

TEMA 7

Accesos a servicios de Internet

7.1 Arquitecturas de Accesos WAN

Se definen los **accesos WAN** como el conjunto de tecnologías que se ofrece a un usuario para el intercambio de datos a través de redes de área extendida (redes WAN).

En el contexto de la asignatura 'Redes de Computadores' se estudiarán los diferentes tipos de accesos WAN para el intercambio de datos empleando la arquitectura TCP/IP.

Internet, denominación para el conjunto de redes a nivel mundial que emplean la arquitectura TCP/IP, consta de un conjunto de *backbones* o redes troncales al que un usuario final no puede acceder directamente, ante la imposibilidad de un enlace físico entre su hogar u oficina y un router del troncal.

Para dar solución a este problema, las compañías tradicionales del servicio de telefonía (operadores de red) son fundamentales, pues disponen de la infraestructura para el enlace físico al usuario final y el enlace físico a los troncales de Internet.

Así, en la actualidad existe una arquitectura basada en 3 tipos diferentes de redes para permitir el acceso de un usuario final al troncal de Internet.

7.1.1 Redes de acceso

Las redes de acceso representan el segmento de red que se extiende entre la central telefónica del operador y la vivienda del usuario. A este último tramo de conexión que llega hasta los hogares se conoce con el nombre de **bucle de abonado** o **última milla**.

Existen diferentes tecnologías para este bucle de abonado (FTTH, UMTS/LTE, HFC, etc.), y en la asignatura se estudiarán algunas de ellas.

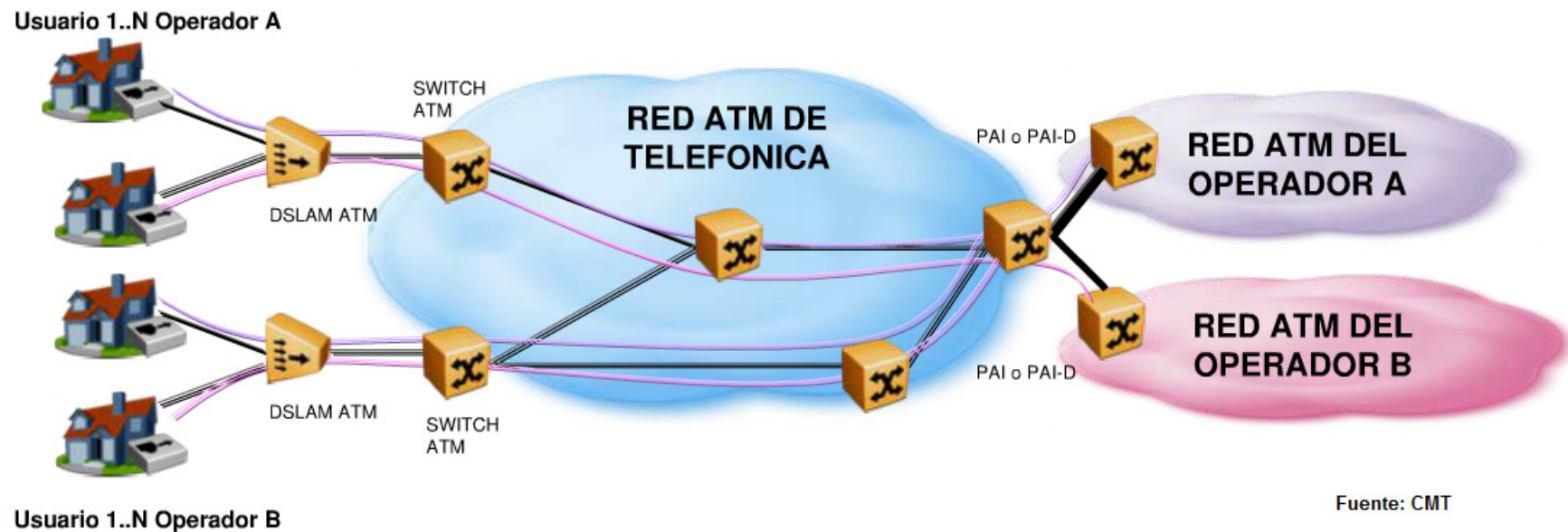
7.1 Arquitecturas de Accesos WAN

7.1.2 Redes de agregación

La red de agregación representa el tramo en el que convergen los tráficos de diferentes usuarios y son utilizadas para disminuir el número de enlaces, siendo su capacidad inferior a la suma de las capacidades de las líneas de acceso que convergen (el reparto se fundamenta en la poca probabilidad de transmisión mantenida y simultánea de todos los usuarios).

