



Recomendaciones para Diseño y Proyecto. Redes de acceso, FTTX.

Recomendación COPITEC 1.0 FO-2023

Redes de acceso óptico de banda ancha basados en fibras
ópticas.



Resumen

Esta Recomendación enumera los lineamientos para el proyecto de una red de acceso de fibra óptica. Se busca normalizar los distintos criterios existentes para el diseño de un sistema con fibra óptica, dado la dispersión de formas que existen según la empresa operadora, el profesional que actúa o el ámbito jurisdiccional (municipal, provincial o nacional).

Consultas sobre proyectos de redes de acceso: dependiendo si estas fueran, aéreas, subterráneas u otra característica podrán dirigirse para consultas al COPITEC, Sub Comisión de Redes con Fibra óptica, quienes responderán esas consultas dependiendo del escenario o zona. Dirección de e-mail :
secretaria@copitec.org.ar

Orígenes

Se tomó como antecedente los documentos emitidos por la UIT-T de la serie G.XXX.x, y de organizaciones neutrales como el Fiber Broadband LatAm Chapter Association, entre otros.



PREFACIO

El COPITEC es el Consejo Profesional de Ingeniería en Telecomunicaciones, Electrónica y Computación que reúne a todos los ingenieros, técnicos y egresados de carreras universitarias.

Al no existir una norma, o recomendación nacional para el proyecto, planificación y construcción de redes con fibra óptica, el COPITEC tomó la iniciativa de elaborarla. Para ello se basó en las recomendaciones de la UIT.T, serie G, de los conocimientos y experiencia de los profesionales que trabajaron en ella, integrantes de la Sub-comisión de Redes de Fibra Óptica del COPITEC.

NOTA

En esta Recomendación, la expresión "Administración" se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una administración de telecomunicaciones como una empresa de explotación reconocida de telecomunicaciones.

La observancia de esta Recomendación es voluntaria. Ahora bien, la Recomendación puede contener ciertas disposiciones obligatorias (para asegurar, por ejemplo, la aplicabilidad o la interoperabilidad), por lo que la observancia se consigue con el cumplimiento exacto y puntual de todas las disposiciones obligatorias. La obligatoriedad de un elemento preceptivo o requisito se expresa mediante las frases "tener que, haber de, hay que + infinitivo" o el verbo principal en tiempo futuro simple de mandato, en modo afirmativo o negativo. El hecho de que se utilice esta formulación no implica que la observancia se imponga a ninguna de las partes.

PROPIEDAD INTELECTUAL

El COPITEC llama la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado.

COPITEC 2023

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de COPITEC.



ÍNDICE

Contenido

| | |
|---|----|
| 1 Alcance..... | 6 |
| 2 Referencias | 7 |
| 3 Abreviaturas, siglas o acrónimos | 8 |
| 4 Definiciones..... | 12 |
| 5.- De la Red Optica Pasiva. ODN..... | 15 |
| 5.1.- Planificación de la RED..... | 17 |
| 5.2.-Desarrollo de los lineamientos para el proyecto..... | 17 |
| 5.3.-Cálculo de enlace óptico..... | 20 |
| 5.4.-.- Otros parámetros a tener en cuenta..... | 24 |
| 5.5.-.- Protecciones de camino..... | 24 |
| 6.- Del despliegue aéreo..... | 25 |
| 6.1.-Cajas de cierre de empalmes..... | 27 |
| 6.2.-Módulos de terminación..... | 29 |
| 6.3.-Conectores..... | 30 |
| 6.4.- Sujeción del cable de fibra óptica..... | 30 |
| 6.5.-Instalación aérea de cable de fibra óptica ADSS..... | 30 |
| 7.- Despliegue de acometida domiciliaria..... | 30 |
| 7.1.-Caso vivienda unifamiliar..... | 30 |
| 7.2.-Caso Inmuebles..... | 31 |
| 8.- Despliegue subterráneo..... | 31 |
| 8.1.-Cámaras..... | 32 |
| 8.2.-DUCTOS..... | 32 |
| 8.3.-Microductos..... | 33 |
| 8.4.-Conexión final a los hogares..... | 33 |
| 9.- Redes Eléctricas. Utilización de su infraestructura..... | 33 |
| 10- Equipos..... | 36 |
| 11. Documentación del proyecto..... | 37 |
| 12.- PARAMETROS DE CALIDAD- CONFIABILIDAD | 37 |
| 12.1.- Relaciones entre la IL y ORL con la confiabilidad de la red..... | 37 |



| | |
|---|----|
| 12.2.- Probabilidad de falla..... | 37 |
| ANEXO I. Ampliación del punto 4. Del diseño de la red..... | 38 |
| ANEXO II. Fuentes consultadas..... | 40 |
| ANEXO III. Protocolo para la verificación técnica y aceptación/rechazo de las obras. | 43 |
| Anexo IV. Glosario..... | 46 |
| Glosario..... | 46 |



Recomendación 1.0 FO

Redes de acceso óptico de banda ancha basados en fibras ópticas.

1 Alcance

Esta Recomendación enumera los lineamientos para realizar el proyecto de una red de acceso de fibra óptica FTTH.

Es también una herramienta/guía para hacer la evaluación de proyectos de redes de telecomunicaciones con fibra óptica para un pueblo, ciudad, villa, en cualquier punto de la República Argentina, lo cual hace de esta recomendación que tenga carácter Federal.

Abarca los troncales o recorridos principales, los recorridos secundarios y de dispersión/conexión a los usuarios (Ultima Milla).

Las etapas específicas del proyecto de redes de acceso ópticas (definidas por el ex FTTH Council, ahora Fiber Broadband LatAm Chapter Association) se identifican como: a) planificación de primer nivel; b) Relevamiento; c) Planificación detallada; d) Documentación; e) Requerimientos para la aceptación. Durante el desarrollo de esta recomendación se harán referencias a estas etapas.



2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones de la UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes. En esta Recomendación, la referencia a un documento, en tanto que autónomo, no le otorga el rango de una Recomendación.

[1] Recomendación UIT-T G.652.x (2003), Características de las fibras y cables ópticos monomodo.

[2] Recomendación UIT-T G.671 (2005), Características de transmisión de los componentes y subsistemas ópticos.

[3] Recomendación UIT-T G.783 (2004), Características de los bloques funcionales del equipo de la jerarquía digital síncrona.

[4] Recomendación UIT-T G.902 (1995), Recomendación marco sobre redes de acceso funcional – Arquitectura y funciones, tipos de accesos, gestión y aspectos del nodo de servicio.

[5] Recomendación UIT-T G.957 (1999), Interfaces ópticas para equipos y sistemas relacionados con la jerarquía digital síncrona.

[6] Recomendación UIT-T G.958 (1994), Sistemas de línea digitales basados en la jerarquía digital síncrona para utilización en cables de fibra óptica. **1**

1 Reemplazada por las Rec. UIT-T G.783 y G.798.

[7] Recomendación UIT-T G.982 (1996), Redes de acceso óptico para el soporte de servicios que funcionan con velocidades binarias de hasta la velocidad primaria de la red digital de servicios integrados (RDSI) o velocidades binarias equivalentes.

[8] Recomendación UIT-T I.321 (1991), Modelo de referencia de protocolo RDSI-BA y su aplicación.

[9] Recomendación UIT-T I.326 (2003), Arquitectura funcional de redes de transporte basadas en el modo de transferencia asíncrono.



- [10] Recomendación UIT-T I.356 (2000), Calidad de funcionamiento en la transferencia de células en la capa de modo de transferencia asíncrono de la RDSI-BA.
- [11] Recomendación UIT-T I.361 (1999), Especificación de la capa modo de transferencia asíncrono de la RDSI-BA.
- [12] Recomendación UIT-T I.432.1 (1999), Interfaz usuario-red de la red digital de servicios integrados de banda ancha (RDSI-BA) – Especificación de la capa física: Características generales.
- [13] Recomendación UIT-T I.610 (1999), Principios y funciones de operaciones y mantenimiento de la RDSI-BA.
- [14] Recomendación UIT-T I.732 (2000), Características funcionales del equipo del modo transferencia asíncrono.
- [15] FIPS 197 (2001), Advanced Encryption Standard (AES), National Institute of Standards and Technology.
- [16] Recomendación UIT-T G.983.2 (2002), Especificación de la interfaz de control y gestión de terminales de red óptica para redes ópticas pasivas de banda ancha.
- [17] Recomendación UIT-T G.983.3 (2001), Sistema de acceso óptico de banda ancha con capacidad de servicio incrementada mediante la asignación de longitud de onda.
- [18] Recomendación UIT-T G.983.4 (2001), Sistema de acceso óptico de banda ancha con asignación dinámica de anchura de banda para aumentar la capacidad de servicio.
- [19] Recomendación UIT-T G.983.5 (2002), Sistema de acceso óptico de banda ancha con mayor capacidad de supervivencia.

3 Abreviaturas, siglas o acrónimos

En esta Recomendación se utilizan o pueden utilizarse las siguientes abreviaturas, siglas o acrónimos.



