GRUPPO TELECOM ITALIA

Corso di Tecnologie di Infrastrutture di Reti

Modena, 03/05/2017

Architettura, tecnologie e servizi della rete TIM

Massimo Giuliani, PMP, CBAP

ICT SOLUTIONS & SERVICE PLATFORMS - Engineering & Service Management



Obiettivi dell'intervento…

- Panoramica sullo stato dell'arte delle tecnologie utilizzate in rete di accesso
- Presentare i trend di sviluppo, con particolare riferimento alla rete di Telecom Italia (NGN2/NGAN)
- Illustrare quali servizi si possono erogare e, inversamente, come i servizi influenzino la progettazione di rete

… e limiti

- L’esposizione non pretende di essere esaustiva né sull’architettura, né sui servizi
- L’impostazione è essenzialmente sistemistica: ci poniamo dal punto di vista dell’utilizzatore di queste infrastrutture, che deve fare una scelta informata tra le tecnologie e servizi disponibili allo scopo di realizzare una rete per una specifica applicazione

Concetti introduttivi

Agenda

- Architettura e criteri di progetto di una rete di telecomunicazioni
- Tassonomia delle reti di accesso
  - **Collegamenti su cavo (“wired”)**
    - Le tecnologie xDSL
    - Le soluzioni su fibra ottica
  - **Collegamenti radio (“wireless”)**
    - Mobile wireless
    - Fixed wireless
- Next Generation Access Networks (NGANs)

Architettura di una rete di telecomunicazioni

L'architettura di una rete dipende da

- Numero di nodi terminali da collegare
- Distanze in gioco
- Tipologia dei servizi da erogare e requisiti di comunicazione specifici
  - Matrici di traffico
  - Requisiti di performance
  - Requisiti di affidabilità
- Trend ***prevedibili*** di crescita (dei nodi, dei servizi, ecc.)
- Infrastrutture disponibili sul territorio (rame, fibra,…)

La prospettiva dell'operatore e quella del cliente

- Per ***l'operatore***, il progetto della rete ha come obiettivo la più efficiente copertura del territorio per l'erogazione di servizi differenziati, minimizzando i costi di investimento e di esercizio
  - Maggiore flessibilità sulle tecnologie
  - Maggiore incertezza sulle sedi da collegare
- Per il ***Cliente***, il progetto della rete è vincolato alle tecnologie effettivamente disponibili sul territorio, ma riguarda un solo insieme di sedi.

L'operatore costruisce infrastrutture di rete «multiclient» che devono permettere di mappare su di esse le molteplici reti dei suoi clienti

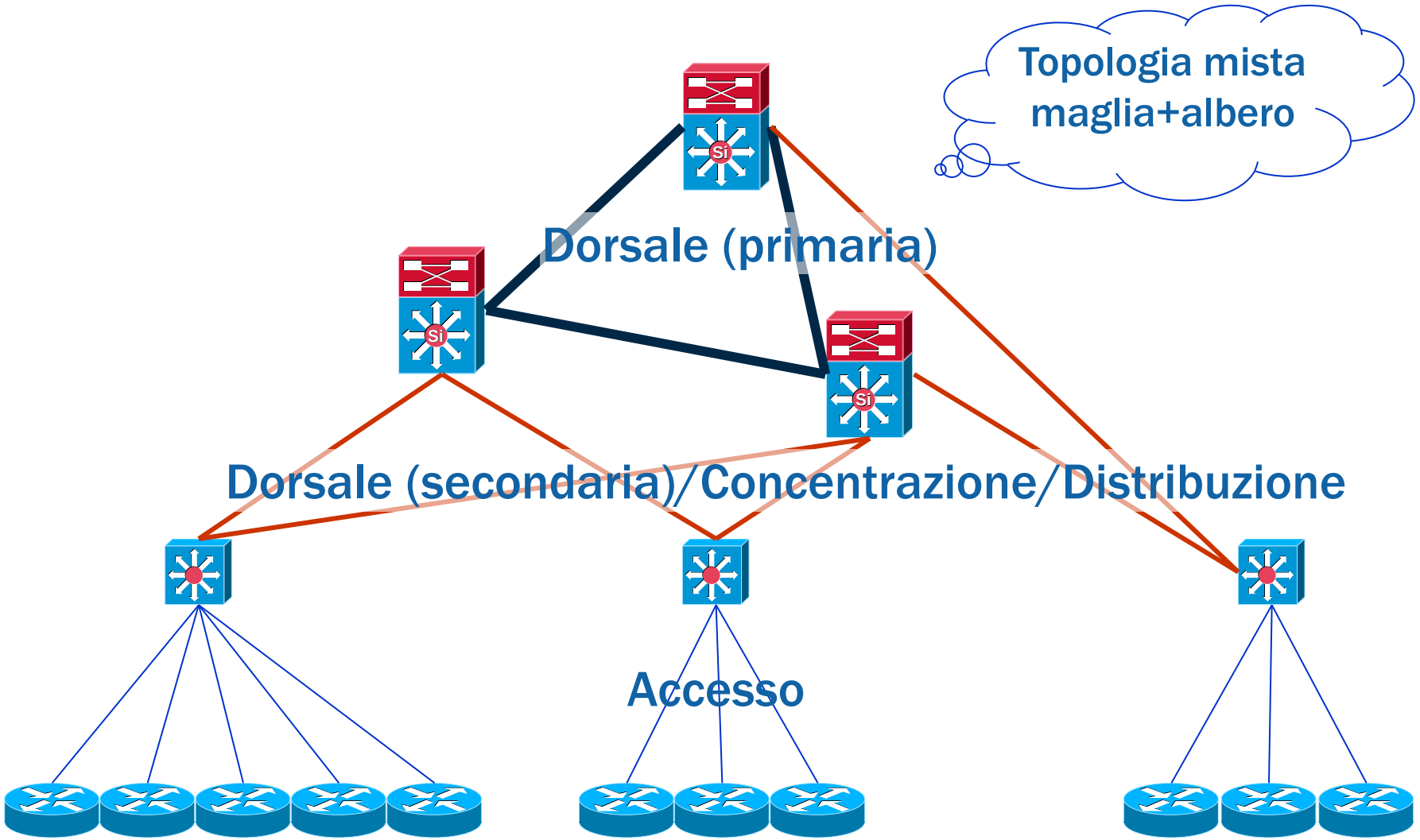
Architetture tipiche di rete

- **Gerarchica**, utilizzata soprattutto quando è necessario collegare un grande numero di sedi.
  - La rete viene suddivisa in
    - Dorsale primaria (*backbone*)
    - Aggregazione
    - Accesso
- **Paritetica/Non gerarchica**, per reti di piccole dimensioni (in termini di numero di nodi)

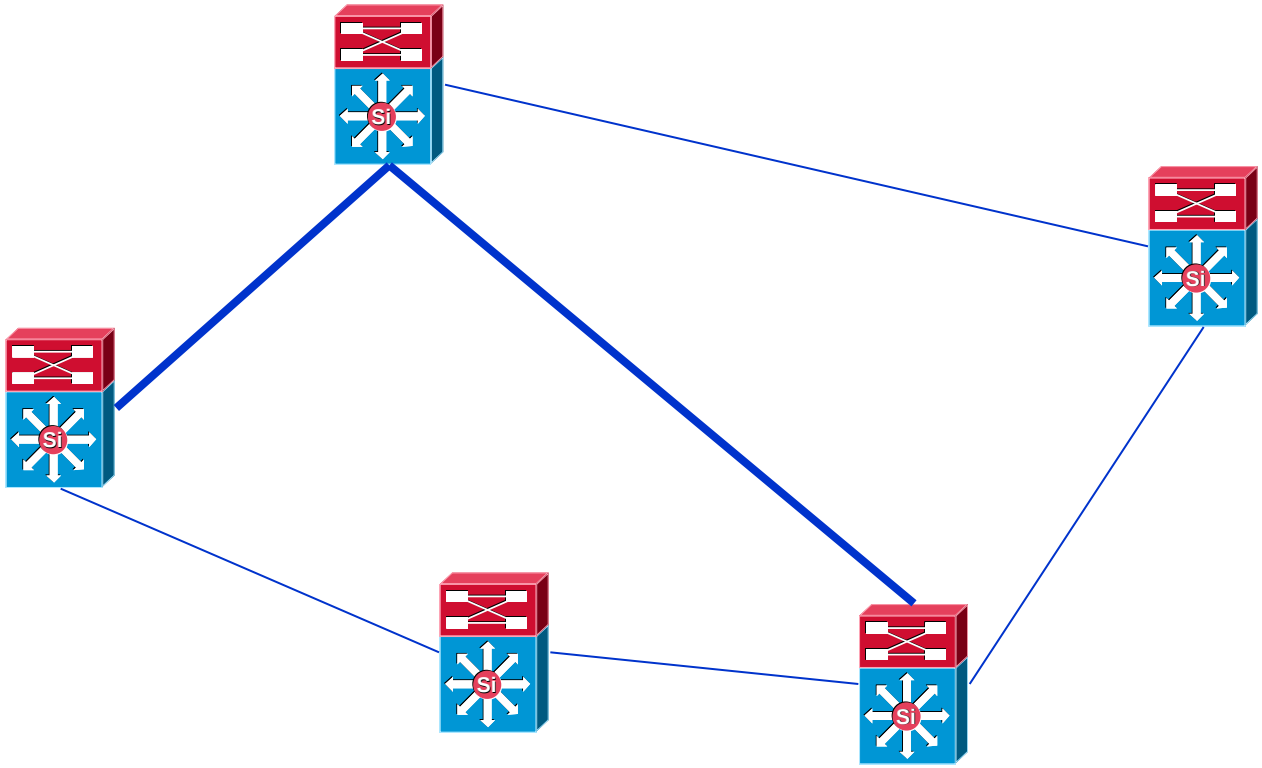
Attenzione a non confondere architettura fisica e logica della rete: le due possono essere molto diverse!

Es: cablaggio strutturato (gerarchico) vs LAN (non gerarchica)