Agregación ATM

En la década 1990 – 2000, las redes ATM (Asynchronous Transfer Mode) eran la tecnología de los redes troncales de los operadores, permitiendo su uso en las líneas de agregación compartidas por diferentes operadores.

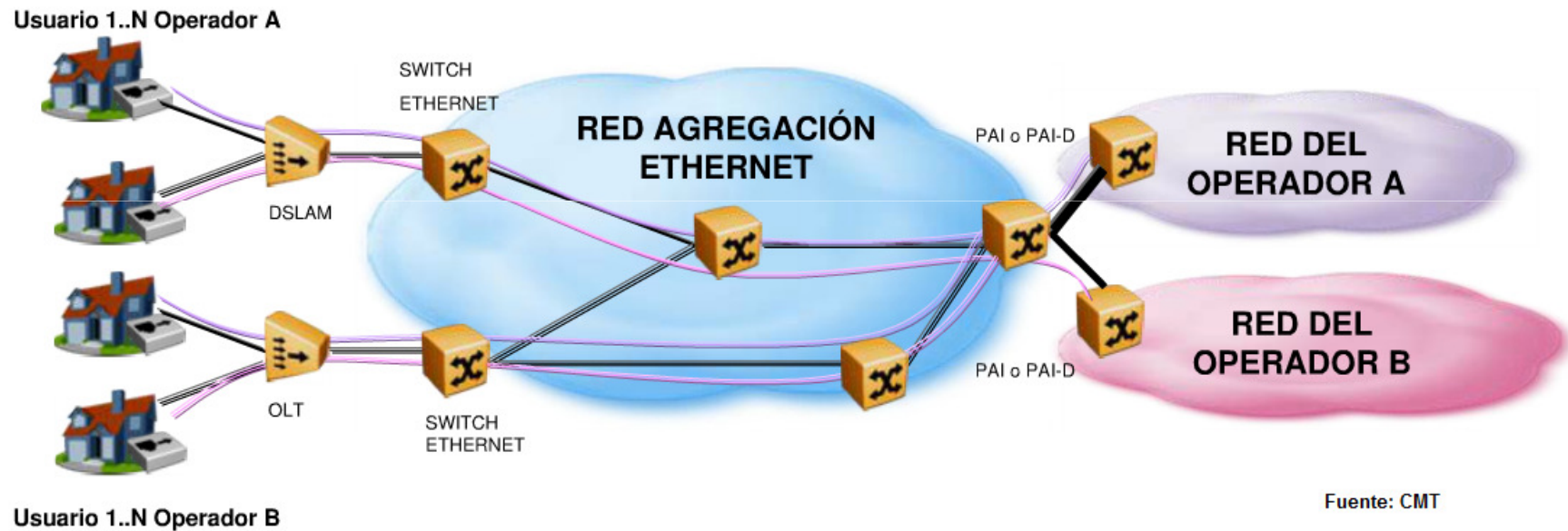


7.1 Arquitecturas de Accesos WAN

7.1.2 Redes de agregación

Agregación Carrier Ethernet

El despliegue de redes Ethernet en los entornos LAN propició el desarrollo de redes WAN basadas en esta tecnología, lo que permitía reducir los costes económicos y disponer de una infraestructura convergente.



