM2, y OM3 según la tabla siguiente:

Canal de F.O	100 Base T	1000 Base Sx	1000 Base Lx	10G Base SR/SW
OF300	OM1	OM2	OM1/OM2	OM3
OF500	OM1	OM2	OM1/OM2	SM
OF2000	OM1	SM	SM	SM

Tabla 3. Tipo de fibra en función de la longitud del canal Ethernet

Las redes de seguridad (control industrial y vídeo banda base) utilizan fibras MM (tipos OM1 o OM2 indistintamente), de 62,5/125 o 50/125 en función de los requerimientos de distancia. Soporta la propagación de varios modos de transmisión. Esto es gracias a que el diámetro del núcleo de este tipo de fibras es amplio, y suele estar comprendidas entre 50 y 62.5 micras por lo que el acoplamiento de la luz en diferentes modos es más sencillo.

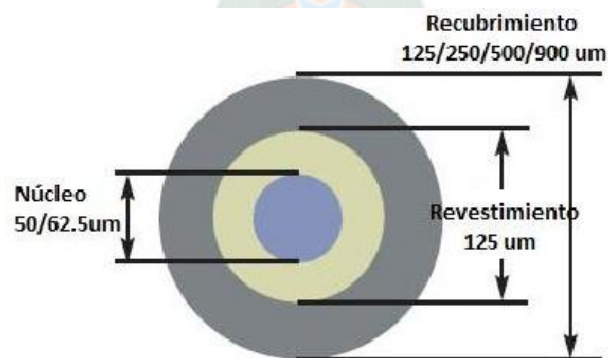


Figura 9. Sección de una fibra multimodo

Los rayos que viajan a través del núcleo de la fibra reflejándose contra el revestimiento. Como es lógico, este tipo de fibra tiene peores prestaciones que el anterior, ya que posee una velocidad de propagación menor y una atenuación mayor, debida a las reflexiones interiores.

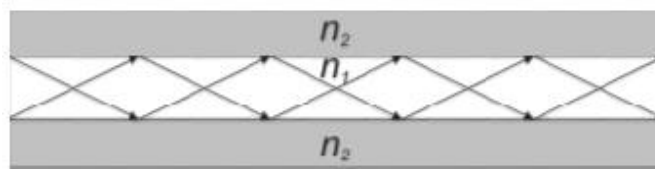


Figura 10. Trayectoria de los rayos en el núcleo de la fibra

3.2.3. ESTÁNDARES DE LA FIBRA ÓPTICA

Las recomendaciones de la unión internacional de telecomunicaciones para las fibras monomodo se encuentran en la sección ITU-T G.65X de las cuales se ha extraído las partes de interés para el manejo de la fibra óptica.

La norma ITUT-T G.652 hace referencia a las fibras monomodo estándar SMF o de dispersión cero optimizada para una longitud de onda de trabajo de 1310 nm, aunque también puede ser utilizada en la región de los 1550 nm (aunque en este caso la fibra no está optimizada para trabajar en esta región).

La dispersión cromática típica definida por la norma ITU-T G.652 para una longitud de onda de trabajo de 1550 nm es superior a 17 ps/nm·km, y fija además el parámetro de atenuación del orden de 0.2 dB/km así como el parámetro PMD en el orden del 0.1 ps/km.

Esta fibra es la más desplegada comúnmente en cualquier tipo de instalación genérica que no requiera condiciones especiales. Compensa la elevada distorsión cromática con su elevada capacidad o alta tasa de transmisión de bits.

ITU-T G.655 Fibra monomodo con dispersión desplazada No Nula, donde su dispersión cromática es mayor o diferente de Cero. Se utiliza la ventana 3 de 1550nm con lo cual se elimina el efecto no lineal generado por una mezcla de cuatro ondas, que puede ser

perjudicial en DWDM. Se puede utilizar de forma óptima entre 1530 nm y 1565 nm con una tolerancia menor o igual a 1625 nm

ITU-T G.657 define aquellas fibras ópticas que poseen niveles extremadamente bajos de atenuación producidas por curvaturas de la fibra. En general esta especificación describe un tipo de fibra óptica capaz de reducir la sensibilidad a la curvatura para poder ser utilizadas en transmisiones a una longitud de onda operativa comprendida entre los 1310 y 1625 nm, soportando transmisión CWDM.

OM1. Normalizada según la recomendación ISO 11801, establece las propiedades físicas y mecánicas de las fibras ópticas multimodo de 62.5/125 μm , capaces de soportar hasta 1 Gbps (Gigabit Ethernet) en transmisión, utilizando diodos LED como emisores.

OM2. Normalizada según la recomendación ISO 11801, establece las propiedades físicas y mecánicas de las fibras ópticas multimodo de 50/125 μm , capaces de soportar hasta 1 Gbps (Gigabit Ethernet) en transmisión, utilizando diodos LED como emisores.

OM3. Normalizada según la recomendación ISO 11801, establece las propiedades físicas y mecánicas de las fibras ópticas multimodo de 50/125 μm

3.2.4. CABLE ÓPTICO DROP FIGURA 8 FTTH

Cable de acceso al usuario en redes FTTH su construcción tipo figura 8, le ofrece gran facilidad de instalación y confiabilidad de la red, sumando el bajo costo de instalación y Mantenimiento. El cable DROP óptico es auto-sustentado formado por un tubo tipo loose que contiene de 02 a 12 fibras ópticas en su interior. El núcleo óptico es reforzado por fibras dieléctricas y protegido por un revestimiento externo de material polimérico resistente. El conjunto es reforzado por un alambre de acero galvanizado que ofrece una resistencia superior a las fuerzas de tracción que deberá soportar el cable drop óptico Figura8 FTTH durante toda su vida útil por estar proyectado en forma sencilla para redes de acceso. Sus principales características son que son auto- sustentados de alta resistencia mecánica, bajo peso, practicidad y rapidez en la instalación, dimensiones reducidas.

CONSTRUCCION	
Numero de fibras	2 hasta 12
Fibras utilizadas	SM; MM (50/125) o MM (62,5/125)
Elementos de tracción	Fibras dieléctricas
Elemento de sustentación	Hilo metálico 1,3mm
Capa externa	PVC retarda la propagación de llama
Recubrimiento de unidad básica	Acrilato (loode tube)

Tabla 4. Características del cable DROP

CARACTERISTICAS ÓPTICAS			
	Tipo de Fibra	Medida (nm)	Coef. Atenuación (dB/Km)
Atenuación	SM	1550 +/- 20	0,4
Máxima	MM	1310 +/- 20	0,6

Tabla 5. Características ópticas

CAPÍTULO 4

4. COMPONENTES ÓPTICOS PASIVOS

4.1. SPLITTERS (Divisores Ópticos Pasivos)

Se trata de un elemento pasivo situado a lo largo del tramo que se extiende entre el OLT y sus respectivos ONT a los cuales presta servicio. Sus funciones básicas son las de multiplexar y demultiplexar las señales recibidas. Por otra parte, son dispositivos de distribución óptica bidireccional, es decir, también son capaces de combinar potencia. Por tanto es capaz de realizar las siguientes funciones.

- La señal que accede por el puerto de entrada (enlace descendente), procede del OLT y se divide entre los múltiples puertos de entrada.
- Las señales que acceden por las salidas (enlace ascendente), proceden de los ONT (u otros divisores) y se combinan en la entrada.

Se puede considerar como el elemento más importante de la red, ya que ofrece la posibilidad de tanto de juntar como de dividir las señales, Al mismo tiempo, por el hecho de ser un elemento totalmente pasivo no requiere energía externa.

Posee tan sólo un inconveniente, y es que introduce pérdidas de potencia óptica sobre las señales de comunicación, Estas pérdidas se pueden obtener de una manera muy sencilla, ya que existe una relación matemática entre estas y el número de salidas del divisor.

$$\text{Atenuación divisor} = 10 \log (1/N)$$

NOTA: donde N es el número de salidas del divisor.

En una red FTTx, puede haber un divisor o varios divisores en cascada, en función de la topología.

Los divisores pueden empaquetarse en diferentes formas y tamaños en función de la tecnología básica utilizada. Los tipos más comunes son la guía de onda planar (normalmente para elevadas relaciones de división) y la fibra de acondicionador biconico fundido (FBT) (normalmente para bajos recuentos). Ambos tipos se fabrican para su montaje en conjuntos de caja-bandeja. Las figuras 11 y 12 muestran las dos tecnologías.

4.1.1. SPLITTERS FTB (Fused Biconical Taped)

Los splitters FBT se fabrican enrollando varias fibras entre sí, y luego mientras se calientan las fibras y se las funden unas con otras, se comprimen de forma que todas las fibras quedan muy juntas y con un extremo en común.

Los dispositivos FBT tienen relaciones 1:2, 1:3, 1:4; tienen pérdidas de inserción de 0.3dB, una pérdida de retorno de más de 55dB y un rechazo en cada canal de la señal proveniente de otros canales que va desde los 3.6dB hasta los 20dB.

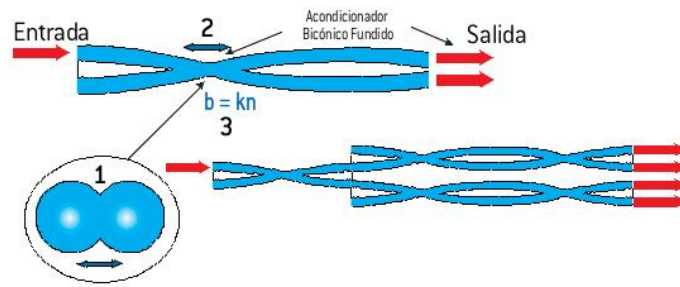


Figura 11. Divisor FTB

4.1.2. SPLITTERS PLC (Planar Lightwave Circuit)

Es una tecnología impresa denominada PLC (Planar Lightwave Circuit), donde las guías de onda del componente son impresas sobre un sustrato de cuarzo, similar al de los chips de silicio. Así se obtiene además de una gran compactación dimensional, una optimización de las pérdidas de retorno, línea del espectro y alta uniformidad.

Los PLC se encuentran en relaciones de hasta 1:32, pero requieren acoplamiento entre la fibra y el PLC tanto en la entrada como en la salida del dispositivo; a continuación se incluye una tabla de la atenuación que se inserta a la red.

SPLITERS	Perdida en (dB)
1:2	3
1:4	6
1:8	9
1:16	12
1:32	15
1:64	18

Tabla 6. Pérdida por inserción vs relación de división de la luz en los splitters.

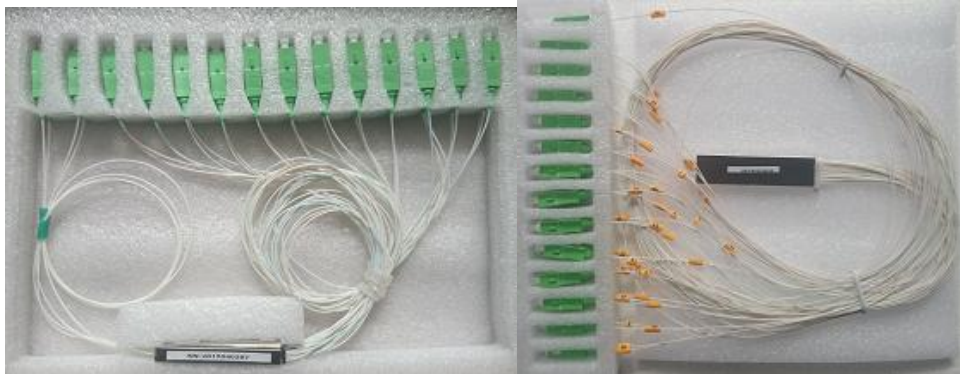


Figura 12. Splitter PLC 1X12, 1X32

4.2. CONECTORES ÓPTICOS

Existen en el mercado una gran variedad de conectores de fibra óptica debido a la complejidad del problema de unión entre dos fibras ópticas y a la gran cantidad de fibras diferentes existentes. Los conectores que habitualmente se utilizan para terminar una fibra óptica son los que se detallan a continuación.

4.2.1. CONECTOR ST (Straight Tip)

El conector ST se trata de un conector metálico, con férula de cerámica y sujeción a bayoneta. Es un buen conector en términos de pérdidas, y aunque se utiliza tanto para conexiones de fibra monomodo como multimodo, aporta mejores resultados a éstas últimas, con pulido convexo PC. Las pérdidas en promedio rondan los 0.5 dB. Posee una conexión con cierre en giro y no se desconecta con vibraciones. Es un conector estándar para la mayoría del equipamiento de red de área local (LAN) de fibras ópticas, y posee varias medidas encontrándose entre las más comunes 0.9 y 3 mm de diámetro.

A continuación se muestran varias imágenes de diferentes tipos de conectores ST



Figura 13. Conectores ST

4.2.2. CONECTOR SC (Standard Connector)

El conector SC se trata de un conector de plástico, con férula de cerámica y sujeción (push - pull). Es un buen conector en términos de pérdidas, y se utiliza tanto para fibras multimodo como para monomodo.

La fijación al adaptador tiene lugar mediante un sistema de clip, y su perfil cuadrado puede tener tamaño doble del de RJ 45 (SC Standard EIA/TIA 568) o ser similar a RJ 45 (SC-DC/SC-QC). Presenta idénticas dimensiones externas para SM o MM y se puede obtener con pulido de férula PC y APC.

Además poseen varias medidas al igual que ocurre con los conectores ST, pudiendo ser simplex (conectorización para una fibra) o duplex (conectorización para dos fibras). Posee unas pérdidas bajas, en promedio alrededor de 0.5 dB.

A continuación se muestran varias imágenes de diferentes tipos de conectores SC.



Figura 14. Conectores SC

4.2.3. CONECTOR FC (Ferrule Connector)

El conector FC es muy similar al conector ST pero roscado. Se trata de un conector con propiedades bastante buenas en cuanto a pérdidas se refiere, y únicamente se suele utilizar en conexión y terminación de fibras monomodo. Está constituido por un cuerpo metálico y una férula de zirconio, que le confiere mayor durabilidad y repetitividad. También se le conoce como FC-PC, dado que el pulido de la férula es siempre PC.

Las pérdidas en promedio de este conector rondan los 0.4dB, lo que lo convierte en conector atractivo para servicios en los que sea crítico el tener un medio con elevadas pérdidas, como puede ser la industria de la televisión por cable (CATV).

A continuación se muestran varias imágenes de diferentes tipos de conectores FC.



Figura 15. Conectores FC

4.2.4. CONECTOR LC

Los conectores LC pertenecen a la familia de los SFFC (Small Form Factor Connectors), tienen un aspecto exterior similar a un pequeño SC, con el tamaño de un RJ 45 y se presentan en formato simplex o duplex, diferenciándose externamente los de tipo multimodo de los de tipo monomodo por un código de colores, que se corresponde con un diámetro interno de la férula de 125.5 o 128 μm .

El conector LC con férula de 1,25mm., puede encontrarse en monomodo con pulido PC o APC, y proporciona unas pérdidas de inserción optimizadas (0,10 dB máximo). En multimodo también se encuentra como PC o APC, con unas pérdidas inferiores a 0.15 dB.

Es por ello que se suelen utilizar para transmisión de alta densidad de datos.

A continuación se muestran varias imágenes de diferentes tipos de conectores LC.



Figura 16. Conectores LC

4.3. PACH CORD DE CONEXIÓN Y PIGTAIL DE FIBRA ÓPTICA

Los cordones de conexión de fibra óptica, conocidos también como patch cord, son análogos a los cables de conexión eléctrica. Un cable de conexión es una fibra de pequeña longitud con una protección ajustada y gruesa, cubierta y/o chaqueta protectora y conectores en ambos extremos.

La cubierta siempre es de color naranja para fibra óptica multimodo y de color amarillo para las fibras monomodo. Este producto viene ensamblado en fábrica, bien en longitudes estándar o bien en longitudes a medida según el requerimiento.

Los cordones de conexión han tenido tradicionalmente muchos usos, principalmente para conectar el equipamiento óptico instalado con el panel de conexión de fibra. Su flexibilidad permite que se puedan usar en localizaciones ajustadas, dentro de cabinas y armarios repletos de equipamiento. Se pueden utilizar para conexiones cruzadas de fibra, para conectar el equipamiento de prueba a los enlaces de fibra óptica, y el radio de curvatura de un cordón de conexión es muy pequeño, generalmente del orden de 2.5 cm.

