



LE RETI OTTICHE PASSIVE

Prof. Ing. Maurizio Casoni



Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari"
Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia

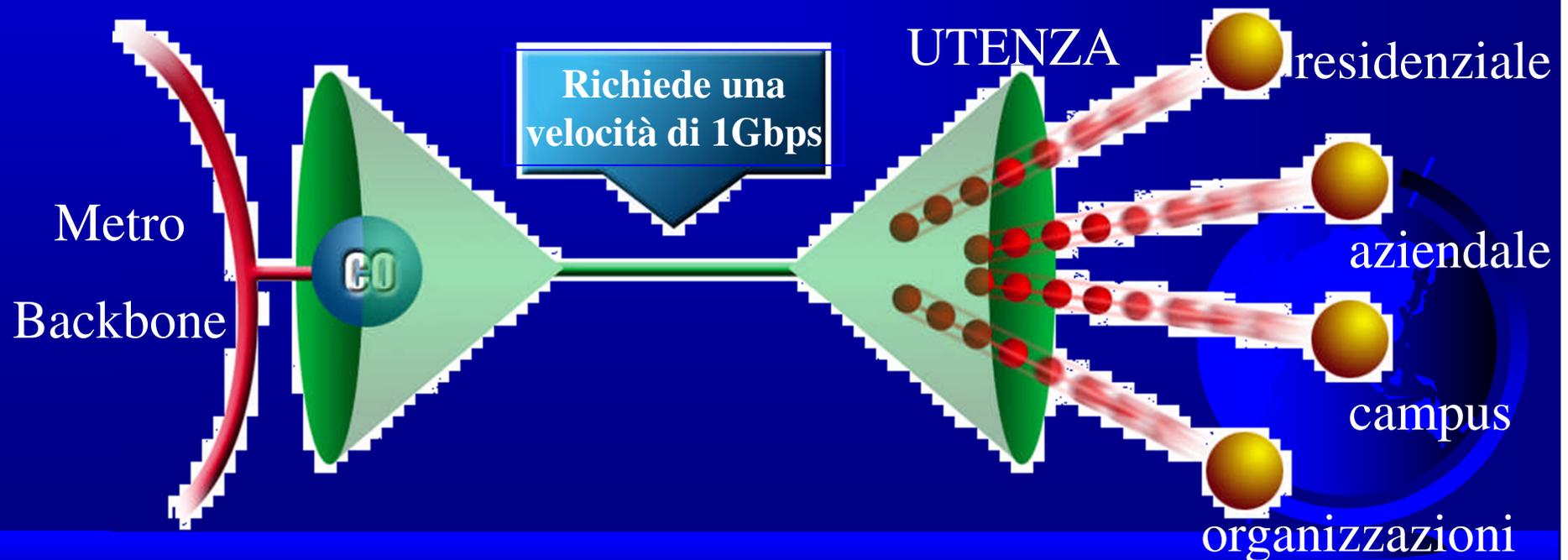
INDICE

- La rete di accesso
- Le reti ottiche passive
- Gli Standard
- Ethernet over PON (EPON)
- Trasmissione in downstream
- Trasmissione in upstream
- Algoritmi di gestione della banda: IPACT



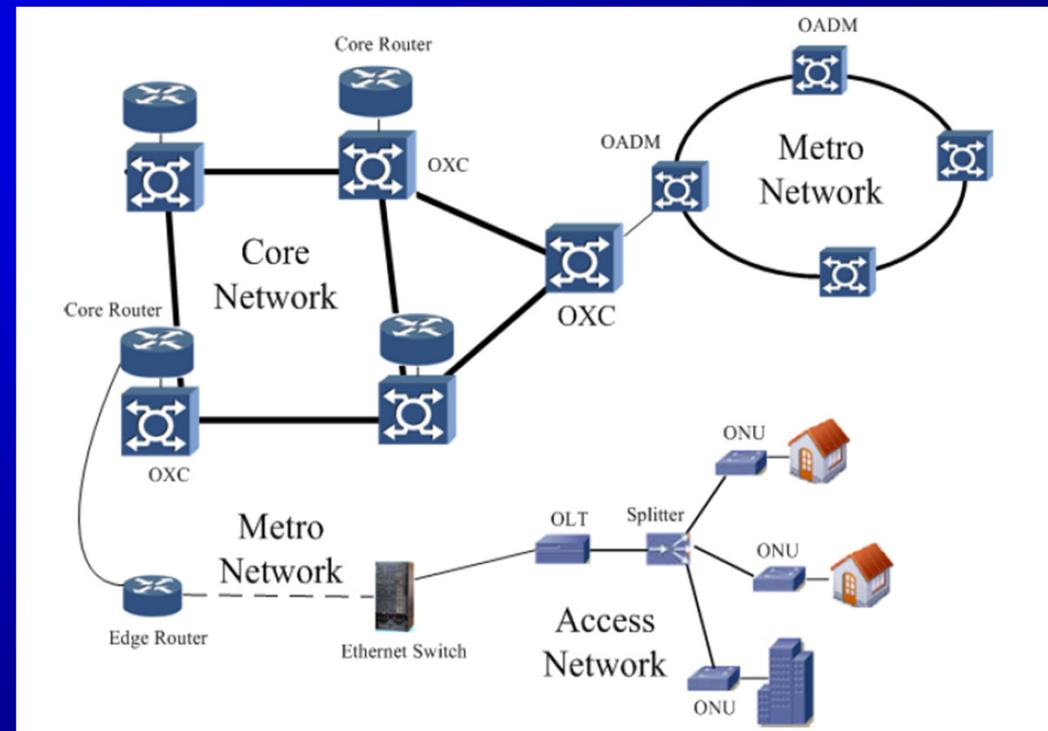
Il primo miglio

- ▶ E' la rete che permette agli utenti di accedere alle reti geografiche e metropolitane.
- ▶ Raccoglie il traffico generato dagli abbonati per consegnarlo alla centrale telefonica.
- ▶ E' diventato il *collo di bottiglia* a causa del ritardo della diffusione di reti a elevate capacità.