7.1 Arquitecturas de Accesos WAN

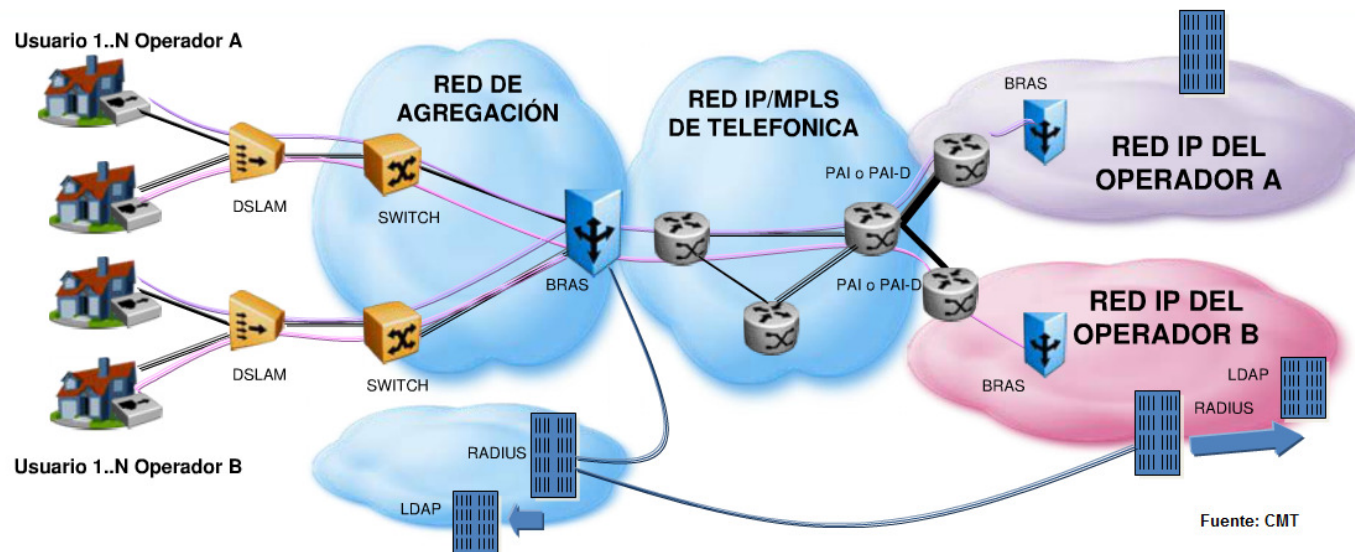
7.1.3 Redes troncales

La red troncal o backbone es el tramo correspondiente al núcleo de la red de un operador, donde converge el tráfico de sus clientes (redes de acceso) empleando las redes de agregación.

En la actualidad, el estándar **MPLS (Multi-Protocol Label Switching)** se está imponiendo como el troncal de red más extendido entre los operadores.

Este estándar ofrece una serie de ventajas como son:

- Alta capacidad de conmutación empleando etiquetas.
- Capacidad de transportar múltiples protocolos (tráfico IP, voz, tráfico ethernet, etc).
- Permite diferenciar calidades de servicio y priorizar tráfico.
- Presenta mecanismos de recuperación muy rápidos (50 ms).



7.2 Redes de acceso a Internet

7.2.1 Accesos xDSL

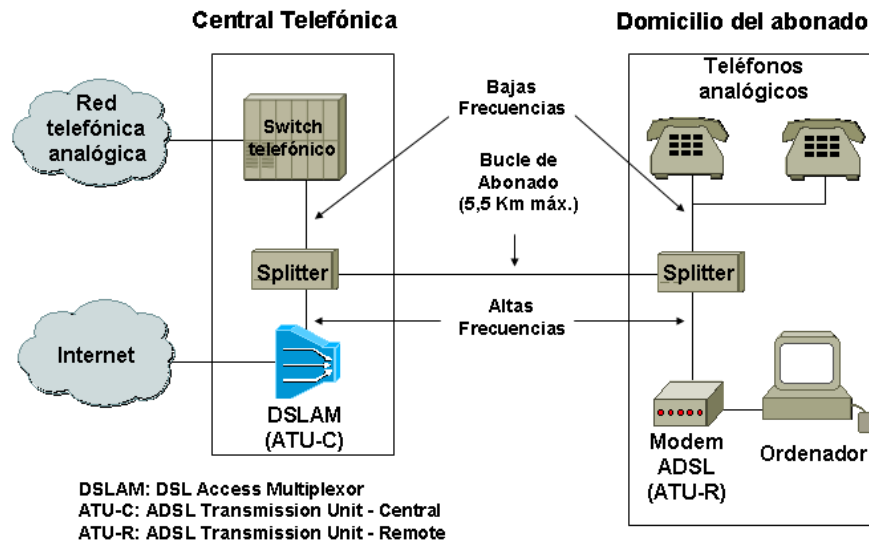
El origen de ADSL se encuentra en las investigaciones realizadas por la compañía **Bell** a finales de la década de 1980.