Los cordones de conexión se deben amarrar suavemente con abrazaderas para asegurarlos de una manera ordenada. Las longitudes en exceso se pueden almacenar en bandejas o atar en círculos suaves con un radio superior al radio de curvatura mínimo establecido por el fabricante.

Si se parte por la mitad un cordón de conexión, cada mitad se convierte en un latiguillo, conocido popularmente como pigtail. Un latiguillo de fibra se utiliza para terminar una fibra con un conector; éste se empalma a la fibra por medio de empalmes mecánicos o de fusión para proporcionar una terminación de calidad con un conector de fábrica.

Tanto los cordones como los latiguillos de conexión que se utilicen en una instalación de cable de fibra óptica, deben tener el mismo diámetro del núcleo y si es posible del revestimiento, así como también conectores compatibles entre sí y con los adaptadores del distribuidor de fibra. A continuación se muestra gráficamente la diferencia entre un cordón de conexión y un latiguillo de conexión de fibra.



Figura 17. Pigtail SC - APC, SC - PC, FC - PC



Figura 18. Pach cord de diferentes combinaciones

4.4. ADAPTADORES

Los adaptadores de fibra, son básicamente elementos ópticos pasivos que permiten la transición mecánica necesaria para poder dar continuidad al paso de luz del extremo conectado de un cable de fibra óptica a otra.

Se comportan como pequeños tambores o cajas que reciben un conector de cada lado produciendo un acople óptico, con la mínima pérdida posible. Se utilizan en los distribuidores para facilitar la re conexión y cambio rápido, acoplando el pigtail que se haya empalmado al cable de fibra con el cordón de conexión que se conecta a los equipos receptores o emisores. También se utiliza para conectar un tramo de fibra a los equipos de medición.

En la figura se muestra una imagen con adaptadores ST, SC, LC y FC.

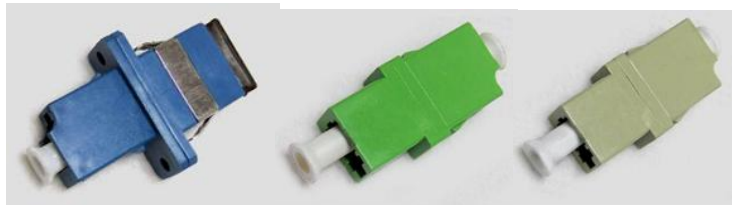


Adaptadores SC



Adaptadores FC Dúplex y Simplex

Figura 19. Adaptadores FC, SC



Adaptadores LC



Adaptadores ST Simplex y Dúplex

Figura 20. Adaptadores LC, ST

4.5. CAJAS DE EMPALME Y DISTRIBUCIÓN

La caja de empalme será una caja modular de conexión estanca de cables de fibra óptica, permite la conexión por medio de empalmes de fusión o mecánicos tanto en instalaciones de redes troncales de fibra como en redes de distribución.

La caja de conexión permite la instalación de splitters de tecnología planar PLC. El modelo básico permite fusionar hasta 2 cables de entrada, con una capacidad máxima estándar de 72 fusiones, gracias a sus 3 bandejas de empalmes de 24 fusiones cada una.

La caja Terminal de cables de fibra óptica, con conectores, permite la conexión del cable troncal con los cables de acometida a los clientes por medio de empalmes de fusión o mecánicos o por medio de la unión a través de adaptadores.

La caja de conexión permite la instalación de splitters de tecnología planar PLC. .

- La caja terminal de usuario deberá permitir el sangrado de cables
- Ofrecerá capacidad para instalar dos splitters 1:8 de manera independiente en dos bandejas separadas

4.5.1. DISTRIBUIDORES DE FIBRA ÓPTICA

Los distribuidores de fibra óptica son conocidos comercialmente como paneles de parcheo o Patch Panel. En ellos termina el cable de fibra óptica de un enlace final, y permite que dicha fibra sea conectada al equipamiento óptico mediante cordones de conexión de fibra.

Los distribuidores suministran un punto de acceso al equipamiento y a la planta del cable de fibra. Las fibras individuales pueden interconectarse, probarse o intercambiarse rápidamente entre el equipamiento óptico. Los paneles de conexión permiten también un etiquetado fácil y de las fibras, y proporcionan un punto de demarcación del enlace.

En general, son diseñados con dos comportamientos: uno contiene los receptáculos de cabecera o adaptadores, y el segundo se utiliza para la bandeja de empalmes y almacenamiento del exceso de fibra.

Las bandejas de administración de los cordones de conexión son opcionales para algunos paneles de conexión hacen posible el almacenamiento ordenado de longitudes excesivas de cordones de conexión.

Los distribuidores ópticos se encuentran disponibles en versión de montaje en pared o montaje en bastidores y se sitúan frecuentemente cerca del equipo terminal (dentro del alcance del cordón de conexión o patch cord).

El panel de cabecera o frontal del panel de conexión contiene el adaptador que permite al conector del cable aparearse con el conector apropiado del cordón de conexión hasta el equipo. Proporciona una conexión de bajas pérdidas ópticas después de muchas conexiones.



Figura 21. Rosetas de terminación abonado

4.5.2. CAJAS DE EMPALME

Las cajas de empalme proporcionan un medio de protección del entorno tanto al cable de fibra (ahora ya desnudo o pelado) como a los empalmes. Los empalmes exteriores se protegen dentro de una caja de empalme, la cual posee en un extremo unos tubos a través de los cuales se inserta el cable de fibra óptica.

Existen cajas para montajes interiores y exteriores. Las cajas de tipo exterior deben estar fabricadas a prueba de intemperie y con un sellado impermeable. La capacidad de estas cajas es variable, y existen cajas que permiten resguardar empalmes hasta de cuatro cables de diámetros distintos. Algunos ejemplos son la caja Torpedo, caja Mondragón, etc.

El cable de fibra se mantiene sujeto mediante abrazaderas y el miembro de refuerzo central se amarra fuertemente al soporte de la caja. Los miembros de refuerzo metálicos se llevan siempre a tierra para evitar derivaciones eléctricas.

La caja en su interior posee bandejas de empalme o casetes, que se utilizan para proteger y mantener los empalmes individuales tanto mecánicos como por fusión, y además existen los denominados organizadores de fibra óptica. Existen bandejas disponibles para muchos tipos de empalmes, incluyendo varios empalmes mecánicos, empalmes por fusión desnudos, empalmes por fusión con funda termo contráctil, etc.

A continuación se muestra una imagen de varios tipos de caja de empalme preparada para el almacenamiento y protección de empalmes de fusión o mecánicos.



Figura 22. Cajas de empalme y caja de terminación de 8 puertos



Figura 23. Caja de empalme y caja de terminación de 16 puertos



TELECOMUNICACIONES BOLIVIA SRL.

MEMORIA TÉCNICA

TLC s.r.l.

TELECOMUNICACIONES
BOLIVIA

TRABAJO:

ENLACE DE RED ÓPTICA PASIVA PARA
GPON ENTEL
EDIFICIO TOWER – LA PAZ

SÓTANO – PISO (3,4,7,8,10)

INFORME MEMORIA TÉCNICA

EDIFICIO TOWER

SÓTANO – PISO (3,4,7,8,10)

CAPÍTULO 5

5. OBJETIVOS

Realizar un enlace de fibra óptica SM desde el edificio Entel Ayacucho donde se ubica la OLT hasta el edificio Tower (sótano) donde estarán situados los puntos asignados para la distribución de las ONTs que se ubicaran en las oficinas de gerencia y en los diferentes pisos del mismo edificio. Haciendo un tendido de fibra óptica SM de cable drop categoría G657 en el Edificio Tower de sótano hasta el piso 4, donde está ubicado el splitter de 1:8 del cual se distribuirá un punto al piso 3, 4 puntos al piso 4, un punto al piso 7, un punto al piso 8, y se continuara con otra línea desde el sótano hasta el piso 9, donde se ubicara un splitter de 1:2 distribuidas a 2 oficinas del piso 10 de gerencia. Tomando en cuenta que la pérdida de potencia en el splitter 1:2 será mínima al contrario del splitter de 1:8, Esto para satisfacer las demandas del proyecto asignadas por Entel, tomando en cuenta solamente dos hilos de fibra óptica para el fin de este proyecto GPON.

5.1. DESARROLLO DEL TRABAJO

Para la ejecución del trabajo fue necesario efectuar lo siguiente:

- Realizar la dispersión cromática del cable drop bajo los parámetros de dispersión por modo de Polarización (PMD) en el cable de fibra óptica a instalar, para descartar perdidas por el estado del cable.
- Tendido de cable de fibra óptica en shaft y los respectivos pisos para la distribución de los puntos de terminación ONT asignados para el proyecto.
- Realizar empalme de línea y terminal de fibra óptica a lo largo de las rutas establecidas de los distintos pisos con pigtailes SC – APC y acopladores SC – APC.
- Certificación y medición con OTDR del tramo de fibra óptica utilizarse para la cobertura GPON desde la OLT situada en el edificio Ayacucho Entel hasta el punto

de cobertura ubicado en el edificio Tower Entel sótano para esto se realizara medidas bidireccionales de retro difusión. Para diagnosticar la perdida de los empalmes de línea y acoples existentes en el tramo asignado, también realizar el diagnóstico de la reflectancia existente para la mejora de los empalmes si fuera el caso de perdidas elevadas.

- Certificación del enlace con medidor de potencia para diagnosticar la perdida de cada puerto de terminación, tomando en cuenta las longitudes de onda de 1310 nm, 1490 nm y 1550 nm para diagnosticar las pérdidas de los splitters a instalar como también la potencia entregada por la OLT de ZTE para la comparación de las pérdidas de potencia.
- Realizar la esquematización de todo el cableado, realizar la limpieza de los componentes pasivos para el mejor funcionamiento de la red, realizar el peinado e instalación de los pach cords a instalarse cumpliendo las normas que dicta Entel.

5.1.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

Departamento: La Paz.

Provincia: Murillo.

Ciudad: La Paz.

5.1.2. FECHAS DE INICIO Y DE FINALIZACIÓN DEL TRABAJO

Fecha de inicio del proyecto: 20/02/2015

Fecha de finalización del proyecto: 26/02/2015

5.2. MEDICIÓN DE LA DISPERSIÓN CROMÁTICA

(CD – chromatic dispersion)

Para la medición del CD especificamos que se expresa en ps/(nm*km) representando el retraso, o incremento de tiempo en (ps) para una fuente con una anchura espectral de 1nm que viajara en 1 kilómetro de la fibra. En este caso el cable drop G657. Para esto el equipo realizara un barrido de haz de luz con el cual generara una dispersión cromática material. También realizara una dispersión cromática de guía de onda que causara la refracción del núcleo esto depende de la longitud de onda emitida.

A continuación se ve el análisis de la medida CD del equipo que se realizó a la bobina de un kilómetro de cable drop G657. Analizado para la instalación del proyecto Gpon. Las mediciones se realizaron en almacenes de Entel.

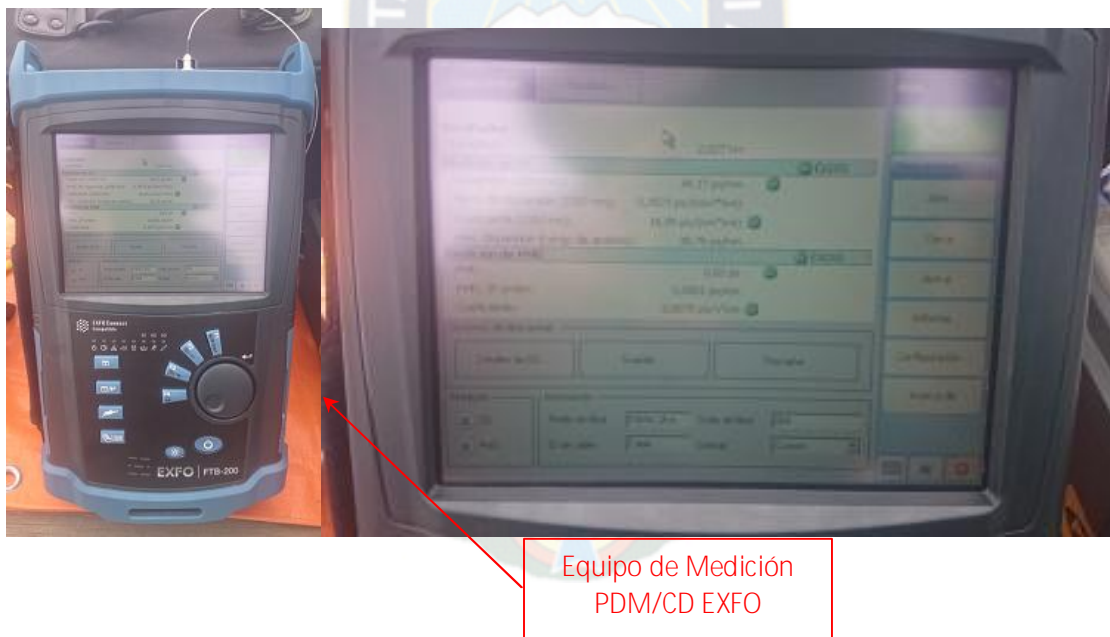


Figura 24. Medición de la dispersión cromática

A continuación podemos observar la medida CD a una bobina de un kilómetro de cable drop categoría G657 que se realizó en almacenes de Entel.

Todas las medidas de la dispersión cromática CD realizadas para este proyecto fueron editadas y se las puede encontrar en la parte de anexos de este documento.

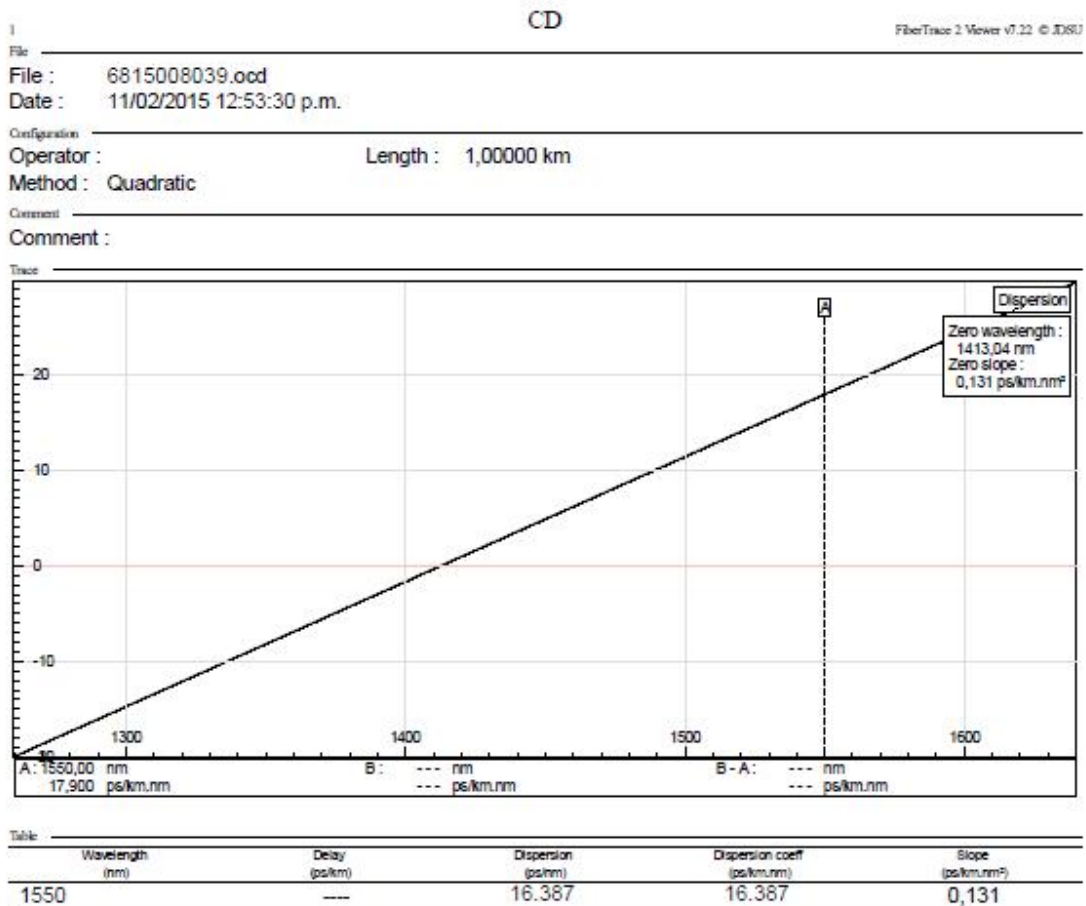


Figura 25. Medición CD

5.3. MEDICIÓN DE DISPERSIÓN POR MODO DE POLARIZACIÓN (PMD)

Para esta medición el equipo realizara una dispersión de señal óptica que viajara por la fibra óptica y dará como origen una señal electro magnética que posee dos componentes uno eléctrico y el magnético esto produce un desfase o retardo para esto el equipo genera una longitud de onda con polarización circular los valores especificados del PMD están por debajo de $0.5 \text{ ps}/(\text{Km})^{-1}$ a 1310 nm.