- AES Norma de encriptación avanzada (advanced encryption standard)
- AF Función de adaptación (adaptation function)
- APS Conmutación automática de protección (automatic protection switching)
- ATM Modo de transferencia asíncrono (asynchronous transfer mode)
- B-PON Red óptica pasiva de banda ancha (broadband passive optical network)
- BER Tasa de errores en los bits (bit error ratio)
- BIP Paridad de entrelazado de bits (bit interleaved parity)
- CEI Comisión Electrotécnica Internacional
- CID Dígito idéntico consecutivo (consecutive identical digit)
- CPE Error de fase de célula (cell phase error)
- CRC Verificación por redundancia cíclica (cyclic redundancy check)
- DSL Línea de abonado digital (digital subscriber line)
- E/O Eléctrico/óptico
- FP-LDDiodo láser Fabry-Perot (Fabry-Perot laser diode)
- FTTB/C Fibra al edificio/a la acometida (fibre to the building/curb)
- FTTCab Fibra al armario (fibre to the cabinet)
- FTTH Fibra a la vivienda (fibre to the home)
- HEC Control de error del encabezamiento (header error control)
- LAN Red de área local (local area network)
- LCD Pérdida de delimitación de célula (loss of cell delineation)
- LCF Campo de control láser (laser control field)
- LSB Bit menos significativo (least significant bit)
- LT Terminal de línea (line terminal)
- MAC Control de acceso a medios (media access control)
- MLM Modo multilongitudinal (multi-longitudinal mode)



| | |
|---------|--|
| MSB | Bit más significativo (most significant bit) |
| NRZ | No retorno a cero (non return to zero) |
| NT | Terminación de red (network termination) |
| O/E | Óptico/eléctrico |
| OAM | Operaciones, administración y mantenimiento (operations, administration and maintenance) |
| oAN | Red óptica de acceso (optical access network) |
| ODF | Repartidor óptico (optical distribution frame) |
| ODN | Red de distribución óptica (optical distribution network) |
| OLT | Terminación de línea óptica (optical line termination) |
| OMCC | Canal de control y gestión de la ONT (ONT management and control channel) |
| OMCI | Interfaz de control y gestión de la ONT (ONT management and control interface) |
| ONT | Terminación de red óptica (optical network termination) |
| ONU | Unidad de red óptica (optical network unit) |
| OpS | Sistema de operaciones (operations system) |
| ORL | Pérdida de retorno óptica (optical return loss) |
| PLOAM | OAM de capa física (physical layer OAM) |
| PON | Red óptica pasiva (passive optical network) |
| PRBS | Secuencia pseudoaleatoria de bits (pseudo-random bit sequence) |
| PST | Traza de sección de PON (PON section trace) |
| QoS | Calidad de servicio (quality of service) |
| RAU | Unidad de acceso de petición (request access unit) |
| RDSI | Red digital de servicios integrados |
| RDSI-BA | Red digital de servicios integrados de banda ancha |



- RMS Valor cuadrático medio (root mean square)
- RTPC Red telefónica pública conmutada
- RXCF Campo de control de receptor (receiver control field)
- SDH Jerarquía digital síncrona (synchronous digital hierarchy)
- SLM Modo monolongitudinal (single-longitudinal mode)
- SN Número de serie (serial number)
- SNI Interfaz de nodo de servicio (service node interface)
- TC Convergencia de transmisión (transmission convergence)
- TDMA Acceso múltiple por división en el tiempo (time division multiple access)
- UI Intervalo unitario (unit interval)
- UNI Interfaz usuario-red (user network interface)
- UPC Control de parámetros de utilización (usage parameter control)
- VC Canal virtual (virtual channel)
- VP Trayecto virtual (virtual path)
- VPI Identificador de trayecto virtual (virtual path identifier)
- WDM Multiplexación por división en longitud de onda (wavelength division multiplexing)



4 Definiciones

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

4.0 Red óptica pasiva de banda ancha: Término que se emplea para referirse a todo el sistema que se describe en la familia de Recomendaciones UIT-T G.983.x. Incluye una amplia gama de servicios de banda ancha, y va más allá que el acceso ATM. Por este motivo, G-PON reemplaza el uso que se le daba a ATM-PON.

4.1 Mezclado: Esta función puede aplicarse a los datos de usuarios transmitidos en el sentido hacia el destino de una OLT a sus ONU. El mezclado proporciona la necesaria función de pseudo aleatorización de datos y ofrece un bajo nivel de protección de la confidencialidad de los datos. Se instala en la capa TC del sistema ATM-PON y puede ser activada para conexiones hacia el destino punto a punto.

4.2 funcionamiento dúplex: Comunicación bidireccional que utiliza una longitud de onda diferente para cada sentido de transmisión en una misma fibra.

4.3 funcionamiento dúplex: Comunicación bidireccional que utiliza la misma longitud de onda para los dos sentidos de transmisión en una misma fibra.

4.4 concesión: La OLT controla cada transmisión en el sentido hacia el origen, desde las ONU, enviando un permiso. La concesión es un permiso para transmitir una célula de cada ONU, hacia el origen, cuando una ONU recibe una concesión para sí.

4.5 alcance lógico: El alcance lógico se define como la longitud máxima que puede obtenerse para un determinado sistema de transmisión independiente del presupuesto de potencia óptica.

4.6 retardo medio de transferencia de la señal: Los valores medios en transmisión hacia el origen y hacia el destino entre puntos de referencia "V" y "T"; un valor dado se determina midiendo el retardo de ida y retorno y dividiendo por dos el valor obtenido.

4.7 red óptica de acceso (OAN, optical access network): El conjunto de enlaces de acceso que comparten las mismas interfaces del lado red y están soportados



por sistemas de transmisión de acceso óptico. La OAN puede incluir varias ODN conectadas a la misma OLT.

4.8 red de distribución óptica (ODN, optical distribution network): Una ODN proporciona el medio de transmisión óptica desde la OLT hasta los usuarios, y viceversa. Utiliza componentes ópticos pasivos.

4.9 terminación de línea óptica (OLT, optical line termination): Una OLT proporciona la interfaz lado red de la OAN, y está conectada a una o varias ODN.

4.10 canal de control y gestión de la ONT (OMCC, ONT management and control channel): Circuito de comunicación que conecta la función de control de la OLT a la de la ONT. En la Rec. UIT-T G.984.x se define el protocolo que se emplea para lograr esto.

4.11 interfaz de control y gestión de la ONT (OMCI, ONT management and control interface): Interfaz definida en la Rec. UIT-T G.984.x que provee un método uniforme para gestionar las fallas, configuración, rendimiento y seguridad en las terminaciones de red óptica.

4.12 terminación de red óptica (ONT, optical network termination): Una ONU utilizada para FTTH y que incluye la función de puerto de usuario. La presente Recomendación emplea el término "ONU" para hacer referencia tanto a las ONT como a las ONU. Cualquier referencia que se haga en esta Recomendación a las ONU incluye también las ONT.

4.13 unidad de red óptica (ONU, optical network unit): Una ONU proporciona (directamente o a distancia) la interfaz lado usuario de la OAN, y está conectada a la ODN. La presente Recomendación emplea el término "ONU" para hacer referencia tanto a las ONT como a las ONU. Cualquier referencia que se haga en esta Recomendación a las ONU incluye también las ONT.

4.14 determinación de distancia; determinación de alcance: En un sistema dado, es necesario transmitir una célula hacia el origen sin que entre en colisión con ninguna otra en este sistema. La determinación de distancia es una función que mide la distancia lógica entre cada ONU y la OLT y decide la temporización de la transmisión cuando cada ONU recibe una concesión.

4.15 función de puerto de servicio: La función de puerto de servicio (SPF, service port function) adapta los requisitos definidos para una interfaz de nodo de servicio (SNI) al tratamiento de los portadores comunes y selecciona la información pertinente que deberá ser tratada en la función de gestión de sistema de red de acceso (AN, access network).



4.16 acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA, time division multiple access): Técnica de transmisión mediante la cual muchos intervalos de tiempo son multiplexados para formar una misma cabida útil.

4.17 función de puerto de usuario: La función de puerto de usuario (UPF, user port function) adapta los requisitos específicos de la UNI a las funciones de núcleo y de gestión. La AN puede soportar un número de accesos e interfaces de red de usuario diferentes que requieren funciones concretas de acuerdo con la correspondiente especificación de interfaz y los requisitos de capacidad portadora de acceso, es decir, portadores para transferencia de información y protocolos.

4.18 verificación: Un usuario malicioso podría hacerse pasar por otra ONU y utilizar la red como si el usuario supiera que la ONU no está alimentada en energía. La función de verificación se utiliza para determinar si un usuario malicioso está haciéndose pasar por una ONU conectada.

4.19 multiplexación por división en longitud de onda (WDM, wavelength division multiplexing): Multiplexación bidireccional que emplea diferentes longitudes de onda para las señales dirigidas hacia el origen o hacia el destino.



5.- De la Red Óptica Pasiva. ODN.

Para el diseño y dimensionamiento de una red de acceso óptica en general y en particular FTTH, se deben seleccionar los elementos de red más apropiados en cada caso. Las particularidades más importantes llevan a decidir qué tipo de elementos son necesarios para cumplir los requerimientos de distancia, atenuación óptica, capacidad, calidad de servicio y vida útil.

El relevamiento previo aporta los datos del terreno, posteo, cantidad de casas, edificios, terrenos vacíos, instituciones públicas y privadas, etc. para confeccionar el mapa de los futuros usuarios.

La red óptica pasiva representa un gran porcentaje de la inversión. Está compuesta por todos los elementos que no requieren energía eléctrica y se instalan en el plantel exterior (rutas, campos, calles, avenidas). Es muy deseable que se proyecte con miras a una vida útil de 25 años o más. Además, en esta tercera década del milenio, las exigencias de calidad para la red óptica han cambiado. Se agregan valores de parámetros que antes no se tenían en cuenta en el proyecto de una red G-PON (2,5Gb/s). Atenuación, retardo, jitter, pérdida óptica de retorno, dispersión, tienen valores exigentes para cumplir con la calidad exigida de los servicios de ultrabanda ancha: video y TV, 5G, IoT, automatización, robótica industrial como ejemplos.

El aumento de velocidad de transmisión de la evolución de x-PON a 10Gb/s y 40Gb/s lleva a seleccionar muy bien tanto la topología de la red, como tipos de materiales para que puedan cumplir con esas exigencias. Utilizar métodos apropiados y correctos para la instalación también cumple un rol importante. El gran porcentaje de defectos, algunos importantes que comprometen el funcionamiento de la red observados durante la puesta en servicio o mantenimiento, reporta la necesidad de mayor y mejor capacitación de técnicos, oficiales y personal que trabaja en el plantel exterior.