El objetivo inicial de ADSL era poder proporcionar un servicio de **vídeo digital bajo demanda** con una amplia difusión, por lo que se debería emplear el par de hilos de cobre del bucle de abonado telefónico.

Las posibilidades de emplear ADSL como un mecanismo de acceso a Internet permiten el desarrollo de la normativa ADSL-Lite por parte de la ITU.

Estructura de un acceso ADSL

ADSL proporciona dos canales de comunicación asimétricos y digitales entre un usuario y una centralita de un operador de comunicaciones.



El concentrador ADSL (DSLAM) dispone de un módem ADSL para cada abonado (canal físico distinto para cada cliente ADSL conectado a una centralita).

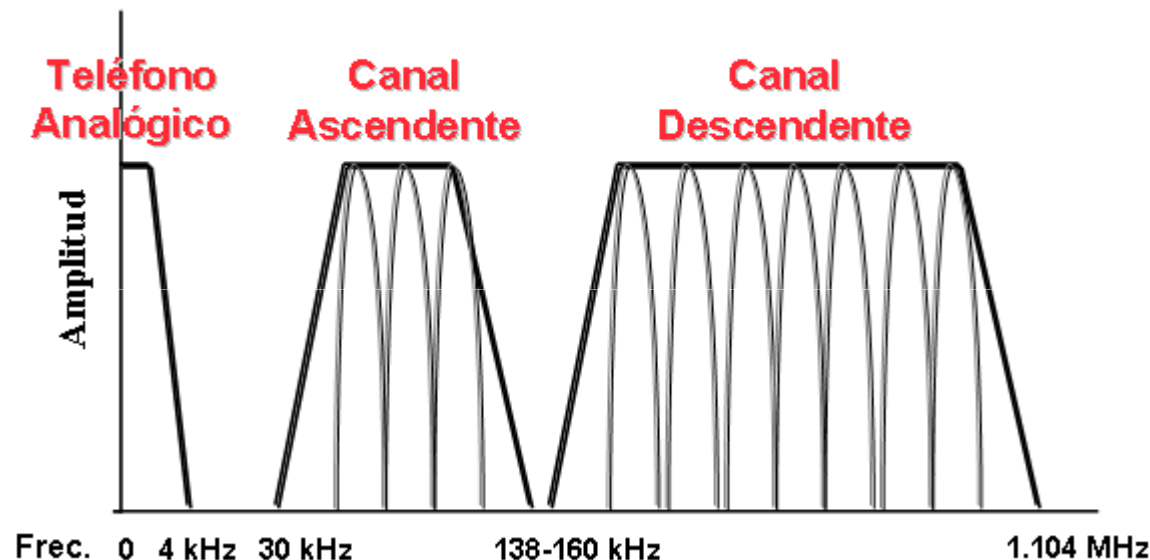
El ADSL-Lite (o ADSL G-Lite) permite un canal ascendente de 384 Kbps y descendente de 1,5 Mbps.

7.2 Redes de acceso a Internet

7.2.1 Accesos xDSL

Estructura de un acceso ADSL

ADSL emplea un mecanismo de modulación similar al módem telefónico, pero empleando todo el ancho de banda que proporciona el cable telefónico a distancias cortas ($< 5,5$ km).



ADSL divide el ancho de banda del bucle de abonado en tres canales: voz, canal ascendente y canal descendente.

Los canales ascendente y descendente están divididos en subcanales de 4 KHz de ancho de banda denominados **bins**.