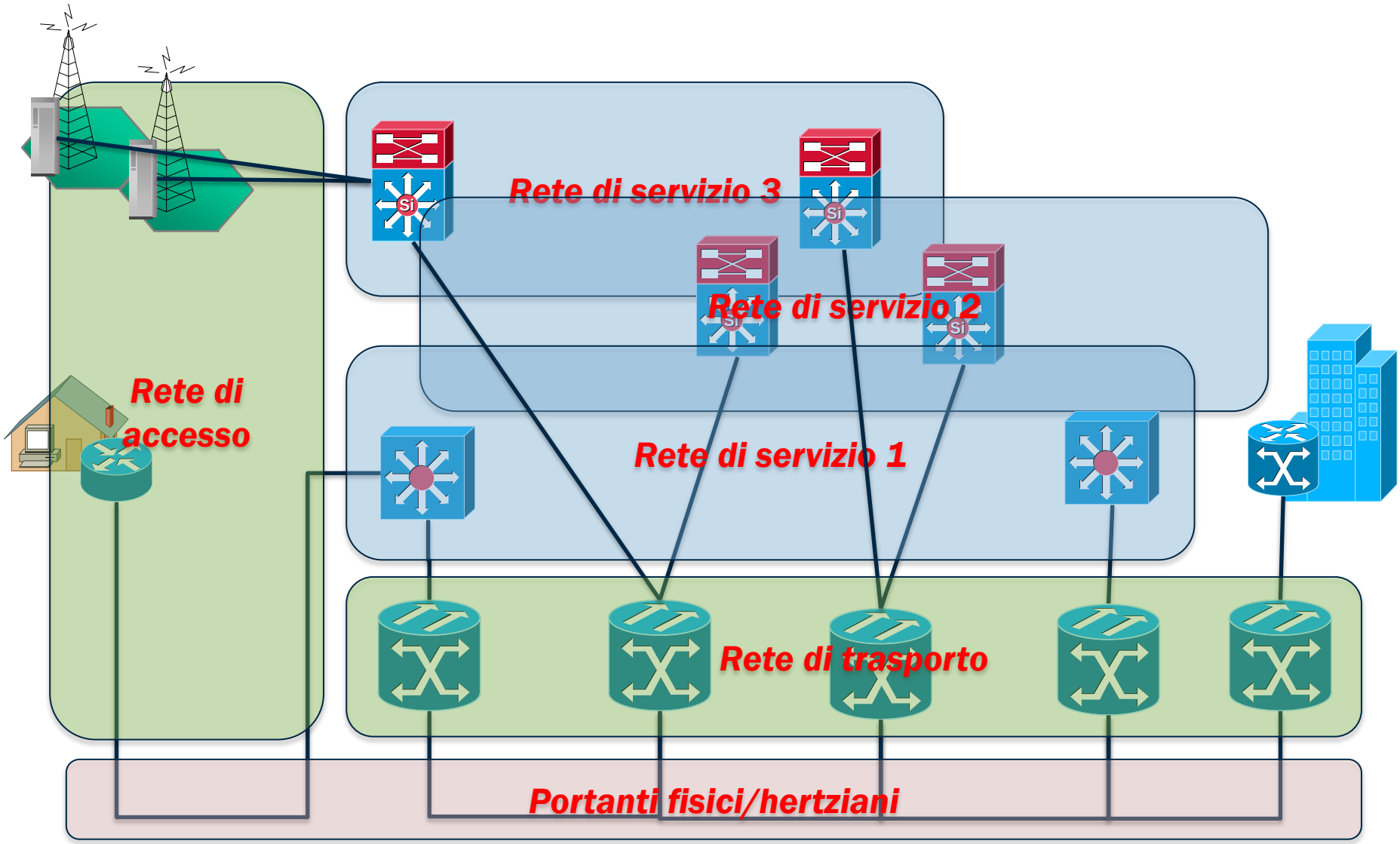
Architettura gerarchica



Architettura non gerarchica



Suddivisione funzionale di una rete di telecomunicazioni



Cenni sulla rete di trasporto

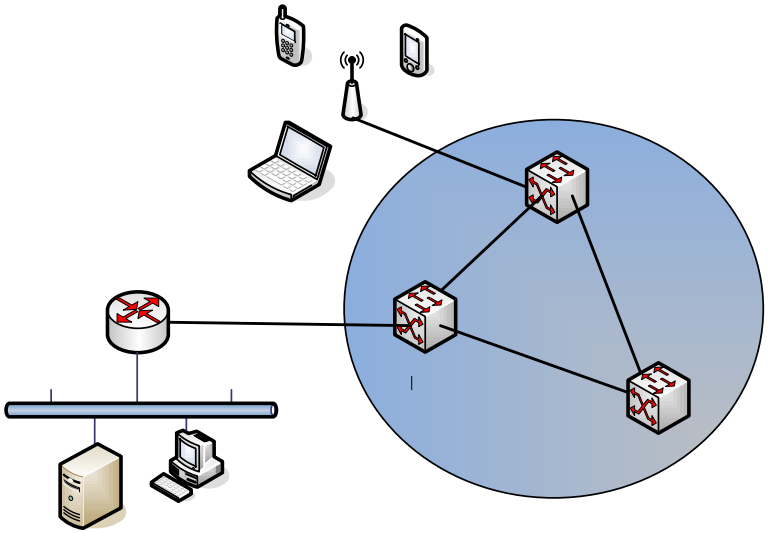
- Il livello di trasporto ha un ruolo fondamentale nelle reti degli operatori, realizza i canali di comunicazione ptp utilizzati dagli elementi di rete di livello superiore
- La rete di trasporto «virtualizza» il livello fisico, e permette di costruire sopra la maglia di dorsali (ottiche) una o molteplici topologie logiche a supporto delle «reti di servizio» ovvero delle reti dei clienti finali o di altri operatori.
- La rete di trasporto mette a disposizione meccanismi di protezione con bassi tempi di latenza (< 50 ms).
- La rete di trasporto è normalmente presente a livello di backbone e aggregazione. In accesso i sistemi di trasporto sono utilizzati in casi particolari, in genere quando occorre portare collegamenti ad altissima velocità.

La rete di accesso

Perché sono così interessanti le reti di accesso?

- L'architettura delle reti di backbone e i requisiti che devono soddisfare sono abbastanza consolidati
- Stesso discorso vale per le tecnologie: dominio incontrastato della fibra ottica
- La rete di accesso è quella che «tocca» l'utilizzatore finale e che determina in modo rilevante le caratteristiche del servizio erogato
- Vi sono molteplici tecnologie disponibili per realizzare «l'ultimo miglio», aventi ciascuna differenti prestazioni e ***aree di copertura***

Focus sulla rete di accesso



La rete di accesso è la parte di una rete di telecomunicazioni (apparati & collegamenti) che raggiunge gli utilizzatori finali.

Si distingue dalla rete di dorsale (o *backbone*), che interconnette le sedi (PoP) di un fornitore di servizi di telecomunicazioni o le sedi principali di una grande azienda multisede

Rete di accesso:

- Molti collegamenti (milioni)
- °Bassa velocità (~ 10 Mbit/s)
- Brevi distanze (< 50 km)
- Frequenti riconfigurazioni

Rete di dorsale

- Pochi collegamenti
- Alta Velocità (~100 Gbit/s)
- Lunghe distanze (> 100 km)
- Limitate riconfigurazioni

Caratteristiche della rete di accesso

- E’ la componente di maggior valore economico di una rete di telecomunicazioni
- In Telecom Italia, la rete di accesso impegna la maggior parte dei tecnici e rappresenta oltre il 30% delle spese

…la maggior parte dei guasti riguarda la rete di accesso

E inoltre

- ***Le caratteristiche della rete di accesso determinano (vincolano) i contenuti che possono essere trasmessi tra gli elementi terminali della rete***

Reti di accesso pubbliche

- Nel seguito di questo intervento considereremo solo le ***reti di accesso pubbliche***, che permettono il collegamento tra le sedi del Cliente e i punti di presenza (PoP) dell'Operatore.
- Salvo eccezioni, solo gli Operatori di telecomunicazioni possono realizzare reti che si estendono al di fuori di un comprensorio privato e offrire servizi ad una molteplicità di Clienti.

Principali tecnologie impiegate nella rete d'accesso

Sistemi in rame

- Fonia tradizionale analogica e numerica (ISDN)
- Servizi dati con trasmissione analogica o numerica in banda stretta (< 2 Mbit/s)
- xDSL

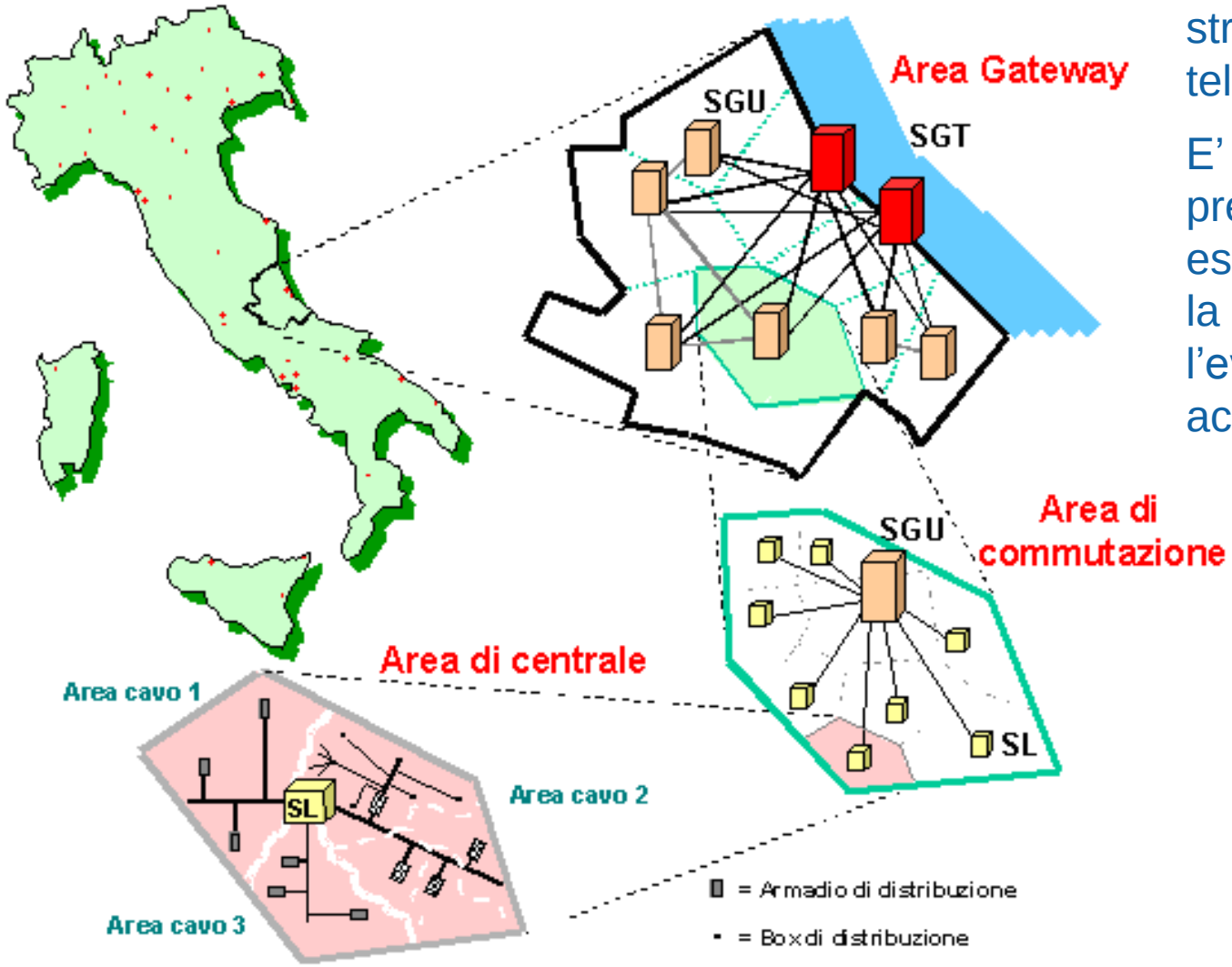
Sistemi in fibra ottica

- Sistemi SDH – *in progressiva dismissione*
- Sistemi DWDM
- Metro Ethernet
- PON/GPON

Sistemi radio (*wireless*)

- Ponti radio SDH
- FWA, Fixed Wireless Access (WiFi, WiMAX, LTE, ….)
- Mobile wireless (GPRS, EDGE, UMTS, HSDPA, LTE)

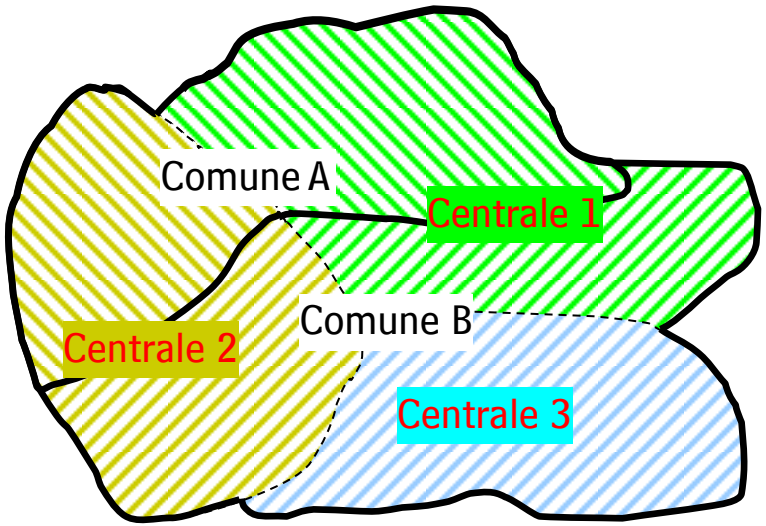
Architettura della rete di accesso in esercizio: la rete fissa



La figura mostra la struttura della rete telefonica tradizionale

E' importante tenerla presente perché su di essa si pianifica ancora la struttura e l'evoluzione della rete di accesso

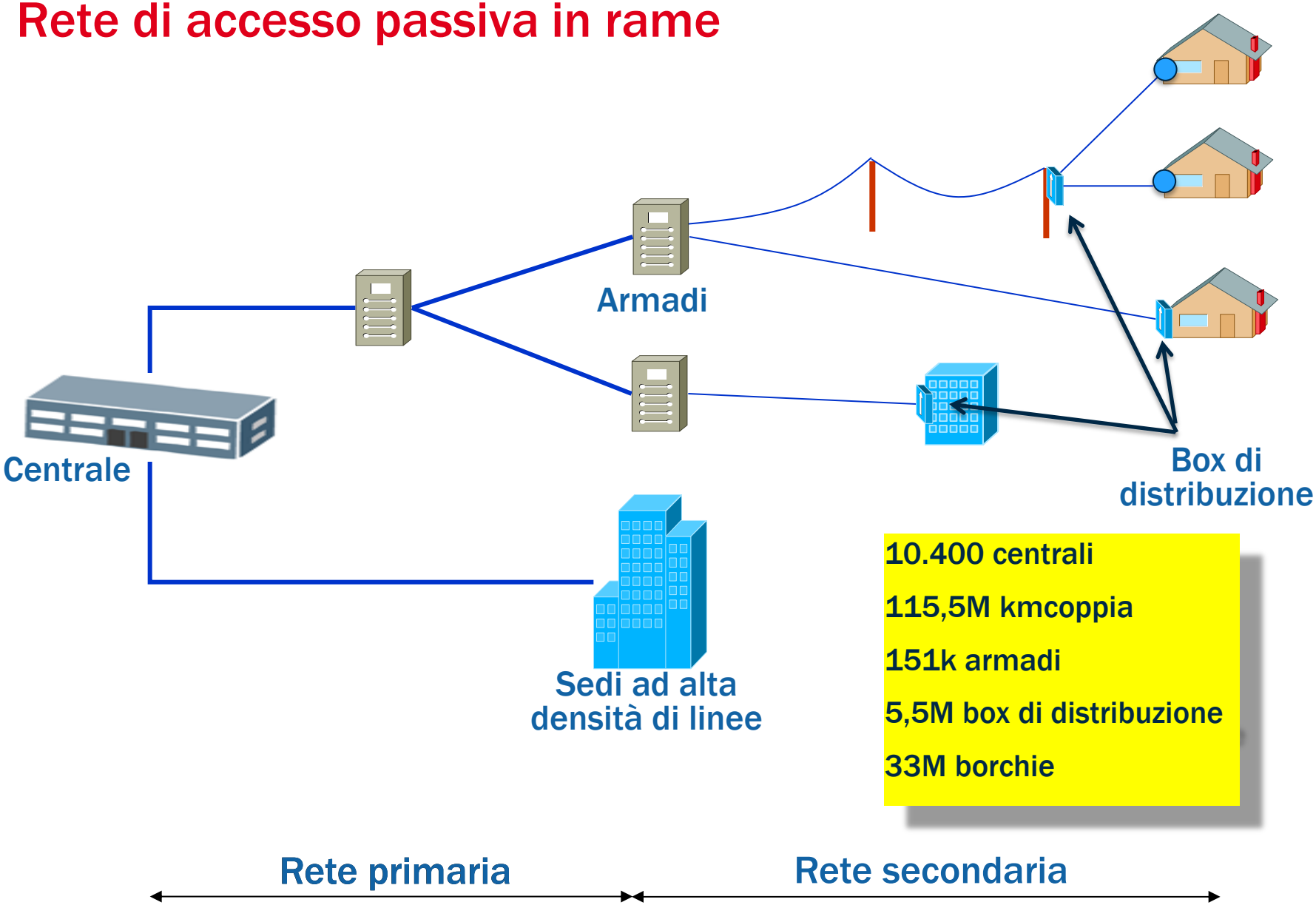
Relazione tra rete telefonica e partizione amministrativa del territorio



