TESIS DE MAESTRÍA

REDES ÓPTICAS. EVOLUCIÓN EN SERVICIO Y TECNOLOGÍA

por

Walter Diego Perez

Ingeniero en Sistemas de la Información
2001 Universidad Abierta Interamericana

Presentado a la Escuela de Posgrado del ITBA
en cumplimiento parcial
de los requerimientos para la obtención del título de

Master en Ingeniería de las Telecomunicaciones

En el Instituto Tecnológico de Buenos Aires

2010

Firma del Autor _____
Instituto Tecnológico de Buenos Aires
Fecha (día, mes y año)

Certificado por _____
Miguel Ibañez, Profesor de Redes de Acceso
Instituto Tecnológico de Buenos Aires
Tutor de la Tesis

Aceptado por _____
Rubén Kustra Director de Carrera
Instituto Tecnológico de Buenos Aires

Miembros del Jurado:

_____

_____

_____

Índice:

Introducción 6.
Hipótesis 8.
Objetivos 9.

Capitulo 1: Antecedentes Tecnológicos.
1- Redes RDSI / ISDN 10.
1.1 Descripción general 10.
1.2 ¿Qué es RDSI? 10.
1.3 Componentes básicos de RDSI 12.
1.4 Switches RDSI y SPID 14.
1.5 Usos de RDSI 14.
1.6 Nodos remotos de RDSI 15.
1.7 Conectividad SOHO de RDSI 17.
1.8 Servicios BRI y PRI en RDSI 17.
1.9 Establecimiento de la conectividad de BRI 19.

Capitulo 2.
2- Tecnología XDSL 21.
2.1 Alternativas del XDSL 21.
2.2 Velocidades y alcances en VDSL 24.
2.3 La red – segmentos funcionales 24.
2.4 Distancia vs. Ancho de Banda (BW) 25.
2.5 Servicios de Valor Agregado (SVA), sobre Cobre/VDSL/Fibra 26.
2.6 Soluciones para extender los límites de distancia sobre cobre 27.
2.6.1 Proyecto "ADSL Extender" – Problemática 27.
2.6.2 Atención con DSLAM y Mini – DSLAM 28.
2.6.3 Solución propuesta 29.

2.6.4 Aplicaciones y beneficios 30.
2.6.5 Características 30.
2.6.6 Modelo utilizado del ADSL Extender 31.
2.7 Solución utilizando un TLC (Triple Stream Line Conditioner) 31.
2.7.1 Como funciona un TLC 32.
2.7.2 Características 33.
2.7.3 Observaciones 33.
2.7.4 Recomendaciones 34.

Capitulo 3
3- Migración hacia redes NGN 36.
3.1 Factores claves del cambio 36.
3.2 Redes existentes y arquitecturas 36.
3.3 Desafíos para la red de transporte actual 37.
3.4 Requerimientos para la transmisión durante la evolución de la red de Servicio 38.
3.5 Red de transporte orientada a ALL IP 40.
3.6 Prospecto de la red de transporte de Nueva Generación 42.
3.7 Pasos de migración y marco temporal 44.
3.8 Accesos 44.
3.9 Evolución de arquitectura de Acceso 45.
3.10 Condicionamiento de la arquitectura 46.
3.11 ¿Dónde y cómo coordinar la migración? 47.
3.12 Impacto global de la evolución en el CAPEX y OPEX 48.

Capitulo 4
4 – Fibra Óptica 49.
4.1 Introducción 49.
4.2 Principio de las Fibras Ópticas 50.

4.3 Características de las Fibras Ópticas 51.
4.4 ¿Por qué se prefiere Fibra en lugar del Cobre? 54.
4.5 Servicios y Ancho de Banda asociado 55.
4.6 Grafico de crecimiento del BW 56.
4.7 Tipos de Fibra 57.
4.8 Atenuación Espectral 60.
4.9 Fibras Ópticas comerciales y normalizadas 61.
4.10 Fibras Ópticas con radio de curvatura reducida 63.

Capitulo 5

5 – Redes Hibridas FO – Coaxial (HFC) 65.
5.1 Canal de Retorno 67.
5.2 Acceso a internet a alta velocidad por Cable Modems 69.
5.3 Tamaño de los nodos 73.
5.4 Topología de Redes HFC 77.
5.4.1 Cable Área Network 77.
5.4.2 Fiber Backbone 77.
5.4.3 Fiber to the feeder 78.
5.4.4 Fiber to the last Active 78.
5.4.5 Estrella de Fibra – Módulo decreciente 79.
5.4.6 Anillo de Fibra – Módulo constante 79.
5.4.7 Arquitecturas HFC actuales 80.
5.5 CATV + Triple Play utilizando una red HFC y una PON 81.

Capitulo 6

6 – FTTX (Redes de Fibra hasta un lugar “X”) 82.
6.1 Topología FTTX 82.
6.2 Evolución de FTTX 86.
6.3 Motivadores y ventajas para evolucionar a redes FTTX 86.

6.4 Opciones de FTTX, (P2P ó P2MP) 87.
6.5 ¿Por qué FTTH? 88.
6.6 Comparación de FTTH con otros tipos de redes de Fibra 89.
6.7 Características de las redes FTTX 91.

Capitulo 7
7 – Redes "X"PON 92.
7.1 Descripción de la tecnología PON 92.
7.2 Componentes de la tecnología PON 92.
7.3 Flexibilidad en la implementación de la red PON 93.
7.4 Estrategia para el despliegue del Splitter (Divisor Óptico) 95.
7.4.1 Arquitectura de una Red FTTP 95.
7.4.2 Conmutación Central 96.
7.4.3 Divisor Centralizado 97.
7.4.4 Punto de Convergencia Local (LCP) 98.
7.4.5 Divisor en cascada o distribuido 98.
7.5 Características de redes PON 99.
7.5.1 Normativas 100.
7.6 Redes GPON 101.
7.7 Servicio de Banda Ancha con GPON 101.
7.8 Perspectiva de mercado 102.
7.9 GPON es la arquitectura de Servicio full de BW 104.
7.10 Casos de uso de GPON 105.
7.11 Servicios residenciales 106.
7.12 Servicios empresariales 106.
7.13 VDSL Back Haul (FTTC) 107.
7.14 La evolución de GPON 108.
7.15 10G GPON 110.
7.16 La ampliación del alcance de GPON 111.

7.17 Permanecer delante de la curva de acceso a la BW con WDM-PON 112.
7.18 El verdadero costo de PON 113.
7.19 Perfeccionar el WDM-PON 115.
7.20 Rentabilidades variadas, sostenibles 116.
7.21 Una visión de conjunto del TCO (Costo Total de Propiedad) 117.
7.22 Hacia la solución óptica futura del acceso (NGOA) 118.

Conclusiones finales 120.
Bibliografía 124.
Apéndice 125.

Introducción

Durante más de 100 años la telefonía permitió el intercambio de voz en tiempo real por medio de las estructuras de “redes metálicas” con las que contaban las empresas de telecomunicaciones, y en su esencia se basó en dos conductores de cobre que conectan un aparato con otro, y por el cual transitaba una señal analógica.

El advenimiento de la "alta integración electrónica" que en los últimos treinta años, transformó completamente el mercado de las comunicaciones, los intercambios y los procesamientos de la información. Hoy desde una PC conectada a Internet, se envía en breves segundos a cualquier rincón del mundo un documento de decenas de páginas, una fotografía, o cualquier información que pueda digitalizarse. El par de cobre transmite día a día y en forma creciente, más datos que voz.

El par de cobre anterior penetra masivamente en millones de hogares y crece la posibilidad de incrementar los servicios brindados por este medio de transmisión. Incorporando al servicio de voz, datos y luego video (VIDEOCONFERENCIA / TV STV / TV HD / etc.), y con ello potenciando económicamente el negocio original. La Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) da la primera respuesta técnica - económica que luego consolida la tecnología xDSL.

Las empresas de telecomunicaciones comenzaron a descubrir que con la aparición de nuevos servicios y por la masificación de internet entre otras cosas, las redes con las que contaban eran incapaces de brindar las velocidades requeridas para cubrir dichas necesidades. Las operadoras deberían realizar un cambio de paradigma y actualizar sus redes, llevarlas de una conmutación por circuitos a una que sea por paquetes y orientada todo IP. Es así que migran a nuevas estructuras de redes de nueva generación “NGN”, que comienzan a emplear fibra óptica (FO) para conectar clientes residenciales.

Comienza una nueva etapa. En paralelo a raíz de la convergencia (Fijo-Móvil), y la necesidad de integración de todos sus servicios, se tuvo que profundizar en el acceso para poder contar con el Ancho de Banda necesario. Las compañías deberían hacer frente a inversiones importantes, y reemplazar sus planteles externos de cobre que en muchos casos les fueron heredados y que hasta ahora cubría con las expectativas, por un elemento como la fibra óptica con la que se puede cubrir mayores distancias y mayores

velocidades. Ya con toda esta estructura armada las empresas comienzan a evolucionar con la tecnología FTTX.

Este trabajo analiza el origen y contexto de cada una de las etapas antes mencionadas y hace foco en las tecnologías (PON, GPON, WDM, etc.), sus posibilidades y puntos críticos. Alguna de estas tecnologías por diversas circunstancias que hacen a nuestro país no fueron aplicadas aún pero sí fueron analizadas, al igual que sus impactos Socio-Económicos. Y aportan una visión integral con foco en capacitación que asegura el despliegue de la nueva tecnología FTTH GPON; consolidando su éxito, ya que el upgrade de servicio y de tecnología GPON lo permite de manera sencilla.

Hipótesis

Demostrar como las operadoras de telecomunicaciones, acompañan a la evolución tecnológica con el afán de cubrir sus necesidades de ancho de banda, y de esta manera poder brindarles a sus clientes una gama de nuevos servicios que van apareciendo día a día en el mercado.

Es importante destacar que hay soluciones de paso que utilizaron algunas operadoras sobre el mismo par cobre, evitándose de esta manera realizar gastos enormes de despliegues inmediatos. Estas técnicas no se emplearon en nuestro país pero igualmente son objeto de este análisis.

Estos gastos que se están considerando se van a intentar demostrar que no son tales, en principio el reemplazar toda una estructura de cobre por una tecnología nueva como la fibra óptica es de un costo enorme y a priori no posible de presentar a los accionistas de una empresa. Luego la misma se compensa, hasta que termina siendo más económica y de alto valor para cada compañía (CAPEX y OPEX).

Objetivos

Intentar demostrar como las compañías de telecomunicaciones deben evolucionar en tecnología para cubrir con las necesidades de servicios a los clientes.

Abordar sobre cada una de estas tecnologías, en un orden cronológico de aparición, dando una idea acabada sobre qué servicios se pueden brindar y cuáles son sus limitaciones.

Incurrir en un análisis de impacto de los gastos de Opex y Capex, por los que se ven afectadas las compañías en el momento de necesitar contar con un upgrade de sus redes. Demostrando como en la actualidad con la llegada de la tecnología GPON, estos gastos no son tan significativos.

Realizar un paneo sobre las futuras tecnologías, que pueden o no llegar a implementarse en nuestro país.

Conocer la actualidad de los operadores en otros países.

1 - RDSI / ISDN

1.1 - Descripción General

Las compañías telefónicas desarrollaron RDSI en la década de 1980 aproximadamente y principalmente en Alemania, con la intención de crear una red totalmente digital. RDSI se desarrolló para utilizar el sistema de cableado telefónico de cobre existente con una señal digital, y funciona de forma similar a un teléfono. Cuando realiza una llamada de datos con RDSI, el enlace WAN se activa durante la duración de la llamada y se desactiva cuando la llamada se completa. Es muy similar a lo que ocurre cuando se realiza una llamada telefónica a un amigo y luego se cuelga el tubo del teléfono cuando la conversación ha terminado.

1.2 - ¿Qué es RDSI?

RDSI permite que las señales digitales se transmitan a través del cableado telefónico de cobre existente. Esto se hizo posible cuando se actualizaron los switches de la compañía telefónica de analógicos a digital para que manejaran señales digitales. RDSI generalmente se considera como una alternativa para las líneas arrendadas, que se pueden utilizar para el trabajo a distancia y conectar mediante networking oficinas pequeñas y remotas en las LAN.

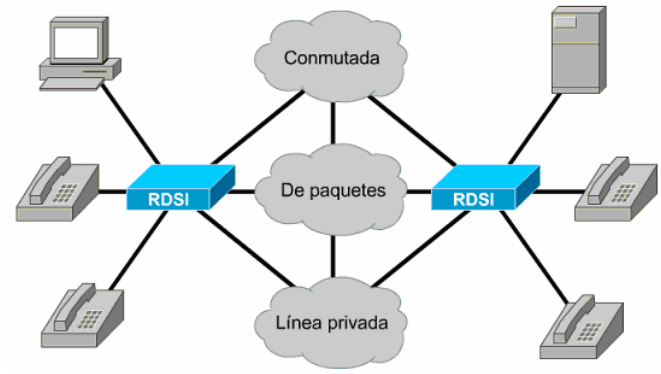


Figura 1: Descripción general de la red (RDSI). Fuente: ***CISCO – JUN 09***.

Las compañías telefónicas desarrollaron RDSI como parte del esfuerzo por estandarizar y crear nuevos servicios para los abonados. Esto incluía la interfaz de red

de usuario (UNI), que es la vista de la pantalla cuando el usuario marca a la red y las capacidades de red. La estandarización de los servicios para el abonado hace que sea posible asegurar la compatibilidad internacional. Los estándares RDSI definen los esquemas de hardware y de configuración de llamadas para la conectividad digital de extremo a extremo, que ayudan a cumplir con el objetivo de lograr conectividad a nivel mundial al asegurar que las redes RDSI se puedan comunicar fácilmente entre sí. Básicamente, la función de digitalización se realiza en el sitio del usuario en lugar de realizarse en la compañía telefónica.

La aptitud de RDSI para otorgar conectividad digital a los sitios locales tiene muchas ventajas:

- RDSI puede transportar una gran variedad de señales de tráfico de usuario.
- RDSI permite acceder a servicios de vídeo digital, de datos conmutados por circuito y los servicios de la red telefónica utilizando la red telefónica normal, que es conmutada por circuito.
- RDSI ofrece una configuración de llamada mucho más rápida que las conexiones de módem porque utiliza señalización fuera de banda (canal D, o de datos). Por ejemplo, algunas llamadas RDSI se pueden establecer en menos de un segundo.
- RDSI suministra una velocidad de transferencia de datos mucho más rápida que la de los módems al utilizar el canal principal (canal B de 64Kbps). Con múltiples canales B.
- RDSI brinda a los usuarios, más ancho de banda en las WAN que algunas líneas arrendadas. Por ejemplo, si fuera a utilizar dos canales B, la capacidad de ancho de banda es de 128Kbps, ya que cada canal B administra 64Kbps.
- RDSI puede suministrar una ruta de datos limpia a través de la que se pueden negociar los enlaces PPP.

Sin embargo, en la fase de diseño debe asegurarse de que el equipo seleccionado cuente con un conjunto de funciones que aproveche la flexibilidad de RDSI. Además, debe tener en cuenta las siguientes cuestiones relacionadas con el diseño RDSI:

- Temas de seguridad: Como en la actualidad los dispositivos de red se pueden conectar a través de la Red Pública de telefonía conmutada (PSTN), es

fundamental diseñar y confirmar un modelo de seguridad sólido para proteger la red.

- Temas de costo y contención: Uno de los objetivos principales de la selección de RDSI para la red es evitar el costo de los servicios de datos de tiempo completo (como las líneas arrendadas o Frame Relay). Por lo tanto, es sumamente importante evaluar los perfiles de tráfico de datos y monitorear los modelos de uso de RDSI para asegurarse de que los costos de WAN estén controlados.

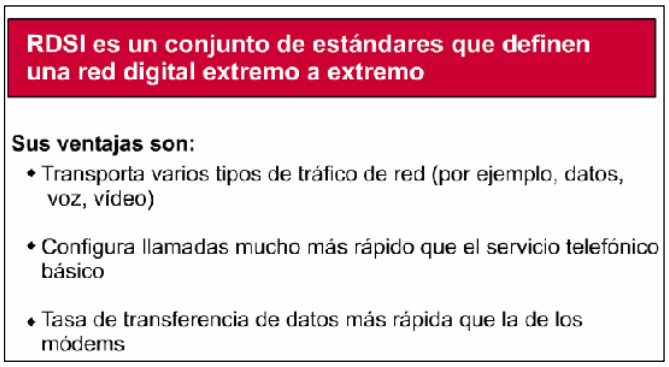


Figura 2: Definición y ventajas de (RDSI). Fuente: ***CISCO – JUN 09***.

1.3 - Componentes básicos de RDSI

Los componentes de RDSI incluyen terminales, adaptadores de terminal (TA), dispositivos de terminación de red (NT), equipo de terminación de línea y equipo de terminación de central telefónica. La siguiente tabla suministra un resumen de los componentes de RDSI.

Componente	Descripción
Equipo de terminal tipo 1 (TE1)	Designa un dispositivo que es compatible con la red RDSI. Un TE1 conecta una terminación de red de tipo 1 o tipo 2.
Equipo de terminal tipo 2 (TE2)	Designa un dispositivo que no es compatible con RDSI y requiere un adaptador de terminal.
Adaptador de terminal (TA)	Convierte señales eléctricas estándar a la forma utilizada por RDSI, de manera que los dispositivos que no son de RDSI se pueden conectar a la red RDSI.
Terminación de red tipo 1 (NT1)	Conecta el cableado de suscriptor de RDSI de cuatro cables a la instalación convencional de dos cables de loop local.
Terminación de red tipo 2 (NT2)	Dirige el tráfico hacia y desde diferentes dispositivos de suscriptor y NT1. La NT2 es un dispositivo inteligente que realiza conmutación y concentración.

Figura 3: Componentes de RDSI. Fuente: ***CISCO – JUN 09***.

Las terminales RDSI vienen en dos tipos: Tipo 1 o Tipo 2. Las terminales especializadas RDSI se denominan equipo de terminal de tipo 1 (TE1). Las terminales que no son RDSI, como el equipo terminal de datos (DTE), más antiguos que los estándares RDSI, se denominan equipo de terminal de tipo 2 (TE2). Los TE1 se conectan a la red RDSI a través de un enlace digital de par trenzado de cuatro hilos. Los TE2 se conectan a la red RDSI a través de un TA. El TA RDSI puede ser un dispositivo autónomo o una placa dentro del TE2. Si el TE2 se implementa como un dispositivo autónomo, se conecta al TA a través de una interfaz estándar de la capa física.

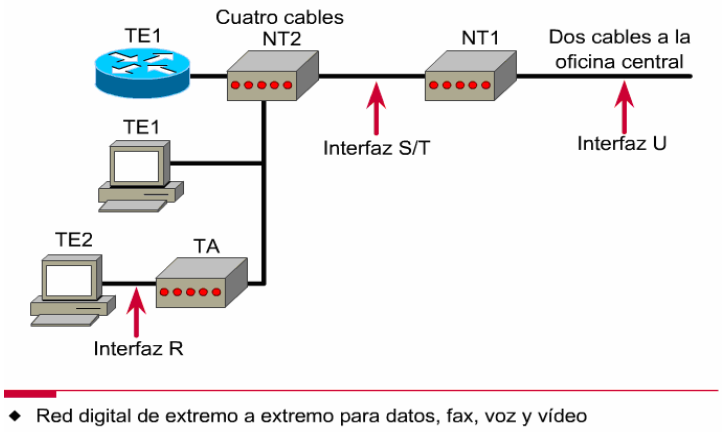


Figura 4: Puntos de Referencia de RDSI. Fuente: ***CISCO – JUN 09***.

Más allá de los dispositivos TE1 y TE2, el siguiente punto de conexión en la red RDSI es el dispositivo de terminación de red de tipo 1 (NT1) o de terminación de red de tipo 2 (NT2). Estos son dispositivos de terminación de red que conectan el cableado de cuatro hilos del abonado con el loop local de dos hilos convencional. En Estados Unidos, NT1 es un dispositivo del equipo terminal del abonado (CPE). En la mayoría de los países del mundo, además de Estados Unidos, NT1 forma parte de la red suministrada por la portadora. NT2 es un dispositivo más complicado, que habitualmente se encuentra en las centrales telefónicas privadas (PBX) digitales, que ejecutan servicios de protocolo de Capa 2 y Capa 3. También hay un dispositivo NT1/2, que es un dispositivo único que combina las funciones de NT1 y NT2.

En cuanto a la planta externa de cobre utiliza la existente en POTS y tiene las mismas limitaciones de distancia debido a la resistividad del cable de cobre (Max. 8.000 m entre central y cliente aprox.).

1.4 - Switches RDSI y SPID.

Los proveedores de servicios RDSI utilizan una diversidad de tipos de switch para los servicios RDSI. Los servicios que ofrecen las portadoras varían considerablemente de un país a otro y de una región a otra. Como en el caso de los módems, cada tipo de switch opera de forma levemente distinta y tiene un conjunto específico de requisitos de configuración de llamada. Como resultado, antes de poder conectar un router a un servicio RDSI, debe saber cuáles son los tipos de switch que se utilizan en la Central o Nodo. Esta información se especifica durante la configuración del router, de modo que el router pueda realizar llamadas a nivel de la red RDSI y enviar datos. Además de aprender acerca del tipo de switch que utiliza su proveedor de servicios, también debe saber cuáles son los identificadores del perfil del servicio (SPID) asignados a su conexión. La portadora RDSI suministra un SPID para identificar la configuración de línea del servicio RDSI. Los SPID son un conjunto de caracteres (que pueden ser similares a los números de teléfono) que lo identifican ante el switch en la Central o Nodo. Una vez que está identificado, el switch enlaza los servicios que ha pedido con la conexión.

1.5 - Usos de RDSI.

RDSI tiene varios usos en networking. Las siguientes secciones describen los siguientes usos de RDSI:

- Acceso remoto
- Nodos remotos
- Conectividad de oficinas pequeñas/oficinas hogareñas (SOHO)

El acceso remoto implica la conexión de usuarios ubicados en ubicaciones remotas a través de conexiones de acceso telefónico/marcado. La ubicación remota puede ser el hogar de una persona que trabaja en su casa, la habitación de hotel de un usuario móvil o una pequeña oficina remota. La conexión de marcado se puede realizar a través de una conexión analógica que utiliza un servicio telefónico básico o a través de RDSI. La conectividad se ve afectada por la velocidad, el costo, la distancia y la disponibilidad.

Los enlaces de acceso remoto generalmente representan el enlace de velocidad más baja en la empresa. Cualquier mejora en la velocidad es conveniente. El costo del acceso remoto tiende a ser relativamente bajo, especialmente para el servicio telefónico básico. Las tarifas del servicio RDSI pueden variar ampliamente, y a menudo dependen del área geográfica, la disponibilidad del servicio y el método de facturación. Es posible que existan limitaciones de distancia para los servicios de marcado, especialmente RDSI, como en el caso de una ubicación que se encuentra fuera del área geográfica de cobertura.

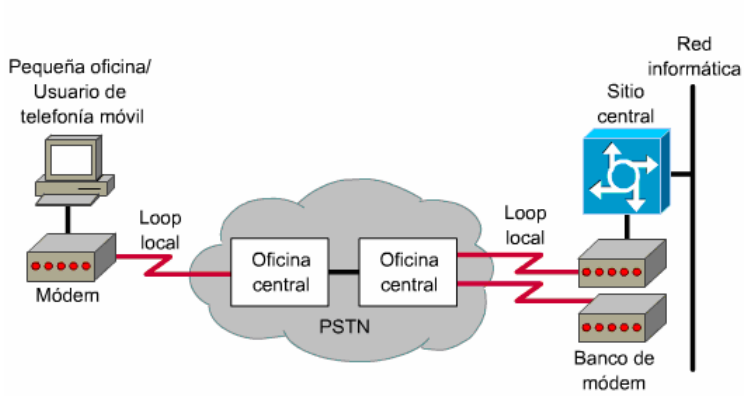


Figura 5: Usos de RDSI. Fuente: ***CISCO – JUN 09***.

1.6 - Nodos Remotos de RDSI.

Con el método de nodos remotos (Figura 6), los usuarios se conectan a la LAN local en el sitio central a través de la Red pública de telefonía conmutada (PSTN) mientras dure la llamada. Además de tener una conexión de velocidad más baja, el usuario puede ver el mismo entorno que ve el usuario local. La conexión con la LAN normalmente se realiza a través de un servidor de acceso. Este dispositivo generalmente combina las funciones de un módem y las de un router. Cuando el usuario remoto se conecta, puede acceder a los servidores en la LAN local como si fueran locales.

Este método brinda muchas ventajas. Es el método más seguro y flexible, y es el más escalable. Sólo se requiere una PC para el usuario remoto y se dispone de varias soluciones de software para el cliente. El único hardware adicional que se requiere en la ubicación remota es un módem. La desventaja principal de este método es el gasto administrativo adicional que se requiere para soportar al usuario remoto. Debido a la

gran cantidad de ventajas que brinda, esta solución se utiliza en el resto de los ejemplos de diseño de este capítulo.

El trabajador a distancia de tiempo completo es el que generalmente trabaja fuera del hogar. Este usuario generalmente necesita tener acceso a las redes empresariales durante largos períodos de tiempo. Esta conexión debe ser confiable y estar disponible en todo momento. Dicho requisito generalmente favorece a RDSI como el método de conexión (Figura7). Con esta solución, la conexión RDSI se puede utilizar para brindar servicio ante cualquier necesidad telefónica, así como también para conectarse a la estación de trabajo.

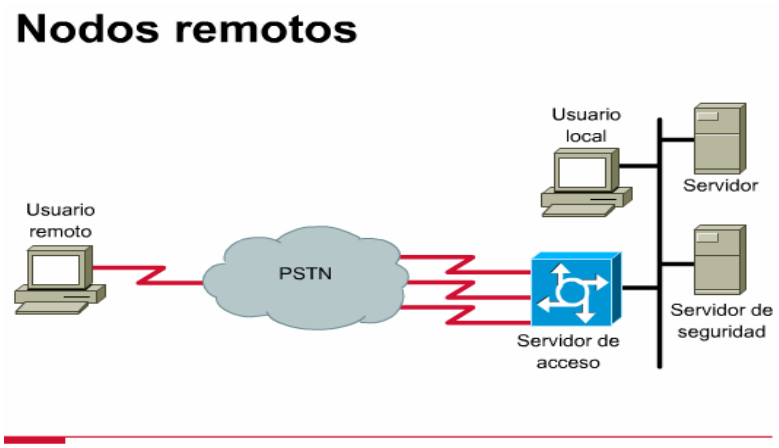


Figura 6: Fuente: ***CISCO – JUN 09***.

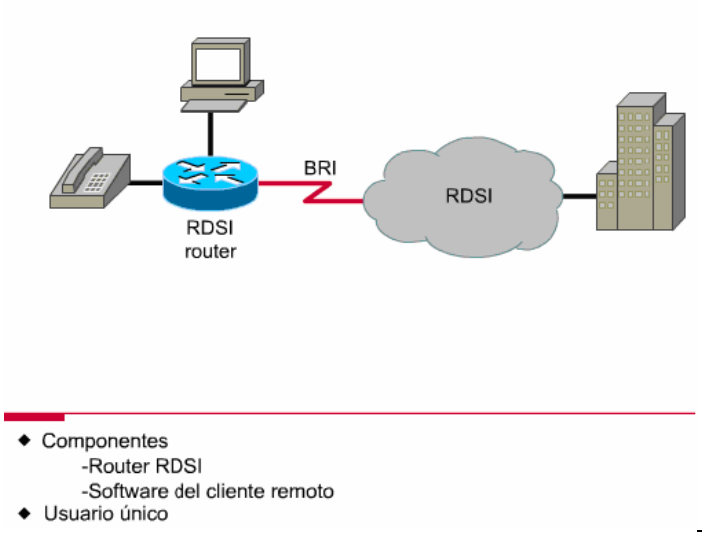


Figura 7: Fuente: ***CISCO – JUN 09***.

1.7 - Conectividad SOHO de RDSI.

Una oficina pequeña/oficina hogareña (SOHO) compuesta por unos pocos usuarios requiere una conexión que suministre conectividad más veloz y confiable que una conexión de acceso telefónico analógica. En la configuración que se indica en la figura, todos los usuarios en la ubicación remota tienen el mismo acceso a los servicios ubicados en la oficina corporativa a través de un router RDSI. Esto les brinda a los sitios SOHO de tiempo completo u ocasional la capacidad de conectarse al sitio corporativo o a Internet a velocidades mucho más altas que las que están disponibles a través de las líneas telefónicas y los módems.

Los diseños de SOHO normalmente involucran sólo el acceso telefónico (conexiones iniciadas por SOHO) y pueden aprovechar la tecnología de traducción de direcciones emergente para simplificar el diseño y soporte. Con estas funciones, el sitio SOHO puede soportar múltiples dispositivos, pero aparece como una sola dirección IP.

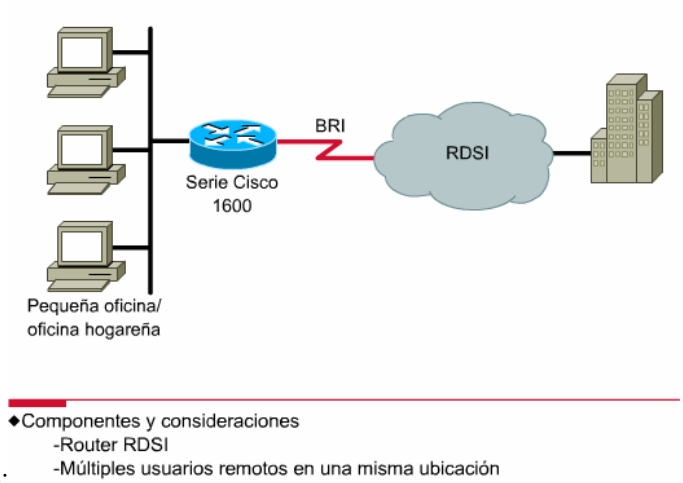


Figura 8: Fuente: *CISCO – JUN 09*.

1.8 - BRI RDSI y PRI RDSI.

Hay dos servicios RDSI: BRI y PRI.

- El servicio BRI RDSI ofrece dos canales B de 8 bits y un canal D de 2 bits, que a menudo se denominan 2B+D, como se indica en la figura. La BRI RDSI suministra un ancho de banda total de una línea de 144 kbps en tres canales individuales (8000 tramas por segundo*(2*canales B de 8 bits+canal D de 2 bits)=8000*18 = 144kbps). El

servicio del canal B de BRI opera a 64 kbps (8000 tramas por segundo * canal B de 8 bits) y está diseñado para transportar datos de usuario y tráfico de voz.

RDSI suministra más flexibilidad al diseñador de la red dada su capacidad para utilizar cada uno de los canales B para aplicaciones individuales de voz y/o datos. Por ejemplo, un documento de gran tamaño se puede descargar desde la red corporativa a través de un canal B de 64 kbps RDSI, mientras que el otro canal B se utiliza para conectarse y visitar una página Web.

El tercer canal, denominado canal D (de datos), es un canal de señalización de 16 kbps (8000 tramas por segundo * canal D de 2 bits) que se utiliza para transportar instrucciones que le indican a la red telefónica cómo debe administrar cada uno de los canales B. El servicio del canal D de BRI opera a 16 kbps y está diseñado para transportar información de control y señalización, aunque en determinados casos puede soportar la transmisión de datos de usuario. El protocolo de señalización del canal D se produce en las Capas 1 a 3 del modelo de referencia OSI.

Las terminales no pueden transmitir al canal D a menos que antes detecten una cantidad específica de unos, (que indica que no hay señal) correspondiente a una prioridad preestablecida. Si el TE detecta un bit en el canal de eco (E) que es diferente de los bits D, debe dejar de transmitir inmediatamente. Esta técnica sencilla asegura que solamente una terminal pueda transmitir su mensaje D por vez. Esta técnica es similar y tiene el mismo efecto que la detección de colisiones en las LAN Ethernet. Después de que la transmisión del mensaje D se realiza con éxito, la prioridad de la terminal se reduce ya que se requiere que detecte una mayor cantidad de unos continuos antes de realizar la transmisión. Las terminales no pueden elevar su prioridad hasta que todos los demás dispositivos en la misma línea hayan tenido oportunidad de enviar un mensaje D. Las conexiones telefónicas tienen mayor prioridad que todos los demás servicios, y la información de señalización tiene mayor prioridad que la información que no corresponde a la señalización.

- El servicio de PRI RDSI ofrece 23 canales de 8 bits y 1 canal D de 8 bits más 1 bit de entramado en América del Norte y Japón, lo que significa una velocidad binaria total de 1,544 Mbps (8000 tramas por segundo * (23 * canales B de 8 bits + canal D de 8 bits + 1 bit de entramado) = 8000*8*24,125 = 1,544 Mbps) (el canal D de PRI funciona a 64 kbps). PRI RDSI en Europa, Australia y otras partes del mundo suministran 30 canales B de 8 bits más un canal D de 8 bits más un canal de entramado de 8 bits, lo que

otorga una velocidad total de interfaz de 2,048 Mbps (8000 tramas por segundo* (30*canales B de 8 bits + canal D de 8 bits + canal de entramado de 8 bits) = 8000*8*32 =2,048 Mbps).

En T1/E1 y en las tramas de velocidad de datos superiores los canales B se mueven en línea como los furgones en un tren de carga. Al igual que los furgones en un patio de maniobras, los canales B se reacomodan y se desplazan a otras tramas a medida que atraviesan la Red pública de telefonía conmutada (PSTN) hasta que llegan a su destino. Esta ruta a través de la matriz del switch establece un enlace síncrono entre los dos extremos finales. Esto permite comunicaciones de voz continuas sin pausas, datos descartados o degradación. RDSI saca provecho de esta estructura de transmisión digital para la transferencia de datos digitales.

Figura 9: BRI – RDSI. Fuente: ***CISCO – JUN 09***.

1.9 - Establecimiento de la conectividad de BRI.

Los servicios BRI o PRI se seleccionan para la conectividad RDSI de cada sitio según la necesidad de las aplicaciones y la ingeniería de tráfico. La ingeniería de tráfico puede requerir múltiples servicios BRI o múltiples PRI en algunos sitios. Una vez que se ha conectado a la estructura RDSI a través de las interfaces BRI o PRI, se debe implementar el diseño de los servicios extremo a extremo de RDSI.

El loop local de BRI termina en la terminal del cliente en un NT1. La interfaz del loop local en el NT1 se denomina punto de referencia U. En las instalaciones del cliente del NT1 se ubica el punto de referencia S/T. La figura muestra una instalación BRI típica.

Hay dos tipos comunes de CPE RDSI para los servicios BRI: Routers LAN y TA de PC Algunos dispositivos de BRI ofrecen NT1 integrados y TA integrados para teléfonos analógicos.

Los routers LAN RDSI suministran enrutamiento entre la BRI RDSI y la LAN mediante enrutamiento por llamada telefónica bajo demanda (DDR). DDR establece y envía llamadas conmutadas por circuito de forma automática, suministrando conectividad transparente hacia sitios remotos basándose en el tráfico de networking. DDR también controla el establecimiento y el envío de canales B secundarios basándose en umbrales de carga.

Se utiliza PPP multienlace para suministrar ancho de banda agregado al utilizar múltiples canales B. Algunas aplicaciones de RDSI pueden requerir que el usuario de SOHO asuma control directo sobre las llamadas RDSI.

Los TA de PC se conectan a las estaciones de trabajo de PC ya sea por el bus de PC o de forma externa a través de los puertos de comunicación (como RS-232) y se pueden utilizar de forma similar a los módems analógicos externos e internos (como V.34).

Los TA de PC pueden suministrar control directo a un solo usuario de PC sobre el inicio y el envío de una sesión RDSI, lo que es similar al uso de un módem analógico. Se deben suministrar mecanismos automatizados para soportar la adición y eliminación del canal B secundario. Las tarjetas de PC Serie 200 de Cisco pueden suministrar servicios RDSI a un PC.

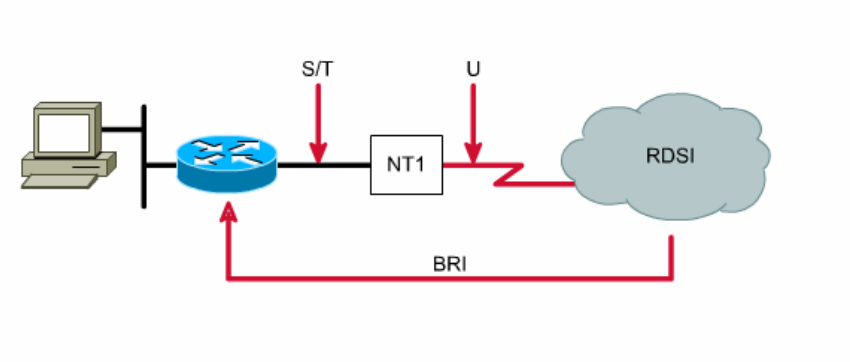


Figura 10: Establecimiento de conectividad BRI. Fuente: ***CISCO – JUN 09***.

2 - Tecnología xDSL

Se denomina Digital Subscriber Line (DSL), a todas las tecnologías que permiten la transmisión de información digital sobre pares de cobre y tienen alcance limitado por la resistividad propia del par de cobre, son sensibles a interferencias de RF y a tensiones inducidas. Todas las tecnologías DSL implican el uso de pares de modems. Es una tecnología no conmutada, no requiere la actualización de la central telefónica y los modems de central son independientes del switch.

Nace como un desarrollo en 1995 Requerido por British Telecom para brindar servicios de (Voz + Datos + Video) en Londres, a los principales hoteles pero utilizando la misma red de cobre disponible en la ciudad.

2.1 - Alternativas xDSL

Se diferencian por la velocidad de transmisión y la cantidad de pares de cobre que emplee:

1. HDSL - High Data-Rate Digital Subscriber Line.
2. SHDSL - Single-Line Digital Subscriber Line.
3. ADSL - Asymetric Digital Subscriber Line.
4. VDSL - Very High Data rate Digital Subscriber Line.

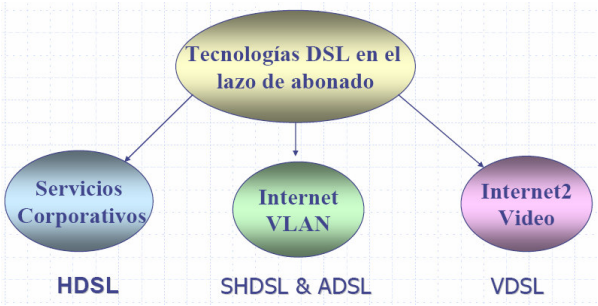
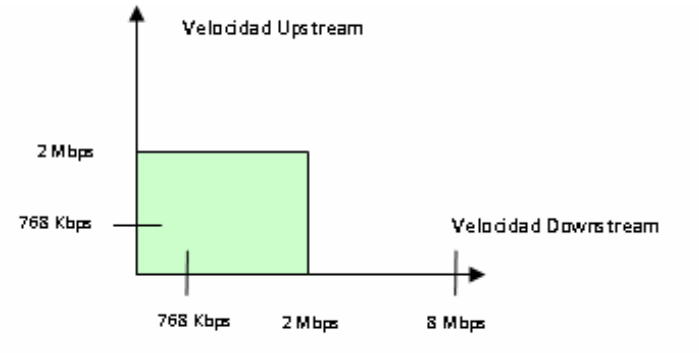


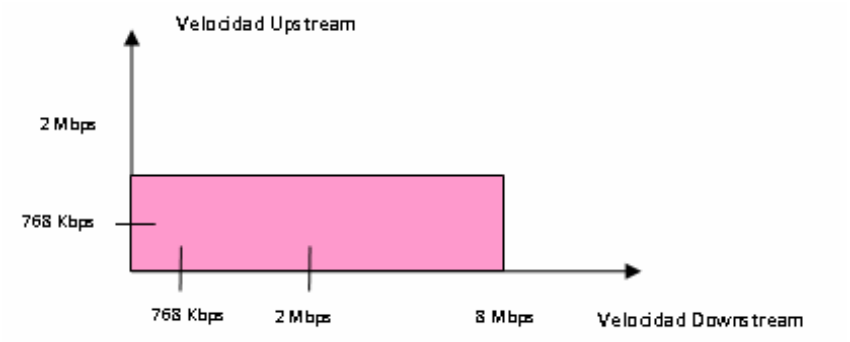
Figura 11: Variantes del DSL. Fuente: ***IPLAN – Sep 02***.

1. HDSL: (1,544 Mbps - 2 Mbps Duplex), emplea 2 pares de cobre y posee un alcance de 4 Km (aprox.).



2. SHDSL: (1,544 Mbps - 2 Mbps Duplex), emplea un solo par de cobre.

3. ADSL: (1,5 a 8 Mbps down / 16 Kbps a 1 Mbps up), emplea un solo par de cobre. Posee un alcance hasta 3 Km (aprox.).



El sistema ADSL crea tres canales de información:

1. Un canal bidireccional POTS (Plain Old Telephone Service).
2. Un canal descendente de alta velocidad de 1,5 a 8 Mbps.
3. Un canal ascendente de velocidad media de 16 Kbps a 1 Mbps.

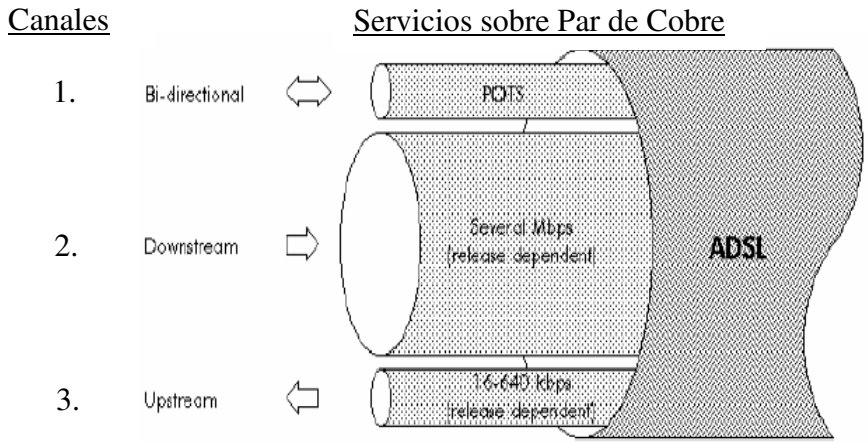


Figura 12: Canales del ADSL. Fuente: ***IPLAN – Sep 02***.

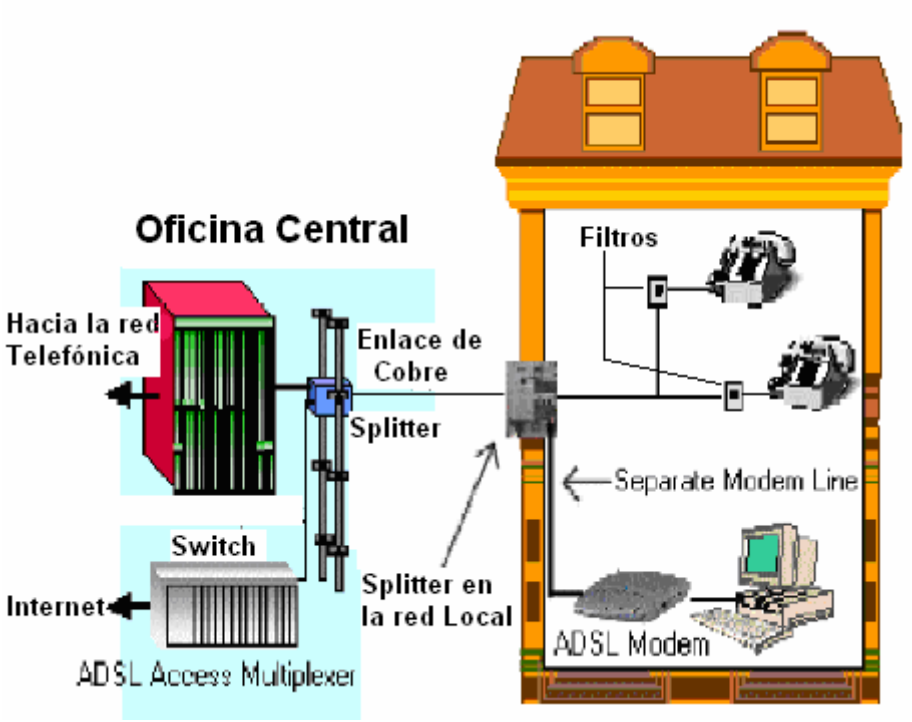
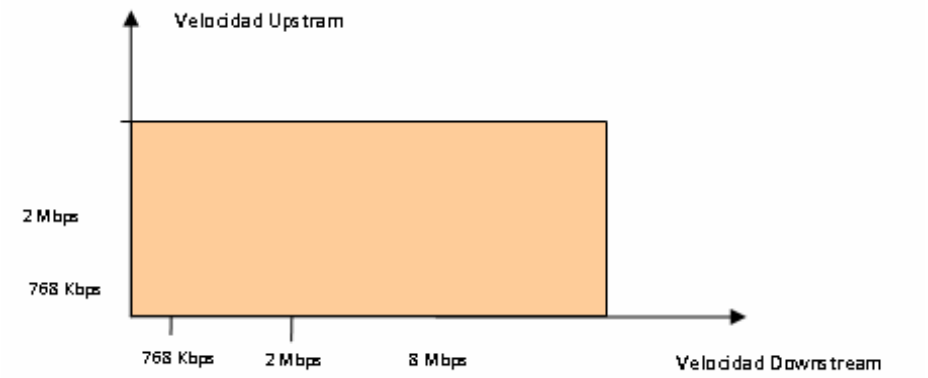


Figura 13: ADSL - El lazo de abonado. Fuente: ***IPLAN – Sep 02***.

4. VDSL: (13 a 52 Mbps down / 1,5 a 13 Mbps up), emplea un solo par de cobre y con un alcance de hasta 1,5 Km (aprox.).



Alcanza velocidades máximas de 52 Mbps downstream y 13 Mbps upstream (a 300 mts). Requiere una arquitectura de red híbrida fibra-cobre FTTC (Fiber to the Curb). La fibra se extiende desde la OC hasta la Unidad de Red Óptica (ONU), a partir de las ONUs salen los pares de cobre hasta el domicilio del abonado.

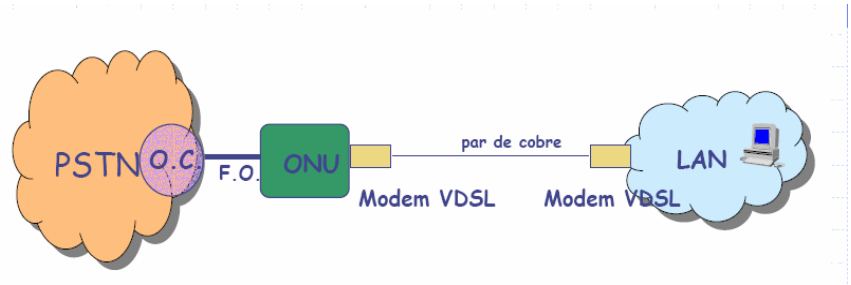


Figura 15: Diagrama de conexión - VDSL. Fuente: ***IPLAN – Sep 02***.

2.2 - Velocidades y alcances – VDSL:

Velocidades downstream	Límites de distancia
12.96 – 13,8 Mbps	1500mts
25,9 – 27,6 Mbps	1000 mts
51,84 – 55,2 Mbps	300 mts

2.3 - La red - Segmentos funcionales

Los elementos funcionales que componen la red:

- **CPE:** Dispositivos en el domicilio del cliente.
- **NAP:** Compuesto por la red de acceso propiamente dicha y el backbone de transporte. Los equipos que forman parte del NAP son el DSLAM, Agregador de Servicios y los equipos propios del backbone (routers, switches, etc.).
- **NSP:** Proveedores de servicios con sus respectivas redes (ISPs, ASPs, empresas, etc.).