El cuadro siguiente muestra datos de conectividad (y no conectividad) en América Latina:

Porcentaje de hogares desconectados que reportan obstáculos a la conectividad en América Latina y el Caribe

| País | No tiene | | | Bajas | | Alto costo del internet | Altos precios de equipos digitales* |
|----------------------|---------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------|------|-------------------------|-------------------------------------|
| | necesidad o interés | No hay internet disponible | Conexión en casa redundante | habilidades digitales | | | |
| Bolivia | 18.2 | 34.9 | 9.5 | 5.2 | 24.2 | 4.0 | |
| Argentina | 16.2 | 22.3 | 7.4 | 5.1 | 29.7 | 7.8 | |
| Chile | 51.4 | 8.6 | | 8.8 | 31.1 | 0.0 | |
| México | 42.6 | 4.6 | 2.0 | 8.1 | 32.5 | 11.1 | |
| Panamá | 26.5 | 13.2 | 4.9 | 4.3 | 37.2 | 9.1 | |
| Guyana | 27.3 | 19.5 | 16.2 | 2.3 | 38.5 | 1.5 | |
| Antigua y Barbuda | 27.6 | 5.9 | 14.1 | 2.9 | 39.8 | 5.7 | |
| Guatemala | 18.7 | 13.7 | 3.3 | 3.5 | 43.0 | 8.8 | |
| Uruguay | 24.7 | 7.8 | 22.8 | 9.1 | 45.8 | 0.0 | |
| Región | 27.2 | 8.5 | 3.2 | 6.1 | 49.7 | 12.0 | |
| Brasil | 31.1 | 4.9 | 2.1 | 8.1 | 53.3 | 14.9 | |
| República Dominicana | 23.6 | 1.4 | 12.9 | 0.3 | 53.8 | 26.4 | |
| Jamaica | 19.5 | 13.0 | 4.6 | 2.3 | 54.1 | 7.1 | |
| Paraguay | 15.0 | 8.8 | 1.6 | 3.9 | 56.3 | 6.7 | |
| Dominica | 23.4 | 11.8 | 9.1 | 0.0 | 57.3 | 0.0 | |
| Belice | 20.9 | 5.8 | 6.5 | 0.0 | 57.6 | 0.0 | |
| Costa Rica | 11.2 | 16.7 | 3.4 | 5.8 | 59.6 | 4.3 | |
| Saint Lucia | 13.4 | 0.0 | 17.8 | 3.2 | 61.8 | 4.4 | |
| Nicaragua | 18.6 | 17.8 | 5.3 | 5.2 | 64.2 | 1.6 | |
| Honduras | 13.4 | 16.2 | 0.4 | 1.3 | 65.4 | 14.5 | |
| Perú | 11.7 | 12.7 | 2.5 | 1.3 | 65.8 | 13.1 | |
| El Salvador | 16.0 | 16.6 | 0.7 | 0.0 | 68.3 | 3.1 | |
| Ecuador | 15.8 | 5.0 | 13.0 | 3.7 | 70.8 | 7.8 | |
| Colombia | 5.9 | 13.7 | 1.9 | 2.6 | 73.1 | 12.5 | |

Fuente: Banco Mundial y UNDP LAC HFPS II (Wave 1) 2021. Cálculo de los autores.

**Equipos digitales* se refiere a computadoras, tabletas electrónicas o teléfonos inteligentes



5.1.- Planificación de la RED.

La planificación se refiere a un proceso completo de la preparación del despliegue de la red de acceso FTTH.

Algunas decisiones tempranas, sin embargo, pueden cambiarse a la luz de nueva información. Asumida la ubicación del POP (punto de presencia, sitio donde se ubicará el equipamiento principal con la conexión al prestador de internet), por ejemplo, puede modificarse luego de que el plan detallado se completa. En tal caso, es importante ser capaz de volver atrás en el proceso y rever las decisiones anteriores- idealmente con herramientas de software que permita alto grado de automatización y de optimización. La correlación entre los niveles de planificación es importante permitiendo una realimentación natural y constante entre el plan de alto nivel y el detallado.

5.2-Desarrollo de los lineamientos para el proyecto.

El diseño de la red podrá, además de cumplir las recomendaciones de ITU-T G.983.x, G.984.x; G.985.x, tendrá en cuenta que:

1.- Se empleen materiales normalizados. Ejemplo: IRAM 4225.x para cables ópticos y las que correspondan para otros elementos de red, que se encuentren normalizados a la hora de presentar el proyecto.

A modo de ejemplo:

A.- Se requieren cables del tipo CFOA-SM-DD-S XXF (G652D), para uso en ductos; Telecordia GR.20.CORE

B.- El responsable del proyecto deberá estar certificado en esa competencia (Proyectista de redes ópticas). Asimismo, el jefe de obra deberá estar certificado como instalador de redes con fibra óptica.

2.- La escalabilidad se obtendrá por dejar fibras oscuras/libres en los puntos de flexibilidad de los cables principales de la red pasiva de distribución.

3.- La cantidad de cajas terminales óptica (CTO) o tipo CDO sea de por lo menos de dos por manzana, con capacidad para conectar hasta 16 puertos, dejando la posibilidad de ampliaciones dentro de la misma sin necesidad de modificar el ODN. No es conveniente colocar cajas de menor capacidad de puertos.



4.- El porcentaje de penetración del proyecto general, se deberá seleccionar de acuerdo a una serie de factores, por ejemplo : competencias, servicios, tipo de red existente, etc, cada CTO en su área de influencia se calculará de acuerdo al relevamiento del 100 % de los hogares pasados HP, posibles a conectar HC por dicha caja, se deberá tener en cuenta que del % de penetración elegido quedara entre un 10/15% mas por la tasa de división elegida y la topología de diseño según la necesidad, ej: 2.4.8.16.32.64.128, según la configuración de la arquitectura.

EJEMPLO: En una zona de 3 manzanas se encontraron un total de 168 casas posibles a conectar. Penetración: se toma 1,1 x168; resultan 185 casas para el diseño. Adoptando una tasa de división de 1:64 se necesitan 3 puertos GPON de la OLT para conectar las 168 casas, con un potencial posible de 192 máximo. Por lo tanto con 12 cajas CTO de 16 salidas (con sus correspondientes splitters de 1:16) se cubren las 168 casas, quedando una reserva de 24.

5.- Protecciones por caminos físicos/lógicos alternativos. Prever por lo menos un anillo de cable de alimentación (Feeder) para una ruta alternativa en caso de falla. Se preferirá en caso de que el presupuesto lo permita, los casos de segurización explicados en la REC. ITU-T G.984.2

En las redes distribuidas el anillo primario debe estar segurizado, además de la conectividad a los establecimientos que prestan servicios esenciales (Hospitales, Centros de Salud, Escuelas, etc) y en redes que se destinarán para la tecnología 5G.

6.- El ancho de banda para cada usuario pueda incrementarse por pasos hasta 1 Gbps sin tener que modificar nada de la red pasiva ODN o planta externa, ni cambiar tipo de equipos en la oficina central, cabecera o NOC. (Solo trabajando sobre la NAP o el splitter)

9.- El Proyecto contemple los parámetros y valores dados por la recomendación ITU-T Rec. G.984.4.

10.- Para el caso de la red subterránea, en la ampliación/expansión de la cantidad de usuarios no deberá hacerse desde las cajas de empalme ubicadas en cámara, sino que esto se preverá hacerlo en el pedestal, armario o CTO.

11.- Las pérdidas por atenuación en todos los enlaces que componen la red deberá prever un margen Mínimo de 3dB. Es un parámetro mas de diseño (y de las buenas prácticas) que contempla cortes, envejecimiento de la fibra óptica, cambios de longitud de cable, etc. La relación de división óptica recomendada es de 1:64, valor conservador; para algunas aplicaciones podrá ser 1:128, en este caso se deberá prever que los activos deberán cumplir con estos requerimientos.



12.- Las nuevas redes a interconectar con redes operativas preexistentes, deberán estar certificadas con un protocolo garantizado por el correspondiente matriculado. Ejemplo: caso de una instalación que quedó completa, no escalable y haya que agregarle una nueva red por necesidades de ampliación.

13.- Para la conexión final a cada usuario FTTx utilizará un cable tipo “drop” con una longitud recomendable que no supere los 50 mts entre las sujeciones en los postes. Esto es fundamental cumplirlo pues los cables “drop” soportan una carga mecánica mucho menor que un cable troncal/feeder o de distribución (ver especificaciones técnicas del cable Drop que utilizaran)

Las ONT/ONUs, dependiendo el tipo de usuario o segmento de cliente, se recomienda estar equipadas con 4 puertos 10/100/1000 Base-T, 1 puerto GPON con conector SC/APC. Cumplir la Rec. ITU-T G.984, QoS IEEE 802.1p con SPQ; IEEE 802.q y d; Temperatura de operación de -40 a +60°C; Sistema WiFi dual band 2.4 Ghz y 5 Ghz, con doble antena tipo MIMO con más de un SSID; 1 puerto FSX para telefonía analógica con sistema tipo VoIP.

14.- Respecto del punto anterior, la acometida al usuario final terminará en un bloque terminal óptico (BTO). La conexión a la ONT se hará con un patchcord SC/APC-SC/APC o SC/UPC según la interfaz óptica de la ONT, su norma deberá ser G.657 A1/A2 entre 2 y 3 metros de longitud. La conexión a la red eléctrica cumplirá con las normas de A.E.A.

15.- La solución técnica se expresará en diagrama con todos los bloques funcionales, esquema de conexión al prestador o prestadores de internet, descripción o memoria técnica de la solución adoptada, plasmada en un mapa tipo google earth, o plano tipo Autocad o medio digital capaz de mantener la planimetría actualizada y disponible para consultas, con los recorridos de los cables principales, secundarios y de distribución, las cajas de empalme CEO, terminales CTO, con imágenes de las zonas a cubrir para el caso de zonas extensas; Cálculo de enlaces que verifiquen que la pérdida por atenuación no supere el límite permitido por la Norma, según la clase de SFP que seleccione para los activos, o la especificación, lista de materiales y equipos.