A continuación se ve el análisis de la medida PMD del equipo que se realizó a la bobina de un kilómetro de cable drop G657. Analizado para la instalación del proyecto Gpon.

Las mediciones se realizaron en almacenes de Entel.



Figura 26. Medición de la dispersión por modo de polarización (PMD)

En la figura 27 podemos observar la medida PDM a una bobina de un kilómetro de cable drop categoría G657 que se realizó en almacenes de Entel.

Todas las medidas PMD realizadas para este proyecto fueron editadas y se las puede encontrar en la parte de anexos de este documento.

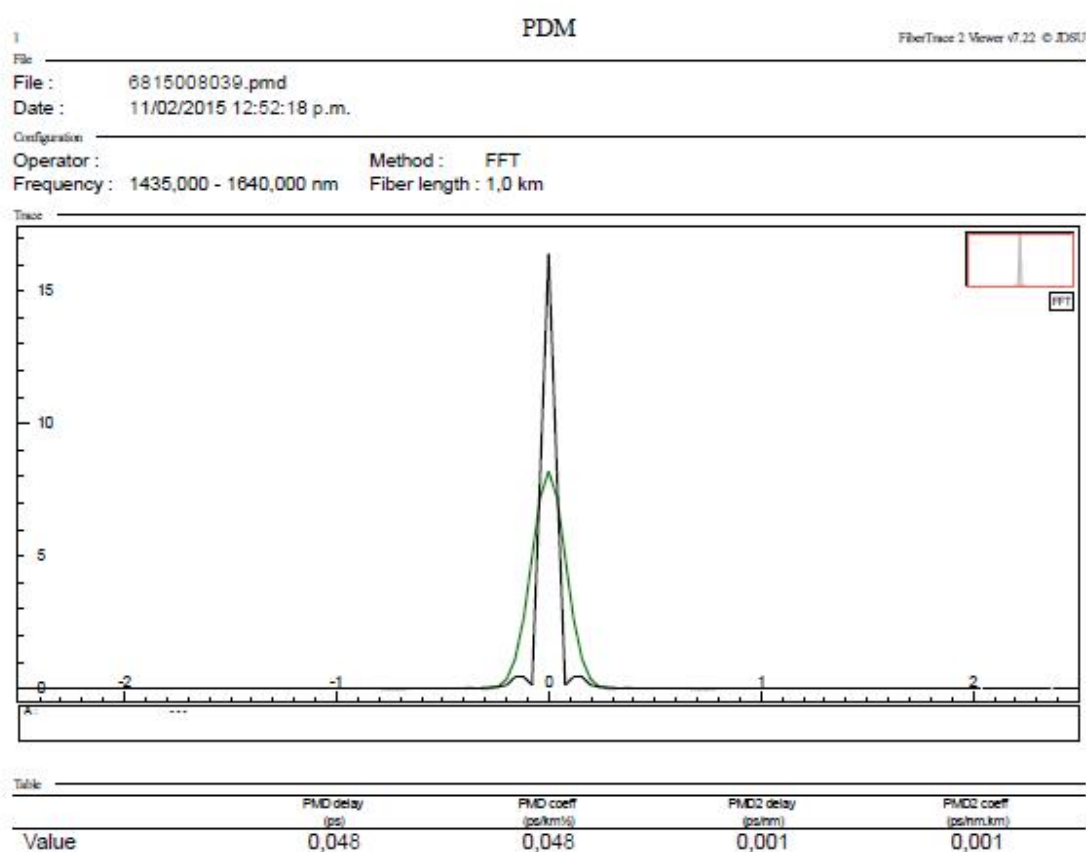


Figura 27. Medición (PMD)

5.4. DESCRIPCIÓN DEL ENLACE DE LA RED PASIVA

Para el enlace de red pasiva de fibra óptica primeramente comenzaremos por donde se encuentra ubicada la OLT proporcionada por la empresa ZTE la cual se ubica en el Tercer piso del Edificio Entel Ayacucho situada en el Rack C4



Figura 28. OLT ZXA 10 C300/C320

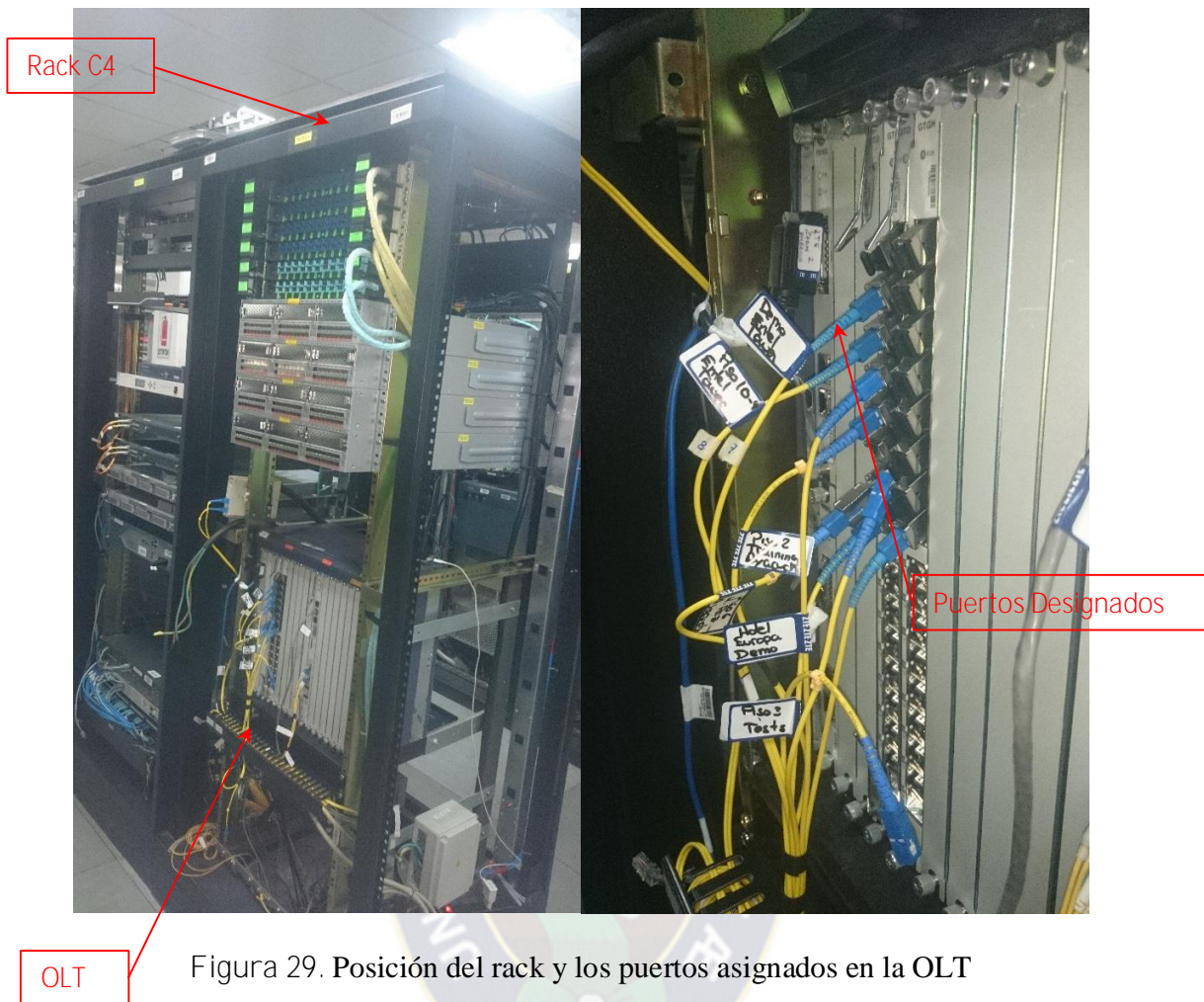


Figura 29. Posición del rack y los puertos asignados en la OLT

Para posteriormente realizar las conexiones de pach cord SC – UPC duplex y las fusiones correspondientes en los hilos de fibra óptica designados 7,8. Que en el código de colores estándar serán el Azul y Naranja del tubo Naranja especificamos que el cable que se intervendrá es de 24 hilos monomodo.

El punto de conexión para el edificio Tower con OLT está situada en el rack A2 del Sótano para llegar a este punto se realizara dos empalmes en la cámara 32 para dar continuidad hasta llegar a la bandeja 2 de 12 posiciones SC del rack A2 y realizar la conectorización con pach cord SC – UPC en las posiciones 7 y 8 de la Bandeja 2, a una caja de terminación de 2 posiciones instalada para distribuir a los pisos donde estarán situadas las ONTs.



Figura 30. Caja de terminación de dos posiciones SC

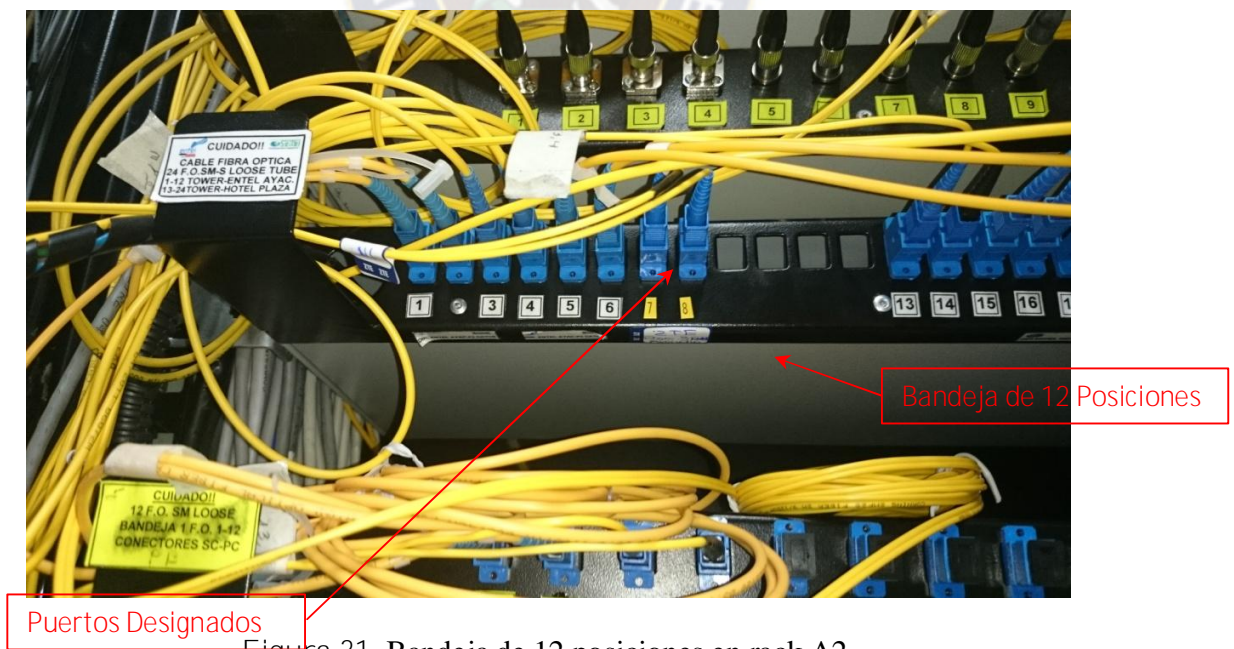


Figura 31. Bandeja de 12 posiciones en rack A2

5.5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA INSTALACIÓN DE FIBRA ÓPTICA

El tendido interior de los cables se realizara de acuerdo a los replanteos realizados y bajo la supervisión de Personal de Entel, en función de las características arquitectónicas de cada ubicación. En la realización de los trabajos de tendido de cable en interiores, han de tomarse en cuenta las siguientes indicaciones:

- Todos los enlaces deben estar debidamente identificados, no debiendo existir ningún empalme en los cables, a excepción de los correspondientes latiguillos terminales de acceso a los equipos, y los empalmes en los splitter definidos para la conexión para los distintos pisos cuando se precisen.
- Siempre se deben dejar unas vueltas de exceso de fibra en techo falso o en piso falso, la cual se denomina como reserva de longitud suficiente para permitir movimientos futuros del rack o del panel repartidor, respetando en todo momento el radio mínimo de curvatura del cable.
- Se realizara la fijación de las cajas de empalme y la esquematización del cable tendido, en todas las instancias que se haya realizado la instalación.