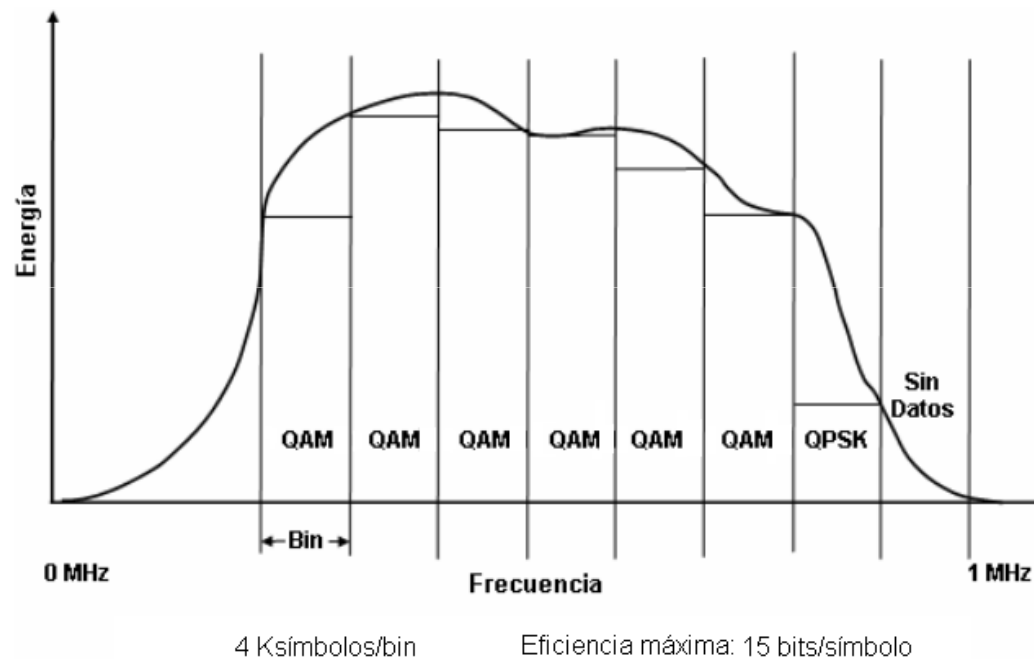
La información a transmitir se divide en bloques, y cada bloque se transmite en un subcanal empleando la modulación analógica (**modulación multitono discreta – DMT Modulation**).

7.2 Redes de acceso a Internet

7.2.1 Accesos xDSL

Mecanismo de modulación

El tipo de modulación empleado en cada subcanal se determina en función de la calidad de línea (cuanto mejor es la calidad más niveles se emplea en la modulación).



Uno de los principales problemas de ADSL es el **ruido** en el bucle de abonado. Las causas de este ruido son varias: longitud del cable, interferencias de radio externas, empalmes, etc.

En una línea ADSL se negocia entre el dispositivo ADSL y la centralita la velocidad a emplear, que dependerá de la calidad de la línea.

7.2 Redes de acceso a Internet

7.2.1 Accesos xDSL

Tecnologías ADSL mejoradas

ADSL2

Modificando los esquemas de modulación de ADSL G-Lite es posible alcanzar velocidades de 12Mbps/1Mbps.

ADSL2+

Versión mejorada de ADSL2 que permite canales de 24Mbps/1.2Mbps. Para ello emplea frecuencias de hasta 2.2 Mhz para el canal descendente.

VDSL (Very high rate DSL)

Esta normativa permite canales en modo simétrico (26Mbps/26Mbps) y asimétrico (52Mbps/6 Mbps), empleando hasta 20 Mhz de ancho de banda.

El modo asimétrico está pensado para la televisión digital de alta definición (HDTV).

7.2 Redes de acceso a Internet

7.2.2 Accesos FTTx

La migración a fibra óptica

Las limitaciones físicas de la transmisión en el cable impiden una mejora en la competitividad de los operadores de datos.