Para una red FTTX con tecnología G-PON, aclarar si es una red del tipo balanceada o desbalanceada o un mix entre ambas soluciones.

16.- Proyección de ampliaciones posibles claramente expresada, sea con distintos colores, líneas de puntos. O numeración de clusters/zonas de influencia.

17.- Topologías a utilizar.



17.1.- Punto a punto.

17.2.- Punto a multipunto.

Según la ubicación del divisor óptico pasivo:

-Divisor centralizado.

-Divisor Distribuído.

-En cascada.

-En Estrella.

5.3.-Cálculo de enlace óptico.

Una red óptica contiene enlaces. Cuando se diseña la red, se evalúan todas las pérdidas de potencia que aparecen a lo largo de cada enlace, a saber:

- a) Las pérdidas de inserción de los conectores: $n_c \times a_c$ (número de conectores \times IL de cada conector);
- b) Las pérdidas provocadas por los empalmes entre fibra: $n_e \times a_e$ (número de empalmes \times atenuación por empalme);
- c) Las pérdidas propias de la fibra óptica: $D \times a_f$ [distancia \times atenuación de la fibra óptica (depende de la λ)]

Entonces, las pérdidas totales se calculan sumando todos estos efectos:

Pérdidas (o atenuación total) = $n_c \times a_c + n_e \times a_e + D \times a_f$



$$\text{Atenuación óptica del link} = L \times a + n1 \times b + n2 \times c + n3 \times d + e + f \text{ (dB)}$$

Las variables en la formula están definidas de la siguiente manera:

- a:** Promedio de atenuación por kilómetro (dB/km)
- L:** Longitud total óptica del cable (Km)
- b:** atenuación óptica de los puntos de fusión (dB)
- n1:** numero de fusiones
- c:** atenuación óptica de los empalmes (dB)
- n2:** numero de empalmes
- d:** atenuación en los conectores (dB)
- n3:** numero de conectores
- e:** suma de atenuación en los splitter ópticos (dB)
- f:** Margen de seguridad (Mantenimiento, reparación, variabilidad de potencia láser etc.) .se adopta **3dB**

Durante el diseño todos los cálculos deben realizarse en el peor de los casos (máxima atenuación), desde el nodo hasta el usuario mas lejano. El proceso es iterativo si no cumple la atenuación admisible se utilizará un laser de mayor potencia o se debe plantear otro tipo de arquitectura

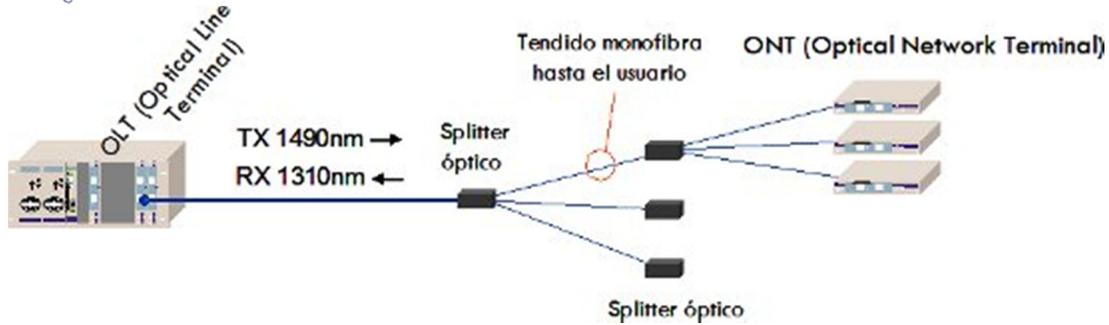
Cabe aclarar que el margen de seguridad “f” es una práctica usada en el diseño de redes de larga distancia, que se puede adoptar también para las redes de acceso. Mas adelante se dará un ejemplo con otro criterio.

Las especificaciones típicas del Plan para un sistema G-PON, en cuanto a las pérdidas totales del enlace son:

Budget óptico o pérdida máxima de extremo a extremo:

- 25 dB para una GPON Clase B;
- 28 dB para una GPON Clase B+;
- 30 dB para una GPON Clase C.
- 32 dB para una GPON Clase C+
- 34 dB para una GPON Clase C++

Veremos esto aplicado a una red PON.



La estructura de una red PON es la de una fibra que se va dividiendo en más fibras usando divisores de potencia óptica pasivos o splitters. El “grado de splitting” o división óptica definido como el número de divisiones que sufre la fibra hasta llegar a una ONT, nos indica que porcentaje de la potencia óptica está llegando a una ONT. Hay dos formas diferentes de cálculo requerido por la fibra:

- a) Máxima pérdida de señal en un tramo de fibra existente.
- b) Máxima distancia dado un “link budget” o atenuación total permitida y las variables de pérdidas.

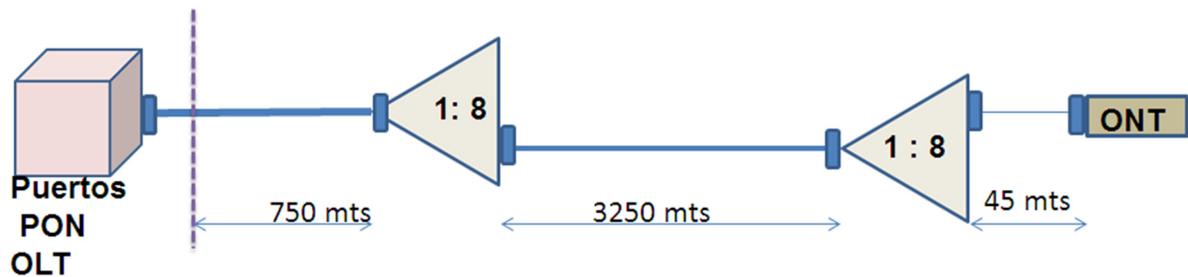
Componentes básicos. Valores

| Nombre | Tipo | Atenuacion Promedio (dB) |
|-------------------|--|--------------------------|
| Punto de conexión | FA (conector mecanico) | ≤ 0.6 |
| | Conector comun | ≤ 0.4 |
| | Fusion | ≤ 0.1 |
| | Empalme mecanico | ≤ 0.2 |
| Splitter | 1:64 (PLC) | ≤ 20.5 |
| | 1:32 (PLC) | ≤ 17 |
| | 1:16 (PLC) | ≤ 13.8 |
| | 1:8 (PLC) | ≤ 10.6 |
| | 1:4 (PLC) | ≤ 7.5 |
| | 1:2 (FBT) | ≤ 3.8 |
| Fibra optica | Optical fibers (G.652D) 1310 nm (1 km) | ≤ 0.35 |
| | Optical fibers (G.657A) 1310 nm (1 km) | ≤ 0.38 |

Niveles de potencia. La potencia mínima de recepción del equipo ONT, llamada sensibilidad, deberá cumplir con:

$$\text{Potencia de transmisión mínima} - \text{Sensibilidad} = \text{Atenuación total} + f(\text{margen}).$$

En el siguiente ejemplo para una red con dos niveles de división óptica se adopta el criterio de no agregar el margen “f” en el cálculo. Al tomar los valores “teóricos” máximos de pérdidas en conectores contemplando el peor caso, divisores ópticos y empalmes ya queda amparado el cálculo pues, una vez construida la red, los valores medidos resultan menores, comprobado en la práctica.



Atenuación=

$$0,75\text{Kmx}0,3\text{dB/Km}+2\times0,4\text{dB}+11+3,25\text{Kmx}0,3\text{dB/Km}+2\times0,4\text{dB}+11\text{dB}+0,045\text{Kmx}0,3\text{dB/Km}+0,4\text{dB} = \mathbf{25,16 \text{ dB}}$$

Velocidad: 39 Mb/s de bajada; 19,5 Mb/s de subida para cada usuario G-PON.

Con una Potencia de transmisión mínima (dato del fabricante) de 0.5dBm y una sensibilidad del receptor máxima(caso peor) de -27dBm, le llegarán la receptor

$$0,5\text{dBm} - 25,16\text{dB} = -24,66 \text{ dBm} \text{ que es mayor a } -27\text{dBm}.$$

Resulta en un margen de 2,34 dB que es aceptable.



En este ejemplo se da la misma red pero con empalmes en lugar de conectores de entrada y salida en las cajas que contienen los divisores ópticos.

Atenuación: $0,750\text{Km} \times 0,3\text{dB/Km} + 2 \times 0,15\text{dB} + 11 + 3,25\text{Km} \times 0,3\text{dB/Km} + 0,15\text{dB} + 0,045\text{Km} \times 0,3\text{dB/Km} + 0,4\text{dB} = \mathbf{24\text{dB}}$

En este caso con el mismo transmisor la potencia de llegada al receptor es de -23,5 dBm.

5.4.-.- Otros parámetros a tener en cuenta.

Según la Recomendación ITU-T G.983.1 **Sistemas de acceso óptico de banda ancha basados en redes ópticas pasivas** se evalúa también:

- *Pérdida óptica de retorno (ORL)* > 32 db (punto 8.2.7.2 y Apéndice I)
- *Calidad de funcionamiento* (punto 10) y *tolerancia a fallas* (punto 12) (protecciones eléctricas y ópticas).