Figura 32. Tendido de cable drop en shaft

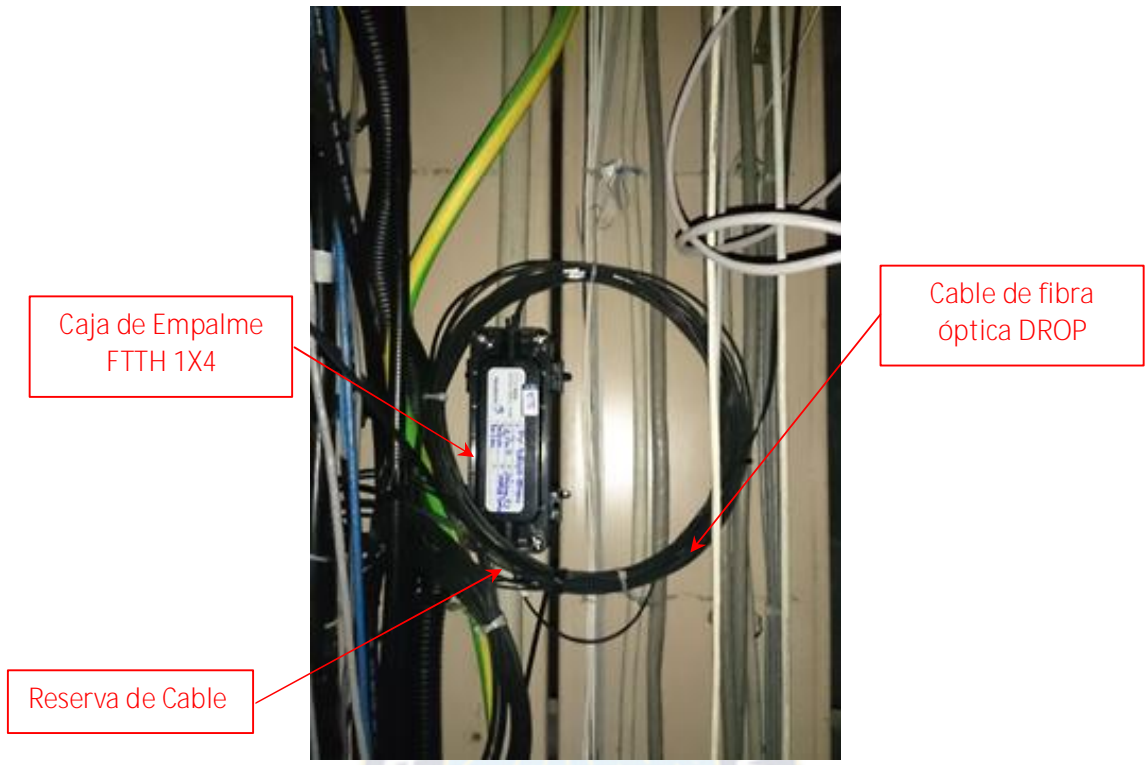


Figura 33. Ubicación de caja de empalme en shaft piso 9

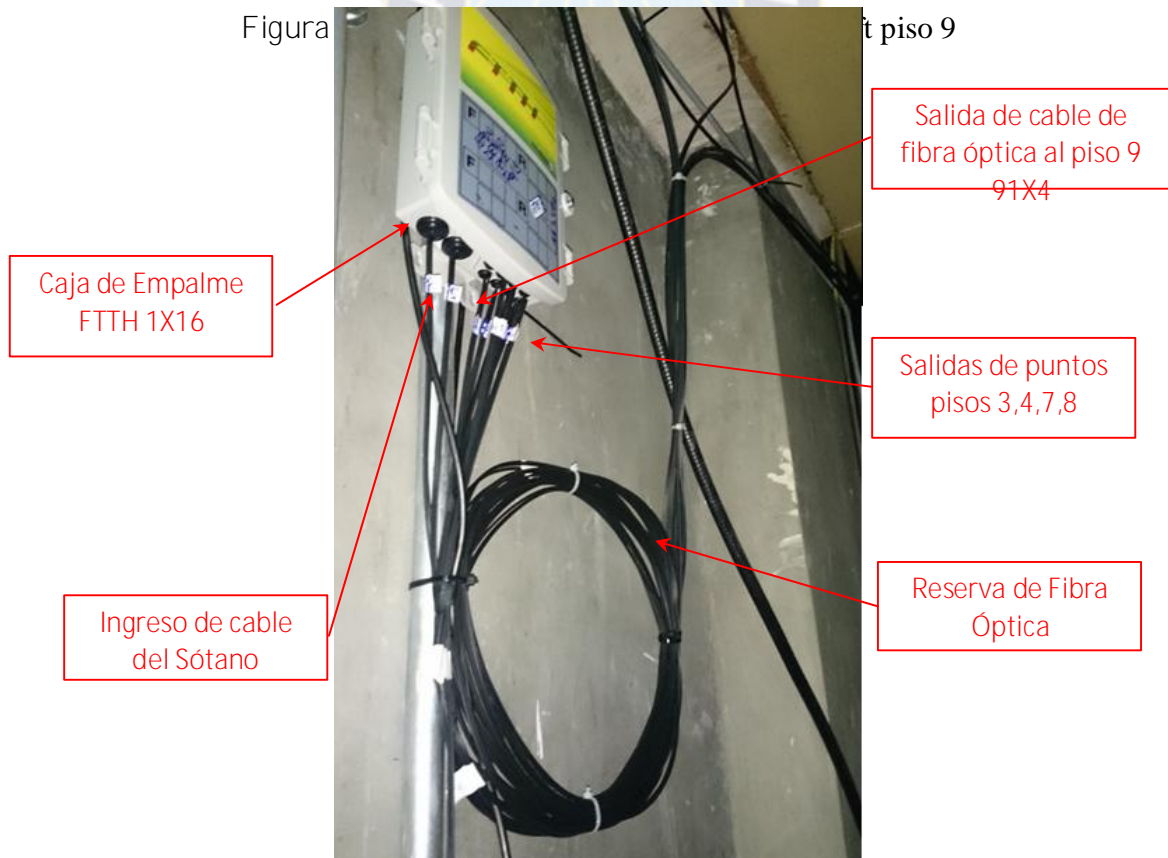


Figura 34. Ubicación de caja de empalme en shaft piso 4

5.6. SPLITTER (UPC) UTILIZADOS Y SUS CARACTERÍSTICAS

El enlace de red óptica también debe conectarse a la distribución de derivación, que requiere un splitter de fibra óptica. Este es uno de los dispositivos pasivos más importantes en los enlaces de fibra. El splitter de fibra óptica se utiliza para separar la luz de la fibra en varias partes como por ejemplo, un splitter de 1×2 divide el rayo de luz en dos partes, cada una recibe el 50% de luz del rayo original.

Los splitters pueden usar diferentes tipos de conectores, el exterior puede venir en forma de caja o de tubo de acero inoxidable. En el primer caso se utiliza comúnmente cables de 2 mm o 3 mm de diámetro exterior, los otros ocupan cables de 0,9 mm.

Para este proyecto utilizaremos los splitters PLC a continuación el reporte de prueba de los Splitters de 1X2, 1X4, 1X8. Los cuales se instalaron en el edificio Tower Entel.

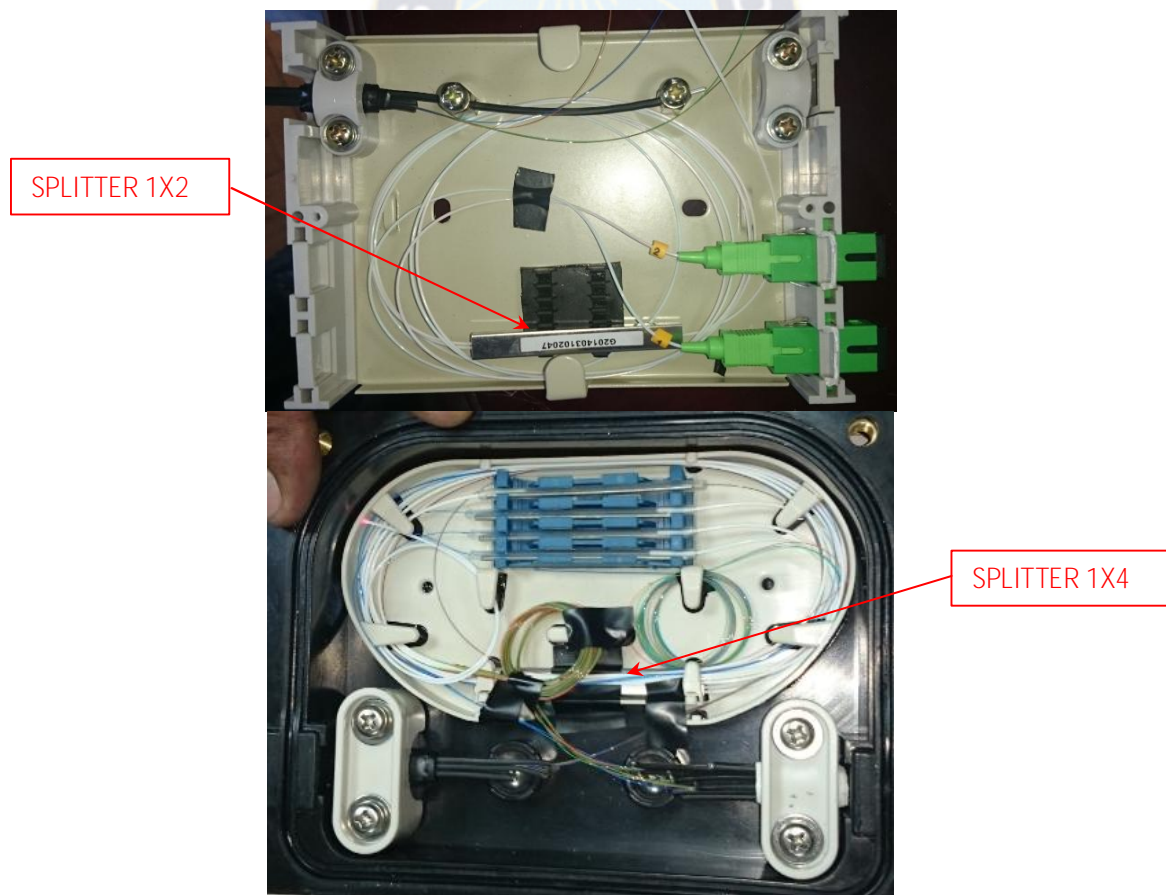


Figura 35. Preparación de splitter para la fusión

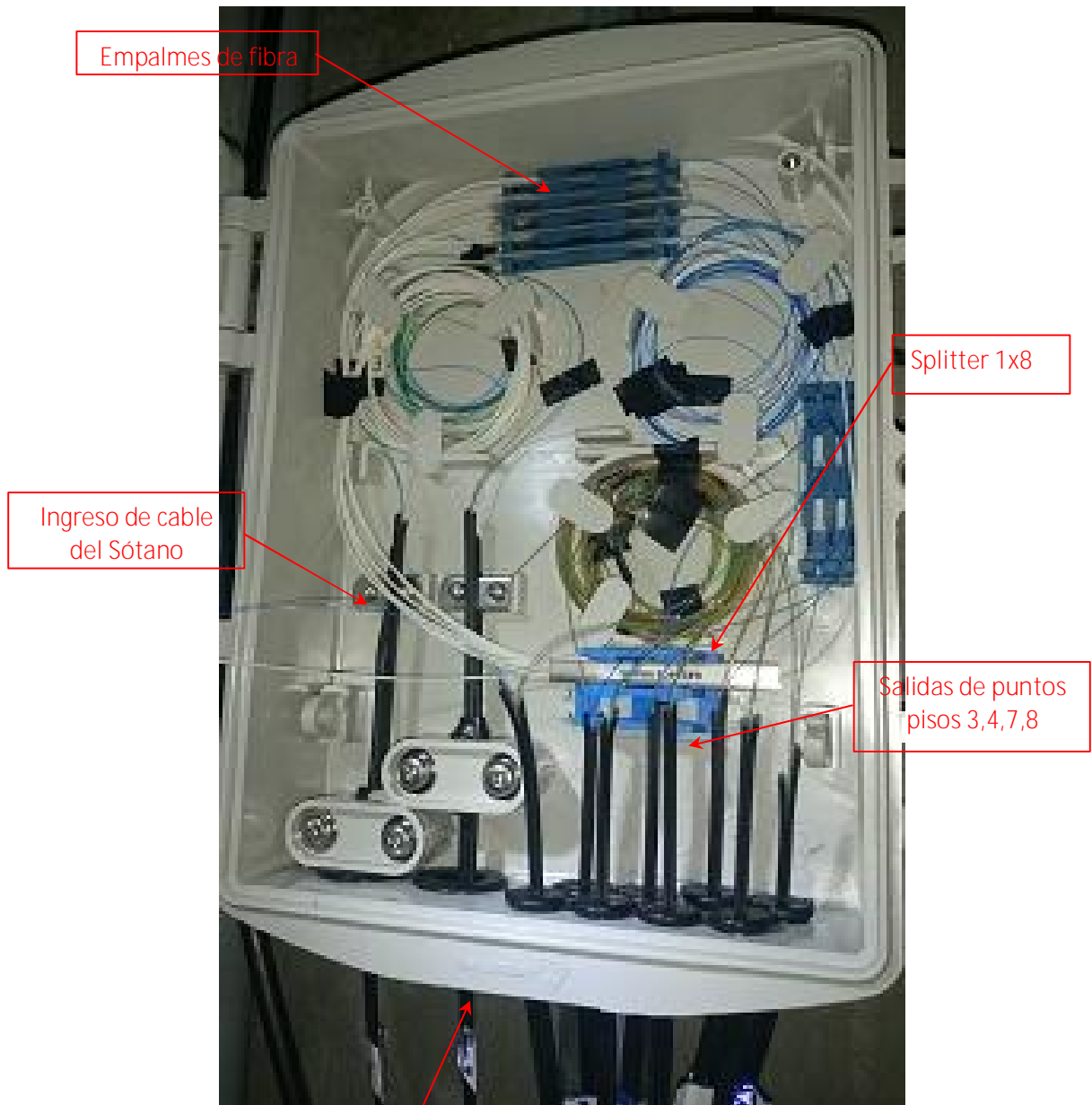


Figura 36. Armado y preparación de splitter 1*8

Salida de cable de fibra óptica al piso 9

PLC REPORTE DE PRUEBA SPLITTER 1*2

Item Name	1*2 PLC Fan-out			Inspect Date			10/03/2014		
P/N	PLC-QC-1004-0,9			S/N			G201403104007		
Fiber Type	G657A1			Fiber length (m)			1.0m		
Connector	None			Steel Tube/Case(mm)			4*7*60		
Parameter	IL (dB)			PDL (dB)			RL (dB)		
wavelength (nm)	@1310	@1490	@1550	@1310	@1490	@1550	@1310	@1490	@1550
Drection	Max 4.10			Max 0.30			Max 55		
port 1	3.30	3.21	3.25	0.24	0.06	0.17	Pass	Pass	Pass
port 2	3.56	3.41	3.55	0.18	0.21	0.20	Pass	Pass	Pass
Imput port									
Max (dB)	3.56	3.45	3.55	0.24	0.21	0.20	N/A		
Min (dB)	3.30	3.21	3.25	0.18	0.06	0.17	N/A		
AVG	3.43	3.33	3.40	0.21	0.14	0.18	N/A		
Uf (0.8dB)	0.26	0.24	0.30	DIR (dB)			55		

Tabla 7. Reporte de prueba splitter 1*2

PLC REPORTE DE PRUEBA SPLITTER 1*4

Item Name	1*4 PLC Fan-out			Inspect Date			10/03/2014		
P/N	PLC-QC-1004-0,9			S/N			G201403104007		
Fiber Type	G657A1			Fiber length (m)			1.0m		
Connector	None			Steel Tube/Case(mm)			4*7*60		
Parameter	IL (dB)			PDL (dB)			RL (dB)		
wavelength(nm)	@1310	@1490	@1550	@1310	@1490	@1550	@1310	@1490	@1550
Drection	Max 7.2			Max 0.30			Max 55		
port 1	6.72	6.75	6.78	0.18	0.05	0.21	Pass	Pass	Pass
port 2	7.00	6.93	6.97	0.18	0.05	0.14	Pass	Pass	Pass
port 3	6.68	6.75	6.74	0.20	0.08	0.13	Pass	Pass	Pass
port 4	6.70	6.83	6.69	0.22	0.16	0.07	Pass	Pass	Pass
Imput port									
Max (dB)	7.00	6.93	6.78	0.22	0.16	0.21	N/A		
Min (dB)	6.68	6.75	6.67	0.18	0.05	0.07	N/A		
	6.77	6.82	6.72	0.19	0.08	0.14	N/A		
Uf(0.8dB)	0.32	0.18	0.11	DIR (dB)			55		

Tabla 8. Reporte de prueba splitter 1*4

PLC REPORTE DE PRUEBA SPLITTER 1*8

Item Name	1*8 PLC Fan-out			Inspect Date			10/03/2014		
P/N	PLC-QC-1008-0,9			S/N			G201403104007		
Fiber Type	G657A1			Fiber length (m)			1.0m		
Connector	None			Steel Tube/Case (mm)			4*7*60		
Parameter	IL (dB)			PDL (dB)			RL (dB)		
wavelength(nm)	@1310	@1490	@1550	@1310	@1490	@1550	@1310	@1490	@1550
Drection	Max 10.3			Max 0.30			Max 55		
port 1	9.94	10.06	9.93	0.06	0.13	0.14	Pass	Pass	Pass
port 2	10.19	10.01	10.19	0.16	0.21	0.19	Pass	Pass	Pass
port 3	9.91	10.19	10.02	0.15	0.21	0.15	Pass	Pass	Pass
port 4	9.92	10.14	10.13	0.23	0.23	0.10	Pass	Pass	Pass
port 5	10.07	10.12	9.90	0.11	0.24	0.06	Pass	Pass	Pass
port 6	9.94	10.17	10.02	0.20	0.15	0.05	Pass	Pass	Pass
port 7	10.09	9.93	9.91	0.25	0.19	0.16	Pass	Pass	Pass
port 8	9.94	10.17	10.14	0.14	0.23	0.15	Pass	Pass	Pass
Imput port									
Max (dB)	10.19	10.19	10.19	0.25	0.24	0.19	N/A		
Min (dB)	9.91	9.91	9.93	0.06	0.13	0.05	N/A		
	10.00	10.10	10.03	0.16	0.20	0.13	N/A		
Uf(0.8dB)	0.29	0.26	0.29	DIR (dB)			55		

Tabla 9. Reporte de prueba splitter 1*8

5.7. EMPALMES REALIZADOS

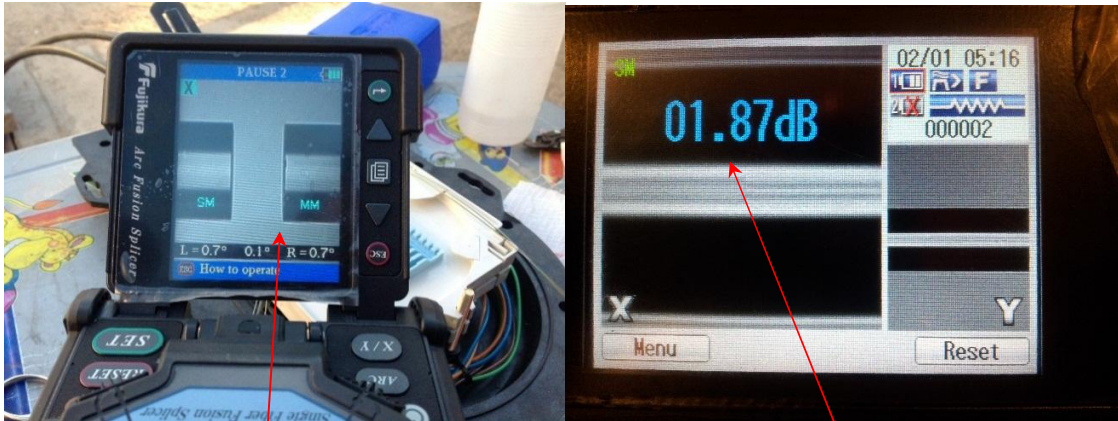
El objetivo de un buen empalme de fibra es maximizar la transmisión de luz una fibra a otra. Para ello, es preciso que las fibras estén perfectamente cortadas y sus núcleos alineados. Una vez enfrentadas las fibras podremos fijar su posición mediante fusión por aplicación de un arco voltaico que realiza la fusionadora. Las alineaciones de fibra-núcleo deficientes son las causas principales de pérdida de acoplamiento cuando se conectan dos fibras utilizando un empalme. Otra fuente de pérdida de acoplamiento importante es la diferencia en propiedades ópticas. Si las fibras empalmadas tienen diámetros de núcleo o revestimiento diferentes pueden aumentar las pérdidas de acoplamiento, esto recibe el nombre de desajuste de núcleos. Las pérdidas ópticas del empalme pueden variar, dependiendo del mecanismo de alineamiento. Las máquinas de empalmes con alineamiento de núcleo coinciden entre sí con el canal de guiado de luz de la fibra (núcleo de $9\mu\text{m}$). Estas máquinas crean empalmes con pérdidas típicas en la región de algunas máquinas empalmadoras (por ejemplo versiones portátiles más pequeñas) alinean el revestimiento ($125\mu\text{m}$) de una fibra en lugar de los núcleos que transportan la luz. Esta es una tecnología más barata, pero puede incrementar la ocurrencia de errores ya que las tolerancias dimensionales del revestimiento son más grandes. Los valores típicos de pérdida por inserción para estas máquinas de empalme son mejores que 0.1dB .