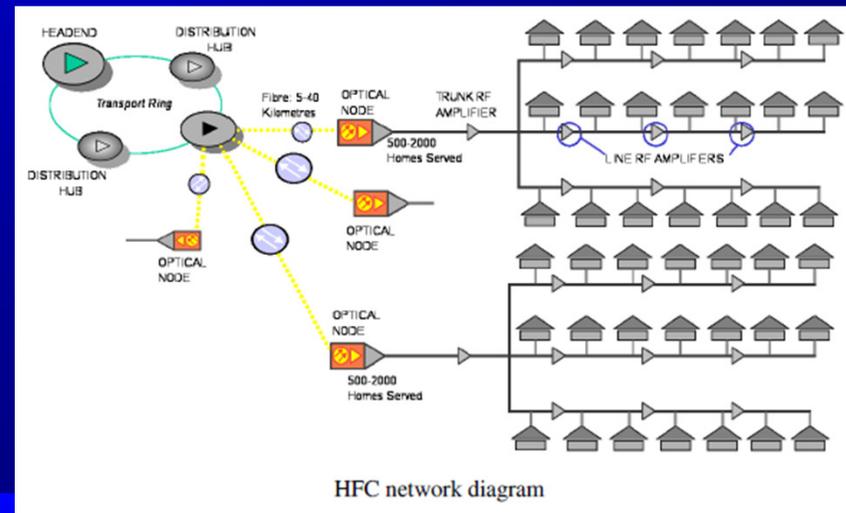
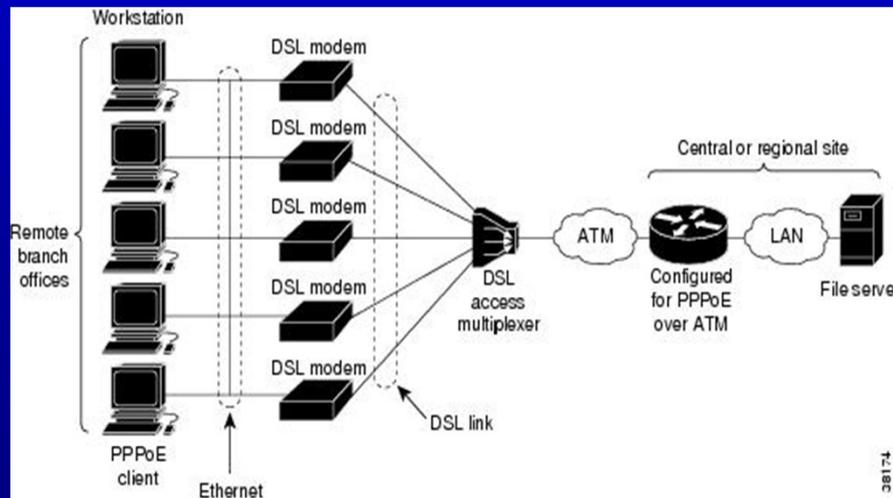
Telecom Network Domains

- Access networks:
 - 1) connect end-users to the Central Office (CO) of service provider (few kilometers)
 - 2) Usually tree topology
- Metro networks:
 - 1) Metropolitan region (tens or hundreds of kilometers)
 - 2) Usually ring topology
- Core networks:
 - 1) Nationwide or global coverage (thousands of kilometers)
 - 2) Usually mesh topology