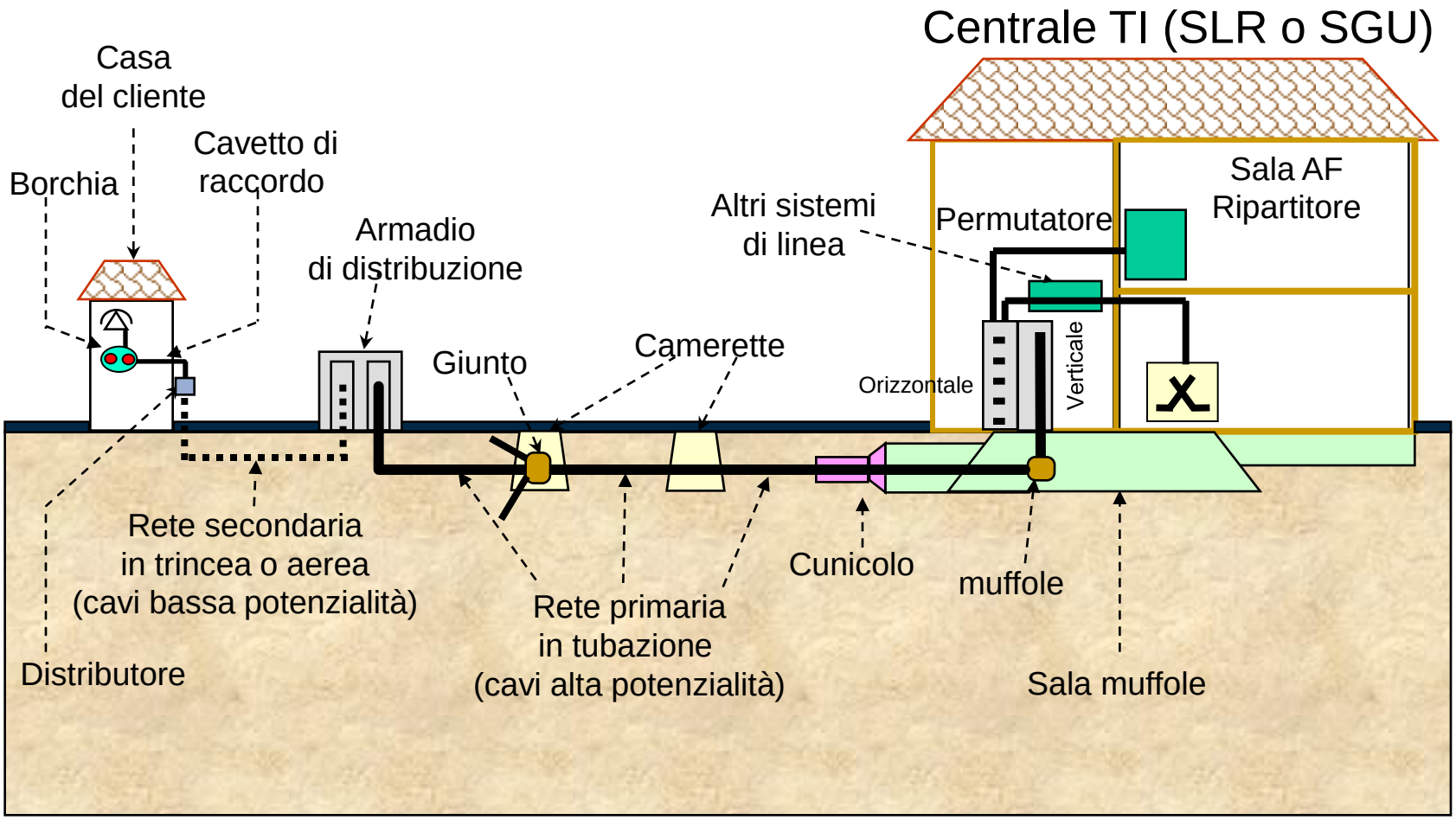
- Un elevato numero di Comuni presenta dimensioni piccole o piccolissime
- In questi casi, spesso una centrale telefonica distribuisce i suoi accessi su due o più Comuni; pertanto non esiste una corrispondenza univoca tra centrali e Comuni
- La disponibilità dei servizi dipende dalla centrale da cui sono erogati

Rete di accesso in rame

Rete di accesso passiva in rame

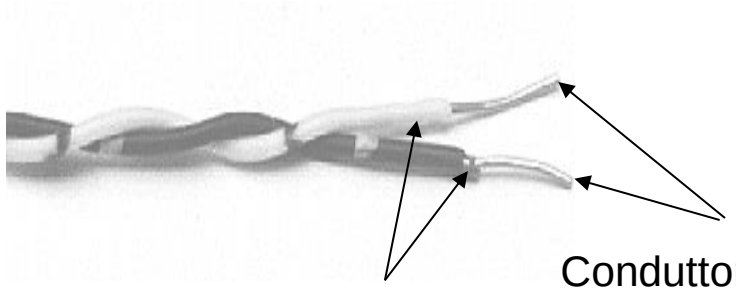


Componenti della rete in rame



La tecnologia dei cavi in rame

L'unità costituente il cavo è la coppia simmetrica, il cosiddetto «doppino»



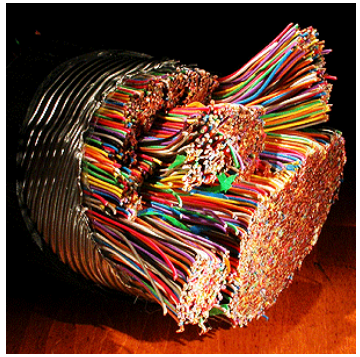
Isolamento in plastica

Conduttori in rame
Ø 0,4 - 0,6 - 0,9 mm





Esempi di cavi
a coppie simmetriche



Tipo di posa	Diametro dei conduttori (mm)	Potenzialità del cavo (n. coppie)
nei manufatti o tubi predisposti	0,4	10, 20, 30, 50, 100, 200, 400, 600, 800, 1200, 1600, 2400
	0,6	10, 20, 30, 50, 100, 200, 400, 600, 800, 1200
in trincea	0,4	20, 30, 50, 100, 200, 400, 600, 800, 1200, 1600, 2400
aerea	0,6	10, 20, 30, 50, 100, 200

A che cosa serve la rete d'accesso in rame?

Servizi tradizionali (*legacy*)

Telefonia analogica (POTS) e numerica (ISDN)

CDA, Circuiti Dedicati Analogici (in banda fonica 0 – 4 kHz)

CDN, Circuiti Dedicati Numerici (1,2 – 8.192 kbit/s)

Servizi con accesso DSL (*Digital Subscriber Loop*)

ADSL/ADSL2+ (A = Asymmetric)

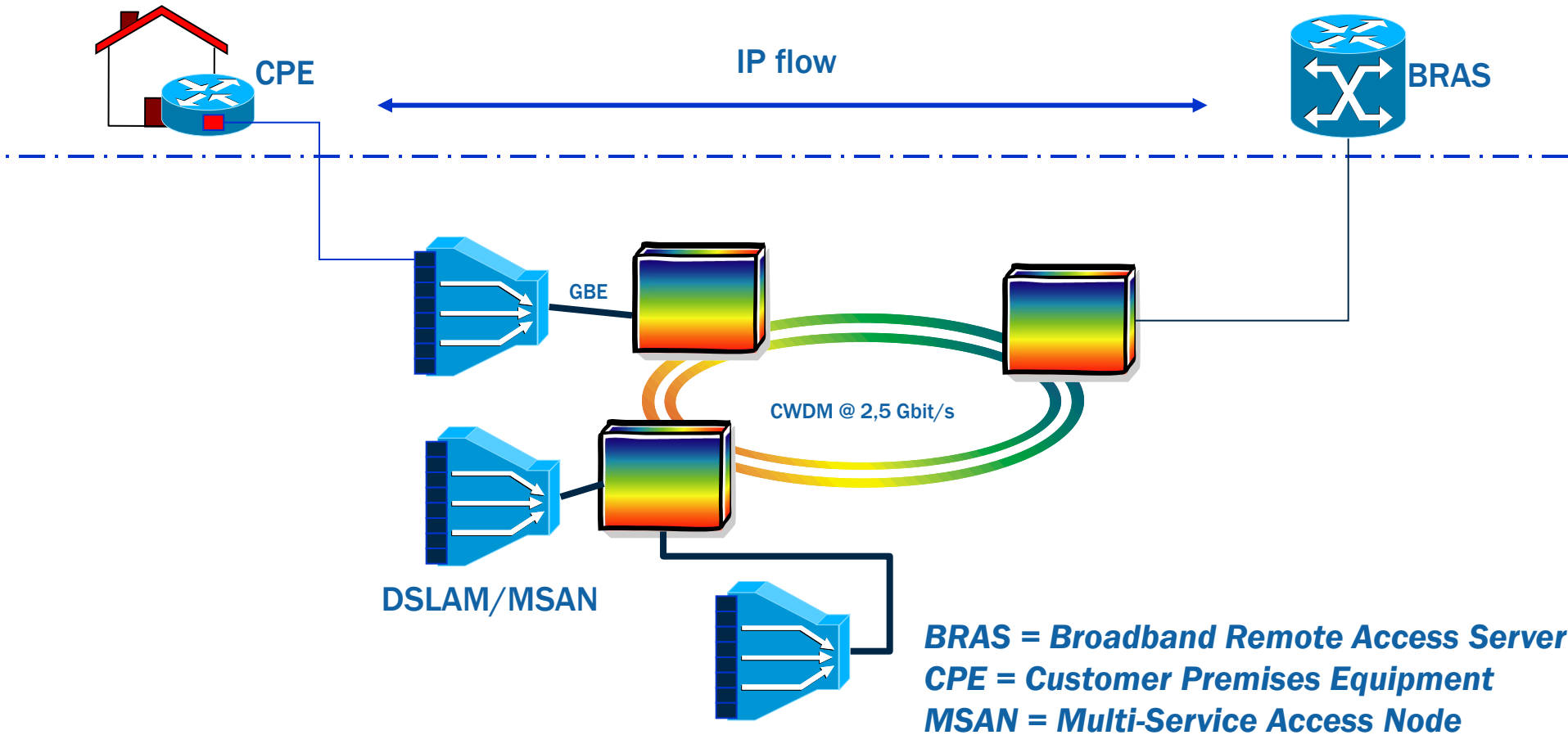
SHDSL (SH = Symmetric High-speed)

VDSL/VDSL2 (V = Very High Bitrate)

Le tecnologie DSL

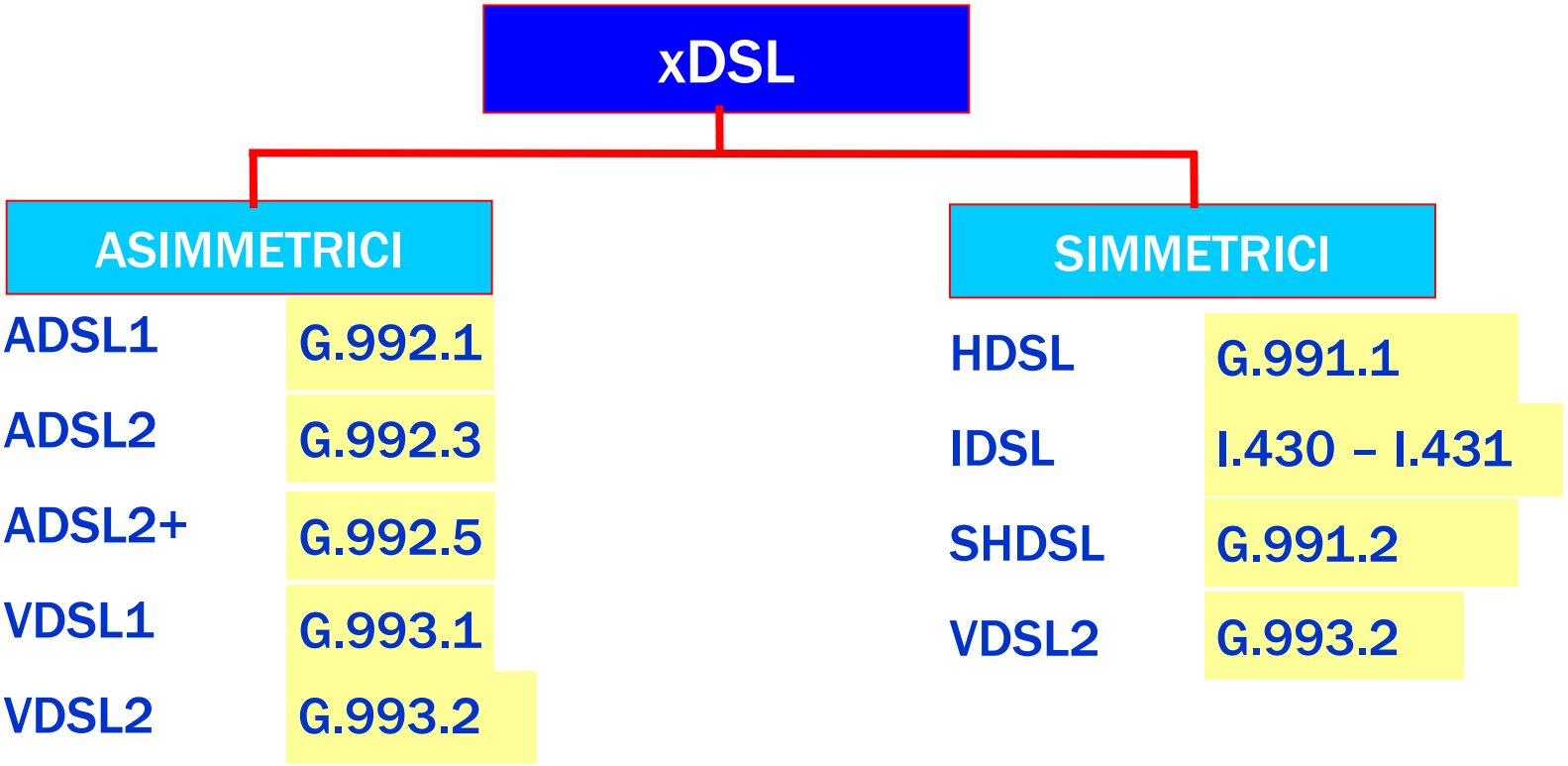
- **Operano su 1 o più coppie in rame**
- **Utilizzano una banda molto maggiore della banda fonica (~MHz)**
  - In configurazione “over-voice” per garantire la coesistenza con il servizio telefonico (es. ADSL)
  - In alternativa al servizio telefonico per servizi solo dati (es. HDSL)
- **Permettono di raggiungere bit-rate dell’ordine delle decine di Mbit/s**
- **Si basano su schemi complessi di modulazione, resi possibili su scala industriale dall’utilizzo di DSP a basso costo**
- **Richiedono continuità galvanica e hanno prestazioni fortemente dipendenti dalla lunghezza della coppia e dalla presenza di segnali interferenti**
- **Concepite per realizzare il collegamento tra la sede cliente e il nodo dell’operatore (no end-to-end)**