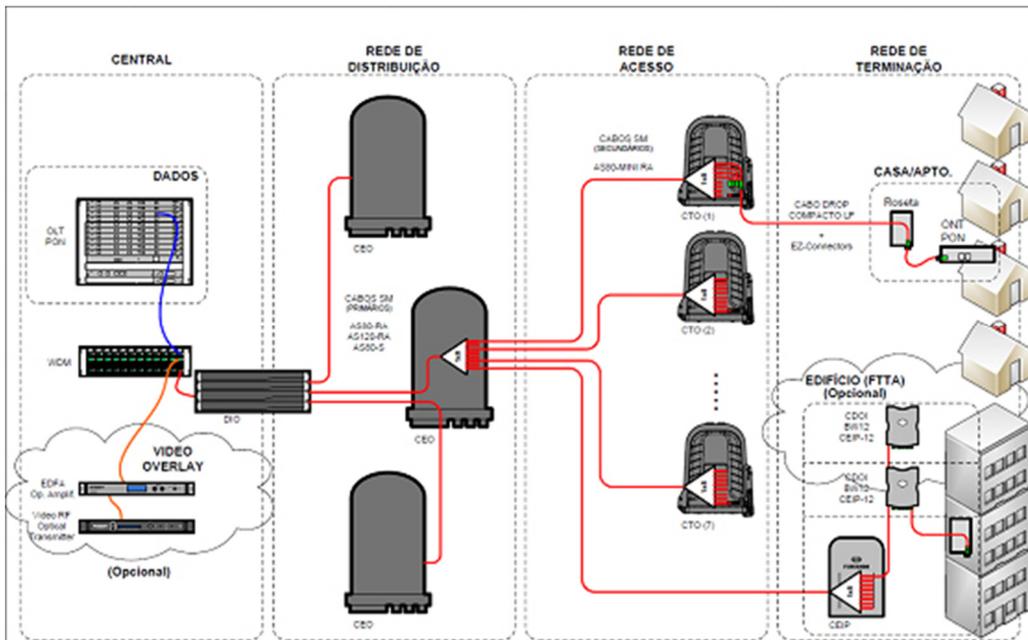
5.5.-.- Protecciones de camino.

Alcance físico máximo (en Kms), protecciones de camino (caso corte de cable o falla), ver Recomendación ITU-T G.984.1

6.- Del despliegue aéreo.

Se utilizará la construcción de una traza aérea cuando los otros métodos o técnicas de tendido de cables no sean de aplicación.
La necesidad de empalmes se dará por continuidad del cable, necesidad de derivación o ubicación estratégica.

Esquema general.



Tipos de arquitectura para tendido aereo

- Tendido devanado
- Tendido autoportado mixto (preformado y devanado)
- Tendido autoportado preconectorizado

Modalidad para todas las arquitecturas: No permitidos cruces de calle por mitad de la cuadra. Cruce por esquinas con “tipo americano”.

Tipos de apoyo:

Poste de Madera (eucaliptus tratado)

Columna de Hormigón

Columna Metalica

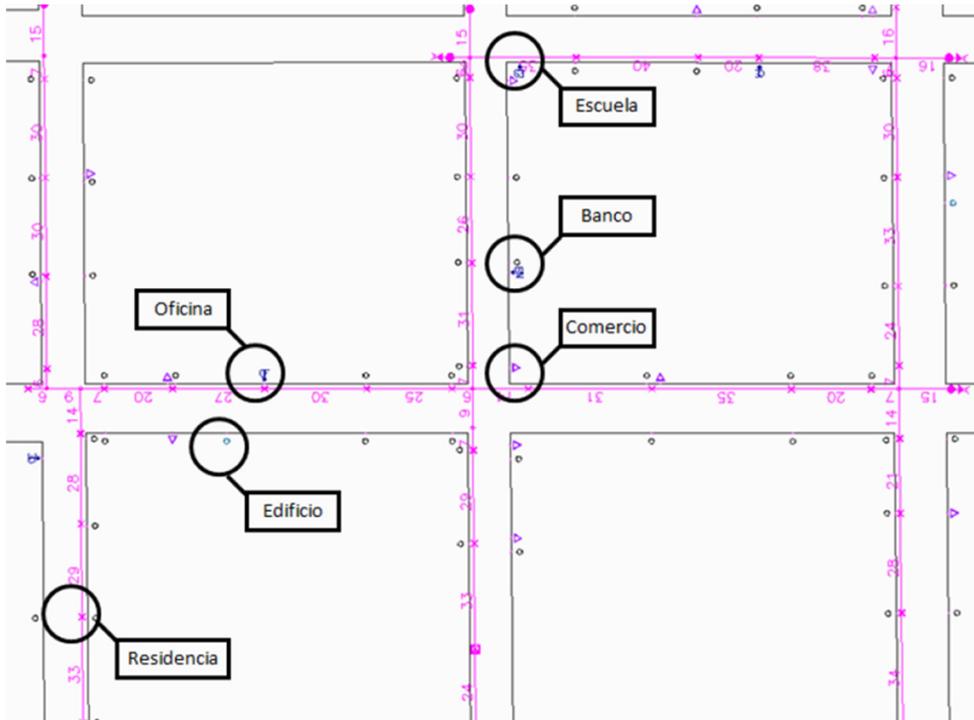
Poste Plástico Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV). ASTM D4923-01

Ménsula por fachada

Altura del tendido. La altura recomendada en apoyos como postes de luminarias se respetará las normas de la Asociación electrotécnica Argentina (95201)
 $H = 5,5$ metros.

Con el relevamiento de apoyos se deberá tener la cantidad de HP para el análisis de diseño y trazar los segmentos de cables.

Ejemplo de relevamiento



La longitud de los vanos: 80 metros máximo.

El tipo de cable: se preferirá del tipo ADSS, dieléctrico autoportado.

Ubicación de las retenciones del cable: al principio y final de línea, empalmes, cambios de dirección, reservas por operación y/o mantenimiento.

En los demás postes el cable se sujetará por medio de soportes dieléctricos.

Altura del tendido. En postes de luminarias respetará las normas de la Asociación Electrotécnica Argentina (95201)
 $H = 5,5$ metros. sugerida

Elementos soportados por cada estructura de luminaria. Hasta un cable de 96 FO.



Si son varios deberán separarse por 15 cm. *Parámetro adoptado por algunas administraciones.*

Cruz para reserva galvanizada de mínimo 500mm para ganancia no mayor a 15 metros de cable. En lugares donde sea necesario.

6.1.-Cajas de cierre de empalmes.

Las cajas de empalme de fibra óptica son cajas destinadas a restaurar la integridad ambiental y mecánica de uno o más cables de fibra que ingresan a la caja y brindan alguna función interna para la organización, el empalme, la terminación o la interconexión de la fibra. Los cierres de empalme de fibra óptica se subdividen en varias categorías, incluidos los cierres sellados ambientalmente (ESC), los cierres de respiración libre (FBC), los cierres de cubierta tensa (TSC), los cierres pre-terminados (PTC), los cierres de fibra híbrida (HFC) y los de pared delgada, cierres (TWC). Dependiendo del tamaño, una caja de empalme puede acomodar cientos de fibras y múltiples cables.

La importancia para definir la CEO sale del diseño de red, se deberán tener al menos 2 CEO homologadas para el uso de acuerdo a la necesidad (cantidad de cables ópticos y diámetros externos)

Norma aplicable: IEC 60529



Ejemplos de cajas/cierres de empalmes.



Ejemplo de caja plana



Ejemplo de caja tipo NAP (Punto de acceso a la red) para FTTH. También conocida con CDO: caja de distribución óptica, que conecta clientes.

La salida es por tipo conector reforzado, el cliente se conecta sin necesidad de apertura de la caja.

Se recomienda protección IP-68.

6.2.- Los **módulos de terminación** de red óptica deberán pasar las pruebas de frío, calor seco, ciclos de temperatura, humedad y niebla salina, de acuerdo a la parte



correspondiente de la familia de normas IEC 60068-2 (Basic environmental testing procedures - Part 2-11: Tests - Test Ka: Salt mist).

Los elementos de conexión y las componentes pasivas deberán cumplir las pruebas especificadas en la familia de normas IEC 61300-2 (Fibre optic interconnecting devices and passive components - Basic test and measurement procedures).

Las cajas de material plástico deberán cumplir la prueba de autoextinguibilidad y aprobar las pruebas de resistencia frente a líquidos y polvo de acuerdo a las normas IEC 60529:1991 (Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)), donde el grado de protección exigido será IP 55.

6.3.- Los CONECTORES para cables de fibra óptica serán de tipo SC duplex con su correspondiente adaptador especificados en la norma ISO/IEC 11801:2002 (Information technology – Generic cabling for customer premises), para ser instalados en los paneles de conexión del gabinete principal y en la caja de terminación de fibra óptica del punto de acceso al usuario. Los conectores deberán cumplir con las especificaciones dadas en la norma referida, con la familia de normas IEC 60874 (Fibre optic interconnecting devices and passive components - Connectors for optical fibres and cables) y también cumplir las características ópticas especificadas en la familia de normas IEC 61300-2 (Fibre optic interconnecting devices and passive components - Basic test and measurement procedures)

6.4.- Sujeción del cable de fibra óptica.

Elementos a usarse, lista orientativa:

- Preformado de retención.
- Camisa para preformado de retención de acero.
- Pinza de retención dr-1500 cuerpo metálico
- Soporte de suspensión pks-30 Galvanizado
- Preformado de suspensión de acero con ojal.
- Camisa p/preformada suspensión de acero/Al.
- Ménsula de suspensión pks-10 acero galvanizado
- Fleje acero inoxidable de 5/8 o 3/4 rollo 30mts.
- Hebilla de acero inoxidable 5/8 o 3/4
- Cable de acero 4.8mm + PVC (Forrada)
- Cable de acero 3.0mm + PVC (Forrada)
- Morseto cruce americano Galvanizado.
- Alambre galvanizado 1mm+PVC rollo.



- Morseto 1 bulón p/devanado Galvanizado.
- Precintos 400x 7 con separador plastico

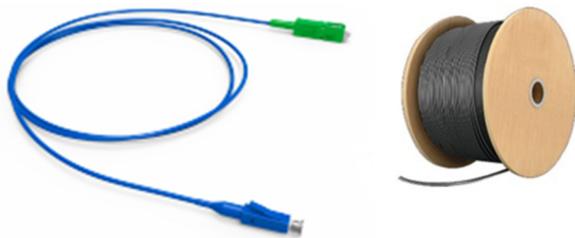
6.5.-Instalación aérea de cable de fibra óptica ADSS

Este punto es de gran importancia y extensión. Se desarrollará en una revisión posterior a esta recomendación.

7.- Despliegue de acometida domiciliaria.

7.1.-Caso vivienda unifamiliar.