Access Networks

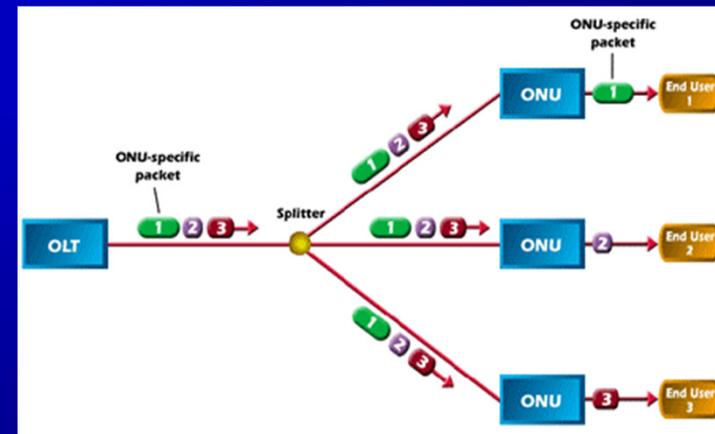
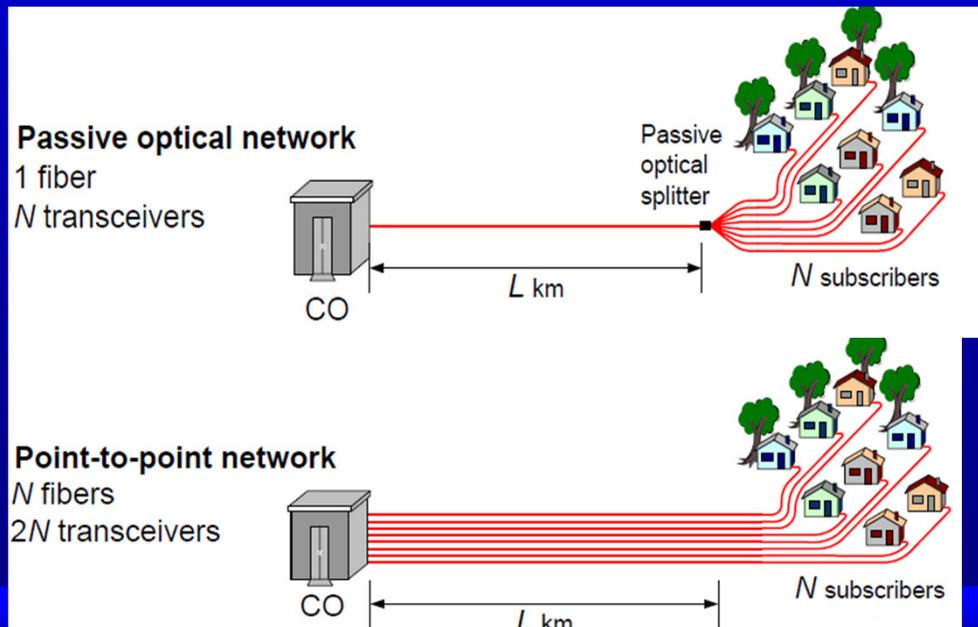
- “Last mile” of the telecom network → high impact on power consumption because of its ubiquity.
- 1) Wireless solutions: Wi-Fi, Wi-Max, LTE ...
 - 2) Fiber To The Node (FTTN):
 - xDSL (Digital Subscriber Line) use existing copper cable and include ADSL, ADSL2, ADSL2+, VDSL (26 Mbps), VDSL2 (250 Mbps), HDSL.
 - HFC (Hybrid Fiber Coaxial) use fiber from CO to a Remote Node (RN) and coaxial fiber from node to end-user.



Access Networks

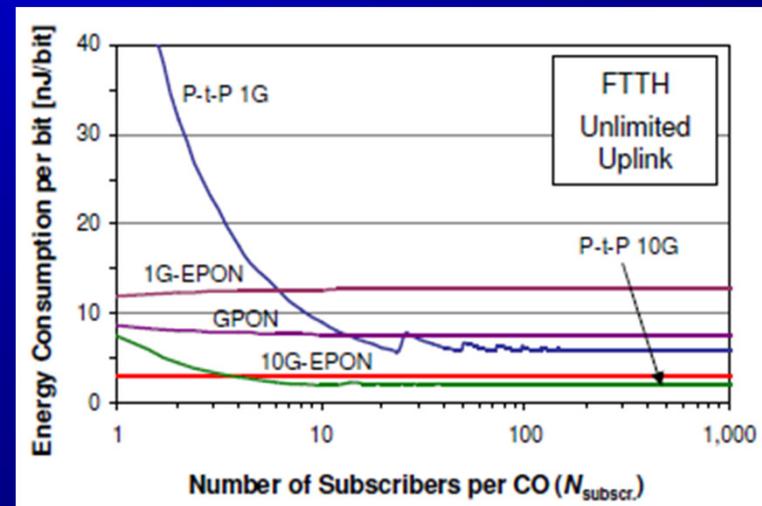
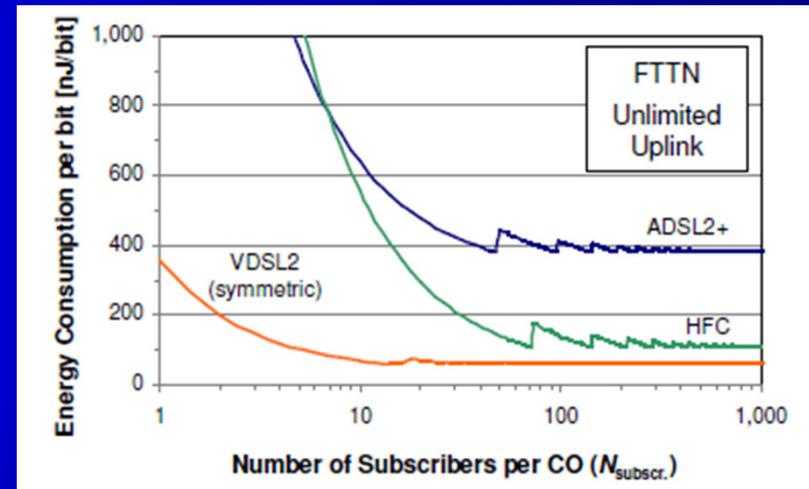
3) Fiber To The Home (FTTH):

- Passive Optical Networks (PON)
 - EPON (IEEE 802.3ah) and GPON (ITU-T G.984)
 - 10G-EPON (IEEE 802.3av) and XGPON (ITU-T G.987)
 - LR-PON (up to 100km)
- Point-to-Point optical connection (1G, 10G).