Para conseguir ofrecer servicios de mayor calidad (vídeo de alta definición, acceso IP de alta velocidad, etc) es necesario el cambio en el medio físico de acceso del usuario final, en definitiva migrar del cable eléctrico a la fibra óptica en el bucle de abonado.

Esta migración es cara debido al coste económico de la fibra óptica, por lo que se han propuesto varias soluciones para hacer llegar la fibra hasta el usuario final.

Arquitecturas FTTx

FTTH (*Fiber To The Home*): Esta topología de red implica que los operadores despliegan fibra óptica hasta el domicilio del abonado para llevar sus servicios *triple-play* (vídeo, datos y voz). Esta solución es la de mayor coste económico.

FTTB (*Fiber To The Building*): Esta topología de red de implica que los operadores despliegan fibra óptica hasta la entrada del edificio, empleando el cable para llegar al abonado. Con esta solución pueden ofrecerse velocidades de hasta 100 Mbps.

FTTN (*Fiber To The Node*): Esta topología de red de implica que los operadores despliegan fibra óptica hasta la centralita del operador de la zona y se emplean técnicas xDSL para llegar al abonado.

7.2 Redes de acceso a Internet

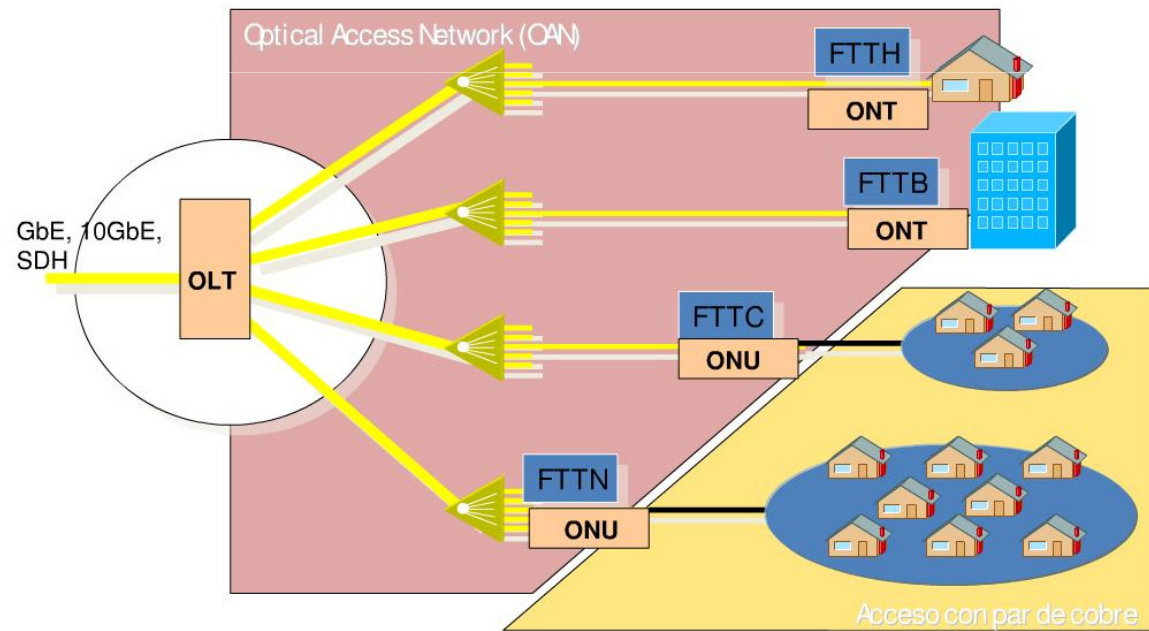
7.2.2 Accesos FTTx

Redes PON (*Passive Optical Network*)

Existen dos categorías de tecnologías que permiten ofrecer servicios al abonado empleando la fibra óptica:

PON: Red Óptica Pasiva, que no requiere de componentes electrónicos activos entre el usuario final y la centralita del operador.

AON: Red Óptica Activa, que requiere de componentes electrónicos activos entre el usuario final y la centralita del operador.



Fuente: CMT

OLT (*Optical Line Termination*): Dispositivo que realiza el multiplexado por división en el tiempo (TDM) de los datos de la fibra asociada a cada abonado/edificio/nodo.