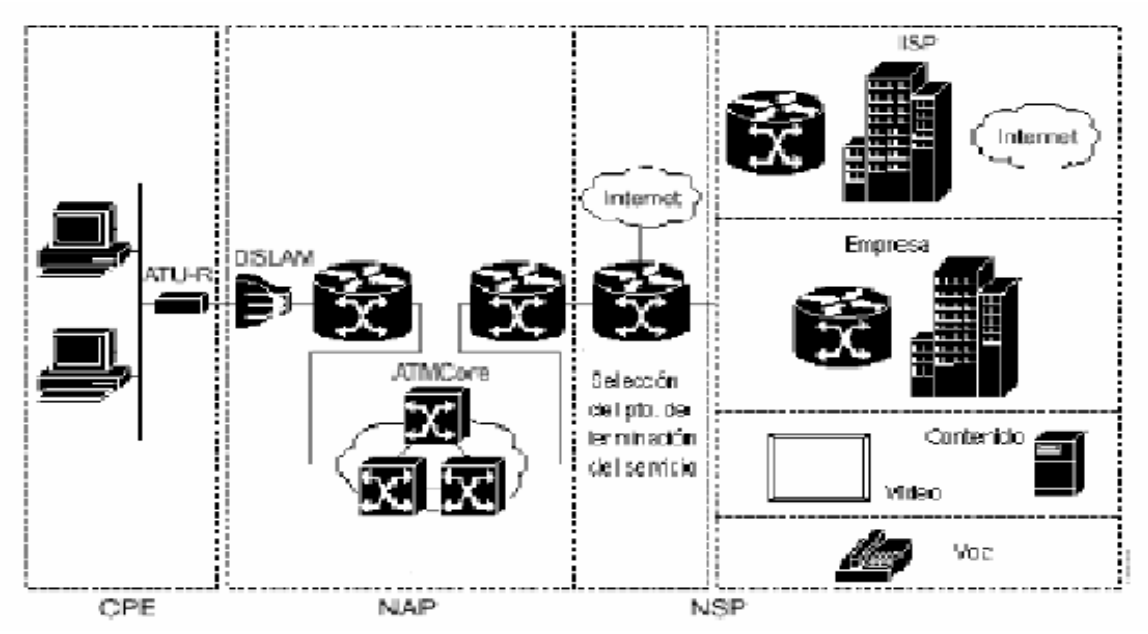
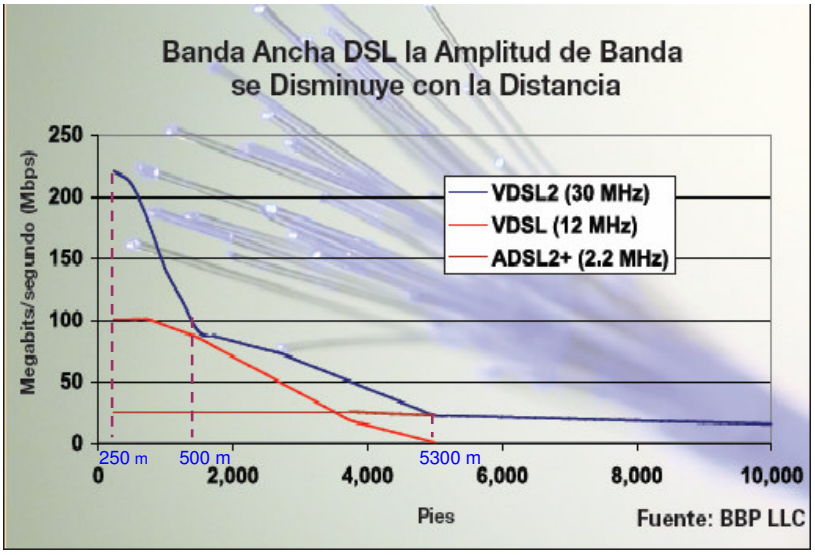


Figura 14: Disposición de los elementos que componen la red. Fuente: ***IPLAN – Sep 02***.

2.4 - Distancia vs Ancho de Banda

Existe una marcada diferencia entre la distancia y la disponibilidad del ancho de banda cuando se usa cobre.

El VDSL2 puede conducir una señal de más de 200 Mbps, pero únicamente por aproximadamente 250 mts. A una distancia de 500 mts., puede conducir una señal de únicamente 100 Mbps. En una milla de distancia, puede proporcionar sólo aproximadamente 30 Mbps. Y ese es un límite teórico. En la práctica, el verdadero ancho de banda es menor por problemas de aislación de los pares de cobre Cross Talk (NEXT y FEXT), e interferencias de Radio Frecuencia (CB 27 MHz).



2.5 - Servicios de Valor Agregado sobre tecnologías de Cobre / VDSL / Fibra.

La ampliación del ancho de banda trae aparejado un gran abanico de posibilidades de Servicios de Valor Agregado (SVA).

Los cambios más importantes van relacionados con el aumento de la velocidad de transferencia de datos, lo que convierte a esta tecnología en la de mayor interés para el abonado que cuenta con una red metálica para la provisión de servicios.

- **IPTV**
- **Alta velocidad de acceso en Banda Ancha** (>10Mb)
- **Líneas VOIP** (voz sobre IP).
- **Paquetes Primarios de TV Broadcast** (grilla de canales)
- **Paquetes Secundarios** (Temáticos, Premium, Adultos, etc.)
- **VoD** (Video on demand)
- **AoD** (Artista on demand)
- **GoD** (Games on demand)
- **PPV** (Pay Per View)
- **Canales de Música**
- **Time Shifted**
- **Network Personal Video Recorder** (con capacidad predefinida y ampliable)
- **Guía de Programación en Pantalla** (EPG)

- **Control Parental**
- **Selector de Idiomas**
- **Walled Garden** (Web TV)
- **HDTV** (tanto en canales como en PPV o VOD)
- **Peer to Peer** (Redes internas entre hogares)
- **Broadband Internet**
- **Online Gaming**
- **Video Conferencia**
- **Photo / Video Sharing**
- **Video Telephony**

2.6 - Soluciones alternativas para extender los límites de distancia sobre la red de Cobre.[1]

2.6.1 - Proyecto "ADSL EXTENDER"

Problemática

- En muchos casos no es posible alcanzar el ancho de banda requerido o contratado, debido a las limitaciones de la planta externa de cobre.
- En otras, el cliente se encuentra ubicado más allá de los límites definidos para los accesos xDSL (área de cobertura).

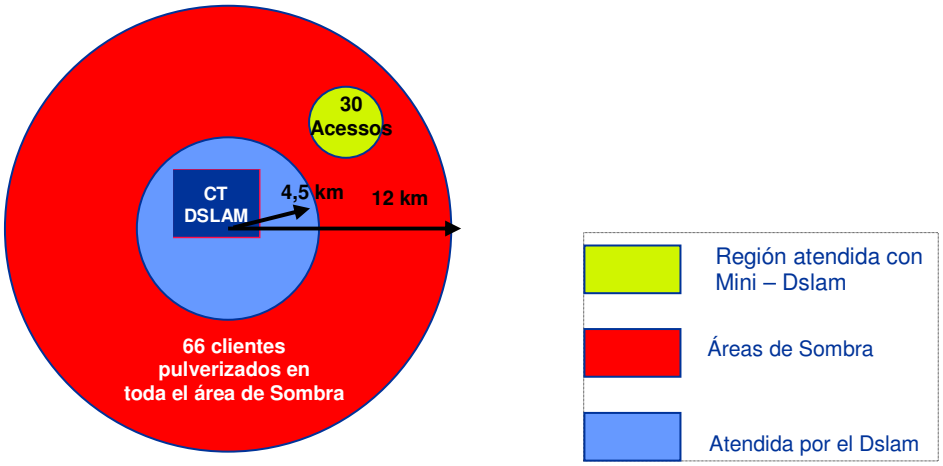
El Objetivo es atender a estos clientes que están a una distancia por encima del recomendado para el buen funcionamiento del servicio de Banda Ancha.

Las condiciones técnicas de la línea del cliente y la propia tecnología ADSL, son limitantes para que sean instalados subscriptores de más de 4,5 Km. de las centrales Telefónicas.

La demanda por servicios ADSL es creciente y actualmente muchos usuarios están fuera del radio de atención. Muchas veces la baja concentración de usuarios, no justifica las inversiones para proveer accesos ADSL a esas localidades, a través de soluciones actualmente existentes.

[1] Proyecto "ADSL Extender", Telecomunicaciones de Sao Paulo S.A., Agosto del 2008.

2.6.2 - Atención con DSLAM y Mini – DSLAM



- Radio de servicio hasta 12 Km. de la CT (Central Telefónica), a través de la combinación de DSLAM + Mini - DSLAM.

- En un escenario con baja demanda de por ejemplo, 96 accesos en toda área de sombra, sería escogida la región como mayor concentración de subscriptoras para instalación de un Mini - DSLAM (por ej. 30 accesos) y los demás clientes no serían atendidos (los 66 accesos restantes).

- Alta inversión en redes ópticas e infraestructura, tales como:

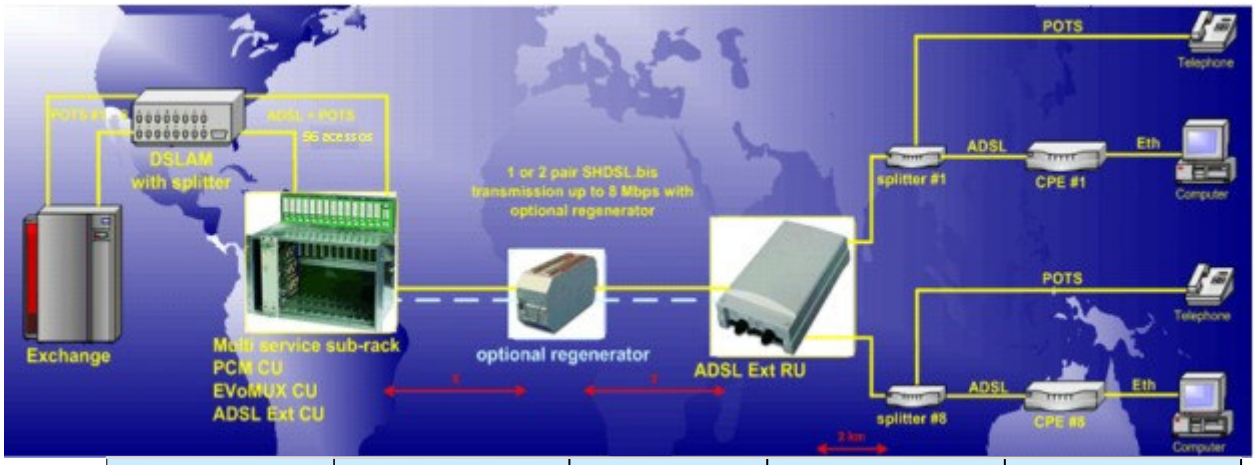
    1. Construcción de Redes de Fibra Óptica.
    2. Inversión en Mini-DSLAM.
    3. Punto de Energía Eléctrica.
    4. Coste de Mano de Obra.

- Tiempo de activación relativamente elevado.

- Imposibilidad de reorganización de la solución.

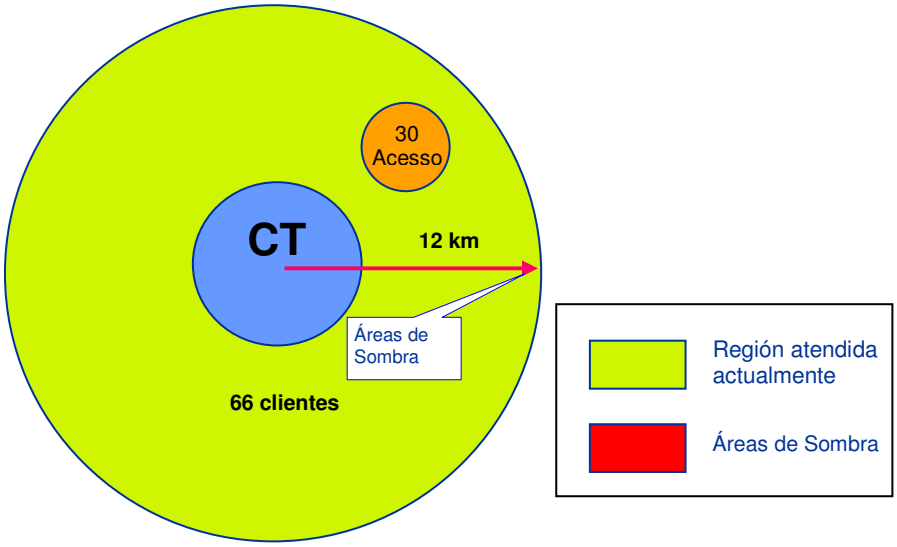
- Necesidad de autorizaciones de órganos públicos.

2.6.3 - Solución Propuesta con "El ADSL Extender".



SHDSL bit rate (Kbps)	SHDSL line code	PSD BW (*) (kHz)	SHDSL distance w/o Repeater ('X' km)	SHDSL distance w/ Repeater ('2X' km)
2x 2300	PAM 16	383	4.6	9.2
2x 3072	PAM 32	384	4.0	8.0
2x 4096	PAM 32	512	3.3	6.6
2x 5696	PAM 32	640	2.5	5.0

(PSD BW = bandwidth of the used power spectrum. Transmission distances are based on noiseless ETSI PE04 cable model.)



- Radio de atención de hasta 12 Km. de la CT.
- Radio de atención complementaria de hasta 12 Km. a partir del Mini - DSLAM.
- Escenario de atención descentralizada (independiente de demanda).
- Bajo inversión en infraestructura:

    1. Tele-alimentado

2. Utiliza la infraestructura existente.
3. Utilización de la Mano de Obra existente para implantación y mantenimiento del sistema.

- Tiempo de servicio, hasta 4 horas.

2.6.4 - Aplicaciones y Beneficios

Proveer servicio ADSL para clientes que no son atendidos por los DSLAM o Mini - DSLAM, particularmente en áreas de baja demanda.

- Áreas donde debido al elevado tiempo de implantación de la solución Mini - DSLAM, sea interesante la implantación del Extensor para garantizar el usuario.
- Viabiliza la instalación de accesos xDSL a cualquier subscriptor.
- No necesita de alimentación local, todo el sistema es tele-alimentado. La red metálica existente transporta la solución propuesta, sin la necesidad de redes ópticas o cables xDSL.
- Aplicación de la solución técnica.

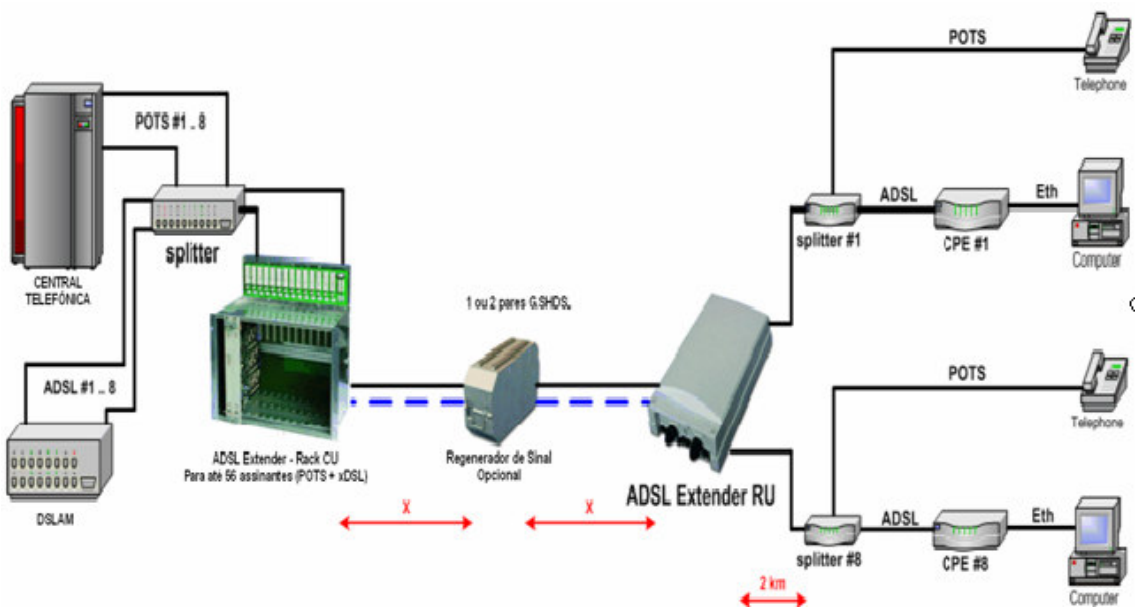
  Áreas donde la concentración de cliente sea muy baja, por ejemplo:

  - 8 subscriptores en un rayo de 2 km.
  - El subscriptor puede estar a la hasta 12 Km. de la central.

2.6.5 - Características

- Transmisión en SHDSL a través de 1 o 2 pares en hasta 2 x 5.7Mbps.
- Versiones de 2, 4 y 8 canales (usuarios), con la combinación ADSL + POTS.
- Opera en ADSL, ADSL2, ADSL2+.
- Operación transparente, funciona de acuerdo con las configuraciones del DSLAM.
- La distancia de operación puede llegar hasta 10 + 2km.
- Ajuste remoto de alimentación.
- Sistema de Gerencia Remota de la Red a través de acceso IP.

2.6.6 - Modelo utilizando del ADSL Extender



"Unidade Remota"

"Unidade Central"

2.7 - Solución utilizando "Acondicionador de Línea DSL" (TLC: Triple Stream Line Conditioner) [2]

- Producto para Planta Externa.
- Aplicación en cable aéreo, subterráneo o enterrado.
- Instalación simple en empalme.
- Se utiliza un acondicionador por cada línea.

[2] Solución propuesta por Telefónica de Chile – del Proveedor 3M, Marzo 2008.

- Alimentación eléctrica por la misma línea (no requiere de otro par) o "Power Express" (a través de un par separado).
- La alimentación "Power Express", requiere la utilización de un par adicional y conexión a -48Vcc en el MDF.
- El TLC se auto-calibra.
- Permite habilitar servicios Triple Play.

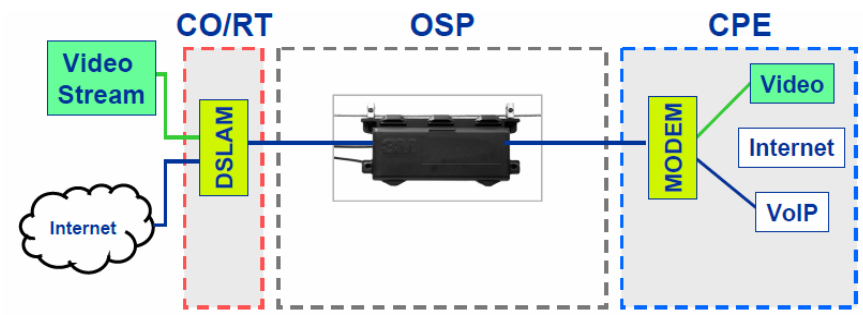
Cubiertas Protectoras para TLC

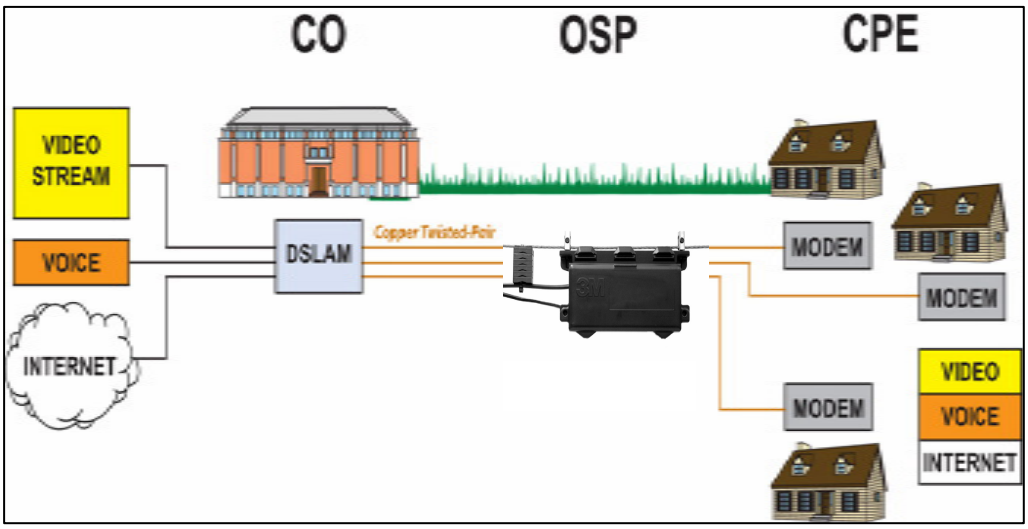
Para 1 Línea

Multilínea de 5 a 10 Pares

2.7.1 - Cómo funciona el TLC

Mediante la optimización de sus circuitos internos, permite compensar la línea por los efectos de la distancia, calibre del par y otras variables de la red de planta externa. Acondiciona la señal xDSL para maximizar la velocidad y el alcance en distancia. Mejora el ancho de banda disponible mediante el filtrado de ruido y mejoramiento de la señal. Su instalación debe realizarse en la mitad eléctrica del cable entre el DSLAM y el MODEM, requiere un mínimo de potencia eléctrica y prácticamente no causa interferencias en los pares adyacentes.





2.7.2 - Características

- Es una tecnología análoga en capa 1 (física).
- Transparente para los enlaces digitales y no afecta la compresión / codificación.
- Es compatible con xDSL y con métodos de compresión mejorados, tales como MPEG4 (para IPTV).
- Idealmente, opera con soluciones "bonded copper pair" (par limpio).
- Opera con splitters.
- Complementa la tecnología Ethernet sobre cobre.

(Ver Apéndice, pruebas realizadas con y sin TLC) [3]

2.7.3 - Observaciones

- En general, se produce un incremento del 100% del ancho de banda, después de aplicar el TLC en la línea de planta externa. En todo caso, este resultado siempre dependerá de la calidad del par intervenido.

[3] Solución propuesta por Telefónica de Chile – del Proveedor 3M, Marzo 2008.

- En los casos en que el ancho de banda inicial es cero (no sincroniza), al instalar el acondicionador, se logra establecer un ancho de banda que permite habilitar banda ancha, dentro de los límites definidos por el proveedor (ver tabla1).[4]
- Siempre se debe intervenir la planta externa (realizar o intervenir empalme) para instalar el dispositivo en el par que se requiere acondicionar, con los costos que este trabajo implica.
- La instalación es simple, rápida y limpia, sin embargo, para los casos en que se intervenga un cable presurizado, se debe tener especial cuidado de evitar que queden fugas de presión, asegurando la hermeticidad de la mufa.
- Se puede instalar tanto en cables aéreos como subterráneos.
- Para los casos donde no se exceda un valor de loop de 1050 ohms, para los calibres AWG 26, 24 y 22, el dispositivo se alimenta con la tensión del servicio POTS asociado.
- En los casos en que el valor de loop exceda los 1050 ohms, para las calibres AWG 26, 24 y 22, el fabricante recomienda instalar el dispositivo con alimentación externa de -48 Vcc; en estos casos, se debe utilizar un par adicional para transportar dicha alimentación.
- El uso del TLC es incompatible con bobinas pupinizadoras y sistemas carrier, por lo que el par a acondicionar deberá estar libre de dichos elementos.

2.7.4 - Recomendaciones

- Se recomienda el uso de este dispositivo, en los casos puntuales donde se requiera incrementar el ancho de banda, tanto para servicios de Internet como de IPTV, sin realizar cambios de cables para disminuir la atenuación. **(Mínimo costo)**
- Se recomienda el uso de este dispositivo para alcanzar grandes distancias con acceso xDSL (superiores a 3 Km).
- Las distancias máximas alcanzables, para los cables de calibre AWG24 y AWG26, son las que define el proveedor y, se indican en el cuadro de distancias por calibre (ver Apéndice).
- El modelo individual presentado, dispone de dos cables separados para realizar el conexionado, uno hacia el lado red y otro para el lado cliente; se recomienda integrar

[4] Cuadro de distancias según el calibre del cable, (Apéndice).

ambos cables en un solo conjunto sellado, manteniendo la independencia de los mismos, de modo que se mantenga la característica de protección al *crosstalk*, cuyo diámetro exterior debe ser compatible (mínimo 10 mm).

- En todos los casos será necesario reemplazar elementos en el empalme afectado, por lo que se deben considerar los costos asociados, ya sea en cables aéreos o subterráneos.
- Para los casos en que se deba instalar el acondicionador tele-alimentado, se debe considerar el arreglo necesario en el MDF correspondiente, para disponer de la alimentación -48 Vcc con limitador de corriente, a un máximo que debe informar el proveedor en cada par, fusible acorde al consumo proyectado y terminación en regletas de conexión en el lado horizontal.
- Para los casos en que se deba instalar el acondicionador tele-alimentado, se debe considerar la utilización de un par adicional, el cual debe ser consignado en el sistema de reserva y asignación de planta externa.
- Todos los elementos de red adicionados y/o reemplazados, tales como dispositivos acondicionadores o mufas, deberán estar rotulados con la correspondiente etiqueta codificada de identificación del material.
- <u>Esta solución no debe ser considerada para soluciones de orden masivo</u>, sólo para casos puntuales y con estudio de ingeniería de diseño para la solución.
- La ingeniería de diseño de la solución, debe considerar la aplicación (software) proporcionada por el proveedor (Por ejemplo: 3M), para realizar los cálculos asociados.

3 - Migración de las redes clásicas hacia redes NGN (redes de nueva generación).

3.1 - Factores Claves del cambio

- El aumento de nuevos servicios e ingresos por los servicios multimedia.
- Compensación en la reducción de ingresos por voz e incremento de negocios en banda ancha.
- Reducciones de costos por la convergencia de las redes y los sistemas. Los ahorros son función del escenario de red, el estado de modernización de los equipos y la velocidad de crecimiento de los clientes.
- Simplificación de la Operación y Mantenimiento, que reduce el OPEX. Integración de las plataformas de operación, mantenimiento y formación.
- Introducción de nuevos servicios basada en la rentabilidad.
- Inter-operación con las redes existentes PSTN y las redes de otros operadores.
- Nivel de desarrollo en la accesibilidad, los servicios fijos, móviles y video
- Estado del sistema de regulación.

3.2 - Redes existentes y arquitectura

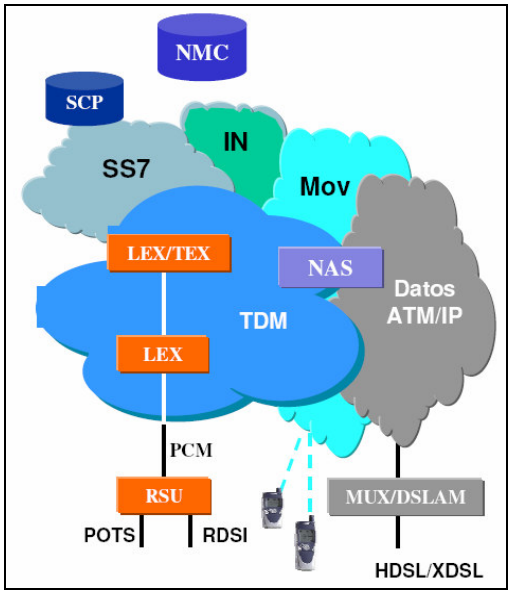


Figura 16: Diferentes Redes existentes Fuente: ***ITU/BDT - May 06***.

En la figura podemos observar que hay 5 tipos diferentes de redes para manejar los distintos servicios:

- La TDM para redes fijas y móviles en modo circuitos con caminos reservados.
- Redes SS7 y RI en modo de conmutación de mensajes.
- Red de Datos en modo paquete y protocolo convencional IP.
- Líneas alquiladas.

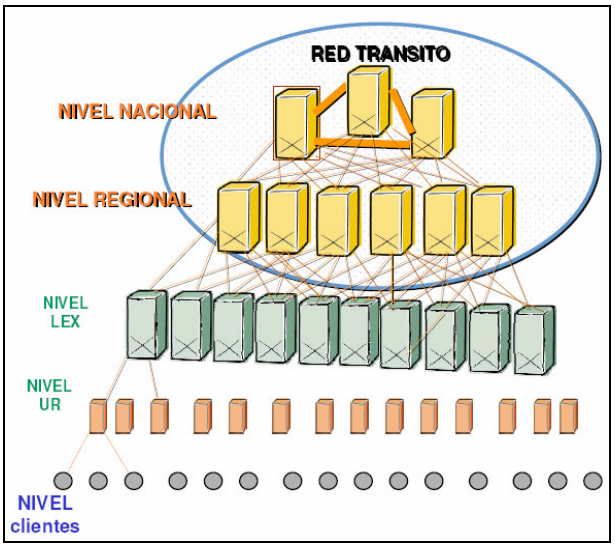


Figura 17: Topologías jerárquicas de la Red Primitiva Fuente: ***ITU/BDT - May 06***.

Topología jerárquica con 4 o 5 niveles, conectividad al nivel superior y dentro de cada nivel en función de la optimización económica. Número de nodos en función del tráfico O/D y su capacidad. Manejo de servicios, señalización y control en los nodos de central. Con Calidad garantizada.

3.3 - Desafíos para la red de transporte actual.

En la actualidad los enrutadores core IP/MPLS se encuentran desplegados en la red de core para brindar servicios de Internet IP y de IP VPN de alta calidad. El LH DWDM está orientado a brindar una gran capacidad de ancho de banda para el IP/IMPLS core. Mientras tanto, los servicios TDM serán ubicuos durante un largo tiempo, por lo tanto el OCS (Ópticas Core Switch) se mantiene disponible para el servicio TDM, grooming y los servicios de línea privada de granularidad gruesa.

En la actualidad, Metro Ethernet y NG-SDH son las tecnologías principales del networking del área metropolitana. La gran mayoría de los operadores europeos, sin embargo, aún operan sus redes ATM, DDN o FR. La tecnología emergente Metro WDM es reconocida como una solución para la escalabilidad de la red Metro o local y el planeamiento GbE (Giga Bits Ethernet).

La mayoría de los operadores se enfrentan con la coexistencia y mantenimiento de múltiples conjuntos de redes portadoras. Incluso puede requerir redes específicas para portar diferentes servicios para el networking IP. Algunos de los operadores pueden estar operando una red IP pública y una red IP privada al mismo tiempo. Mientras tanto el Triple Play se vuelve popular, deberán construir una red adicional para el envío del servicio de video.

Como resultado, muchos operadores esperan que las redes de transporte basadas en arquitectura ALL IP gestionen varios tipos de servicios orientados hacia IP.

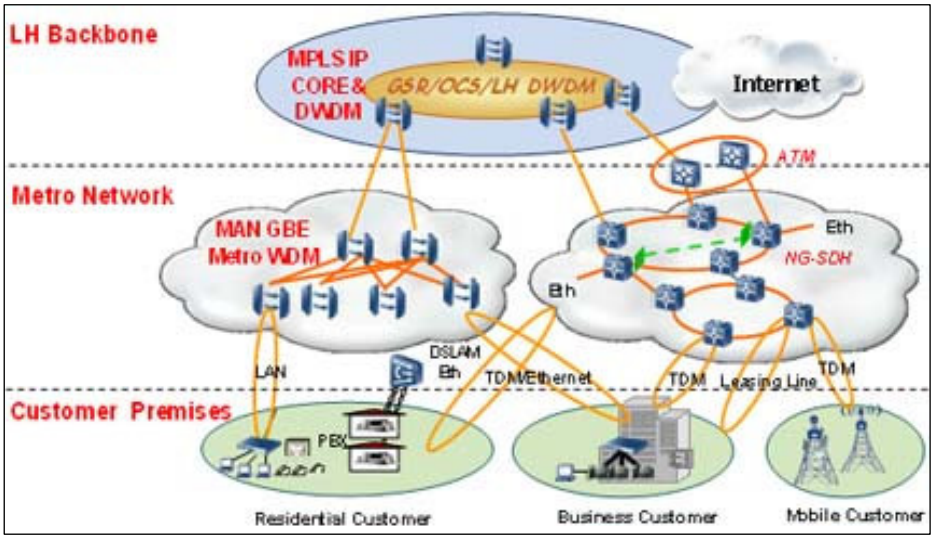


Figura 18: Red Portadora Actual. Fuente: ***Huawei - Jul 07***

3.4 - Requerimientos para la transmisión durante la evolución de la red de servicio

Para la mayoría de los operadores de red, especialmente los operadores móviles, la red de transporte se considera una inversión indispensable para el funcionamiento del servicio.

La red de transporte que evidencia un servicio de crecimiento rápido pero flexible y una excelente capacidad de adaptación a las redes de servicios, es crucial para el envío

de los servicios rápidos y la reducción de OPEX. Cuando se considera la construcción de la red de transporte, lo que más preocupa a los operadores es que estas posean: una excelente adaptabilidad a los servicios actuales y futuros y una ventaja en aumento de la relación precio/rendimiento.

En el futuro, los operadores intentarán brindar servicios de banda ancha, móviles, de línea privada, así como el servicio ICT y los servicios de valor agregado derivados.

La red de acceso a banda ancha le permite a los abonados acceder por medio de ADSL, ADLS2+, LAN y Cable.

Una red de acceso múltiple que soporta acceso de fibra, cable e inalámbrico (redes HFC); se tornará realidad como el resultado de las regulaciones de la desagrupación de precios, la competencia de los operadores de cable y el Triple Play emergente.

La gran competencia traerá como consecuencia una demanda mayor de ancho de banda y un envío más rápido. La red de acceso de nueva generación será construida de manera más "óptica", dejando de lado al cobre. Por ejemplo, al acceder con FTTX + VDSL2, FTTH y otros modos basados en las fibras ópticas, el ancho de banda de acceso de cada abonado aumentará de 1,5 a más de 30 Mbits. En la actualidad, algunos operadores importantes de Europa se jactan de construir FTTX y montan nodos DSLAM al costado de calles o pasillos conectados a la CO DSLAM. Para poder brindar a cada abonado un ancho de banda de 30 a 50 Mbits, la capacidad de conmutación del equipo DSLAM en CO aumentará de 100 a 400 Gbits. Además, el CO DSLAM brindará interfaces de enlace ascendente de mayor velocidad que pueden alcanzar los 10 GbE. Además se mejorará la capacidad de procesamiento IP. Las funcionalidades como MPLS, H-QoS y la concientización del servicio estarán integradas en los nodos de acceso CO. Las cajas de pasillos o calles se caracterizarán por el suministro de energía remoto y el mantenimiento y adaptabilidad a los entornos externos. En la situación de la demanda creciente de ancho de banda, IP o Metro Ethernet sobre la fibra ya no es una manera económica de considerar la limitación de la capacidad y la complejidad de la gestión y el mantenimiento. En cambio, la red WDM basada en las tecnologías OTN / xWDM superan a otras en términos de servicios grooming y capacidades de protección y se trasladarán a la capa de acceso con una ventaja máxima de precio/rendimiento.

Para la red de core móvil 2G ó 3G, es inevitable que los dominios CS y PS estén basados en IP. La tecnología portadora de IP se volverá crucial para el dominio IMS de la nueva generación y el dominio del servidor. Por lo tanto, los equipos OTN/ WDM alineados con los enrutadores IP/MPLS serán la elección de los operadores móviles para

construir las redes portadoras core móviles. En la red de acceso, 3G, 3GR99 y 3GR4/R5 coexistirán en los próximos 5 a 10 años, causando un desorden de múltiples tipos de interfaces como E1, ATM y Ethernet. En la actualidad, el MSTP es la solución más efectiva para la capa de acceso. Se puede ver que los equipos de acceso como IP-RAN y E-NodoB tendrán más interfaces IP durante la evolución de las redes ALL IP. Lo anterior desafía a la red portadora con IP céntrico y es compatible con todos los tipos de flujo de tráfico con un requerimiento mayor de rendimiento. La red de transporte de paquetes (PTN) resaltada por T-MPLS o PBT ha sido un gran tema de debate del Foro de Metro Ethernet. A medida que la tecnología de transmisión de paquete madura y evoluciona de la red MSTP existente a PTN se convierte en una buena opción para los operadores de redes móviles.

La red privada se caracteriza por escenarios de aplicación más complejos junto con la coexistencia de varias líneas privadas basadas en un número de tecnologías como SDH/SONET, ATM/FR, L3 VPN, L2 VPN o VPLS, WDM, etc. Los requerimientos completamente diversos de confiabilidad y costo se imponen sobre servicios de líneas privadas diferentes. Por ejemplo, un banco u organización financiera requiere una gran confiabilidad de hasta 99.999% y múltiples soluciones de backup. Mientras que las compañías pequeñas y medianas (PYMES) muestran más preocupación sobre el costo que por la calidad. Como resultado, para cumplir con los requerimientos para los servicios de línea privada, los equipos de transmisión deben brindar SLA y adaptarse a los entornos de multi-servicios. Las tecnologías de red de transporte conmutadas de paquetes de nueva generación son cruciales para soportar la tecnología PWE3 y GMPLS que presenta la protección Mesh y el aprovisionamiento de extremo a extremo rápido.

3.5 - Red de Transporte orientada a ALL IP

La red portadora de nueva generación se divide en red de acceso ubicuo, red de transporte de paquete Metro, MSCG y paquete core.

1) Red de acceso ubicuo: La demanda de comunicación puede clasificarse en dos categorías: Comunicación en cualquier momento que debe realizarse por medios inalámbricos. Comunicación de alta calidad como TV de alta definición y alta fidelidad,

etc. Se supone que el envío de comunicación de alta calidad se verá asegurado por medio del uso de fibra óptica. La habilidad para establecer una conexión en cualquier momento y en cualquier lugar es una de las características de la red de acceso ubicuo que ofrece mayor ancho de banda y movilidad. Además, la red de acceso ubicuo debe ser consciente del servicio y brindar un ancho de banda diversificado para satisfacer las diferentes necesidades de abonados.

2) Red de transporte de paquete Metro: Para los operadores, una red de transporte de paquete Metro, debe brindar un máximo de ventajas en la relación precio/rendimiento y capacidad de portador del servicio. Esta red de transporte incluye dos tipos de equipos. Uno es el equipo WDM/OTN, el cual sirve para transmitir servicios de granularidad gruesa a bajo costo. El WDM/OTN es propicio para los servicios de banda ancha y servicios de línea privada de gran granularidad. El otro es un equipo PTN, que soporta la conmutación en paquete pero presenta una conexión orientada y brinda rendimiento del tipo SDH. Los objetivos PTN en entornos multi-servicio, recaen en las habilidades para soportar una transmisión TDM y convergencia de servicios de granularidad fina, así como la sincronización de reloj. Este tipo de equipo se aplica para la red móvil portadora y servicios de línea privada de granularidad fina.

3) Gateway de Control de Multi-Servicio: Se utiliza para la distribución y gestión de servicios, incluyendo la autenticación del abonado, identificación, la funcionalidad de seguridad como Firewall y DPI. Algunos operadores prefieren instalar diferentes equipos gateway como BRAS, VoIP e IPTV para enviar servicios diferentes. Sin embargo, en una red que se basa en la experiencia de usuario, una arquitectura de equipo unificada es la mejor elección para brindar las funciones de gateway de control de multi-servicios (MSCG), junto con un framework IMS integrado y NASS/RACS para terminales de control, de ancho de banda y parámetros de servicios, reducción de CAPEX y OPEX (la configuración unificada simplifica la operación y el mantenimiento).

4) Red de core de paquete: Se ensambla por medio del OTN/ROADM que permite equipos WDM y enrutadores Tera-bit. Esta red realiza las funcionalidades de los servicios grooming y de la transmisión. GMPLS será un plano de control unificado para OTN/ROADM y equipos de datos que beneficiarán el aprovisionamiento del sistema, la

confiabilidad de la red y OAM coordinando todas las capas TDM, sub-longitud de onda y longitud de onda. Los operadores tradicionales se centran en el acceso de última milla para obtener crecimiento sostenible de ingresos y ganancias como resultado de un incremento de abonados y de tráfico. Sin embargo, tal vez deban transformar a proveedores de canales a medida que la red actual evoluciona hacia la red ALL IP. Un punto de control estratégico se utiliza para enviar canales diversificados de extremo a extremo sujetos a las categorías de servicio y luego brindar información integrada. En total, la concientización del servicio, los canales diversificados junto con la conexión de extremo a extremo y la gestión comprenden el objetivo de la red de nueva generación.

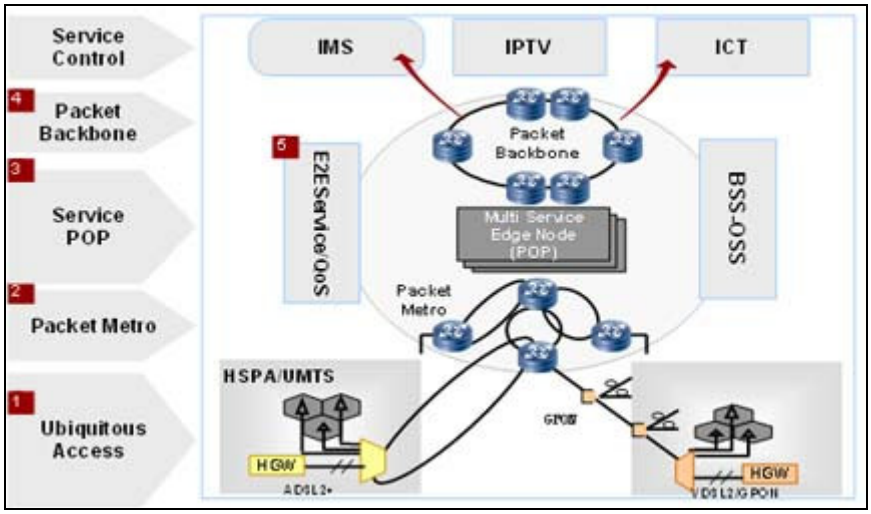


Figura 19: Red Portadora All IP. Fuente: ***Huawei - Jul 07***

3.6 - Prospecto de la red de transporte de nueva generación

La red ALL IP contiene una variedad de tecnologías en distintas capas como WDM, OTN, Ethernet, MPLS e IP, etc. Los operadores pueden confundirse al elegir una solución adecuada para sus redes de transporte cuando se encuentran rodeados por distintos tipos de tecnologías de networking. Se reducirán los errores al elegir el equipo si se presta atención a los siguientes dos aspectos: Si una red de transporte presenta una gran capacidad de adaptación para las redes de servicio actuales y del futuro, o si ofrece una buena ventaja de relación precio/rendimiento.

El WDM de nueva generación basado en OTN es una tecnología clave en el curso de la evolución hacia la red portadora ALL IP. Una red OTN/WDM realiza las funcionalidades de aprovisionamiento, grooming y protección de los servicios de

longitudes de onda y sub-longitudes de onda, así como el networking Meshed. Por lo tanto, podrá cumplir con los requerimientos de la red de core para un gran ancho de banda, networking flexible, alta eficacia y una significativa mejora en la confiabilidad. En el futuro, la red OTN/WDM puede extenderse hasta la capa de acceso Metro para cubrir la demanda, aumentar el acceso a ancho de banda.

Como resultado, OTN/WDM construirá la tercera red de extremo a extremo desde el acceso al core, siguiendo los pasos de SDH e IP.

El equipo PTN derivado de MSTP es otro componente principal de la red de nueva generación. Soporta una evolución sin problemas hacia la red de nueva generación concentrándose alrededor de T-MPLS o PBT, y brindando una red orientada hacia la conexión que soporta rendimiento de extremo a extremo de tipo SDH. La evolución de MSTP a PTN, es una forma rentable para los servicios de línea privada o móvil que necesitan TDM e IP, incluso interfaces ATM durante un largo período.

En la próxima red portadora, IP/MPLS se utilizará para procesar servicios en la capa core, PTN accederá y convergerá servicios de granularidad fina. OTN/WDM sirve como una red de transporte de extremo a extremo.

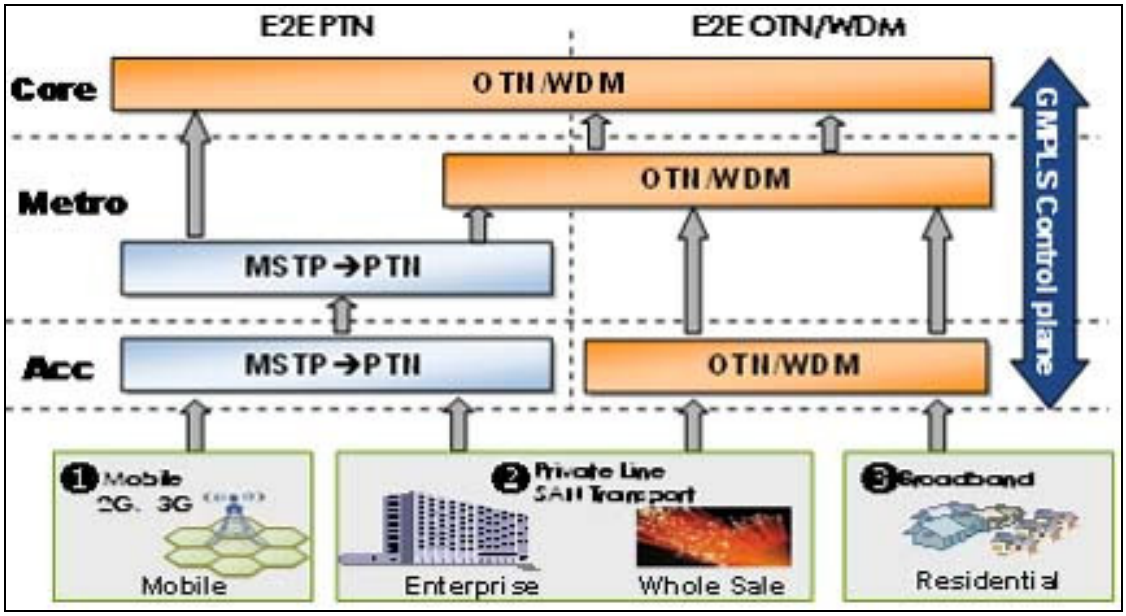


Figura 20: Red de transporte orientada a All IP. Fuente: ***Huawei - Jul 07***

3.7 - Pasos de migración y marco temporal a ser analizados para cada contexto de país.

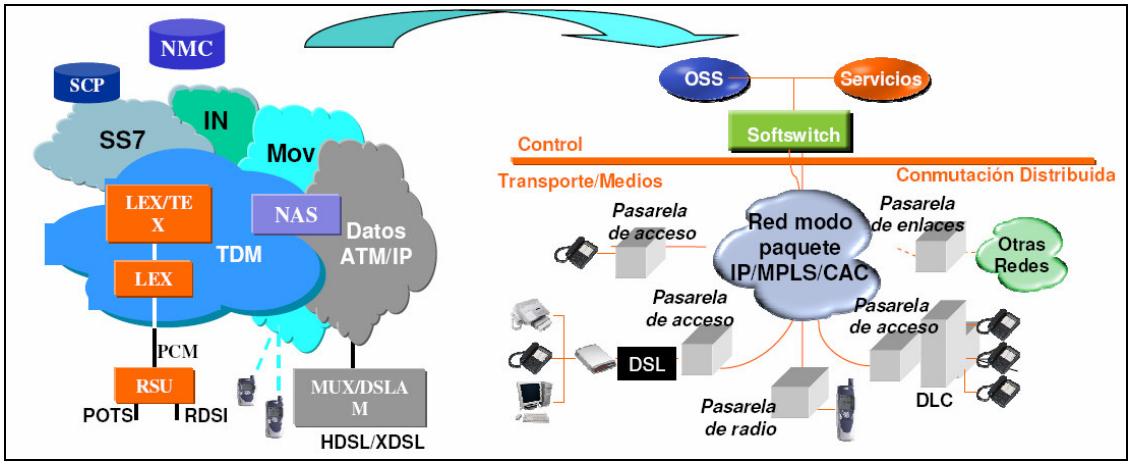


Figura 21: Topología del escenario tradicional y la red objetivo (a). Fuente: ***ITU/BDT - May 06***.