Architettura di rete xDSL: oggi



BRAS = Broadband Remote Access Server
CPE = Customer Premises Equipment
MSAN = Multi-Service Access Node

La famiglia dei sistemi xDSL



La famiglia dei sistemi xDSL (1/2)

- **IDSL (ISDN Digital Subscriber Line)**
  - Capacità trasmissiva di 160 kbit/s simmetrici su 1 cp
  - Portata fino a circa 4 km
  - Codifica di linea 2B1Q (e 4B3T) a cancellazione d'eco
- **HDSL (High-bit-rate DSL)**
  - Capacità trasmissiva di 2 Mbit/s equamente suddivisa su due 2 coppie
  - Portata di circa 2.5 km
  - Codifica di linea 2B1Q a cancellazione d'eco
  - Possibilità di rigeneratori
- **SHDSL (Single Pair High-bit-rate DSL)**
  - Capacità trasmissiva multirate fino a 2.3 Mbit/s su 1 cp (TC-PAM 16) o fino a 5,696 Mbit/s su 1cp (TC-PAM 32)
  - Portata variabile in base alla velocità (es. 3km a 1024kbps, 1,8km a 2304kbps, 650m a 5696kbps)
  - Codifica di linea 16-PAM o 32-PAM con codice a traliccio (TC) e cancellazione d'eco
  - Possibilità di rigeneratori

La famiglia dei sistemi xDSL (2/2)

- **ADSL (Asymmetric DSL)**

  Capacità trasmissiva fino a 8 Mbit/s downstream e fino a 1 Mbit/s upstream su una coppia

  Compatibile con il segnale analogico in banda 4 kHz (POTS) sulla stessa coppia

  Codifica di linea DMT – Duplexing FDD

  No rigeneratori

- **ADSL2/2+ (Asymmetric DSL seconda generazione)**

  Capacità trasmissiva fino a 24 Mbit/s downstream e 1 Mbit/s upstream su una coppia

  Compatibile con il segnale analogico in banda 4 kHz (POTS) sulla stessa coppia

  Codifica di linea DMT – Duplexing FDD

  No rigeneratori

- **VDSL2 (Very high-bit-rate DSL 1/2)**

  Capacità trasmissiva fino a 100 Mbit/s downstream e 10 Mbit/s upstream su una coppia

  Compatibile con il segnale analogico in banda 4 kHz (POTS) sulla stessa coppia

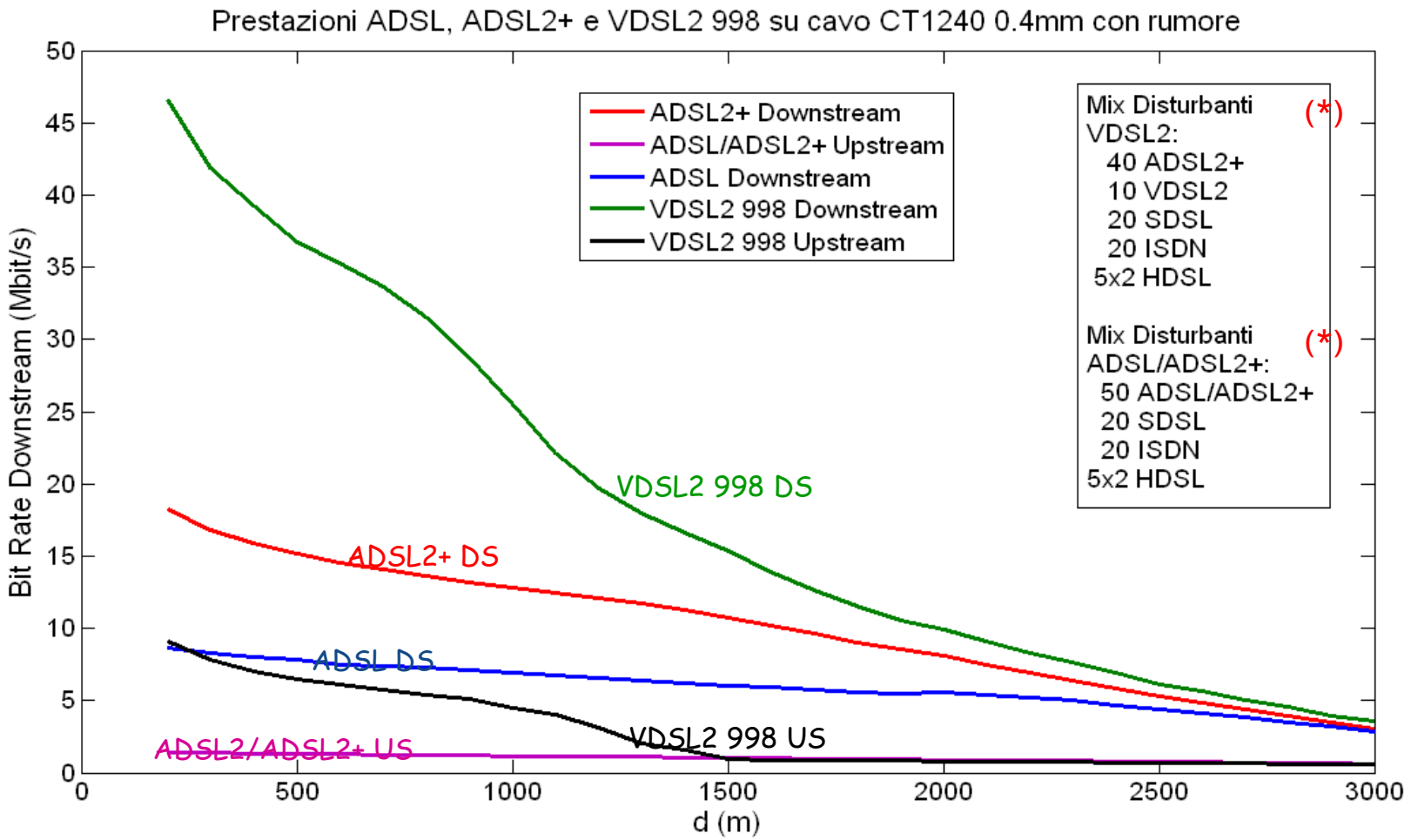
  Codifica di linea DMT – Duplexing FDD

  No rigeneratori

VDSL2 (standard ITU-T G.993.2)

- Il **VDSL2 (ITU-T G.993.2)** costituisce l'evoluzione naturale del VDSL di prima generazione, e rispetto a questo ultimo introduce diverse migliorie, tra cui si segnalano:
  - Trasporto nativo di frame Ethernet in maniera efficiente (standard EFM 802.3ah).
  - Possibilità di gestione della PSD (Power Spectral Density) così che un Operatore può definire una propria PSD inferiore rispetto a quella massima ammessa dallo standard al fine di rispettare specifiche regole di Spectrum Management.
  - Gestione "dinamica" della PSD in funzione della lunghezza del collegamento. La potenza sottesa dalla maschera ITU-T è > della potenza aggregata permessa dal profilo VDSL2.
  - Disponibilità di meccanismi di power back-off (PBO) in grado di permettere la coesistenza nello stesso cavo di sistemi VDSL2 da cabinet con gli altri sistemi xDSL dispiegati da centrale.
  - *bonding* di più doppini VDSL2 tramite tecniche ATM o Ethernet.

Confronto prestazioni ADSL/ADSL2+/VDSL2



Nuove tecnologie e metodi per migliorare la rete in rame

Bonding = tecnica per utilizzare linee multiple DSL (ADSL, SHSDSL, VDSL…) al fine di trasportare un singolo stream di celle ATM (G.998.1) o trame Ethernet (G.998.2).

Seamless Rate Adaptation (SRA) = consente di adattare la velocità di linea in caso di variazioni, sia positive che negative, del rumore al ricevitore (ad es. rumore di diafonia generato dalle altre linee nel cavo), portando il sistema ad una condizione di ottimalità.

DSL Quality Management (DQM) = capacità di controllare in modo pro-attivo ed efficiente la qualità e stabilità delle linee DSL

Ritrasmissione = Il protocollo di ritrasmissione, implementato dai chipset a livello fisico, interviene ritrasmettendo solo i dati che al ricevitore risultano corrotti, senza proteggere a priori tutti i dati.

Vectoring = metodo di trasmissione che utilizza il coordinamento dei segnali sulle linee a livello fisico, allo scopo di ridurre (in teoria 'eliminare') i livelli di diafonia e incrementare le prestazioni del sistema.

Approfondimento sul *vectoring (solo VDSL2)*

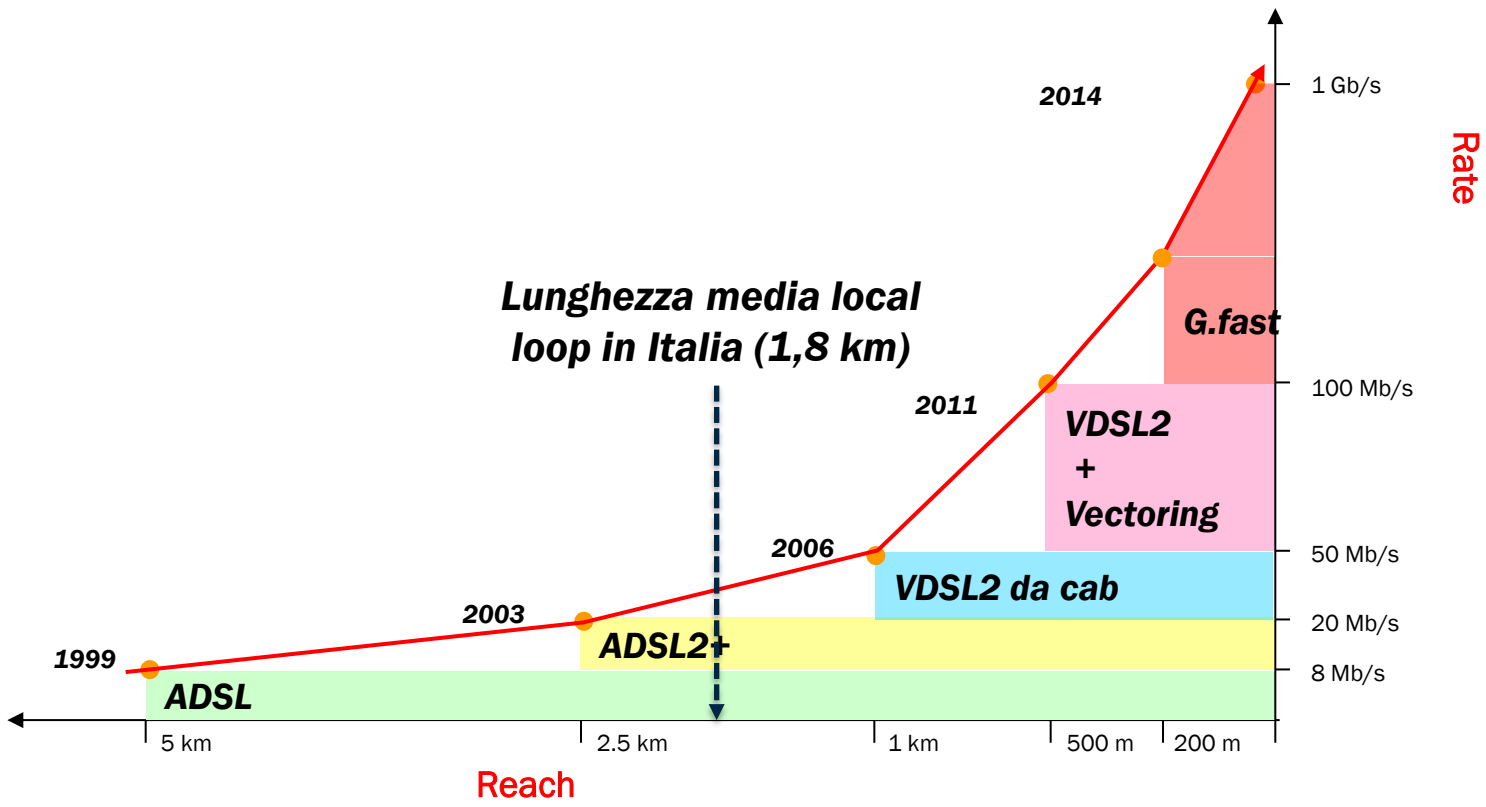
- Presupposti:
  - (1) conoscere cosa viene trasmesso sulle altre linee e
  - (2) essere in grado di stimare il *crosstalk* di tipo FEXT prodotto da tali linee sulla linea in esame
- Principio di funzionamento: pre-condizionare il segnale da trasmettere sulla singola linea in modo che il crosstalk aggiunto dalle altre linee produca al ricevitore il segnale desiderato (come se non ci fosse stato crosstalk).
- Richiede notevoli capacità di calcolo con conseguente maggiore complessità lato DSLAM.
- Le CPE differiscono leggermente dai modem tradizionali (ma sono di analoga complessità) in quanto devono cooperare con il DSLAM per poter stimare il crosstalk fra le linee.

