

ADSL, FTTH y otras soluciones de acceso

Area de Ingeniería Telemática
<http://www.tlm.unavarra.es>

Grado en Ingeniería en Tecnologías de
Telecomunicación, 3º

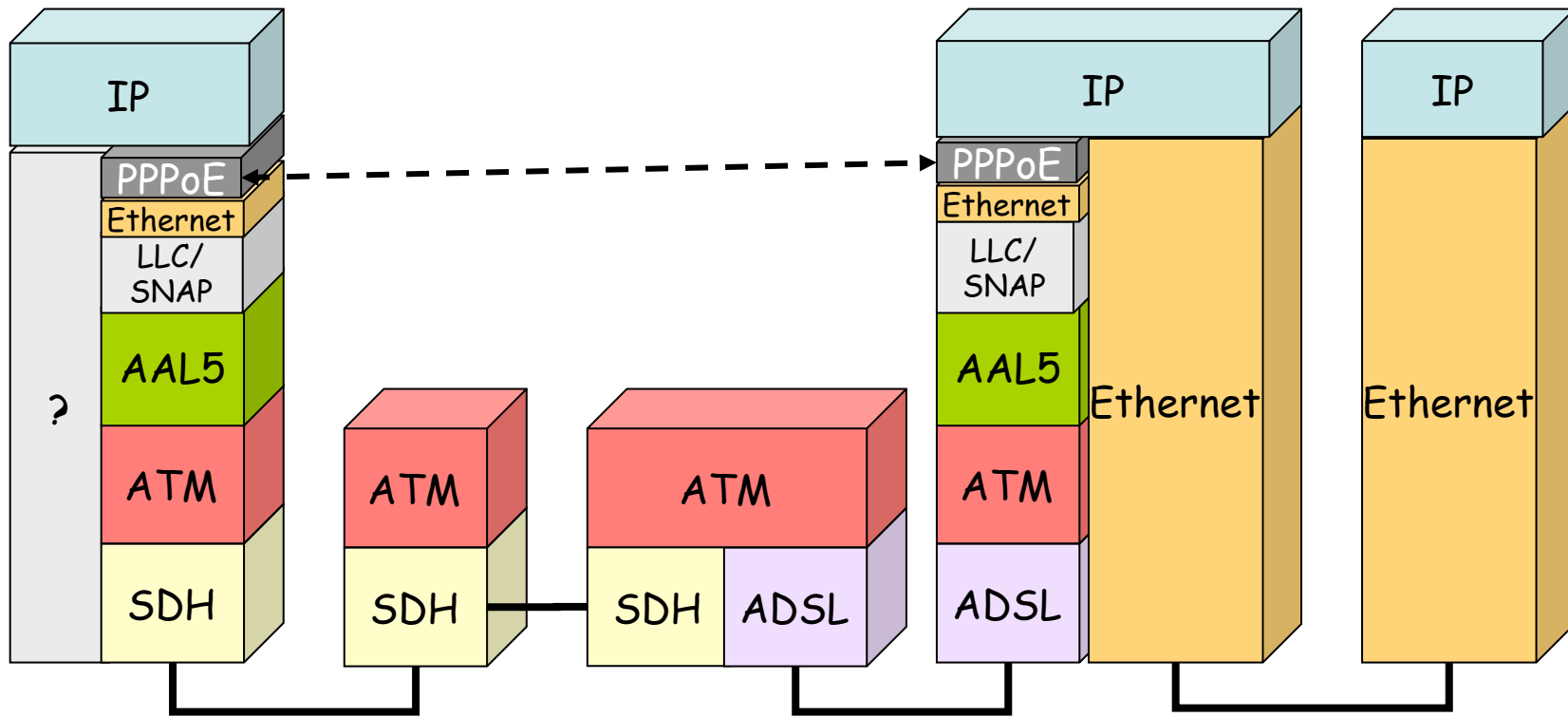
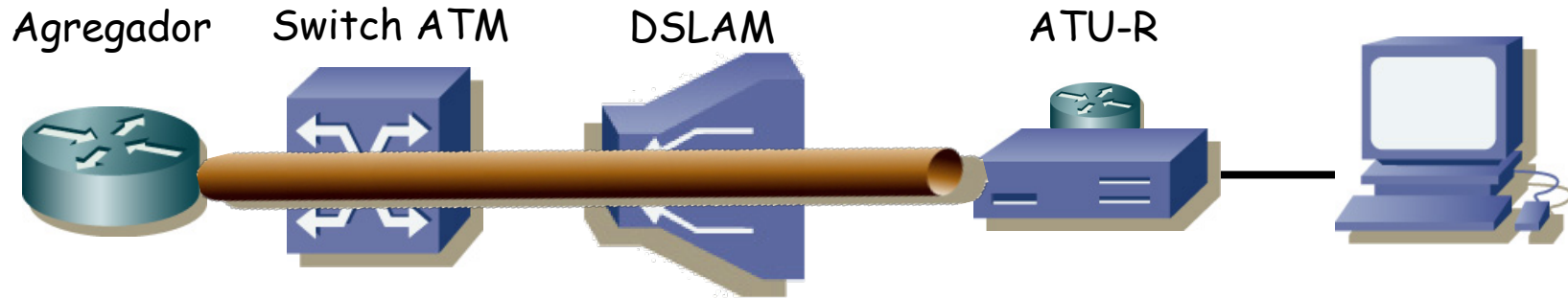
Temario

1. Introducción
2. Tecnologías LAN
3. Tecnologías WAN
- 4. Redes de acceso**
 1. El problema de la primera milla
 2. Tecnologías cableadas
 3. Tecnologías inalámbricas

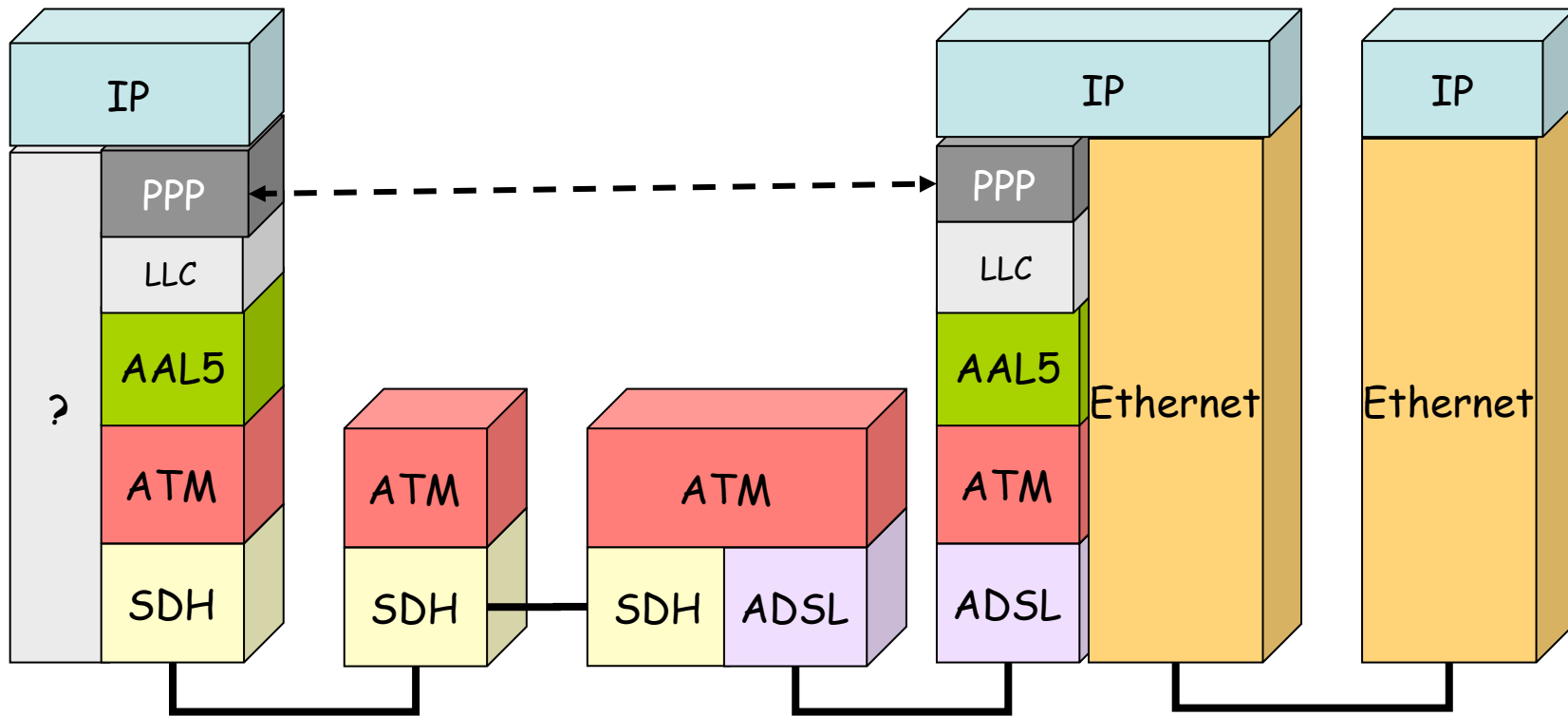
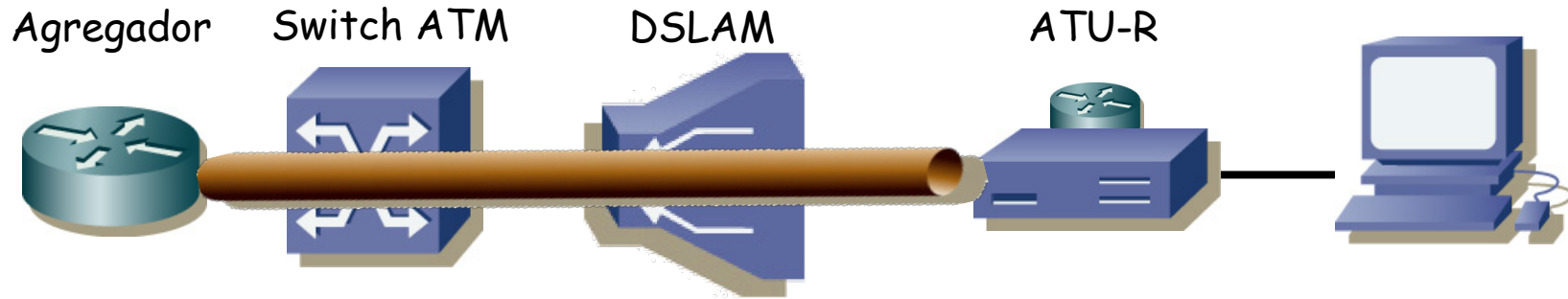
Objetivos

- Completar las arquitecturas ADSL
- Tener una visión global de tecnologías de acceso por fibra
- Conocer las implicaciones de infraestructura de red que tiene la situación administrativa del acceso DSL, en concreto en España
- Tener una visión global de tecnologías de acceso inalámbrico existentes