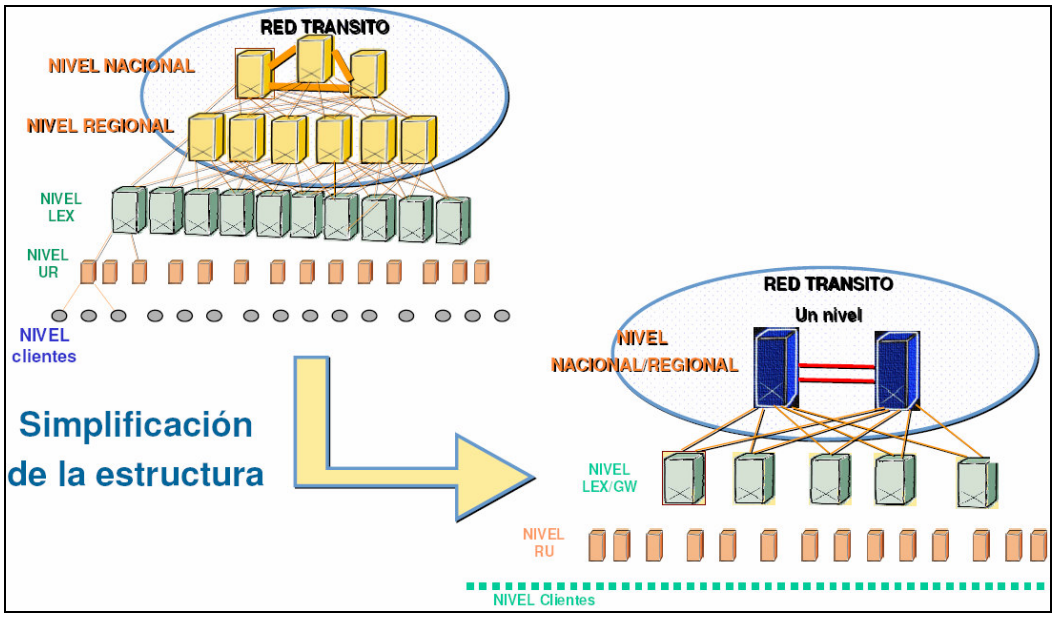


Figura 22: Topología del escenario tradicional y la red objetivo (b). Fuente: ***ITU/BDT - May 06***.

3.8 - Accesos.

El Acceso está condicionado por el costo de la infraestructura física y el tiempo de desarrollo:

- Desarrollo rápido del despliegue de DSL y los servicios multimedia.

- FO más cerca del cliente siempre que se despliegue nueva planta externa o se renueve la existente.
- Nuevas tecnologías radio para los escenarios de baja densidad.
- Bucle local más corto que en redes clásicas para permitir las capacidades de servicios Multimedia.

3.9 - Evolución de arquitectura de Acceso

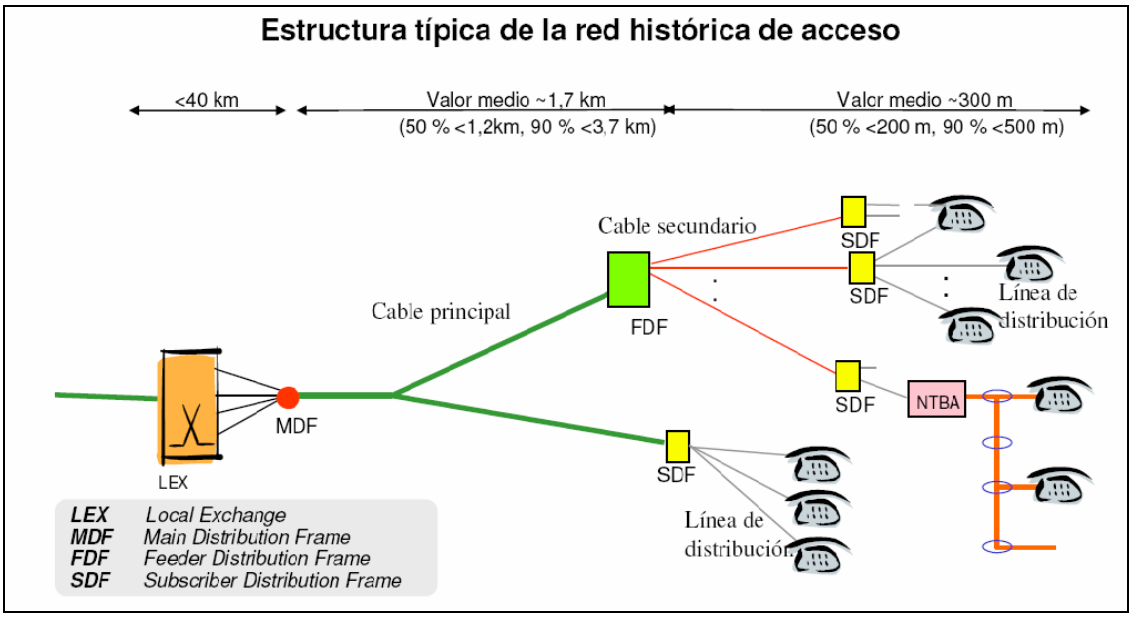


Figura 23: Solución de cable - Arquitectura. Fuente: ***ITU/BDT - May 06***.

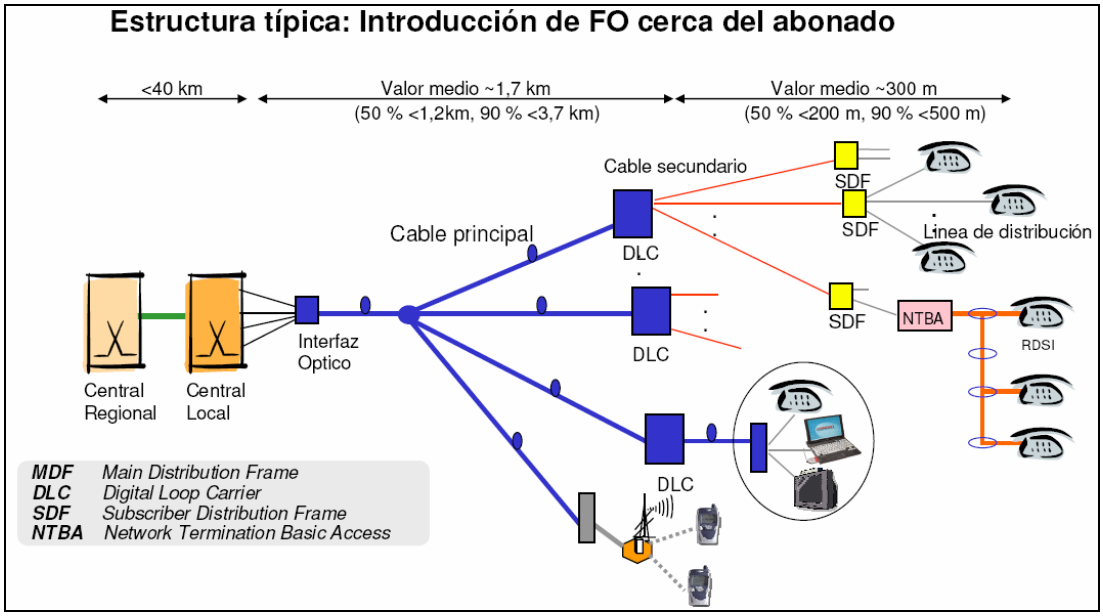
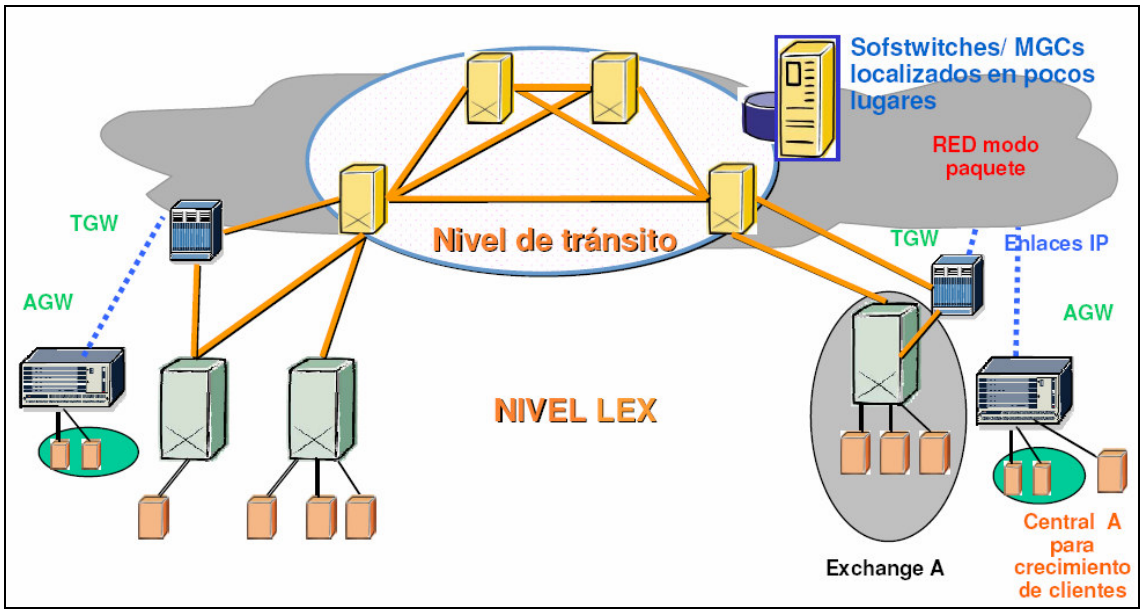


Figura 24: Solución con Fibra Óptica - Arquitectura. Fuente: ***ITU/BDT - May 06***.

3.10 - Condicionamientos de la arquitectura

Local: (condicionada por las inversiones en migración de funciones y la interoperabilidad).

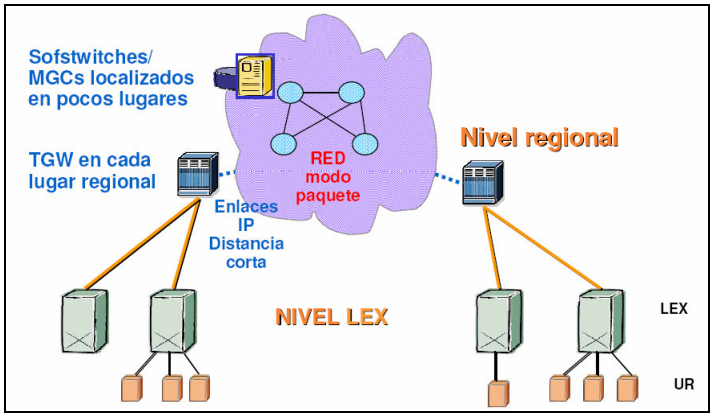
Cambiar desde la conmutación y control integrados a la separación de medios y control. La introducción de Servicios Multimedia en todas las áreas. Optimización del número y localización de nodos e interfaces entre las redes existentes y la nueva. Requiere largos plazos de tiempo e inversiones debido a la variedad de geo-escenarios y distribución geográfica.



En el Núcleo: **(condicionada por la alta capacidad y el nivel de protección.)**

Despliegue en Overlay para cobertura de todas las regiones. Necesidad de despliegue rápido para asegurar soluciones homogéneas extremo a extremo. Fuertes requerimientos de alta calidad, protección, diversidad de rutas y supervivencia. Importancia de la optimización en la localización e interconexión.

(a)



(b)

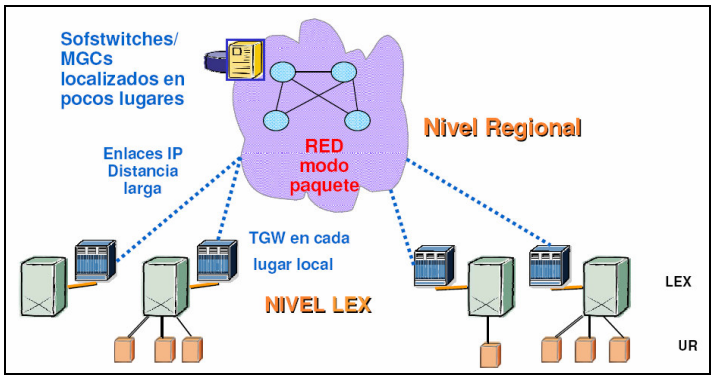


Figura 25: Conexión en el Núcleo, (a) con un TGW en c/lugar regional, (b) con un TGW en c/lugar local. Fuente: ***ITU/BDT - May 06***.

3.11 - ¿Donde comenzar y como coordinar la migración?

Necesidad de optimizar la evolución global de la red; técnica y económicamente.

A. "Consolidación" de red

Optimización en costo de la red:

- Reducción de nodos e incremento de su capacidad.
- Despliegue de ADSL y acceso a multi-servicios.

B. Expansión de red

Solución NGN:

- "Cap and Grow"; mantener la red existente y crecer la demanda nueva con equipo NGN.

C. Sustitución de la red

Equipos TDM obsoletos (al fin de su ciclo de vida)

- Sustitución gradual: implica coexistencia de las dos tecnologías IP.
- Sustitución acelerada: en un periodo corto de transición a IP

3.12 - Impacto global de la evolución en el CAPEX y OPEX de la red

El CAPEX global de TDM y NGN es similar, en NGN en los primeros años esta inducido por la cobertura geográfica. Los sistemas de acceso representan una gran parte del CAPEX (valores similares en TDM y NGN).

El OPEX en NGN tiende a ser inferior, no hay primario de cobre. Los escenarios de migración tendrán una mezcla de OPEX en TDM (base instalada) y OPEX en NGN (sustitución y crecimiento). Tiene un impacto significativo de ahorro en costo de mano de obra debido a la convergencia de operaciones.

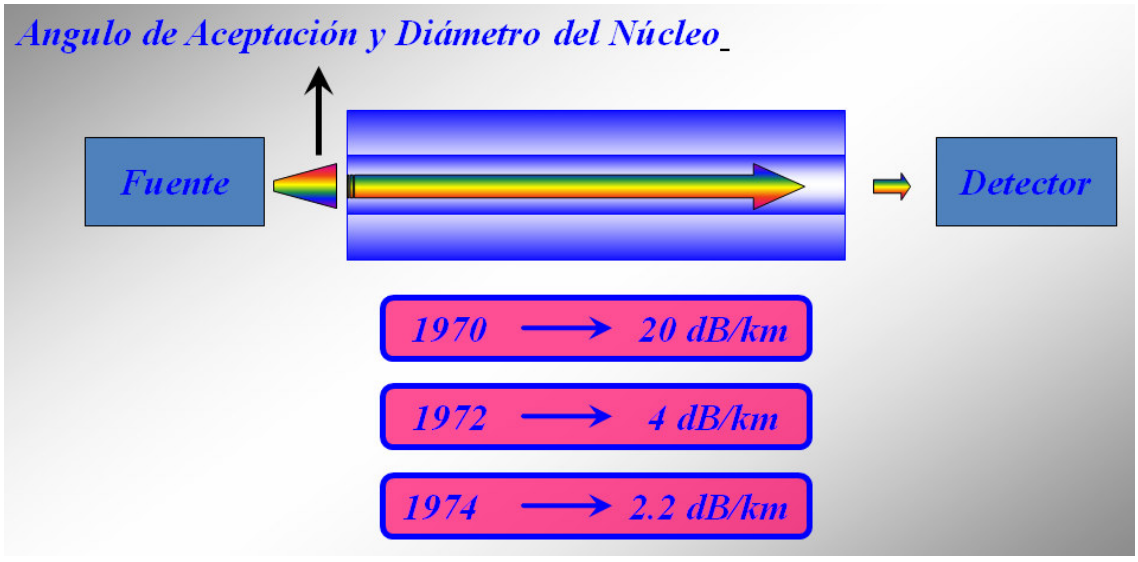
Factores clave en la evaluación: Geo-escenarios, Tasa de crecimiento de la red, Obsolescencia de los equipos, Nuevos servicios.

4 - Fibra Óptica.

4.1 - Introducción

En 1950 las fibras ópticas con una gran atenuación eran usadas en endoscopía e instrumentación. Sólo a partir de 1970 cuando la Corning G.W. logra fibras de 20 dB/km y C.A.Burrus de la Bell Labs desarrolla el Láser de onda continua de As Ga (Arseniuro de Galio) se produce el verdadero despegue de los sistemas ópticos.

Cuando C.K.Kao-1966 indicó la posibilidad de reducir la atenuación para ser usadas en transmisión, se tenían los valores de 103 dB/km. En 1970 se obtienen valores alentadores de atenuación: 20 dB/km. Y luego: en 1972 se tienen 4 dB/km, en 1974 se tiene 2,2 dB/km; en 1976 se llega a 1,6 dB/km; en 1980 se arriba al límite teórico de 0,2 dB/km. En el año 2000, con fibras ópticas con flúor, se tendrán 10-3 dB/km. Esta secuencia ilustra como se ha precipitado el avance tecnológico y es coincidente con todas las ramas de la ciencia y la tecnología.



El primer sistema de fibras ópticas se realizó para aplicaciones militares en 1973 y la Western Electric lo aplicó en Atlanta en 1976 para telefonía comercial. El uso comercial de las fibras ópticas se pensó en un principio con propagación monomodo, pero los problemas de acoplamiento entre núcleos llevaron a crear las fibras ópticas multimodo con perfil gradual como solución alternativa. A partir de 1985, en telecomunicaciones, sólo se usan fibras ópticas monomodo.

Originalmente se usó la primer ventana (0,85 µm) debido a dos razones. En principio, la atenuación producida por los iones OH sobre la segunda ventana (1,3 µm) impedían alcanzar los límites teóricos. Con el perfeccionamiento de los métodos de fabricación se llegó a los límites teóricos de atenuación (dispersión de Rayleigh) y la segunda ventana resultó ser más interesante que la primera. La segunda razón es el tipo de semiconductor que es usado para la emisión. En la primer ventana se usan derivados de AsGa (Arseniuro de galio) y en la segunda derivados de InP (Fosfuro de indio). Los primeros estaban disponibles con anterioridad debido a la aplicación en microondas desde 1960. La segunda ventana es muchas veces más atractiva que la tercera (1,55 µm) por tener valores de atenuación sólo algo mayor y tener el mínimo de dispersión cromática.

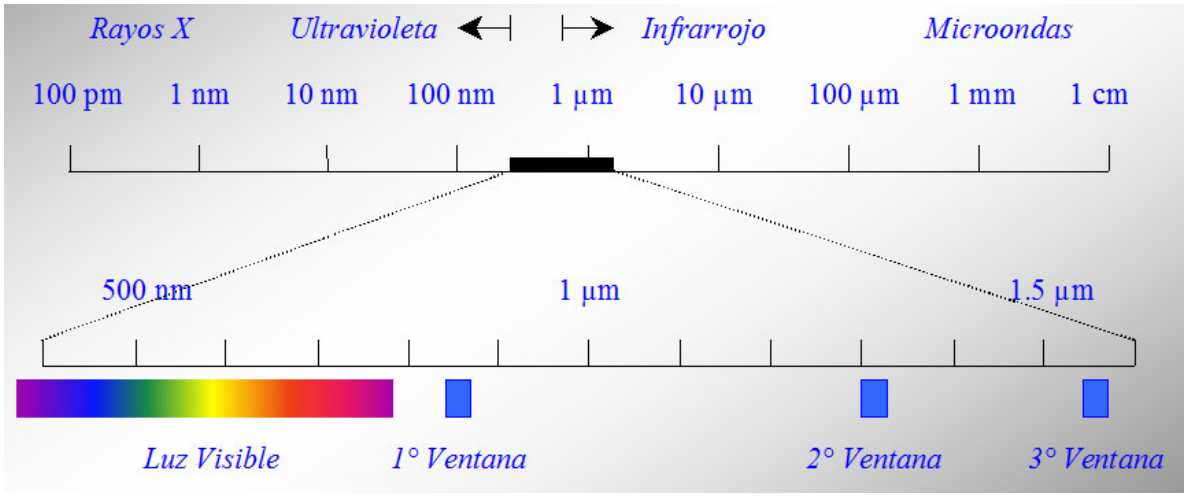


Figura 26: Expectro de potencia. Fuente: ***TASA / Curso de medidas de FO - Jun 10.***

4.2 - Principios de las Fibras Ópticas

Las señales eléctricas convencionales para transmisión de datos son convertidas en un rayo de luz modulada que se introduce dentro de la fibra y se transporta por ese medio que tiene un diámetro muy pequeño que puede ser de vidrio o de plástico, llevando la señal hasta el receptor que la transforma nuevamente en una señal eléctrica. La capacidad de las fibras de llevar una señal luminosa con pérdidas muy pequeñas, está soportada en conocimientos fundamentales de física que asocian la reflexión y refracción de la luz.

Siempre que un rayo de de luz pasa de un medio transparente a otro medio, la luz es afectada por la frontera de los dos materiales. Esto ocurre debido a la diferencia en la velocidad a la que la luz puede viajar a través de diferentes materiales. Cada material puede ser descrito en términos de su índice de refracción que es el resultado de la velocidad de la luz en el material comparada con la velocidad de la luz en el vacío. Esta relación entre los dos índices de refracción determina el ángulo crítico de incidencia (entrada) entre los dos materiales.

Existen tres acciones que pueden suceder cuando un rayo de luz cambia de medio. Cada acción depende del ángulo de incidencia del rayo de luz cuando incide en el medio. Si el ángulo de incidencia es menor que el ángulo crítico, el rayo de luz se refractará, rebotando dentro del material que tiene un mayor índice de refracción. Si el ángulo de incidencia es exactamente igual al ángulo crítico de incidencia, entonces viajará a lo largo de la unión de la superficie de unión de los dos medios. Si el ángulo de incidencia es mayor que el ángulo critico de incidencia, el rayo será reflejado.

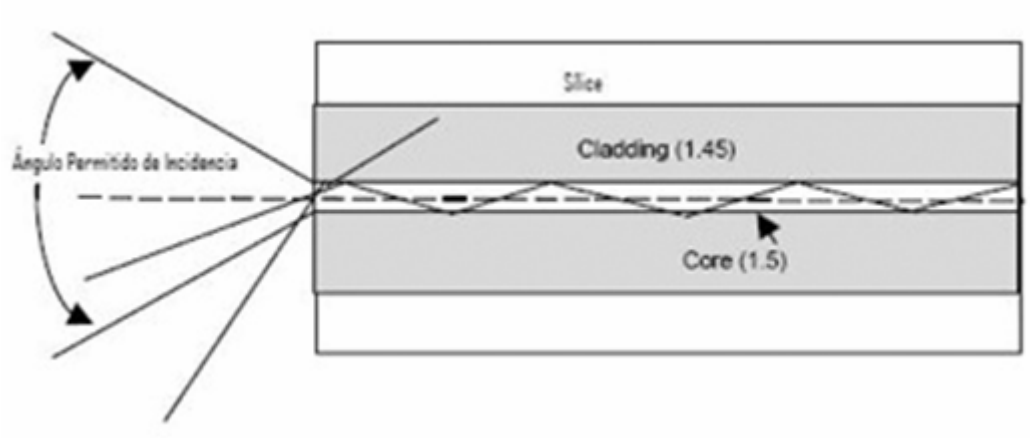
El índice de refracción en el vacío se considera 1. Usualmente, consideramos que el índice de refracción en el aire también es 1 (aunque en realidad es ligeramente mayor). El índice de refracción del agua típicamente es de 1.33. El vidrio tiene un índice de refracción que está dentro del rango de 1.5, un valor que puede ser manipulado al controlar la composición interna del vidrio.

4.3 - Características de las Fibras Ópticas

Las fibras ópticas permiten que las señales luminosas se propaguen a través de ellas al asegurarse que las señales entren en un ángulo mayor que el ángulo crítico de aceptación de la frontera de dos tipos de vidrio. Como se muestra en la siguiente figura, la fibra óptica se compone de tres partes:

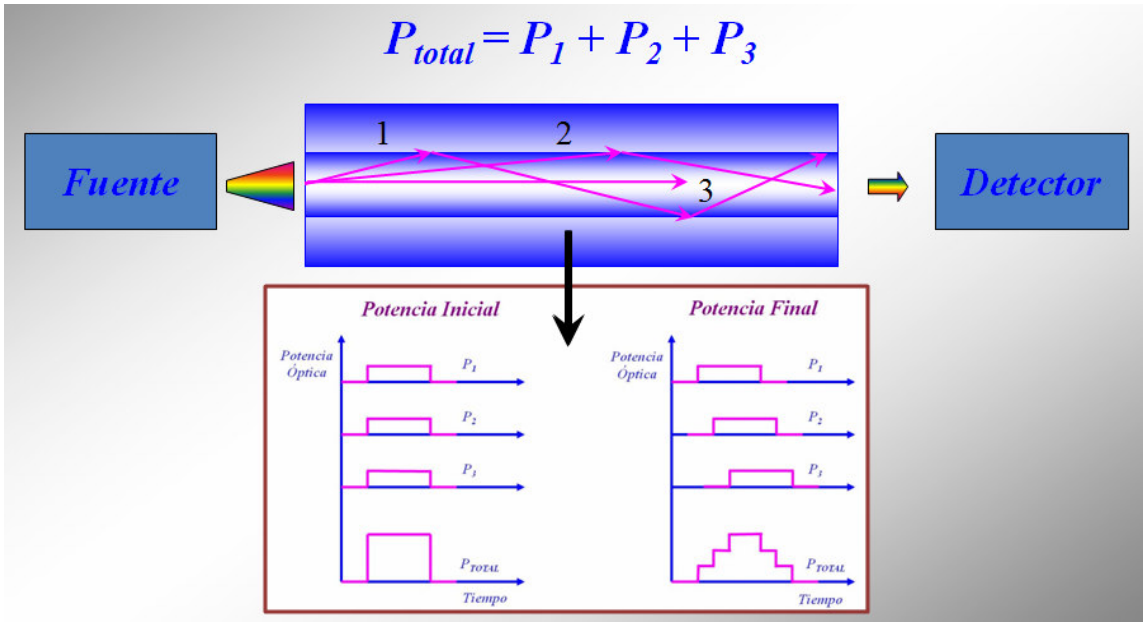
- El núcleo central que está compuesto de vidrio de alta pureza con un índice de refracción de 1.5. Las dimensiones del núcleo usualmente están en el rango entre 50 y 125 um.

- El vidrio que lo rodea, se denomina recubrimiento y es ligeramente vidrio menos puro con un índice de refracción de 1.45. El diámetro conjunto del núcleo y el recubrimiento está en el rango de 125 a 440 um.
- Existe una capa protectora que cubre al recubrimiento, es de un silicón flexible llamada cubierta o protección de acrilato.

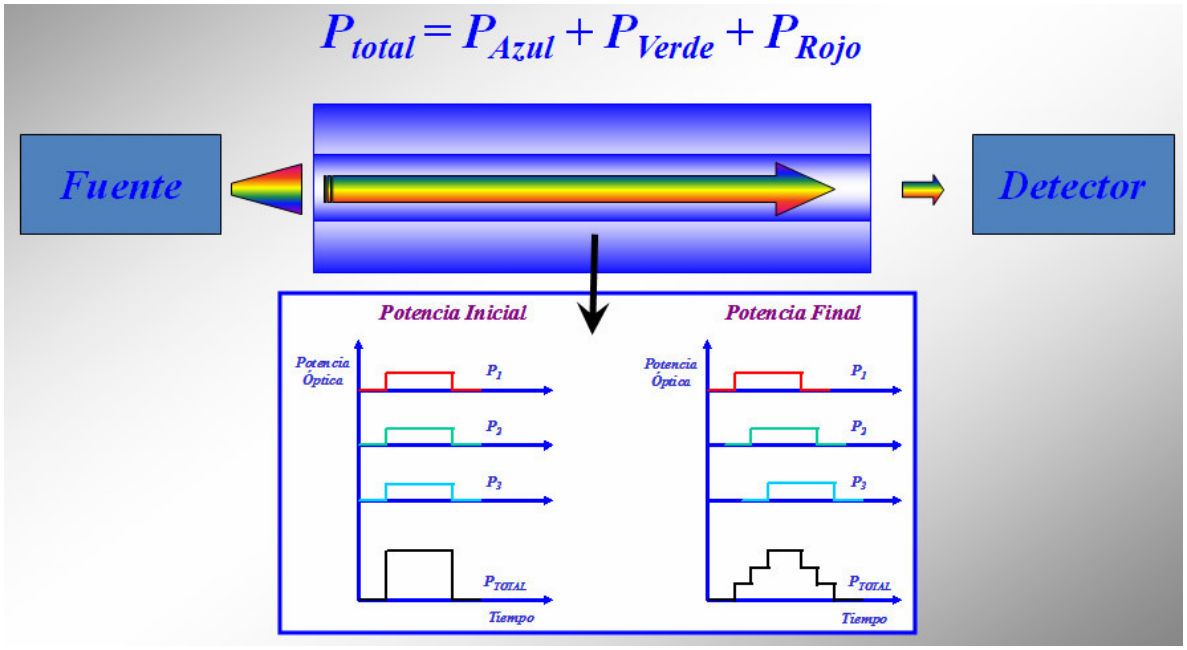


Cuando la luz es introducida en el extreme de una fibra óptica, cualquier rayo de luz que incide en el extreme de la fibra en un ángulo mayor que el ángulo crítico, se propagará a través de la fibra. Cada vez que incide en la frontera entre el núcleo y el recubrimiento es reflejada nuevamente dentro de la fibra. El ángulo de aceptación para la fibra está determinado por el ángulo crítico de la frontera. Si este ángulo se rotara, se forma un cono de aceptación. Cualquier luz que caiga dentro de este cono de aceptación, viajará a través de toda la fibra. Una vez que la luz está dentro de la fibra "rebota" dentro del núcleo, reflejándose cada vez en la frontera.

Si las dimensiones físicas del núcleo son relativamente grandes, los rayos individuales que entran en ángulos son ligeramente diferentes y se reflejarán en diferentes ángulos. Como ellos viajan en diferentes rutas, la distancia que recorren en el viaje también varía. Como resultado de esto, llegan al receptor en distintos tiempos. Un pulso de una señal enviado a través de la fibra llegará al otro extremo con una forma más ancha de la que fue enviado, deteriorando la calidad de la señal. Esto se denomina dispersión modal.



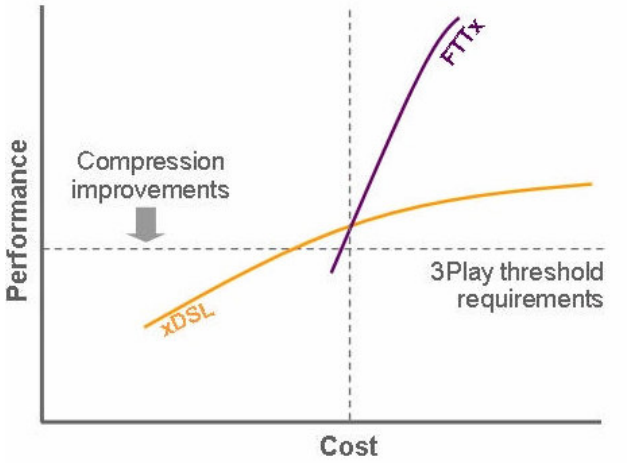
Otro efecto que provoca degradación de la señal es la dispersión cromática. La dispersión cromática es provocada por los rayos de luz de diferentes longitudes de onda que viajan a distintas velocidades a través de la fibra. Cuando una serie de pulsos es enviados a través de la fibra, la dispersión modal y la dispersión cromática pueden causar eventualmente que el pulso salga en un pulso tan grande que los datos en señal se pierdan.



Otra característica de la fibra óptica es la atenuación. Aunque el vidrio utilizado en el núcleo de la fibra es extremadamente puro, no es perfecto. Como resultado la luz puede ser absorbida dentro del cable. Otras pérdidas de señal pueden ser inducidas por los dobleces y la dispersión así como las pérdidas inducidas por las conexiones. Las pérdidas por conexiones pueden ser causadas por mala alineación de los extremos de la fibra o por superficies que no han sido pulidas correctamente.

4.4 - ¿Por qué se prefiere fibra en lugar de cobre?

- La fibra óptica es el medio de transmisión de mejor performance Técnica-Operativa y económica. Conduce una señal de alta velocidad (luz), y de gran ancho de banda (BW) a enormes distancias. El cobre puede admitir la alta amplitud de banda, 20 Mbps o más, pero únicamente por unos cuantos cientos de metros. Entre más larga es la distancia que la señal que se conduce por el cobre, más baja es la amplitud de banda. La fibra usa luz láser para conducir la señal. Bajo la mayoría de las circunstancias, la señal puede más de 25 Km sin degradarse lo suficiente como para impedir que se reciba. Es más, el equipo necesario para enviar las señales de luz continúa mejorándose. Así que, el equipar una red de fibra existente con electrónicos más nuevos y con láseres que pulsan la luz más rápido o láseres que usan diferentes longitudes de ondas de luz, puede aumentar enormemente la disponibilidad de la amplitud de banda sin cambiar la fibra misma. Por eso se dice que las redes de fibra son "a prueba del futuro."



Fuente: IEEE Communications Magazine (Agosto 2006)

- Triple Play demanda una mejora de la red existente de xDSL.
- La distribución DSLAM IP en gabinetes activos en la calle se asocia a costos significativos adicionales.
- En este punto, FTTX (pasiva) ofrece un cociente superior del coste/Performance.
- xDSL sigue siendo una alternativa rentable para los paquetes básicos.

4.5 – Servicios y Ancho de Banda asociado.

En una red, amplitud de banda (ó ancho de banda), es la habilidad de conducir información. Entre más ancho de banda tenga, más información puede conducirse en cierto periodo de tiempo. Una señal de televisión de definición estándar requiere un ancho de banda de aproximadamente 2 Mbps, (dos millones de bits ceros y unos) por segundo. HDTV (televisión de alta definición), requiere tan poco como 4 Mbps si la imagen es estable, por ejemplo: la entrevista de una persona. Pero rápida acción, como son algunos eventos de deportes, requiere más (tanto como 8 Mbps), aun con la nueva tecnología de compresión como la de MPEG4. HDTV 3D inmersivo (como de realidad virtual), una tecnología que ya se usa en algunos ambientes académicos e industriales, requerirá de 100 a 300 Mbps cuando se venda masivamente a consumidores individuales, esto se podrá apreciar en aprox. en 3 años y será determinante que se genere contenidos "3D" de manera masiva, que dispone su oportunidad de consumo por los clientes.

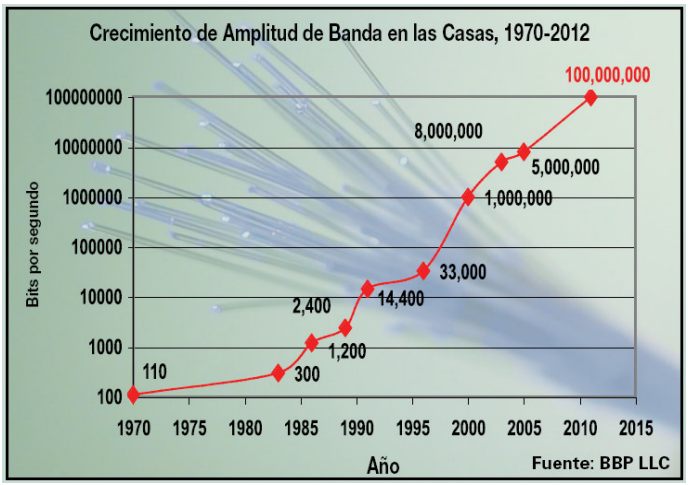


Figura 27: Incremento del Ancho de Banda por Año.

4.6 - Crecimiento del Ancho de Banda

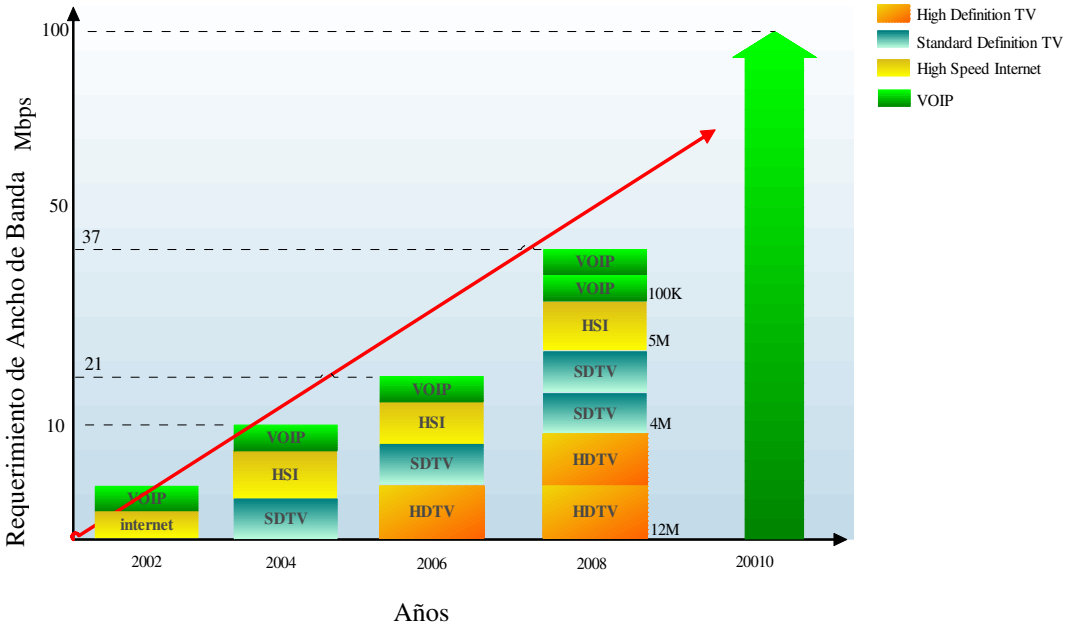
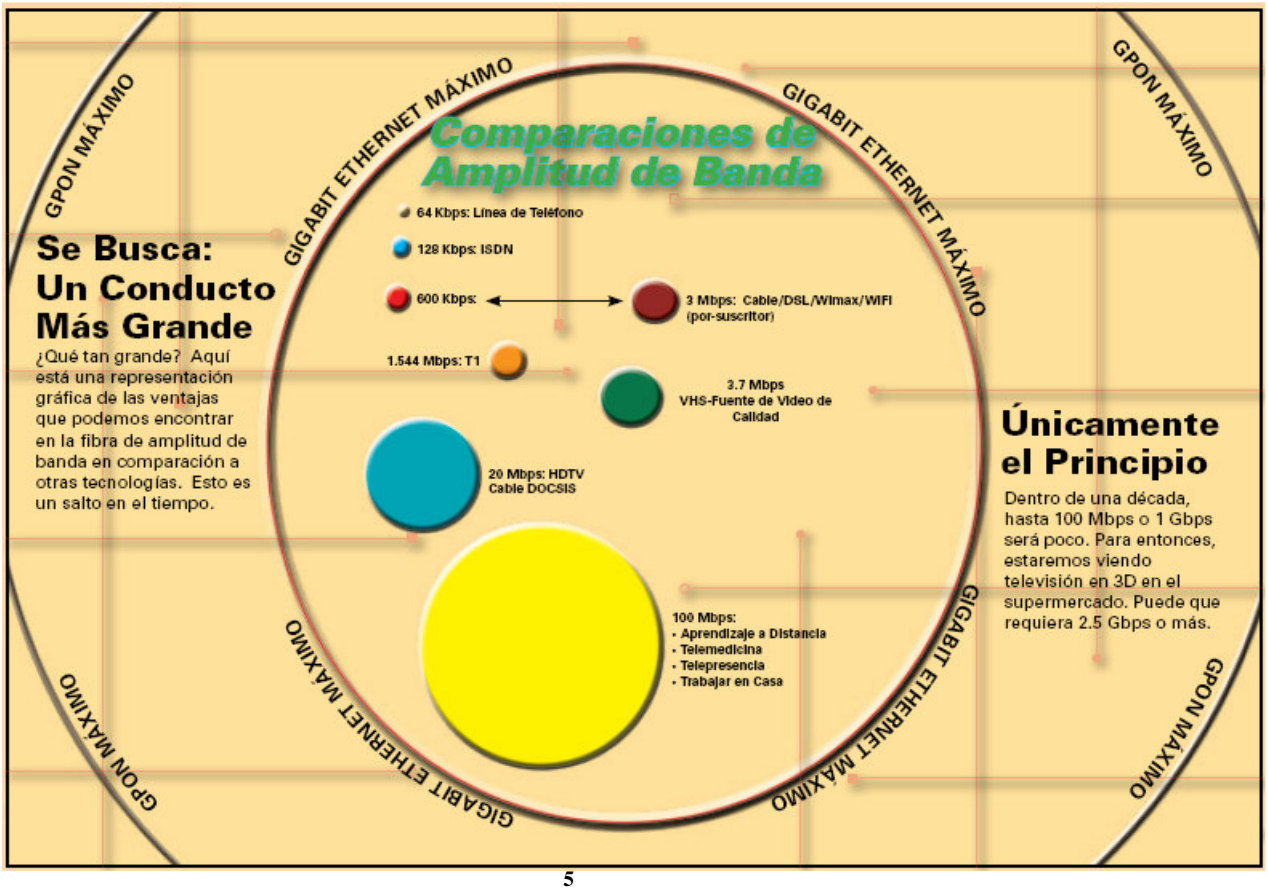


Figura 28: Crecimiento del Ancho de Banda. Fuente: ***ZTE - Mar 07***.



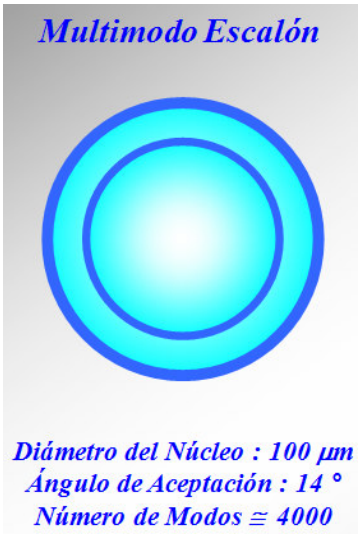
[5]

[5] Comparaciones de Ancho de Banda, Fibra a la Casa - FTTH Council 2008.

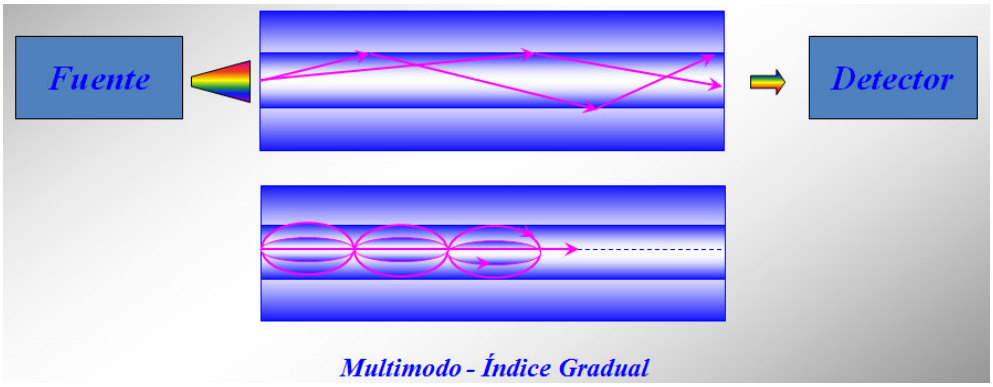
4.7 - Tipos de Fibra

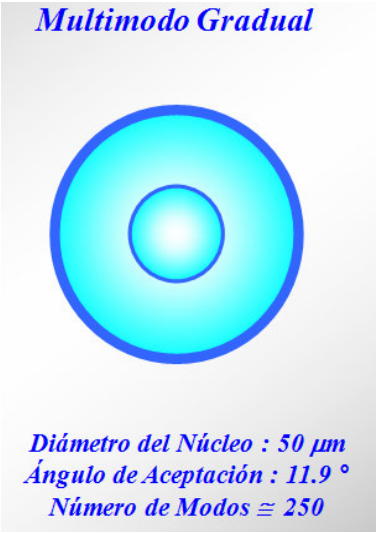
Las fibras ópticas son fabricadas en tres principales tipos:

- Multimodo de índice escalonado.

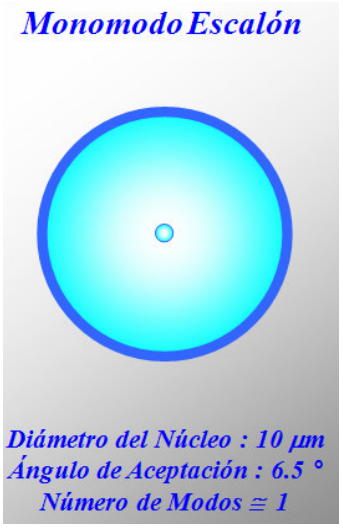


- Multimodo de índice graduado.

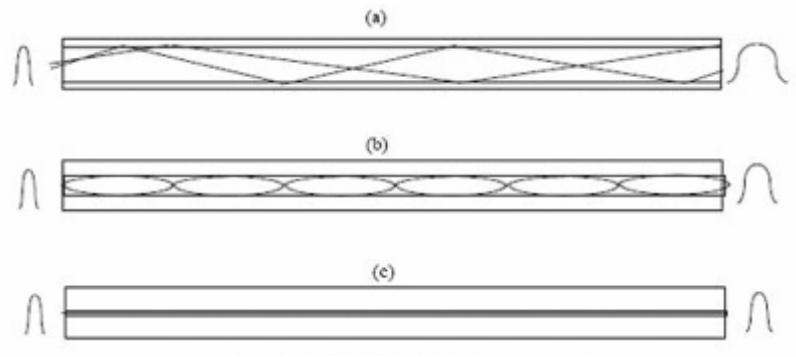




- Monomodo.



La fibra Multimodo de índice graduado tiene un núcleo con un diámetro grande (en forma típica de 50 a 100 um). La gran distancia entre las fronteras entre el núcleo y el recubrimiento permite que los rayos de luz viajen la mayor parte de la distancia rebotando dentro del cable. Estas fibras ópticas multimodo típicamente transportan señales con longitudes de onda de 850 nm o 1300 nm. El diagrama a continuación muestra como un pulso angosto que se introduce en una fibra se vuelve más ancho en el extremo en donde está el receptor.



Las fibras multimodo de índice escalonado (a) son fáciles de empalmar y terminar con conectores debido al tamaño grande del diámetro de la fibra. También es relativamente barato la fabricación de esta fibra en comparación con los otros tipos. Sin embargo tiende a ser muy lenta para muchos propósitos y aplicaciones y no es muy común en los sistemas modernos.

Las fibras multimodo de índice graduado (b) son fabricadas de tal manera que el índice de refracción entre el núcleo y el recubrimiento cambia en forma gradual. Esto provoca que la mayoría de los rayos de luz reboten gradualmente. El patrón resultante de reflexiones tiende a ser uniforme y la dispersión se reduce. Esto proporciona un desempeño mejorado con un incremento moderado en el costo. Las fibras con índice graduado proporcionan una mayor ancho de bando que las fibras de índice escalonado.

Las fibras monomodo (c) tienen el mejor desempeño de los tres tipos. Son fabricadas con un diámetro muy reducido (típicamente 10 um), cuando la luz ingresa en la fibra, las reflexiones son mantenidas al mínimo debido a las dimensiones del diámetro del núcleo. La luz viaja virtualmente en línea recta a través del núcleo y los pulsos introducidos en un extremo son recibidos en el otro extremo con una dispersión muy pequeña. Típicamente las fibras monomodo transportan señales en longitudes de onda de 1310 nm o 1550 nm. La fibra monomodo es relativamente costosa, además de ser más difícil el empalme y la terminación con conectores debido a que el núcleo debe ser alineado con mucha precisión.

Las fibras monomodo tienen menor atenuación que las fibras multimodo. Una señal transmitida en fibra monomodo tendrá una atenuación a 1310 nm menor de 0.5 dB por kilómetro. Una señal viajando en una fibra típica multimodo de índice graduado tendrá una atenuación 3 dB por kilometro. Las fibras monomodo son más usadas en

aplicaciones que requieran gran ancho de banda a grandes distancias. Algunos equipos Ethernet de fibra óptica pueden incrementar la distancia de dos kilómetros utilizando fibra multimodo hasta unos 70 kilómetros si utilizan fibra óptica monomodo.

4.8 - Atenuación Espectral

Esta dada por las siguientes características:

- ***Dispersión de Rayleigh:*** Causada por la no uniformidad del índice de refracción.
- ***Absorción Molecular:*** Causada por impurezas del material como iones OH.
- ***Microcurvaturas:*** Defectos en la geometría generados en el proceso de fabricación

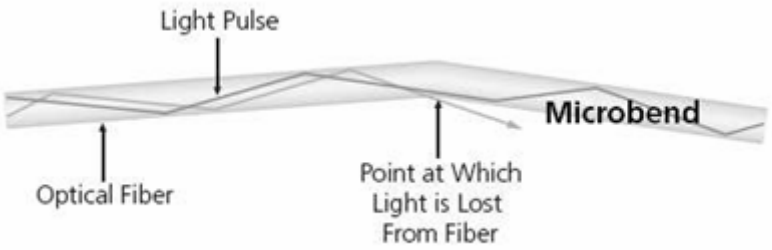


Figura 29: Microcurvas en las fibras. Fuente: ***ADC - Feb 08***.