Alineación para la fusión de fibra

Figura 37. Pérdidas en empalmes

Mala fusión por mala limpieza



Distintas fibras SM y MM

Figura 38. Pérdidas en empalmes

Perdida de la fusión en dB

Fusionadora de fibra óptica



Cortadora de fibra óptica

Roseta de terminación de 4 posiciones

Pelado de la fibra para la fusión

Figura 39. Empalme de la fibra

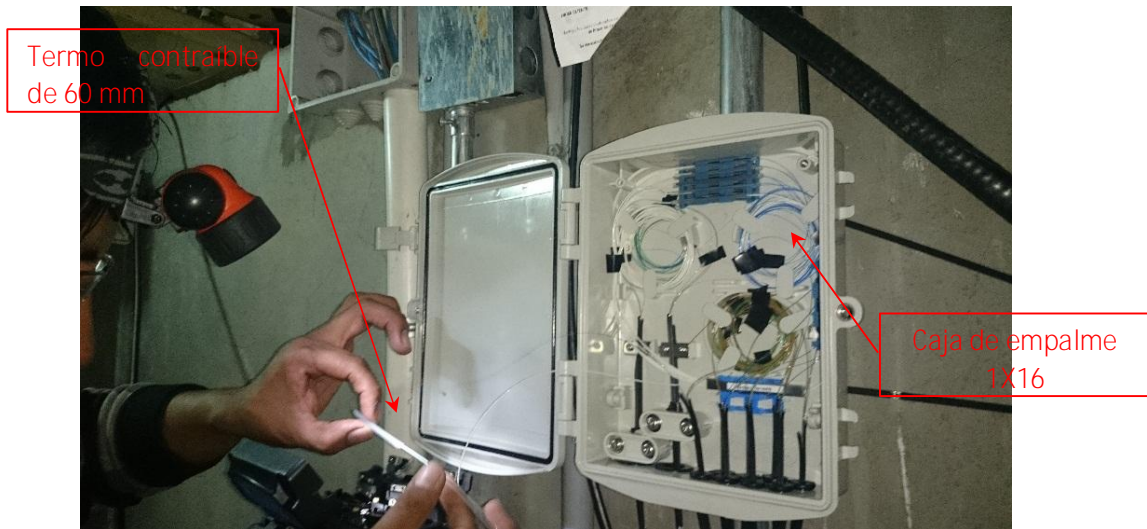


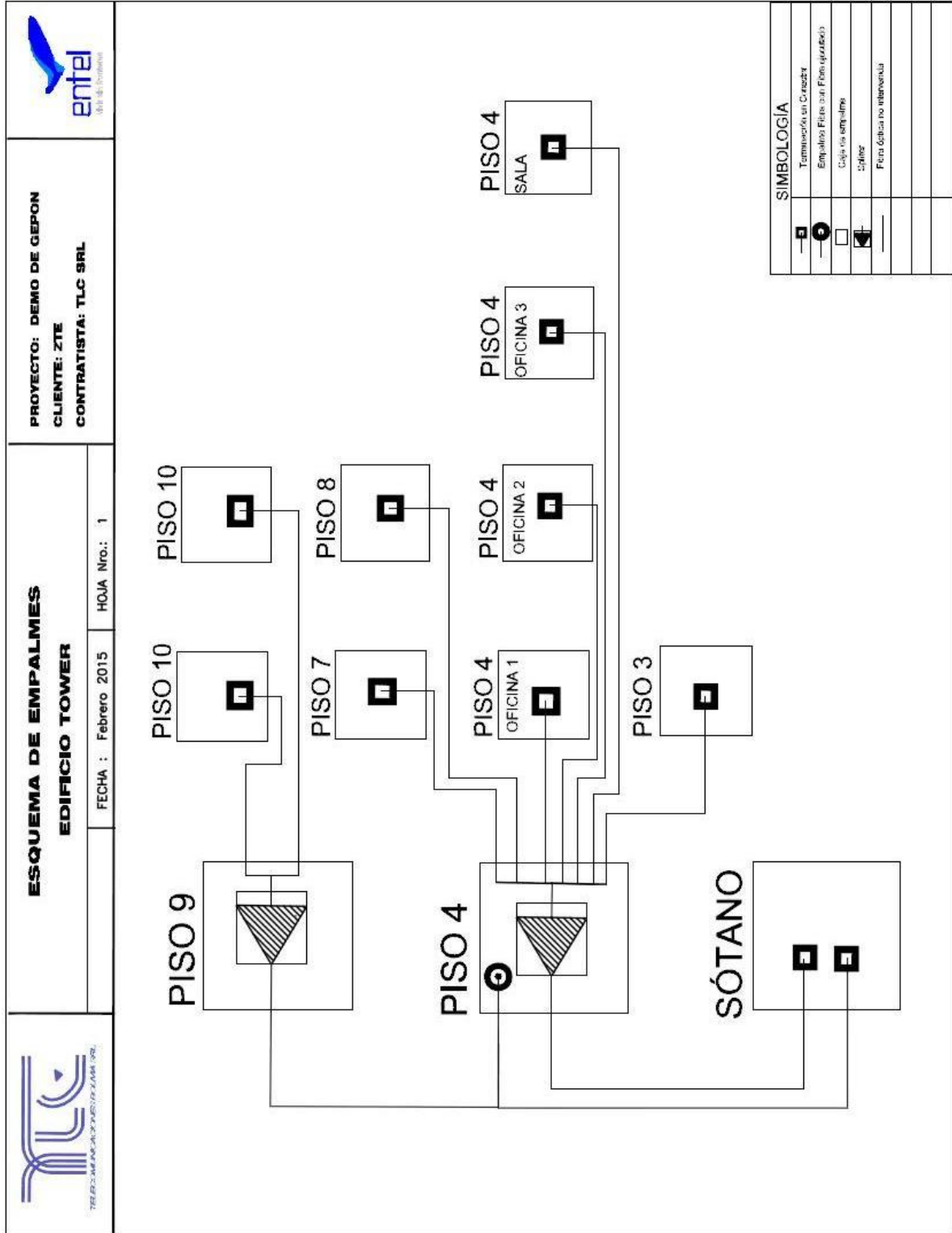
Figura 40. Termo contraible protección de empalme



Figura 41. Fusión en roseta de terminación

ESQUEMA DE EMPALMES

EDIFICIO TOWER



5.8. MEDIDAS ÓPTICAS

5.8.1. El OTDR (Optical Time - Domain Reflectometer)

Es un dispositivo que permite conocer pérdidas, reflectancias y ubicación de eventos. Para hacer esto, envía pulsos de luz a una fibra y utiliza un foto detector sensible para ver las reflexiones y trazarlas gráficamente en el tiempo. El OTDR sabe cuándo emitió el pulso y por el receptor sabe el tiempo que le tardó en llegar la reflexión. La pérdida (o atenuación) que experimenta un rayo de luz atravesando un medio, se clasifican en intrínsecas y extrínsecas, es decir, dependientes del medio o dependientes del montaje o instalación. En el primer caso, tenemos la absorción de los fotones de luz que atraviesan la fibra por las moléculas que la componen. Parte de la energía fotónica es cedida a las moléculas de sílice que la luz encuentra en su camino, produciendo vibraciones en las moléculas de sílice. Depende de la frecuencia decreciendo y a 1000 nm es prácticamente despreciable. También se considera pérdida intrínseca a la pérdida Scattering – Rayleigh que se produce cuando la luz encuentra en su camino partículas extrañas, cuyo diámetro es mucho menor que la longitud de onda de la señal.

Las distintas pérdidas que pueden producirse en una fibra son, Tal como puede verse existen pérdidas por acoplamiento entre la fuente de luz y el foto detector y la fibra, por absorción, por scattering - Raleigh, por micro curvaturas, por presiones en la fibra, por curvado, etc. Si prescindimos de las pérdidas intrínsecas que están relacionadas con la calidad del cable, las de acoplamiento de la fuente y foto detector, así como algunas otras relacionada con la instalación del cable.

La teoría de Reflectometría, esta es la que utiliza el OTDR para realizar sus mediciones. Pero un parámetro que debemos resaltar es algo conocido en este medio como: “La Zona Muerta” o Death Zone, pero de forma simple se refiere a la Zona o tramo inicial del cable que el OTDR no puede medir con exactitud. Esta distancia (m) varía de acuerdo a la calidad del diseño electrónico del equipo de Medición.

La Bobina de Lanzamiento, es usada para corregir el problema de la Zona Muerta, obtener mayor precisión en las mediciones, Valores de Referencias, etc. (Realmente es muy útil). Se debe colocar en serie entre el OTDR y el Cable Bajo Prueba debe ser del mismo tipo que este. Existen varios modelos de acuerdo al uso y equipo de medición con que se utilice, es común Normativa G.652.

La distancia es recomendable no menor a 1 Km, Aunque existen de 2 km, entre otros. Es conveniente que los conectores sean compatibles directamente con el puerto de salida de equipo de Medición; por ejemplo conectores FC y el otro extremo los más comunes como SC. Las medidas realizadas para este proyecto se encuentran en la parte de anexos de este documento.

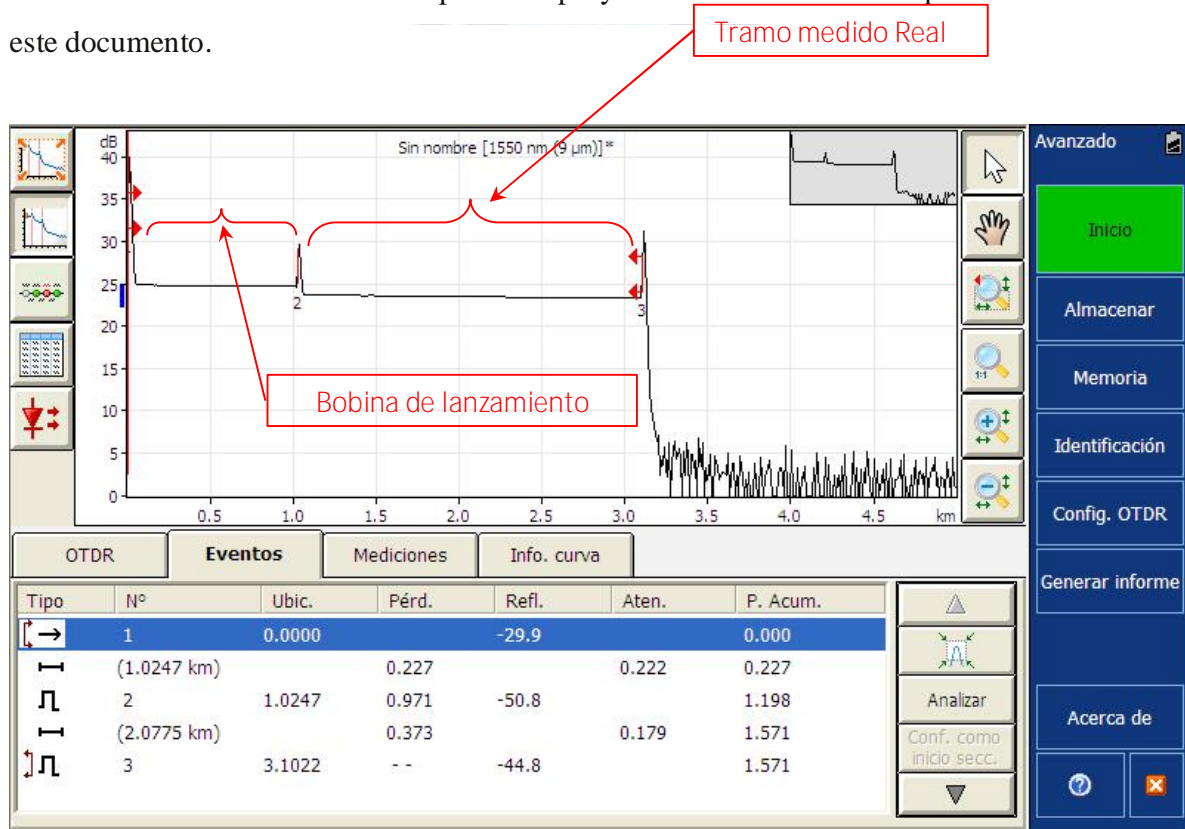


Figura 42. Medición con de OTDR EXFO FTB - 1

5.9. MEDICIÓN DE POTENCIA DE RECEPCIÓN

Equipo: Medidor de Potencia Óptica (Óptical Power Meter).

Uso: Es el equipo encargado de realizar la medida de la cantidad de amplitud de la señal enviada desde el transmisor, que viaja a través de un medio óptico.

Unidad de Medida: Decibelio es la unidad más común, entre otras. Representa el valor de potencia en una escala Logarítmica. Se puede expresar en dB, dBm, etc. El dB es una medida relativa entre dos valores. Mientras que el dBm es una unidad absoluta con referencia a un mili-watio.

Una manera, de medir las pérdidas estimadas de un cable de fibra óptica, es enviar una señal con un transmisor (Tx) con un valor de referencia por un extremo y tomar el valor con el medidor de potencia por el otro extremo. El resultado será la resta de ambos valores.

Ejemplo: Enviamos una señal de Tx: 10 dBm, por un cable SM de longitud 1 Km. El valor resultante del medidor, podría ser: 7 dBm. Por lo que estimamos que la pérdida del cable es de: 3 dB. Si introducimos una señal con una potencia P1 en un elemento pasivo, como puede ser un cable, esta sufrirá una atenuación y al final de dicho circuito obtendremos una potencia P2. La atenuación (á) será igual a la diferencia entre ambas potencias. No obstante, la atenuación no suele expresarse como diferencia de potencias sino en unidades logarítmicas como el decibelio, de manejo más cómodo a la hora de efectuar cálculos. La atenuación vendría expresada en decibelios por la fórmula siguiente:

$$\alpha = 10\text{Log } P1/P2$$

Donde P2= 1mW para nuestras medidas

Es probable que la pérdida de potencia o atenuación en un cable de fibra óptica, sea la característica más importante del cable, pues esta tiene varios efectos adversos sobre el funcionamiento que incluyen reducción del ancho de banda, la rapidez de transmisión de información, la eficiencia y capacidad general del sistema. La pérdida de potencia que se

producen en un sistema de transmisión por fibra óptica se debe a las propias de la propagación de la señal óptica a través de la fibra, que son las que se tratarán en esta práctica y que también se conocen como atenuación de la fibra; y las causadas por el acoplamiento foto transmisor - fibra, fibra - foto receptor y fibra - fibra. Existen 3 causas fundamentales que provocan atenuación de luz en la fibra:

1. Absorción del material, debida a la interacción de la luz con la estructura molecular del material y las impurezas presentes en él.
2. Esparcimiento de luz, provocada por las variaciones en la densidad del material (esparcimiento de Rayleigh).
3. Pérdidas causadas por imperfecciones y deformaciones en la estructura de la fibra, como el cambio de diámetro, micro curvaturas, etc.