Access Networks

- VDSL2 is the most efficient FTTN solution
- FTTH solutions consume much less power than FTTN solutions
- PONs are the most efficient solution when the number of subscribers is low
- When the number of subscribers is high the point-to-point solutions are more efficient than PONs



PON – Passive Optical Network

- ▶ Mezzo di trasmissione: fibra ottica.
- ▶ La rete di distribuzione ottica utilizza solo dispositivi che non hanno bisogno di essere alimentati: attenuatori e connettori ottici, splitter.
Lo splitter è un accoppiatore ottico.
- ▶ (Optical Line Terminal) OLT e (Optical Network Unit) ONU sono i dispositivi attivi che realizzano le trasmissioni:
 - ▶ l'OLT, alloggiato nel Central Office, collega la rete di accesso alle MAN o alle WAN;
 - ▶ l'ONU interfaccia i dati di utente alla rete di accesso.
- ▶ FTTx: porzione della rete di accesso in cui è installata la tecnologia PON.
 - ▶ FTTH: Fiber-to-the-Home.
 - ▶ FTTB: Fiber-to-the-Building.
 - ▶ FTTC: Fiber-to-the-Curb.



Gli Standard

Finora gli standard proposti per le PON sono tre, e utilizzano unicamente la multiplexazione temporale.

1. **BPON** (ATM-based Broadband PON): specifiche contenute nelle Recommendation ITU-T, serie G.983. Massimo bit rate in upstream 622Mbps.
2. **GPON** (Gigabit-capable PON): specifiche contenute nelle Recommendation ITU-T, serie G.984. Bit rate massima di 1.25Gbps in upstream, 2.5Gbps in downstream.
3. **EPON** (Ethernet PON): standardizzata dalla task force IEEE 802.3ah nel 2004. Bit rate di 1Gbps in entrambe le direzioni.

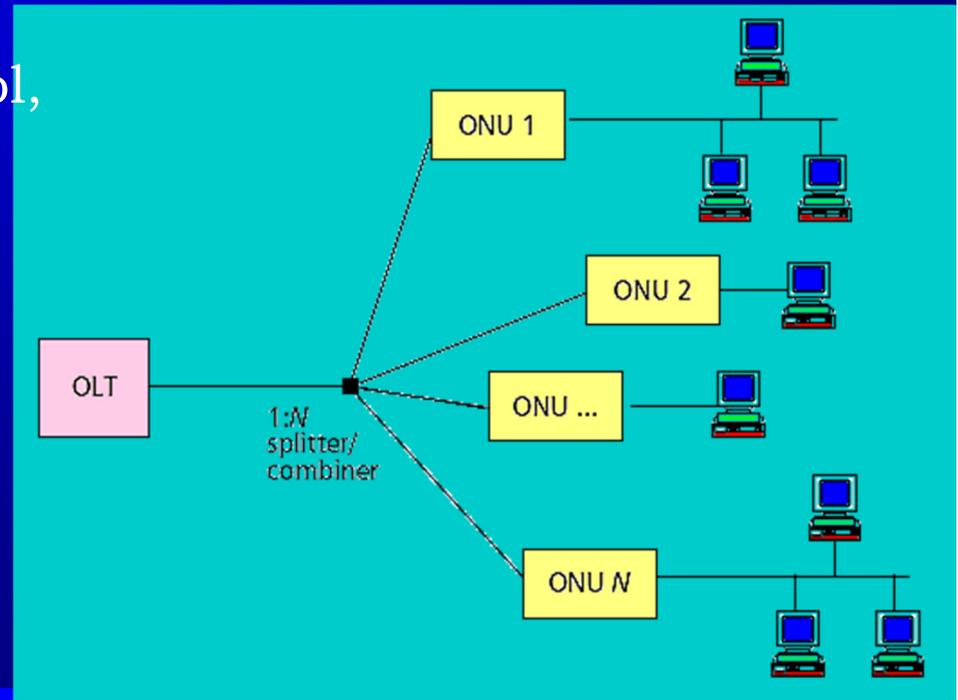
Le specifiche ITU-T sono più rigide e complesse di quelle IEEE.

Gli apparati ATM sono più costosi e meno diffusi di quelli Ethernet.