- ***Macrocurvaturas:*** Curvaturas con diámetros del orden de los centímetros, que se generan en la instalación.

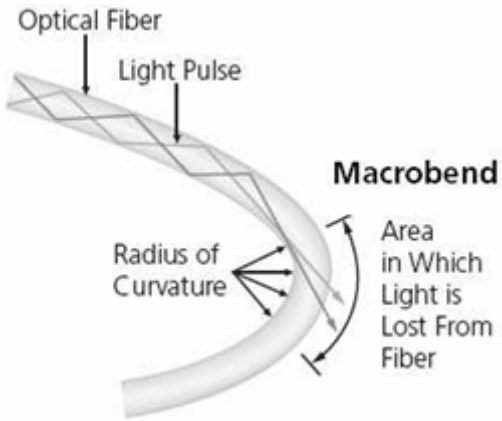


Figura 30: Macrocurvas provocadas en las fibras. Fuente: ***ADC - Feb 08***.

Todas estas son algunos de los efectos negativos que influyen en una disminución de dB por Km.

4.9 - Fibras Ópticas comerciales y normalizadas

Los esfuerzos de estandarización iniciados en la década de los años 70 dieron sus frutos en las recomendaciones ITU-T (antes CCITT). En un principio (período 1977-1980) la G.651 normalizó las fibras ópticas multimodo de 50/125µm; luego (período 1981-1984) la G.652 normalizó la fibra óptica monomodo y la G.956 los sistemas de línea. Las FO monomodo para tercera ventana se encuentran normalizadas en G.653/654/655.

Nos vamos a detener en las recomendaciones G.652 y G.657, que son las utilizadas por las empresas más importantes de telecomunicaciones de nuestro país. La primera es del tipo monomodo SM (SingleMode), normalizada por la ITU-T G.652. Se trata de la FO más popular en redes de telecomunicaciones actuales. Es factible de usarse en 1300 y 1550 nm. Debido a la dispersión cromática esta FO está optimizada para el cero de dispersión en 1300 nm. En estas longitudes de onda no se encuentran las llamadas gotas ó picos de agua de absorción, donde las fibras presentan la mayor atenuación.

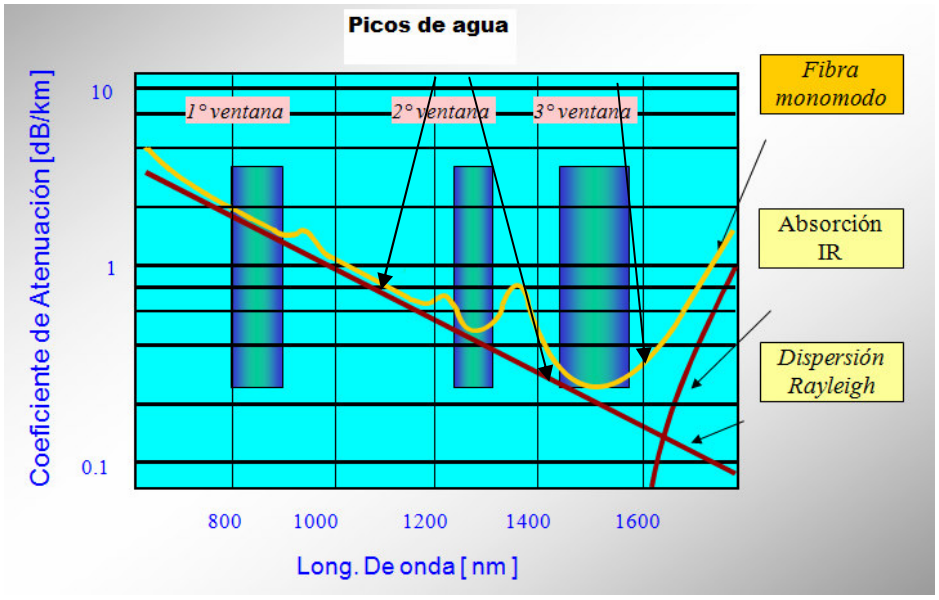


Figura 31: Expectro de potencia en FO. Fuente: ***ADC - May 07***.

La recomendación de la ITU-T G.657 es del tipo monomodo y fue publicada para apoyar una gama de nuevas fibras ópticas, que experimentan una perdida de potencia óptica más baja que las monomodo estándar, en radios de curvaturas reducido. Esta publicación fue elaborada para tratar desafíos identificados por los operadores que intentan instalar FTTH, en donde normalmente el despliegue del Drop dentro de las instalaciones de un cliente se ve afectado por la presencia de distintas curvaturas.

Hay dos clases de la recomendación G.657: la categoría A y la categoría B. Ambas se diferencian en el radio de curvatura aceptable, por ejemplo la categoría B acepta radios de curvaturas más reducidos que la A, pero no es compatible con la fibra estándar G.652D. Sin embargo la A si es compatible con la G.652D, pero los radios de curvaturas aceptables no son tan reducidos como en la B.

ITU-T G.657 A Compatible con ITU-T G.652	Pérdidas por Macrocurvaturas	Radio [mm]	15	10
		N° de vueltas	10	1
		Máx 1550 nm [dB]	0.25	0.75
		Máx 1625 nm [dB]	1.0	1.5
ITU-T G.657 B No Compatible con ITU-T G.652	Pérdidas por Macrocurvaturas	Radio [mm]	15	7.5
		N° de vueltas	10	1
		Máx 1550 nm [dB]	0.03	0.5
		Máx 1625 nm [dB]	0.1	1.0

Figura 32: Tabla comparativa de fibras Monomodo. Fuente: ***TASA / Curso de medidas de FO - Jun 10.***

Todo el mundo habla de la curvatura de la fibra monomodo. La idea de que se pueda doblar una fibra alrededor de un lápiz sin que haya incrementos enormes en la atenuación es un concepto que tiene a todos considerando las nuevas aplicaciones y consideraciones de diseño de la fibra. Actualmente las normas industriales de la fibra monomodo tradicional especifican un radio mínimo de curvatura de diez veces el diámetro externo del cable con cubierta o 1.5 pulgadas (38 mm), lo que sea mayor. Esta nueva clase de fibra óptica monomodo flexible tiene el potencial de reducir de manera

significativa los requisitos del mínimo radio de curvatura a valores de hasta 0.6 pulgadas (15 mm), dependiendo de la configuración del cable, sin incrementar la atenuación.

4.10 - Fibras Ópticas con radio de curvatura reducida

Cuando se mejora el radio de curvatura de la fibra óptica, la luz que ingresa al núcleo se refleja de forma efectiva en el recubrimiento y regresa al núcleo. En lugar de utilizar un perfil del revestimiento correspondiente, algunas construcciones de fibra óptica con radio de curvatura reducido utilizan un perfil de revestimiento con depresión que tiene un menor índice de refracción que el núcleo, haciendo que la luz permanezca dentro de éste.

Para lograr radios menores de curvatura algunas construcciones cambian el diámetro del campo de modo (MFD), es decir, el área a través del núcleo de la fibra que se llena con la luz. El MFD típico para la fibra óptica monomodo estándar es de aproximadamente 10.4µm; la fibra óptica con radio de curvatura reducido puede presentar un MFD de entre 8.9µm y 10.3µm. Sin importar el tipo de construcción, todos los productos de fibra de radio de curvatura reducido se desempeñan bajo radios de curvatura menores cuando hay macrocurvaturas. Los ejemplos incluyen las aplicaciones de central donde la fibra pasa de un panel en una ruta vertical de cable o en una instalación FTTX dentro de una terminal de red óptica (ONT).

Sin duda, el rendimiento de la fibra es impresionante. Por ejemplo, en las pruebas una fibra óptica monomodo estándar con una vuelta alrededor de un mandril de 1.26 pulgadas (32 mm) de diámetro muestra una atenuación inducida de menos de 0.50 dB a 1550 nm. Esta misma prueba en una fibra óptica monomodo de radio de curvatura reducido de 1550 nm muestra una atenuación menor a 0.02 dB. En general, la fibra óptica con radio de curvatura reducido está diseñada para desempeñarse con pérdidas bajas en el espectro de longitudes de onda, de 1285 nm a 1650 nm, utilizando todos los canales disponibles en dichas longitudes de onda para maximizar el ancho de banda. Los diseños actuales incluyen un bajo pico de agua o un pico de aguacero, de manera que se evita la alta atenuación a 1383 nm.

Muchos productos de fibra óptica con radio de curvatura reducido cumplen con la especificación UIT-T G.657, es decir, trabajan bien a 1550 nm para aplicaciones de voz y de larga distancia y a 1625 nm para aplicaciones de video.

La fibra óptica con radio de curvatura reducido, por sí misma no ofrece mejoras de atenuación. Es verdad que se puede doblar a curvas más cerradas sin causar atenuación adicional; sin embargo, si se coloca en una línea recta y larga junto a una fibra óptica estándar, no habrá diferencias en el rendimiento que se puedan atribuir a la construcción de los cables. No es acertado pensar que una fibra óptica con radio de curvatura reducido es la solución final cuando, de hecho, hay muchos otros factores que determinan el rendimiento de los enlaces de fibra óptica.

La fibra óptica monomodo con radio de curvatura reducido es más adecuada para ambientes donde hay poca o ninguna protección del radio de curvatura. También es ideal para aplicaciones en las que el espacio es un problema. Por ejemplo: para el cable de acometida o terminación de los cables flexibles de conexión en las viviendas multifamiliares (MDU) y cajas de terminal de red óptica (ONT) para instalaciones FTTX, donde no hay espacio y frecuentemente no hay manejo de cable.

5 - Redes de Cable de Banda Ancha HFC:

(Híbridas Fibra óptica-Coaxial).

Una red HFC es una red de telecomunicaciones por cable que combina la fibra óptica y el cable coaxial como soportes de la transmisión de las señales.

Se compone básicamente de cuatro partes claramente diferenciadas:

- la cabecera ó (Head-end).
- la red troncal.
- la red de distribución.
- la red de acometida de los abonados (bajada ó drop).

La cabecera es el centro desde el que se gobierna todo el sistema.

Su complejidad depende de los servicios que ha de prestar la red. Por ejemplo, para el servicio básico de distribución de señales unidireccionales de televisión (analógicas y digitales), dispone de una serie de equipos de recepción de televisión terrenal, vía satélite y de microondas, así como de enlaces con otras cabeceras o estudios de producción.

Las señales analógicas se acondicionan para su transmisión por el medio (cable), y se multiplexan en frecuencia en la banda comprendida entre los 86 y los 606 MHz. Las señales digitales de vídeo, audio y datos que forman los canales de televisión digital se multiplexan para formar el flujo de transporte MPEG. Una vez añadida la codificación para corrección de errores y realizada una intercalación de los bits para evitar las ráfagas de errores, se utiliza un modulador QAM (modulación de amplitud en cuadratura) para transmitir la información hasta el equipo terminal de abonado (set-top-box). Los canales digitales de televisión y otros servicios digitales se ubican en la banda comprendida entre 606 y 862 MHz.

La cabecera es también la encargada de monitorizar la red y supervisar su correcto funcionamiento. El monitorizado se está convirtiendo rápidamente en un requerimiento básico de las redes de cable, debido a la actual complejidad de las nuevas arquitecturas y a la sofisticación de los nuevos servicios que transportan, que exigen de la red una fiabilidad muy alta. En la cabecera se realizan además todo tipo de funciones de tarifación y de control de los servicios prestados a los abonados.

La red troncal suele presentar una estructura en forma de anillos redundantes de fibra óptica que une a un conjunto de nodos primarios. Esta estructura emplea habitualmente

tecnología PDH ó SDH (Jerarquía Digital Plesiócrona y Síncrona respectivamente), que permite construir redes basadas en ATM (Modo de Transferencia Asíncrono). Los nodos primarios alimentan a otros nodos (secundarios) mediante enlaces punto a punto o bien mediante anillos. En éstos nodos secundarios las señales ópticas se convierten a señales eléctricas y se distribuyen a los hogares de los abonados a través de una estructura tipo bus de coaxial, la red de distribución. Cada nodo sirve a unos pocos cientos de hogares (500 es un tamaño habitual en las redes HFC), lo cual permite emplear cascadas de 2 ó 3 amplificadores de banda ancha como máximo. Con esto se consiguen unos buenos niveles de ruido y distorsión en el canal descendente (de la cabecera al abonado). La red de acometida salva el último tramo del recorrido de las señales descendentes, desde la última derivación hasta la base de conexión de abonado.

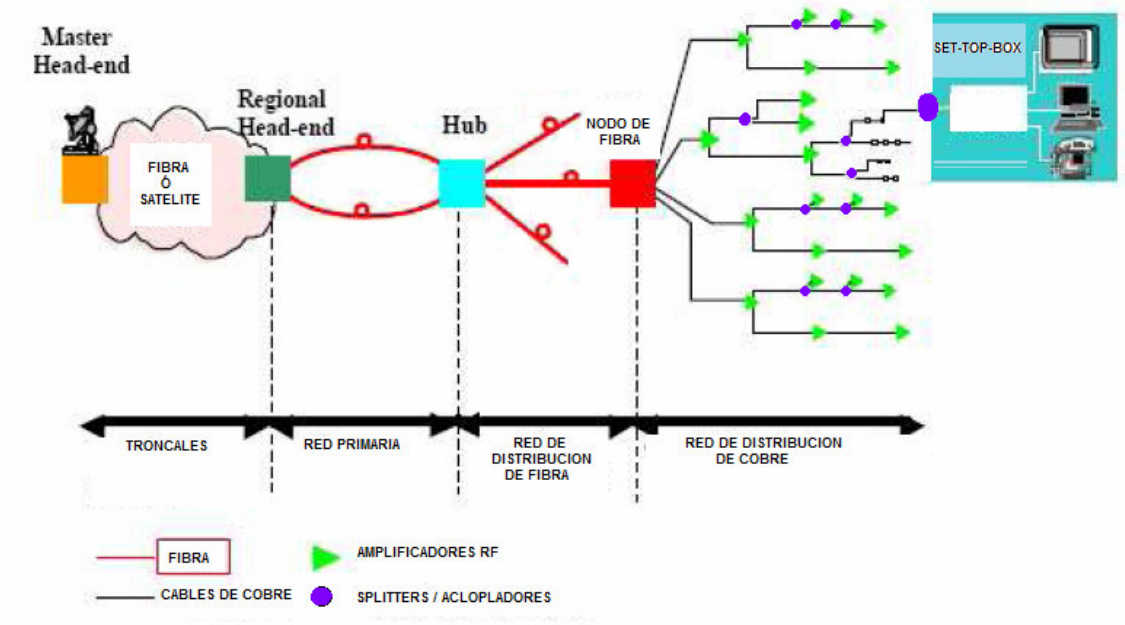


Figura 33: Secciones de Redes HFC.

5.1 - Canal de Retorno

Las modernas redes de telecomunicaciones por cable híbridas fibra óptica-coaxial, han de estar preparadas para poder ofrecer un amplio abanico de aplicaciones y servicios a sus abonados. La mayoría de estos servicios requieren de la red la capacidad de establecer comunicaciones bidireccionales entre la cabecera y los equipos terminales de abonado, y por lo tanto exigen la existencia de un canal de comunicaciones para la vía ascendente o de retorno, del abonado a la cabecera. El canal de retorno ocupa en las

redes HFC el espectro comprendido entre 5 y 55 MHz. Este ancho de banda lo comparten todos los hogares servidos por un nodo óptico. Los retornos de distintos nodos llegan a la cabecera por distintas vías o multiplexados a distintas frecuencias y/o longitudes de onda. Una señal generada por el equipo terminal de un abonado recorre la red de distribución en sentido ascendente, pasando por amplificadores bidireccionales, hasta llegar al nodo óptico. Allí convergen las señales de retorno de todos los abonados, que se convierten en señales ópticas en el láser de retorno, el cual las transmite hacia la cabecera.

Un problema que presenta la estructura arborescente típica de la red de distribución en una red HFC es que, así como todas las señales útiles ascendentes convergen en un único punto (nodo óptico), también las señales indeseadas, ruido e interferencias, recogidas en todos y cada uno de los puntos del bus de coaxial, convergen en el nodo, sumándose sus potencias y contribuyendo a la degradación de la relación señal a ruido en el enlace digital de retorno. Este fenómeno se conoce como acumulación de ruido por efecto embudo (noise funneling). A esto hay que añadir el hecho inevitable de que el espectro del canal de retorno es considerablemente más ruidoso que el del canal descendente, sobre todo su parte más baja, entre 5 y 15-20 MHz. La red de distribución de coaxial (ó de cobre), constituye una gran antena que puede recoger señales indeseadas en todo el área a la que sirve. La mayor parte de estas interferencias (95%) penetra en la red, en los hogares de los abonados (70%) y a través del sistema de acometida (25%), siendo por tanto las instalaciones en los edificios uno de los puntos críticos en la construcción de la red. De hecho, el ruido que emana cada uno de los hogares de la red, y debido al efecto embudo, termina afectando a todos los abonados. Cualquier señal que exista en el espectro de radio frecuencia (RF) en la banda de 5 a 55 MHz puede penetrar en la red. Estamos hablando, por ejemplo, de emisoras de Banda Ciudadana (CB) y radioaficionados (LU); señales provenientes de televisores mal apantallados; ruido de RF generado en ordenadores; interferencias eléctricas de tubos de neón, motores eléctricos, sistema de encendido de vehículos, secadores de pelo; interferencias generadas en líneas eléctricas; etc.

Además de las interferencias de banda estrecha provenientes de estaciones emisoras de radio, uno de los principales problemas de interferencias en la parte de coaxial de una red HFC es el que representa el ruido impulsivo. El ruido impulsivo tiene su origen en varias fuentes: descargas por efecto corona en redes de suministro eléctrico, a menudo localizadas en los mismos postes o conductos que el cable de la red de CATV;

descargas entre contactos de conectores oxidados; sistema de encendido de automóviles; y aparatos domésticos tales como motores eléctricos. Consiste en estrechos picos de señal de amplitud generalmente grande, que afectan a todo el espectro del canal de retorno. Su densidad espectral de potencia disminuye con la frecuencia, por lo que su efecto en el canal descendente es considerablemente menor. Su origen puede ser externo o interno a la propia red, siendo este último tipo de ruido impulsivo el que más afecta a las prestaciones del canal de retorno. El ruido impulsivo provoca aumentos momentáneos muy fuertes del nivel de entrada (señal + ruido), en amplificadores y en el láser de retorno.

En el caso del láser de retorno, un aumento incontrolado del nivel de entrada al driver, hace que los picos de la señal entren en la zona negativa, (por debajo del umbral de emisión del láser) de la característica (entrada – salida), en la que el láser no presenta respuesta, sencillamente se apaga. Este fenómeno se conoce como laser clipping, y es el responsable de la aparición de productos de intermodulación a la salida del mismo.

Como vemos, el canal de retorno exige una mayor atención que el descendente por parte del operador de red, si quiere asegurar algunas ciertas prestaciones en el enlace digital ascendente. De todas formas, una red HFC correctamente diseñada y con nodos que sirvan a unos 500 hogares constituye un sistema de envidiables prestaciones de cara al establecimiento de todo tipo de servicios de telecomunicaciones.

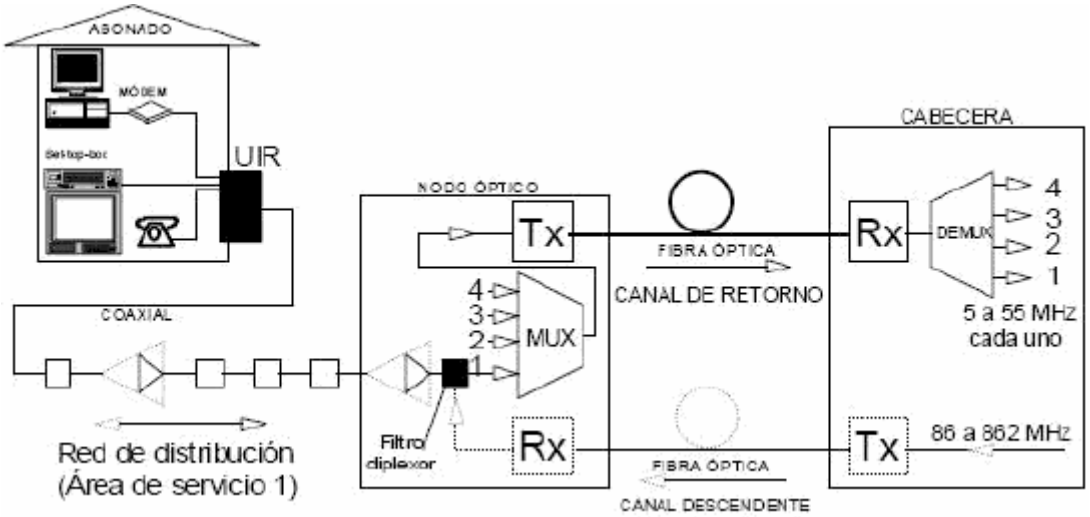


Figura 34: Esquema simplificado de una red HFC, con vista del canal Retorno.

En esta configuración del nodo óptico parten 4 buses de coaxial que sirven a 4 áreas de distribución distintas si el nodo sirve a 500 hogares, cada bus dará servicio a unos 125 hogares, que compartirán los 50 MHZ. del canal retorno. En cada hogar una Unidad de Interfaz de Red (UIR), sirve para conectar los distintos equipos terminales de abonado (PC/módem de cable, TV/set-top-box, y terminal telefónico) a la red HFC.

5.2 - Acceso a internet a alta velocidad por medio de Cable Modems.

Como hemos mencionado anteriormente, el acceso a Internet a velocidades cada vez mayores es un gran negocio de las nuevas redes de acceso de banda ancha ya existentes y amortizadas. Las redes HFC, mediante el uso de módems especialmente diseñados para las comunicaciones digitales en redes de cable, tienen capacidad para ofrecer servicios de acceso a redes de datos como Internet a velocidades cientos de veces superiores a las que el usuario medio está acostumbrado (hasta 33.6 Kbps desde casa, a través de la red telefónica). Los módems de cable están convirtiendo las redes de CATV en verdaderos proveedores de servicios de telecomunicación de vídeo, voz, y datos (Triple Play).

Un módem de cable típico tiene las siguientes características:

- Es un módem asimétrico. Recibe datos a velocidades de hasta 30 Mbps. y transmite hasta 10 Mbps. (valores más normales son 10 y alrededor de 1 Mbps., descendente y ascendente, respectivamente).
- Se conecta a la red HFC mediante un conector de cable coaxial tipo F, y a la PC del abonado a través de una tarjeta Ethernet 10BaseT que éste debe incorporar.
- La recepción de datos se realiza por un canal de entre 6 y 8 MHz. del espectro descendente (entre 50 y 860 MHz) con modulación digital 64-QAM (Quadrature Amplitude Modulation). El módem de cable demodula la señal recibida y encapsula el flujo de bits en paquetes Ethernet. La PC del abonado ve la red HFC como una enorme red local Ethernet.
- En sentido ascendente, el módem de cable descompone los paquetes Ethernet que recibe de la PC y los convierte en celdas ATM, o en tramas con otro formato propietario. Utiliza un canal de unos 2 MHz. del espectro de retorno (entre 5 y 55 MHz.) con modulación digital QPSK (Quaternary Phase Shift Keying).
- Suele disponer de un sistema FAMM (Frequency Agile MultiMode), que le permite conmutar de un canal ruidoso a otro en mejores condiciones de manera automática, de acuerdo con las órdenes del equipo de cabecera.

La cabecera ha de disponer de unos equipos que realicen funciones de router y switch, y que adapten el tráfico de datos de la red HFC al protocolo IP. Además, debe existir un sistema de gestión de red y de abonados, pudiendo también existir un servidor que realice funciones de caching de información y actúe como Firewall.

En el acceso a Internet a través de un módem telefónico, se establece entre éste y el módem del proveedor de servicio una conexión con circuito dedicado, que ofrece al usuario una capacidad constante y simétrica, igual descendente que de retorno, y termina cuando éste cuelga. Habitualmente, estas conexiones dedicadas son de banda estrecha y ofrecen una capacidad máxima de transmisión de alrededor de 64 a 128 Kbps en RDSI, ó 33.6 Kbps ó menos con un módem telefónico estándar.

La transmisión de datos en redes HFC se realiza a través de un medio de acceso compartido, en el que un grupo más o menos grande de usuarios comparte un ancho de banda generalmente grande, un canal de 6 MHz, por ejemplo con una capacidad de entre 10 y 30 Mbps. Como todo el mundo sabe, en una red local Ethernet de 10 Mbps, la capacidad de transmisión y recepción de datos que ve cada usuario individual de un total de 100, es superior a una centésima parte de los 10 Mbps. Esto es debido a la naturaleza racheada (a ráfagas), del tráfico de datos que atraviesa el medio compartido. Este tipo de tráfico es característico de la mayoría de las aplicaciones corrientes del servicio Internet. En una navegación típica de 60 segundos por las páginas de un servidor WWW, de una PC conectada directamente a él, un promedio de poco más de 1 MByte de información va del servidor a la PC del usuario, y éste le devuelve unos 70 KBytes que representan click de ratón y reconocimientos de llegada de paquetes. La relación entre el tráfico descendente y ascendente muestra una asimetría de un factor de 15 ó más. Por este motivo, la mayoría de los módems de cable se diseñan con capacidades de recepción de datos mayores que las de transmisión a través del canal de retorno. No obstante, algunos fabricantes siguen la filosofía de construir módems simétricos en cuanto a sus capacidades de recepción y transmisión, ya que consideran que la demanda de ancho de banda por parte de los usuarios evolucionará en el sentido de capacidades ascendentes cada vez mayores.

Volviendo al tema de la naturaleza a ráfagas del tráfico de datos, es importante destacar el hecho de que, a pesar de que el número de usuarios que comparten una cierta capacidad de transmisión puede ser elevado, el número de accesos simultáneos en cada instante es considerablemente menor, lo cual permite a cada uno de ellos apreciar una capacidad efectiva grande. Este fenómeno se conoce como "multiplexado estadístico del tráfico de la red".

En una red de acceso con medio compartido el usuario utiliza los recursos disponibles en el preciso momento en que los necesita y los libera inmediatamente para que puedan ser utilizados por el resto de los abonados.

El elemento clave que permite el funcionamiento correcto y eficiente de un sistema de acceso compartido como es una red HFC, es el protocolo MAC (Medium Access Control), que constituye el conjunto de reglas que deben seguir todos los usuarios de la red. El protocolo MAC asigna ancho de banda a los usuarios que lo solicitan y regula su actividad de manera que cada uno reciba la capacidad deseada, asegurándose de que el sistema se comporta de manera óptima.

Las redes HFC, se diseñan de forma que cada nodo óptico sirve zonas de unos 500 hogares. De estos 500 hogares, no todos se abonan al servicio de CATV, y un porcentaje aún menor contrata el servicio de datos con módems de cable. De éstos, a lo mejor un 30% se conecta simultáneamente, con lo que la capacidad total disponible para este servicio se reparte realmente entre unos pocos abonados en cada instante de tiempo, lo cual se traduce en capacidades efectivas, (máximas y medias) de transmisión por abonado muy elevadas, aún comparándolas con el acceso RDSI a 128 Kbps. Además, las redes de acceso HFC ofrecen a sus abonados la posibilidad de estar permanentemente conectados, (no es necesario establecer una vía de comunicación cada vez que se quiere navegar por Internet o enviar un e-mail, como es el caso del acceso telefónico o RDSI), y de que sólo se les facture por el tiempo que están realmente utilizando los recursos del sistema, o por volumen de datos recibidos y transmitidos. Otra ventaja de las redes de cable es que permiten la difusión de datos a todos o a grupos específicos de usuarios (broadcast y multicast), para servicios de noticias, juegos multiusuarios, descarga de software, etc. En las redes con circuitos dedicados sólo se puede hacer esto haciendo copias de la información para cada usuario y enviándolo por cada circuito a cada uno de ellos, lo cual es poco eficiente.

La capacidad del canal descendente en una red HFC (86 a 862 MHz.), es tal que puede absorber cómodamente un gran aumento del número de abonados y de la demanda de todo tipo de servicios. En cuanto al canal de retorno, la arquitectura HFC permite la evolución del sistema hacia nodos de menor tamaño, (que sirvan a zonas con menor número de hogares), para poder ofrecer los 50 MHz del espectro ascendente a un menor número de abonados y por tanto aumentar sus capacidades individuales de interacción con la cabecera. En ciertos casos puntuales, existen incluso ciertas soluciones que permiten ofrecer anchos de banda ascendentes mucho mayores

empleando frecuencias cercanas a 1 GHz. En la siguiente figura podemos ver una propuesta de Scientific Atlanta, para mejorar redes HFC ya existentes, ampliando el ancho de banda ofrecido de 750 a 1000 MHz. Este sistema puede proporcionar a cada abonado una capacidad de hasta 1.544 Mbps en el canal de retorno y 10 Mbps en el descendente, y puede ser rentable en áreas en las que la inversión necesaria para su implantación está justificada por una alta demanda de servicios digitales conmutados de banda ancha (vídeo, voz y datos).

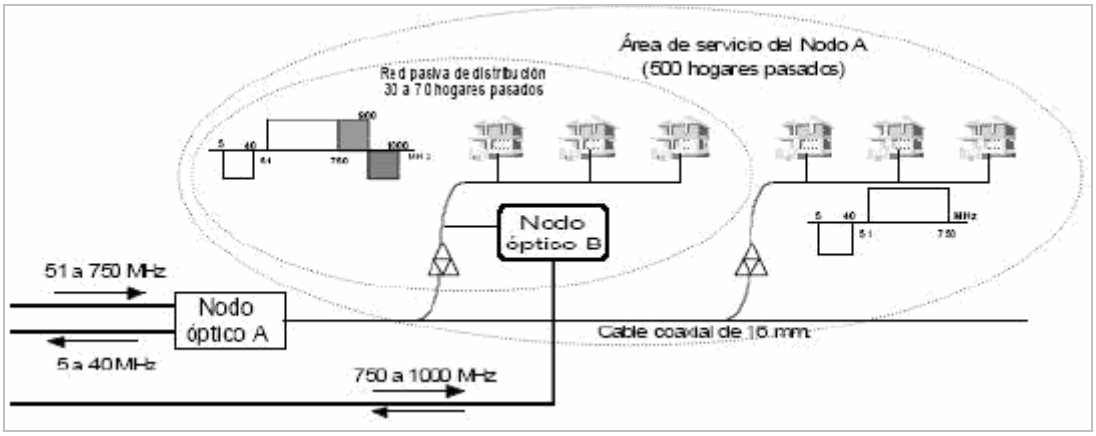


Figura 35: Esquema de red HFC mejorada con la introducción de un nuevo nodo óptico.

El nodo A sirve a un área de distribución de unos 500 hogares. Mediante la introducción del nodo B, se amplia el ancho de banda, tanto el descendente como el retorno, a un grupo escogido de hogares (este grupo podría corresponder a una empresa que demanda una mayor capacidad en su acceso a la red).

En la figura, vemos cómo añadiendo un nuevo nodo óptico (NODO B) después del último amplificador de la porción de red de distribución que sirve a un reducido número de hogares (entre 30 y 70), ampliamos su ancho de banda de 750 a 1000 MHz, (de 750 a 900 para el canal descendente, y de 900 a 1000 para el canal de retorno, todo ello por una única fibra). Esta solución, además, permite aumentar la capacidad del sistema de manera selectiva, haciéndolo solamente en aquellas zonas en las que la demanda lo justifique.

5.3 - Tamaño de los nodos:

Se entiende que los nodos deberán ser tan pequeños como lo requiera el peor de los servicios que se quieran transportar. Al decir "el peor" nos referimos al que más ancho de banda de retorno por usuario requiera (se dice "el de mayor interactividad").

Según este criterio:

• El acceso a Internet (cuya interfase es un cablemodem) es liviano, ya que hacia el cabezal generalmente sólo circulan los datos de pedidos de páginas. El grueso de la información es la bajada por la directa (páginas o archivos solicitados), donde nuestro ancho de banda es grande. Solamente se usaría más la reversa ó retorno en el caso de enviar un e-mail con archivos grandes adjuntos (caso poco frecuente). Es de baja interactividad. Se calcula que 2000 usuarios podrían compartir el ancho de banda de reversa sin problemas.

• El servicio telefónico (para el cual se están preparando todas las redes HFC), es simétrico en cuanto al uso de directa y reversa (va y viene voz), pero su uso es más intenso que el acceso a Internet, sobretodo en ciertos días y horarios pico. Es de mediana interactividad.

• Finalmente, el servicio de mayor interactividad que imaginamos sería el de Videoteléfono, (o teléfono con videoconferencia). También es simétrico, pero lo que se envía es voz más video; por más que la imagen sea de escasa definición, estos datos serían muy pesados.

Vemos que la necesidad de ancho de banda de retorno para el servicio telefónico, varía drásticamente si ofrecemos video conferencia. Para telefonía básica, hasta un 60% de penetración nos alcanza con una fibra para 500 abonados.

<u>Resumiendo, para estos servicios</u>:

Servicio	Interactividad	Tamaño máximo de nodo
Acceso a Internet	Baja	**2000** usuarios
Telefonía	Media	**500** usuarios
Videoteléfono	Alta	**250** usuarios

Es decir que deberíamos dimensionar el nodo al caso peor (250 usuarios), para que la red no limitara a ninguno de los servicios. Pero el problema es que nodos pequeños significa gran cantidad de Transmisores, Receptores y Cables de FO. El equipamiento óptico es muy costoso, por lo cual resulta que hoy no es viable construir nodos menores a 2000 usuarios.

La solución la obtuvo un tipo especial de red HFC llamada "Fibra al Área de Servicio". En esta arquitectura se construyen nodos grandes que pueden ser particionados a futuro. Es decir, se trata de una red escalable:

Para los servicios de baja interactividad, el tamaño de área que se elige es de 2000 hogares (o abonados potenciales). Ésta es la partición inicial, tal como se muestra en la siguiente figura:

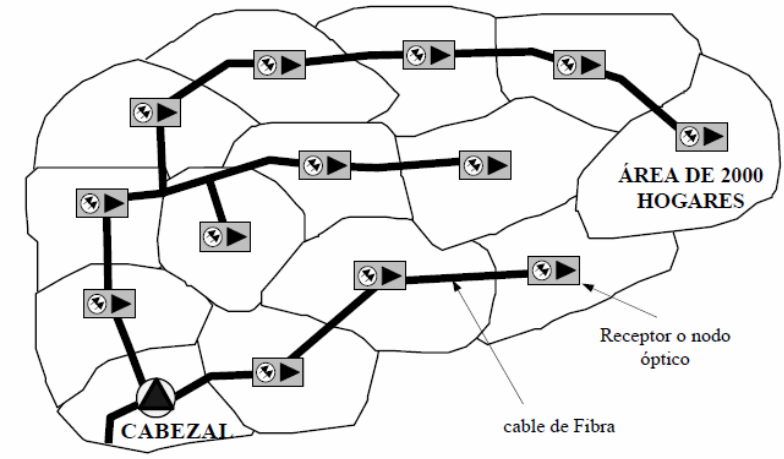


Figura 36: Ejemplo de distribución de Nodos en HFC.

Se observa que las fibras de varios nodos pertenecen a un mismo proyecto de cable. Una vez particionada la zona a cubrir en áreas de 2000 hogares, y determinado el emplazamiento central de los respectivos receptores, se realiza la traza de los troncales ópticos.

Para la misma, además de elegir el mejor trayecto según las características del lugar, (cruces de avenidas y ferrocarril, obstáculos, permisos municipales, etc.), se trata de minimizar la cantidad de cables de FO.

La segunda clave de esta arquitectura es que debe ser upgradeable. Esto significa que el tamaño del nodo debe admitir por lo menos una partición en cuartos. Lo mismo se logra dividiendo virtualmente el nodo en 4 áreas de 500 hogares, y se llega al centro de

cada una con un "cable expreso" (sin distribución de abonados), "directo" ó "primario", partiendo desde el receptor óptico.

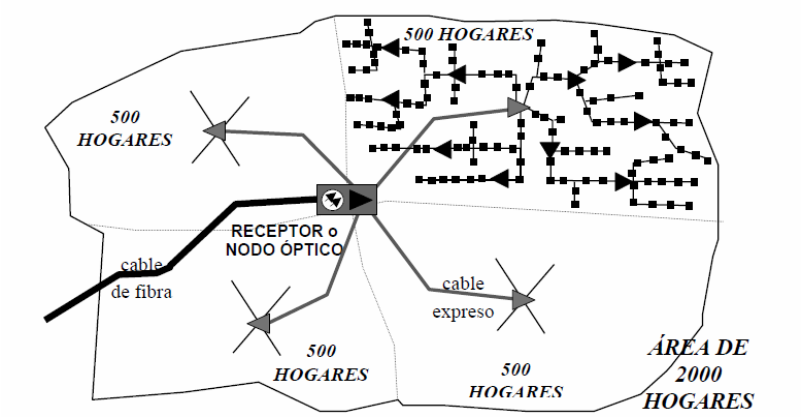


Figura 37: Ejemplo de distribución de un Nodo en 4 áreas de 500 hogares.

Muchos modelos de receptor óptico vienen provistos con 4 salidas de RF, cada una con un amplificador híbrido independiente; esto permite generar los 4 expresos sin inconveniente.

Estaríamos brindando servicios del tipo Acceso a Internet sin inconvenientes, (Nodo de 2000 usuarios). Más tarde, comenzaremos a brindar el servicio de telefonía por nuestra red, y recién debemos hacer cambios cuando la cantidad de usuarios de telefonía del nodo se acerque al límite de 500. En este momento se colocará en el receptor un multiplexor de frecuencia: observemos que cada circuito de 500 es independiente del otro.

Si al llegar al receptor desplazamos en frecuencia los paquetes correspondientes a cada sub-nodo (para apilarlos), los 35 MHz los comparten grupos de 500 abonados, con lo cual podríamos ofrecer telefonía hasta una penetración del 60%, según lo ya visto. El transmisor de retorno enviará el paquete completo de 4 x 35 = 140 MHz hacia el cabezal por la segunda Fibra óptica. En el futuro, cuando por exigencia de ancho de banda de retorno (por nuevos servicios como por ejemplo: Videoteléfono, y únicamente cuando los usuarios se acerquen al límite de 250), y se deba reducir el tamaño del nodo, se reemplazarán los coaxiales expresos por 4 cables de FO de 2 pelos (8 pelos en el nodo). Se reemplazan los amplificadores centrales de cada área de 500 con receptores ópticos, y obviamente habrá que instalar en el cabezal los transmisores correspondientes. Esto se observa en el siguiente esquema.

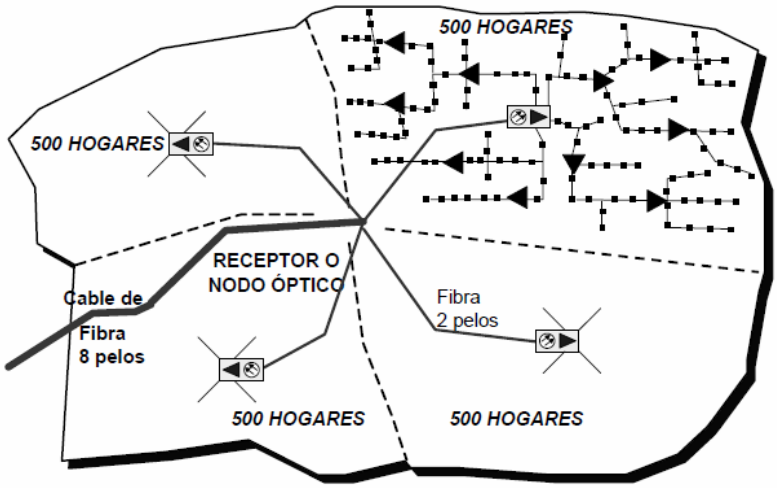


Figura 38: Ejemplo de distribución de un Nodo con Cable de Fibra de 8 pelos.

Ahora se tienen 4 nodos de 500 en lugar de uno de 2000. Si la distribución de RF fue balanceada, tenemos compartida la banda de retorno entre 125 abonados. Con la técnica de multiplexado en frecuencia de los retornos (o apilado) podemos ofrecer telefonía con video conferencia. En esta etapa solamente 125 abonados comparten el ancho de banda del coaxil (en reversa y directa). Los amplificadores de distribución poseen 2 a 4 salidas de alto nivel de RF (para poder colocar taps y conectar abonados), también con híbridos independientes. Las líneas coaxiles de distribución no poseen más de 3 activos en cascada, con lo cual la calidad y confiabilidad son excelentes.

• Observemos que la única inversión inicial sobre los nodos de 2000 hogares fue usar más pelos de fibra (esto no encarece demasiado la red).

• La gran inversión en equipamiento (fundamentalmente transmisores y receptores ópticos) se realiza cuando ya estamos ofreciendo los servicios (y por ende cobrando por los mismos), y únicamente en el momento y en el lugar de la red que lo requiere por la cantidad de usuarios.

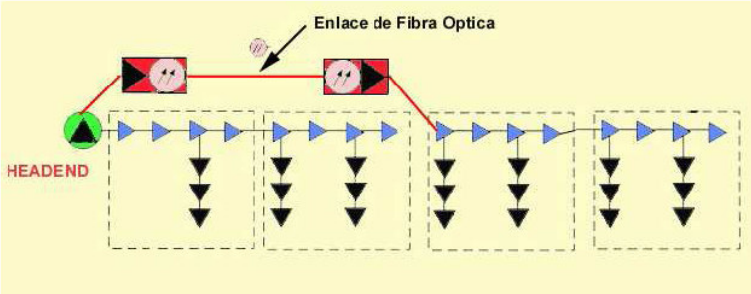
• Es decir que en nodos de poca penetración de servicios, puede brindarse todos dejando la cantidad de hogares en 2000.

• Esto se llama **inversión sobre demanda**: solamente invertiremos más en la red **si** ofrecemos servicios de gran valor agregado y **donde** la cantidad de usuarios lo requiera.

La red tipo FSA es el esquema usado por casi todas las empresas del mundo (con variantes de forma para cada caso).

5.4 - Topología de Redes HFC.

5.4.1 Cable Área Network:



Más que una arquitectura se trata de una herramienta de actualización del sistema (upgrade):

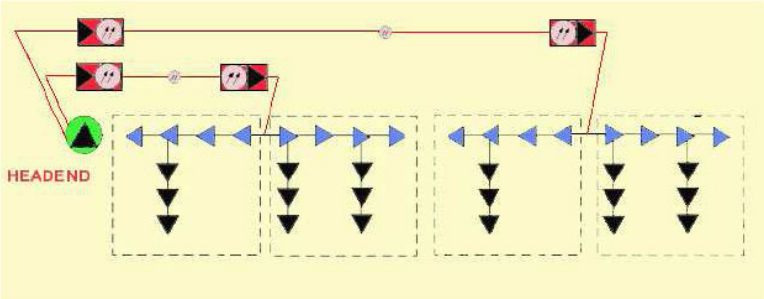
-Consiste en reemplazar partes de la línea troncal por enlaces de fibra óptica.

-Permite mejorar la confiabilidad y la calidad de la señal al reducir cascadas de amplificadores.

-Permite implementar sistemas redundantes si se utiliza la vieja troncal como reserva.

-Permite utilizar este recurso como alternativa para ampliar el ancho de banda reemplazando troncales por equipos de mayor ganancia (superior a 30 dB).

5.4.2 Fiber Backbone:

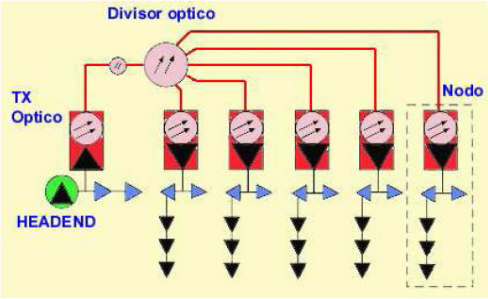


Si se invierte la posición de algunos amplificadores de la vieja troncal se logra optimizar la relación entre cascada y cantidad de enlaces de fibra:

-Se pierde la redundancia al no poder utilizarse la vieja troncal como reserva.

-Esta arquitectura se utilizo tanto en actualización como en nuevas construcciones a fines de los 80.

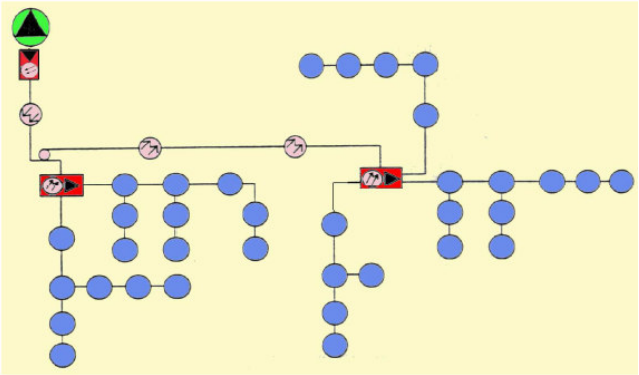
5.4.3 Fiber to the feeder:



Esta arquitectura parte de definir el alcance del nodo óptico en función de una cierta cantidad de casas pasadas o extensión geográfica:

- La calidad de la señal buscada también limita la extensión del nodo óptico.
- En el tramo coaxial diferenciamos líneas expreso (express feeder) y líneas de distribución.
- Es práctica común no intercalar derivadores domiciliarios (multitaps) sobre la línea expreso.

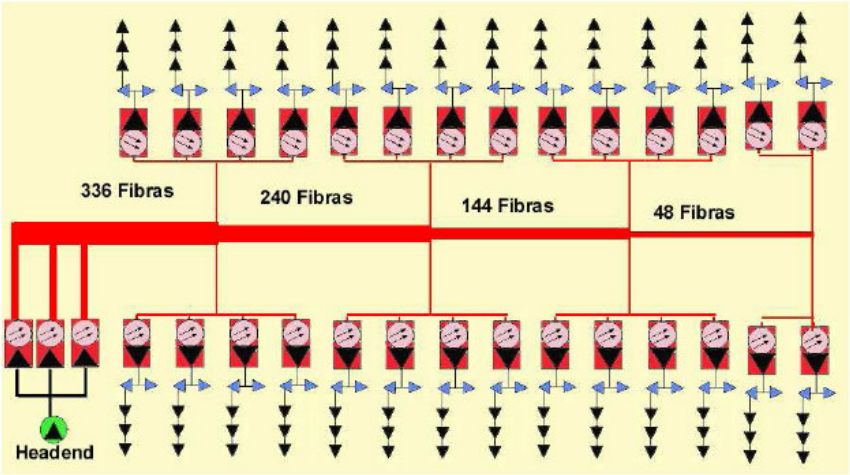
5.4.4 Fiber to the last Active:



Esta arquitectura ubica un nodo óptico con varias salidas operando en alto nivel para alimentar una gran cantidad de clientes:

- Nodos pequeños, menos de 100 hogares típico.
- No existen amplificadores en cascada.
- La distribución es totalmente pasiva.
- Arquitectura eficiente en áreas de densidad media o alta.

5.4.5 Estrella de Fibra – Módulo decreciente:



A medida que el tamaño del nodo va disminuyendo cada vez se requiere que más fibras ópticas que lleguen hasta la cabecera del sistema:

-En sistemas sin redundancia el número de fibras en los cables se ira reduciendo a medida que nos alejamos de la cabecera (modulo escalonado).

-En sistemas redundantes tendremos un anillo con cantidad constante de fibras (modulo constante).

-Con nodos pequeños se tiene casi la misma calidad de señal en cualquier punto del sistema.

5.4.6 Anillo de Fibra – Módulo constante:

Fiber count = cantidad de fibras ópticas que se asignan a cada nodo:

-Debe definirse si se va a permitir dividir la señal óptica en la calle.

-Es preferible hacer todo el manejo de las señales ópticas (división, conmutación y combinación) en el headend.

-Mínima cantidad de fibras = 2 por nodo (1 fibra por cliente para directa y 1 fibra para reserva).

-Cantidad de fibras recomendada 8 a 12 por nodo. 12 fibras = 4 directas + 4 reversa + 4 reserva.

Consideremos los siguientes parámetros:

- Ciudad de 1.000.000 hogares (Buenos Aires).
- Nodos de 1.000 hogares pasados.
- Previsión de 12 fibras ópticas por nodo.

Con estas hipótesis resulta:

- Cantidad total de nodos = 1.000.
- Cantidad total de fibras ópticas llegando a la cabecera del sistema = 12.000.