Las medidas de transmisión de potencia se realizaron en el edificio Ayacucho y las medidas de recepción de potencia en el sótano del edificio Tower:



Figura 43. Medición con power meter en OLT

El siguiente cuadro describe las medidas tomadas al equipo OLT, medidas que se tomaron del hilo 7.

LONGITUD DE ONDA	POTENCIA DE TRANSMISIÓN (dBm)	POTENCIA DE TRANSMISIÓN(mW)
1310 nm	3,84 dBm	2,42 mW
1490 nm	3,8 dBm	2,40 mW
1550 nm	2,73 dBm	1,87 mW

Tabla 10. Medidas de potencia en OLT

5.9.1. MEDIDAS EN SÓTANO EDIFICIO TOWER

El siguiente cuadro describe la potencia de recepción de la OLT de ZTE ubicado en el edificio Entel de la calle Ayacucho, medidas realizadas en el fibra 7.

LONGITUD DE ONDA	POTENCIA DE RECEPCIÓN (dBm)	POTENCIA DE RECEPCIÓN (mW)
1310 nm	1,86 dBm	1,53 mW
1490 nm	1,74 dBm	1,49 mW
1550 nm	0,76 dBm	1,19 mW

Tabla 11. Medidas de potencia de recepción en OLT

El siguiente cuadro describe la potencia de recepción de nuestro equipo emisor power meter (EXFO FPM-300), ubicado en el edificio Entel de la calle Ayacucho, con una potencia de transmisión de -5,32 dBm, las medidas se realizaron en el fibra 8.

LONGITUD DE ONDA	POTENCIA DE RECEPCIÓN (dBm)	POTENCIA DE RECEPCIÓN (mW)
1310 nm	-6,86 dBm	0,21 mW
1490 nm	-7,31 dBm	0,19 mW
1550 nm	-7,05 dBm	0,20 mW

Tabla 12. Potencia de recepción de nuestro equipo

5.9.2. MEDIDAS EN SALA DE REUNIONES PISO - 4 EDIFICIO TOWER

El siguiente cuadro describe la potencia de recepción de OLT de ZTE, ubicado en el edificio Entel de la calle Ayacucho.

LONGITUD DE ONDA	POTENCIA DE RECEPCIÓN (dBm)	POTENCIA DE RECEPCIÓN (mW)
1310 nm	-7,83 dBm	0,165 mW
1490 nm	-7,87 dBm	0,163 mW
1550 nm	-8,93 dBm	0,128 mW

Tabla 13. Potencia de recepción de OLT de ZTE

El siguiente cuadro describe la potencia de recepción de nuestro equipo emisor power meter (EXFO FPM-300), ubicado en el edificio Entel de la calle Ayacucho, con una potencia de transmisión de -5,32 dBm.

LONGITUD DE ONDA	POTENCIA DE RECEPCIÓN (dBm)	POTENCIA DE RECEPCIÓN (mW)
1310 nm	-17,21 dBm	0,019 mW
1490 nm	-17,54 dBm	0,018 mW
1550 nm	-17,43 dBm	0,018 mW

Tabla 14. Potencia de recepción de nuestro equipo

5.9.3. PÉRDIDAS DE ROSETAS INSTALADAS EN LAS OFICINAS

El siguiente cuadro describe la pérdida medida desde el ODF, respectivos splitters hasta las rosetas instaladas de cada oficina, se midió a una longitud de onda de 1550 nm.

TIPO	SALIDA SPLITTER	Nº PISO	PÉRDIDA (dB)	UBICACIÓN EN OFICINA
Splitter 1:8	1	3	11,07	Edgar Cuevas
	2	4	10,67	Implementación
	3	4	10,51	Marcelo Bellido
	4	4	10,71	Sala de Reuniones
	5	4	10,93	Salazar
	6	7	13,88	Palomo
	7	8	10,87	Parabicini
Splitter 1:2	1	10	4,66	Evia
	2	10	4,59	Coca

Tabla 15. Pérdidas de rosetas instaladas

CAPÍTULO 6

6.1. CONCLUSIONES

A lo largo de este proyecto de enlace de fibra óptica pasiva se obtuvo una experiencia a todas luces muy enriquecedora. Tuvimos la posibilidad de entrar de lleno en un proyecto FTTH lo que conlleva todo un proceso de aprendizaje y aplicación de conocimiento puesto en práctica.

Se puede decir que como electrónicos ya tenemos las herramientas básicas para diseñar un proyecto FTTH en un área determinada.

Las redes ópticas pasivas (PON) permiten realizar un despliegue con equipamiento pasivo desde la Central de comunicaciones (OLT) hasta el abonado (ONT). La ventaja de esto es una instalación definitiva de la infraestructura evitando mantenimiento en terreno de los equipos.

El despliegue en shaft, techos y pisos falsos de fibra fue la mejor solución para el enlace ya que existía la infraestructura adecuada en la empresa de telecomunicaciones Entel

La fibra óptica es el medio de transmisión que desde hace varios años viene reemplazando al cobre en servicios de gran ancho de banda. Sus ventajas principales son su ancho de banda prácticamente ilimitado, inmunidad a las interferencias electromagnéticas, poca mantención en terreno, tiempo de vida estimado en aproximadamente 30 años; todos estos aspectos hacen que la fibra óptica sea la mejor elección.

El detalle teórico de las redes ópticas se considera imprescindible para comprender de forma concreta las redes FTTH, así como necesario para poder realizar un trabajo concreto de la red óptica pasiva sobre la que se construyen este tipo de redes. A la hora de realizar cualquier diseño, es imprescindible conocer la tecnología sobre la que se basa dado que la solución final dependerá de las necesidades que se presenten y de las características y topología de cada tipo de red.

Así pues, se han concretado los fundamentos físicos de la tecnología óptica, que detallan y especifican las teorías de transmisión a través de estos medios de transmisión. La comprensión previa de la metodología de transmisión de información a través de la fibra óptica, ha permitido conocer las ventajas de estos sistemas a nivel físico, así como las limitaciones que poseen las redes de fibra óptica, a tener en cuenta en la fase de diseño de la red física.

También se han detallado los principales elementos ópticos pasivos que intervienen en el diseño de las redes FTTH, tales como tipos de fibras ópticas, cables ópticos, cajas de empalme, divisores ópticos, etc. Esta recopilación ha permitido revisar los elementos pasivos existentes para la instalación y puesta en marcha de la red óptica pasiva, así como para detallar los elementos a utilizar en el despliegue del trabajo.

La inclusión de materiales específicos para redes FTTH, así como la elección de todos y cada uno de los elementos pasivos del sistema se ha realizado de forma minuciosa para conseguir la mejor relación de calidad del sistema, innovando a nivel de diseño y adecuando la red a una comercialización más accesible para la sociedad.

Con esta memoria técnica, se ha demostrado que el avance tecnológico va en crecimiento con estas nuevas tecnologías implementándose en nuestro país y muy pronto a todas las ciudades o donde podamos llegar con fibra óptica.

6.2. GLOSARIO DE TÉRMINOS

ADS Servicio digital adicional

ADSL Línea asimétrica de abonado digital (basada en cobre)

APC Contacto físico en ángulo/ conector pulido en ángulo

ATM Protocolo de modo de transferencia asíncrona

CD Dispersión cromática

CDMA Acceso múltiple con detección de colisión

CO Oficina central

CWDM Multiplexación por división de longitud de onda gruesa

DBS Servicio de retransmisión directa

DFB Repuesta distribuida (láser)

DSL Línea de abonado digital (basada en cobre)

DSLAM Multiplexor digital de acceso a la línea de abonado

DWDM Multiplexación densa de división de longitud de onda

ATM Protocolo de modo de transferencia asíncrona

CD Dispersión cromática

CDMA Acceso múltiple con detección de colisión

CLEC Portadora de cambio local competitiva

CO Oficina central

CVD Deposición química de vapor

CWDM Multiplexación por división de longitud de onda gruesa

DBS Servicio de retransmisión directa

DFB Repuesta distribuida (láser)

DSL Línea de abonado digital (basada en cobre)

DSLAM Multiplexor digital de acceso a la línea de abonado

DWDM Multiplexación densa de división de longitud de onda

EPON Red óptica pasiva preparada para Ethernet

FBT Fused biconic taper (acoplador/divisor de fibra)

FCC Comisión Federal de Comunicaciones (EE. UU.)

FDH Concentrador de distribución de fibra

FDT Terminal de distribución de fibra

FEC Corrección de errores de transmisión
FC Colector de fibra
FO Fibra óptica
FTTB Fibra hasta el edificio
FTTC Fibra hasta la acera
FTT Cab Fibra hasta la estructura
FTTH Fibra hasta el hogar
FTTN Fibra hasta el nodo
FTTP Fibra hasta las instalaciones
FTTx Fibra hasta x, donde x
GPON Red óptica pasiva con capacidad de 1 Gigabit
HDD Perforación horizontal dirigida
HDSL Línea de abonado digital de alta velocidad de bits basada en cobre)
HDTV Televisión de alta definición
HFC Transmisiones coaxiales de fibra híbridas
IEC Comisión Electrotécnica Internacional
IP Protocolo de Internet
IPTV Protocolo de televisión por Internet
ITU Unión Internacional de Telecomunicaciones
ITU-T Unión Internacional de Telecomunicaciones.
MM Multi-modo
NF Figura de ruido (ruido de un amplificador óptico en dB)
OC Portadora óptica (velocidad de transporte)
ODN Red de distribución óptica
ODU Unidad de distribución óptica
OLT Terminación/Terminal de línea óptica
OLTS Equipo de pruebas de pérdida óptica
ONT Terminación/Terminal de red óptica
ONU Unidad de red óptica (ONT no transmisor)
OPM Medidor óptico de potencia
ORL Pérdida de retorno óptico

OTDR Reflectó metro de dominio temporal óptico

P2MP Punto a multipunto

P2P Punto a punto

PC Conector pulido

PDM Medición de dispersión por modo de polarización

PIN Positivo-Aislante-Negativo (detector)

PLC circuito de onda de luz planar

PDM Dispersión de modo de polarización o dependiente del medio físico

PON Red óptica pasiva

POTS Sistema de telefonía ordinario tradicional

PSB Caja de supresión de pulsos

PSTN Red de telefonía pública conmutada

Rx Receptor

SC canal de servicio

SDH Canal de supervisión o canal de servicio

SM Mono – modo

SMF Fibra Mono modo

STM Modo de transferencia sincrónica

TDM Multiplexacion por división de tiempo

TDMA Acceso múltiple por división de tiempo

Tx Transmisor

UPC Conector ultra pulido

VDSL Línea de abonado digital de muy alta velocidad

VFL Localizador visual de fallos

V o IP Protocolo de voz a través de Internet

WDM Multiplexación de división de longitud de onda

xDSL Línea genérica de abonado digital (basada en cobre)

6.3.BIBLIOGRAFIA

1. http://www.conniq.com/InternetAccess_FTTH-architecture.htm
2. http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/wHITE_PAPER_c11-481360_ns827_Networking_Solutions_White_Paper.html
3. <http://www.todotecnologia.net/wp>
4. Recomendaciones ITU-T G.652: Características de las fibras y cables óptico monomodo
5. Recomendaciones ITU-T G.652: Características de las fibras y cables óptico monomodo
6. Recomendaciones ITU-T G.984.X: Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits
7. Recomendaciones ITU-T G.984.X: Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits
8. http://www.um.edu.uy/upload_descarga/web_descarga_179_Caractersticas_generales_red_fibra_optica_al_hogar_FTTH_-_VVAA.pdf
9. <http://www.fibrain.com/oferta.php?o=18>
10. Conectónica Tecnología y Elementos de Conexión y Conectividad., de <http://www.conectonica.com>
11. EXFO. . Telecom Test and Service Assurance, de <http://www.exfo.com/en/index.aspx>
12. Furukawa.http://www.furukawa.com.br/portal/page?_pageid=813,1&_dad=portal&_schema=PORTAL
13. TFO, T. e. Solución integral de despliegue de redes FTTH, de <http://www.tfosolutions.com>

ANEXOS



CUIDADOS DE CONECTOR

Porqué es importante limpiar los conectores:

Uno de las primeras tareas para llevar a cabo cuando se diseñan redes de fibra óptica es evaluar la pérdida aceptable de budget con el fin de crear una instalación que reunirá los requerimientos de diseño. Para la adecuada caracterización de la pérdida de budget, los siguientes parámetros clave generalmente se consideran:

- Transmisor – potencia de lanzamiento, temperatura y envejecimiento.
- Conectores de fibra –conectores y calidad de los empalmes.
- Pérdida cable – fibra y efectos de temperatura.
- Receptor – sensibilidad del detector.
- Otros – margen de seguridad y reparación.

Cuando una de las variables anteriores falla para satisfacer las especificaciones, el rendimiento de la red puede verse afectado; en un escenario pesimista, la degradación puede conducir a la falla de la red. Desafortunadamente, no todas las variables pueden ser controladas con facilidad durante el despliegue de la red o la etapa de mantención; sin embargo, un componente que es frecuentemente pasado en alto es el conector, algunas veces usado en exceso (jumpers de testeo). Esto puede ser controlado usando el procedimiento adecuado.

La contaminación del conector es la primera fuente del troubleshooting en redes ópticas

Una simple partícula acoplada dentro del núcleo de una fibra puede causar un significativo retorno de la reflexión (también conocida como pérdida de retorno), pérdida de inserción, y daño al equipamiento. Una inspección visual es sólo la forma para determinar si los conectores de fibra están verdaderamente limpios.

Mediante el seguimiento de una simple práctica de inspección visual proactiva y de limpieza, puede evitarse el pobre rendimiento óptico y el potencial daño al equipamiento.

Puesto que muchos de los contaminantes son muy pequeños para ser vistos a simple vista, es importante que todos los conectores de fibra se inspeccionen con un microscopio antes de hacer una conexión. Estas inspecciones de fibra se diseñan para aumentar y mostrar la parte fundamental de la férula donde la conexión se producirá.

CUÁLES SON LOS POSIBLES CONTAMINANTES

El diseño del conector y las técnicas de producción han eliminado muchas de las dificultades en lograr el alineamiento del núcleo y contacto físico.

La suciedad está en todos lados; una típica partícula de arena tan pequeña como 2-15 μm de diámetro puede afectar significativamente el rendimiento de la señal y causar daño permanente al extremo final de la fibra. Muchas fallas de testeado en terreno pueden ser atribuidas a conectores

Sucios; la mayoría no son inspeccionados hasta que fallan, cuando el daño permanente ya ha ocurrido.

Si las partículas sucias se apegan a la superficie del núcleo la luz se bloquea, creando una pérdida de inserción inaceptable y retorno de reflexión (pérdida de retorno). Además, estas partículas pueden dañar permanentemente la interfaz de cristal, cavando dentro del cristal y dejando hoyos que crean retorno de reflexión si se apegan. También, las grandes partículas de suciedad en la capa de revestimiento y/o la férula pueden introducir una barrera física que previene el contacto físico y crea un vacío de aire entre las fibras. Para complicar aún más las cosas, las partículas sueltas tienen una tendencia a moverse dentro del vacío de aire.

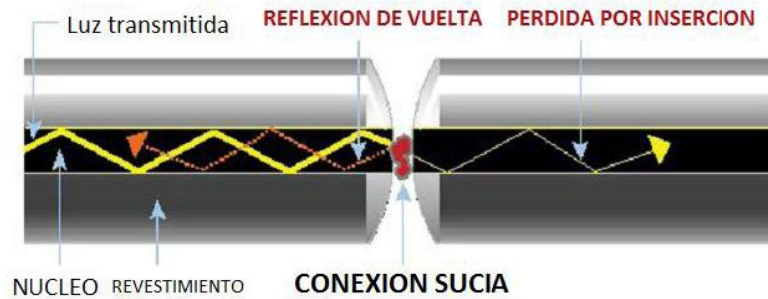


Fig.1 Pérdida de inserción aumentada y retorno de reflexión debido a la sucia conexión de fibra

Una partícula de polvo de $1\mu\text{m}$ en el núcleo de una fibra monomodo puede bloquear hasta el 1% de la luz (pérdida de 0.05dB), una partícula de polvo del tamaño de $9\mu\text{m}$ puede implicar un daño considerable. Un factor adicional para mantener libre de contaminantes los extremos finales es el efecto de alta intensidad de luz que el extremo final del conector tiene: algunos componentes de telecomunicaciones pueden producir señales ópticas con una potencia de hasta +30dBm (1W), lo cual puede tener resultados catastróficos cuando se combina con un extremo final del conector sucio o dañado.