G.Fast (ITU-T G.9700 e G.9701)

E' la più recente evoluzione della famiglia xDSL, progettata per raggiungere velocità superiori a 100 Mbit/s su lunghezze della coppia entro i 250 m:

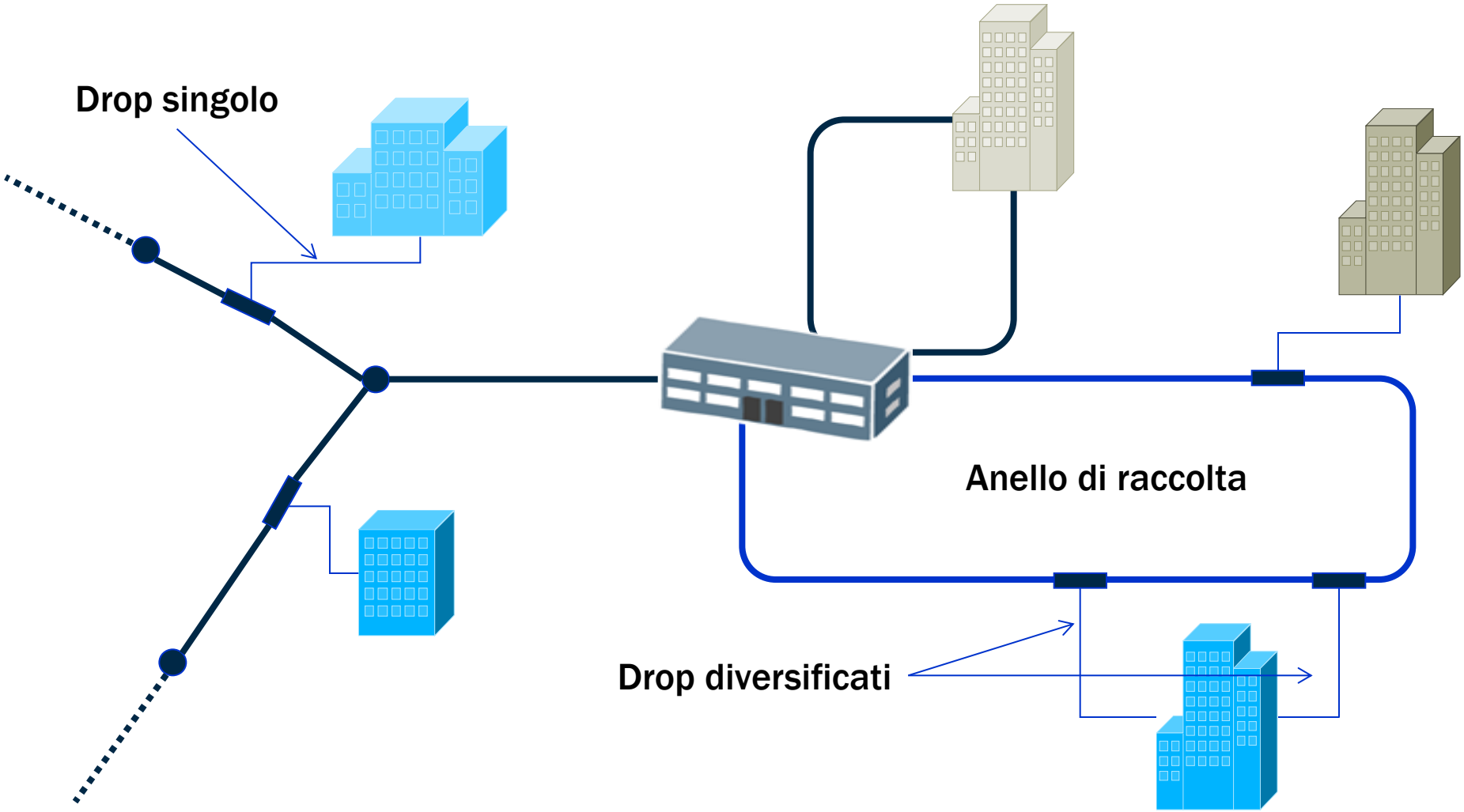
Parameter	VDSL	G.FAST
Frequency Range	Up to 30MHz (30a)	2-106MHz, 2-212MHz (future)
Max Rate	Up to 250Mbps (30a) and 150Mbps (17a) for short loops, real-world is 30-80Mbps	1Gbps over short loops, exceeding 500 Mbps over real 100m lines
Modulation	OFDM	OFDM
Number of carriers	4K	2K (for 106MHz profile)
Multiplexing scheme	FDD	TDD, synchronized among the different copper pairs
Symbol time	~250 µsec (17MHz profile)	~20 µsec
Vectoring	Via G.993.5	Supported, with adaptations needed for higher frequency
Tx power	Varies by profile, 14.5dBm	4dBm
FEC	RS + Trellis code	RS + Trellis code

Tecnologie xDSL: prestazioni e distanze

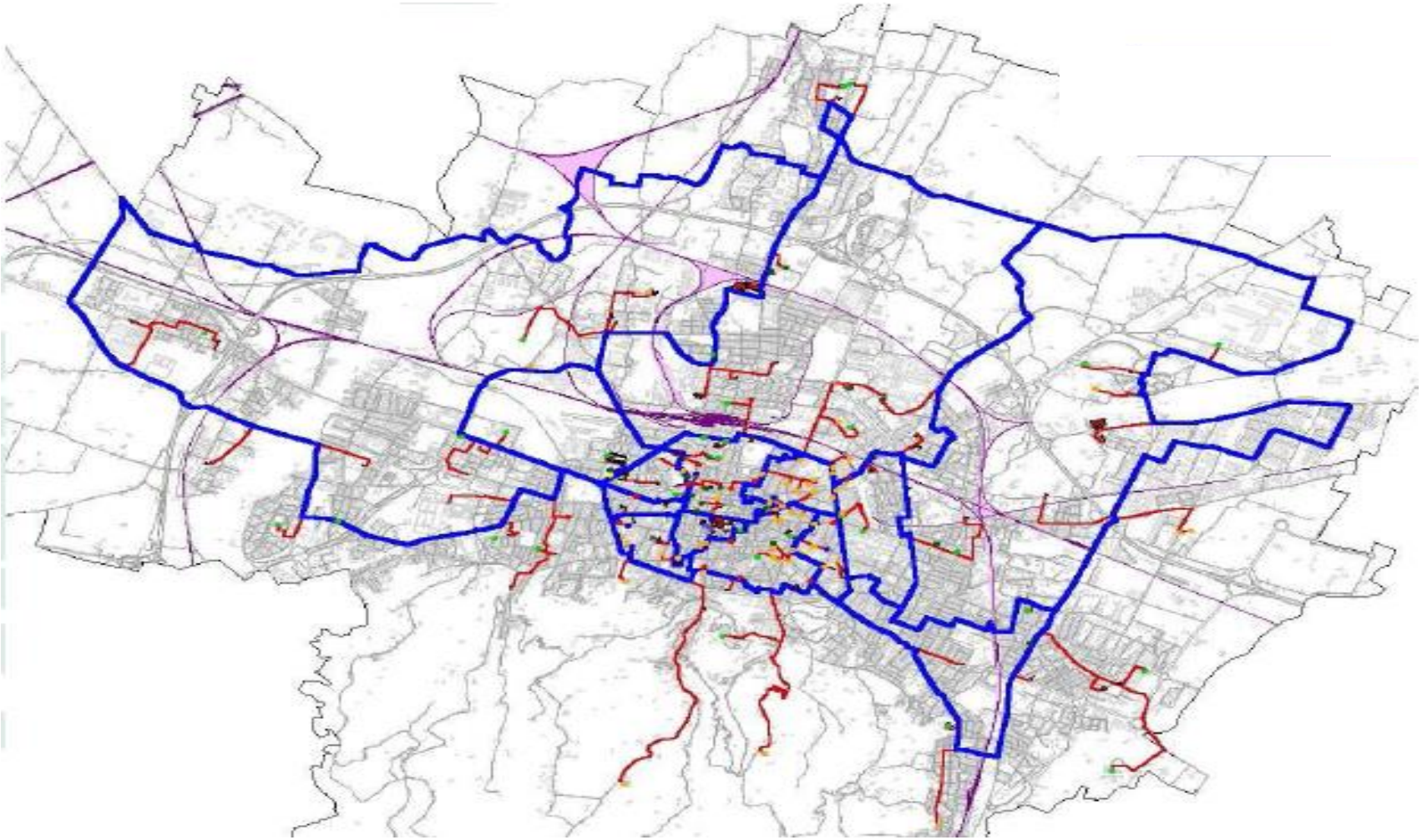


RETE DI ACCESSO IN FIBRA

Rete di accesso tradizionale in fibra ottica



Esempio: MAN di Bologna



Accesso su cavi in fibra

A partire dagli anni ’90, collegamenti in fibra ottica sono stati realizzati per applicazioni ad alta capacità, rivolte ad Aziende e Enti Pubblici.

Soluzioni derivate inizialmente dalle reti di trasporto di Telecom Italia:

SDH: canali punto-punto trasparenti a bitrate prefissata (34, 155, 622, 2.488 Mbit/s)

DWDM: servizi di trasporto con bitrate fino a 10 Gbit/s (in fase di test 40 Gbit/s)

Soluzioni progettate specificamente per la clientela affari (dal 2000)

MAN Gigabit Ethernet: accessi con velocità da 10 Mbit/s a 1 Gbit/s

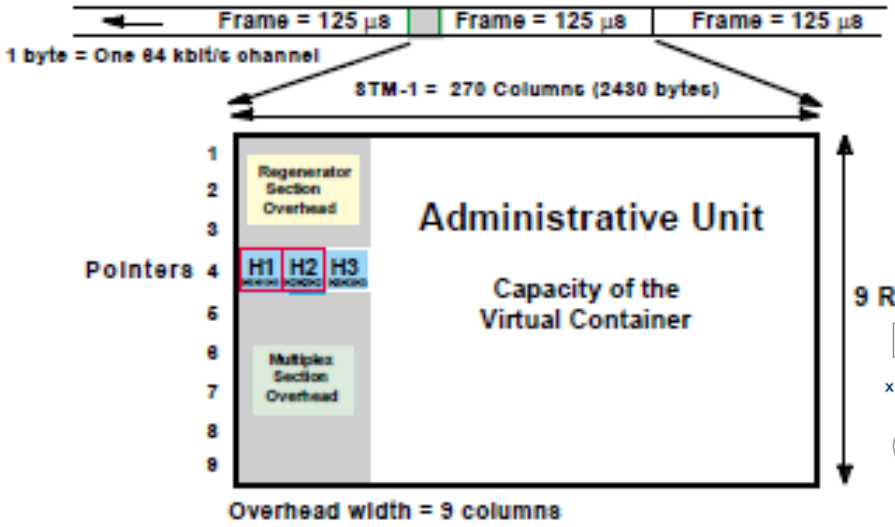
Con l’avvento delle NGN, sono state sviluppate architetture specifiche per portare collegamenti ottici alla clientela residenziale (FTTx)

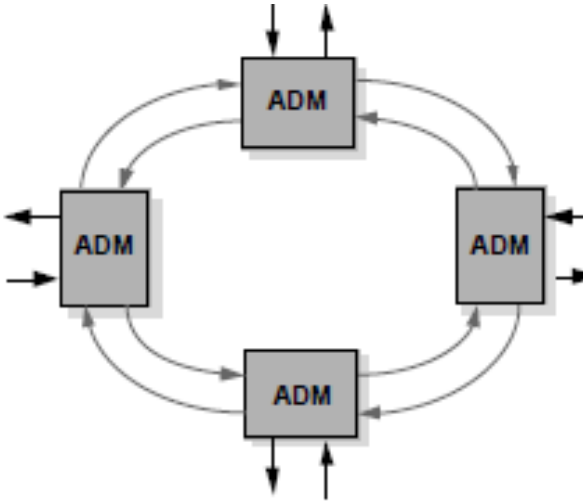
Oggi: 11M km fibra in rete di accesso

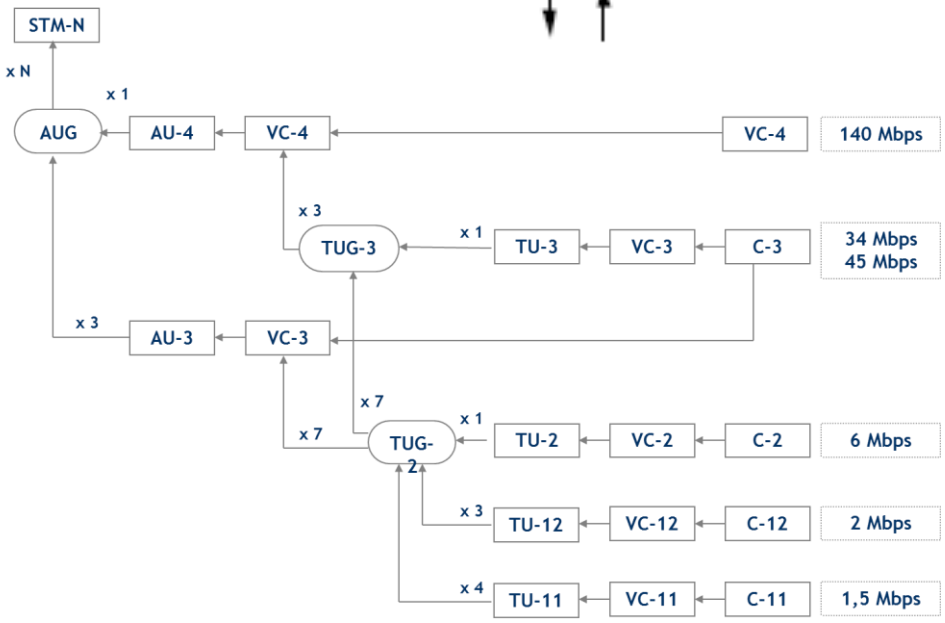
Sistemi SDH (Synchronous Digital Hierarchy)