Para reducir la cantidad de fibras que llegan al Headend dividimos al sistema en unidades menores denominadas HUB's. Desde el Headend llegamos a los HUB's con enlaces redundantes de fibra (anillos).

Desde los hub's llegamos a los nodos con:

- Enlaces redundantes (anillos).
- Enlaces no redundantes (estrella o modulo decreciente).

5.4.7 Arquitecturas HFC actuales:

De acuerdo a las consideraciones anteriores resultan 3 arquitecturas modernas tipo HFC:

- Anillo – Estrella: Anillo entre HUB's y estrella al nodo.
- Doble Anillo: Anillo entre HUB's y anillo entre los nodos.
- Anillo – Anillo – Estrella: Introduce el concepto de HUB secundario.

5.5 - CATV + Triple Play utilizando una red HFC y una PON (Red Óptica Pasiva).

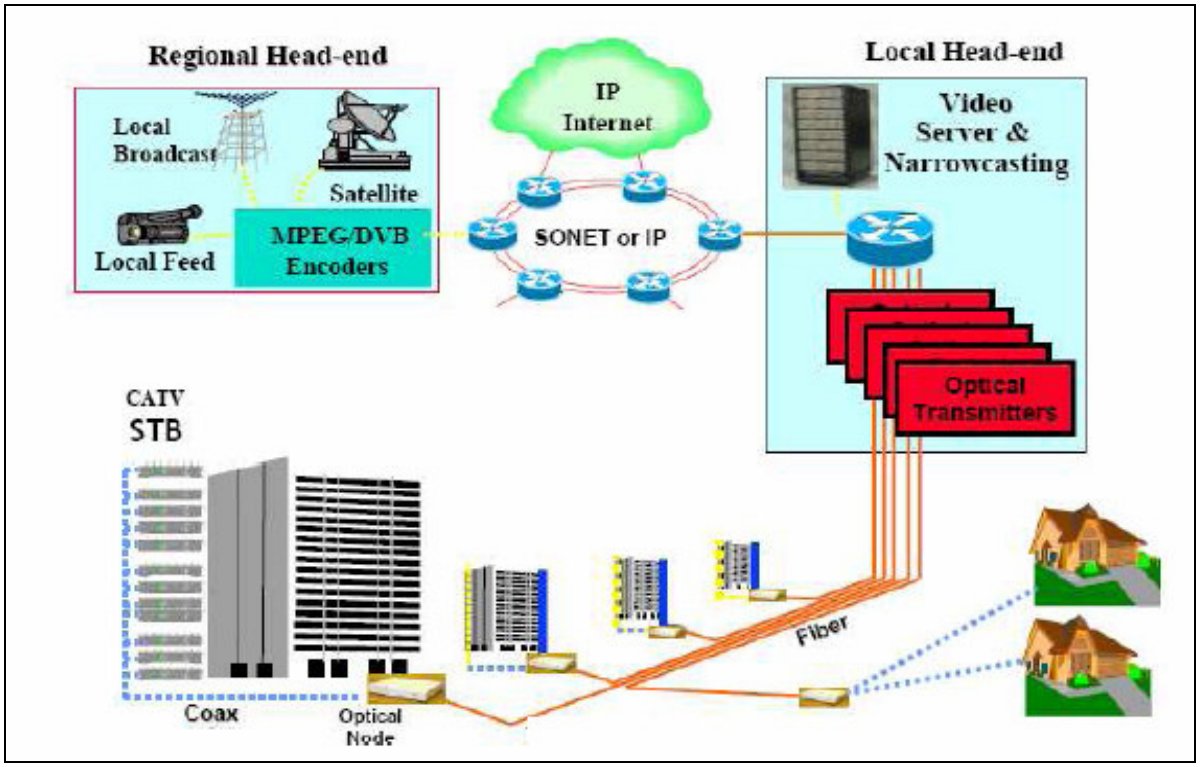


Figura 39: CATV + Triple Play en una red HFC.

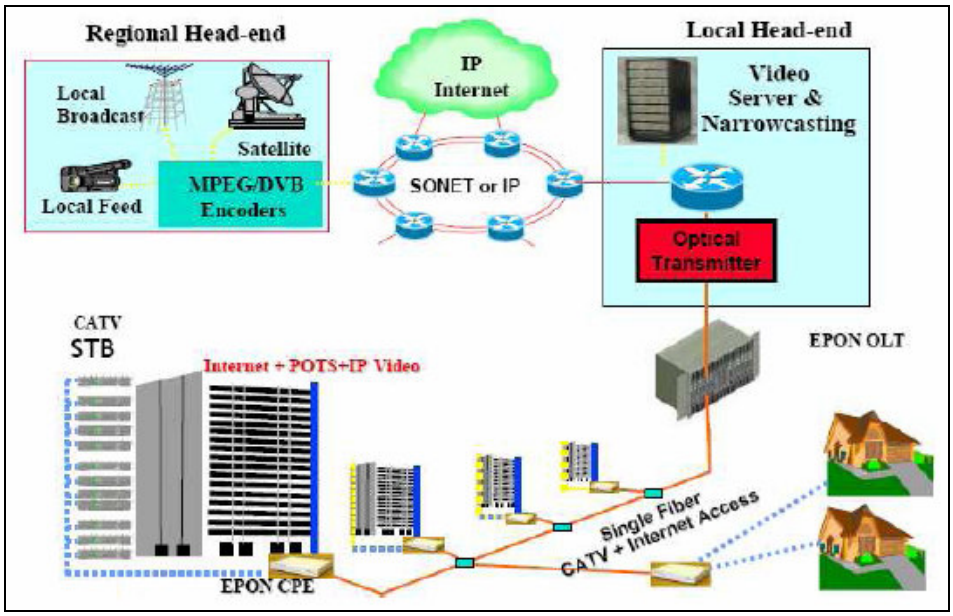


Figura 40: CATV + Triple Play en una red PON.

6 - FTTX. *(Redes de Fibra hasta un lugar "X")*

6.1 – Topología FTTX.

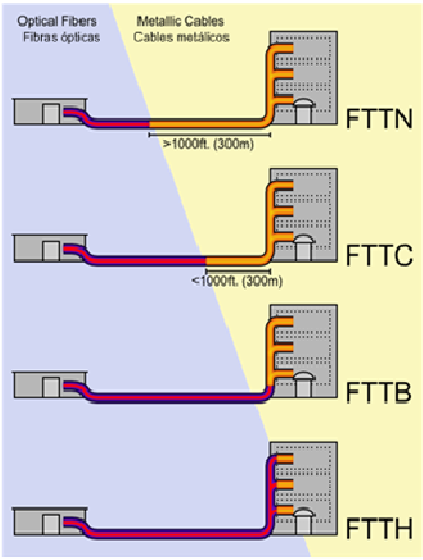
Es un término genérico para designar arquitecturas de red de acceso de alto desempeño ó de alta velocidad, basadas en tecnología óptica. FTTx es muy reconocida como una solución óptima para proporcionar un ancho de banda tanto en instalaciones nuevas como en las ya existentes. Los retos tecnológicos y económicos básicos de FTTx se han resuelto en base a la inmensa capacidad de la fibra, ya que esta es la base del sistema de telecomunicaciones mundial.

Las alternativas inalámbricas tales como Wi-Fi y Wi-Max no pueden proporcionar HDTV entre otras y de hecho tienen problemas para proporcionar la definición estándar de televisión. Las variaciones de DSL, y hasta los últimos enlaces de cable y satélite, pueden proporcionar HDTV solo con dificultad, poca confiabilidad y altos costos de operación.

El enlace de telecomunicaciones de fibra óptica se extiende desde el equipo de conmutación del operador hasta por lo menos los límites de la propiedad privada del cliente. En esta arquitectura, la fibra óptica terminará antes de llegar al área de la casa o el espacio de las oficinas del negocio. Entonces, la trayectoria de acceso continuará por otro medio de acceso, tal como cable de cobre o conexión inalámbrica hasta el suscriptor.

Una de las aplicaciones que más se destaca es la FTTH (Fiber-To-The-Home), en la cual una única fibra óptica llega hasta la residencia del abonado, suministrando un acceso a prueba de futuro, pues la fibra tiene capacidad virtualmente infinita para el transporte de datos.
Las redes FTTH ya son una realidad en diversas partes del mundo ofreciendo voz, datos y vídeo (Triple-Play) en altísima velocidad.

Los distintos tipos de arquitecturas de FTTx, entre otros son:



- *Fiber To The Node Neighborhood: fibra hasta el nodo del barrio.*
- *Fiber To The Curb: fibra hasta la acera.*
- *Fiber To The Building: fibra hasta el edificio.*
- *Fiber To The Home: fibra hasta la vivienda.*

Fibra-al -Nodo o Fibra-al-Vecindario (FTTN)

Los Consejos de FTTH no definen FTTN. Pero en general, se refiere a un sistema en el cual la fibra se extiende a un punto – típicamente al lado de la calle o a un gabinete en el poste – a una distancia de (aprox. entre 300 m a 1500 m) del usuario promedio. De ahí, el cable de cobre o la conexión inalámbrica le sirve al usuario. Típicamente, el servicio se proporciona por medio de una variante de DSL (o sea una línea digital del suscriptor). No se debe confundir a FTTN con Fibra Hibrida Coaxial (HFC), la cual la utilizan principalmente las empresas de cable para implementar DOCSIS, el estándar que permite que la información se transmita por los sistemas de cable de televisión. Cada nodo de DOCSIS pasa por entre 100 a 500 casas y típicamente recibe el servicio de fibra con cable coaxial extendido a los usuarios.

Fibra-a-la-Acera (FTTC)

Similar a FTTN, con la excepción de que la fibra llega mucho más cerca de la localidad del usuario – típicamente más cerca de 300 m y frecuentemente más cerca de 90 m.

Además de DSL, las instalaciones de FTTC pueden usar Ethernet (por medio de cable de cobre o conexión inalámbrica), para traer la señal de donde termina la fibra hasta el

punto donde se encuentra el usuario. A veces, en áreas rurales se utiliza conexión inalámbrica de punto-a-punto simplemente para traer la señal desde la carretera hasta la casa la cual puede estar a una milla o a más distancia.

Fibra-al-Edificio (FTTB)

La trayectoria de comunicaciones de fibra óptica la cual se extiende desde el equipo de conmutación del operador hasta por lo menos los límites de la propiedad privada en donde se encuentran las casas o los negocios. En esta arquitectura, la fibra óptica terminará antes de llegar al área de la casa o el espacio de las oficinas del negocio. Entonces, la trayectoria de acceso continuará por medio de otro medio de acceso – tal como cable de cobre o conexión inalámbrica – hasta el suscriptor.

Fibra-hasta-el-Hogar (FTTH)

Se define como una arquitectura de telecomunicaciones en el que se proporciona una vía de comunicación a través de cables de fibra óptica que se extiende desde el equipo de conmutación del operador de telecomunicaciones al límite mismo de las casas, oficinas y o negocios de los clientes.

Esta vía de comunicación es siempre con el propósito de llevar el tráfico de telecomunicaciones a uno o más suscriptores y para uno o más servicios (por ejemplo, acceso a Internet, telefonía y / o vídeo-televisión). Esta definición excluye las arquitecturas donde la fibra óptica termina en el espacio privado antes de llegar al hogar de vida o el espacio de oficinas de negocios y la vía de acceso sigue siendo el suscriptor a través de un medio físico que no sea de fibra óptica (por ejemplo, los bucles de cobre).

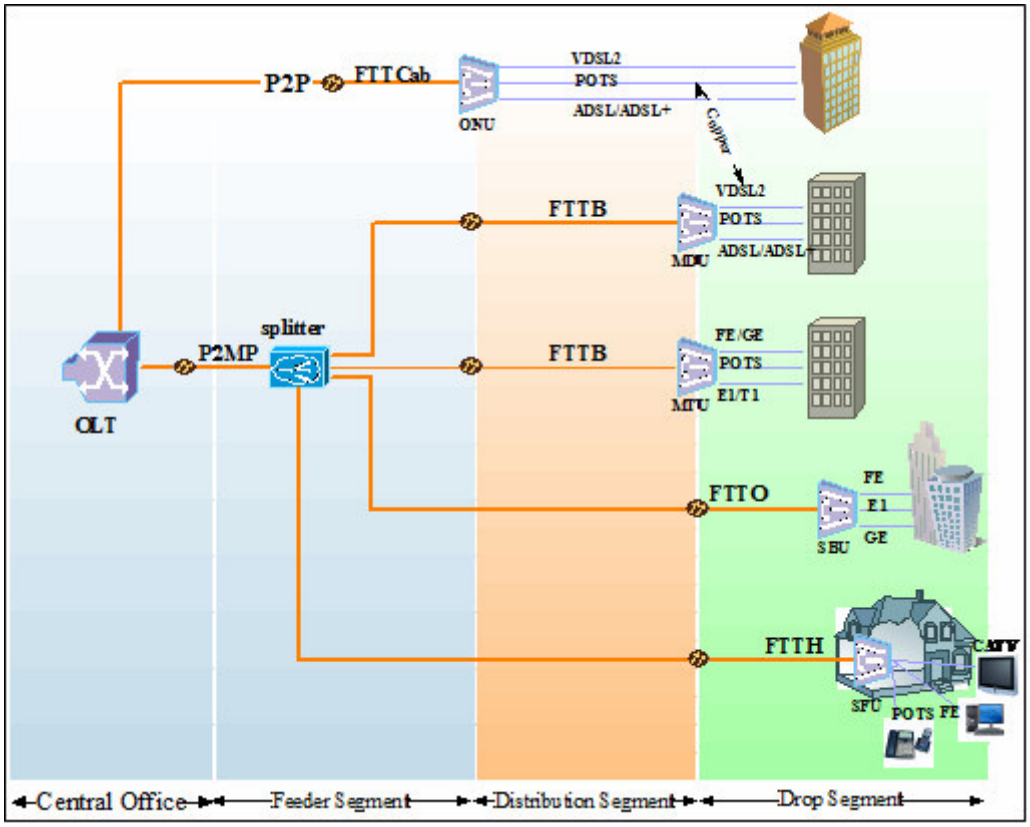


Figura 41: Red de Acceso con FTTX. Fuente: ZTE / Mar 07

	P2P	P2MP		
	FTTCab	FTTB/C	FTTO	FTTH
Distancia entre la OLT y la ONU.	5Km~100Km	<20Km	<20Km	<20Km
Distancia entre la ONU y el usuario.	1~3Km	<300m	0~50m	0~20m
Banda Ancha por usuario.	2 to 25Mbps	50/100Mbps	100M to GE	>=100M
Banda Ancha por usuario.	POTS ADSL/ADSL2+ VDSL2	FE POTS VDSL2 /TDM	FE/GE TDM WLAN	FE POTS WLAN RF

´´P2MP tiene la limitación de que la distancia entre la OLT y la ONU debe ser menor a los 20 Km, a demás de las límitaciones de la tecnología, como por ejemplo 28 dB y con un splitter de hasta 1:64, para GPON´´.

6.2 - Evolución de FTTX

Hoy las redes de telecomunicaciones, especialmente redes de acceso de banda ancha, están experimentando un gran cambio en términos de arquitectura, aplicaciones y servicios que corren en ellas. Mientras tanto, las nuevas tecnologías como VDSL2 y xPON están emergiendo para permitir a redes de acceso a banda ancha desarrollarse gradualmente, como: FTTC (Fiber To The Curb, fibra hasta la acera), FTTB (Fiber To The Building, fibra hasta el edificio) y FTTH (Fiber To The Home, fibra hasta la vivienda).

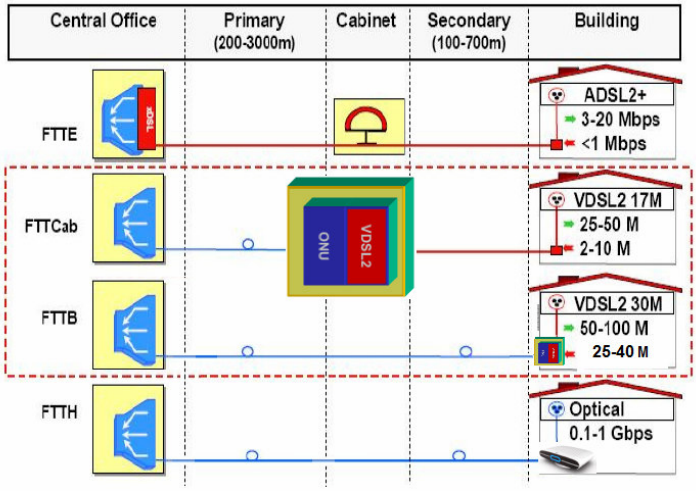


Figura 42: Solución para FTTX.

6.3 - Motivadores y ventajas para evolucionar a redes FTTX

- Las Redes metálicas poseen alta capilaridad, por lo tanto con limitaciones técnicas para servicios de banda ancha por encima de los 2 Mbps.
- El ADSL proporciona una oferta de servicios asimétricos, por lo tanto para upstream existe un límite de 1 Mbps.
- Para el Servicio IPTV ya existe una limitación para las redes metálicas encima de los 2 Km y requiere de altas inversiones en adaptación y mantenimiento de las redes metálicas para poder asegurar hasta los 2 Km.
- La compresión MPEG4 todavía no está totalmente probada para la tasa de 1,5 Mbps, pudiendo exigir más banda por canal de video.
- Aumento de la competitividad principalmente de las Operadoras de TV por cable.

- Para la masificación del servicio IPTV y la implementación de nuevos servicios es fundamental una estructura basada en fibras ópticas que soporten bandas por encima de los 25 Mbps asimétricas, y con estabilidad/confiabilidad en los servicios.
- FTTH es la única tecnología que provee suficiente amplitud de banda, es confiable y a un costo suficientemente bajo como para satisfacer las exigencias de los clientes de la próxima década.
- FTTH también es la única tecnología que satisfará las necesidades del futuro previsible, cuando la televisión y los juegos en 3D, alta definición de "halografía" (productos que ya se usan en la industria y en las mesas de dibujo en las firmas de productos electrónicos para el consumidor), se usen todos los días. Piense, dentro de una década, de 20 a 30 Gbps. El cobre no puede brindar ni 1/1000 de la capacidad de amplitud de banda y tan sólo por una distancia de no más de unos cuantos cientos de metros.
- FTTH ya está proporcionando servicios de alto margen, los cuales los consumidores están dispuestos a pagar mucho más que por "televisión por cable" tradicional.
- Bajo OPEX, el mantenimiento de estas clases de redes es prácticamente nulo, obviamente la fibra no se degrada ni envejece como el cobre, con lo cual se produce un ahorro de mano de obra. A esto se le suma que son redes pasivas y no cuentan en su plantel exterior con ningún elemento conectado activamente.

6.4 - Opciones de FTTX: ¿P2P o P2MP?

Un problema grande en desplegar FTTX por los operadores que experimentan la transformación de la red, es el claro aumento en el número de nodos usados. En un país con una base de clientes como lo es Francia o Reino Unido, el modelo de FTTE necesita utilizar aproximadamente 10.000 nodos para cubrir el país entero. Sin embargo, el número de nodos usados incrementaría drásticamente de 100.000 en la arquitectura de FTTC, e incluso millones de nodos en la arquitectura de FTTB.

Los operadores tienen que considerar reducir el TCO (Costo Total de Propiedad), mientras que despliegan las redes de FTTX.

Hay dos modos de desplegar FTTX: uno es punto a punto (P2P) y el otro Point-to-Multipoint (P2MP). En el modo P2P, el número de enlaces desde la oficina central (CO), equipada de punto a punto con Switch Ethernet a los nodos remotos es similar a los nodos usados, y al número de fibras dobles. Pero éste no es el caso del modo P2MP donde se adopta la red óptica pasiva (xPON). El acoplamiento será dividido en dos o más porciones por los divisores ópticos (splitter): fibra primaria y secundaria. Solamente se utiliza una sola fibra primaria, y el número de fibras secundarias es igual que el de nodos debajo de los divisores ópticos dados. Por lo tanto, una longitud más corta de la fibra se utiliza en el P2MP, puede ahorrar significativamente el costo de instalación de la fibra.

Por ejemplo, se asume que para un proyecto de una red de FTTX con un total de 32.000 nodos de FTTB, y la distancia entre los nodos remotos y la oficina central es 3 Km. En el modo del P2P, la longitud total de la ruta es 96.000 Km y la longitud de la fibra el doble 192.000 Km. En el modo de P2MP PON, asumiendo que la distancia entre el nodo y el splitter y entre el splitter y la oficina central es de 1 Km y 2 Km respectivamente. Si cada splitter está conectado a 32 nodos, se necesitaran un total de 1.000 splitters. En este caso la longitud total de la fibra es de 34.000 Km y la longitud de la ruta es también de 34.000 Km. Obviamente en el modo de P2MP PON se ahorran 158.000 Km de fibra, y la ruta es 62.000 Km más corta que en el modo del P2P.

6.5 - ¿Por qué FTTH?

Fibra-a-la-Casa (FTTH, por sus siglas en inglés) se ha convertido en una realidad. Hoy en día, en los Estados Unidos casi 3 millones de consumidores usan conexiones directas de fibra óptica, más de 10 millones en Japón, aproximadamente 15 millones mundialmente.

FTTH ofrece más amplitud de banda y más flexibilidad que las alternativas, a precios similares. Hace una década costaba $84 mil millones para que las empresas de cable pasaran por aproximadamente 100 millones de casas, $850 por casa (en dólares de hoy día sería $1,500), con una tecnología que ofrece mucho menos que FTTH en todos los aspectos – confiabilidad más baja, amplitud de banda más baja, menos conexiones dentro de la casa. Por menos dinero las empresas telefónicas, las empresas de servicios

públicos y hasta algunas empresas de cable han estado instalando fibra a prueba del futuro. Los retos tecnológicos y económicos básicos de FTTH se han resuelto. En base a la inmensa capacidad de la fibra, hoy la tecnología FTTH se está lanzando alrededor del país y alrededor del mundo. Casi todas las constructoras grandes están instalando fibra en sus nuevas urbanizaciones, empresas tecnológicas independientes están lanzándola a las áreas rurales de América a un ritmo acelerado. Las municipalidades de los Estados Unidos y de otros lugares se están dando cuenta de que FTTH puede ser hoy en día una solución fiable para preparar a sus comunidades para los trabajos y crecimiento económico del mañana.

Las demandas que podemos proyectar a tres años, no presentan ningún problema para la fibra óptica. De hecho, un rollo de cable de fibra no más grueso que un lápiz, puede procesar TODO el tráfico de comunicaciones actuales del mundo entero.

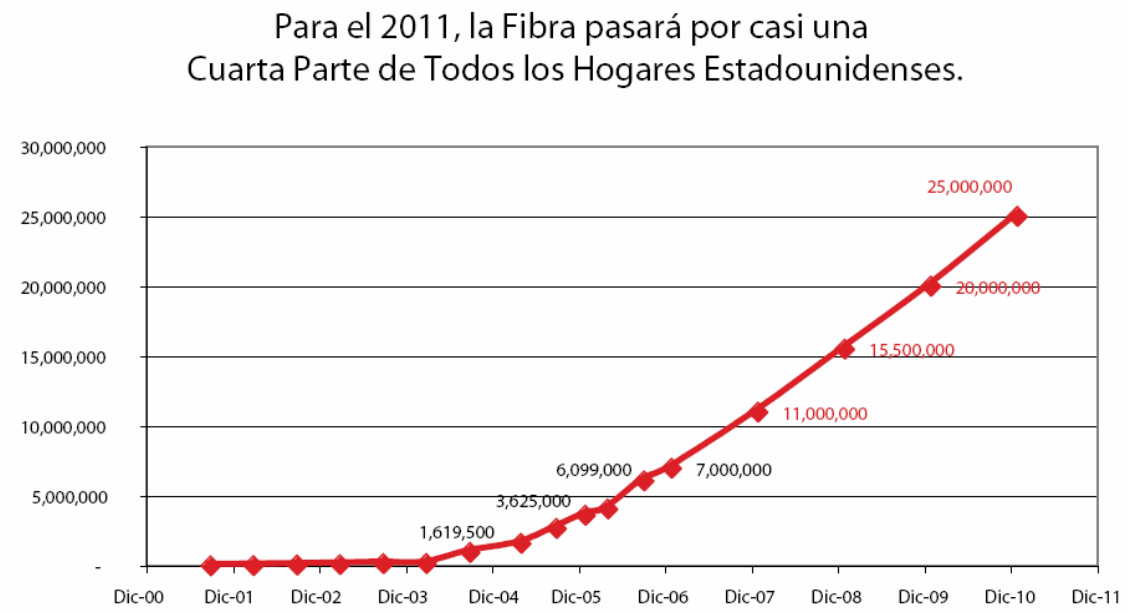
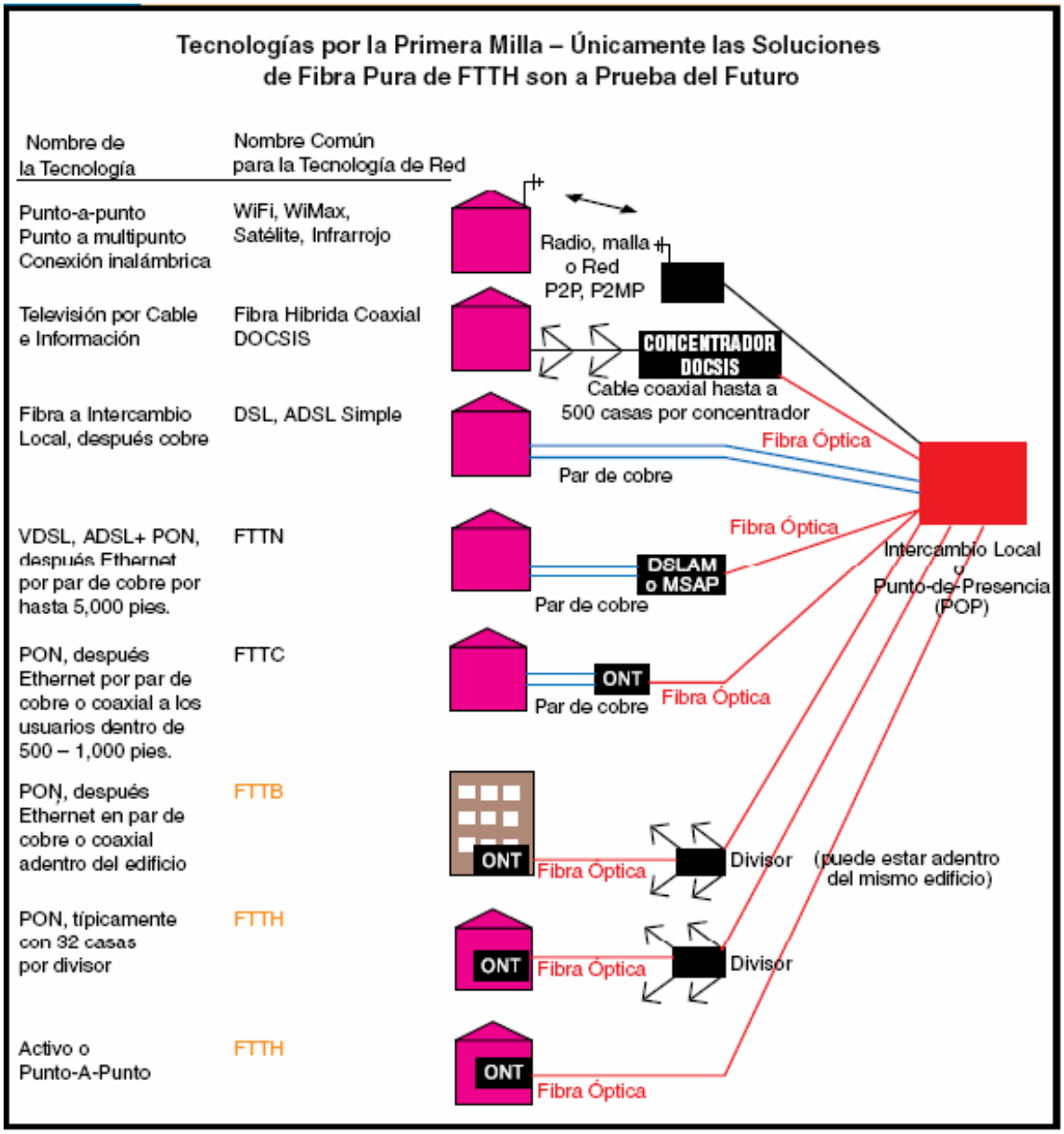


Figura 43: Incremento de FTTH en los hogares de EEUU. Fuente: BBP LLC

6.6 - Comparación de FTTH con Otros Tipos de Redes de Fibra.

En septiembre del 2006, los Consejos de FTTH de Europa, Asia y Norteamérica estandarizaron las definiciones de Fibra-a-la-Casa y Fibra-al-Edificio (también conocida como Fibra al Sótano). La trayectoria de comunicaciones de fibra óptica se extiende desde el equipo de conmutación del operador hasta por lo menos los límites del espacio

de la casa o de las oficinas del negocio. La definición excluye las arquitecturas donde termina la fibra óptica antes de llegar, ya sea a la casa o al espacio de las oficinas del negocio, y a donde la trayectoria de acceso continúa por un medio físico que no es fibra óptica.



Propuesta de despliegue de redes FTTH, por operadoras en Latinoamérica para brindar servicios de VOIP, Banda Ancha e IPTV.

6.7 - Características de las redes FTTX

- Redes Activas (AON):
    - Largo alcance (necesita lásers más potentes).
    - Necesitan alimentación a los componentes de red.
    - Del gabinete, nodo, etc. hay un buen tramo final de cobre, que limita el BW.
    - Ancho de Banda de usuarios dedicados: esto significa mayor CAPEX y OPEX.
    - Arquitectura simple.
    - Requiere de muchos acuerdos de derechos.

- Redes Pasivas (PON):
    - Son económicamente más atractivas.
    - La ODN (Optical Distribution Network), es totalmente pasiva.
    - Se accede a uno o múltiples clientes vía una sola fibra monomodo pasiva, esto significa menor CAPEX y OPEX.
    - Son más complejas que las AON.
    - Los lásers son de menor potencia.
    - Mejor economía de escala.
    - Un punto de falla, afecta a varios usuarios.
    - Si el número de usuarios aumenta, el BW de cada usuario baja.

7 - Redes "X"PON.

7.1 –Descripción de la tecnología PON

Una **red óptica pasiva** (PON), permite eliminar todos los componentes activos existentes en la red entre el proveedor y el cliente, introduciendo en su lugar componentes ópticos pasivos para guiar el tráfico por la red. La utilización de estos sistemas pasivos reduce considerablemente los costos y el mantenimiento.

En pocas palabras, fue creada para satisfacer las demandas de las aplicaciones actuales y futuras, es imperativo que las redes de acceso puedan ofrecer el ancho de banda necesario.

La fibra óptica ofrece la única solución para cubrir estos requisitos: satisface las demandas de ancho de banda, y proporciona una mayor capacidad de transferencia de datos a muy alta velocidad.

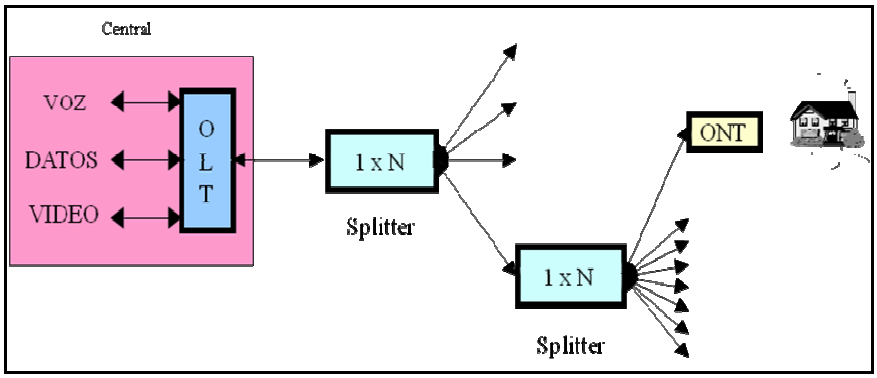
Permite a los operadores suministrar una amplia gama de servicios y aplicaciones, tales como televisión de alta definición (HDTV), vídeo bajo demanda (VoD), datos de alta velocidad (Banda Ancha) y al mismo tiempo proporciona los fundamentos básicos de conectividad de voz (VOIP).

Un PON se compone de fibra óptica, divisores de cableado pasivos y acopladores que distribuyen una señal óptica a través de una topología "árbol" a los conectores que terminan cada segmento de la fibra.

7.2 – Componentes de la tecnología PON

Una Red Óptica Pasiva es una red punto-multipunto formada básicamente por:

- Sistema OLT (Optical Line Terminal – Terminal Óptico de Línea), localizado en las instalaciones del operador.
- Red de fibra óptica con una topología árbol-rama.
- Divisores ópticos (splitters).
- ONTs (Optical Network Terminal – Terminal Óptico de Red), ubicadas en el domicilio del usuario.



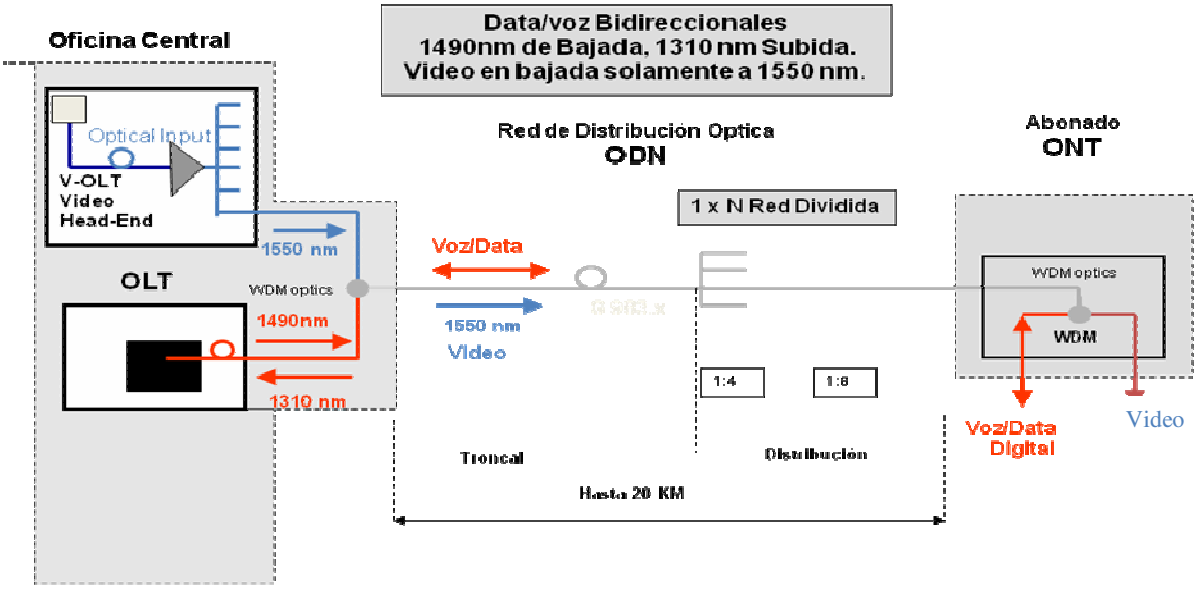


Figura 43: Diagrama de funcionamiento de una red PON. Fuente: TASA

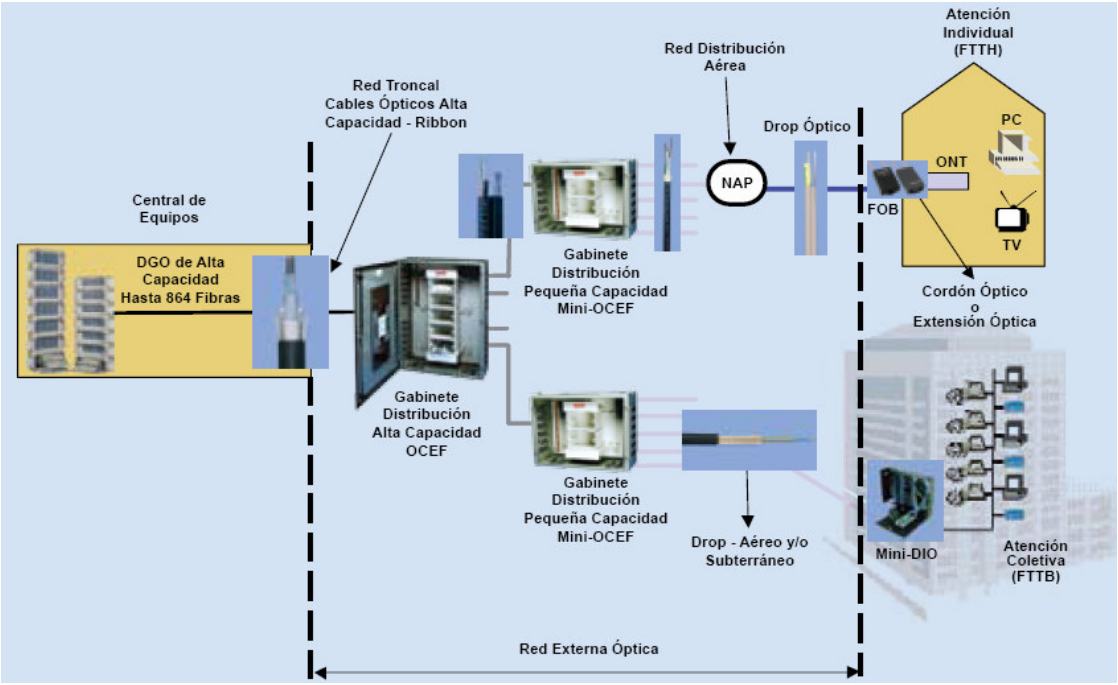
Equipos y materiales utilizados en el despliegue de GPON.

7.3 – Flexibilidad en la implementación de la red PON

Dependiendo de la solución tecnológica adoptada es posible implementar la infraestructura de Red Óptica Pasiva - PON de dos formas: Topología **Punto-a-Punto** o Topología **Punto-Multipunto**.

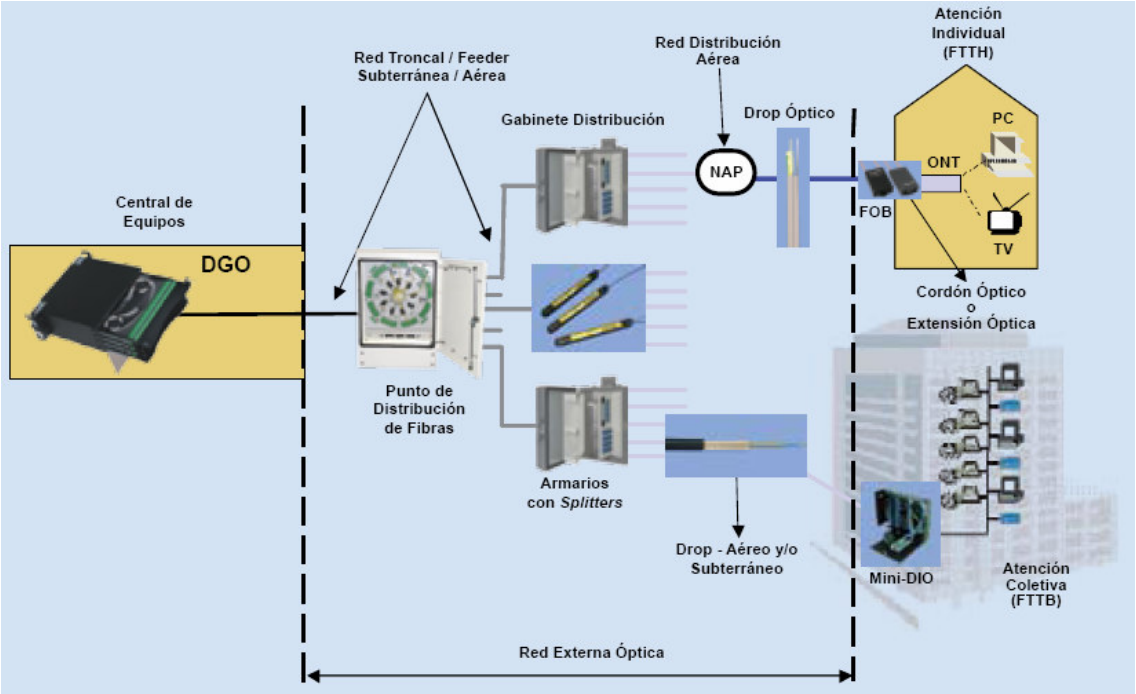
➢ Topología Punto-a-Punto:

La conexión entre la Central de Equipos y el abonado se realiza directamente.



➢ <u>Topología Punto-Multipunto:</u>

La conexión entre la Central de Equipos y el abonado se comparte a través de Splitter óptico, permitiendo la utilización de cable óptico troncal de menor capacidad.



7.4 - Estrategia para el despliegue del Splitter.

- Los divisores ópticos son usados en el despliegue de FTTP para proporcionar el uso más eficaz de la electrónica de la OLT.
  - Llevar los divisores (Splitter) más cerca de los abonados, ahorra el costo de las fibras, pero limita la capacidad de combinación.
  - Colocar divisores más cerca de la CO (oficina central), requiere de un poco mas de fibra, pero ofrece una mayor capacidad de combinación.
- Típicamente se utiliza un divisor de 1x32, divisores de 1x16 pueden ser utilizados cuando la pérdida no permita la utilización del 1x32.
- Donde poner los divisores ópticos es una decisión crítica:
  - En la oficina central.
  - En cascada como splitteo Distribuido.
  - En splitteo Centralizado.
- La utilización de la OLT y los costos operacionales (el OPEX), son clave.

7.4.1 - Arquitectura de una Red FTTP

Una arquitectura general de red FTTP fuera de la central (CO), está formada por cables alimentadores enrutados a un hub de distribución de fibra (FDT), donde se alojan los divisores ópticos (splitter). Del FDT, se enruta un cable de distribución a la terminal de acceso (FAT), a donde llegan los cables de acometida. Desde la FAT, se enruta el cable de acometida a la terminal de red óptica (ONT) en las instalaciones del abonado.

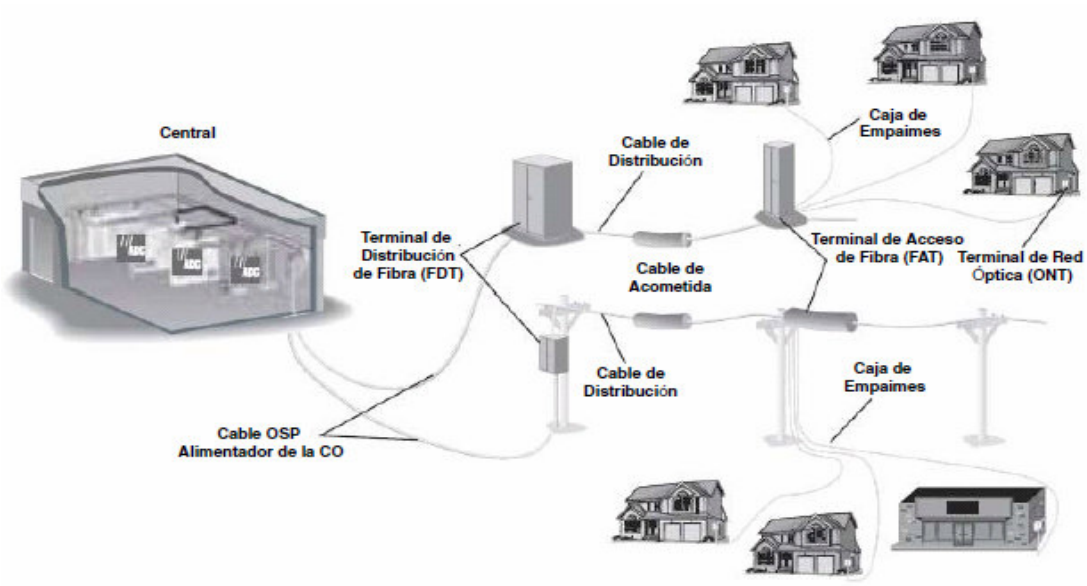


Figura 44: Arquitectura de una red de fibra FTTP. Fuente: ADC / JUN06

7.4.2 - Conmutación Central

- El divisor óptico está situado en la oficina central
- Todas las fibras se instalan desde la CO al abonado
- Proporciona la utilización máxima del ancho de banda y mejor flexibilidad de la red
- Todo el trabajo se hace en la CO y en el abonado, reduciendo trayectos
- Requiere una cantidad grande de fibras en la CO
- Poco elegida debido al costo del cable y del espacio de la CO
- Todo el acceso para pruebas y crecimiento en la CO
- Uso más flexible de la electrónica y de los divisores
- Baja cantidad de equipos en la red de Distribución

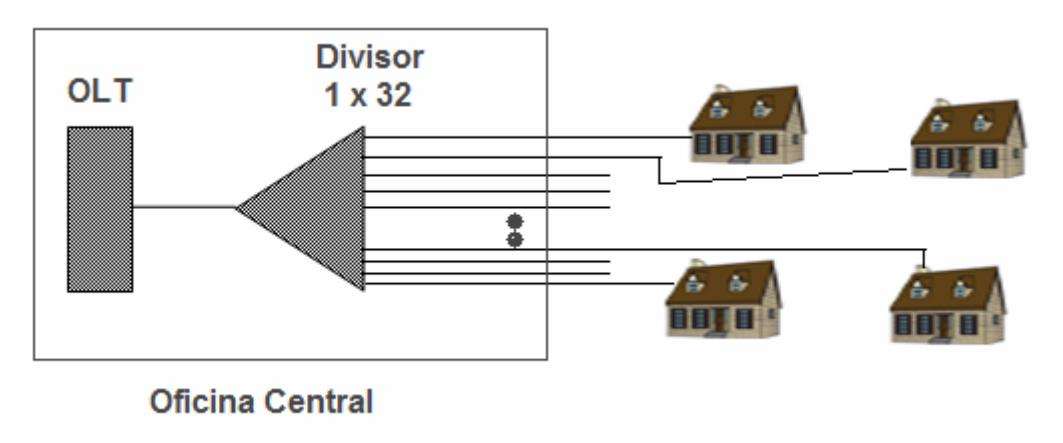


Figura 45: Fundamentos de la tecnología FTTH. Fuente: TASA / ABR08

7.4.3 - Divisor centralizado

- Concepto: todos los divisores están localizados en el FDT (Fiber Distribution Terminal) en la OSP de la red.
- Teoría: centralizando los divisores en una área residencial maximizará el uso del OLT y proveerá un único punto de acceso para la localización de fallas.
- Aplicación real: provee un uso más flexible del OLT en un limitado porcentaje de utilización y provee acceso fácil a los terminales para la localización de fallas pero aumenta el costo con la distribución de los cables.

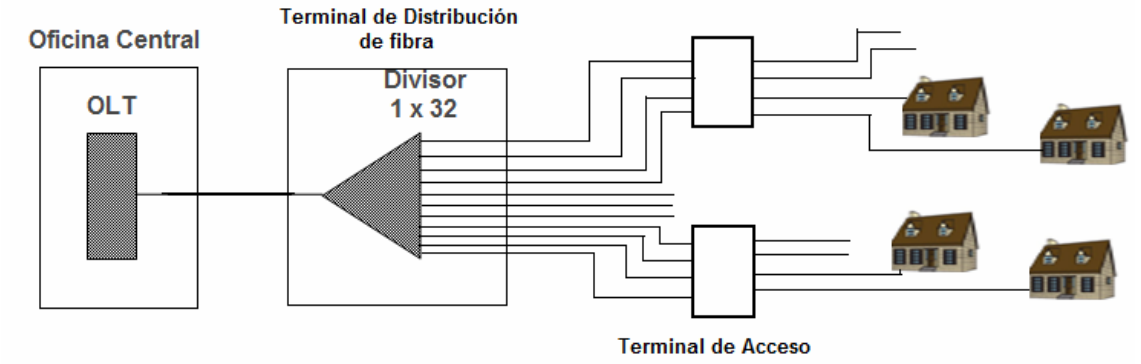


Figura 46: Fundamentos de la tecnología FTTH. Fuente: TASA / ABR08

7.4.4 - Punto de Convergencia Local (LCP), Modelo de División Centralizado

Ventajas:

- El LCP aloja la configuración local de los abonados.
  - Capacidad de prestar servicio a 32 o más (64 – 500) abonados por LCP
  - Capacidad de instalar divisores en el LCP
- Balancea la escalabilidad de la red y el CAPEX inicial.
  - Troncal de pocos hilos / sistema de distribución rico en fibras
  - Provee ruta óptica dedicada entre el LCP y los abonados
  - Fácilmente adaptable (DWDM futuros, cambios en la relación de división)
- Soporta estrategias de crecimiento eficientes.