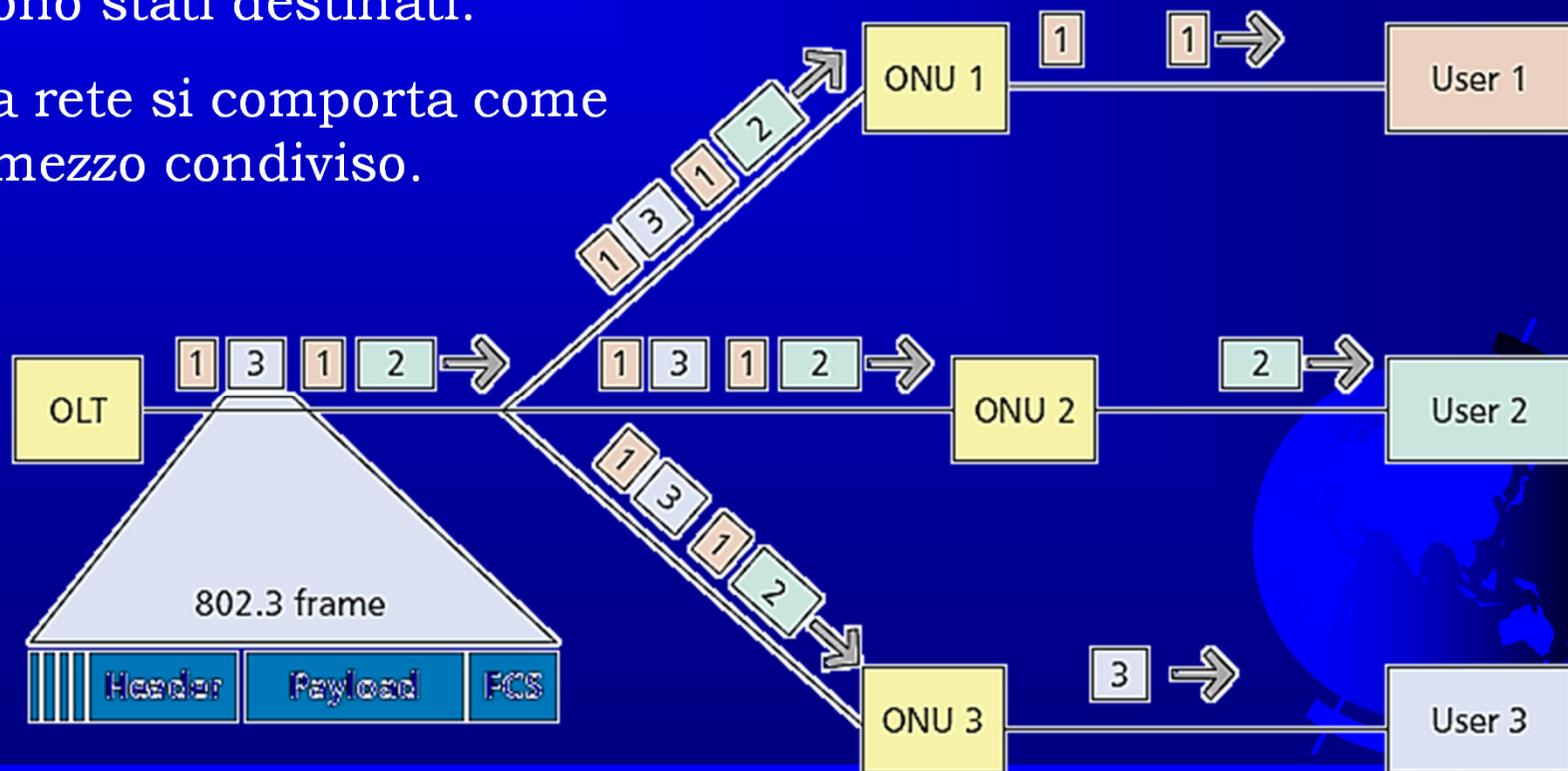
EPON – Ethernet over PON

- ▶ La soluzione Ethernet è quella più adatta al trasporto dei datagrammi IP.
- ▶ La trasmissione in downstream e upstream avviene in un'unica fibra ma su due lunghezze d'onda distinte.
- ▶ Nello Standard è stato definito il MPCP per utilizzare i frame Ethernet sulla topologia P2MP. Esso utilizza messaggi MAC Control, in particolare il Gate e il Report.
- ▶ La topologia è di tipo Point-to-Multipoint con struttura ad albero.



Trasmissione in downstream

- ▶ Il downstream è definito come il traffico che scorre dall'OLT alle ONU.
- ▶ Allo splitter il flusso dati trasmesso dall'OLT viene replicato in tutti i collegamenti destinati alle ONU. L'ONU estrae selettivamente i pacchetti che le sono stati destinati.
- ▶ La rete si comporta come un mezzo condiviso.