Hemos visto: DSLAM ATM

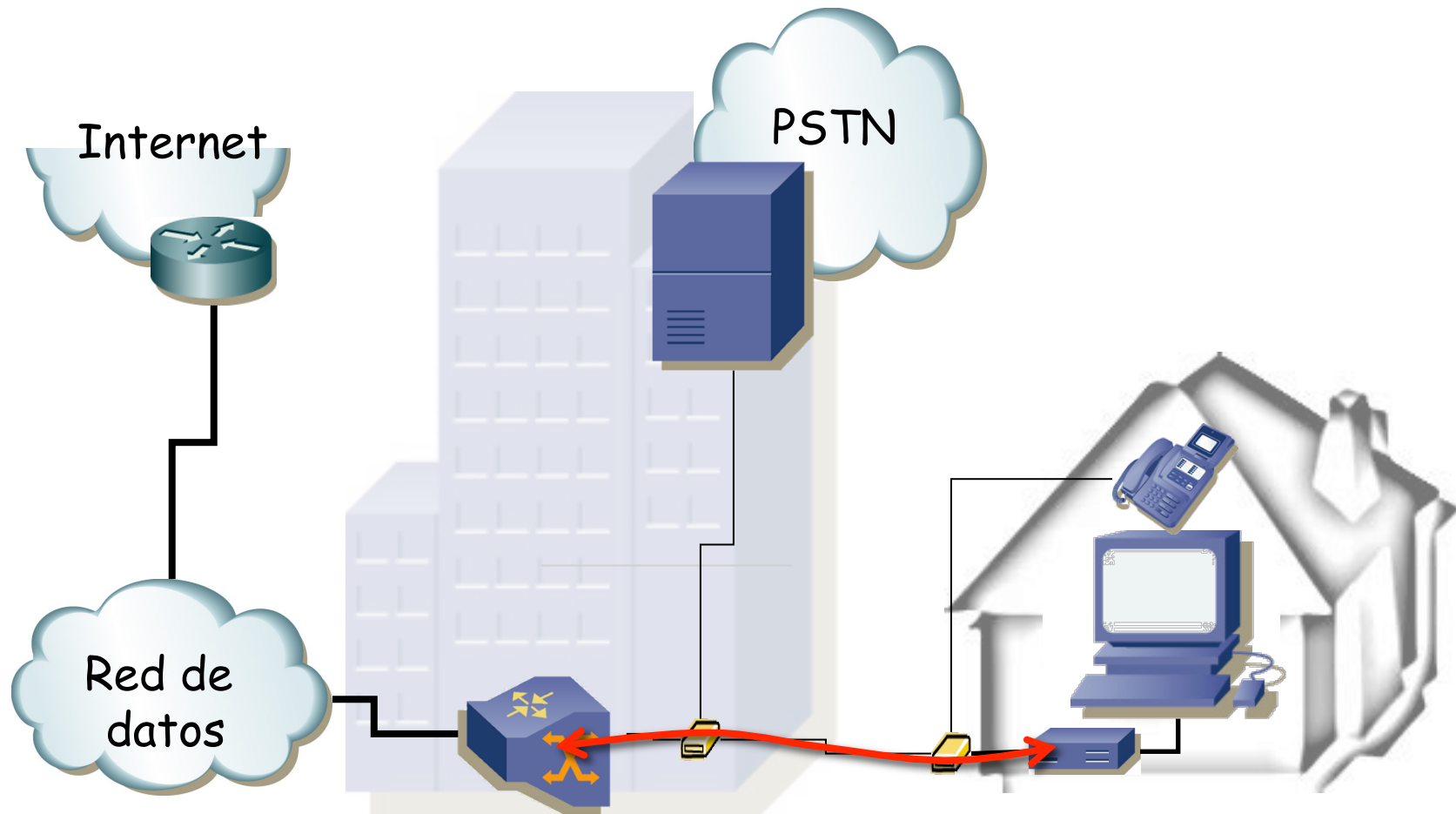


Hemos visto: DSLAM ATM



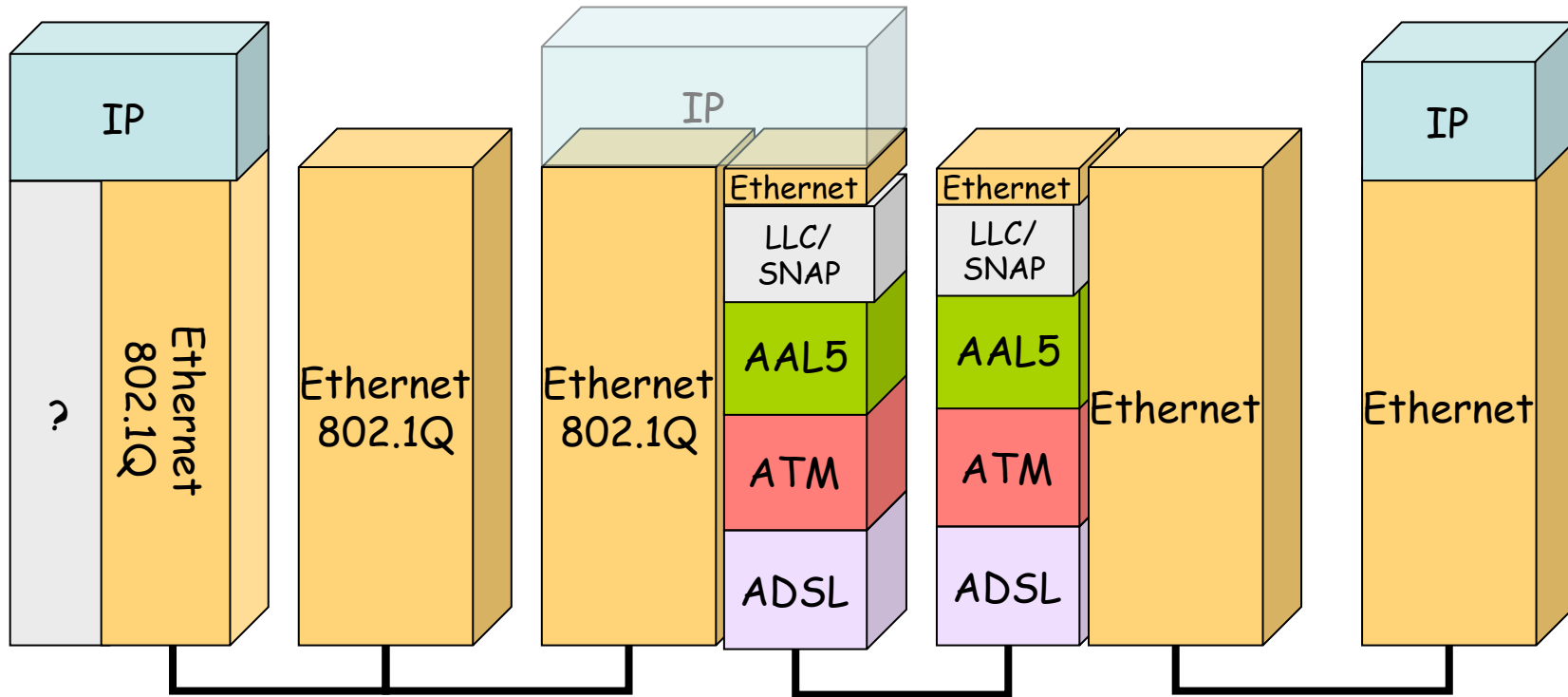
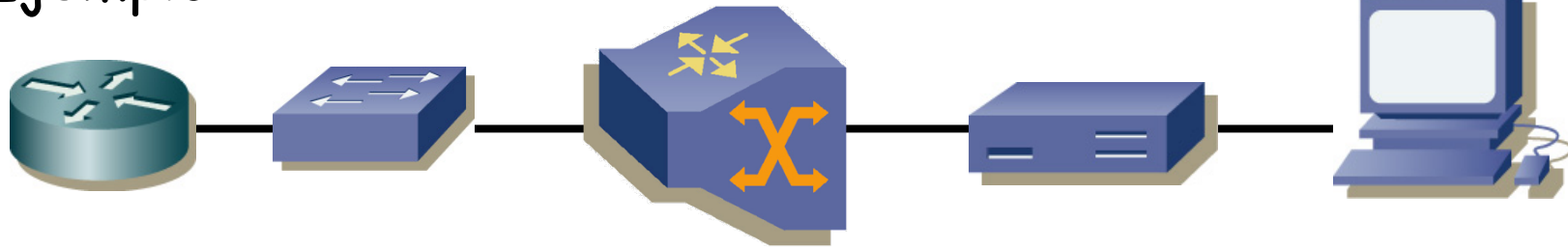
DSLAM IP

- Su interfaz de uplink no es ATM. Termina el PVC (...)
- Por ejemplo uplink Ethernet: cada usuario se mapea a una VLAN diferente