Desventajas:

- Requiere el envío de personal al LCP para la conexión de abonados.
  - Puede aumentar el costo incremental de la conexión de abonados

7.4.5 - División en cascada (División Distribuida)

- Los divisores están localizados en el FDT (Fiber Distribution Terminal) y FAT OSP.
- Los divisores en cascada en OSP disminuirán la cantidad de fibra necesaria para el despliegue del servicio.
- Reducirán los costos con la distribución de los cables pero creara un uso ineficiente de las puertas OLT, y pueden aumentar las dificultades para aislar los problemas.

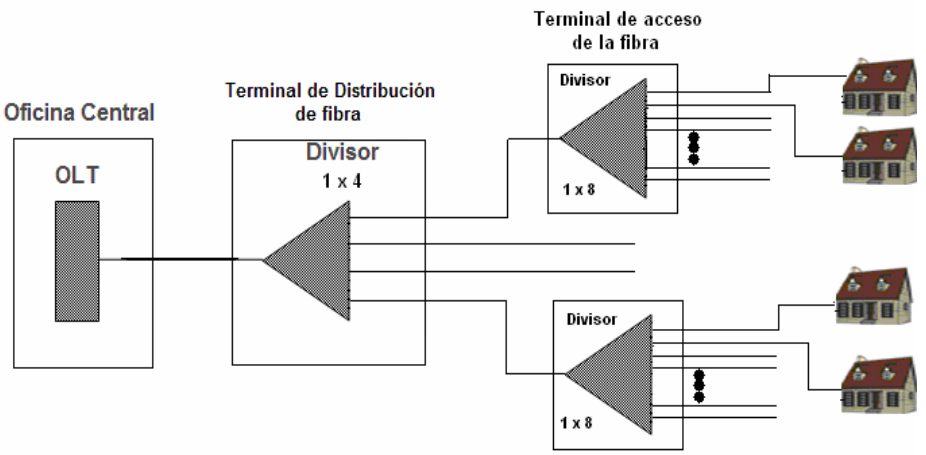


Figura 47: Fundamentos de la tecnología FTTH. Fuente: TASA / ABR08

Ventajas:

- Sistema óptico pasivo de menor costo
  - Requerimiento iniciales de CAPEX mínimos
  - Utiliza troncales con pocas fibras y sistemas de distribución
- Puede ser eficiente
  - Cuando la tasa de utilización es bastante estable
  - Cuando el crecimiento no es importante

Desventajas:

- Limitaciones en el ancho de banda y adaptabilidad
  - No existe configuración de divisor único o punto de adaptación
  - Una relación de división alta puede limitar la escalabilidad de la red en el futuro
- Ineficiente cuando el porcentaje de abonados conectados es bajo (< 50 %)
- Crecimiento complejo

7.5 - Características de redes PON

- Minimiza el despliegue de fibra al hogar.
- Al usar topología árbol-rama, da mucho más rendimiento que las conexiones P2P.
- Se simplifica la cantidad de equipos del lado de la central, esto por un lado baja la complejidad y el consumo.
- Permite mayor ancho de banda por usuario, respecto de XDSL y CATV.

- Al ser pasivas y tener estructura PMP, permiten sin afectar la cantidad de equipos agregar las señales de CATV, incorporándolas sobre una longitud de onda de 1550 nm, distinta a las destinadas a los datos.
- Dan mayor QoS, que las otras redes de acceso.
- Son inmunes a los ruidos y a las descargas eléctricas.
- Aumento de la cobertura hasta los 20 Km (desde la oficina central). Con tecnologías DSL como máximo se cubre hasta los 5,5 Km.
- Minimización del despliegue de fibra óptica gracias a su topología.
- Más baratas que las punto a punto.
- Permite a futuro, mediante el agregado de lambdas adicionales, aumentar la capacidad de AB de los usuarios.
- Limite en el "budget" de potencia: 28 db / clase "B +"

7.5.1 - Normativas

Las tres normas principales PON son: BPON, EPON y GPON. BPON y su sucesor GPON son de la Unión de Telecomunicación Internacional - el sector de recomendaciones de Estandarización de Telecomunicación (la ITU-T), patrocinadas por la Red de Acceso de Servicio Full (FSAN), por un Vendor y por un comité de operadores. EPON es un estándar desarrollado por el Instituto de Ingenieros Eléctrico Electrónicos (IEEE) Ethernet en la primera milla (EFM). Considerando que los operadores conducen la estandarización de GPON vía FSAN, el estándar GPON refleja directamente las necesidades del operador.

Aunque estos tres sistemas trabajan sobre el mismo principio, existen varias diferencias entre ellos.

Characteristics	EPON	BPON	GPON
Standard	IEEE 802.3ah[1]	ITU-T G.983	ITU-T G.984
Protocol	Ethernet	ATM	Ethernet, TDM
Rates	1000 Mbps[2], DS and US	622 Mbps DS, 155 Mbps US	2488 Mbps DS, 1244 Mbps US
Span (km)	10	20	20
Split-ratio[3]	16 or 32	32	32 or 64

Figura 48: Variante de PON y sus características. DS y UP. Fuente: Ericsson / Jun08

7.6 – Redes GPON

La Red Óptica Pasiva Gbit (GPON), es actualmente una de las tecnologías de acceso más rápidas, para atraer el interés del mercado. Varios analistas de mercado han predicho un crecimiento rápido de despliegues GPON, que conducen en unos años al predominio de GPON en la tecnología de acceso de fibra. Otras tecnologías, como la Banda Ancha PON (BPON) y Ethernet PON (EPON) fueron desarrolladas pero no alcanzo el interés masivo de los operadores de telecomunicaciones.

La popularidad del GPON es debido a varios factores: esto apoyado en una amplia gama de usos/servicios, en particular un gran Ancho Banda unicast (high-bandwidth) y la difusión de vídeo/TV. Puede ser desplegado en muchas arquitecturas de red: por ejemplo, en combinación con un Very-high-speed (VDSL2, con FTTC), o como acceso residencial con (FTTH).

Una solución de GPON es una parte integrante de una arquitectura óptica pasiva, de banda ancha de servicio full, que se diseña para cubrir las necesidades de las redes de la convergencia fijo-móvil y de la próxima generación a través de ofrecimientos de servicios residencial y de empresa.

El siguiente paso en la evolución de la red óptica pasiva será el aumento de velocidad en bit, de 2.5 Gbps de hoy a 10 Gbps en downstream y de 1.25 Gbps a 2.5 Gbps en upstream.

Muchos operadores y vendedores en la industria ven la Multiplexación por División de Longitud de Onda PON (WDM-PON), como la última tecnología PON a largo plazo, donde una topología PON supone ser una red lógica punto a punto (point-to-point). WDM-PON ofrece una alternativa al esquema time-shared (tiempo compartido) de la transmisión de GPON, en el cual cada ONT transmite y recibe sobre una longitud de onda específica. Aunque actualmente no es viable por razones de costo comparado a GPON, la investigación intensiva en componentes ópticos puede tener reducciones de costos significativos en los próximos años.

7.7 - Servicio de Banda ancha con GPON

Componentes de servicio de vídeo necesitan un ancho de banda más alto, forzando a la mayor parte de operadores de telecomunicaciones a contemplar mejoras o completa-

mente renovar su cobre en sus redes de acceso tradicionales metálicas. La red GPON y EPON, son dos normas que abren la puerta a nuevas oportunidades tanto para vendedores como operadores.

Vendedores principales han añadido la tecnología PON a sus carteras de acceso de banda ancha, y los operadores en el mundo entero han mostrado un interés considerable en desplegar esta tecnología en combinación con VDSL2 y FTTC o FTTH.

Una alternativa a PON usado por operadores más pequeños, municipios y proveedores de redes abiertas es Ethernet FTTH, también conocida como la fibra punto a punto. Esta tecnología lleva todas las fibras desde cada usuario a la oficina central (CO), que proporciona una transmisión de fibra punto a punto relativamente simple. La opción entre el punto a punto y el GPON depende de múltiples factores en cuanto al despliegue y el ambiente de negocio. La fibra de punto a punto tiende a implicar el equipo de red activo relativamente cerca del cliente, pero es simple de desplegar y transparente a los servicios. Donde los operadores intentan consolidar posiciones del equipo, esto requiere más fibra en la agregación. La gestión de muchas fibras en nodos grandes puede traer inconvenientes.

Ficha técnica de las características y variantes de redes PON

7.8 - Perspectiva de mercado

El ímpetu, las muestras tempranas del éxito y de la aceptación de mercado para GPON por todo el mundo es cada vez más evidente. La perspectiva de mercado para GPON es brillante y en constante análisis de industrias corrientes. Un estudio realizado por ***Heavy Reading*** predijo que el número mundial de suscriptores de (FTTH) para 2008 sería de 20 millones y aumentaría a 90 millones hacia el 2012. Otro estudio realizado por ***Infonetics Research*** predijo que, GPON alcanzará con la Ethernet PON (EPON), ser la tecnología predominante en 2008/2009. La figura 50 muestra el crecimiento predicho de mercado.

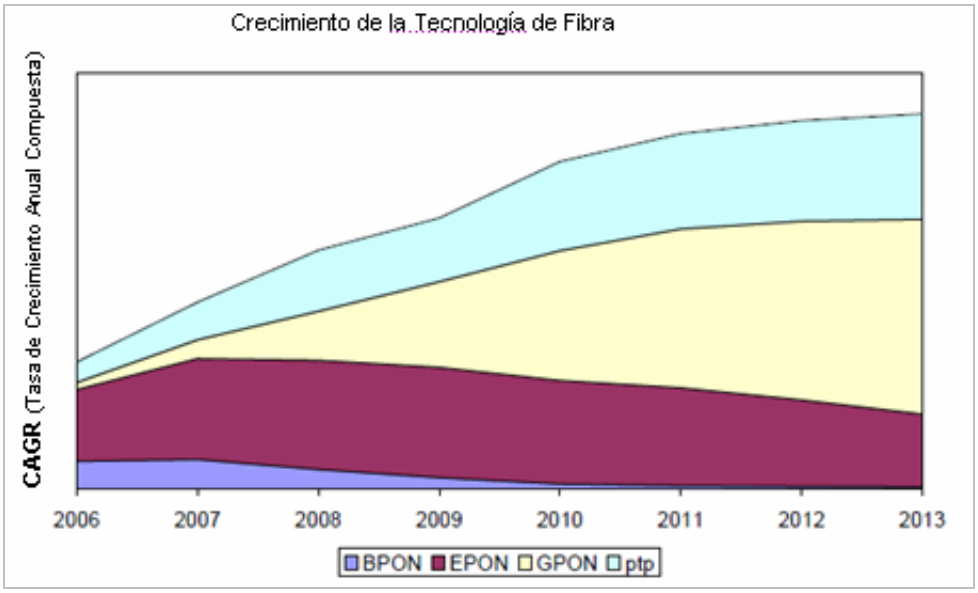


Figura 49: Crecimiento previsto del mercado de tecnologías de acceso con fibra. Fuente: Ericsson / Jun08

El aumento rápido en el mercado de GPON está dado por:

- La tendencia hacia servicios "media-rich" de gran amplitud de banda ancha como unicast y el vídeo/TV de difusión, estimulan a muchos operadores de telecomunicaciones a examinar las posibilidades para la mejora o la renovación total de la red de acceso de cobre.

- Los vendedores importantes han agregado tecnología GPON a sus carteras de acceso de banda ancha, y los operadores por todo el mundo están interesados en el despliegue de la tecnología, en combinación con VDSL2/FTTC o FTTH.

- Puesto que GPON permite a múltiples usuarios compartir la misma fibra, hay menos necesidad del espacio de conducto en la red de acceso y mejor gestión de la fibra en la oficina central, reduciendo el gasto capital (Capex) y operacional (Opex).

- La utilización de la red pasiva óptica (PON) contra una infraestructura de cobre puede reducir los gastos operacionales anuales tanto como el 80%. Un PON tiene un costo bajo de mantenimiento, dado que en su plantel exterior no cuenta con ningún componente activo (sin electrónica), y que la fibra no envejece ni se degrada como el cobre.

7.9 - GPON es la Arquitectura de Servicio full de Banda ancha

Una arquitectura de Servicio full de Banda ancha, es diseñada para cubrir las necesidades de la convergencia fija móvil (FMC) y de las siguientes redes de nueva generación (NGN), a través de ofrecimientos de servicio a residenciales y empresas. En su CORE es una red de transporte confiable, segura y de costo optimizado. Soportado por una variedad de tecnologías de acceso, cada desarrollo en apoyo de la Banda ancha de Servicio full con la heterogeneidad de acceso manejada por capacidades de borde de multi-acceso. IMS (El Subsistema de Multimedia de Protocolo De Internet) apoya el desarrollo y el despliegue de servicios de punta a punta. La movilidad y la conveniencia del usuario se permiten a través de los interfaces de Usuario-a-red constantes y abiertos (UNI), mientras que Interfaces de Red-a-red (NNI) aseguran la interoperabilidad con Partners como otros operadores y empresas.

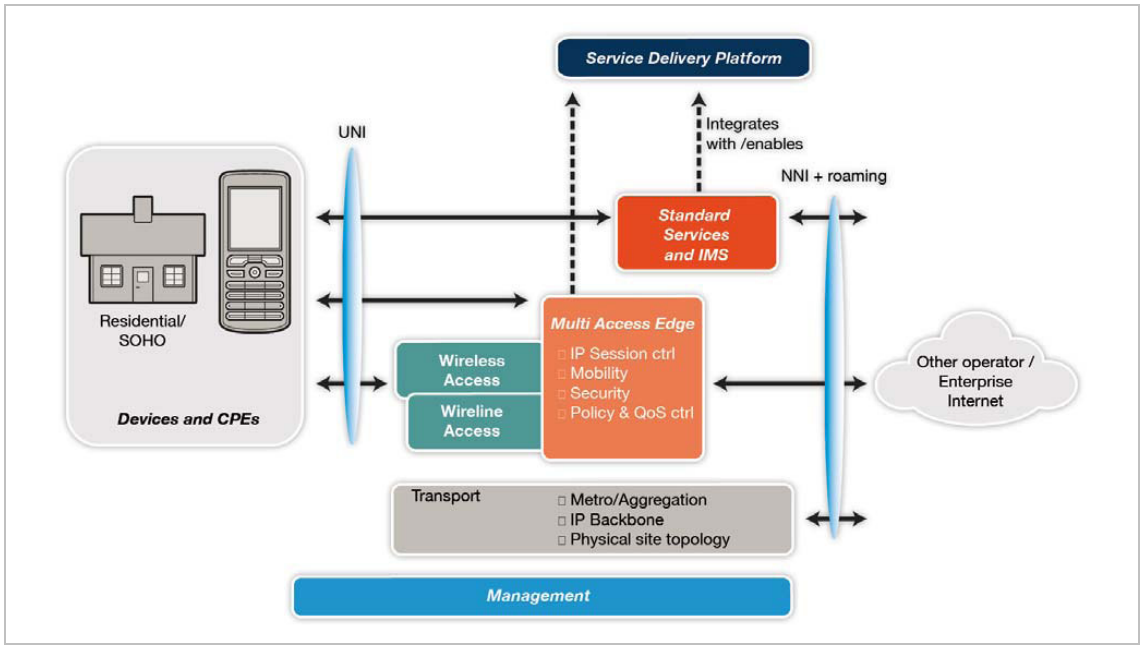


Figura 50: Arquitectura de banda ancha para servicio full.

La solución GPON es parte de la función de Acceso de Wireline, que interconecta funcionalmente los dispositivos y el CPES (Equipo Local del Cliente), con el Multi-Acceso Edge.

7.10 - Casos de uso de GPON

El sistema GPON consiste en un Terminal de Línea Óptico (OLT) en la compañía u oficina central (CO), y un número de terminales de red óptico (ONTs) en los locales de cliente. O bien, unidades de red ópticas (ONUs) pueden ser usadas para alcanzar los locales con otra tecnología, por ejemplo VDSL2. Ambos de estos dispositivos son activos y requieren de energía. En vez de usar electrónica impulsada en la red de distribución óptica (ODN), los splitters pasivos dividen el ancho de banda para servir a múltiples usuarios. Por lo tanto no hay componentes activos entre la CO y los locales de cliente. Esto reduce los gastos en inversión de capital (CAPEX) y los gastos operacionales (OPEX), puesto que los componentes pasivos no requieren de energía para funcionar. Son también generalmente menos costosos para desplegar y mantener inicialmente en la planta externa. Como múltiples usuarios comparten parte de la red de distribución, menos espacio de sub-estantes será necesario en la CO para interfaces activos y marcos de distribución ópticos.

La figura 52 muestra los diferentes casos de empleo de GPON. Cuando el ODN alcanza todos los caminos al usuario final como en FTTH es usado el CPE, llamado Terminación de Red Óptica (ONT). Usando tecnologías alternativas de DROP al usuario final, como el cobre o radio, es usada la Unidad de Red Óptica (ONU). Con la ONU diferentes arquitecturas pueden ser usadas dependiendo de la distancia del ONU al usuario final: La fibra al edificio (FTTB) para el más corto y la fibra al nodo (FTTN) para el más largo, con FTTC para distancias intermedias y la colocación correspondiente del equipo ONU.

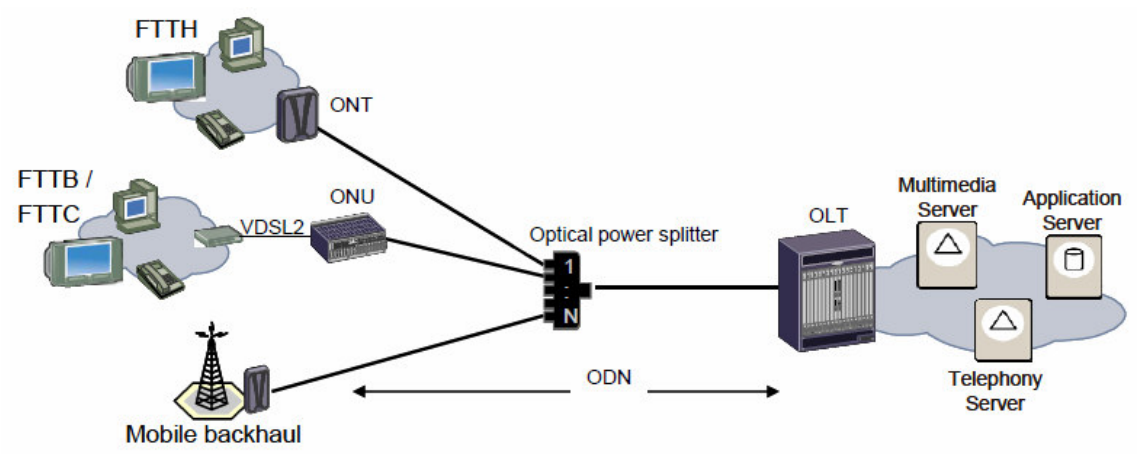


Figura 51: Usos de GPON.

Para el ODN, el splitter puede ser desplegado en forma centralizada (en una posición física de por ejemplo un 1:32 splitters), o distribuido (en por ejemplo dos posición de 1:4 splitters primero y luego cuatro de 1:8 splitters). La distribución óptima del splittter permite en teoría optimizar las distancias de cable de fibra. En la práctica esto puede ser difícil de alcanzar, y la centralización del splitter permite un más fácil mantenimiento. Desde luego, el acercamiento centralizado de splitter puede ser realizado con varias etapas físicas de splitter en un sitio, por ejemplo una etapa de 1:4 seguido de una etapa de 1:8 splitters para alcanzar un total de 1:32.
Los límites de la tecnología de splitter es de 1:64 (hoy) y 1:128 (en el futuro), no mayor a los 20 km de distancia desde la OLT y la ONT/ONU y 28 dB.

7.11 - Servicios residenciales

Muchos operadores ven GPON como inmejorable oportunidad para un uso residencial de FTTH. La distribución de la infraestructura pasiva y la parte OLT, es un buen punto a la demandas de pequeñas a mediana capacidad de un usuario residencial típico. Para longitudes de enlaces cortos (< 20 kilómetros), puede usarse una etapa de 1:64 Split. Típicamente un sistema GPON apoya la entrega de datos basados en IP y servicios de telefonía, broadcast IPTV, y entrega on demand. Un típico ONT residencial, por ejemplo el single-family unit (SFU), incluye un número de puertos Ethernet Gigabit; algunos tipos más avanzados también incluyen la ayuda de la Traducción de Dirección de Red (NAT), firewalls, el Protocolo de Configuración de Anfitrión Dinámico (DHCP) y el Servidor de Nombre de dominio (DNS) , etc.. Los ONTS pueden ser de tipo de interior (indoor) o de exterior (outdoor), dependiendo del escenario de despliegue, y puede servir a viviendas solas o unidades de multi-viviendas.

7.12 - Servicios empresariales

Como GPON es muy flexible en cuanto al ancho de banda asignado por usuario, los usuarios residenciales pueden compartir un PON con los usuarios empresariales con capacidad más alta. Para acomodar las necesidades de comunicación específicas de

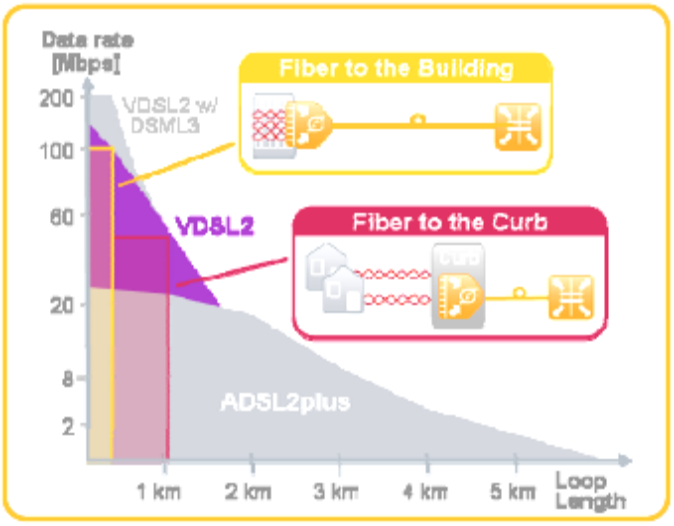
negocios, existen varios tipos de Single Business Unit (SBU). Las SBUS tienen diferentes números de puertos POTS, puertos DS1/E1 y extensiones Private Branch Exchange (PBX), y de Ethernet en 100 Mbps o 1 Gbps.

7.13 - VDSL back-haul (FTTC)

La tecnología DSL, fue pensada originalmente para proporcionar una conexión de datos sobre el enlace convencional de cobre desde una CO, a locales de suscriptores. Una serie de invenciones han conducido varias generaciones de DSL, ofreciendo velocidades cada vez más y más rápidas, y frecuencias más altas sobre enlaces más cortos de cobre. La tecnología VDSL2 puede proporcionar hasta 100 Mbps sobre enlaces cortos, mientras que las velocidades de 50-75 Mbps pueden ser alcanzadas hasta en 1 km (dependiendo del grado de cobre, longitudes del cable y la interferencia). Pero usando *Vectoring* aún velocidades más altas son factible, típicamente 100 Mbps por par de cobre de un par de cientos de metros.

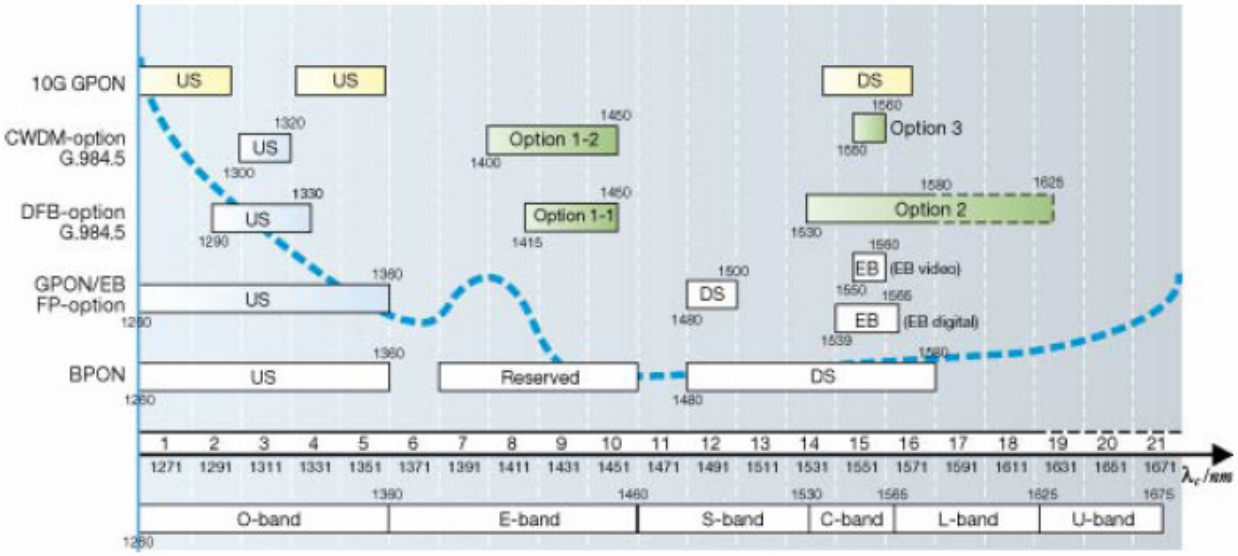
En la mayoría de los casos el número de usuarios finales que puedan ser alcanzados directamente por VDSL2 desde la CO es bastante limitado, porque las longitudes del enlace del intercambio al suscriptor son típicamente demasiado largas. VDSL2 es una opción excelente, donde las longitudes de cobre son cortas - por ejemplo, para los servicios sobre el cobre existente de un gabinete lateral del sótano de un edificio o el gabinete al lado de la calle (DSLAM remoto).

Un VDSL2 “DSL Access Multiplexer” (DSLAM), agrega muchas líneas de suscriptores de cobre sobre un enlace backhaul de 1 Gbps a un switch a la Metro de Ethernet, y aquí un enlace backhauling de GPON es una opción muy conveniente.



7.14 - La evolución de GPON.

Después de un cierto despliegue inicial de BPON, la industria demoró en comprender que un BPON ODN no se podría incrementalmente actualizar a ninguna tecnología de la próxima generación. La lógica de actualizar un PON completo era al mismo tiempo desalentador, y el costo de instalar una mejora paralela PON era prohibido. En consecuencia, era un requisito desde los comienzos del desarrollo de GPON que la actualización para la próxima generación sea posible en el mismo ODN.



DS: Downstream, US: Upstream, EB: Enhancement band, DFB: Distributed Feedback laser, FP: Fabry-Perot laser

Aunque GPON se considera que ofrezca bastante capacidad durante los siguientes años, los sistemas de la próxima generación GPON (NG-PON), están desarrollando la prueba futura de inversión de las infraestructuras actualmente desplegadas de GPON´s y de la fibra. Los requisitos básicos de NG-PON deben así ofrecer capacidades más altas que GPON, componentes e infraestructura GPON.

La evolución de GPON como se representa en la Figura 53 define dos etapas de evolución:

- El primer paso, NG-PON1, es compatible con despliegues de GPON conforme al plan de longitud de onda de G 984.5. Los sistemas NG-PON1 se anticipan para fines del 2010. Los candidatos son:
    - GPON que soporta 10 Gbps downstream y 2.5 Gbps upstream. Llaman a este candidato XG-PON1 ("X" se refiere en romano al número “10”, también conocido como “10G-GPON”).
    - Un GPON simétrico que soporta 10 Gbps tanto downstream como upstream, llaman a este candidato XG-PON2.
    - Una opción del WDM a múltiple GPONS overlay y/o point-to-point, overlay cubre longitudes de onda diferentes sobre la misma infraestructura de fibra, definido en G 984.5

- El segundo paso, la Nueva Generación PON 2 (NG-PON2), requerirán capacidades más altas y más longitudes de onda en el futuro. También, los nuevos formatos de modulación, tales como la Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM) y la Multiplexación por División de Códigos (CDM), son discutidos para NG-PON2. Las normas se prevén que estarán disponibles alrededor del 2015.

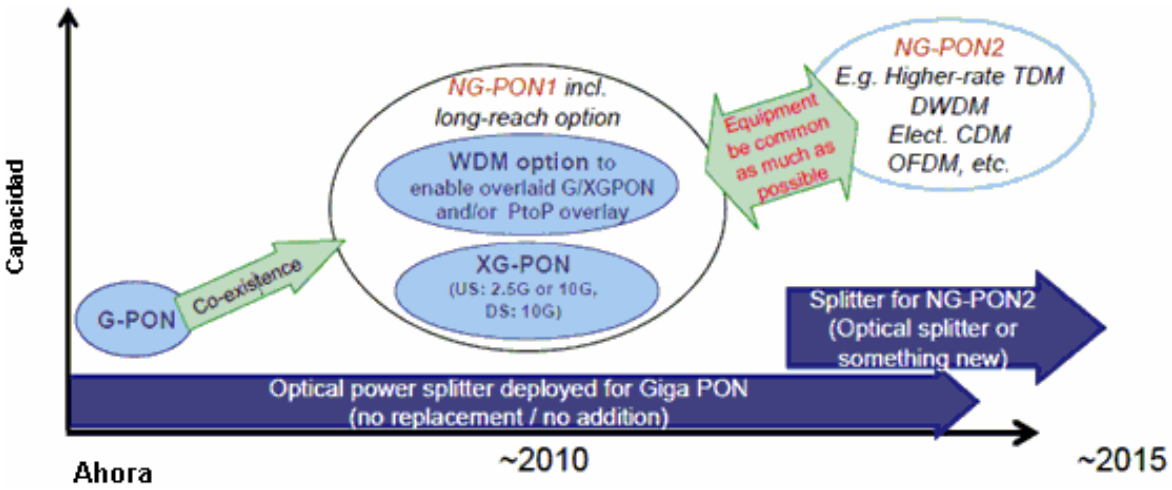


Figura 52: Migración del GPON.

7.15 - 10G GPON

Para satisfacer el apetito de más amplitud de banda, el corriente sistema 2.5 GPON será mejorado para soportar 10 Gbps en la dirección dowstream. En un escenario residencial con distribución de HDTV, el 10G GPON será capaz de soportar miles de streams simultáneamente, también soporta la gama completa de servicios unicast personalizados. Se espera que 10G-GPON encuentre sus primeras aplicaciones en FTTB y en escenarios FTTC.

El candidato más probable de la próxima generación 10G GPON, tendrá una longitud de onda de los 2.5 Gbps en upstream; en términos de FSAN esto corresponde a XG-PON1. La capa física de 10G GPON y los componentes ópticos deben ser rentables mientras que ofrecen la misma base presupuestaria que GPON. Especialmente para las ONTs, debido a sus grandes números, es crítico utilizar componentes de bajo costo.

Según los requisitos de FSAN, el sistema de 10G GPON debe ser capaz de coexistir con GPON ya desplegado sobre el mismo ODN. Un ejemplo de esto se lo puede apreciar en la Figura 54. La coexistencia es alcanzada colocando el sistema 10G GPON sobre diferentes longitudes de onda, comparadas al sistema GPON. En el lado OLT, los dos sistemas son combinados con un filtro óptico "co-exister" (también llamado "WDM1" en la G 984.5). En la ONTs son usados los Wavelength Blocking Filters (WFB) para bloquear las longitudes de onda no deseadas.

Con la arquitectura de la siguiente figura, los GPON ONTs pueden ser substituido uno por uno por 10G GPON ONTs. Es conveniente que las nuevas 10G GPON ONTs deban ser añadidas a una ODN existente.

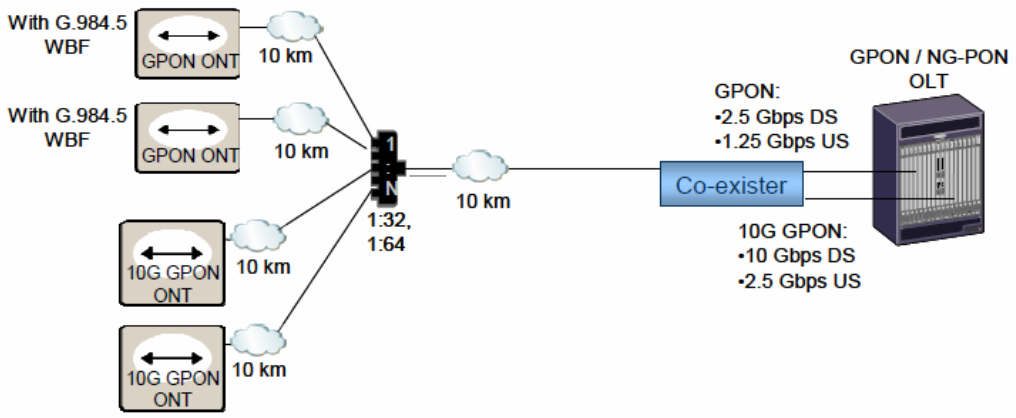


Figura 53: Coexistencia de GPON y de 10G GPON.

7.16 - La ampliación del alcance de GPON

Estas tecnologías pueden permitir distancias mucho más largas. Hay básicamente dos modos de hacer alcance extendido (reach-extended) por GPONs:

- El primero es aumentar el presupuesto de energía óptico introduciendo los amplificadores ópticos en la OLT o en algún sitio a lo largo del enlace de fibra (llamado extensión mid-span). Esto es valido para distancias hasta 60 Km., que es el límite lógico del alcance de GPON.
- Para evitar la limitación de 60 Km., otro acercamiento llamado terminación de protocolo remota (RPT) puede ser usada. La idea básica de RPT es extender el Backplane de un OLT con un enlace óptico de 10 Gigabit Ethernet a la partición en GPON. De esta manera puede ser alcanzada hasta 100 km. Las ventajas de la RPT son considerables:

    - Largo-alcance lógicamente no limitado al protocolo de GPON.
    - Las tecnologías ópticas convencionales de transporte tales como WDM y los amplificadores ópticos se pueden utilizar para reducir la cantidad de fibra uplink en la red.
    - El Uplink y el RPT son flexible en términos de protocolos y servicios futuros.

- La protección Uplink es directo: los mecanismos bien conocidos de la protección de Ethernet se pueden utilizar, por ejemplo el link agregation (LAG) o el rapid spanning tree (RSTP).
- Gestión simple del RPT: Puesto que es una extensión del backplane OLT, la RPT es básicamente manejada como una tarjeta GPON en el OLT.

7.17 - Permanecer delante de la curva de acceso a la BW con WDM-PON

Los proveedores del acceso de banda ancha, han experimentado un Churn algo frustrado durante la década pasada con arquitecturas de redes ópticas pasivas (PON), en un intento por conseguir permanecer delante de la curva en escalada de banda ancha. A pesar de mil millones en inversiones en la infraestructura, no han podido dar con este objetivo. Afortunadamente la tecnología WDM-PON proporciona la capacidad de conversión a escala que tienen los operadores de red de acceso, ahora entienden que necesitan atender demandas de banda ancha.

Inicialmente la categoría de WDM-PON fue definida por los acercamientos que utilizaron tecnologías propietarias y arquitecturas complejas en un intento por bajar los gastos de inversión de capital inicial (Capex) por suscriptor. Estas estrategias tempranas eran en el mejor de los casos equivocadas, pues fallaron en todo el WDM-PON completo: (usando una arquitectura de acceso que sea compatible con el resto de la red, permite ahorros substanciales y asegura la capacidad de conversión a escala).

Hoy un WDM-PON maduro está emergiendo como los componentes de las otras tecnologías existentes, así como protocolos estándar del WDM y de Ethernet. Designado a veces como el acceso de WDM, a veces el acceso de próxima generación (NGA) y más moderna como el WDM-PON, pone a operadores de red productivamente delante de la curva de banda ancha. También ofrece el costo total bajo de la propiedad (TCO) y flexiblemente acomoda el crecimiento en curso de tráfico en ancho de banda-intensivo, tiempo de pasada-sensible del servicio.

7.18 - El verdadero costo de PON

La tecnología PON´s son "pasivos" porque comparten el ancho de banda entre usuarios vía un dispositivo no alimentado, inactivo y "óptico", como el medio de conexión en la fibra.

Los PON´s han experimentado un extenso despliegue desde los años 90 como manera de compartir ancho de banda entre los suscriptores. Para comprobar el número de fibras requeridas a través de un área geográfica grande, los vendedores introdujeron una serie de arquitecturas PON basadas en la distribución tradicional del ancho de banda de TDM. Seducido por la facilidad de la migración y la promesa de que fuera "la más barata de expandirse", los proveedores se deslizaron en un patrón de las mejoras y de los recubrimientos - de la red Asynchronous Transfer Mode PON (APON) a PON de banda ancha (BPON), al gigabit PON (GPON), a Ethernet PON (EPON) y a 10-Gbps PON (10GPON, 10GEPON), con NG-PON en el horizonte.

Éstos TDM basaron algoritmos dinámicos usados en PON´s para la asignación de la banda ancha (DBA), para atenuar la distribución de la capacidad disponible entre los usuarios que competían en el uplink. Si 10 suscriptores compartieron el mismo acoplamiento 10 Mbps, cada usuario recibió 1 Mbps de ancho de banda en tiempos de la alta utilización de la red. La red también podía consumir más temporalmente en momentos de baja utilización. Los acercamientos de TDM con el DBA alcanzan un temprano acceso a la banda ancha.

Sin embargo, las necesidades de la capacidad se han incrementado constantemente, y la naturaleza de la consumición del ancho de banda ha cambiado perceptiblemente desde que apareció el primer PON. Los patrones de tráfico eran pesadamente asimétricos a favor de las descargas desde la red del usuario. Ahora, hay más equilibrio entre el ancho de banda en upstream y downstream, pues las cargas por usuario y las transferencias punto a punto han aumentado. La densidad geográfica por suscriptor ha aumentado constantemente como más hogares ahora optan por algunas de las variedades que ofrece el FTTX. Con estos cambios, las técnicas del DBA han demostrado sus debilidades, y los PON's basados en TDM están demostrando interés.

Lo verdadero aquí es que las arquitecturas PON heredadas nunca ponen a operadores de red, por delante de la curva de crecimiento del ancho de banda (véase el siguiente cuadro).

Las APON, fácilmente alcanzada por operadores de redes ATM existentes, pero no fue posible acomodar el crecimiento del ancho de banda.

Las BPON entregan a los operadores incrementales aumentos de la capacidad requeridos en el momento, pero no podían acomodar el crecimiento en servicios de vídeo y de triple-play.

Las GPON proporcionó la relevación en video, pero pronto los proveedores tuvieron que hacer frente a la televisión de alta definición (HDTV), repentinamente comenzaron los trabajos por 10GPON.

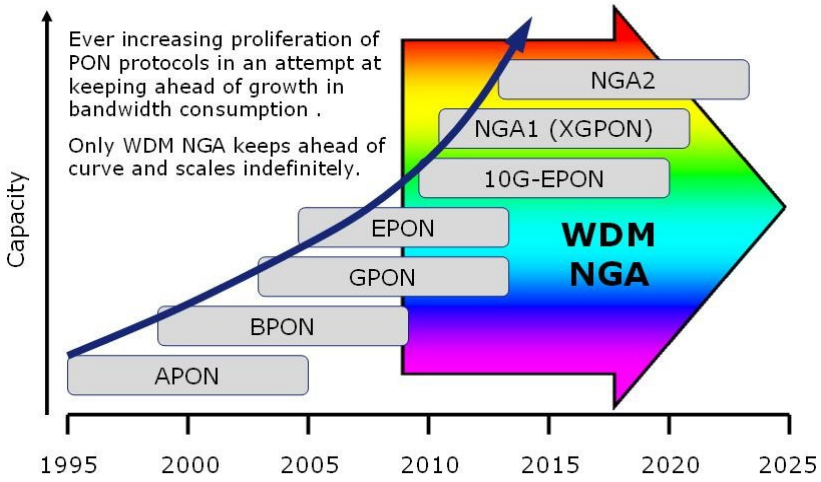


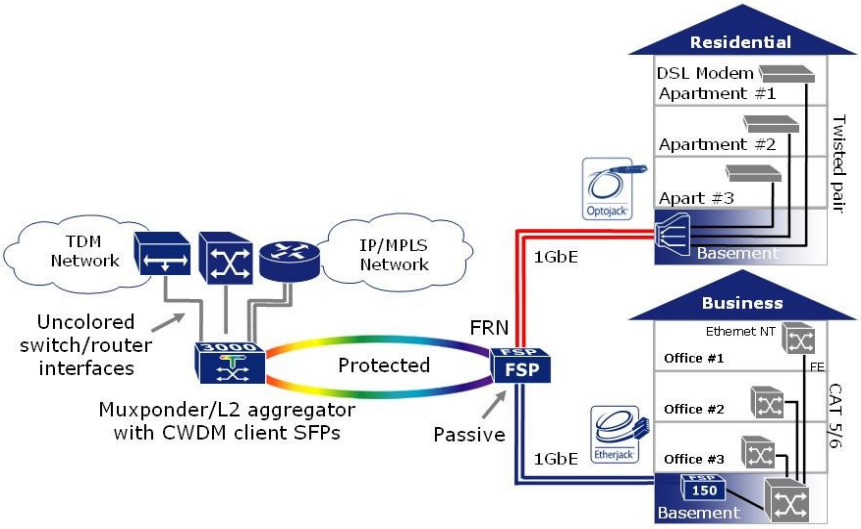
Figura 54: Muestra las tecnologías WDM posicionadas delante de la curva.
Fuente: ADVA Optical Networking / Sep 09

El churn con arquitecturas PON basadas en TDM condujo no sólo los gastos significativos de operación (Opex) con cada generación, sino también, golpeó paradójicamente el mismo presupuesto del Capex que los operadores de red habían intentado reducir al mínimo en primer lugar. Los operadores de red Cost-weary son hoy más sensibles al TCO de las arquitecturas de PON. Mientras que WDM-PON es más costoso en términos de Capex que cualquiera de estas generaciones de PON por sí mismo, es substancialmente más barato que cualquiera de dos o tres de los protocolos y cuesta ciertamente menos a largo plazo. Eso es porque WDM-PON rompe el ciclo de mejoras y ofrece una arquitectura del acceso que escale. Permite a los operadores conseguir estar delante de la curva de demanda del ancho de banda.

7.19 - Perfeccionar el WDM-PON

Los operadores de red eran inicialmente escépticos de WDM-PON y de la noción de dar a cada suscriptor una longitud de onda óptica dedicada, pues sonaba costosa. En un esfuerzo para tratar esta opinión, las tentativas tempranas en la baja del Capex por suscriptor apalancado por las propietarias, tecnologías no maduras de laboratorio tales como fuentes de luz de banda ancha, los láseres injection-locked, los amplificadores ópticos del semiconductor reflexivo, etc. Estos acercamientos sufrieron muchas desventajas, tales como carencia en la protección de la trayectoria, de los pisos pobres del ruido, y de la inhabilidad de láseres injection-locked de funcionar a índices binarios más altos. Mientras que estos esfuerzos técnicos eran admirables, los acercamientos propietarios adicionales no eran la respuesta.

Un nuevo acercamiento de WDM-PON supera tales limitaciones de la capacidad de conversión a escala y que entrega ventajas en curso de TCO. Se ha basado en la creencia que el lugar más eficiente para procesar los paquetes de Ethernet no es un gabinete del acceso, sino el centro de datos de la empresa o sede del portador. (Véase el siguiente cuadro).



Fuente: ADVA Optical Networking / Sep 09

Un “nodo alejado flexible” (FRN) - completamente pasivo - se coloca para realizar el acceso entre el transporte existente y el equipo de los clientes (CPE) del WDM. El ancho de banda no es dividido reservando slots de tiempo, como en los PON

basados en TDM, sino por la separación basada en la longitud de onda y la asignación de la conexión virtual de Ethernet (EVC).

Las longitudes de onda ópticas se pueden reservar no sólo por usuario, sino también por el grupo de usuarios o aún de uso. Dentro de estas longitudes de onda, EVCs se puede asignar a los usuarios, a los usos, y a las clases del tráfico. Usando técnicas de la demarcación de Ethernet, cada EVC ha garantizado el ancho de banda que puede ser provisionado remotamente, supervisado, y probado en servicio. El FRN agrega las longitudes de onda sobre una sola fibra para el transporte de nuevo a la base. Este acercamiento reduce a un solo filamento la cantidad de fibra requerido desde el core al borde del suscriptor, y una segunda fibra se puede utilizar para la protección de trayectorias 1+1.

La capacidad de conversión a escala es infinita, y en particular los enlaces del cliente se pueden aumentar individualmente. Porque este acercamiento no depende de fibra propietaria, o del espaciamiento de la longitud de onda, el tráfico puede viajar a través de la red de transporte estándar del WDM sin la conversión o la agregación de protocolos.

7.20 - Rentabilidades variadas, sostenibles

Al comparar técnicas de acceso, es importante examinar la arquitectura de toda la red:

• Escalabilidad infinita - las demandas de ancho de banda deben continuar acrecentándose para el futuro próximo. Los proveedores de servicios están a la pesca para entregar 100 Mbps a cada suscriptor residencial y a 10 Gbps a cada cliente empresarial sin interrupción o embotellamientos. WDM-PON cuenta con la capacidad de actualización flexible de ancho de banda por usuario, grupos de usuarios, o clases.

• Redes consolidadas - los proveedores de servicios han mantenido típicamente las redes separadas para zonas residencial, negocio, y el tráfico Wireless backhaul. WDM-PON aseguran, separación del tráfico basado en hardware y los perfiles garantizados de ancho de banda permitiendo que diversos tipos de redes sean volcados sobre la misma infraestructura física, mientras que todavía funcionan como infraestructuras distintas en el dominio virtual. Esta característica reduce perceptiblemente costos fijos redundantes.

• Reduciendo conversiones de protocolo - las arquitecturas del acceso hoy típicamente incluyen múltiples tecnologías manejadas bajo diversas herramientas. Del borde del suscriptor al core de la red, un paquete experimentará conversiones múltiples de protocolo y encontrará muchas capas redundantes de agregación de paquete. No sólo es esto altamente ineficaz, también compromete el funcionamiento total del servicio. Eliminando capas redundantes de la capa de agregación y conversiones de protocolo innecesarias, WDM-PON reduce el Opex y el Capex.

• Ethernet nativa - los operadores de red son impacientes por abrazar la simplicidad y las rentabilidades del transporte de Ethernet nativo. EPON era una primera tentativa en Ethernet nativa en el espacio del acceso. Sin embargo, las EPON seguían estando basadas en TDM y careció de las operaciones necesarias, la administración, y las extensiones necesarias del protocolo del mantenimiento (OAM).

• Protección de inversión - los operadores de red pueden migrar gradualmente a WDM-PON sin la necesidad inmediata de cambiar hacia fuera del CPE. Requiriendo primero solamente el despliegue de un FRN en alguna parte en la red. El operador puede elegir instalar selectivamente WDM-PON SFPs permitido en el CPE existente para la funcionalidad adicional, teniendo en cuenta que toda la diagramación anterior es muy flexible.

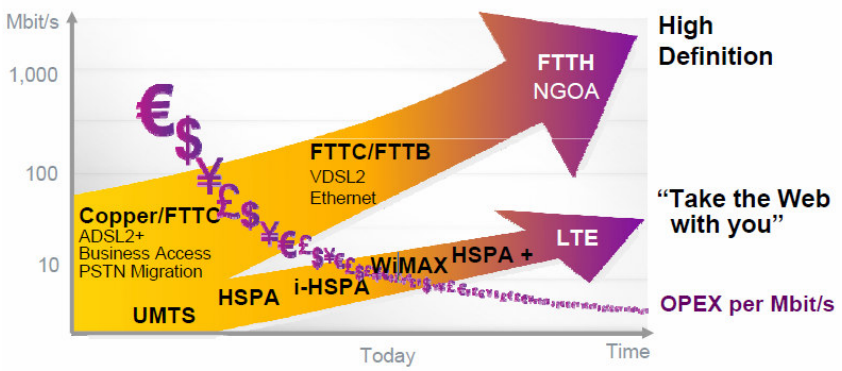


Figura 55: Relación entre la capacidad de ancho de banda y el Opex. Fuente: Nokia Siemens / 2009

7.21 - Una visión de conjunto del TCO

Un análisis comprensivo de TCO - considerando el transporte de punta a punta de un paquete del core al usuario - reveló las rentabilidades de adoptar WDM-PON en el acceso.