Algoritmi di gestione della banda

► **Assegnazione statica della banda**

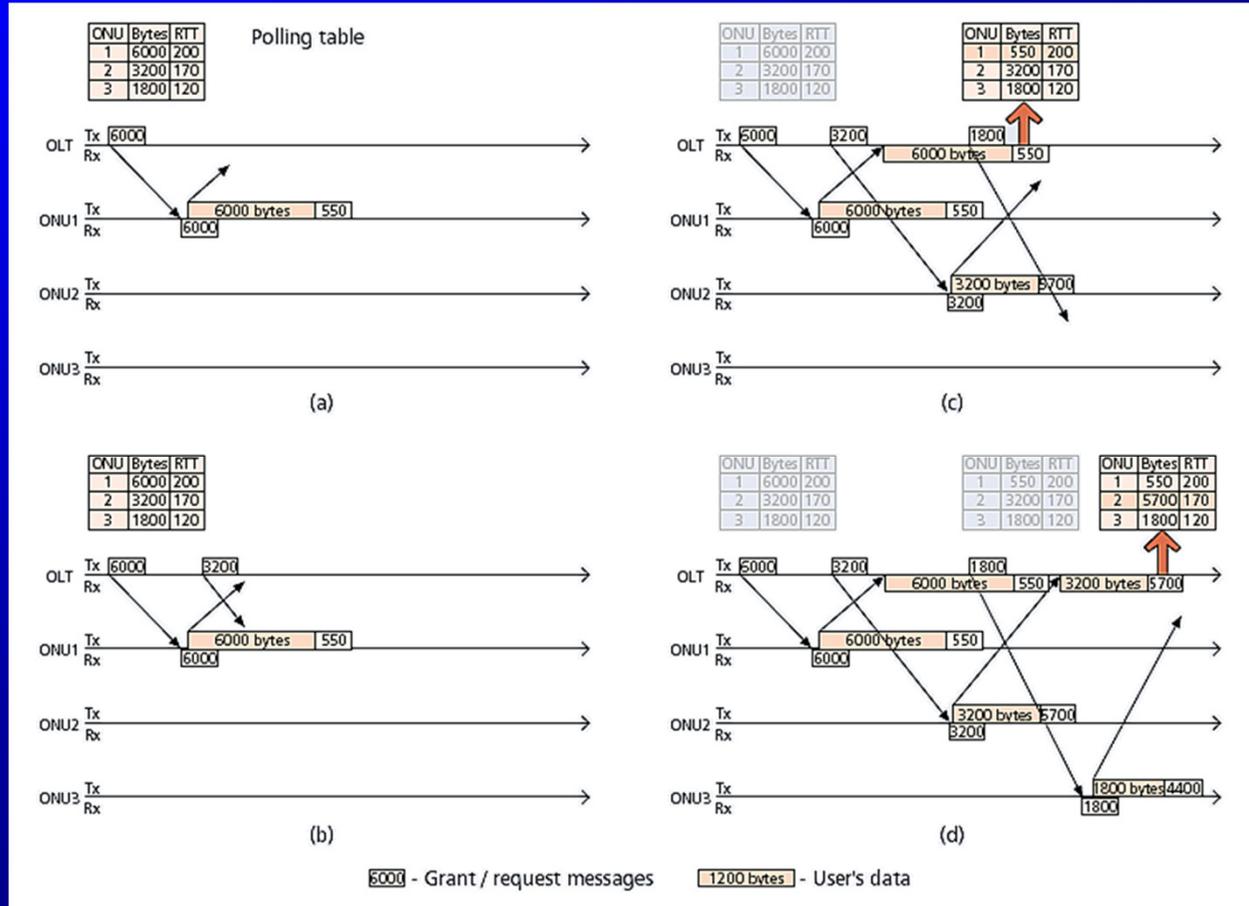
a tutte le ONU viene assegnato un intervallo temporale; gli intervalli hanno tutti la stessa durata.

► **Assegnazione dinamica della banda**

la banda viene assegnata in funzione delle esigenze delle ONU.

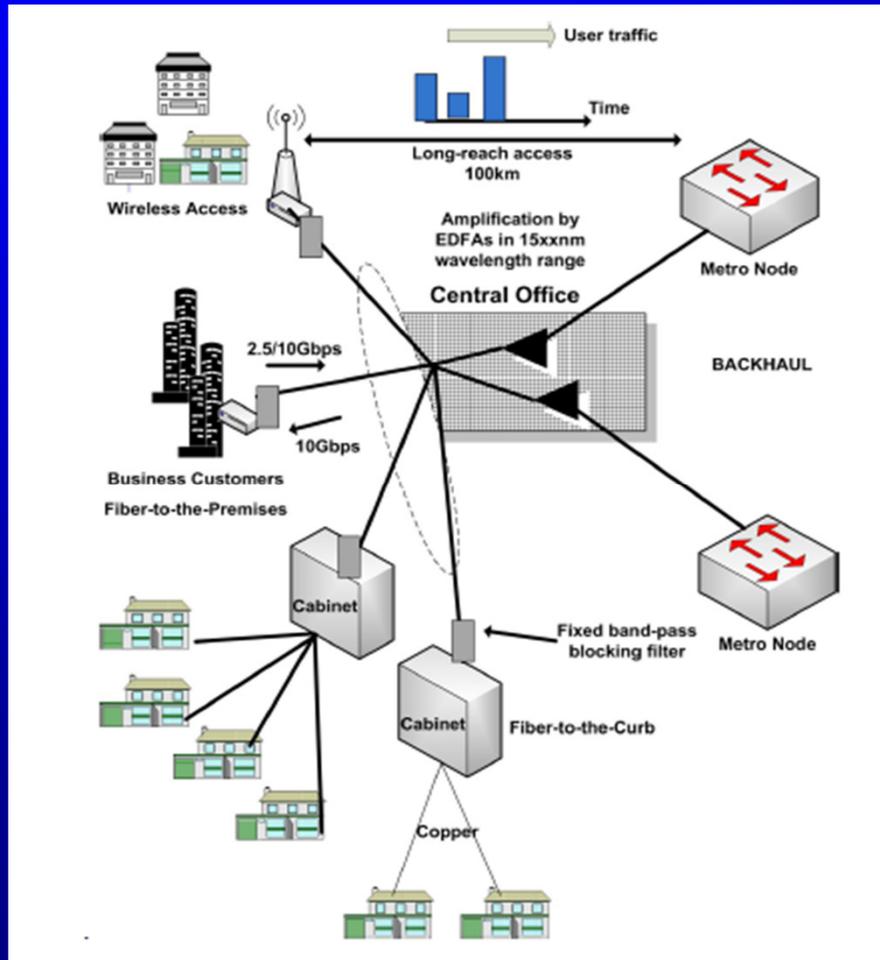


ALGORITMO IPACT (Interleaved Polling with Adaptive Cycle Time)