- **è una tecnologia di trasporto di tipo TDM standardizzata da ITU-T e introdotta all'inizio degli anni '90 nella rete di Telecom Italia**
- **Permette di realizzare in modo efficiente e flessibile collegamenti punto-punto a bitrate prefissata da 2 a 2488 Mbit/s**
- **Caratteristiche importanti:**
  - Presuppone l'utilizzo di connessioni fisiche in fibra ottica
  - Topologie di rete basate su anelli
  - Sofisticati meccanismi di protezione dei collegamenti con elevata velocità di commutazione (~50 ms)
  - Possibilità di aggregare, inserire ed estrarre singoli canali trasmissivi nei nodi di rete
- **Capillarmente diffusa nelle reti di trasporto degli operatori, è in corso di dismissione, sostituita da tecnologie Ethernet (10G, 40G, 100G)**

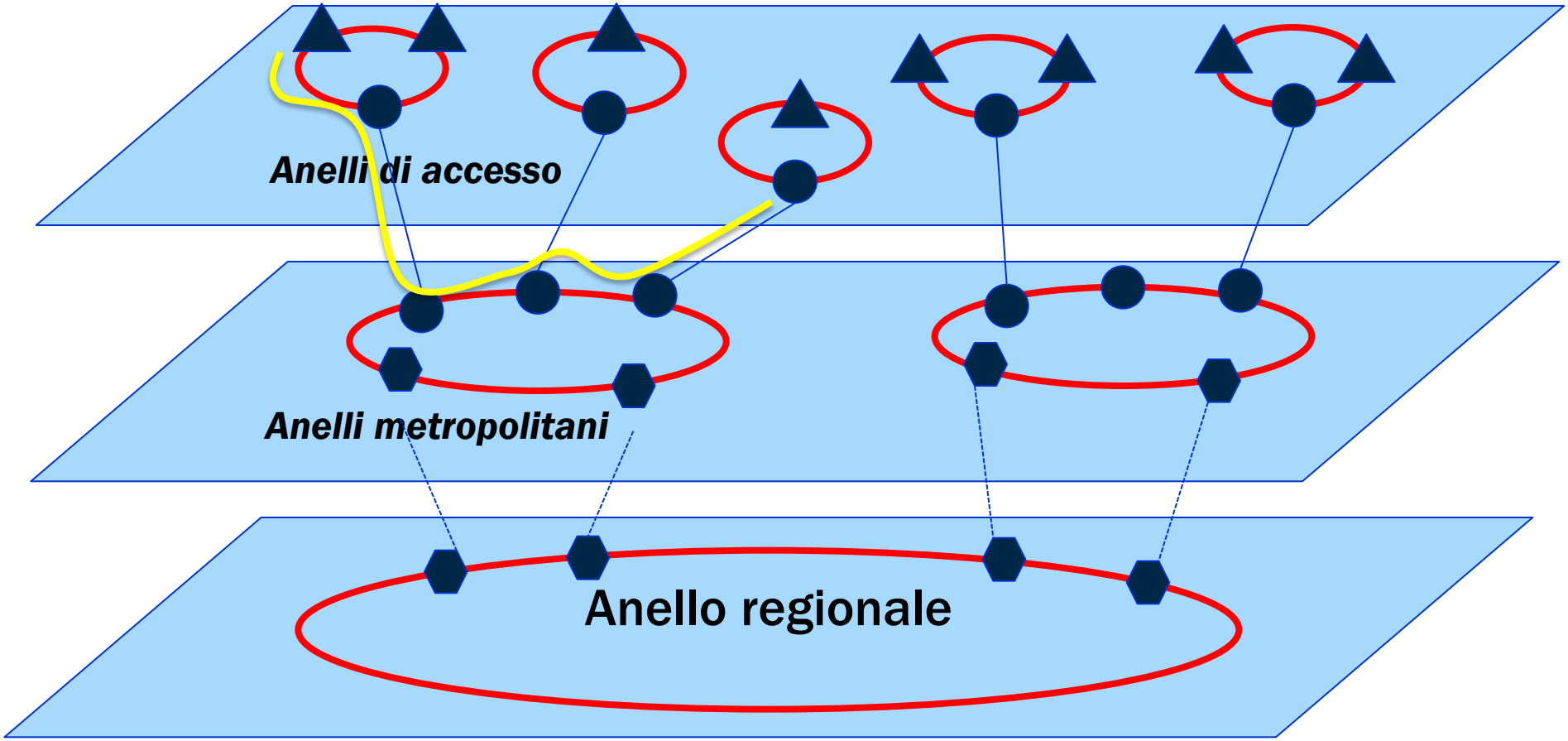
Architettura e multiplazione SDH





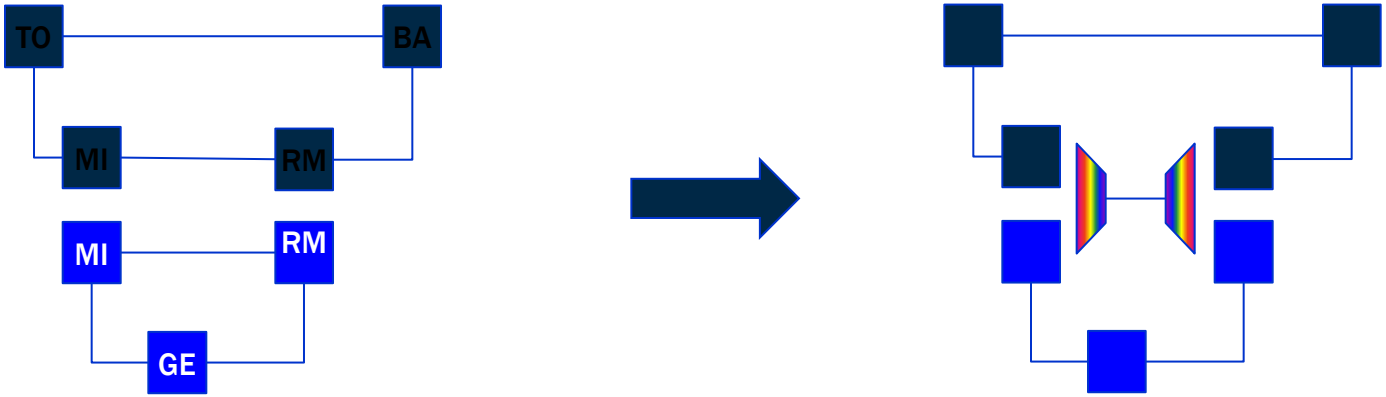


Architettura gerarchica ad anelli



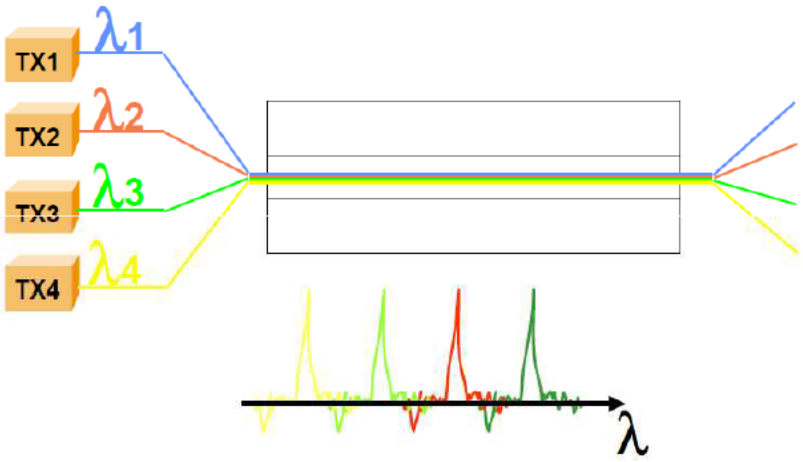
Sistemi WDM

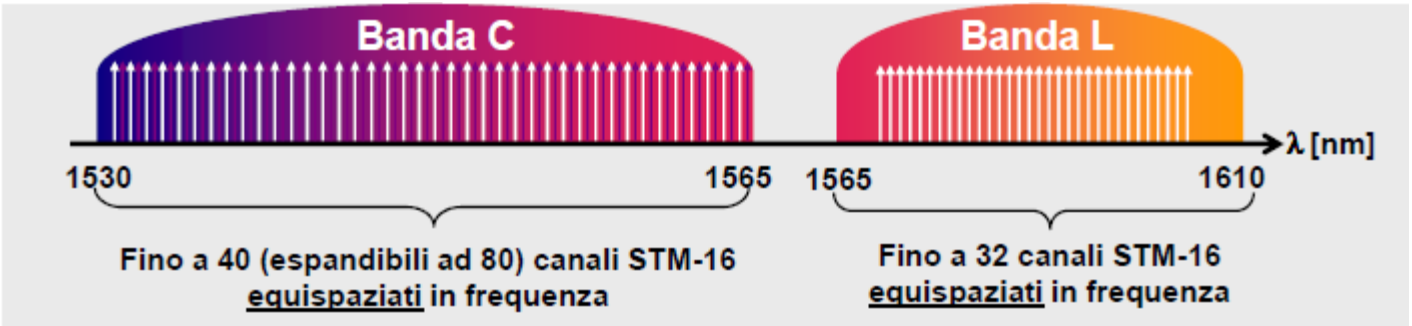
- I sistemi WDM (Wavelength Division Multiplexing) sono stati introdotti agli inizi degli anni 2000, per moltiplicare la capacità trasmissiva delle dorsali in fibra ottica, con topologie di tipo punto-punto



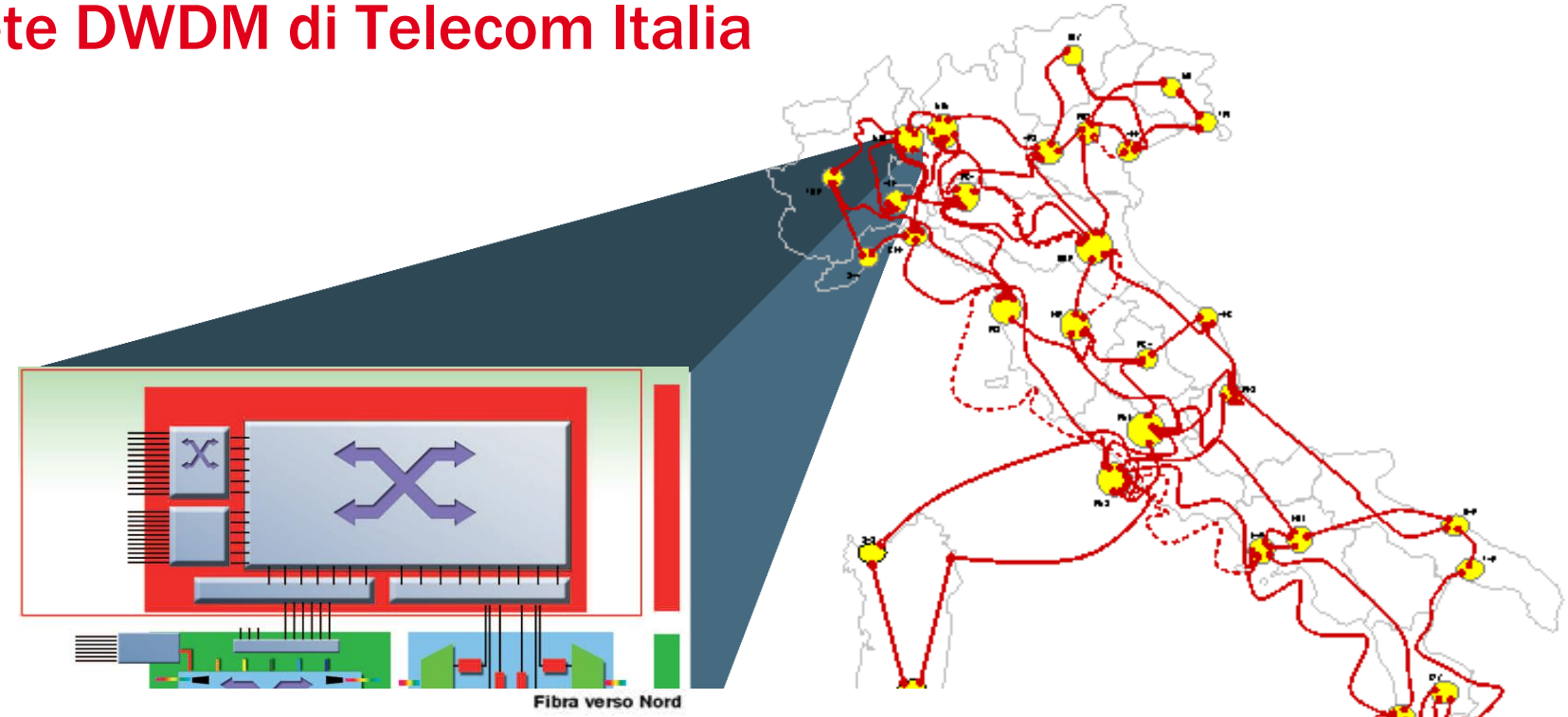
- Il progresso delle tecnologie ottiche permette ora di realizzare architetture complesse, con prestazioni evolute di reinstradamento dei singoli canali ottici in caso di guasto o di riconfigurazione della rete