WDM-PON fue evaluado en lo referente a otras dos arquitecturas frecuentes del acceso: GPON con fibras y VDSL2 basados cobre, ambos que conectan de nuevo al core vía el transporte WDM. En cada escenario, el TCO de acceso y la primera capa de agregación en la infraestructura del WDM eran calculados durante 25 años. Un desarrollo a gran escala de los servicios de acceso a la banda ancha - un índice binario garantizado de 80 Mbps a 1 millón de suscriptores residenciales, y desde 1 Gbps a 10 Gbps para 10.000 clientes de negocios, fue asumido. Incluso con asunciones conservadoras, la red usando WDM-PON en el acceso entregó un TCO más pequeño que VDSL2 o GPON. El WDM-PON consumirá la mitad de la energía y el 70% menos de Opex que VDSL2, y un cuarto de la energía y el 60% menos Opex que GPON.

7.22 - Hacia la solución óptica futura del acceso (NGOA)

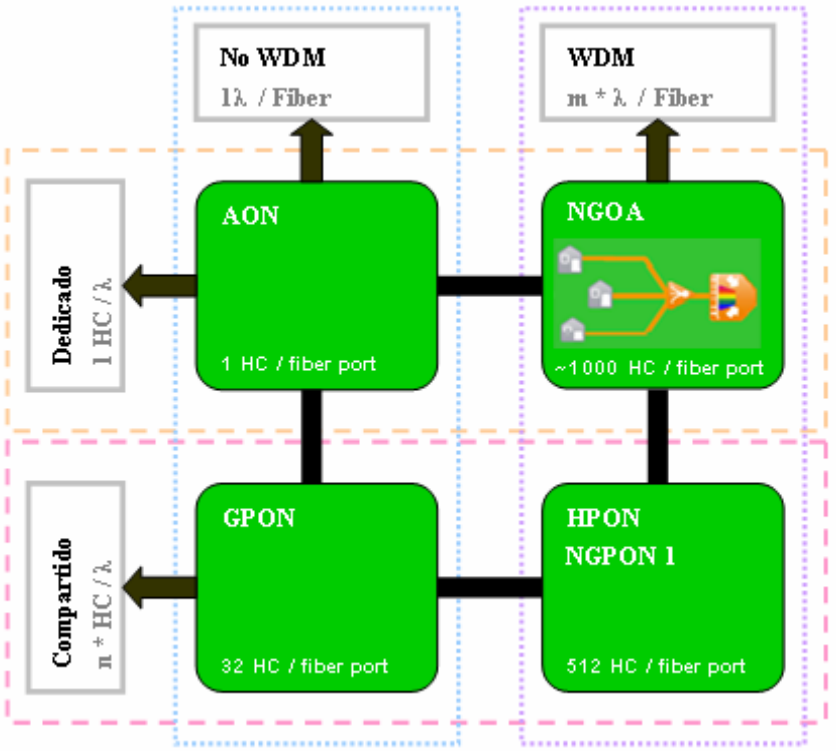


Figura 56: Diferencia de tecnologías No WDM vs WDM. Fuente: Nokia Siemens / 2009

Las tecnologías No WDM utilizan una longitud de onda (λ) por fibra, mientras que en la tecnología WDM son múltiples longitudes de onda por fibra. Varios usuarios podrán compartir la misma fibra por medio de estas distintas longitudes de onda, en el mismo intervalo de tiempo.

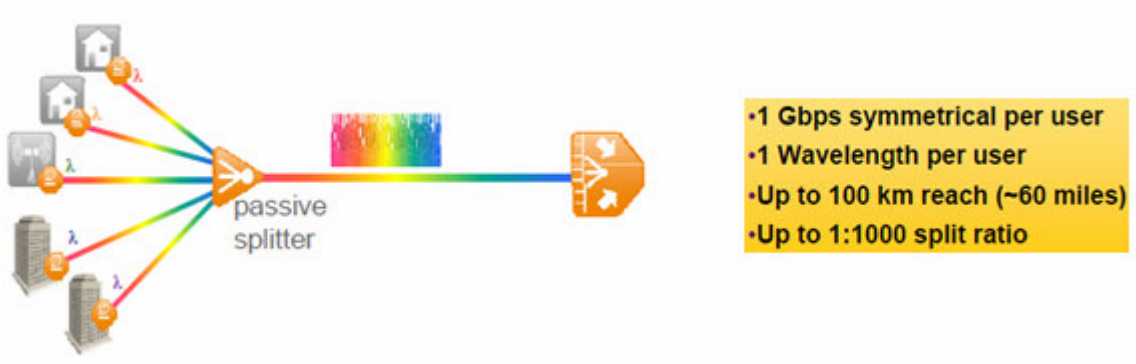


Figura 57: Tecnología NGOA. Fuente: Nokia Siemens / 2009

Aumenta el ancho de banda en 10x comparado a GPON y a Docsis 3.0. La próxima generación de sistemas de PON con capacidades de WDM utilizará eficientemente el ancho de banda completo en el despliegue con fibra.

Ventajas:

- Permite la alta sensibilidad de la densidad y de la longitud de onda debido a la alta selectividad de la longitud de onda.
- Margen adicional de ~ 16 dB del límite teórico de la sensibilidad.
- Diseño de componentes menos riguroso y más barato.
- El ONU emplea los componentes ópticos muy baratos.
- Selección automática de la longitud de onda.
- Insensibilidad de la temperatura. La ONU se traba en la longitud de onda asignada en downstream.

Conclusiones finales.

Aquí se trata de dar una visión objetiva, del camino recorrido por las TELCOS más importantes de nuestro país, y las acciones tomadas por estas para poder cubrir las necesidades de servicios demandadas por los usuarios, a medida que avanzaba la tecnología y el crecimiento de Ancho de Banda.

En sus comienzos las TELCOS se encontraban con una red ya desplegada de cobre, por donde se brindaba el servicio de voz sin inconvenientes. También se podía brindar Datos a una velocidad muy baja. Las necesidades crecían y las demandas de más Ancho de Banda, era una realidad de hacia dónde se dirigía el negocio. Se debía contar con cierta tecnología que conviva con la planta ya instalada, que satisfaga las necesidades de los usuarios, y a su vez que las empresas no se vean obligadas a afrontar un gasto enorme como el cambio de su plantel de cobre. Así es como nace la tecnología XDSL, de esta manera las empresas aumentaban el Ancho de Banda acorde a las necesidades de entonces. Los usuarios ya no se encontraban con la limitación de bajar, o subir videos de internet o en su defecto compartirlos entre otras personas.

Un negocio interesante para las compañías, que con una inversión no tan grande incrementaban su CAPEX y OPEX. Aquí nos deberíamos detener para plantearnos otras cuestiones, ¿estas inversiones llevadas a cabo por las TELCOS eran las únicas que se deberían realizar?, la visión un tanto critica nos lleva a destacar que se tendría que haber invertido más en el plantel exterior que en muchos casos se encontraba obsoleto, en actualizarlo, en mantenerlo en optimas condiciones, dado que el cobre se va degradando y necesita de un mantenimiento constante. Esto obviamente influye en las velocidades de conexión en internet que no serán las optimas, seguramente serán inferiores, inclusive los límites de alcance de la señal por parte de las compañías, que con seguridad serán mucho menor a los 3 km. Este alcance de distancia es el del ADSL tradicional, porque después hay equipos que se pueden ir añadiendo por lo general en la parte exterior, para ir extendiendo esta distancia como en los ejemplos ya estudiado anteriormente en esta tesis donde se llevaba hasta aproximadamente los 6 km.

El avance de nuevos servicios y/o aplicaciones como: Triple Play, Video On demand, HDTV, etc.; demandan cada vez más y más Ancho de Banda por lo que las tecnologías llegan al límite de la capacidad que pueden entregar. Un ejemplo claro de por que estas tecnologías deben seguir innovando, lo podemos apreciar si queremos brindar un servicio como TV digital, se puede ver como va aumentando la necesidad de disponer de más ancho de banda, si tenemos en cuenta que para un televisor necesitaríamos contar con 4 Mb para transmitir, y en una vivienda normal cuentan con 2 a 4 televisores, deberíamos necesitar de 12/20 Mb de transmisión y esto por una sola vivienda. Es por esta razón que las empresas se vieron obligadas a recurrir a otras tecnologías, como el despliegue de FO en sus distintas arquitecturas (FTTX).

Deteniéndonos en este punto, las TELCOS en nuestro país a fines del 2008 y en el 2009, llevaron a cabo algunas de estas conexiones como ser FTTH y/o FTTC, en zonas estratégicas residenciales a modo de prueba de campo y zonas rurales. La masificación del despliegue de este tipo de redes, esto incluye el levantamiento del plantel de cobre y en su lugar instalar fibra, es muy costosa. Por lo cual antes se debería encarar un análisis para detectar en que zonas se necesitará efectuar el reemplazo de la red, esto puede verse desde el punto de vista de la rentabilidad para la compañía que a través de un análisis de mercado pueda detectar aquellas zonas propicias para comercializar dicho servicio, o porque quizás se tenga la necesidad de realizar estos reemplazos en zonas donde las redes tengan grandes porcentajes de fallas. Luego estará la habilidad de cada compañía como negociar el despliegue de esta nueva red para su beneficio, como ejemplo: British Telecom que inicio en LONDRES el reemplazo de parte de su red de cobre que estaba destinada a clientes Top, por una red óptica de nueva generación GPON y con costo cero, al ceder el cobre extraído como parte de pago a la contratista responsable de la ejecución. Esto obviamente reduce mucho el costo de inversión por el despliegue de esta nueva red. Otra opción es crear sinergia con Municipalidades y Gobiernos que están ávidos de disponer de redes ópticas para conectar sus Datacenter, Centro de Computo o Centro de Control de semáforos por ejemplo, y ven con gran interés/participación en la inversión de realizar tendidos de fibra óptica en sus propios ductos o de terceros, que con una mínima inversión les permita contar rápidamente con enlaces ópticos para su uso exclusivo. Un ejemplo de esto tal cual como fue publicado en un paper, el Gobierno británico a publicado el informe final, "***Digital Britain***", sobre la estrategia que ha de seguir el país en el desarrollo de las comunicaciones y los medios de comunicación del sector. El informe establece una serie de políticas públicas para el

aumento del uso de internet, extensión del acceso a las actuales y próximas redes de nueva generación de banda ancha fija y móvil, un mayor desarrollo de la radiodifusión digital y la protección de los derechos de autor en soporte digital. El objetivo principal es una propuesta del gobierno para garantizar el acceso universal a la banda ancha de al menos 2 Mbps para el año 2012, utilizando una combinación de DSL, FTTC, tecnologías inalámbricas y satélite. Otro ejemplo es el publicado por Finlandia donde anunciaba una norma que apunta a que todos sus habitantes tengan, a partir de julio de 2010, acceso a Internet, con una calidad de conexión de al menos 1 Mbps por segundo. ***(Publicado el VIERNES 16 de Octubre de 2009, " http://www.lanacion.com.ar/nota.asp?nota_id=1187083").***

Hoy en día este proyecto encuentra un obstáculo, que hace que las empresas de Telecomunicaciones más importantes, no sigan con esta inversión a futuro. Se debe a un tema regulatorio que no les permitía a las TELCOS poder brindar TV, no obstante las empresas de cable (Cablevisión por ejemplo), están pasando a tecnología GPON debido a mejores costos operativos y en simultaneo disponer de una nueva red óptica que le brinde ancho de banda ilimitado (solo limitado por el equipo/electrónica que se puede reemplazar rápidamente en el extremo).

La "Ley de Radiodifusión" de reciente sanción, no permite a las empresas que desde un primer momento poseían una licencia para brindar solamente el servicio básico telefónico de voz, puedan comercializar sobre su misma red un servicio nuevo diferente como TV digital, y de esta manera supuestamente se estaría evitando que las TELCOS creasen un monopolio. Igualmente ambas empresas dominantes se encuentran preparadas para brindar IPTV como un servicio de valor agregado. Es una realidad que las redes de fibras van a crecer en grandes proporciones y que de un momento a otro los aspectos legales puedan quedar solucionados, entonces hay que estar atentos al futuro porque de lo contrario no sería posible cubrir futuras demandas de servicios, y nos veríamos en una posición inferior con la competencia de las empresas de origen como CATV.

Un punto de gran importancia que deseamos remarcar, y que deberían estar encarando las compañías, para ir ganando tiempo y no encontrarse luego con este déficit, es capacitar personal idóneo para el manejo de redes Ópticas ya sea para

detección de fallas, alta de clientes, conexionado, fusiones, empalmes, etc.. Hoy en día es reducida la cantidad de mano de obra buena para este tipo de tarea en el país, y son muy requeridos.

Por lo general es el mismo personal que anteriormente se dedicaban a tareas en las redes de cobre, por el cual se requiere de un "Plan Integral de Capacitación en redes Ópticas". A estas personas hay que cambiarles por completo la mentalidad y la forma de trabajo para poder afrontar esta nueva tecnología, esto debería realizarse como paso previo al despliegue de la topología FTTH GPON.

Aquí es donde las diferentes empresas obtendrán diferenciación de sus productos entre sus competidores, ya que con el mismo servicio (y probablemente costo semejantes) la diferenciación será por la mayor o menor calidad. Sinceramente algunos me podrán decir que lo más importante es un servicio con bajo costo, pero la verdad que la realidad del día a día nos demuestra que lo barato no va de la mano de lo mejor, es por eso que para diferenciarse las empresas deberán recurrir a capacitación constante de su personal técnico que son en definitiva los "brazos de intervención en los cliente", y de esta manera ellos son los que de manera concreta les aseguraran la calidad a los clientes y con ello la facturación a la empresa, objeto de sus inversiones.

Bibliografía:

CCNA de CISCO: *"Red Digital de Servicios Integrados (RDSI)",* Jun 1999, http://www.cisco.com

GONZÁLEZ SOTO, O: *Migración de las redes clásicas hacia redes NGN*, ITU/BTD, Brasil May 2006.

HUAWEI: *"Evolución y desarrollo de red de transporte orientada a ALL-IP",* Jul 2007, http://www.huawei.com/es/catalog.do?id=1021. Página vigente al 03/06/2010

GRUST, E. (comp.): *Tendencias Tecnológicas las Redes de Acceso*, IPLAN, Bs. As., 2002.

RAMOS, I: *GPON prueba piloto en Brasil*, Nokia Siemens, Ago 2007.

STEVEN ROSS, S. y MASHA ZAGER: *"Fibra a la Casa"* en: *FTTH Council*, 2008.

SIMONI, C: *Fibras Ópticas – Aplicaciones en redes de Telecomunicaciones*, SERPROTEL – Capacitación Tecnológica Activa, Abr 2008.

NUÑEZ, A.: "*Redes De Cable De Banda Ancha HFC",* Jun 2006, http://www.uniondecomprasdelperu.com/material-educativo/redes-hfc.html. Página vigente al 03/06/10

LITVAK, N: *"Redes de TV por Cable"* en: CATV- 2008, pp. 94 a 96.

ADC: *"Comparación entre empalmes y conectorización en las redes FTTP",* Nov 2006, http://www.adc.com/us/en/Library/Literature/103633LA.pdf Página vigente al 11/06/2010

ZTE: *"La tendencia evolutiva de FTTx, ZTE TECHNOLOGIES",* Oct 2008, pp. 13 a 15 (Revista*, vol. 10*).

TELEFONICA LATAM: *"Despliegue de red FTTH",* Sep 2008.

ZTE Corporation: *"Fibra al mundo con xPON",* Mar 2007.

ERICSSON: *"Full Service Broadband with GPON",* Jun 2008.

THEODORAS, J: *Permanecer delante de la curva de acceso de BW con WDM-PON*, ADVA Optical Networking, Sep 2009.

NOKIA SIEMENS NETWORKS: *"Ilumina el Futuro",* Días de Innovación (Seminario Argentina 2009).

Apéndice:

2.7 - Resultados de las pruebas realizadas en Chile.

Prueba 1 (a) – c/ TLC Power Express

- Distancia modem: 8700 metros
- Instalación del TLC: 4700 metros
- Velocidad inicial: 0 Kbps
- Velocidad final: 864 Kbps

(b) – c/ TLC Power Express

- Distancia modem: 8700 metros
- Instalación del TLC: 4500 metros
- Velocidad inicial: 0 Kbps
- Velocidad final: 1767 Kbps

Prueba 2 – c/ TLC Autoalimentado

- Distancia modem: 6050 metros
- Instalación del TLC: 2700 metros
- Velocidad inicial: 2800 Kbps
- Velocidad final: 6200 Kbps

Prueba 3 – c/ TLC Autoalimentado D

- Distancia modem: 3597 metros
- Instalación del TLC: 1600 metros
- Velocidad inicial: 5719 Kbps
- Velocidad final: 13477 Kbps

Prueba 4 (a) – c/ TLC Autoalimentado

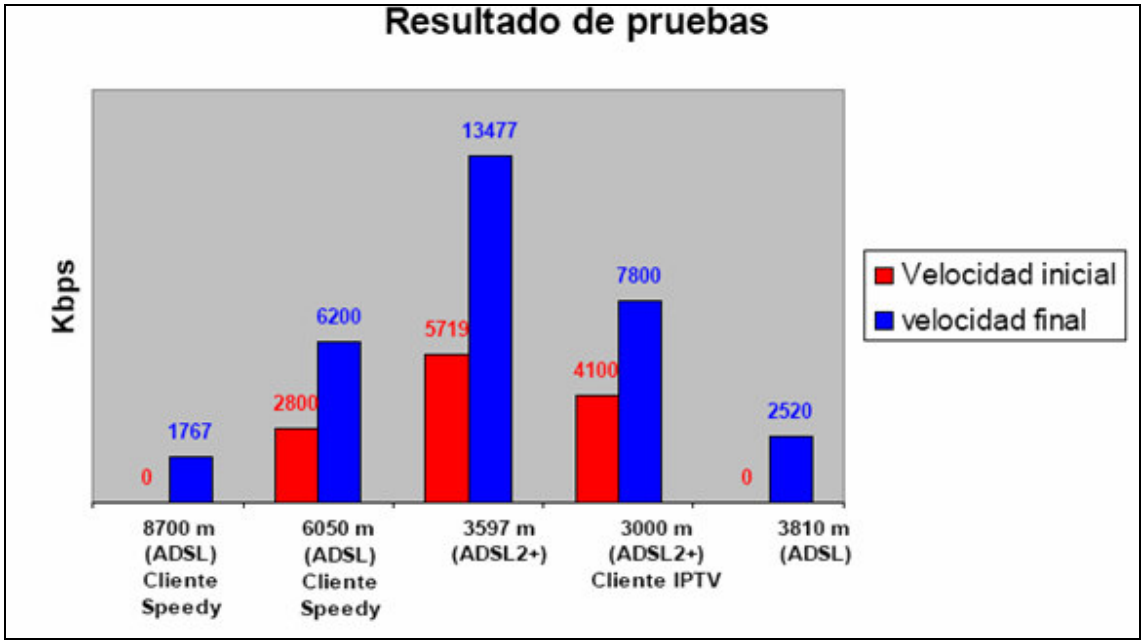
- Distancia modem: 3000 metros
- Instalación del TLC: 1490 metros
- Velocidad inicial: 5900 Kbps
- Velocidad final: 11500 Kbps
- Perfil de línea: 6 dB

(b) – c/ TLC Autoalimentado

- Distancia modem: 3000 metros
- Instalación del TLC: 1490 metros
- Velocidad inicial: 4100 Kbps
- Velocidad final: 7800 Kbps
- Perfil de línea: 12 dB
-

Prueba 5 – c/ TLC Autoalimentado

- Distancia modem: 3810 metros
- Instalación del TLC: 1900 metros
- Velocidad inicial: 0 Kbps
- Velocidad final: 2520 Kbps

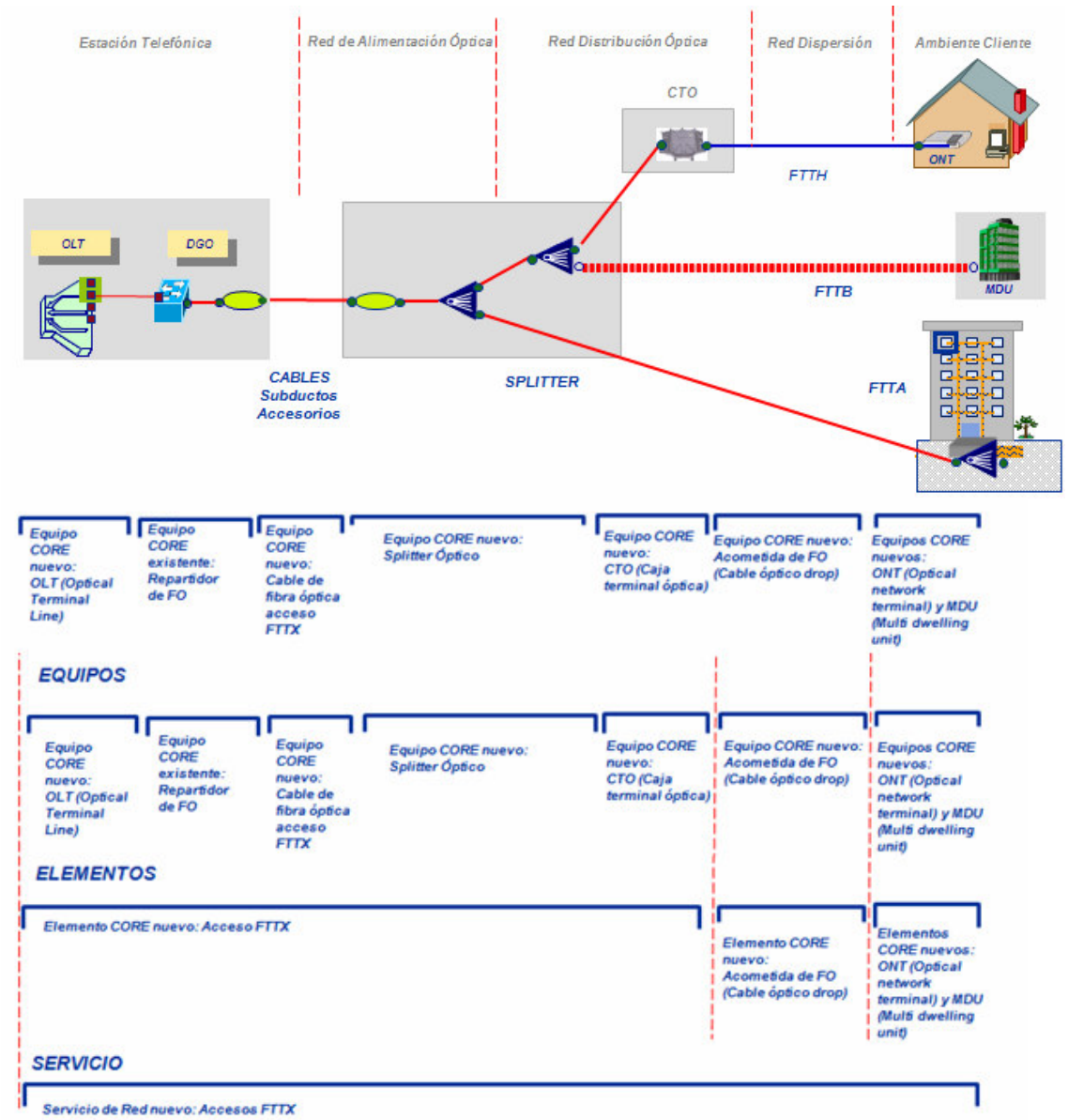


Cuadro de distancias por calibre

			Line Powered Triple Play Auto alimentado	Express Powered Triple Play Alimentación externa
SUBTERRANEO	AWG	Distancia minima modem	Distancia maxima modem	Distancia maxima modem
	26	500 Ohms	1049 Ohms	1448 Ohms
		1.9 Km	3.8 Km	5.3 Km
AEREO	AWG	Distancia minima modem	Distancia maxima modem	Distancia maxima modem
	26	511 Ohms	1001 Ohms	1443 Ohms
		1.7 Km	3.3 Km	4.8 Km
SUBTERRANEO	AWG	Distancia minima modem	Distancia maxima modem	Distancia maxima modem
	24	400 Ohms	1038 Ohms	1277 Ohms
		2.4 Km	6.1 Km	7.5 Km
AEREO	AWG	Distancia minima modem	Distancia maxima modem	Distancia maxima modem
	24	412 Ohms	993 Ohms	1273 Ohms
		2.2 Km	5.3 Km	6.8 Km

Tabla 1

Diagrama esquemático de equipos FTTH- FTTB- FTTA



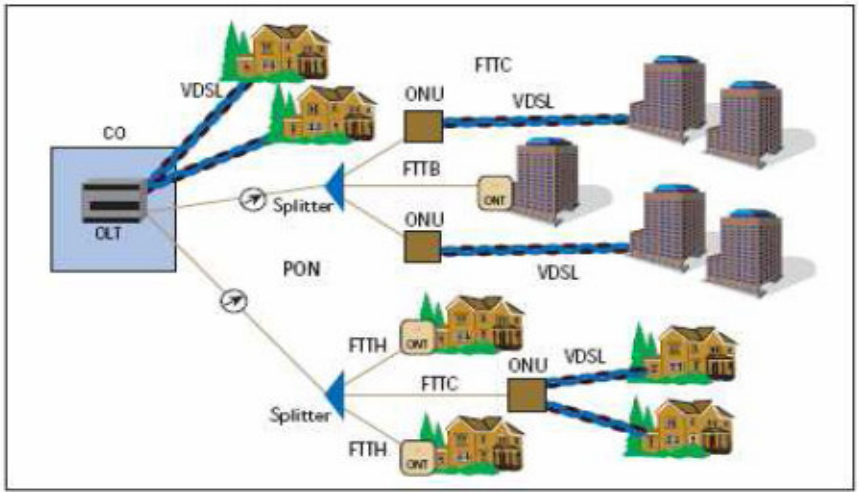
Propuesta de operadoras de Latinoamérica para brindar a través de la red FTTX los servicios de Telefonía por IP (Vos), Speedy (banda ancha, "Datos") y Televisión por IP (en algunos países también CATV).

Características y variantes de redes PON

Type	APON (ATM-Based PON)	BPON (Broadband PON)	GPON (Gigabit-Capable PON)		EPON (Ethernet PON)
Protocol	ATM	ATM	ATM	ATM and GEM[1]	Ethernet + FEC[2]
Standard	ITU-T G.983.1 (including Amendment 1)	ITU-T G.983.3	ITU-T G.983.1 (Amendment 2)	ITU-T G.984	IEEE 802.3ah
Architecture	Symmetric: FTTCab/B/C/H Asymmetric: FTTCab/B/C	Symmetric: FTTCab/B/C/H Asymmetric: FTTCab/B/C	Symmetric: FTTCab/B/C/H Asymmetric: FTTCab/B/C	Symmetric: FTTCab/C/H/B for Multidwelling Units (MDU); FTTB for Business Asymmetric: FTTCab/C/H/B-MDU	1000BASE-PX10 1000BASE-PX20
Services	Telecommunication Services for Small Businesses, Teleconsulting, etc.: Symmetric FTTCab/C/H/B Digital Broadcast Services, Video-on-Demand, Internet, Distant Learning, Telemedecine, etc.: Asymmetric FTTCab/C/H/B Voice: FTTCab/C/H/B	Voice/Data/Video/ Additional Digital Services (ADS)/Future Services	Voice/Data	Content Broadcast, E-mailing, File Exchange, Distant Learning, Telemedecine, Online Gaming, etc.: Symmetric FTTCab/C/H/B-MDU/Business Digital Broadcast Services, Video-on-Demand File Download, etc.: Asymmetric FTTCab/C/H/B-MDU Voice: FTTCab/C/H/B-MDU/Business Private Line: FTTB-Business xDSL: FTTCab/C	Triple-play

Type	APON (ATM-Based PON)	BPON (Broadband PON)	GPON (Gigabit-Capable PON)		EPON (Ethernet PON)
Fiber Type	ITU-T G.652 (Single or Dual Fiber)	ITU-T G.652 (Single Fiber)	ITU-T G.652 (Single or Dual Fiber)	ITU-T G.652 (Single or Dual Fiber)	1000BASE-PX10: Single Fiber 1000BASE-PX20: Dual Fiber (No fiber type specified)
Maximum Physical Distance (ONT-OLT)	20 km	20 km	20 km	10 km (Fabry-Perot Laser Diodes for 1244.16 Mb/s and higher) 20 km > 20 km (with different fiber types—for further study)	1000BASE-PX10: 10 km 1000BASE-PX20: 20 km
Split Ratio	Up to 32	Up to 32	Up to 32	Up to 64 (realistic) Up to 128 (considered)	1:16 Up to 32
Wavelength Band	Single fiber: Downstream: 1480-1580 nm; Upstream: 1260-1360 nm Dual fiber: 1260-1360 nm	Upstream: 1260-1360 nm (ATM-PON) Upstream and/or Downstream: Intermediate Wavelength Band: 1360-1480 nm (for future use) 1.5 µm Wavelength Band: Basic Band: 1480-1500 nm (ATM-PON Downstream) Enhancement Band: (1) 1539-1565 nm (ADS) (2) 1550-1560 nm (Video Distribution Service) Future L Band: Wavelengths not yet defined (for future use)	Single fiber: Downstream: 1480-1580 nm; Upstream: 1260-1360 nm Dual fiber: 1260-1360 nm	Single Fiber: Downstream: 1480-1500 nm Upstream: 1260-1360 nm Dual Fiber: Downstream/Upstream: 1260-1360 nm	1000BASE-PX10: Downstream: 1490 nm +PIN Rx; Upstream: 1300 nm (low-cost FP optics and PIN Rx) 1000BASE-PX20: Downstream: 1490 nm + APD Rx; Upstream: 1300 nm (DFB optics + PIN Rx)

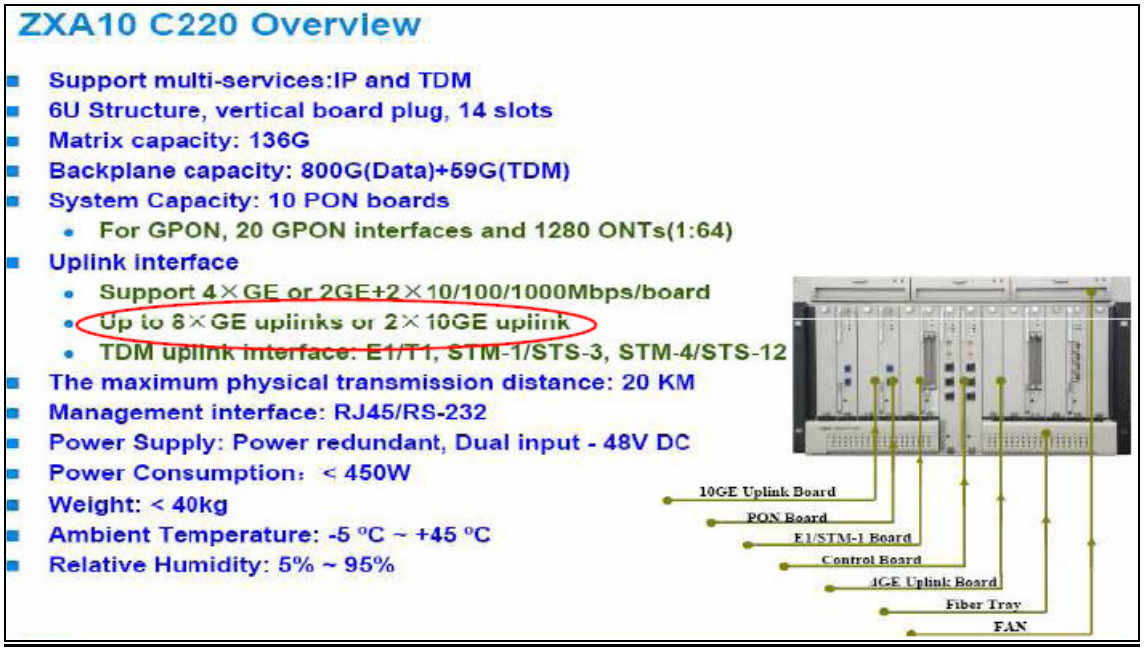
Type	APON (ATM-Based PON)	BPON (Broadband PON)	GPON (Gigabit-Capable PON)		EPON (Ethernet PON)
Data Rate(s)	Symmetric: 155.52/622.08 Mb/s Asymmetric: Downstream: 622.08 Mb/s Upstream: 155.52 Mb/s	Symmetric: 155.52/622.08 Mb/s Asymmetric: Downstream: 622.08 Mb/s Upstream: 155.52 Mb/s	Symmetric: 155.52/622.08 Mb/s Asymmetric: Downstream: 622.08/1244.16 Mb/s Upstream: 155.52/622.08 Mb/s	Symmetric: 1244.16/2488.32 Mb/s Asymmetric: Downstream: 1244.16/2488.32 Mb/s Upstream: 155.52/622.08/1244.16 Mb/s	Symmetric: 1.25 Gb/s



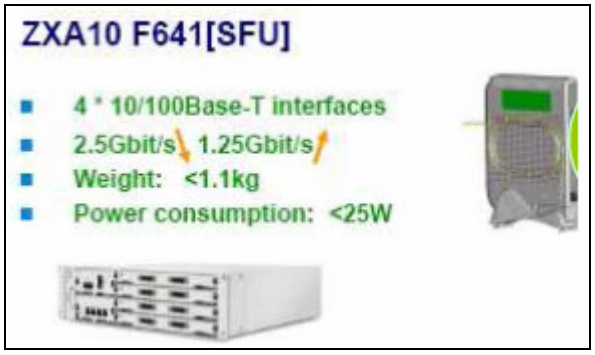
Services	
Data:	• High-Speed Internet • Legacy Data to Corporate Customers • Private Lines • Frame Relay • ATM Connections • Interactive Gaming • Monitoring and Security Systems • Future Services
POTS:	• Single or Multiple Phone Lines
Video:	• Digital and Analog Broadcast Video • High-Definition Television (HDTV) • Video-on-Demand (VOD) • Interactive TV/Pay Per View

Equipos que componen las redes PON.

- OLT:

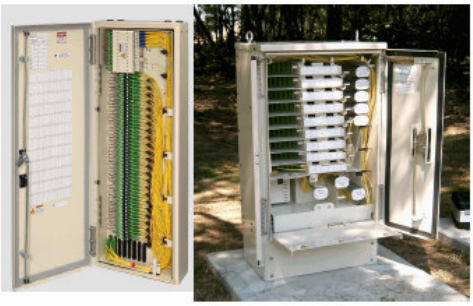


- ONT/ONU:



- FDH (Fiber Distribution Hub):

•9 Splitter´s/modulares
•Máx. capacidad 288 clientes
•Fácil conexión de cruzada
•Splitter conectorizados
•Patch panel modulares
•IP 54

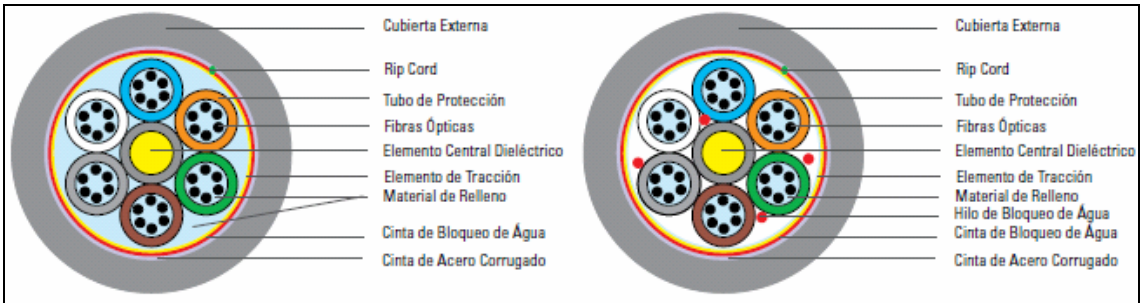


- Spliter Óptico:

➢ Divisores Ópticos Modulares conectorizados :

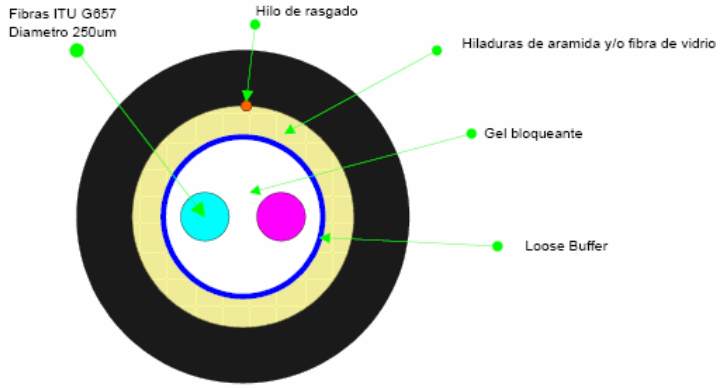
•Relaciones del Splitter 1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32
•Segurizacion 2:n
•Conectorizado => mejora ORL
•Modularidad
•Apto colocación dentro de armarios o NAP
•ORL >55 dB IL<17dB
•Aumenta Splitter Ratio, aumenta atenuación (3dB).
Tecnología PLC supera a la FBT

- Troncal:



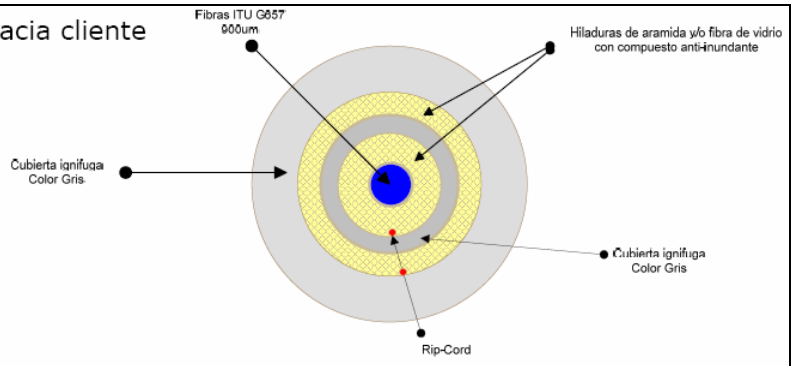
Fibra G 652"D"
Atenuación: 0.33 dB/Km a 1310 nm y 0.22 dB/Km a 1550 nm

Cable a pto. de distribución



- **Loose Tube central conteniendo fibras ópticas (G657 A&B) y relleno de compuesto antihumedad**
- **Elemento de refuerzo hilaturas de aramida**
- **Elementos absorbentes de la humedad**
- **Diámetro máximo 5-6 mm**
- **Máxima carga durante la instalación: 800 N**
- **Rango de temperatura de operación: -5 a +60 ºC**

Drop hacia cliente

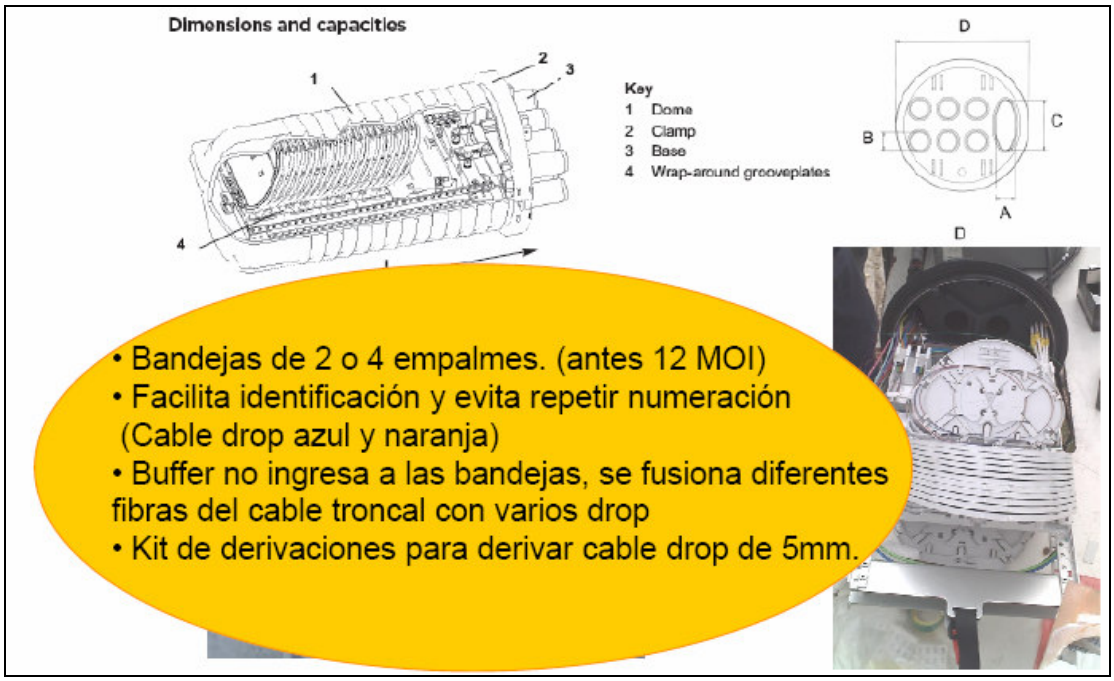


- **Elementos absorbentes de la humedad**
- **Elemento de refuerzo dieléctrico: hiladuras de kevlar**
- **Cubierta Ignífuga LSZH**
- **Diámetro exterior máximo: 4-5 mm**
- **Máxima de tensión de carga durante la instalación: 500 N**
- **Rango de temperatura de operación: -5 a +60 ºC**

Drop hacia cliente

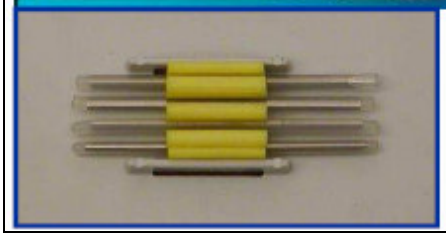
Fibra G 657 *Fibras Mejoradas ante curvaturas*	**ITU-T RECOMMENDATION**		
	G.652.D	**G.657.A**	**G.657.B**
Terminología de la industria	**Standard Low Water Peak Single mode fiber**	**Mejorada ante curvatura single-mode fiber**	**Tolerante a curvaturas single-mode fiber**
Compatibilidad Backwards G652.D	Natural	Cumple	No cumple
Perdida por curvatura (incremental) (bend Loss) **a 15mm a 1550nm**	No especificado	No especificado	< 0.5 dB
Perdida por curvatura (incremental) (bend Loss) **a 20mm a 1550nm**	No especificado	<0.75 dB-Vuelta	<0.1 dB-Vuelta
Perdida por curvatura (incremental) (bend Loss) **a 30 mm a 1550nm**	No especificado	< 0.025 dB-Vuelta	< 0.003 dB-Vuelta
Diámetro típico de aplicación	> 60mm	20-30 mm	15-20mm
Ejemplos de aplicación	Cables de Feeder y cables de distribución OSP	Cables de Drop que se convierten en cables indoor	Igual a 657A y apliaciones sin fusion con fibra 652

- NAP (Network Acces Point):



Kit de derivación (Grommets)

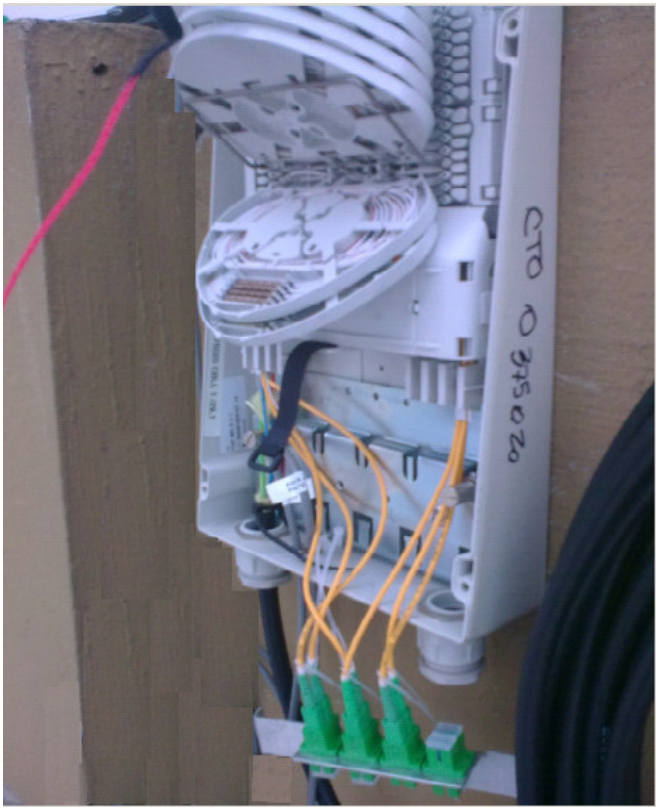
Bandejas (2-4 empalmes)



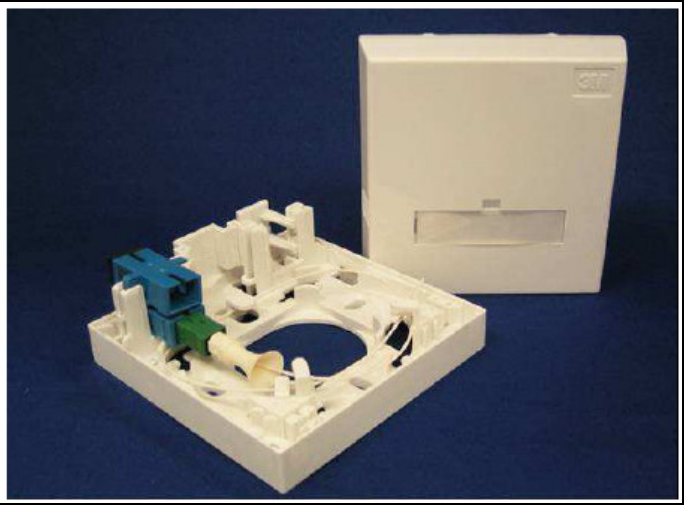
Holder especiales

- <u>FTB (Fiber Terminal Box)</u>:

- Conexión de dos cables de drop con un cable a pto. de distribución
- Alta hermeticidad
- 2 Pigtail SC-APC
- 2 porta empalme
- 2 Adaptadores H-H SC-APC
- 3 Precintos de sujeción
- 2 Manguitos termocontraibles



- BT (Bloque Terminal):

•1 Adaptadores H-H SC-APC •1 Conector mecánico SC-APC •1 Precinto de sujeción del cable de drop. •1 Cinta Adhesiva Doble Faz	

- Pachcord o Jumper:

Paper con temas referentes: (perspectiva de otros países).

Telefónica La Intranet

Boletín Semanal sobre competidores, suministradores, innovación tecnológica, internet y media y regulación

BOLETÍN Nº 108 – del 3 al 10 de Julio de 2009

eKISS

Europa – EEUU

COMPETIDORES Y MERCADOS

- **France Telecom congela su despliegue de red de fibra óptica**

TotalTele

Tras el proyecto de decisión de la entidad reguladora francesa, ARCEP, sobre el despliegue de redes de fibra óptica de próxima generación, France Telecom ha parado el despliegue de su nueva infraestructura basada en esta nueva tecnología.

La semana pasada, ARCEP recomendó el uso de multifibra en ciudades grandes, pero para France Telecom esta solución es más cara que la de monofibra.

Según informa *Les Echo's*, el Director Ejecutivo de France Telecom, Didier Lombard, considera que un despliegue de multifibra (cuatro fibras) en los edificios costaría aproximadamente un 40% más que el sistema de una sola fibra, y no el 5% calculado por ARCEP.

Esto podría entenderse como que France Telecom no está amenazando con congelar el despliegue, sino que solamente interrumpen los trabajos hasta que revisen las disposiciones que se establezcan.

Además, Iliad, otro proveedor de internet competencia de France Telecom, ha estado luchando con fuerza por una solución que empleara una fibra por operador para conectar cada vivienda.

Por último, SFR (perteneciente a Vivendi) opinaba anteriormente que prefería la solución de una sola fibra, pero hace poco admitió que ya no se opone a la solución multifibra.

- **Telekom Austria tiene prevista una ampliación de red de 2.000 millones de euros**

Total Telecom

Telekom Austria ha hecho públicos sus planes de inversión de 1.500 millones de euros durante los próximos cuatro años, en su infraestructura de red de última generación.