Las zonas de inspección son una serie de círculos concéntricos que identifican áreas de interés en el extremo final del conector (ver figura 2). Las fibras más internas son más sensibles a la contaminación que las zonas exteriores.

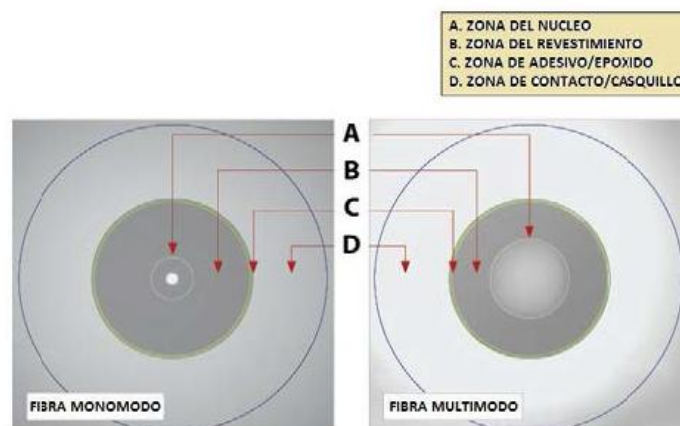


Fig.2. Zonas de inspección del extremo final del conector.

Arena, alcohol isopropílico, aceite de manos, aceites minerales, gel de índice coincidente, rexinaexposídica, tinta negra basada en petróleo y yeso están entre los contaminantes que pueden afectar un extremo final del conector. Estos contaminantes pueden actuar solos o combinados. Notar que cada contaminante tiene un aspecto diferente e independiente de la apariencia, las áreas más críticas de inspeccionar son el núcleo y las regiones de revestimiento donde la contaminación en estas regiones puede afectar mucho la calidad de la señal. La figura 3 ilustra el extremo final de diferentes conectores que han sido inspeccionados con una sonda de inspección por video.

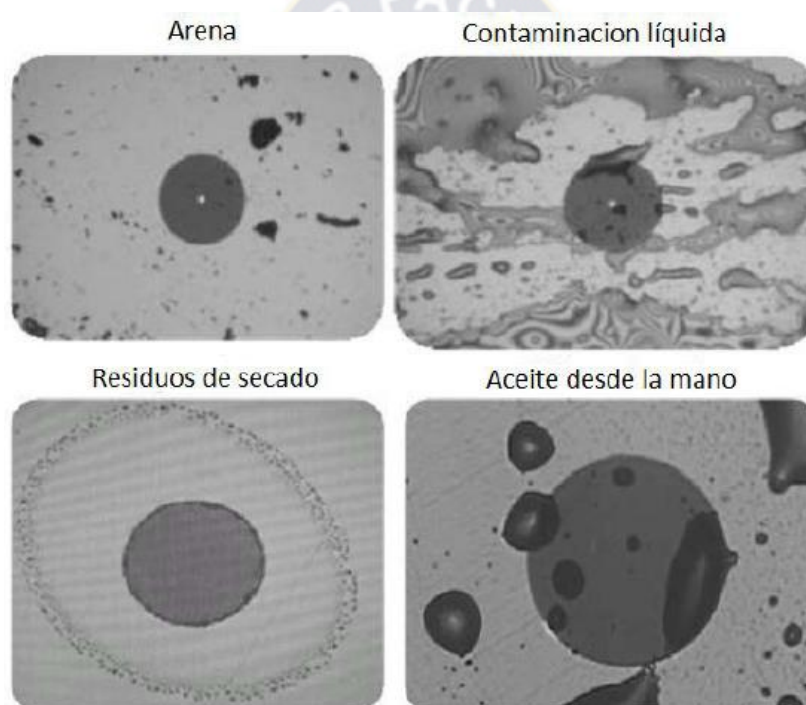


Fig.3. Apariencia de varios contaminantes en un extremo final del conector.

Qué componentes necesitan ser inspeccionados y limpiados.

Los siguientes componentes de red deberían ser revisados y limpiados

- Todos los paneles equipados con adaptadores donde los conectores son insertados en una o ambos lados.
- Patchcords de testeo.

- Todos los conectores montados en patch cables o Pigtails.

Cuándo un conector debería ser revisado y limpiado.

Los conectores deberían ser chequeados como parte de una rutina de inspección para prevenir altos costos y consumo de tiempo en la localización de fallas más tarde. Estas etapas incluyen:

- Después de la instalación.
- Antes de las pruebas.
- Antes de conectar.

Cómo chequear los conectores.

Para chequear apropiadamente el extremo final de los conectores, se recomienda utilizar un microscopio diseñado para el extremo final del conector. Los muchos tipos de herramientas de inspección en el mercado caen dentro de dos categorías principales: sondas de inspección de fibra (también llamado fibroscopio de video) y microscópicos ópticos. La tabla siguiente lista las principales características de estas herramientas de inspección:

Sondas de inspección de fibra / fibroscopio de video

La imagen se despliega en una pantalla de video externa, PC o instrumento de testeo. Protección para los ojos del contacto directo con una señal operando. Capacidad de captura de imagen para documentación de reporte.

Fácil de usar en patch panels concurridos. Ideal para chequeo de conectores individuales montados en patch cords o pigtails y conectores de fibra multimodo. Diferentes grados de aumento están disponibles (100X/200X/400X). Están disponibles adaptadores para los distintos conectores.

Microscopios ópticos

Filtros de seguridad protegen los ojos del contacto directo con una fibra en operación. Se necesitan dos tipos diferentes de microscopios: uno para inspeccionar los patchcords y otro para inspeccionar los conectores en patchpanels mamparos.

Una sonda de inspección de fibra viene con puntas diferentes para que coincida con el tipo de conector: conectores de ángulo pulido (APC) o conectores de plano pulido (PC).

Instrucciones de inspección.

La inspección visual de la interconexión de la fibra es la única forma de determinar la limpieza de los conectores antes de conectarla. Un microscopio de video aumenta una imagen de un extremo final de los conectores para visualizarlo en un laptop o display portátil, dependiendo del producto utilizado.

Herramientas necesarias para la inspección

Existen dos métodos para inspección del extremo final de la fibra. Si el montaje del cable está accesible, insertar la férula del conector en el microscopio para llevar a cabo la inspección; esto generalmente se conoce como inspección de patchcord. Si el conector está dentro de un adaptador de acoplamiento en el dispositivo o patch panel, insertar una sonda de microscopio en el extremo abierto del adaptador y visualizar el interior del conector; esto se conoce como bulkhead o inspección del conector a través del adaptador.

Inspección del patchcord

- Seleccionar la punta apropiada que corresponda al tipo de conector bajo inspección y ajustar este en el microscopio.
- Insertar el conector dentro de la punta y ajustar el focus para inspeccionar.



Fig.5. Inspección del patchcord

Inspección de conector tipo mamparo ó de conector a través del adaptador

- Seleccionar la sonda/punta apropiada que corresponda al tipo de conector bajo inspección y ajustar este en el microscopio de sonda.
- Insertar la sonda dentro del conector tipo mamparo y ajustar el focus para inspeccionar.



Fig. 6. Inspección del conector tipo mamparo ó de conector a través del adaptador.

Paños y herramientas limpiadoras

Limpieza seca:

Los paños limpiadores en seco, incluyendo un número de paños sin pelusas y otros paños multipropósito, sirven para la limpieza. Esta categoría también incluye cassettes y carretes limpiadores de conector de fibra óptica. Tener cuidado con no exponer los paños a suciedades en terreno.

Los materiales limpiadores deben ser protegidos de contaminaciones. Se recomienda no abrirlos antes de usarlos.

Los paños deberían ser usados a mano o fijados a una superficie suave o almohadilla elástica. Aplicar usando una superficie áspera puede dañar la fibra. Si se aplica a mano, no usar la superficie sostenida por los dedos ya que este puede contener residuos de grasa en los dedos.



Fig.7. Ejemplos de paños limpiadores en seco, herramientas y líquidos limpiadores de conectores de fibra óptica.

Limpeza húmeda:

Los líquidos limpiadores o solventes se usan generalmente en combinación con paños para proveer una mezcla de una acción química y mecánica para limpiar el extremo final de la fibra. También están disponibles paños pre-empapados que vienen en bolsas selladas.

- El líquido limpiador es solo efectivo cuando se usa con la acción mecánica dada por un paño
- El solvente debe ser de secado rápido.
- No derrochar ya que éste sobre-humedece el extremo final. Humedecer ligeramente el paño.
- La férula debe ser limpiada inmediatamente con un paño limpiador seco.
- No dejar solvente en las paredes laterales de la férula.
- Los paños deben ser usados a mano o sobre una superficie suave o una almohadilla resistente.
- Aplicar el producto usando una superficie áspera puede causar daño a la fibra.

Herramientas de limpieza de conector tipo mamparo ó de conector a través del adaptador

No todos los conectores pueden ser removidos fácilmente desde un bulkhead /o a través del adaptador, y son por lo tanto más difíciles de acceder para su limpieza. Esta categoría incluye la interfaz de la férula (o talones de fibra) y lentes de contacto físicos dentro de un transceptor óptico.

Los palillos y limpiadores de conector tipo mamparo son diseñados para llegar a alinear los manguitos y otras cavidades para alcanzar el extremo final o lente, y ayudar en remover los residuos. Estas herramientas hacen posible limpiar el extremo final o lente in-situ, dentro del adaptador o sin remover el conector tipo mamparo. Cuando se limpian transceivers o recipientes, se debe tener cuidado de identificar el contenido del puerto antes de limpiar. Tener cuidado también de evitar dañar cuando se limpian los lentes planos del transceiver.



Fig. 8. Ejemplos de herramientas limpiadoras de conector mamparo o a través del adaptador.

Estas son las recomendaciones cuando se manipulan cables de fibra óptica:

- Cuando se prueban en un patch panel, solo el puerto correspondiente a la fibra siendo testeada debe ser destapado – las tapas protectoras deben ser reemplazadas inmediatamente después de las pruebas.
- Las tapas destapadas deben ser mantenidas en una pequeña bolsa plástica
- La vida útil de un conector es típicamente nominal en 500 conexiones.
- Los jumpers de testeo usados en conjunto con los instrumentos de prueba deben ser reemplazados después de un máximo de 500 conexiones (consultar en EIA-455-21A)
- Si se utiliza un launchcord para testeo en OTDR, no usar un jumper de testeo entre el OTDR y el launchcord o entre el launchcord y el patch panel. Los launchcords deben ser reemplazados o devueltos a los fabricantes para el re-pulido después de 500 conexiones.
- No permitir que conectores desacoplados toquen cualquier superficie. Las férulas del conector nunca deben ser tocados excepto para su limpieza.
- Limpiar y revisar cada conector usando un fibroscopio o preferentemente un videoscopio, después de limpiar o antes de conectar.
- Los conectores del equipamiento de testeo deben ser limpiados e inspeccionados (preferentemente con un videoscopio) todas las veces que el instrumento se utilice.

El testeo de redes FTTH durante la construcción.

Durante la construcción de la red, algunos testeos se producen en la planta externa. Cuando en la fibra se establecen nuevos empalmes tienen que ser hechos y testeados usando un OTDR. Para medidas precisas, mediciones bidireccionales de OTDR deben ser realizadas.

Para pruebas de aceptación, es importante testear cada segmento de la construcción. Existen algunos métodos de testeo, algunos de los cuales se presentan aquí. Cada uno tiene ventajas y desventajas específicas. Elegir el método más apropiado depende de las limitaciones

enfrentadas: costos laborales, pérdida de budget, tiempo de testeo combinado con tiempo de activación de servicio, máxima incerteza aceptable en las mediciones, etc.

Un factor adicional que debe ser considerado cuando se determina la medida del testeo son los niveles de habilidad de los técnicos. Emplear técnicos de fibra óptica no hábiles durante la fase de construcción es muy costoso si los errores necesitan ser rectificadas antes y después que el servicio se agrega.

Método 1: Uso de conjuntos de testeo de pérdida óptica

El primer método involucra el uso de un set de testeo de pérdida óptica (OLTS), comprende dos sets de testeo que comparten datos a la medida de pérdida de inserción (IL) y pérdida de retorno óptica (ORL). Primero, las unidades deberían estar referenciadas antes de medir el IL.



Fig.9. Los conjuntos de testeo deben estar referenciados antes de las mediciones

Después, la sensibilidad del ORL se establece calibrando el ORL mínimo que las unidades pueden medir. La limitación viene desde la parte más débil de la configuración del test, lo cual es más probable que sea el conector entre las unidades y el jumper de referencia del test. Seguir las instrucciones del fabricante para establecer la sensibilidad del ORL en ambas unidades y a la referencia la fuente y el medidor de potencia.

Las mediciones ahora pueden ser tomadas sobre la red de extremo a extremo y cualquier segmento individual instalado, tal como las fibras entre el FCP y el terminal drop. El propósito del test es identificar algunas fibras transpuestas y medir el IL y ORL para garantizar que el budget perdido ha sido reunido.

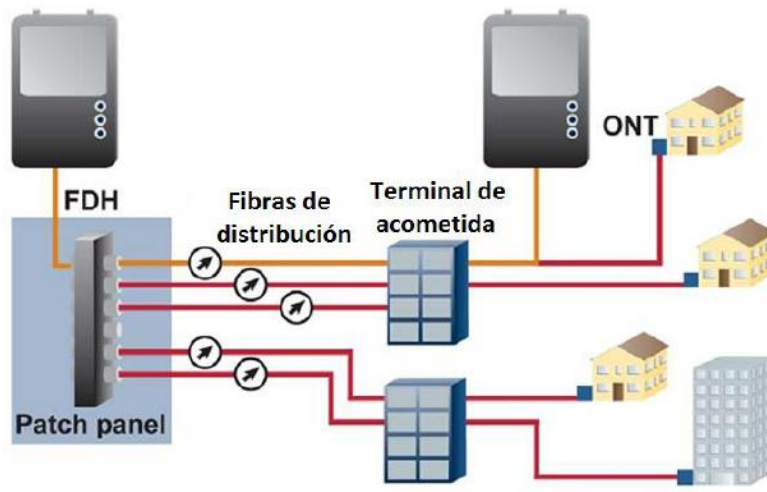


Fig.10. Midiendo el IL y ORL de las fibras de distribución usando dos OLTs.

Estos valores solo toman en cuenta dos conexiones. Las redes FTTH a menudo se componen de múltiples puntos de conexión y, como los valores de reflexión son muy sensibles a la arena y arañazos, estos valores pueden fácilmente ser influenciados por malas conexiones. Por ejemplo, un conector single puede generar un ORL de 40dB, lo cual haría exceder el valor esperado para la red completa. Para una red punto-a-multipunto, la contribución del ORL de cada fibra es atenuada por 30 a 32 dB debido a la pérdida bidireccional de los splitters.

Ventaja del Método 1:OLTS

Mediciones precisas de IL y ORL

Se requieren dos técnicos (sin embargo con una red punto-a-multipunto, un OLTS single cercano a la OLT pueden ser usado por todos los suscriptores dentro de la misma red.

Valores bidireccionales de IL y ORL

Se requiere la comunicación entre técnicos (cuando las fibras conmutan)

Posibilidad para testear cada fibra de distribución

Una red punto-a-multipunto requiere a un técnico moverse desde el terminal drop hasta el terminal drop

Identificación de macrocurvaturas durante las pruebas se realiza a 1550 y 1310 nm u otra combinación de longitudes de onda incluyendo la de 1625 nm.