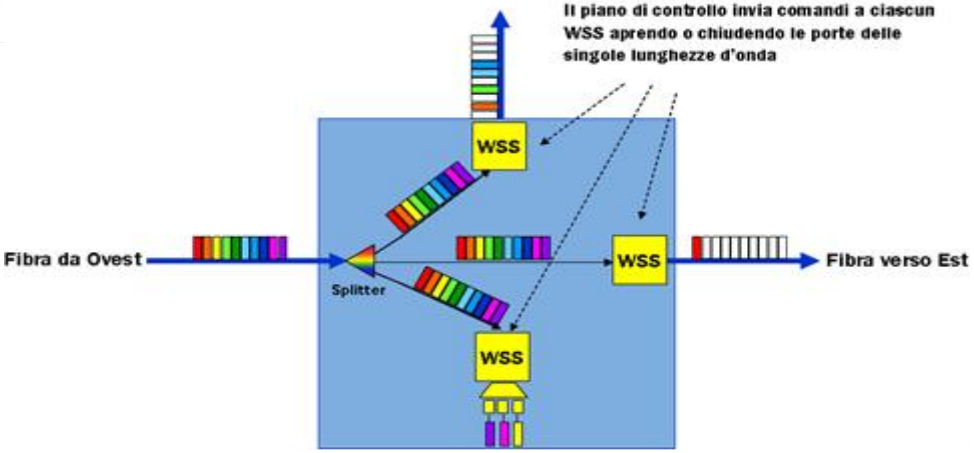
Principio base della multiplazione di lunghezze d'onda



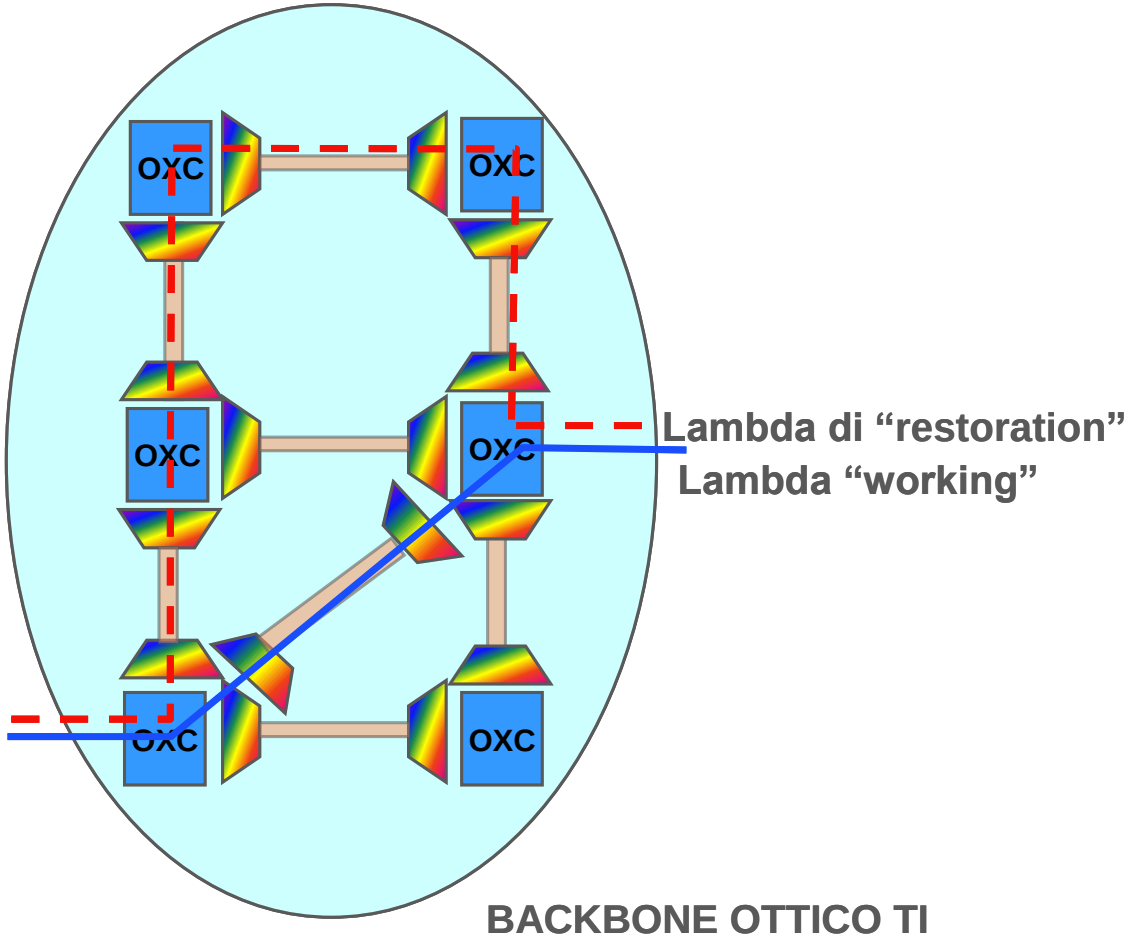


La rete DWDM di Telecom Italia





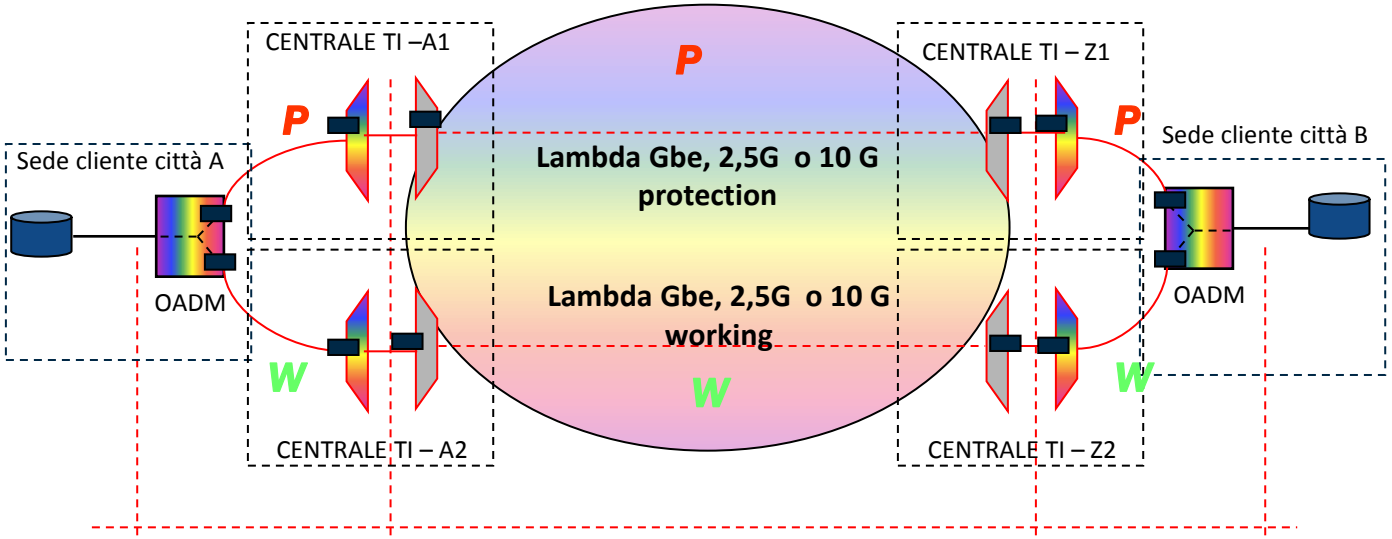
Costruzione di un circuito sulla rete ottica di TI

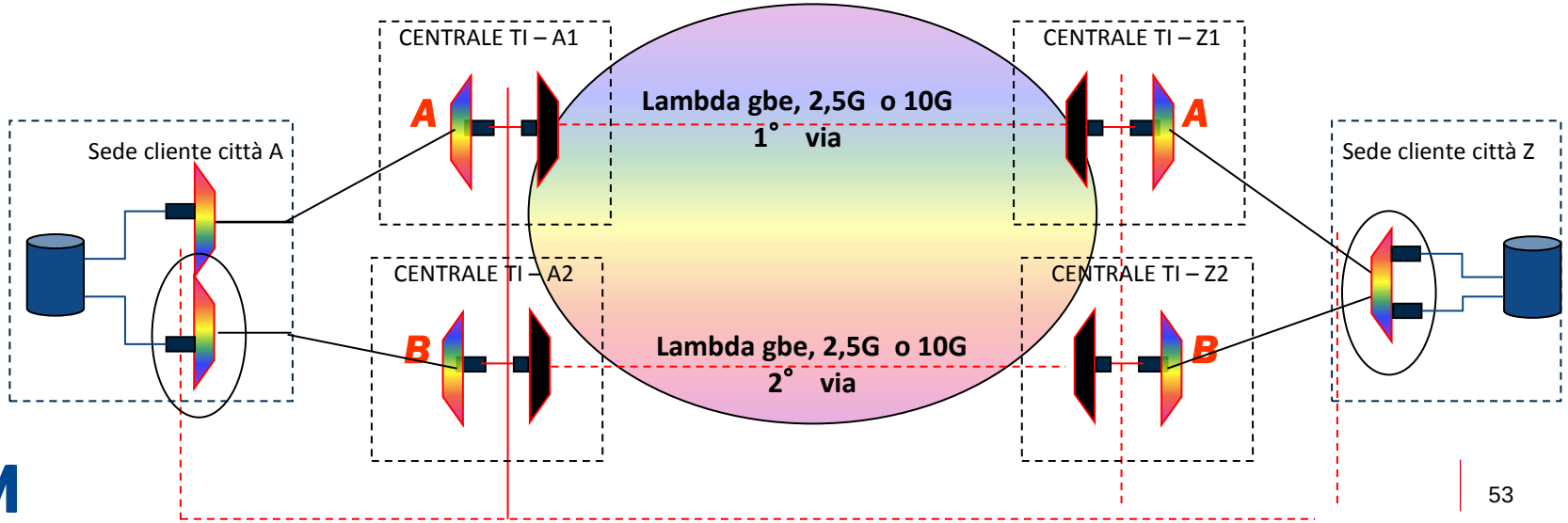


Collegamenti SDH e WDM

- TI mette a disposizione le proprie infrastrutture di trasporto SDH e WDM per i clienti con esigenze di collegamenti ad elevata velocità ed affidabilità, trasparenti rispetto ai protocolli di livello superiore
- Il vincolo è la limitata diffusione: solo un numero limitato di centrali sono sedi di nodi SDH e/o WDM. Tipicamente si trovano nei capoluoghi di provincia; bisogna quindi prevedere raccordi (in fibra) dalla sede da collegare fino a queste centrali.

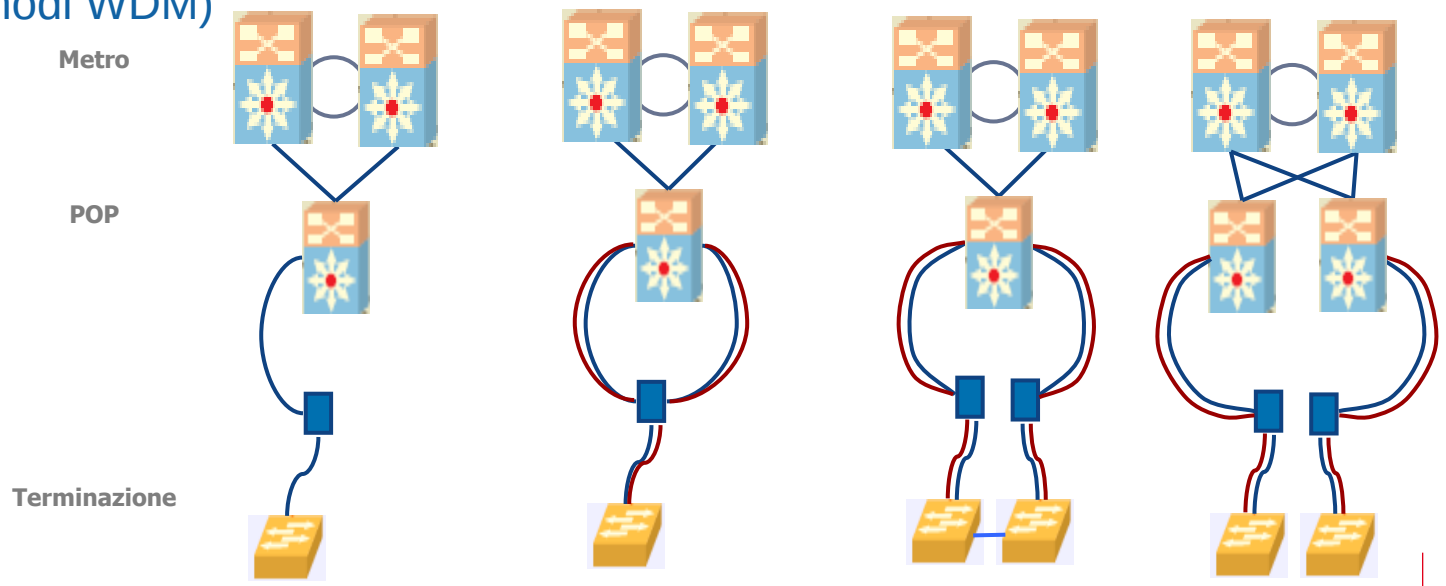
Collegamenti WDM protetti vs diversificati





Collegamenti GBE

- Sfruttando la rete di aggregazione OPM, sono disponibili collegamenti in fibra con terminazione di tipo Gigabit Ethernet (GBE) e molteplici configurazioni di accesso, in funzione del livello di affidabilità richiesto.
- La banda disponibile può essere scelta nell'intervallo 10 Mbit/s – 1 Gbit/s
- Questi collegamenti permettono di realizzare differenti tipologie di rete:
  - VPN di livello 2 (in ambito metropolitano, che può essere esteso in ambito interurbano)
  - Accesso a VPN IP/MPLS
  - Accesso Internet
- La copertura del servizio è estesa a oltre 7.000 centrali (in confronto a circa 1.400 centrali con nodi WDM)



Dark Fiber o Fibre Spente

- Gli Operatori possono anche realizzare un collegamento diretto (punto-punto senza apparati attivi intermedi) tra due sedi Cliente.
- E' necessario uno studio di fattibilità preliminare per verificare la disponibilità di fibre in rete di accesso e di giunzione (= tra Centrali/POP).
- E' compito degli apparati in sede Cliente agli estremi del collegamento «illuminare» la fibra, ossia generare il segnale ottico da far propagare sulla fibra.