DSLAM IP

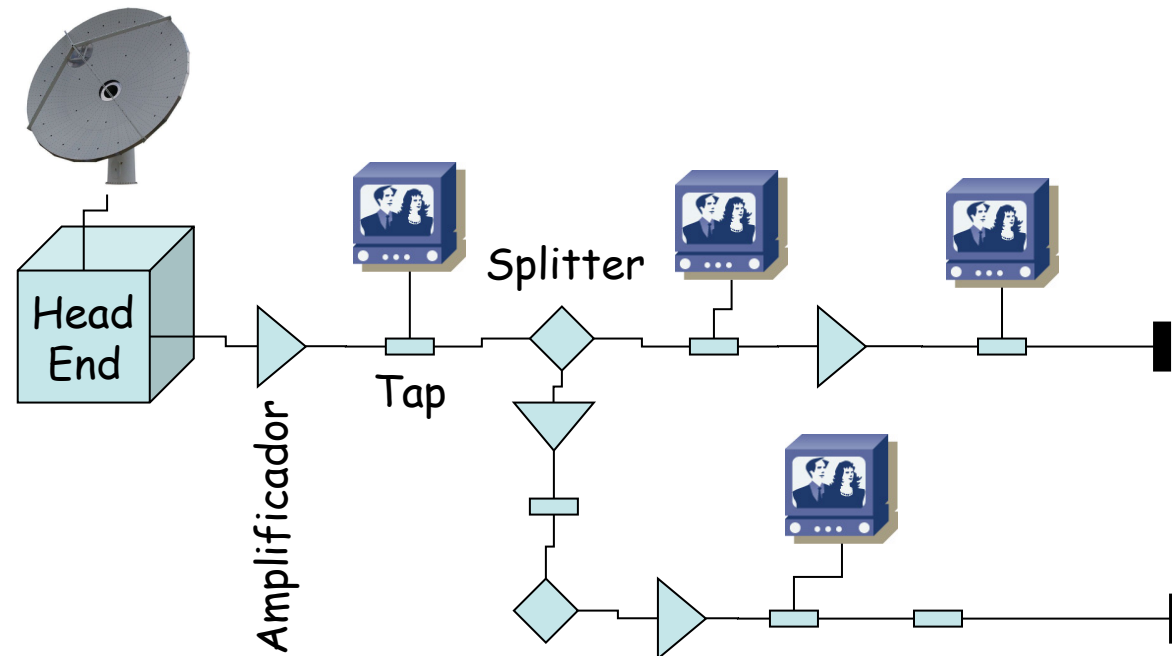
Ejemplo



Otras tecnologías de acceso cableadas

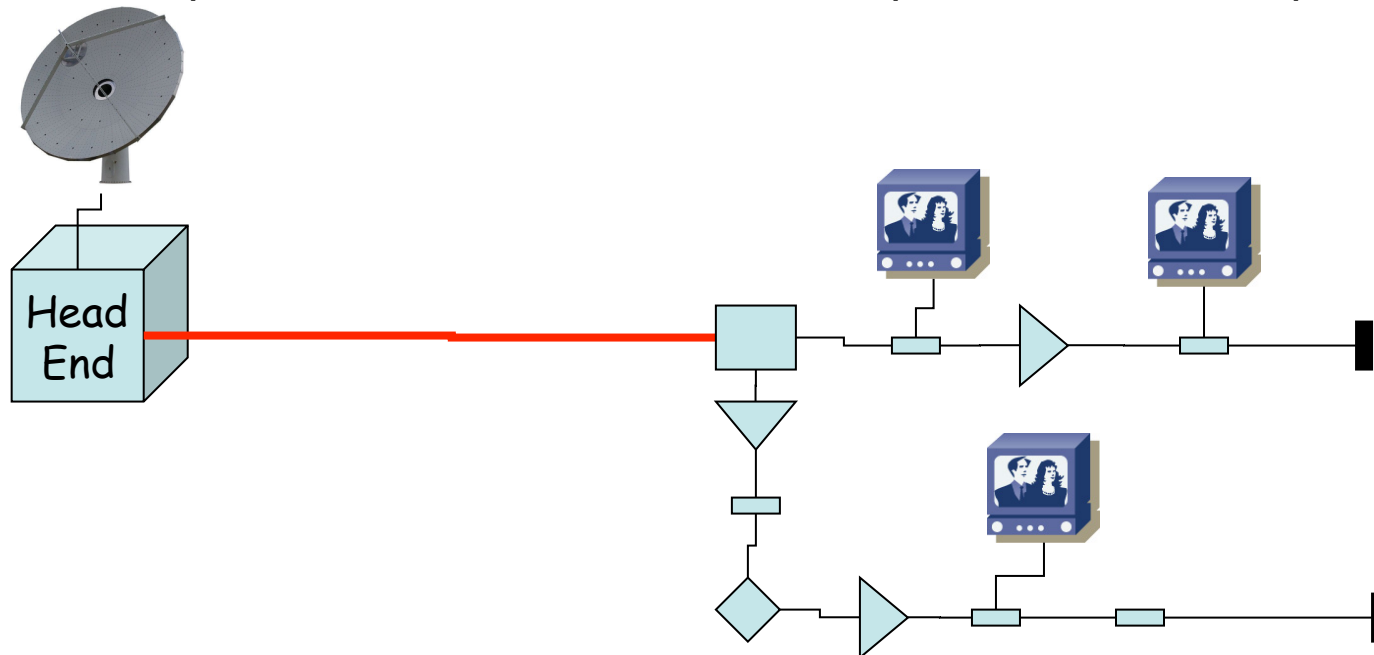
Cable: TV

- Red CATV (Community Antenna TeleVision)
- En principio para resolver problemas de recepción en edificios
- Posteriormente auge al introducir canales enviados por satélite
- Añade acceso condicional (PPV) con RTB como canal de retorno
- FDM, canales de TV de 6-8MHz en 50-550MHz
- Posteriormente introducción de la TV digital
- Y de la tecnología óptica: HFC (Hybrid Fiber Coaxial)



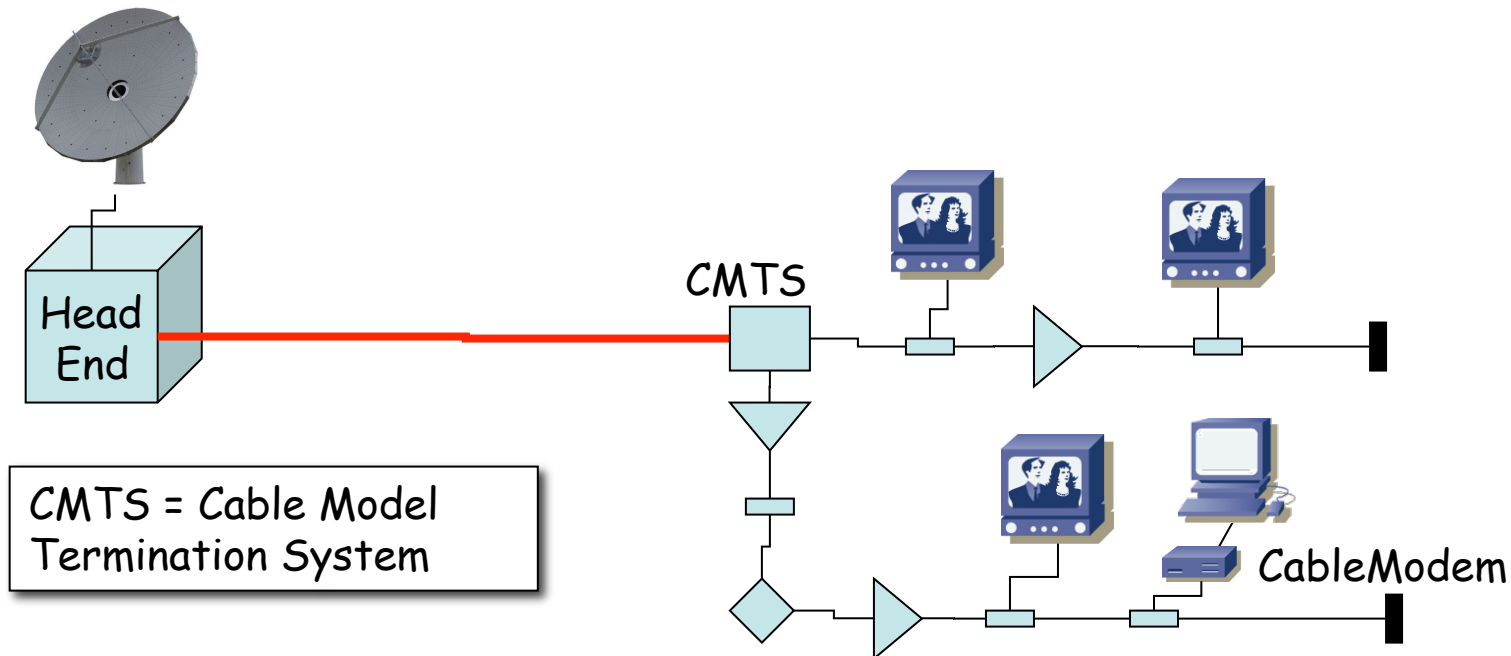
Cable: TV

- Canal de retorno por el mismo coaxial
- Transmisión desde el usuario en la banda 5-50 MHz
- Con TV digital el transporte por fibra puede ser por ejemplo SDH
- Se puede transportar también telefonía mediante soluciones propietarias (no está normalizado)
- Por ejemplo 30 canales TDM compartidos entre los abonados que dependen de un mismo conversor óptico-eléctrico
- Aunque en ocasiones se han tendido pares de cobre en paralelo



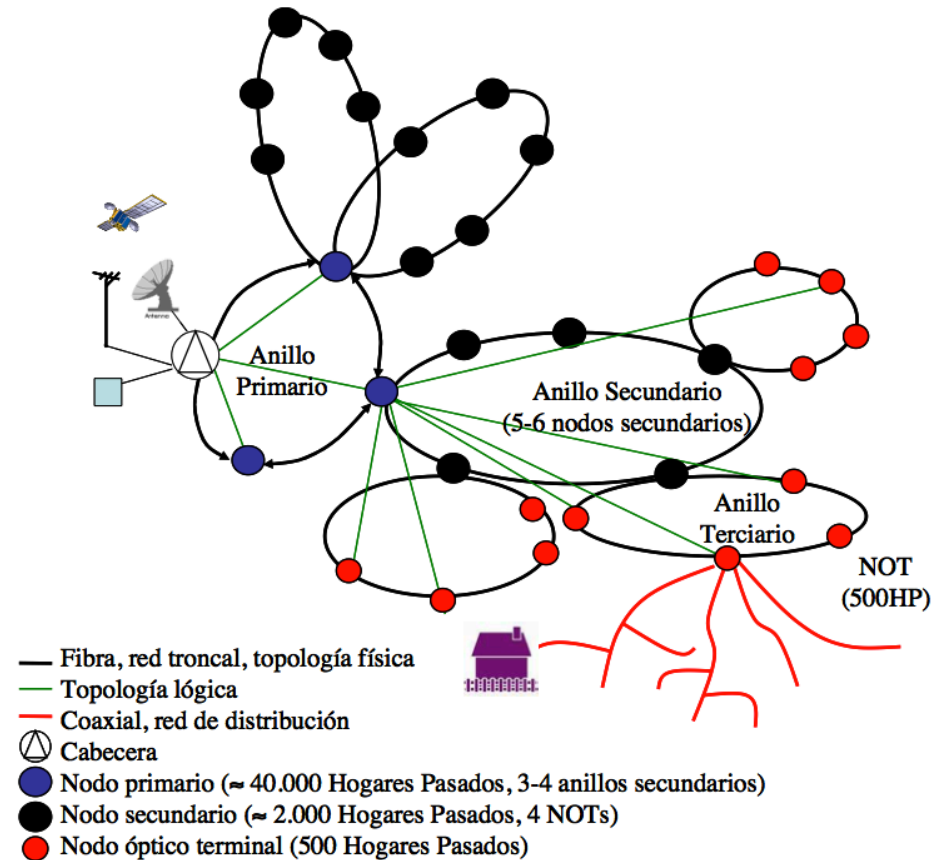
Cable: Datos

- Upstream 5-50 MHz, downstream 550-860 MHz
- DOCSIS = *Data Over Cable Service Interface Specification*
- De consorcio CableLabs pero aceptado por ITU y ETSI
- Especifica nivel físico y MAC
- Encapsulado MPEG
- Downstream: 30-50Mbps, Upstream: 10-30Mbps, por portadora
- Permite *channel bonding*



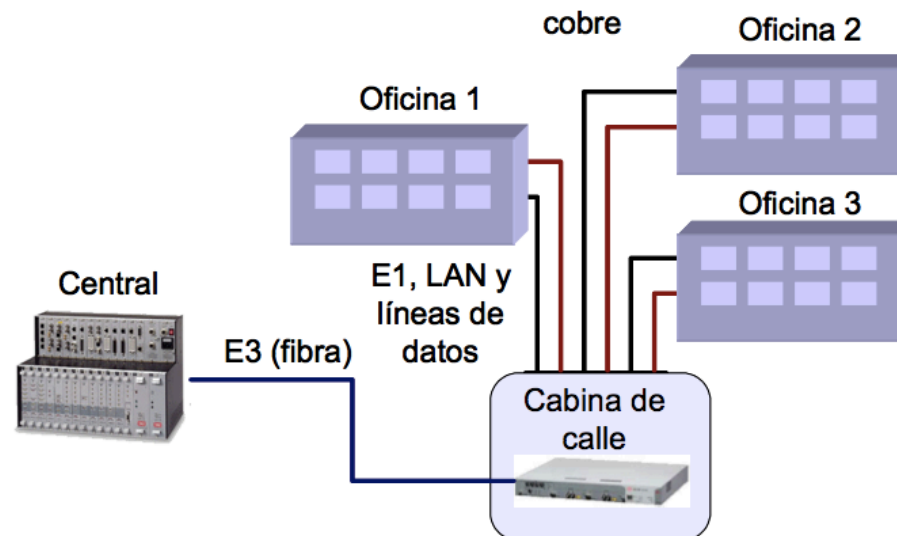
Cable: red troncal

- Un nodo primario atiende áreas de entre miles y decenas de miles de abonados
- Un nodo primario sirve a 3-4 anillos secundarios
- En un anillo secundario hay 5-6 nodos secundarios
- Un nodo secundario da servicio a unos 2000 hogares