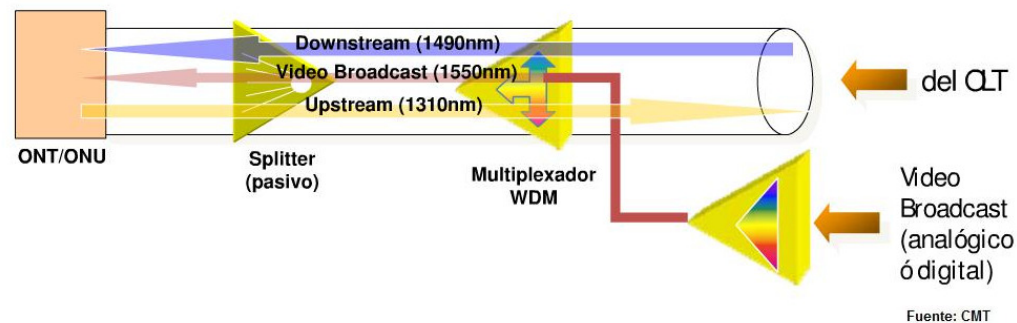
ONT/ONU (*Optical Network Terminal/Unit*): Dispositivo que convierte los flujos de datos ópticos de la fibra a flujos de datos eléctricos.

7.2 Redes de acceso a Internet

7.2.2 Accesos FTTx

Redes PON (*Passive Optical Network*)

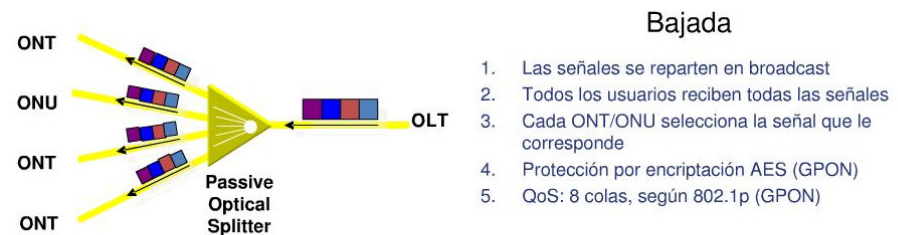
Las redes PON emplean el multiplexado por longitud de onda (WDM) para establecer los canales de bajada (*downstream*), subida (*upstream*) y difusión de vídeo (*video broadcasting*) en cada cable de fibra.



El multiplexado TDM a realizar en el OLT depende del tipo de canal: el canal *downstream* trabaja en modo difusión y el *upstream* en modo TDM.

Los canales de datos ofrecidos al usuario (downstream/upstream) pueden ser simétricos o asimétricos.

En la actualidad, se pueden ofrecer servicios de datos simétricos hasta 2Gbps/2Gbps.