Para la conexión final a cada usuario FTTx utilizará un cable tipo “drop” con una longitud recomendable, no mayor a los 50 mts entre las sujeciones/retenciones a los postes. Esto es fundamental cumplirlo pues los cables “drop” soportan una carga mecánica mucho menor que un cable troncal/feeder o de distribución.



Respecto del punto anterior, la acometida al usuario final terminará en un bloque terminal óptico (BTO). La conexión a la ONU se hará con un patchcord de 2/3 mts de longitud:



Ejemplo de cable para conexión final para conectar en campo, estos pueden configurarse en cable flat (plano) o circular ambos con sus conectores adecuados.



7.2.-Caso Inmuebles.

El proyecto para la instalación interna en inmuebles, desde casas individuales, edificios hasta barrios cerrados, parques industriales, debe cumplir con la Resolución 292/2021, Anexo _6399329_1. <https://www.copitec.org.ar/instalacion-de-servicios-de-telecomunicaciones-en-inmuebles/>

8.- Despliegue subterráneo.

Como regla general se preferirá el tendido subterráneo por tener estadísticamente una menor tasa de fallas.

En las zonas de soterrado obligatorio respetar las distancias a la línea Municipal.

Uso de ductos: La profundidad del tritubo debe estar entre 0,60 y 0,80 del nivel de vereda; 1,2mts en el cruce de calles; 1,5 mts en zona suburbana.

Colocar malla de protección y cinta de seguridad.

Árboles en la traza del cable: dar intervención al área correspondiente para indicaciones.

Variante: Microtubos con fibras ópticas de diámetro pequeño, consultar a la Sub-Comisión por esta técnica.

8.1.-Cámaras.

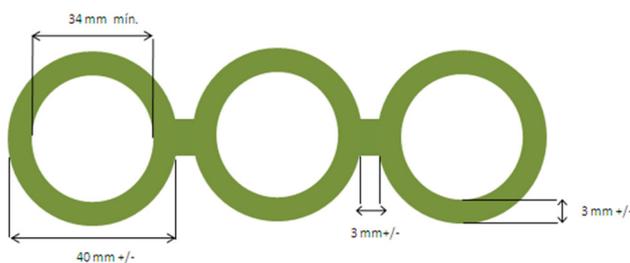
Tipos:

a) Arquetas/cámaras termoplásticas HDPE.

c) Hormigón.

8.2.-DUCTOS

Tritubos y accesorios. Tapones. Manguito de unión a compresión.



- Color Verde por Norma
- Marcado secuencial
- Múltiples Ductos por Carrete

Características

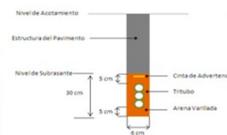
| | | |
|---|---------------------------------------|----------------------------------|
| Densidad | NMX-E-004-CNCP-2004 NMX-E-166-1985 | 0.940 - 0.960 g/cm ³ |
| Índice de Fluidez (190°C/2, 160 g) | NMX-E-135-CNCP-2004 | 0.1 - 0.4 g/10 minutos |
| Resistencia a la Tensión (mínima) | NMX-E-082-SCFI-2002 | 10 MPa (102 kg/cm ²) |
| Elongación (mínima) | NMX-E-082-SCFI-2002 | 400% |
| Resistencia al Impacto | NMX-E-029-CNCP-2005 | No rupturas ni fracturas |
| Resistencia al Aplastamiento (hasta un 40% del diámetro exterior) | NMX-E-014-CNCP-2006 | No rupturas ni fracturas |

Prueba

| | |
|---|---------------------------------------|
| Densidad | NMX-E-004-CNCP-2004 NMX-E-166-1985 |
| Índice de Fluidez (190°C/2, 160 g) | NMX-E-135-CNCP-2004 |
| Resistencia a la Tensión (mínima) | NMX-E-082-SCFI-2002 |
| Elongación (mínima) | NMX-E-082-SCFI-2002 |
| Resistencia al Impacto | NMX-E-029-CNCP-2005 |
| Resistencia al Aplastamiento (hasta un 40% del diámetro exterior) | NMX-E-014-CNCP-2006 |

Valor

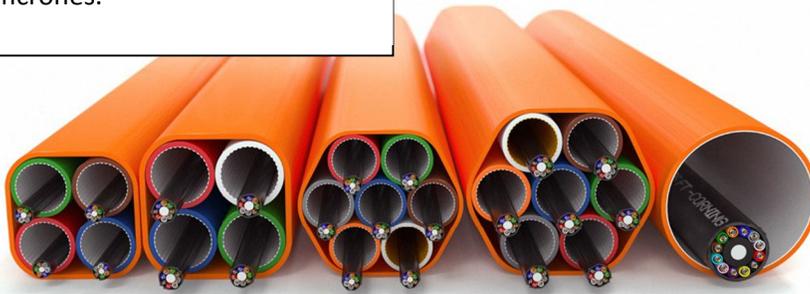
| | |
|---|----------------------------------|
| Densidad | 0.940 - 0.960 g/cm ³ |
| Índice de Fluidez (190°C/2, 160 g) | 0.1 - 0.4 g/10 minutos |
| Resistencia a la Tensión (mínima) | 10 MPa (102 kg/cm ²) |
| Elongación (mínima) | 400% |
| Resistencia al Impacto | No rupturas ni fracturas |
| Resistencia al Aplastamiento (hasta un 40% del diámetro exterior) | No rupturas ni fracturas |



8.3.-Microductos.



Algunos tipos de microtubos con sus cables. También microfibras de 200micrones.



8.4.-Conexión final a los hogares.

Tipos de cableados drop son 4: directamente instalados en ductos, directamente soterrados, para ubicar en fachada y aérea.

9.- Redes Eléctricas. Utilización de su infraestructura.

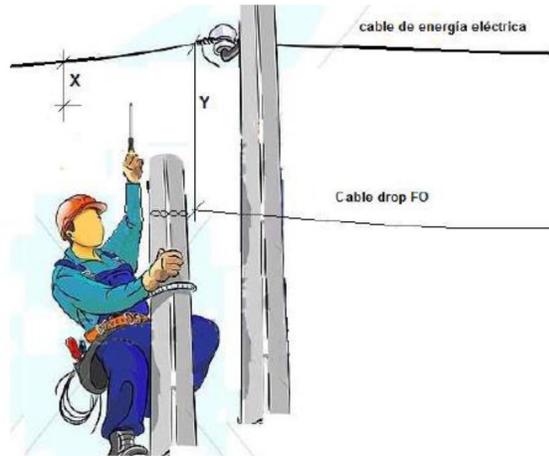
- “Reglamento para la ejecución de Líneas Aéreas Exteriores de Media y Alta Tensión”. AEA 95301 © Edición 2007.

9.1 Distancias de seguridad mínimas

Se deberán respetar las distancias de seguridad mínimas para situaciones de riesgo eléctrico, en valores de distancias establecidas por la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA), que son reproducidas en la figura y tabla especificada a continuación.

Las mismas garantizan la protección de los operarios, entre las partes energizadas sin aislación de la línea de electricidad, conductores o bornes, respecto a:

- Cualquier parte del cuerpo humano o herramienta en uso por éste:
distancia X,
- Respecto de éstas a las instalaciones de telecomunicaciones en FO:
distancia Y.

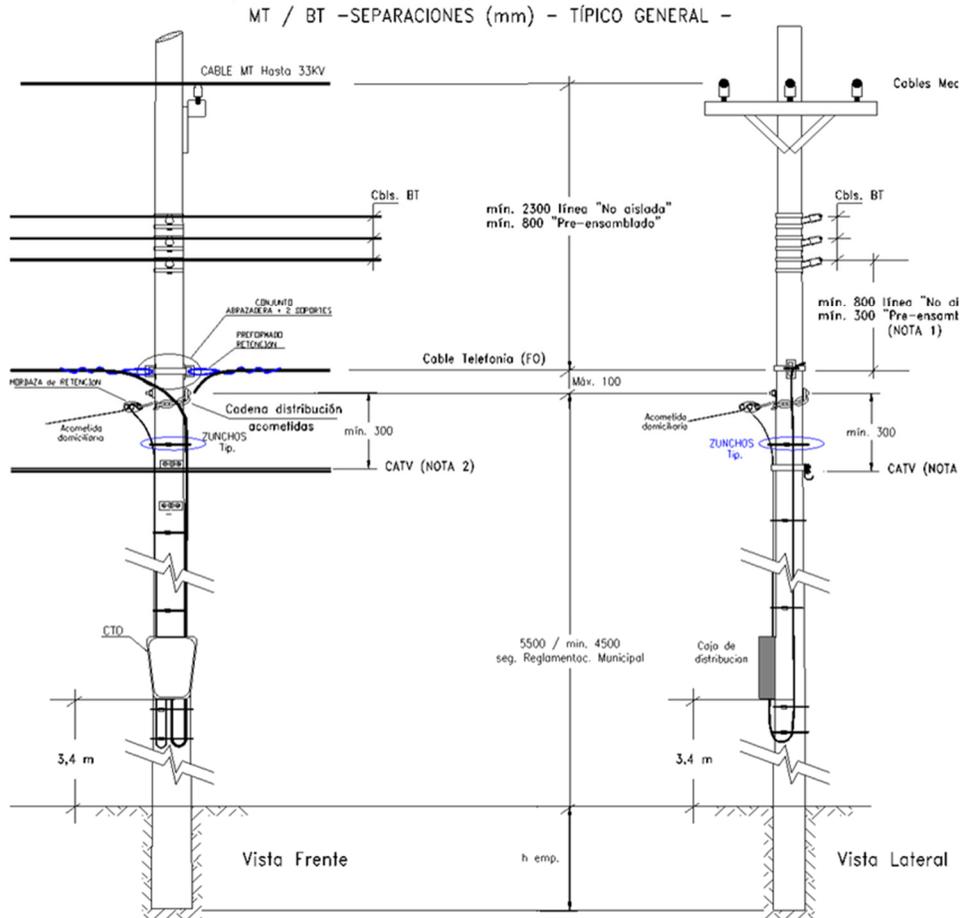


| Nivel de Tensión | Distancia X (m) | Distancia Y (m) |
|---------------------------|-----------------|-----------------|
| 0 a 50 V | 0 | 0 |
| más de 50 V hasta 1 Kv | (*) | 0,80 |
| más de 1 Kv hasta 33 Kv | ~ 1,20 | 2,30 |
| más de 33 Kv hasta 132 Kv | ~ 3,70 | 4,80 |