Fibra

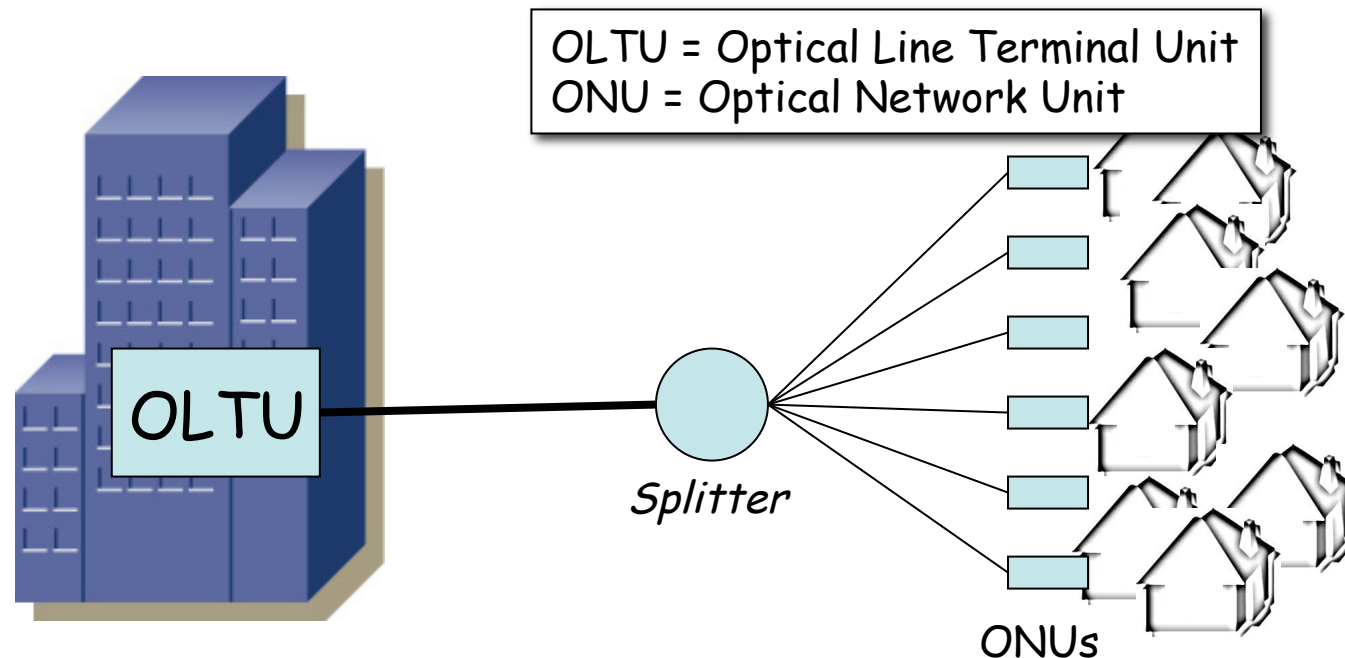
- FTTX = Fiber To The X
- Acercar la fibra al abonado
- FTTH = Fiber To The Home (hasta casa)
- FTTC = Fiber To The Curb (hasta la acera)
- FTTB = Fiber To The Building (hasta el edificio)
- FTTP = Fiber To The Premises
- FTTU = Fiber To The User
- FTTO = Fiber To The Office
- FTTCab = Fiber To The Cabinet
- Habitualmente en árbol
- Puede ser punto a punto



Fibra

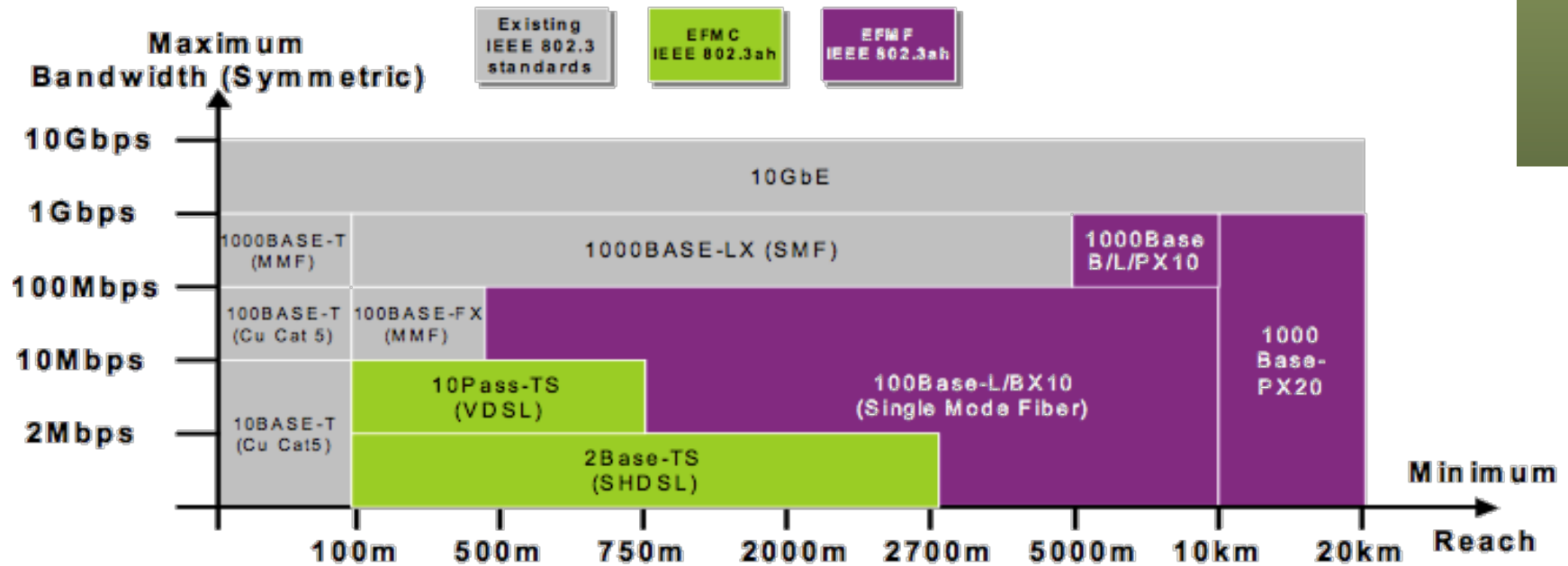
PON = Passive Optical Network

- E-PON: Ethernet PON (802.3ah): 1Gbps, 10-20Km, Ethernet
- A-PON: ATM PON (G.983.1): 155Mbps-1.2Gbps, 20Km, ATM
- B-PON: Broadband PON (G.983.3): 155Mbps-1.2Gbps, 20Km, ATM
- G-PON: Gigabit PON (G.984.1): 155Mbps-2.4Gbps, 10-20Km, Ethernet
- XG-PON: 10G PON (G.987): 2.4-10Gbps, 60Km



Ethernet in the First Mile

- 802.3ah (ya es parte de 802.3)
- EFMC: Ethernet in First Mile for voice-grade Copper
- EFMF: Ethernet in First Mile using point-to-point Fiber topology
- EFMP: Ethernet in First Mile using point-to-multipoint topology, based on Passive optical networks (PONs)



Sobre Cobre

- Punto-a-punto, solo full-duplex
- *Voice grade copper*
- Los interfaces de ambos extremos son diferentes (CO side y CPE side) pero velocidad simétrica
- 2BASE-TL: 2Mb/s@2700m, mínimo 192Kb/s, máx 5.7Mb/s, basado en SHDSL
- 10PASS-TS: 10Mb/s@750m, basado en VDSL
- Son mínimos, equipos comerciales suelen soportar valores superiores