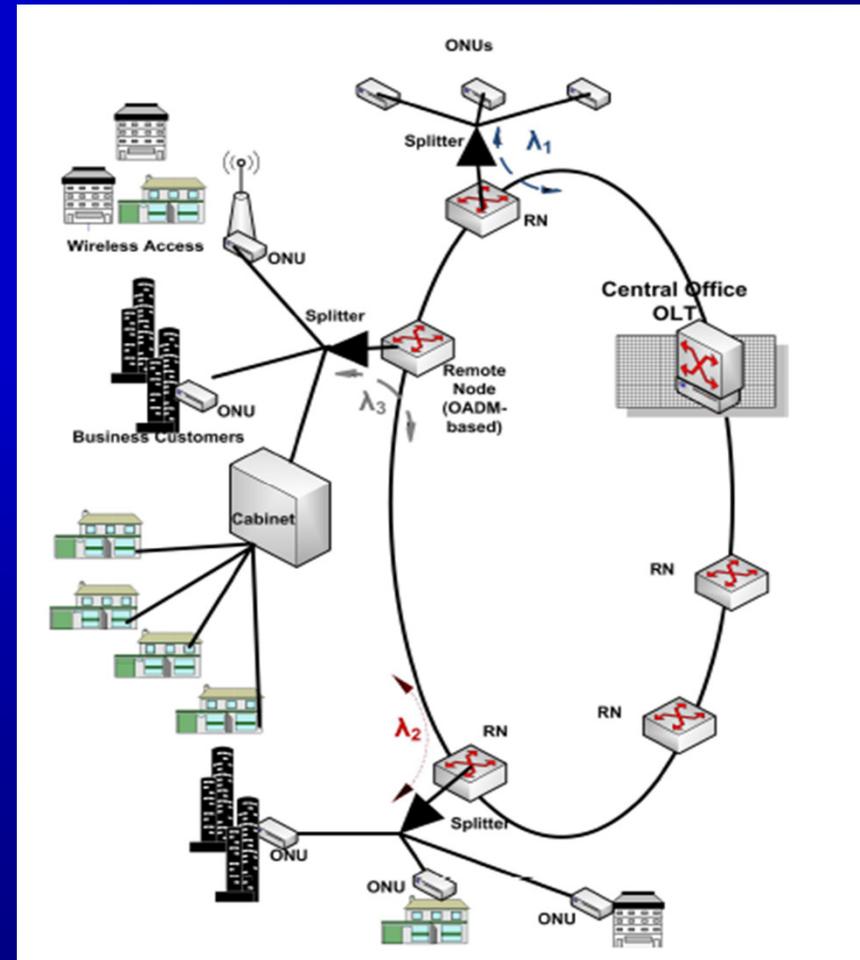


Long Reach PON

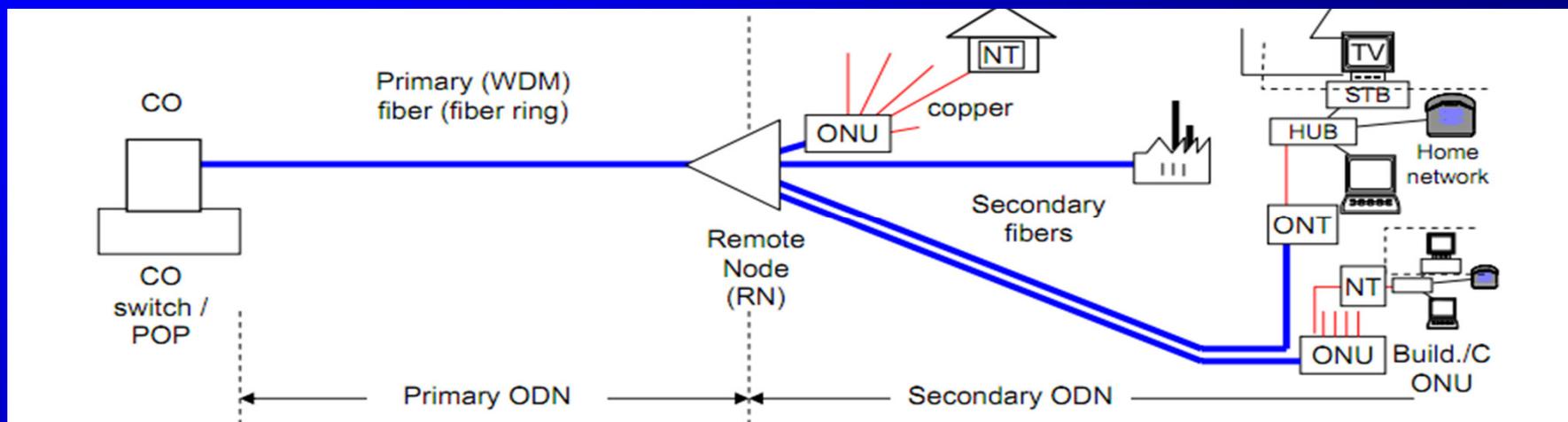
Architettura tree and branch



Architettura ring and spure



Le fasi del progetto



- ☞ Raccolta e analisi dati, sopralluogo
- ☞ Progettazione rete secondaria
- ☞ Progettazione rete primaria
- ☞ Progettazione infrastrutture di posa
- ☞ Realizzazione scavi e posa
- ☞ Collaudo
- ☞ Switch-off del traffico