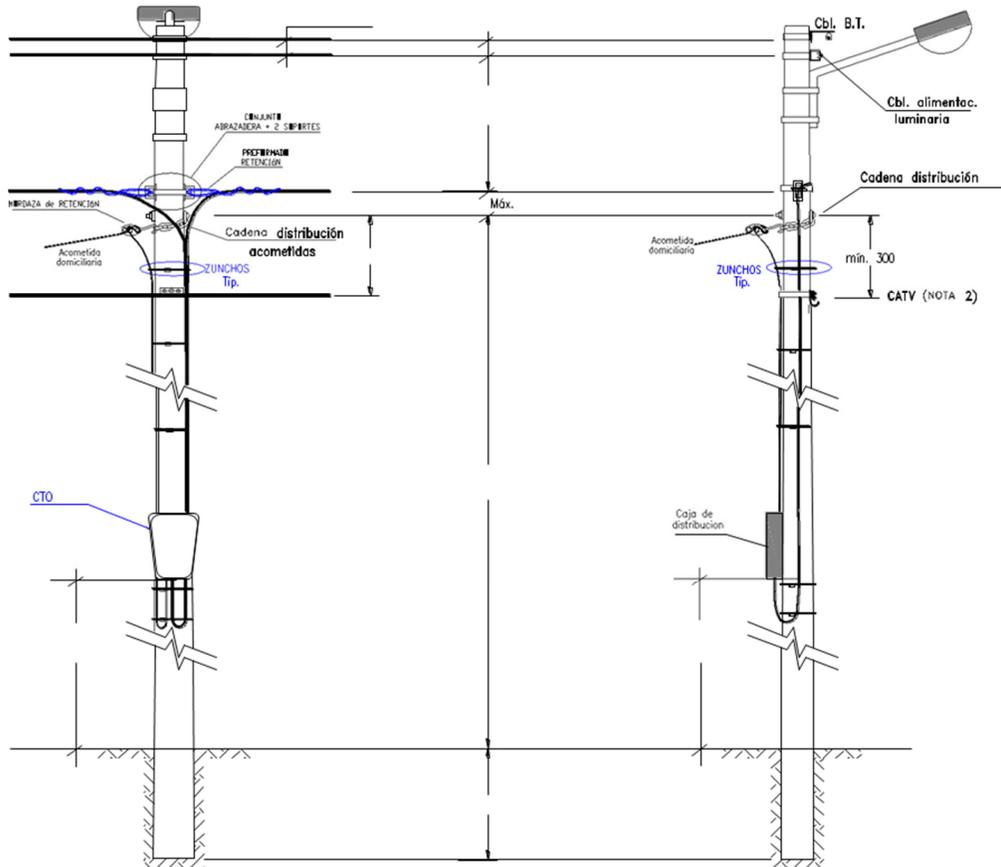
(*) Circulo de exclusión de 0,80 m desde el elemento energizado más próximo a la zona de operación de telecomunicaciones.

9.2.- Separaciones.

Para el caso de postes:



Para el caso de luminarias:



Este caso se tratará con los recaudos de seguridad para el instalador.

10- Equipos.

En la cabecera (HE) u oficina central(CO), NODO principal establecer:

- Puertos PON: Cantidad de puertos PON por Placa.
- SFP para up link. SFP para los puertos PON. Potencia de transmisión/recepción.

Tipos.

- Expandible: hasta que cantidad de puertos.

En los usuarios establecer:

- Tipo de ONU/ONT y sus funcionalidades
- Accesorios para su instalación: BTO, alimentación eléctrica, patchcord para interconexión.

-Sistema de gestión. Funcionalidades necesarias.

- Configuración sencilla de las altas, modificaciones y bajas.
- Adición de sistema de georreferenciamento para gestión de la red pasiva.



- Acceso remoto mediante pc o dispositivo móvil.
- Acceso a los parámetros técnicos de los equipos terminales de usuarios.
- Herramientas para monitoreo y diagnóstico.

11. Documentación del proyecto.

Tipo y cantidad de planos. Mínimo: Plano de cobertura de la zona, Plano de los primarios o troncales con sus cajas de empalme y cajas de distribución, Plano de los secundarios con sus cajas correspondientes, Planos de las conexiones a clientes.

Otros entregables que pueden haber: Esquema de empalmes en cada caja, esquema de conexiones entre splitters.

12.- PARAMETROS DE CALIDAD- CONFIABILIDAD

12.1.- Relaciones entre la IL y ORL con la confiabilidad de la red.

Respetar los valores mínimos enunciados por la Rec ITU-T G.983.x y G.984.x

12.2.- Probabilidad de falla.

Referencia: Objetivos de Probabilidad de falla en líneas de Fibra Óptica, Comité sc86AUB-IEC; IEC TR 62048; ITU –T Serie G Suplemento 59.

Es conveniente hacer un estudio para determinar:

- Tiempo medio entre fallas.
- Tiempo promedio de la reparación.

ANEXO I. Ampliación del punto 4. Del diseño de la red.

Generación de planes para construcción de la red.

La fase de planificación detallada de la red genera planes constructivos y debe agregar los detalles y la precisión en el resultado de la planificación de alto nivel de la red. Se compone de las siguientes tareas:

- Etiquetado: cada instalación de componente obtiene una etiqueta única de acuerdo con un esquema consistente, definido por el usuario que permite una fácil referencia y la identificación del componente.
- Configuración del ducto TV por cable / conducto: para cada cable no directamente-enterrado y cada ducto interno debe especificarse en la que conducto exterior está soplado o tirado, por ejemplo, especificando el color y la etiqueta de un sistema de micro conducto.
- Conexión de drop detallada: cada conexión de drop (desde la calle hasta el punto de ingreso al edificio) debe ser ubicado exactamente y trazado.
- colocación de uniones: para cada sistema de ductos se debe especificar en cuál de las posiciones geográficas de uno o más de sus conductos (en particular para sistemas Micro-ducto) están unidos/conectados, con el tipo de conector y con cual conducto de otro sistema de ductos.
- Planificación de Fibra y empalmes: en el ODF, puntos de concentración de fibra, y - si se utiliza el cableado convencional - en los puntos de conexión de otros cables, es necesario definir con precisión cuales pares de fibras se empalman. Los empalmes se pueden marcar como nuevos, en uso por otro servicio o simplemente existente. Dado que esta es información masiva, una representación gráfica apropiada de todas las conexiones entre fibras dentro de una distribuidor de fibra, como se muestra en la Figura 8, se necesita.

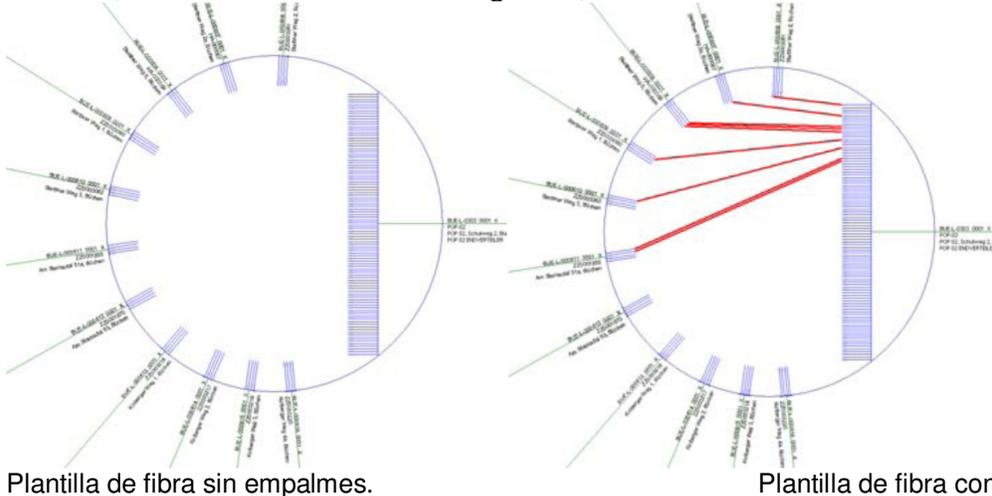


Figura 8: Plan de empalmes con plantilla de fibras..

En la fase de planificación de red detallada, es especialmente importante que las herramientas soporten el cambio manual de cada configuración individual y para automatización en el caso de operaciones de datos masivos que debe ser coherente sobre el conjunto completo del plan constructivo (por ejemplo, etiquetado).



La documentación resultante "a construir" de la red comprende la exacta y completa información para la actualización, reparación o restauración de una red:

- Documentación para la red "a construir" (se describen todos los detalles de configuración descriptos hasta ahora, pero también se deriva la información que el puerto de la tarjeta de línea a la que se adjunta una casa)
- Documentación de los POP incluidos el espacio de rack y colocación de equipos activos y pasivos.
- Generación de como instalar objetos complejos tal como un ODF (con cientos de empalmes)
- Presentación de informes adaptables de resúmenes generales, listas de materiales, listas de costos y las listas de fibras por soplado.
- Generación de la lista para comprar

Documentación.

La red construida no siempre es idéntica a la red según lo previsto. Si se realiza algún cambio durante la construcción, es importante actualizar el plan original "a construir". Lo ideal sería que el plan actualizado - llamado "conforme a obra" - se debe utilizar como base para la documentación completa de la red. La mayoría de los ajustes son causados por la obra civil y situaciones que surjan en el campo. Los inspectores in situ pueden enviar la información de la ruta geográfica que se crea o modifica. Es importante registrar todos los ajustes, y para actualizar el software de modo que la información precisa se mantiene para futuras intervenciones.