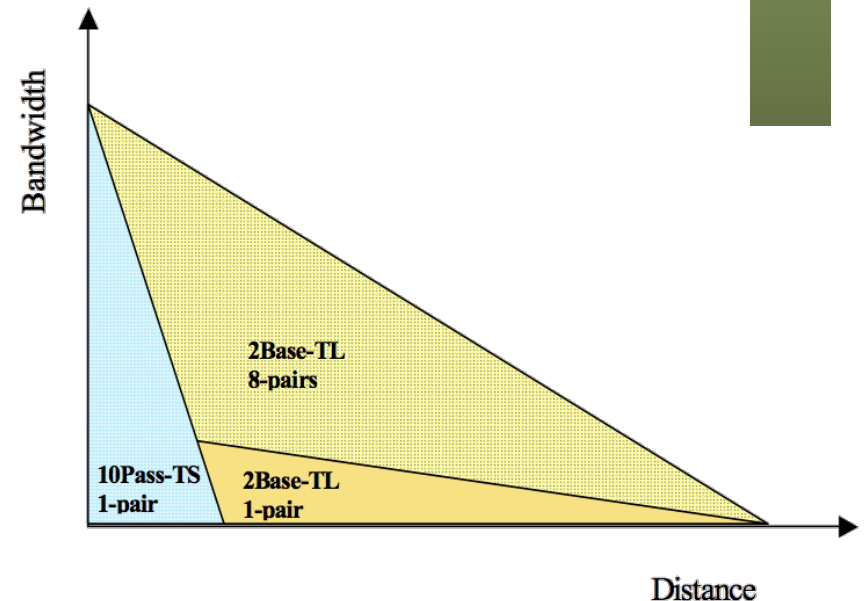
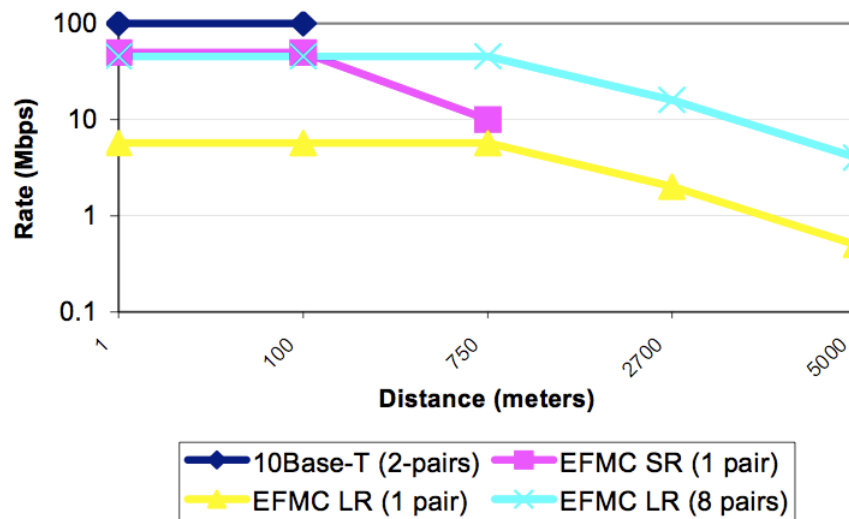
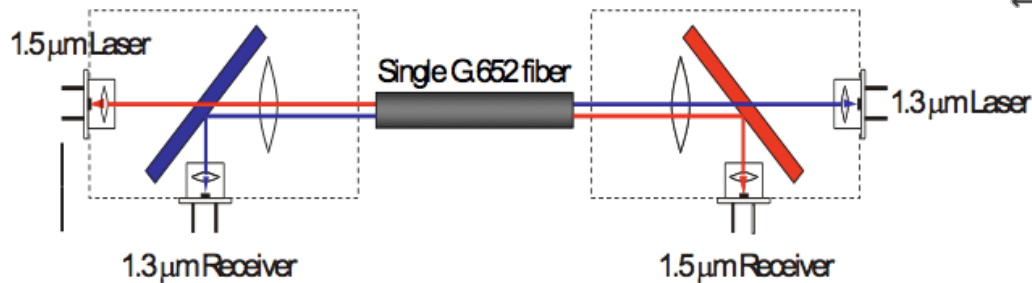
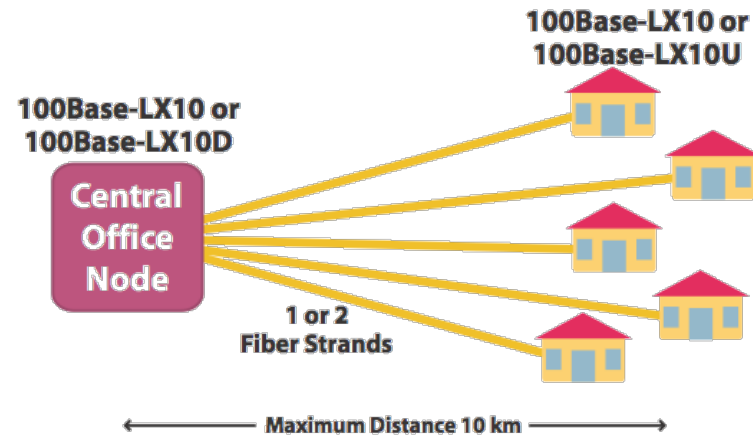
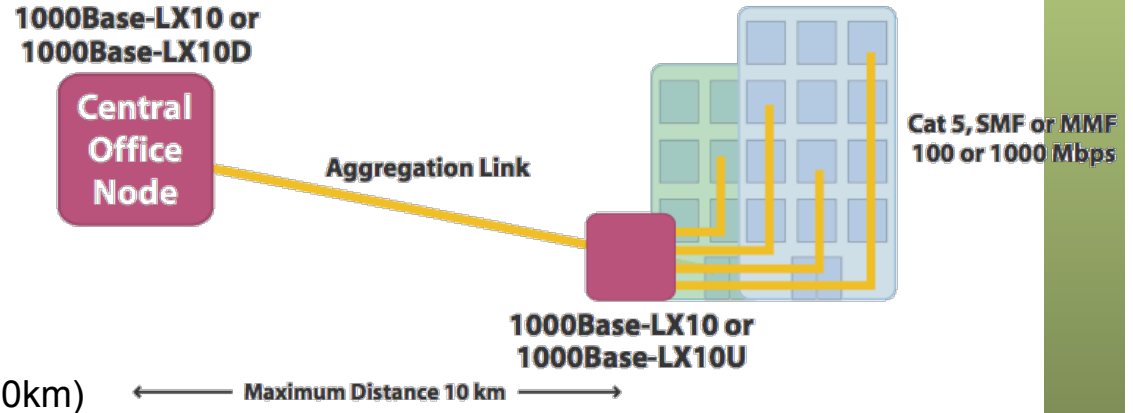


Figure 1: Distances and bandwidth for 10BASE-T, EFMC SR and EFMC LR

Sobre Fibra

Punto-a-punto:

- 100Mb/s y 1000Mb/s
- 100BASE-LX10:
 - Dos SMF (10km)
- 100BASE-BX10:
 - Una SMF
 - Diferente λ cada sentido (10km)
- 1000BASE-LX10:
 - Dos SMF (10km) o dos MMF (550m)
- 1000BASE-BX10:
 - Una SMF (10km)

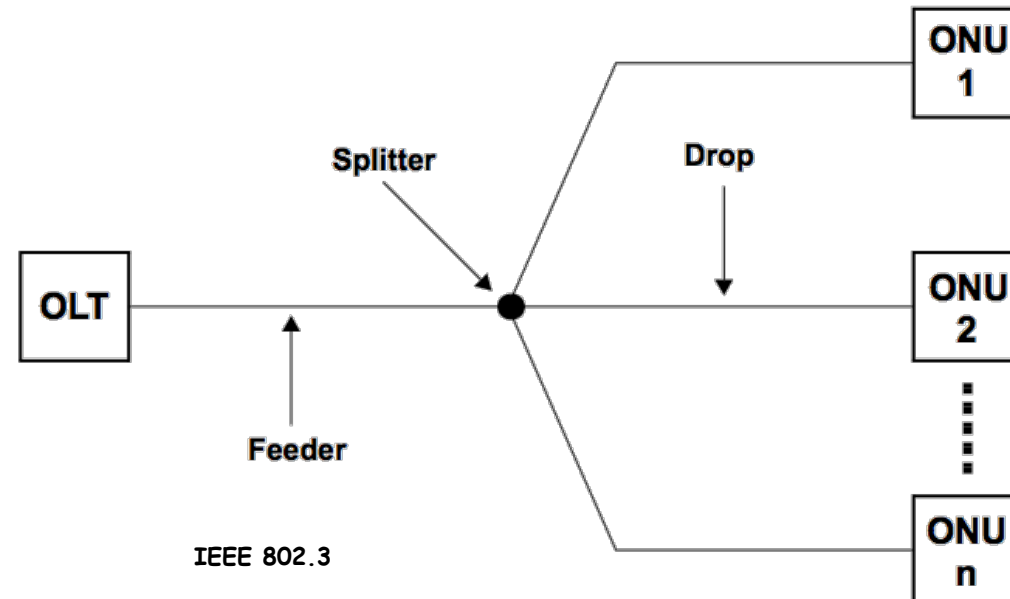


Sobre Fibra

EPON:

- Punto-a-multipunto pasiva
- Full-duplex
- Diferente λ uplink y downlink
- Los interfaces extremos son diferentes (*CO side* y *CPE side*)
- 1000BASE-PX10:
 - Monomodo, 10km
- 1000BASE-PX20:
 - Monomodo, 20km
- Al menos 1:16

- OLT controla cuándo pueden transmitir las ONUs
- MAC
 - Modificado para p2mp
 - No CSMA/CD
 - MPCP (Multi-Point Control Protocol)



10G-EPON

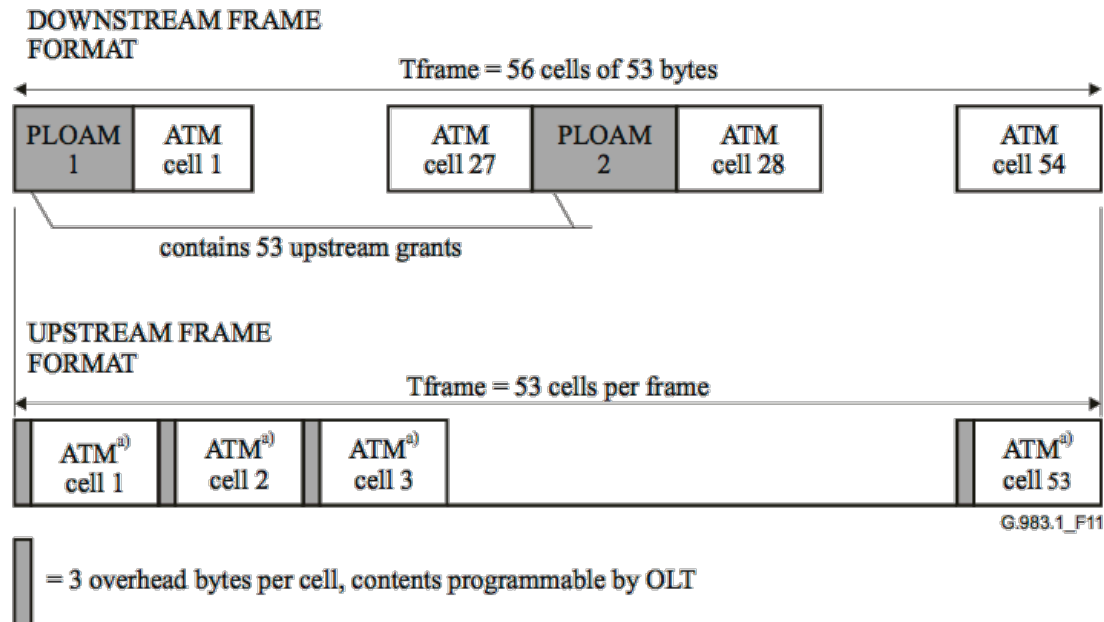
- 802.3av-2009
- Modificación a 802.3-2008
- Extiende EPON:
 - 10Gbps simétricos
 - 10Gbps downstream y 1Gbps upstream
 - Compatible con 1Gbps EPON: Cambia capa física, no MAC
 - Al menos 10 y 20Km (según velocidad)
 - Split ratio de 1:16 y 1:32

B-PON

- Broadband PON
- G.983.x
- Downstream line rates: 155.52, 622.08 y 1244.16 Mbps
- Upstream line rates: 155.52 y 622.08 Mbps
- Simétricos o asimétricos (todas las combinaciones con downstream \geq upstream)
- Fibra monomodo (un par o una sola con WDM - *diplex*)
- Split ratio de al menos 1:16 ó 1:32
- Upstream TDMA

B-PON

- Frame es básicamente un conjunto de celdas ATM (mayor número a mayor velocidad)
- Intercala celdas PLOAM (Physical Layer OAM)
- “Churning” en el downstream para conexiones punto-a-punto empleando clave enviada por la ONU (al menos 1 por segundo) (evitar que una ONU lea el flujo de otra)



^{a)} Any ATM cell slot can contain an upstream PLOAM or divided slot rate controlled by the OLT.

NOTE – ATM cells are transmitted in the order of ascending cell numbers.