Il progetto

☞ Scelta dei dispositivi principali

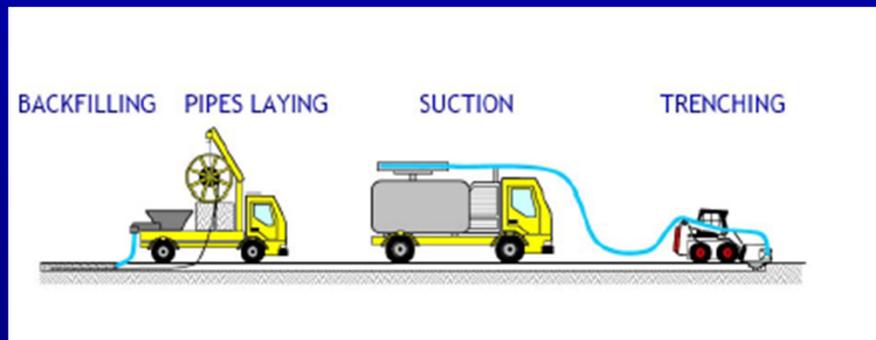
☞ I collegamenti

☞ Gli scavi e la posa

Verifica del sottosuolo attraverso **Sirti Ground Penetrating Radar 3D**

Tecniche di scavo “**one day dig**” per realizzare minitrincee e microtrincee alla velocità di 90 m in 2 ore

Tecniche di inserimento del cavo nel condotto di tipo “**blowing**”



Case study

Power budget:

$P > \text{loss} + \text{split_loss} + \text{connector loss} + \text{offset}$

Perdita totale fibra $0,2 \text{ dB} \times 1 \text{ km} = 0.2 \text{ dB}$

Perdita totale connettori $1 \text{ dB} \times 2 = 2 \text{ dB}$

Attenuazione splitter 1:16 $= 12 \text{ dB}$

Totale Perdite $17,2 \text{ dB}$

Bozza preventivo costi

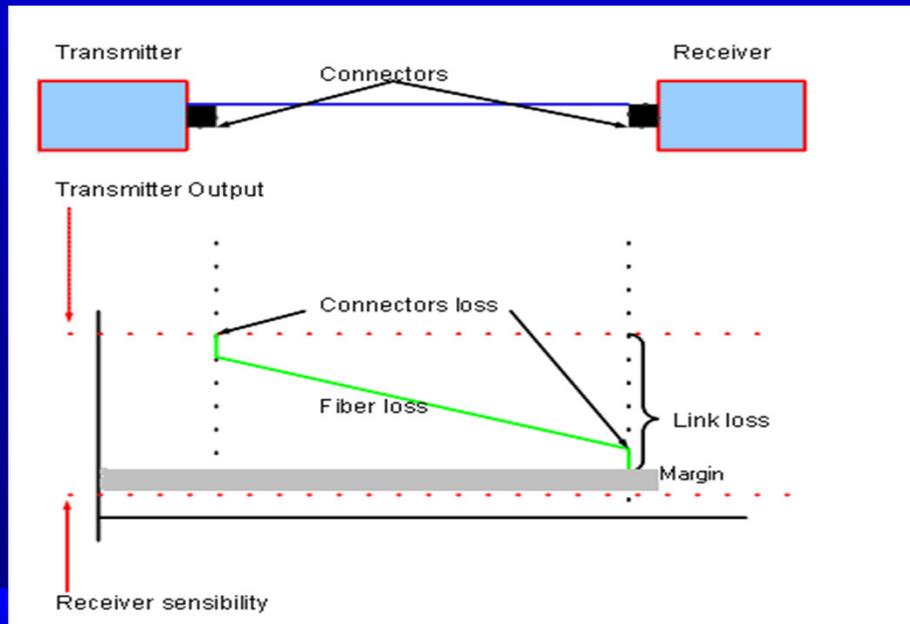
Cablaggio e fibra..... 24.000 euro

Collaudo.....200 euro

OLT (1500x4)6.000 euro

ONU (60x367)22.020 euro

Totale52.000 euro



I vantaggi:

Poco costoso

Realizzazione veloce



Conclusioni

- ☞ Una rete ottica d'accesso che fornisce un'ampia banda permette servizi quali telelavoro, cloud computing, assistenza sanitaria remota, e-learning, e-government, intrattenimento e molto altro.
- ☞ L'obiettivo di realizzare l'infrastruttura d'accesso in fibra ottica è impegnativo ma necessario per lo sviluppo della società
- ☞ Il digital divide impedisce crescita e sviluppo
- ☞ L'Agenda Digitale Europea ha stabilito i termini per la diffusione della banda larga: almeno 10 Mbps a tutti i cittadini entro il 2013, 30 Mbps a metà della popolazione entro il 2020 e tendere a 100 Mbps
- ☞ In Italia il tasso di penetrazione è tra i più bassi nel mondo
- ☞ L'ultimo decreto sviluppo incentiva la realizzazione dell'infrastruttura con la semplificazione delle procedure e la rinuncia alla tassa di occupazione del suolo e sottosuolo.
- ☞ Amministrazioni locali e consorzi di operatori stanno realizzando le reti d'accesso in fibra in alcune parti d'Italia, ma la strada è ancora lunga.