La documentación conforme a obra también contiene la información para cada sección y cable:

- Nombre y dirección de la compañía instaladora.
- Documentación del sistema de tendido.
- Permisos municipales escaneados.
- El fabricante del cable y fecha del cable instalado.
- Documentos de aprobación escaneados.

Eventualmente, los documentos escaneados para cada edificio conectado deben ser incluidos en la documentación:

- permiso de arrendador o comprobante de alquiler.
- protocolos de acceso ("walk in")
- Información de finalización de la obra.
- datos de prueba y medida

Gestión de Flujo de trabajo.

Después de todas las fases de planificación se completa, el flujo de trabajo básico para la conexión de un cliente a una red FTTH es:

- ingeniería de la obra civil
- soplado/tirada del cable
- empalmes de las fibras
- pruebas y mediciones.
- activación.

Estos pasos deben ser integrados con la documentación de la red "para-construir" y el conforme a obra. Idealmente, el sistema de software para planificación



detallada de la red se liga con un sistema basado en la web que muestra todos los pasos del flujo de trabajo. Si un motor de composición del flujo de trabajo está disponible, los pasos para diferentes escenarios y los recursos humanos involucrados se pueden configurar. Un sistema de flujo de trabajo debe ser accesible a través de conexiones inalámbricas en el campo, permitiendo a las empresas de ingeniería civil informar con facilidad el estado de su trabajo. Esto debe incluir documentar la carga de informes de medición. Información de empalmes también puede ser enviada al campo si se requiere (justo a tiempo), separados por armario de empalme o bastidor de distribución de fibra.



ANEXO II. Fuentes consultadas.

- Recomendaciones UIT -T G.984 G-PON

Las recomendaciones aprobadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT son las que regulan las características de los equipos para el soporte de las tecnologías GPON buscando mejorar los costos y la competitividad. Estos estándares fueron aprobados entre el 2013 y 2014. El grupo de la UIT encargado de la normalización de las Telecomunicaciones (UIT-T) de la serie G (Sistemas y Medios de Transmisión, Sistemas y Redes Digitales) aprueba las siguientes cinco recomendaciones:

- **UIT-T G.984.1:** Es una introducción al estándar GPON, la cual describe las características y generalidades relacionadas con el funcionamiento y la constitución, así como las topologías usadas en estas redes (UIT, 2018).

- **UIT-T G.984.2:** Contiene las recomendaciones, especificaciones y requisitos para el manejo de la capa dependiente de los medios físicos PDM (Physical Media Dependent) para velocidades de línea nominales de 1244,160 Mbit/s y 2488,320 Mbit/s en sentido descendente y 155,520 Mbit/s, 622,80 Mbit/s, 1224,160Mbit/s y 2488,320 Mbit/s en sentido ascendente (UIT, 2018).

- **UIT-T G.984.3:** Son las especificaciones de la Capa de Convergencia de Transmisión TC (Transmission Convergence), y describe las características que se deben considerar para el diseño de la red, teniendo en cuenta distancias, seguridad y funcionalidad (UIT, 2018).

- **UIT-T G.984.4:** Son las recomendaciones de la interfaz de control y gestión del protocolo OMCI (ONT Management and Control Interface) de la terminación de la red óptica ONT. Describe la comunicación entre la OLT y la ONT, permitiendo tener control sobre configuración, averías y calidad de funcionamiento de la ONT (UIT, 2018).

- **UIT-T G.984.5:** Estas recomendaciones abarcan las bandas y longitudes de onda que se deben reservar para el futuro y que deben ser superpuestas por multiplexación por longitud de onda para maximizar la distribución de la red (UIT, 2018).

_ Fiber Optic Association (F.O.A.) www.foa.org

-Fiber Broadband LatAm Chapter Association. Consejo de fibra óptica-Banda ancha(ex FTTH Council) www.fiberbroadband.org

- Fibra Óptica hasta el hogar, ISBN 978-987-1716-85-2, 2014. Eduardo Schmidberg.



ANEXO III.

Protocolo para la verificación técnica y aceptación/rechazo de las obras.

ACEPTACIÓN o RECHAZO (Puesta o No en Servicio) de la Obra;

- realizar las verificaciones sobre las obras existentes a fin de controlar su Continuidad Operativa, y emitir los Informes de Calidad Técnica sobre el estado operativo de las mismas de acuerdo con la Metodología de Puesta en Servicio y Continuidad Operativa de la Red de Acceso.

Momento de la Verificación Técnica

Las Verificaciones Técnicas se realizan:

- durante el transcurso de la obra,
- después de finalizada la Obra y antes de la Puesta en Servicio, para determinar si está en condiciones de Recepción Provisoria y Puesta en Servicio,
- después de Puesta en Servicio, para el Control de la Continuidad Operativa, mediante la elaboración de un Plan de Muestreo y con una frecuencia que se determinará teniendo en cuenta: cantidad de clientes, criticidad del elemento de la Red de Acceso, indicadores de calidad de la zona; segmento de clientes, monto y características de la obra, zonas estratégicas, cantidad de recursos (verificadores).

DEFECTOS - TIPO DE CONTROL

Tipo de Control

El control se basa en un sistema objetivo, que asigna puntos de demérito al defecto, según la criticidad del mismo.

Defecto es el incumplimiento alguno de los requisitos con que debe cumplir el/los Atributos especificados en cada Area de Control.

Las categorías de defectos son:

◆ **Críticos (6 puntos de demérito):** producen condiciones de peligro para quienes lo usan o hacen mantenimiento, impide el funcionamiento o normal desempeño de una función importante del producto.

◆ **Mayores (3 puntos de demérito):** sin llegar a ser críticos, puede ocasionar una falla o reducir materialmente la utilidad de la unidad para el fin al que se la destina.

◆ **Menores (1 punto de demérito):** no reducen materialmente la utilidad de la unidad para el fin al que se la destina, son desviaciones de cotas, normas, especificaciones que no afectan la calidad, pero cuya supresión tiende, en forma general, a mejorar la calidad del producto.

Registro de los defectos



El registro del estado de los atributos lo realiza el Verificador Técnico con las Fichas Técnicas.

*El verificador Técnico cumple la función de "Herramienta de Medición", leyendo los datos del terreno, interpretándolos, procesándolos y transformándolos en **un Informe de Calidad Técnica**.*

*Por eso es necesario realizar una **Nivelación en la Forma de Medición**, de forma tal de que, ante reiteradas verificaciones sobre un mismo objeto en un mismo momento, los resultados sean los mismos.*

MEDICIONES OPTICAS Y ELECTRICAS – Red Óptica.

Mediciones a realizar sobre la Red de Fibra Óptica, que emplea fibra óptica monomodo según Rec. ITU-T G.652.X.

Las mediciones a realizar por los Verificadores Técnicos de Calidad Técnica son:

Medición de la Longitud Óptica a cada empalme, verificada sobre el 100 % de las FO:

Prueba de Hermeticidad de las Cajas de Empalme, verificada en un 100 %;

- Medición de la Atenuación de los Empalmes, verificada en un 100 %;
- Gráfica de la Potencia Retro difusa verificado en un 100 %;
- Medición de la Conexión a Nivel Distribuidor de Fibra Óptica (Medición de Atenuación y Medición de Reflexión) verificada al 100 %;
- Medición de la Pérdida Total del Trayecto verificado al 100 %;
-



Anexo IV. Glosario.

Glosario.

- ADSS Cable totalmente dieléctrico autoportante.
- APC Angle-pulido conector.
- FCP Punto de concentración de fibra.
- FBT Fusionado cónico bicónico.
- FDH Fiber Distribution Hub. Fibra al centro de distribución (otro término para FCP)
- FTTC Fibra hasta la acera.
- FTTB Fibra hasta el edificio
- FTTH Fibra hasta el hogar
- FTTN fibra hasta el nodo
- FTTx Término genérico para todas las arquitecturas con fibra. La x puede ser C,B,H, N.
- FWA Acceso inalámbrico fijo.
- G.650 ITU-TRec.G.650 Definición y métodos de prueba para fibras monomodo
- G.651 ITU-TRec. G.651.1 Características para cable óptico con fibra multimodo de 50/125 micras de índice gradual para la red de acceso.
- G.652 ITU Rec. G.652 Características de una fibra óptica de modo único.
- G.655 ITU Rec. G.655 Características de fibra no-cero dispersión desplazada de un solo modo.
- G.657 ITU Rec. G.657 Características de fibra óptica poco sensible a la flexión de un solo modo para la red de acceso.
- Gbps Gigabits por segundo.
- HDPE Polietileno de alta densidad.
- IEEE Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
- IL Pérdida de inserción.
- ISO Organización Internacional de Normalización.
- IEC Comisión Electrotécnica Internacional.
- UIT-T Unión Internacional de Telecomunicaciones - Normas de Telecomunicaciones
- LAN Red de área local
- LI Interfaz local
- LSZH Bajo humo, cero halógenos.
- Mbps Megabits por segundo
- MMF Fibra multimodo



MDU Unidad de distribución principal
MDU Unidad multi-vivienda
NAP Punto de acceso a la red (De distribución)
ODF Bastidor de distribución óptico.
OLT Terminación de línea óptica.
OLTS Prueba de pérdida óptica
ONU Unidad de red óptica (equipo ONU)
ONT Terminación de red óptica (equipo de cliente)
OTDR Reflectómetro óptico en el dominio del tiempo.
PE Polietileno
PMD Dispersión por modo de polarización.
PON Redes ópticas pasivas
POP Punto de presencia
PTP Punto-a-punto
PVC Policloruro de vinilo
RL Pérdida de retorno
ROW Derecho de vía o de paso.
SMF Fibra monomodo
STP Par trenzado blindado
UPC Conector ultra pulido
UPS Sistema de Alimentación Ininterrumpida
UTP Par trenzado sin blindaje
WDM Wavelength Division Multiplexing
WLAN Red inalámbrica LAN (Local Area Network).