Figure 11/G.983.1 – Frame format for 155.52/155.52-Mbit/s PON

G-PON

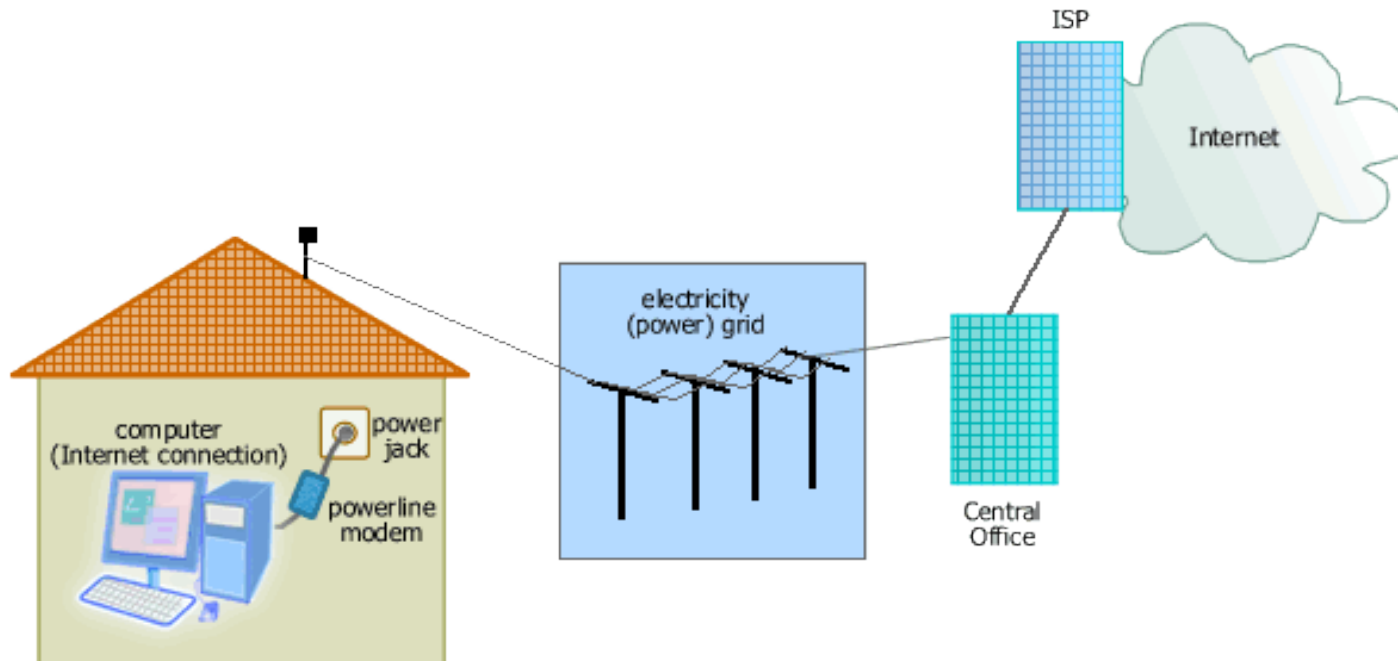
- Gigabit-capable Passive Optical Networks
- G.984.x
- Downstream 2.4 Gbps
- Upstream 1.2 ó 2.4 Gbps (simétrico o asimétrico)
- Máxima distancia de 10-20 Km (aceptaría hasta 60 Km)
- Considera split-ratio de 1:64 ó 1:128
- Empleando una fibra única o un par
- Upstream TDMA
- GEM
 - G-PON encapsulation method (no ATM)
 - Transporte orientado a conexión
 - Tramas de tamaño variable
 - Soporta fragmentación
 - Varias clases de servicio
- Puede transportar flujos TDM (de varias formas)

XG-PON

- 10-Gigabit-capable Passive Optical Network
- G.987.x
- Downstream 10 Gbps
- Upstream 2.4 Gbps
- Compatible con G-PON (diferentes wavelengths)
- Hasta 60 Km

PLC

- Power Line Communications
- Señal eléctrica es de 50-60Hz y gran amplitud
- Datos en frecuencias superiores



OBA

OBA

- Oferta de acceso mayorista al Bucle de Abonado
 - Acceso desagregado
 - Telefónica alquila el par de cobre del abonado
 - Acceso indirecto
 - Telefónica concentra el tráfico de los abonados seleccionados

http://www.movistar.es/operadores/ServiciosRegulados/ficha/PRO_OBA

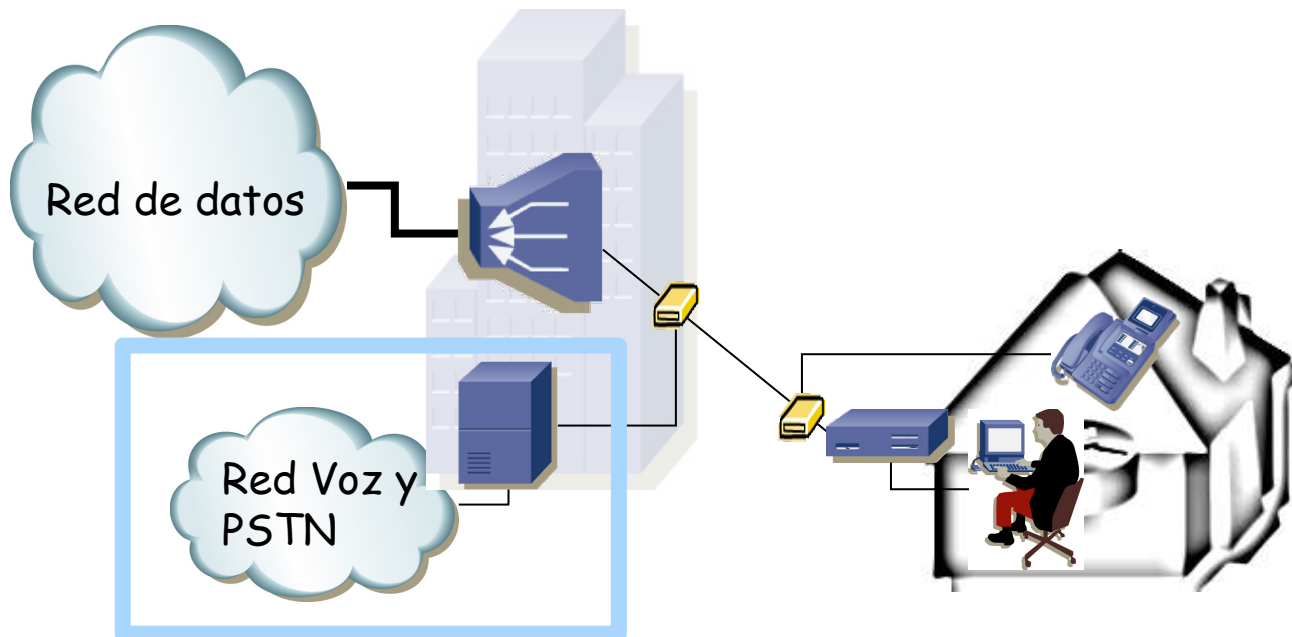
OBA

Acceso desagregado

- *Unbundled Local Loop (ULL)*
- Se puede prestar cualquier servicio ADSL que permita la línea
- El operador alternativo debe disponer de equipos en la central
- Telefónica debe ofrecerle espacio (cubicación ofrecida en el 70% de las centrales)
- Dos variantes:
 - ...

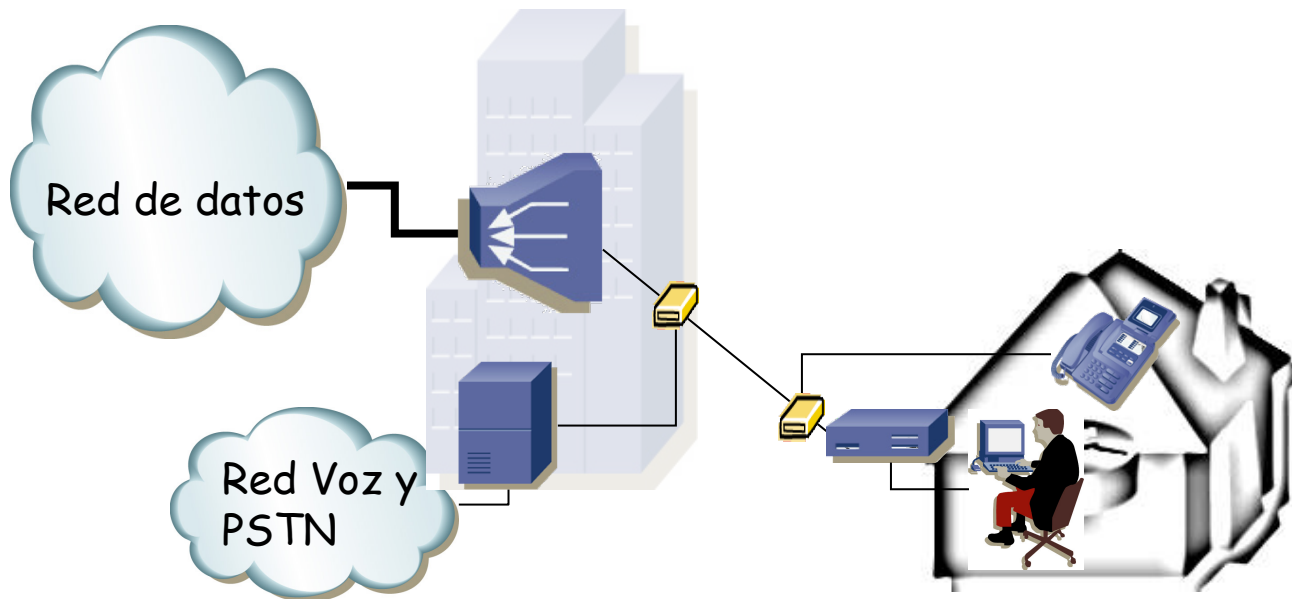
Acceso desagregado

- Dos variantes:
 - Desagregado compartido (*Shared Access*)
 - Telefónica continúa ofreciendo el servicio telefónico
 - ...