En el evento de un corte de fibra o macrocurvatura, se requiere un OTDR para localizar la falla

Identificación de fibras traspuestas sobre redes punto-a-punto

Imposible detectar fibras traspuestas sobre una red punto-a-multipunto

Método 2: Uso de un OTDR

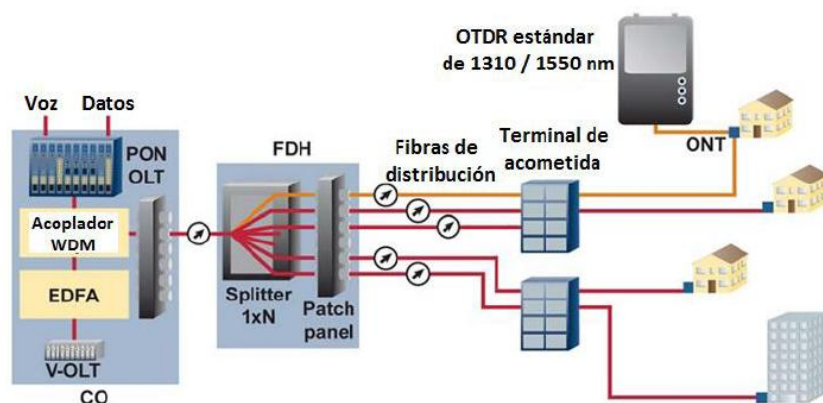


Fig.11. Medición con un OTDR

Este método utiliza un reflectómetro óptico en dominio del tiempo (OTDR). A diferencia de OLTS, el OTDR puede identificar y localizar la posición de cada componente en la red. El OTDR puede revelar pérdida de empalmes, pérdida de conector y reflectancia, y la pérdida total de extremo a extremo y el ORL.

Todas las fibras entre el OLT y antes del primer splitter (lado de transporte) pueden ser probadas para caracterizar la pérdida de cada empalme y localizar macrocurvaturas. El test

puede realizarse para cubrir ambas direcciones. El post-procesamiento de los resultados requiere calcular la pérdida real de cada empalme (promedio entre cada dirección)

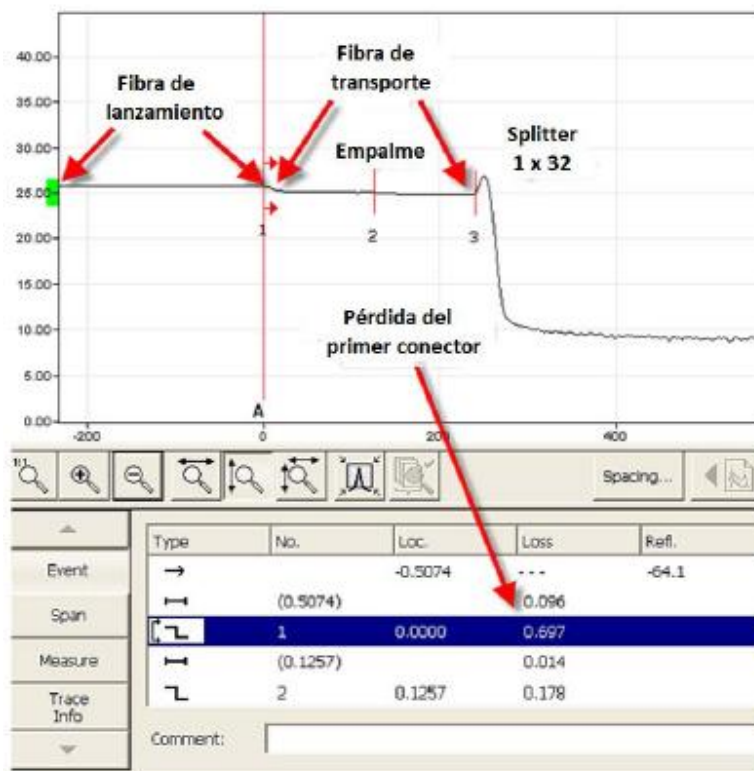


Fig.12. Usar una fibra de lanzamiento hace posible caracterizar el primer conector sobre algún segmento de la red. Un ancho de pulso de 300-500m será suficiente para esta prueba.

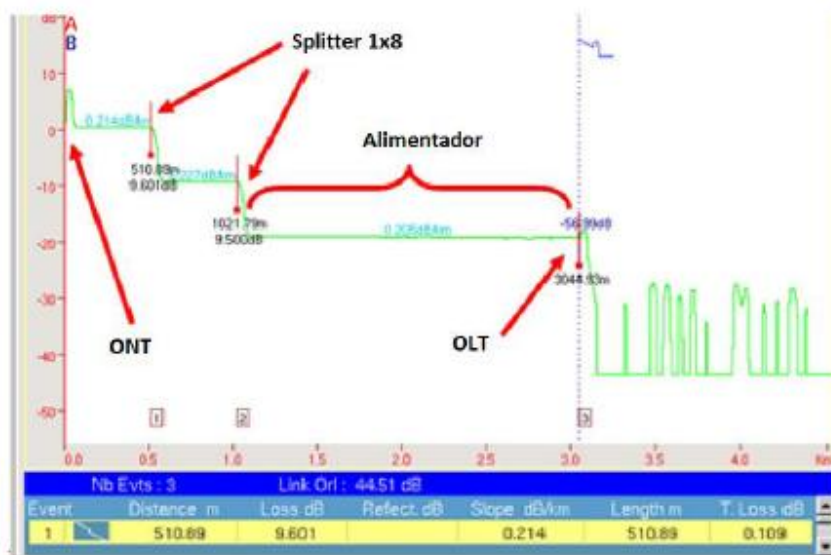


Fig.13. Testeo de OTDR de PON optimizado desde el ONT al OLT

Ventaja del Método 2: OTDR

Mediciones de valores IL y ORL

Cuando se testea después el splitter sobre el lado ONT, el ORL no es medido en la dirección correcta (contrario a la señal de video)

Posible probar cada fibra de distribución

Los técnicos se necesitan mover desde el terminal drop al terminal drop

Identificación de macrocurvaturas durante las pruebas se realiza a 1550 y 1310 nm u otra combinación de longitudes de onda incluyendo la de 1625 nm.

Se requiere un técnico con habilidad para interpretar el trazo

ACTIVACIÓN DEL SERVICIO

La fase de activación del servicio puede parecer muy sencilla en un comienzo, sin embargo esta tarea no debe ser subestimada ya que este es el momento en el cual el suscriptor

comienza la experiencia. El esquema de activación del servicio puede ser diferente dependiendo de la topología de la red de fibra. La tendencia es componentes plug-and-play prediseñados con múltiples puntos de conexión, en lugar de un enfoque todo-empalmado, particularmente para despliegues en MDUs.

En términos de manejo de datos relacionados a las mediciones y las pruebas en PON, la activación del servicio trae dos nuevas dimensiones:

- Los resultados deberían ser enlazados a los suscriptores u ONUs en lugar de las fibras.
- Puede requerirse más de una ubicación para el test, típicamente dos ó tres.

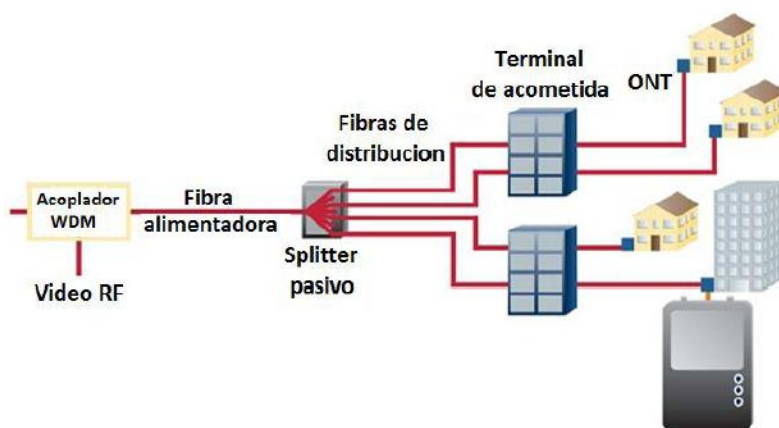


Fig.14. Testeo de activación usando un medidor de potencia PON.

Puesto que la fase de activación del servicio a menudo se realiza por subcontratistas, el reporte y la protección de la autenticidad de los datos son importantes, especialmente en despliegues PON donde cientos de resultados pueden ser generados por una activación de PON única. Siguiendo los pasos correctos en las actividades diarias asegura un flujo de trabajo tranquilo y una alta productividad.

Múltiples ubicaciones de testeo

Verificar los niveles ópticos en varias ubicaciones a lo largo de la misma ruta de la fibra ayuda a los ingenieros de pruebas identificando problemas y/o componentes defectuosos

antes de activar el servicio a un suscriptor. Puesto que los problemas en la red FTTH a menudo son causados por conectores dañados o sucios, la inspección de componentes reduce notablemente la necesidad de troubleshooting, ya que los niveles de potencia son verificados para cada sección de la red. También se recomienda que la inspección de cada punto de conexión se lleve a cabo usando una sonda de inspección de fibra antes de cada medición de potencia.

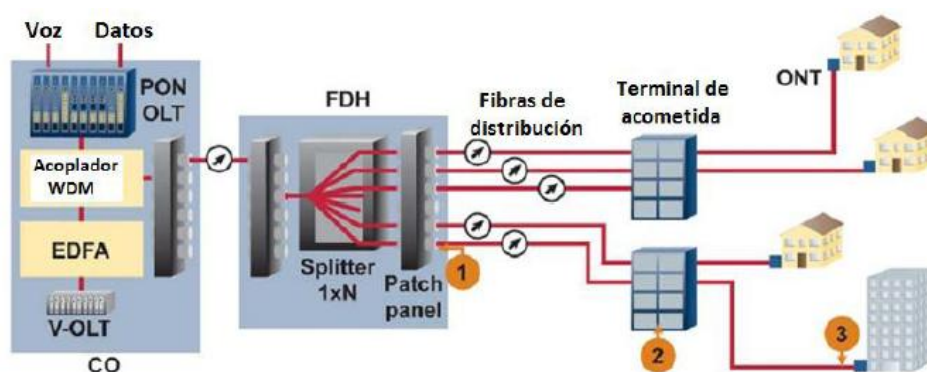


Fig.15. Punto de testeo en PON

Puntos de prueba

1. Realizando una certificación del nivel de potencia en el splitter, o más específicamente en la salida, permite a los usuarios verificar si la rama del splitter está trabajando correctamente. Esta simple evaluación hace posible confirmar si todos los componentes de la red desde el CO (incluyendo la fibra alimentadora) hacia la salida del splitter están en buenas condiciones. Típicamente, el FDH incluye conectores SC/APC o LC/APC pero también pueden incluir empalmes de fusión.
2. Con la realización de una certificación del nivel de potencia en el terminal drop, los ingenieros pueden caracterizar la fibra de distribución y los puertos de terminal drop. Usualmente, una bandeja de empalmes se incluye dentro del terminal drop, lo cual puede causar problemas de macrocurvatura.
3. La fibra que conecta los terminales drop y las dependencias del suscriptor generalmente es instalada durante la activación del servicio. Para asegurar la fiabilidad del servicio hacia

el suscriptor, la red y el ONU del suscriptor deben satisfacer sus especificaciones. El mejor método para garantizar esto es realizar una conexión pass-through para caracterizar completamente todas las longitudes de onda operando (upstream y downstream) en el PON. Esto solo puede lograrse en la fase de activación del servicio usando un medidor de potencia PON de doble puerto con una conexión pass-through; un medidor de potencia normal solo puede garantizar señales de downstream desde el CO.

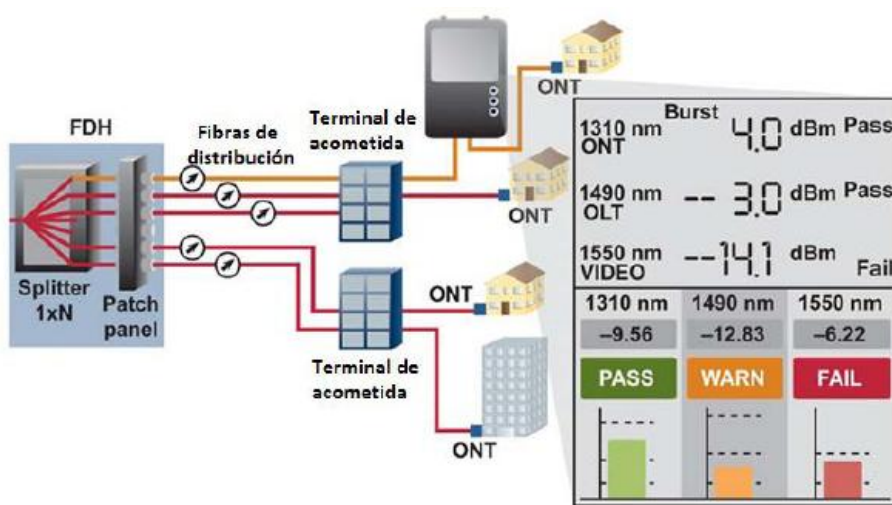


Fig.16. Testeo de pass-through de todas las longitudes de onda

Reporte de activación de servicio

Desde la oficina, los ingenieros tendrán que generar reportes para tener el seguimiento de los resultados de las pruebas desde la fase de activación del servicio. Estos resultados pueden ser usados después para localizar problemas con precisión como la degradación de potencia. Los operadores que tratan con subcontratistas también pueden usar esta información para tener seguimiento de los suscriptores activados.

Un reporte de activación de servicio típicamente incluye:

- Nombre del cliente y/o número de teléfono.
- Nivel de potencia por cada longitud de onda y cada ubicación.
- Sello de tiempo por cada medición.

- Estatus de aprobado/alerta/fallo que cumple con los estándares tales como BPON, GPON, o EPON.

- Umbral utilizados para realizar la evaluación de aprobado/alerta/fallo.

El troubleshooting en una red fuera de servicio (por ejemplo en una red punto-a-punto o cuando la red PON completa se cae) puede llevarse a cabo fácilmente con el uso de un medidor de potencia ó OTDR.

Una red PON activa requiere el uso de un medidor de potencia PON para investigar cuando las señales están fuera de tolerancia. Para identificar con precisión cualquier rotura de fibra, macro-curvatura, empalmes o conectores defectuosos, un OTDR con un puerto de testeo activo debe ser usado desde las dependencias del suscriptor.

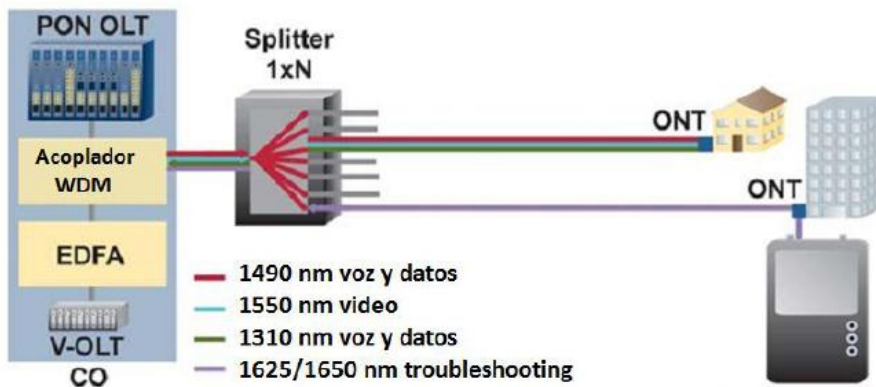


Fig.17. Troubleshooting de una red PON

El ingeniero conectará un OTDR en la salida del cable drop y realiza un testeo de upstream usando un ancho de pulso pequeño (por ejemplo 3/5ns). Debido al alto costo observado en la ubicación del splitter el relativamente bajo rango dinámico de medición dado por el pequeño pulso, el extremo del enlace de fibra será identificado en la ubicación del splitter.

Asegurar la correspondiente longitud de la fibra la longitud entre la salida del cable drop y la ubicación del splitter. Si no es así, esto índice un problema presente en esta ubicación (rotura o macrocurvatura).

Si la medición de longitud es la correcta, todos los puntos de empalme deberían ser chequeados para ver si no exceden los valores nominales de empalme. Cualquier punto que exhiba valores de pérdida indicará la presencia de una macrocurvatura, torcedura en la fibra o un mal empalme.

La fibra termina en la casa mediante un ONU que provee las interfaces para servir video análogo y digital sobre cable coaxial; video, VoIP, o datos sobre Ethernet; así como servicios de telefonía sobre cable de par trenzado. Los proveedores de servicios pueden desear el aprovisionamiento de video digital a través de modulación por amplitud de cuadratura (QAM) o IPTV ó una combinación.

En la arquitectura de las dependencias incorporando QAM para difusión de video e IPTV para on-demand, el video de IPTV comparte el cable coaxial con el video digital QAM y es típicamente entregado usando el estándar Multimedia overCoax Alliance (MoCA). El protocolo HPNAv3 también puede ser usado para entregar IPTV y datos ya que éste puede operar sobre líneas de teléfono de par trenzado ó cable coaxial.