La compañía invertirá 1.000 millones de euros en redes fijas en Klagenfurt y Viena, y 500 millones de euros en su red de telefonía móvil. En la fase inicial se desplegarán las **"Ciudades de Fibra" como proyectos piloto**, con el fin de proporcionar acceso de banda ancha de alta velocidad. **El plan ha establecido a la ciudad de Villach como la primera en utilizar tecnología de fibra hasta la acera.**

Como afirma el consejero delegado de Telekom Austria, Hannes Ametsreiter: "La modernización que acometemos para las empresas y tecnología de Austria nos permite garantizar la sostenibilidad del desarrollo de nuestra sociedad de la información. Sobre el telón de fondo de una situación económica muy exigente, las inversiones de nuestra compañía están impulsando el crecimiento y estimulando la economía".

El Regulador Italiano propone la creación de un operador de fibra óptica

Total Telecom

El Presidente del Regulador Italiano, Corrado Calabro, propuso al Parlamento la creación de una compañía que incluyera a los principales operadores de telecomunicaciones y que estuviera parcialmente sufragada con fondos públicos.

Según Calabro, la nueva compañía se encargaría de reemplazar la vieja red de cobre con una nueva infraestructura de fibra. Agcom (el regulador de comunicaciones italiano) se encargaría de establecer las tarifas de acceso a la red y aseguraría un adecuado retorno de las inversiones.

Los analistas y los inversores se han enfocado en el impacto potencial de la creación de una nueva compañía sobre el grupo Telecom Italia, cuya red de telefonía fija sigue siendo un elemento clave de su negocio. La propuesta no precisó si la nueva compañía incorporaría los elementos de red de Telecom Italia.

Forza Italia, partido de centro-derecha gobernante en Italia, ha mostrado su interés y apoyo al encuadramiento de la red de Telecom Italia en una nueva compañía, posiblemente con fondos públicos. Telecom Italia, en cambio, siempre se ha manifestado en contra.

El Gobierno Italiano ya ha anunciado planes para invertir €1470 millones para fomentar el desarrollo de la banda ancha en el país, con el objetivo de reducir la brecha digital entre las zonas urbanas y rurales. Calabro aclaró que este plan del Gobierno es complementario y no alternativo al propuesto por él.

Telecom Italia anunció el martes que el operador era proclive a considerar proyectos de inversión compartida con otros operadores. El incumbente Italiano se ha comprometido a invertir €6700 millones en los próximos años en infraestructura de red.

La FCC revela más detalles sobre las medidas de estímulo a la banda ancha en EE.UU., centradas en las zonas rurales y backhaul

Ovum

Tras varios meses sondeando a la opinión pública, **la FCC (Comisión Federal de Comunicaciones de EE.UU.) reveló el 1 de julio, por fin, más información sobre las medidas de estímulo a la banda ancha.** Tal y como señalamos en nuestro artículo *A Fondo*, que examinaba punto por punto la Ley de Recuperación, a continuación presentamos los pasos siguientes y el inicio de la implementación de las medidas que se adoptarán; la primera fase estará relacionada con los **proyectos en zonas rurales.** Las **prioridades** de las áreas rurales **como la *backhaul* tendrán prácticamente tanta financiación como acceso.** Se espera ver algunas implementaciones de fibra, si bien el desagregado de acceso abierto y la neutralidad de red son asuntos que habrá que seguir con atención.

Tras una actividad frenética durante el mes de junio, el ente regulador estadounidense nombró a su nuevo Presidente, Julius Genachowski, confirmó también el segundo mandato para el Comisario Robert McDowell, y próximamente nombrará a dos de estos cargos más, Meredith Baker y Mignon Clyburn. **La FCC dispondrá, al fin, de un equipo completo para llevar a cabo las disposiciones del plan de estímulo a la banda ancha recogido en la Ley de Recuperación.**

Los términos que determinan los **criterios de adjudicación** han sido definidos de forma muy general, con el objetivo de que **ninguna tecnología de banda ancha pueda quedarse fuera**: zonas de **"banda ancha"** (768 kbps de descarga y 200 kbps de subida), **"falta de servicios"** y **"desatendidas"** (con un **50 y un 90% de los hogares sin banda ancha, respectivamente**). Una definición de referencia tan vaga puede resultar decepcionante, pero se ha dejado la puerta abierta para que pueda ser modificada en futuras rondas, e incluso en esta fase se concederá prioridad a aquellos proyectos que ofrezcan un mayor ancho de banda.

La primera ronda de financiación consiste en la nada desdeñable cantidad de 4.000 millones de dólares (2.881 millones de euros), lo cual supone más del 50% del total de 7.200 millones de dólares (5.186 millones de

euros). Las **solicitudes deben presentarse antes del 14 de agosto, y las adjudicaciones comenzarán a otorgarse en noviembre de 2009**. El Presidente señaló que los **fondos de estímulo son solo el inicio de una estrategia nacional para la banda ancha a largo plazo**, con lo que los operadores y proveedores que no se hayan podido acoger a la Ley de Recuperación no deben desanimarse, aunque no se haya facilitado información sobre quién financiaría el plan a largo plazo ni de qué fondos dispondría. **Ya que las adjudicaciones comenzarán a principios de invierno, antes de 2010 la actividad de implementación y la obtención de ingresos para los proveedores serán escasos, si no nulos.**

Un avance interesante es que la ***backhaul*** **se ha incluido explícitamente en una categoría de financiación independiente. Las categorías incluyen** tanto los proyectos **"última milla"** [hasta 1.200 millones de dólares (864 millones de euros) de los Servicios Básicos para Áreas Rurales, RUS por sus siglas en inglés] como los proyectos **"media milla"** [hasta 800 millones de dólares (576 millones de euros) de los RUS]. **Se espera que sean las zonas rurales las que reciban una mayor atención,** ya que la mayor parte de los fondos de los RUS asignados por la Ley de Recuperación [2.400 de los 2.500 millones de dólares (1728 de 1700 millones de euros)] serán concedidos; mientras que solo 1.600 millones de los 4.700 millones de dólares (1152 de 3385 millones de euros) asignados a la Administración Nacional de Telecomunicaciones e Información (NTIA, por sus siglas en inglés) han sido incluidos en esta ronda. Los RUS financiarán proyectos en los que la zona de cobertura sea rural al menos en un 75% y esté considerada como falta de servicios y desatendida; mientras que la NTIA se encargará de dotar de fondos a los demás proyectos.

La cuestión de la *backhaul* se presenta como urgente en las zonas rurales. Un informe sobre la banda ancha publicado en mayo por Michael Copps, Presidente interino de la FCC en aquel momento, **señalaba que las redes de banda ancha rurales se encuentran situadas, por lo general, lejos de los nodos troncales de la red** (según datos de la NECA, el 55% de las compañías telefónicas rurales se encuentran a más de 112 kilómetros de un nodo, y el 10% a más de 321 kilómetros). **La construcción o el incremento de capacidad de la *backhaul* especializada y de las redes de transporte para los proveedores de internet rurales serán casi tan prioritarios como el reparto del acceso.**

Las adjudicaciones serán "independientes de la tecnología", lo cual significa que se tendrán más en cuenta otros criterios de selección. Obviamente, la tecnología será un **factor para considerar a la hora de determinar la viabilidad técnica y financiera**. El informe de Michael Copps señala que las **aplicaciones educativas, el teletrabajo, la telepresencia y los juegos interactivos en línea son sectores que contribuirán a la creación de empleo en las zonas rurales**, que, sin duda, es uno de los principales objetivos de las medidas de estímulo. Los criterios de cualificación, algunos de los cuales están explícitamente referidos en el informe, deberían, por lo tanto, **incluir la latencia baja, la capacidad de adaptación a los cambios tecnológicos futuros y las redes de banda ultra ancha que estos sectores necesitarán**. Asimismo, el autor señala que el equipamiento deberá ser seguro y a prueba de desastres; como, por ejemplo, el huracán Katrina, que pueden dejar aisladas a zonas rurales. Obviamente, la excavación de **surcos para la extensión de la fibra crea también empleo automáticamente**.

Los proyectos deberán permitir el acceso de más de un proveedor, lo cual incorpora las cuestiones de los desagregados de forma similar a los proyectos de última generación financiados por los Gobiernos en el resto del mundo. **Esta disposición, así como la neutralidad de red son elementos disuasorios para los operadores, y habrá que ver cuántos de ellos**, incluso entre los rurales, son capaces de justificar un caso práctico para la implementación de las redes de fibra. Es también probable que esta cuestión influya en la elección de la tecnología PON o punto a punto (*point-to-point*). *eKISS* continuará informando sobre este tema.
A continuación, se muestra una tabla elaborada por Merrill Lynch que recoge las ventajas y los inconvenientes para los operadores.

BOLETÍN Nº 105 – del 5 al 19 de junio de 2009

eKISS

- **En el mercado francés, más de un tercio de los abonados de DSL disponen también de servicios de TV sobre DSL**

Current Analysis

Como hacemos habitualmente en el boletín *eKISS*, vamos a realizar un análisis rápido del **mercado francés de *triple play* (telefonía, televisión e internet)**; este es un mercado sorprendentemente **maduro**, **competitivo** e **innovador**, si se compara con otros en Europa. Varios operadores de larga trayectoria están compitiendo duramente por un puesto en los hogares de los clientes frente a varias empresas nuevas. **Más de un tercio de los suscritos a DSL en Francia** (6,2 millones a final de 2008) también **disponen de un servicio de televisión a través de banda ancha**, y esta cantidad aumenta a un ritmo estable.

Table 1: French DSL and IPTV market sizing. Source: ARCEP

Figures in 000s	Q4 2007	Q1 2008	Q2 2008	Q3 2008	Q4 2008	Change Q4 08 / Q4 07
DSL subscriptions	14805	15494	15872	16323	16804	13.5%
TV over DSL subscriptions	4534	4920	5167	4643	6200	36.8%
% Subscriptions to TV services	30.6%	31.8%	32.6%	34.6%	36.9%	

*Las cifras en itálica están ajustadas

Para ponernos en contexto, diremos que en **el cuarto trimestre de 2008 existían 40,7 millones de abonados a telefonía**, incluyendo los servicios de IP DSL y telefonía por cable.

Comparativamente, **otros países** han obviado la televisión sobre el DSL, o bien han encontrado que las empresas incumbentes del mercado han ralentizado su adopción. En el **Reino Unido**, el **proveedor líder de televisión de pago, BSkyB, y los servicios de TDT en abierto** ofrecidos por cadenas terrestres **han dificultado la competitividad de la televisión sobre el DSL**. Además, dada la situación del **acceso a la banda ancha** en este país **-solamente ofrece IPTV a un 15% de la población-**, no es asombroso que el servicio ***triple play* siga siendo del dominio de Virgin Media** y BSkyB, ya que las ofertas de televisión mediante triple play basadas en DSL de BT y Tiscali llegan solamente a unos 500.000 y menos de 100.000 clientes respectivamente, en un país con 3,65 millones de abonados a televisión por cable y 9,3 millones de abonados a televisión por satélite.

La **distribución de tecnología FTTH "cooperativa", financiada por los operadores**, y la actual **competencia por una cuarta licencia de telefonía móvil** son los cambios recientes del **mercado francés** que más están fomentando la competencia.

En un mercado maduro como el francés, la diferenciación es difícil, y todos los actores tienen que trabajar al máximo para competir, tanto desde el punto de vista de la introducción de servicios como de respuesta competitiva. La revisión legal de contratos exclusivos de contenidos -a menudo, iniciados por competidores- está en el orden del día. El despliegue de la tecnología FTTH está avanzando, y está marcado por niveles inusuales de cooperación entre proveedores competidores. El elevado número de proveedores que ofrecen *triple play* hace que el mercado sea turbulento, y que en Francia sea muy normal una elevada ocupación de clientes de DSL con servicios de televisión, donde en otros países aún están poniéndose al día. **Comparemos los cinco proveedores de *triple play* de Francia con los demás;** el **Reino Unido solamente tiene tres proveedores "serios" de *triple play*** [la empresa incumbente (BT), el proveedor de televisión de pago por satélite (BSkyB) y el incumbente de televisión por cable (Virgin Media)]. **Alemania, por su parte, está mejor;** si bien sus proveedores de cable se concentran geográficamente, T-Home está en una posición fuerte ya que Vodafone acaba de terminar de integrar Arcor, y Hansenet aún está buscando un comprador.

Conforme Francia va hacia una cobertura total de FTTH en las ciudades, y los operadores de telefonía móvil siguen avanzando hacia niveles más económicos en el mercado de la banda ancha, diferenciar los productos de *triple play* va a ser más arduo para todos los operadores. **En el pasado, la televisión emitida a través de banda ancha tenía una barrera de entrada, dadas las complicaciones técnicas de proveer contenidos lineales sobre DSL.** Pero **FTTH hace** que esto sea relativamente **más fácil**.

- **MTel lanza un servicio IPTV "marca blanca" en Austria**

Según un informe de *IPTV News*, Magyar Telekom (MTel), principal proveedor húngaro de servicios de telecomunicaciones y filial de Deutsche Telekom, ha lanzado un servicio IPTV (Televisión sobre el protocolo IP) llamado "marca blanca" en colaboración con sus socios mayoristas. Esta prestación permite a los socios ISP (Proveedores de Servicios de Internet) prestar servicios IPTV a los usuarios finales bajo su propia marca. Como consecuencia, los socios ISP utilizan los servicios de ADSL de Mtel para ofrecer a sus clientes paquetes de servicios *dual-play* (internet e IPTV) y *triple-play* (IPTV, internet y telefonía).

- **UPC lanza la fibra en Viena**

UPC Austria ha lanzado un servicio de banda ancha de alta velocidad en Viena, con una velocidad de descarga de hasta 100 Mbps. La nueva red de la compañía, basada en fibra, emplea tecnología DOCSIS 3.0; es el primer paso de los planes de inversión en redes de última generación (NGN, en sus siglas en inglés) de 140,5 millones de dólares (100 millones de euros) de la empresa. Thomas Hintze, Director Ejecutivo de UPC Austria, declaraba: "investigamos continuamente la forma de ampliar nuestra infraestructura de fibra óptica, así como de lograr mayores velocidades, transferencias más seguras y un mejor servicio para nuestros clientes, satisfaciendo de esta forma la creciente demanda del acceso a la banda ancha". Un tercio de los hogares vieneses tienen a día de hoy acceso a NGN, y su implantación será completa a finales de agosto. La extensión de la red a otras regiones de Austria está prevista para la segunda mitad de este año.

REGULACION EUROPA-EEUU

El Gobierno del Reino Unido desvela los planes para el servicio universal de banda ancha

Bis, dcms, Telecompaper.

El Gobierno británico ha publicado el informe final, "***Digital Britain***", sobre la estrategia que ha de seguir el país en el desarrollo de las comunicaciones y los medios de comunicación del sector. El informe establece una serie de políticas públicas para el aumento del uso de Internet, extensión del acceso a las actuales y próximas redes de nueva generación de banda ancha fija y móvil, un mayor desarrollo de la radiodifusión digital y la protección de los derechos de autor en soporte digital. El objetivo principal es una propuesta del gobierno para garantizar el acceso universal a la banda ancha de al menos 2 Mbps para el año 2012, utilizando una combinación de DSL, FTTC, tecnologías inalámbricas y satélite.

Además de la financiación pública de 200 millones de libras esterlinas (230 millones de euros), el Gobierno espera el apoyo del sector privado y otros organismos públicos, a la vez que quiere reforzar los requerimientos de cobertura de los operadores de telefonía móvil en la renovación de la concesión de licencias.

Para la próxima generación de servicios de banda ancha, el Gobierno apoya el acceso de una "gran mayoría" de la población y espera que el sector privado cumpla con ello a lo largo de la próxima década. Sin embargo, para un tercio de la población, en zonas donde el despliegue de fibra no es rentable, el Gobierno propone un servicio universal con tasas de 50 céntimos de libra por cada línea fija. Dinero que se destinará a un fondo, a partir de la cual los operadores de servicios pueden utilizar para prestar servicios en las zonas no cubiertas. Una consulta pública sobre la propuesta se iniciará a principios de septiembre.

Por otro lado, al regulador Ofcom se le concede una mayor responsabilidad en asegurar que se logran los objetivos de cobertura de la banda ancha, incluyendo de manera explícita la obligación de fomentar la inversión como medio de promover los intereses de los consumidores, junto con su deber de promover la competencia. El regulador también estará obligado a informar al gobierno cada dos años sobre el estado de las infraestructuras de telecomunicaciones en el país. Ofcom ha de realizar nuevos esfuerzos para luchar contra el intercambio ilegal de archivos a través de medios digitales. También los titulares de derechos de autor podrán notificar a Ofcom la sospecha de actividad ilícita y, en caso de reincidencia, iniciar un proceso judicial para obtener la identidad del delincuente y promover acciones civiles en su contra. Si estas medidas fallasen o no fuesen lo suficientemente satisfactorias se podrían plantear otras medidas técnicas como la reducción del ancho de banda o de bloqueo.

Para aumentar las competencias en TIC y el uso de Internet, el gobierno anunció un Plan Nacional de Participación Digital. Éste se llevará a cabo a través de programas locales adaptados y basados en las redes existentes, similar a las ayudas previstas para la conversión a la televisión digital. El gobierno también tiene previsto nuevos planes para proporcionar equipos digitales asequibles para hogares de rentas bajas, como el apoyo a los dispositivos de menor coste, el reciclaje de ordenadores en hogares de rentas bajas y móviles de banda ancha de prepago.

La Comisión Europea abre consulta sobre redes de nueva generación

Comisión Europea

La consulta pública sobre redes de nueva generación (NGA) lanzada por la Comisión Europea el pasado 12 de junio, tiene por objetivo establecer un marco común paneuropeo de regulación para las NGAs que susciten la inversión en redes de banda ancha de tal forma que se asegure una migración progresiva de redes de cobre hacia redes de fibra manteniendo una estructura de competencia en el mercado.

Este proyecto se engloba en la estrategia europea en materia de banda ancha y acceso a Internet, que el Consejo Europeo pidió elaborar a la Comisión antes de finales de 2009.

El proyecto revisado de recomendación comprenderá mecanismos destinados al reparto del riesgo de inversión entre inversores y operadores que pretendan acceder a las NGAs.
Más allá del reparto del riesgo de inversión entre inversores y demandantes de acceso, a fin de favorecer las inversiones orientadas al mercado en zonas poco pobladas, se define, en particular, las condiciones en las que programas de co-inversión podrían ser calificados de favorables a la competencia.

Según la comisaria europea de Competencia, N. Kroes, "la consulta contribuirá a garantizar que la recomendación de la Comisión aporte la seguridad jurídica necesaria para fomentar las inversiones a gran escala en las nuevas infraestructuras en fibras ópticas para los servicios de Internet de banda ancha, al mismo tiempo que se preserva un acceso efectivo de competidoras a las redes NGAs.

Entre las primeras reacciones suscitadas se encuentran las de la Organización Europea de Operadores de Telecomunicaciones, ETNO, quienes a través de una nota hecha pública, indican que el borrador "conducirá a regulaciones desproporcionadas" y "desanimará a los inversores". Además los operadores europeos también consideran que no respeta el principio de neutralidad tecnológica e infravalora el desarrollo competitivo del mercado actual. Concretamente, los incumbentes prefieren no tener obligaciones en los precios de acceso a las redes, ven la nueva propuesta como una amenaza al permitir a las autoridades nacionales regular el acceso a la infraestructura y a los ingresos y a la demanda de servicios por parte del resto de operadores. Hecho que podría limitar la inversión.

La Consulta estará abierta hasta el 24 de julio de 2009 y la Comisión prevé adoptar la Recomendación, después de considerar los comentarios aportados, antes de finales de 2009.

- **El ERG publica una consulta sobre roaming y varios informes sobre NGA, espectro y banda ancha**

ERG

Con ocasión de su 29 encuentro en Praga, el 29 de mayo, del Grupo Europeo de Reguladores (ERG) ha adoptado y publicado varios informes referidos a las redes de nueva generación (NGA), espectro y banda ancha.

- Informe sobre redes de Nueva Generación - Análisis económicos y principios regulatorios.

  En el que confirma las principales conclusiones adoptadas en el 2007 por el Grupo y que incluyen:

  - La estrategia más efectiva será la del uso mixto de tecnologías de NGA.
  - Es probable que las condiciones de despliegue difieran entre y dentro de cada estado miembro dando lugar a una mayor heterogeneidad en la estructura de mercado.
  - El despliegue de NGA probablemente refuerce la importancia de economías de escala y de alcance, reduciendo la replicabilidad y reforzando los cuellos de botella económicos.
  - Es apropiado promover la competencia utilizando los elementos más básicos de la red como puedan ser infraestructuras de obra civil o las infraestructuras pasivas de comunicación.

  Además el informe trata ciertos puntos clave comos son: el concepto de escalera de inversión, metodologías de costes, modelos de precios mayoristas, risk premium y risk sharing, regulación simétrica, etc.

- Dos informes elaborados conjuntamente con el Grupo de Radio Espectro (RSPG) sobre el espectro, competencia y mayor flexibilidad en su administración.

  En este sentido, aspectos de competencia han de ser considerados cuando las compañías adquieren más espectro del que actualmente necesitan para proveer servicios, "spectrum hoarding". Todo ello con la intención de controlar el mercado o limitar a otros operadores con precios mayoristas más elevados.

  El segundo de los informes analiza las consecuencias de levantar algunas de las restricciones en el uso del espectro y la permisión del uso de diferentes tecnologías en la misma banda. Pone el ejemplo del cambio de condiciones en las licencias GSM de las bandas 900 y 1800 MHz y cómo los diferentes estados han tratado el tema.

- Informe sobre la coherencia de precios en los mercados mayoristas de banda ancha.
  En el que concluye que los precios de precios mayoristas regulados por los reguladores han de ser coherentes con las inversiones a realizar en la escalera de inversión.

  Sin embargo, allí donde exista competencia la regulación debe pasar de una regulación directa de precios a una de supervisión de márgenes, para que la diferencia de precios mayoristas y minoristas suponga un margen de beneficios a los competidores.

El informe también considera la regulación ex-ante principalmente en mercados minoristas de banda ancha.
Por último, ha sacado a **consulta pública** el borrador de directrices a seguir sobre roaming internacional cuya intención es la de revisar las publicadas en diciembre de 2008.
http://www.erg.eu.int/documents/cons/index_en.htm

- **Conexiones residenciales de banda ancha llegan a 2,9 millones al cierre del primer trimestre en Argentina**

BN Americas

Argentina tenía 2,88 millones de conexiones residenciales de banda ancha a fines del primer trimestre de este año, un alza de 29,3% frente a los 2,23 millones de igual fecha del 2008, según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (Indec).

Las conexiones ADSL alcanzaban los 1,97 millones, mientras que la tecnología de cable módem llegaba a 862.730 suscriptores. Otras tecnologías como banda ancha satelital e inalámbrica daban cuenta del resto.

La cifra total de conexiones residenciales de Internet en el país, en las que se incluyen aquellas por discado, alcanzaba los 3,39 millones al término del primer trimestre, un 14,5% más que los 2,96 millones del año anterior. Cerca de 328.246 conexiones correspondieron a servicios por discado que no requieren contrato.

En tanto, la cantidad de conexiones corporativas a Internet sumaba 375.084 al cierre de marzo, un incremento de 36,4% respecto del mismo mes del año pasado.

Dentro del segmento corporativo, la cantidad de conexiones de banda ancha se empinó un 53,7% durante el período a 322.433, mientras que el número total de conexiones por discado cayó un 37,2% a 24.765.

BOLETÍN Nº 109 – del 10 al 17 de Julio de 2009

- **Deutsche Telekom es animado por el Regulador para compartir con las Utilities la expansión de la banda ancha en zonas rurales**

Telegeography, Total Telecom

El Regulador Alemán está animando a DT a buscar un acuerdo con el sector de las utilities para reducir los costes de extender la banda ancha en las zonas rurales, según un periódico local. Según dicho periódico, DT está en conversaciones iniciales con estas empresas.

El operador histórico ha gastado 4200 millones € en una red de banda ultra-ancha en las mayores ciudades del país pero le está resultando complicado extender su red FTTC/VDSL a las zonas menos atractivas económicamente.

La Utility alemana RWE AG está estudiando el caso, mientras que su rival EON se ha negado a hacer declaraciones sobre el tema.

Esta iniciativa está relacionada con la decisión del incumbente alemán de invertir 100 millones de € menos en zonas rurales tras la decisión del Regulador de rebajar el precio del bucle desagregado contra la voluntad del operador.

En marzo el Regulador Alemán rebajó de 10,50 € a 10,20 € el precio del ULL "tramo last mile" (o última milla o bucle de abonado). Los planes de DT pasaban por invertir 300 millones de euros en las zonas rurales alemanas durante 2009.

- **El Regulador Irlandés (ComReg) publica un documento de discusión sobre las Redes de Nueva Generación en Banda Ancha**

ComReg

El documento publicado hoy por ComReg ofrece perspectivas sobre cuestiones políticas, técnicas y regulatorias que pueden apoyar un proceso eficiente y ordenado hacia una disponibilidad cada vez mayor de servicios de banda ancha de próxima generación en el mercado.

Las instituciones públicas irlandesas (gobierno y regulador) reconocen el papel crucial de las NGN en el objetivo de convertir al país en una "Sociedad del Conocimiento" y en una "Economía Inteligente". El documento del Regulador entra en detalle en un conjunto de factores que permiten el desarrollo de estas redes, así como un análisis de riesgos en los que incurrirán los operadores. En dicho documento también se examinan los procesos de desarrollo de redes de banda ultra-ancha en otros mercados así como el desarrollo competitivo de los nuevos escenarios sobre los que se lanzan nuevas ofertas de Banda Ancha. Por último, se considera qué incentivos y qué salvaguardas deben tomarse para asegurarse que el mercado consigue el máximo beneficio con la evolución hacia las NGNs.

ComReg pretende el establecimiento de un Marco Regulatorio que permita influir en el desarrollo óptimo de las Redes de Nueva Generación. Entre la normativa aplicable se encuentra el uso innovador al espectro, el acceso apropiado a la red, la política de precios y la protección del usuario.

Qwest ofrecerá servicios DSL de hasta 40 Mbit/s con fibra hasta el nodo

Ars Technica

Qwest, el proveedor global de comunicaciones estadounidense, apuesta por la tecnología VDSL2 combinada con fibra hasta el nodo para ofrecer servicios de banda ancha de mayor capacidad, frente a las alternativas de fibra hasta el hogar y cable con DOCSIS 3.0. Así, en los próximos meses ofrecerá servicios de hasta 40 Mbit/s en el enlace descendente y hasta 20 Mbit/s en el ascendente en 23 mercados, que incluyen a Denver, Minneapolis/St. Paul, Salt Lake City, Tucson, Omaha, Phoenix y Des Moines. No todos los usuarios tendrán acceso a estas velocidades, en función de la distancia entre la casa del mismo y el nodo, pero según Qwest la mínima velocidad estará en torno a los 12 Mbit/s en el enlace descendente. Destaca en la oferta el incremento de las velocidades en el enlace ascendente, que en la actual oferta comercial de Qwest eran como máximo de 768 kbit/s. El nuevo servicio tiene un coste de 100 dólares al mes durante el primer año (incluidas las llamadas telefónicas) para un servicio de 40/5 (ascendente/descendente) Mbit/s y de 110 dólares si la velocidad ascendente sube hasta los 20 Mbit/s.

BOLETÍN Nº 110 – del 18 al 24 de julio de 2009

La Unión Europea impulsará la inversión en las Redes de Próxima Generación

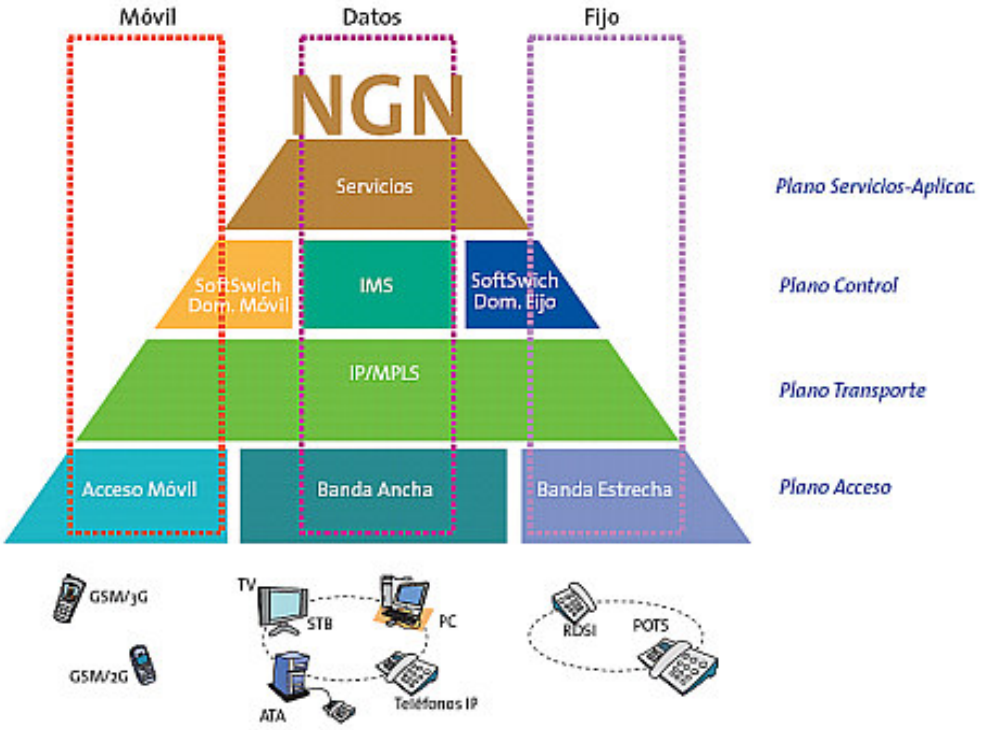
Banda ancha

La Unión Europea quiere fomentar la competencia efectiva y sostenible de la inversión en las Redes de Próxima Generación (NGN), de manera particular en las redes de fibra como sustituta definitiva del cobre. Para ello, Viviane Reding, comisaria europea de Sociedad de la Información, adoptará la creación de un conjunto sólido de normas que garanticen una competencia efectiva, apostando sin descaro por la co-inversión en virtud de la cual varios operadores podrán desplegar FTTH. Pide a los reguladores nacionales flexibilidad en este punto y advierte que junto con Neelie Kroes, comisaria para la Competencia, publicará una recomendación sobre esta cuestión con el objetivo de ofrecer soluciones reglamentarias y de seguridad jurídica.

NGN

Está basada en la transmisión de paquetes capaz de proveer servicios integrados, incluyendo los tradicionales telefónicos, y capaz de explotar al máximo el ancho de banda del canal haciendo uso de las Tecnologías de Calidad del Servicio (QoS) de modo que el transporte sea totalmente independiente de la infraestructura de red utilizada. Además, ofrece acceso libre para usuarios de diferentes compañías telefónicas y apoya la movilidad que permite acceso multipunto a los usuarios.

GPON (Gigabit Passive Optical Networks) es el estándar más atractivo para ofrecer fibra óptica hasta el hogar o hasta el edificio. GPON ofrece una capacidad de 2,5 Gbps downstream y 1,25 Gbps upstream compartidos por cada 64 abonados sobre distancias de hasta 20 km, lo que permite velocidades de hasta 100 Mbps por abonado mediante sobresuscripción del tráfico.



Los operadores italianos, reticentes ante el plan de banda ancha

Reuters

Los operadores de telecomunicaciones italianos han saludado tímidamente la propuesta de crear una fórmula respaldada por el Estado para desarrollar una red de banda ancha de alta velocidad en el país, pero el proyecto se enfrenta a obstáculos mayores - como la financiación - antes de su despegue.

El regulador italiano de las telecomunicaciones propuso la semana pasada crear una compañía respaldada con dinero privado y público, que tome como modelo la forma de operar las redes de las empresas eléctricas mientras que la autoridad podría fijar tarifas adecuadas para compensar las inversiones de las operadoras.

Tal proyecto tendría grandes implicaciones para los operadores italianos como la deficitaria Telecom Italia. La compañía está sometida a la presión política para que abra la red de línea fija y reforzar con ello las ambiciones italianas en materia de banda ancha.

La empresa, que se opone con determinación a abrir su red de línea fija, dijo que estaba abierta a la idea de un nuevo operador de red de fibra óptica, pero señaló que cualquier inversión debía de ser rentable.

Fastweb, el segundo operador italiano, dijo a Reuters que la idea era "interesante", pero añadió que probablemente había modos más rápidos de crear una red de alta velocidad, como mediante acuerdos para compartir las redes.

"(La) idea de crear un operador público y privado para impulsar las inversiones en banda ancha es interesante y ambiciosa, aunque dependerá esencialmente de las decisiones que tomen las empresas implicadas de forma individual", dijo el jefe ejecutivo de Fastweb, Stefano Parisi, en un email a Reuters.

Dijo que la idea eran tan "embriónica" que Fastweb no podía dar una cifra estimada de cuánto invertiría en un plan como ese. Fastweb está controlada por Swisscom.

Hasta ahora los operadores de telecomunicaciones italianas se han concentrado en crear redes de fibra en áreas consideradas prometedoras, por ejemplo en ciudades como Milán.

Cualquier plan para una red nacional de fibra óptica constaría varios miles de millones de euros. Un informe de un asesor gubernamental de este año sugirió que una red que cubriese tan solo el 25% de los hogares costaría 5.400 millones de euros en cuatro años.

Un plan más ambicioso que llegase al 50% de los hogares requeriría 10.000 millones de euros en cinco años, dijo el informe.

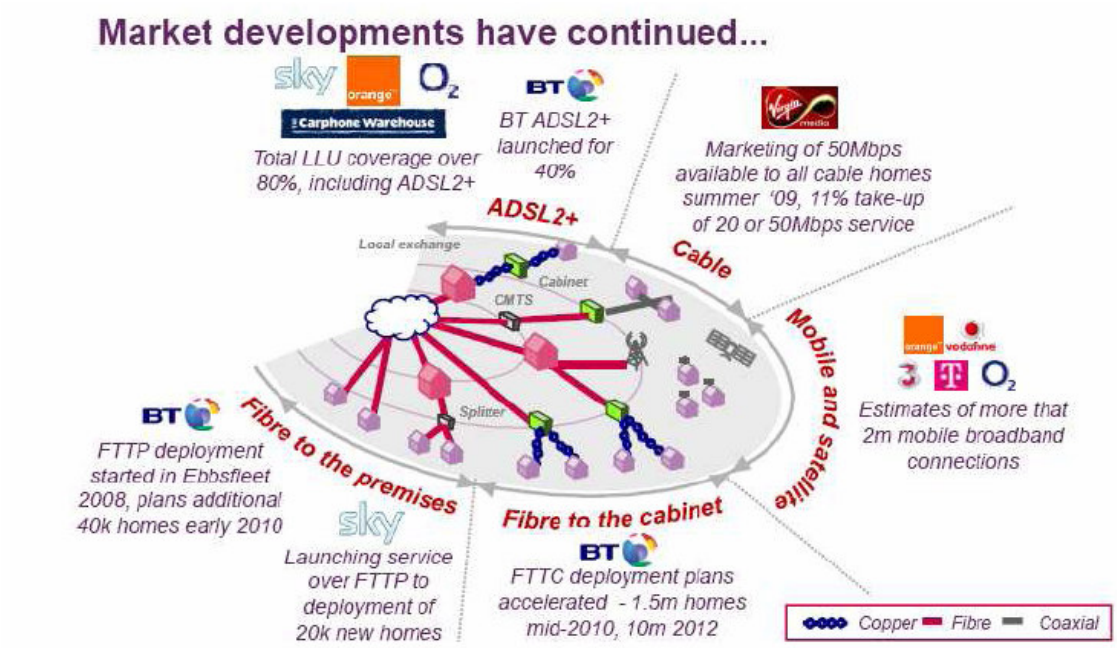
BOLETÍN Nº 111 – del 24 al 31 de julio de 2009

Ofcom defiende un Servicio Universal en banda ancha

Ofcom

En un encuentro organizado recientemente por el Westminster eForum, P. Phillips (Strategy & Market Development), del regulador británico, Ofcom, expuso la idea de banda ancha para todos, recogida recientemente en el plan de desarrollo de despliegue de redes de nueva generación, conocido como Digital Britain. Esta idea de despliegue de infraestructuras de banda ancha resulta crucial para las economías del siglo XXI, así como su accesibilidad universal, afirmó.

A día de hoy, la demanda de banda ancha en el Reino Unido ha aumentado considerablemente, consecuencia en parte a que los precios han ido bajando. Sin embargo su disposición en la población no es total.



Para ello y si bien la idea de obligación de prestación del servicio de banda ancha, bajo el concepto de servicio universal, que P. Phillips expuso, no es nuevo. De hecho, el Gobierno en su programa "Digital Britain" recoge la obligación de prestación del servicio a 2 Mbps para el año 2012.
En este sentido, hoy en día, según cálculos del propio regulador, Ofcom, 2,75 millones de hogares, alrededor del 11% de la población no dispone de una velocidad de al menos 2Mbps. Población que han identificado en tres categorías:
Una primera categoría, que supone un total de 1,9 millones de hogares que no alcanzan la capacidad señalada por problemas de calidad del cableado.
Otra, que por estar alejados de la central de BT, no los alcanza sin tener tampoco acceso a los servicios del cable. Supone un total de 550.000 hogares.
La tercera categoría, corresponde a hogares que sufren interferencias eléctricas en el cableado. Se calcula que sean 300.000 los hogares afectados.

Estas incidencias, afirmó P. Phillips, podrían ser resueltas con cargo a un fondo del servicio universal (Next Generation Fund) que actúe bien directamente sobre los problemas técnicos y tecnológicos o bien a través de la prestación del servicio con otras tecnologías, como pudiera ser por un mixto entre banda ancha móvil y satelital.
Con esta última, las nuevas generaciones de satélites, con mayor capacidad a menor coste, facilitarían el servicio.
Siendo así y gracias a la mayor eficiencia tecnológica, hogares individuales remotos de difícil o costoso acceso con fibra, pueden disponer de ellos vía satélite o a través de banda ancha móvil y edificios o grupos de al menos cinco hogares lo harían a través de línea fija.
La propuesta concreta es la creación de un Fondo de próxima generación para apoyar inversiones en banda ancha súper rápida más allá de donde iría el propio el mercado. Que quiere a través de un fondo de 6 libras al año gravamen sobre todas las líneas de cobre a recaudar 150-175 millones de libras por año.

Glosario:

A

Amplificador Hibrido: *Dispositivo encargado de aumentar la señal en los nodos de las redes HFC.*

Ancho de banda: *Cantidad de datos que puede transmitirse durante un periodo determinado de tiempo.*

AON: *Siglas que identifican a las redes ópticas activas.*

APON *(Asynchronous Transfer Mode PON): Es un variante de la red PON, la A que antecede a PON esta describiendo que estamos en presencia de una tipo red ATM-PON.*

ATM *(Asynchronous Transfer Mode): El Modo de Transferencia Asíncrona es una tecnología de telecomunicación desarrollada para hacer frente a la gran demanda de capacidad de transmisión para servicios y aplicaciones.*

C

CAPEX *(Capital Expenditure): Gastos de Capital. Recursos utilizados por una empresa para adquirir o mejorar los activos fijos como propiedades, edificios industriales o equipo. Este tipo de gasto realizados por las empresas, son para mantener o aumentar el alcance de sus operaciones.*

CATV *(Community Antena Television): Televisión por cable. Servicio que ofrece transferencia de imágenes de televisión a domicilios abonados.*

Churn: *Es usualmente utilizado para describir la tasa de pérdida de clientes. En la industria de telecomunicaciones se refiere a la velocidad a la que se cambian de proveedor los suscriptores de un determinado servicio. La tasa de desconexión o baja de servicio se cuantifica en tantos por ciento y describe infidelidad o falta de lealtad de los clientes. Una tasa de desconexión alta indica una gran deslealtad de los clientes.*

CPE *(Customer Premises Equipment): Equipo Local del lado del Cliente.*

CO: *Oficina central de telecomunicaciones.*

Cross Talk: *Es el fenómeno por el que parte de la energía inyectada a un par, pasa a los adyacentes. Origina una pérdida de señal en el cable y señales en los extremos de los adyacentes. Estas señales son distintas para ambos extremos; el próximo al punto de aplicación de la señal (near) y el opuesto (far). En un cable de más de dos pares existen tantos fenómenos de cross talk como combinaciones dos a dos puedan realizarse. Este fenómeno se intenta evitar mediante el apantallado de cada par del interior del cable.*

D

DBA: *Asignación dinámica de ancho de banda, técnica usada por las tecnologías PON.*

DHCP *(Dynamic Host Configuration Protocol): Protocolo de configuración dinámica de hosts. Se trata de un protocolo para configuraciones TCP/IP que permiten la asignación y administración estática y dinámica de direcciones.*

Divisores Ópticos *(ó Splitters): Divide la señal lumínica proveniente de una fibra óptica entrante, en varias fibras salientes (1:2, 1:4, 1:8,……. etc).*

DNS *(Domain Naming System): Sistema de nombre de dominio. Mecanismo usado en Internet para la traducción de nombres de hosts en direcciones IP.*

Downstream *(Flujo descendente): El uso más común de la palabra se refiere a la velocidad con que los datos pueden ser transferidos de un servidor a un cliente, lo que podría traducirse como velocidad de bajada.*

DSL *(Digital Subscriber Line): Línea de abonado digital.*

DSLAM *(Digital Subscriber Line Access Multiplexer): Multiplexor de acceso a la línea digital de abonado, es un sistema situado en la central de la compañía telefónica, que enlaza múltiples conexiones DSL de usuario, en una única línea de alta velocidad ATM.*

E

EVC: *Se le denomina a una conexión virtual de Ethernet, es una asociación entre dos o más UNI. Las EVC´s pueden ser "punto a punto", ó "multipunto a multipunto".*

F

FAT: *Terminal de acceso de fibra.*

FDT: *Terminal de distribución de fibra.*

FEXT *(Near-end Cross Talk): Es la fracción de señal que aparece en el extremo cercano de un par adyacente.*

FTTX: *Es una expresión genérica para asignar arquitecturas de redes de transmisión de alto desempeño, basada en tecnología óptica.*

FRAME RELAY: *Es una técnica de comunicación mediante retransmisión de tramas para redes de circuito virtual.*

FSAN *(Full Service Access Networks): Es un grupo que fue fundado por siete principales operadores de la red mundial en 1995. FSAN es un foro influyente en el desarrollo de la fibra hasta el hogar (FTTH) estándares de la industria con redes ópticas pasivas (PON). La organización se compromete a promover las normas de comunicación para redes de fibra óptica de acceso. Hasta la fecha, la FSAN ha puesto en marcha y aceleró el A-PON, B-PON, y las especificaciones del equipamiento en G-PON basados en las necesidades de consenso de operadores en todo el mundo, y contribuyó con la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) para la normalización internacional representada por la completa serie de recomendaciones de la ITU-T G.984.*

G

GPON *(Gigabit - capable Passive Optical Network): Red óptica pasiva con capacidad Gigabit.*

H

HDTV *(High Definition TV): Televisión en alta definición.*

HUB: *Básicamente, extiende la funcionalidad de la red (LAN) para que el cableado pueda ser extendido a mayor distancia, es por esto que puede ser considerado como una repetidora.*

I

ICT (servicio): Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones.

IMS (Red de Subsistemas Multimedia IP): Permite al operador desplegar varios servicios multimedia integrados de manera eficiente, sin confiar únicamente en el modo de acceso a la red y el tipo de terminal.

IP: Protocolo de internet.

IPTV (Internet Protocol Television): Sistema donde un servicio de televisión digital es entregado a sus clientes usando el protocolo IP sobre una infraestructura de red.

ISP (Internet Service Provider): Proveedor de servicios de Internet

L

LAN (Local Area Network): Red de área local.

M

MPLS (Multiprotocol Label Switching): Solución clásica y estándar para el transporte de información en las redes, anexando una etiqueta en el encabezado de cada paquete.

MPEG4: Tecnología de compresión de datos, se usa por ej. para IPTV.

MESH: Es una arquitectura de red inalámbrica.

N

NAT (Network Address Translation): Traducción de Dirección de Red, es un mecanismo utilizado por los routers IP para intercambiar paquetes entre dos redes que se asignan mutuamente direcciones incompatibles. Consiste en convertir en tiempo real las direcciones utilizadas en los paquetes transportados.
NGA (Next Generation Access): Próxima generación de acceso.

NGN (Next Generation Networking): Redes de próxima generación.

NAP (Network Access Point o punto de acceso a la red): Dispositivo para el intercambio en redes públicas en las que los ISP se conectan mientras se efectúa un intercambio directo de tráfico. Las conexiones NAP determinan cómo se encamina el tráfico de Internet.

NEXT (Near-end Cross Talk): Es la fracción de señal que aparece en el extremo cercano de un par adyacente.

NSP (Network Service Provider): Proveedor de servicios de red

O

ODN (Optical Distribution Network): Red de distribución óptica.

OLT (Optical Line Terminal): Terminal óptico de línea.

ONT (Optical Network Terminal): Terminal óptico de red.

ONU (Optical Network Unit): Unidad de red óptica.

OPEX: Se define así a los gastos operacionales.

OSI *(Open System Interconnection): Modelo referencia para la Interconexión de Sistemas Abiertos. Esta compuesto por 7 capas, y es un marco de referencia para la definición de arquitecturas de interconexión de sistemas de comunicaciones.*

OSP*: Se lo denomina así al cableado de fibra en la planta externa, de una red FTTP.*

OTN *(Optical Transport Network): Red de Transporte óptico.*

P

PBT *(Provider Backbone Transport): Es un derivado de Ethernet destinado a alcanzar las características orientadas a la conexión y el comportamiento determinista a Ethernet.*

PON *(Passive Optical Network): Red óptica pasiva.*

POTS *(Plain Old Telephone Service): Servicios Telefónicos Tradicional. Se refiere al servicio telefónico estándar de voz analógico (no digital) que utiliza hilos de cobre.*

PPP *(Point-to-point Protocol): Protocolo punto a punto.*

PSTN *(Public Switched Telephone Network): Red telefónica pública conmutada.*

R

RDSI*: Red Digital de Servicios Integrados.*

ROADM *(Reconfigurable Optical Add-Drop Multiplexer): Multiplexor reconfigurable óptico add-drop, es una solución que los proveedores de datos de larga distancia han pedido por durante varios años. Se encarga de administrar gran capacidad de conexiones ópticas de longitud de onda para el transporte de servicios empresariales.*

S

SDTV *(Standard Definition Televisión): Televisión de definición estándar.*

SLA *(Service Level Agreement): Acuerdos de nivel de servicio.*

SOHO *(Small Office – Home Office): Se denomina a un modo de conectividad dentro de RDSI.*

SPLITTER de ADSL*: Es un filtro pasa bajo análogo instalado entre dispositivos analógicos (tales como teléfonos y módems) y una línea telefónica POTS, usado para prevenir interferencia entre tales dispositivos y un servicio DSL operando en la misma línea.*

T

TCO *(Total Cost of Ownership): Se define así al costo total de la propiedad.*

TDM *(Time Division Multiplexing): Multiplexación por división de tiempo, es una técnica de multiplexado para combinar canales de datos.*

U

UNI*: Interfaz de red de usuario, dentro de una arquitectura RDSI.*

Upstream (Flujo ascendente): Se refiere a la velocidad con que los datos pueden ser transferidos de un cliente a un servidor, lo que podría traducirse como velocidad de carga, subida.

V

Vectoring (con VDSL2): Cuando se implementa, se espera poder aumentar la capacidad potencial de una red de pares trenzados de cobre de 300 Mbps y más allá. Además de la capacidad y alcance, la vectorización ofrece a los proveedores de servicios varias otras ventajas técnicas importantes sobre las técnicas tradicionales de cancelación de ruido: capacidades avanzadas de cancelación de diafonía, permitir al máximo la proporción de datos y la calidad de los niveles de servicio.

VOIP: Servicio de telefonía por IP.

W

WAN (Wide Area Network): Red de área múltiple ó extensa.

WDM (Wavelength Division Multiplexing): Multiplexación por division de longitude de onda.

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access): Interoperabilidad mundial para acceso por microondas. Es una norma de transmisión de datos usando ondas de radio. WiMAX es una tecnología inalámbrica.