Acceso desagregado

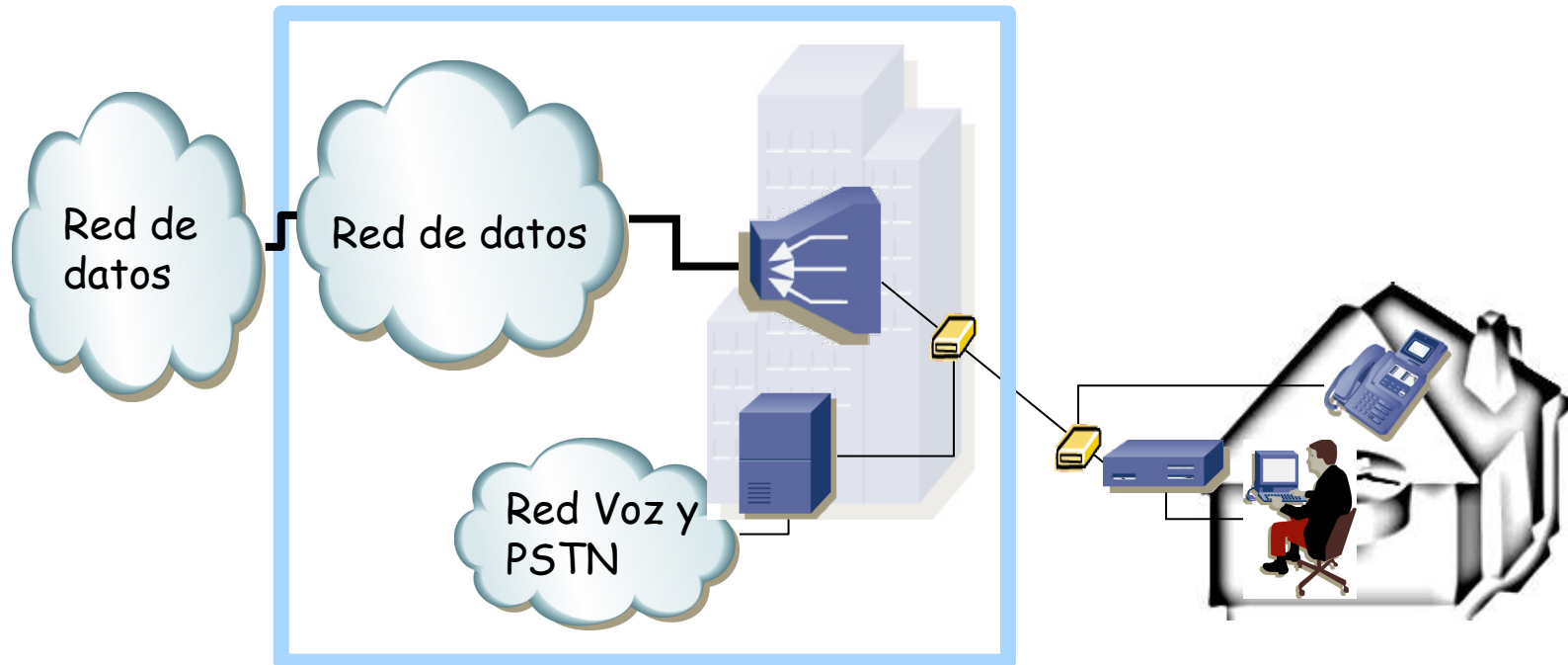
- Dos variantes:
 - Desagregado compartido (*Shared Access*)
 - Telefónica continúa ofreciendo el servicio telefónico
 - Completamente desagregado (*Full Unbundled*)
 - Puede ofrecer cualquier servicio



OBA

Acceso indirecto

- Solo modalidades de ADSL que ofrezca Telefónica
- GigADSL
 - Red ATM de Telefónica
 - Concentra tráfico de un conjunto de usuarios hasta un PAI (Punto de Acceso Indirecto) por demarcación
 - Existen 109 demarcaciones



GigADSL

Modalidad	Velocidad Red-Usuario	Velocidad Usuario-Red	Garantía
Limitada	128 Kbps	128 Kbps	UBR
Inicial	512 Kbps	128 Kbps	UBR
Reducida	1 Mbps	320 Kbps	UBR
Básica	1 Mbps	320 Kbps	SBR 10%
Class	2 Mbps	320 Kbps	SBR 10%
Maxima	3 Mbps	320 Kbps	UBR
Avanzada	4 Mbps	512 Kbps	SBR 10%
Premium	7296 kbps	640 Kbps	SBR 10%
Top	10 Mbps	800 Kbps	UBR
Premium +	20 Mbps	800 Kbps	UBR
ACG Class	2 Mbps	640 Kbps	SBR 50%
ACG Avanzado	4 Mbps	640 Kbps	SBR 50%
ACG Premium	7296 Kbps	640 Kbps	SBR 50%
Simétrica 1Mbps	1 Mbps	1 Mbps	SBR 50%
Simétrica 1,5Mbps	1,5 Mbps	1,5 Mbps	SBR 50%

UBR= Máxima velocidad alcanzable
 SBR= Mínima velocidad garantizada (en el ámbito del servicio GigADSL)

pPAI = puerto del Punto de Acceso Indirecto



Modalidades de pPAI	Velocidad puerto
E1	2 Mbit/s
E3	34 Mbit/s
STM-1 (elec u opt)	155 Mbit/s

ADSL IP

- Servicio de Telefónica
- Transporte de tráfico IP de los accesos ADSL
- Hasta 2 PAI-IP (Puntos de Acceso Indirecto IP) en Madrid y Barcelona



p-PAI	Velocidad puerto
STM -1 (elec u opt)	155 Mbit/s
STM - 4	622 Mbit/s
STM -16	2,5 Gbit/s
Gigabit Ethernet	1,0 Gbit/s

VDSL IP

- Análogo a ADSL IP

Modalidad	Velocidad red-usuario	Velocidad usuario-red	Tipo de servicio	Modalidad de contratación
VDSL2	1000 Kbit/s	320 Kbit/s	UBR	VDSL2 1/320
VDSL2	3000 Kbit/s	320 Kbit/s	UBR	VDSL2 3/320
VDSL2	10000 Kbit/s	800 Kbit/s	UBR	VDSL2 10/800
VDSL2 (1)	30000 Kbit/s	1000 Kbit/s	UBR	VDSL2 25/1
VDSL2 (1)	30000 Kbit/s	3000 Kbit/s	UBR	VDSL2 25/3

p-PAI	Velocidad puerto
STM -1 (elec u opt)	155 Mbit/s
STM - 4	622 Mbit/s
STM -16	2,5 Gbit/s
Gigabit Ethernet	1,0 Gbit/s

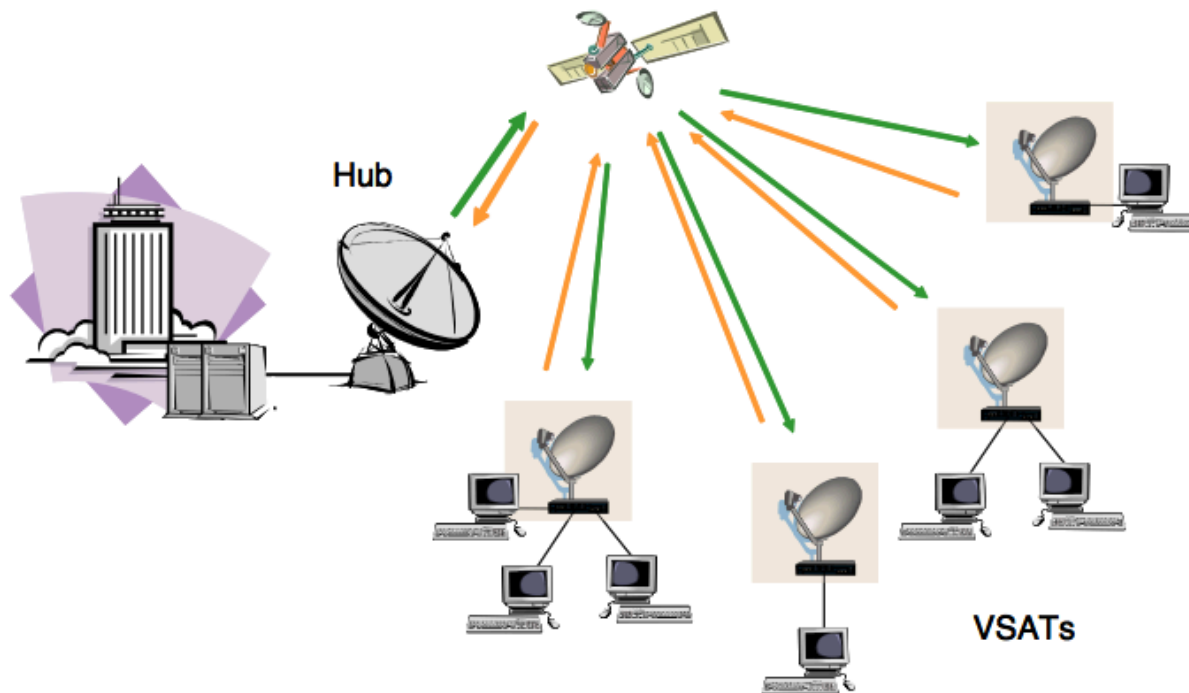
NEBA

- Ethernet de Banda Ancha (NEBA)
- Va a sustituir a GigADSL
- Tecnologías de acceso: ADSL2+/POTS, VDSL2 y FTTH
- DSLAM IP en el caso DSL, GPON en FTTH
- Entrega provincial en 50 PAI-E (Puntos de Acceso Indirecto Ethernet)
- Dentro de la red, 802.1ad (QinQ) empleando la C-VLAN para marcar al cliente y la S-VLAN para identificar al nodo de acceso

Tecnologías de acceso inalámbricas

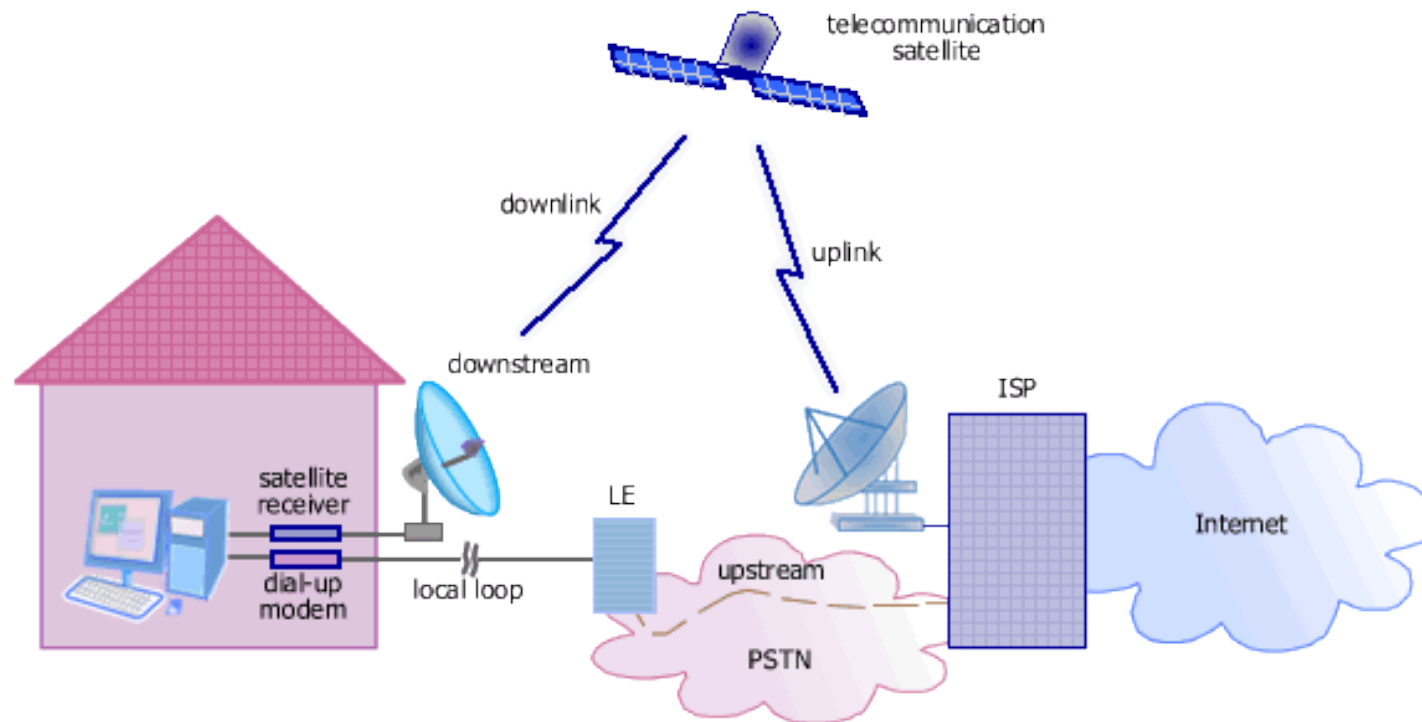
Satélite

- Inicialmente transpodedores (repetidores radio)
- Comunicación bidireccional en soluciones VSAT (Very Small Aperture Terminal)
- Amplia cobertura y rápida instalación
- Decenas o centenares de Mbps en sentido descendente
- Ha evolucionado para incluir conmutación a bordo