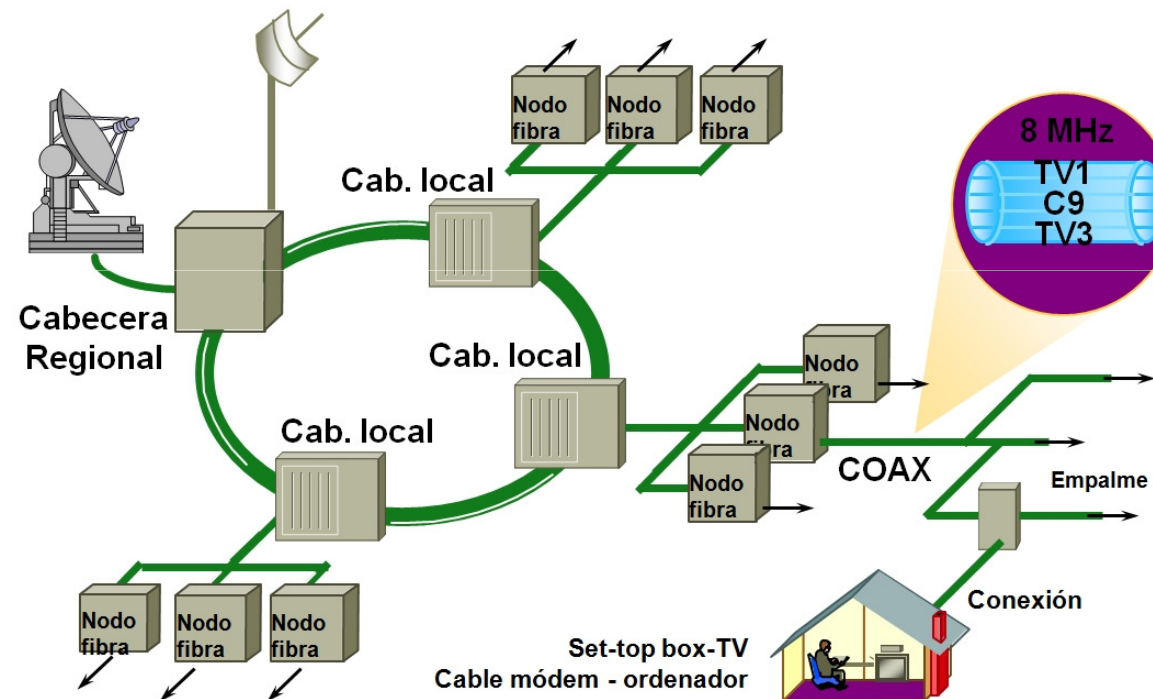
Fuente: CMT

7.2 Redes de acceso a Internet

7.2.3 Accesos HFC

Este tipo de accesos están basados en la tecnología de redes HFC (Hybrid Fiber Coaxial) para servicios de TV por cable.

Las redes HFC se fundamentan en un troncal de fibra óptica (normalmente un anillo) donde cada nodo emplea el cable coaxial para establecer el enlace físico con el usuario.



Los clientes disponen de un dispositivo (cable módem) que permite la recepción de canales de TV, canales de voz, o la transmisión de paquetes IP empleando el ancho de banda de un canal de TV.

7.2 Redes de acceso a Internet

7.2.3 Accesos HFC

Existe una normativa internacional (DOCSIS – <http://www.cablemodem.com>) para estos dispositivos con una variante para Europa (EuroDOCSIS – *European Data Over Cable Service Interface Specification*).

DOCSIS establece los requisitos del interfaz necesario para la transmisión de datos en una red de TV HFC (*Hybrid Fiber and Coaxial*).

El medio físico de una red de TV por cable (cable coaxial) emplea multiplexión en frecuencia para la transmisión de canales de TV. En Europa, con el sistema de TV PAL, se emplea un ancho de banda de 8 MHz por canal.

Cuando un operador de TV ofrece servicios de datos al cliente, proporciona al cliente dos canales asimétricos: uno de envío de datos por parte del cliente (*upstream*) y otro para la recepción de datos por parte del cliente (*downstream*).

Canal downstream

En las versiones 1.0 y 2.0 de DOCSIS, se proporciona un canal de 8 MHz para recepción de datos. Este canal puede emplear modulación de dos tipos, proporcionando dos tasas de velocidad diferentes.

Modulación 64-QAM: Proporciona velocidades de datos de 36 Mbps

Modulación 256-QAM: Proporciona velocidades de datos de 51 Mbps

La última versión de DOCSIS, 3.1, permite agrupar varios canales downstream para un usuario, por lo que permiten proporcionarse velocidades superiores a los 100 Mbps (hasta 10 Gbps).

7.2 Redes de acceso a Internet

7.2.3 Accesos HFC

Canal upstream

Dado que el servicio de datos más frecuente para usuarios de redes de TV por cable es el acceso a Internet, el canal upstream proporcionado tiene un bajo ancho de banda.

Los canales upstream se proporcionan entre 0,2 MHz y 6,4 MHz de ancho de banda. Empleando distintos tipos de modulación (QPSK, 16-QAM, 64-QAM) se proporcionan velocidades de entre 300 Kbps y 27 Mbps por canal.

La versión DOCSIS 3.1 también permite agrupar varios canales upstream para un usuario alcanzando los 2 Gbps.