Satélite

- En acceso doméstico, tradicionalmente *upstream* por otra tecnología, aunque también se puede hoy en día por satélite



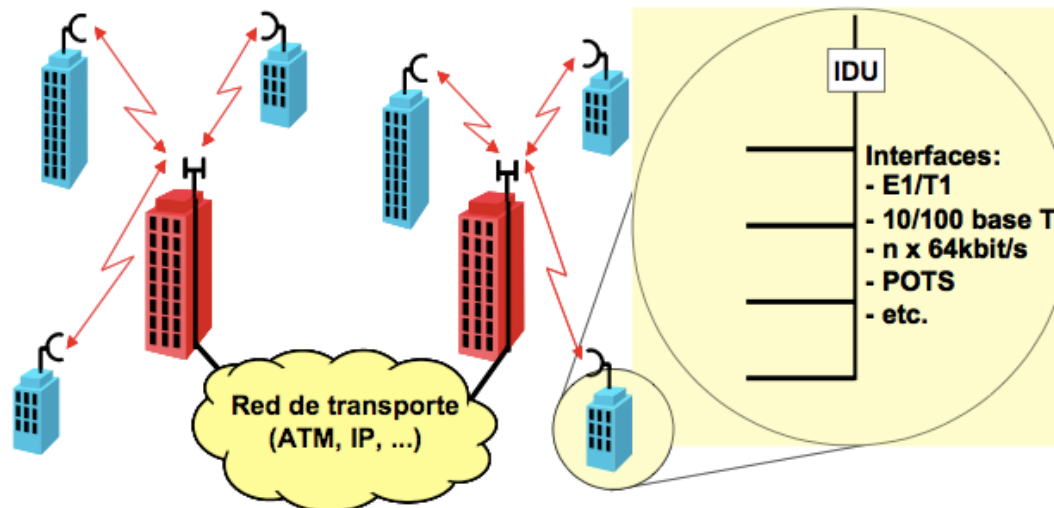
Comunicaciones móviles celulares

- En su comienzo analógica
- Segunda generación (2G), digital
- Un ejemplo 2G, GSM (*Global System for Mobile Communications*), datos en modo circuito a 9600 bps
- Extensiones 2.5G, por ejemplo GPRS (*General Packet Radio Service*) o EDGE (*Enhanced Data rates for GSM Evolution*)
- Tercera generación: UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*) y CDMA2000
- UMTS está especificado por el 3GPP (*third Generation Partnership Project*)
- El conjunto inicial se llama *Release 99*
- Se ha estado mejorando en los últimos años:
 - HSDPA (*High Speed Downlink Packet Access*) (*Release 5, 14.4Mbps*)
 - HSUPA (*High Speed Uplink Packet Access*) (*Release 6, 5.7Mbps*)
- Equipos interconectados mediante red ATM
- Evoluciona a una red enteramente IP



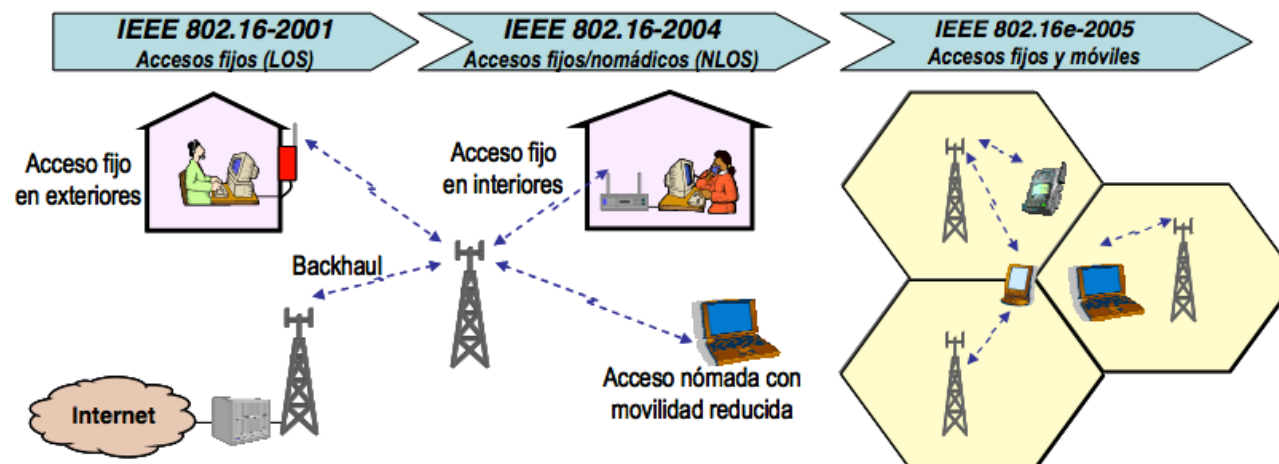
Fixed Wireless

- Microondas
- Varias frecuencias y anchos de banda
- Velocidad y distancia con relación inversa
- MMDS = Multichannel Multipoint Distribution Service
 - 10Mbps, 55Km
- LMDS = Local Multipoint Distribution Service
 - 150+Mbps, 5Km
- LMDS y MMDS soluciones propietarias



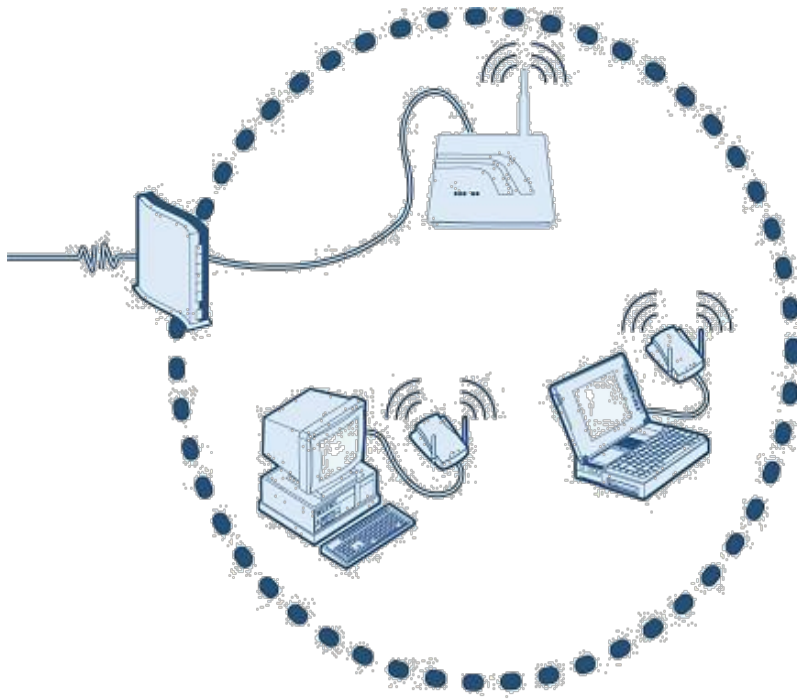
IEEE 802.16

- Acceso inalámbrico de banda ancha en entornos metropolitanos
- WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) es un programa del WiMAX Forum
- Ha evolucionado de requerir visión directa a no quererirla
- 802.16e soporta movilidad (<120Km/h) y roaming
- Diferentes versiones en diferentes bandas (2-11 GHz, 10-66GHz)
- 15-100 Mbps (diferentes versiones y BWs)
- De 1.5 a 50Km (según versiones)
- Se ve afectada por fenómenos atmosféricos en bandas altas



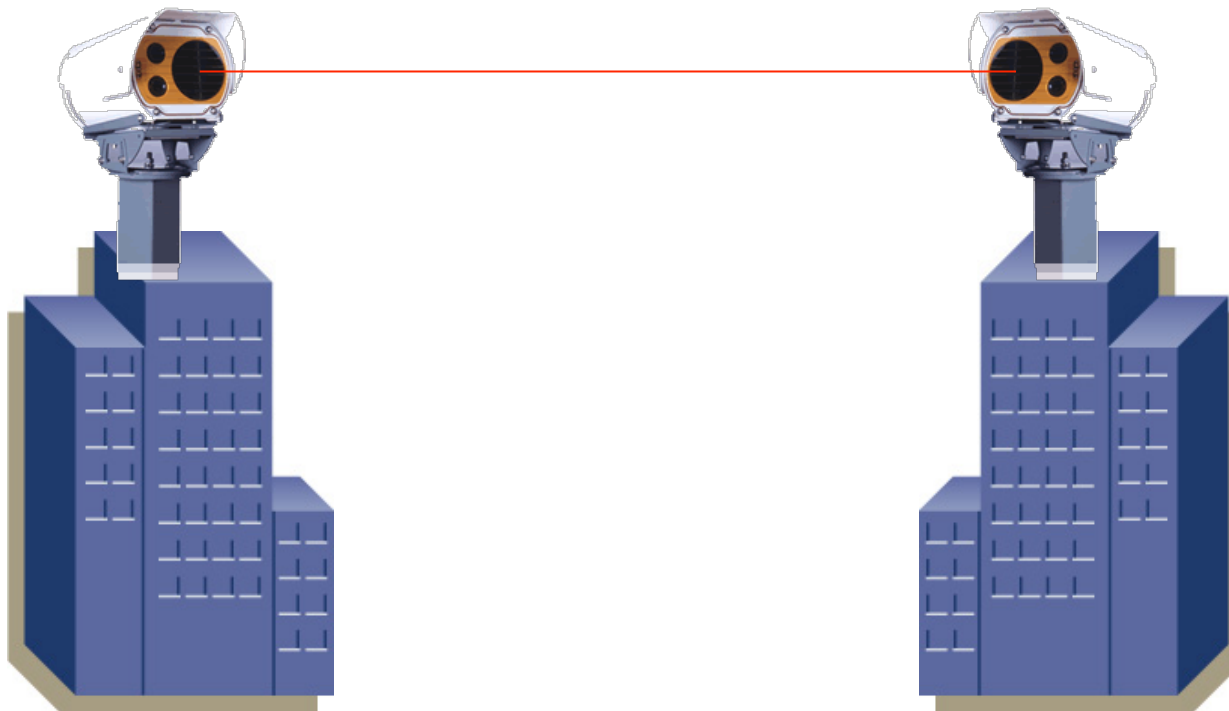
Wi-Fi

- Wireless LAN (WLAN)
- Corta distancia
- Banda ISM (Industrial, Scientific and Medical)
- Hoy en día posible interconexión con red celular



FSO

- *Free Space Optics*
 - BW muy superior (10Mbps a 2.5Gbps)
 - 4-6 Km
- Para distancias más cortas: Infrarrojos



Resumen

- Acceso al bucle de abonado público de cobre y fibra
- Soluciones de fibra acercándose al usuario
- Acceso inalámbrico celular 2-3G (4G?) para voz y datos
- Otras soluciones para casos particulares