Reti di accesso mobili

Accesso radio (wireless)

Punto-punto → ponti radio (SDH, WiMAX, *ad-hoc)*

Fixed/Nomadic Wireless → WiFi, WiMAX

Il terminale si connette alla rete (in presenza di copertura radio) quando è "fermo"; viceversa, quando il terminale è in movimento il collegamento non è assicurato.

Mobile Wireless → GSM/GPRS/EDGE/UMTS/HSPA/LTE

Il terminale deve connettersi a larga banda alla rete anche in condizione di mobilità veicolare

NB:

2G = GSM/GPRS/EDGE

3G = UMTS/HSPA

4G = LTE

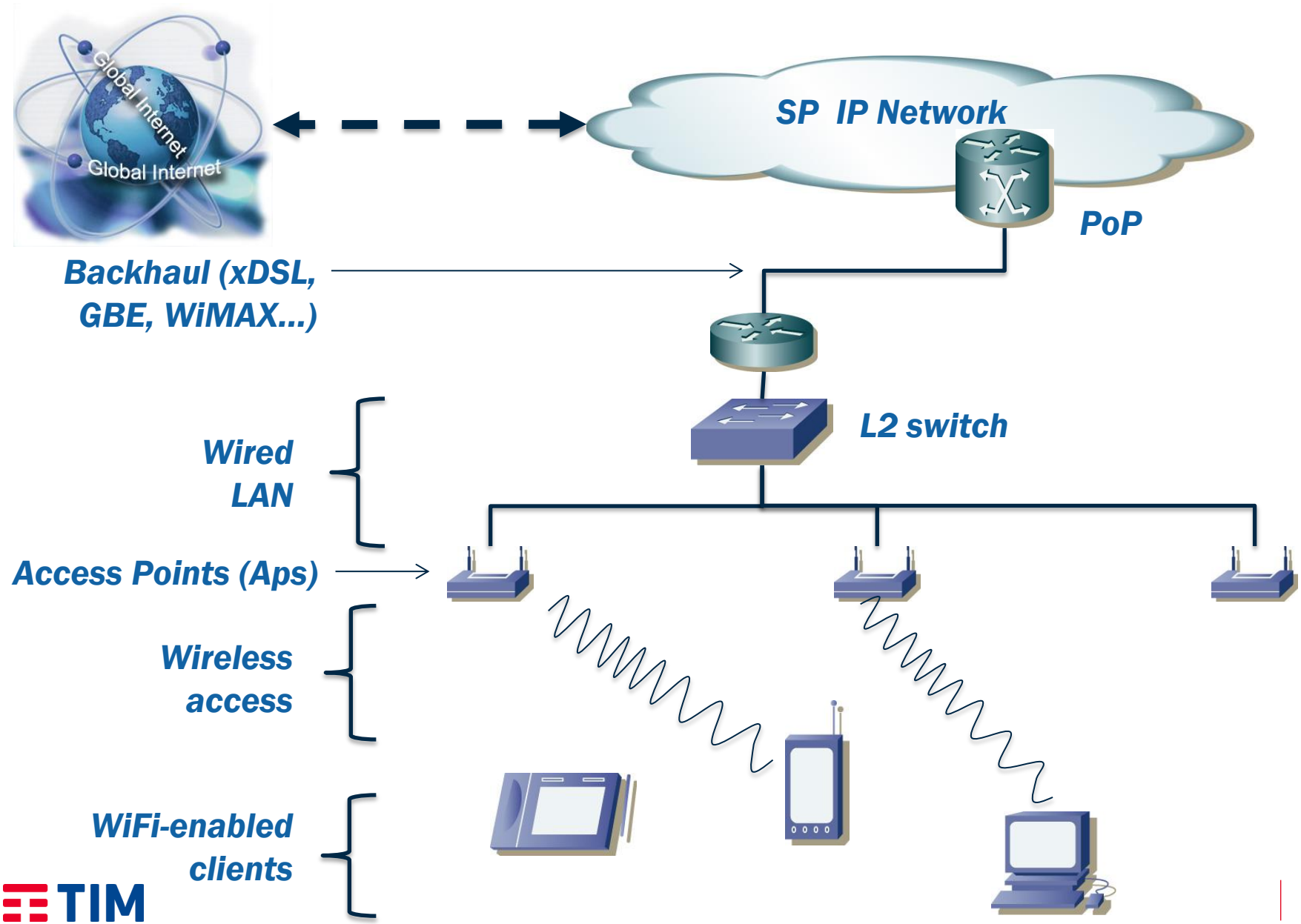
Wi-Fi in rete di accesso pubblica

Wi-Fi (standard: IEEE 802.11) è un complesso di standard per la realizzazione di Radio LAN (Wireless LAN o WLAN).

Hot-Spot: sito dotato di copertura radio Wi-Fi mediante il quale terminali compatibili possono collegarsi a

- Internet
- **Servizi VoIP**
- VPN aziendali
- Eventuali servizi a valore aggiunto non disponibili su Internet (*walled garden*)

Architettura di servizio di uno Hot-Spot



WiMAX (IEEE 802.16)

- **E' una tecnologia radio utilizzata soprattutto da operatori /service provider**
  1. come alternativa all'xDSL per fornire connettività Internet a larga banda con bitrate teoriche dell'ordine di 30 Mbit/s
  2. Per realizzare collegamenti punto-punto (ponti radio) di corto-medio raggio, tipicamente entro 50 km
- **Ha avuto una certa diffusione in vari paesi esteri e In Italia è utilizzata prevalentemente da operatori locali per fornire connettività Internet in assenza o limitata copertura ADSL**
- **Incertezza sul suo futuro a causa della competizione con LTE**

Mobile Wireless: tecnologie e servizi

Su rete GSM:

GPRS (General Packet Radio Service): servizio di trasmissione a commutazione di pacchetto. Non è propriamente una tecnologia ad alta velocità (velocità massima teorica: 53,6 kbit/s downlink e 13,4 kbit/s uplink)

EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) è una evoluzione del GPRS relativo esclusivamente alla tratta radio dove, grazie ad una tecnica di modulazione del segnale più sofisticata (8-PSK invece di GMSK), l'EDGE consente, in media, di triplicare la velocità di trasmissione rispetto al GPRS

Su rete UMTS

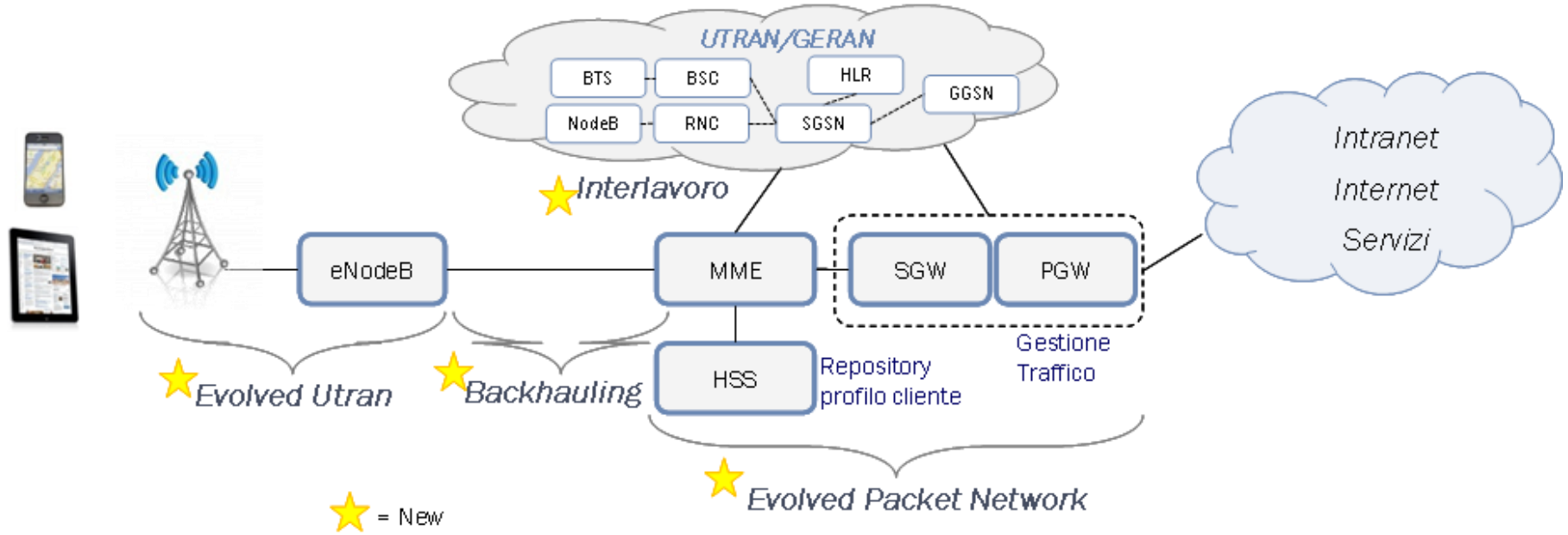
UMTS (Rel. 4) velocità massima teorica: 2 Mbit/s ridotta a 384 kbit/s per non soffocare la cella

HSPA (High Speed Packet Access) è una evoluzione di UMTS (Rel. 5) per il miglioramento delle prestazioni in downlink fino a 14 Mbit/s (teorici: previsti in rete Telecom 3,6 Mbit/s)

Focus su LTE

Architettura semplificata rispetto a UMTS:

- La rete di accesso è costituita da un unico elemento, evolved Node B (eNB)
- Dati e voce sono trasportati su IP; per questo la core network è una struttura unificata senza alcuna distinzione tra dominio a pacchetto e dominio a circuito

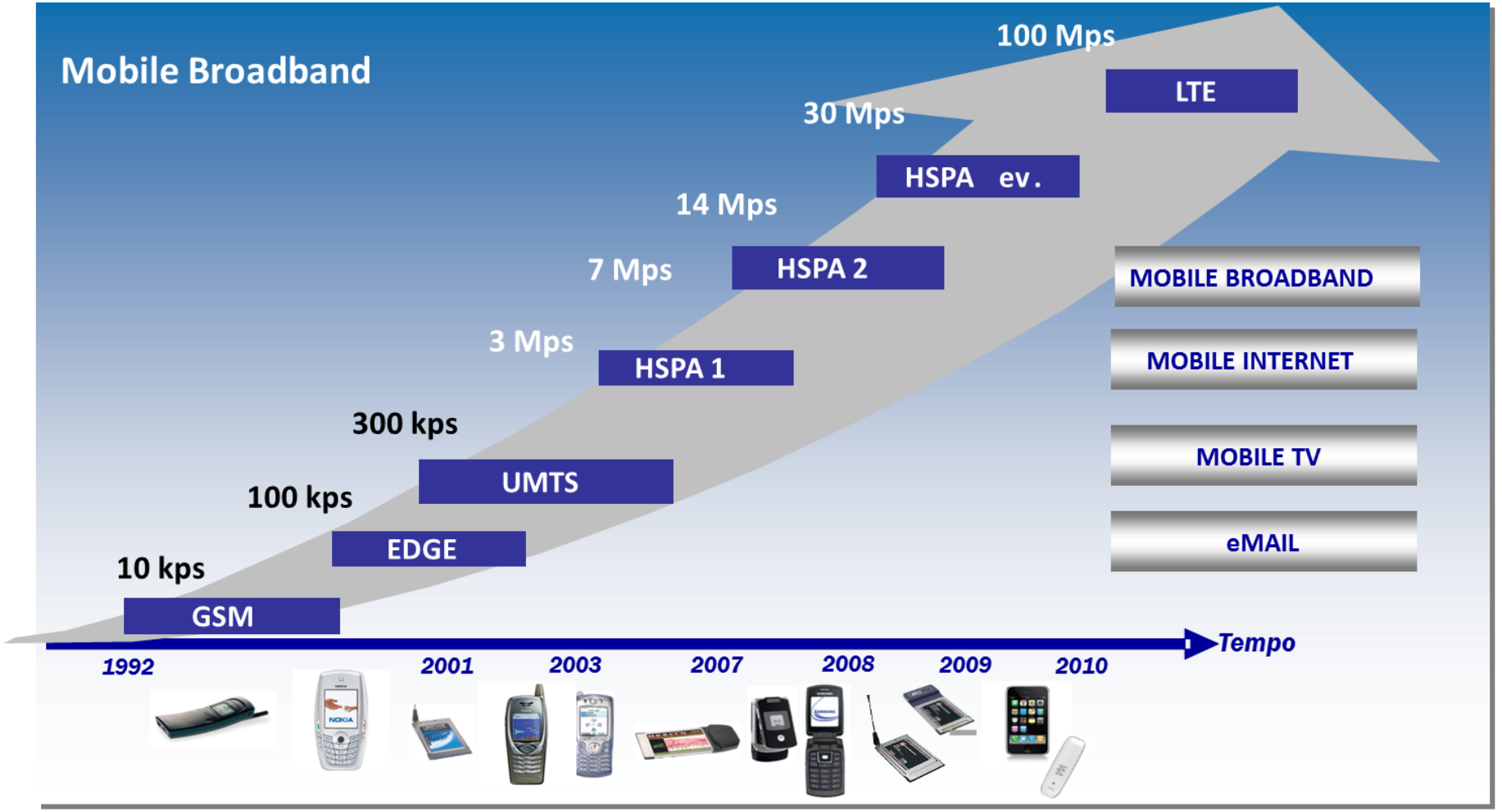


Prestazioni e copertura LTE

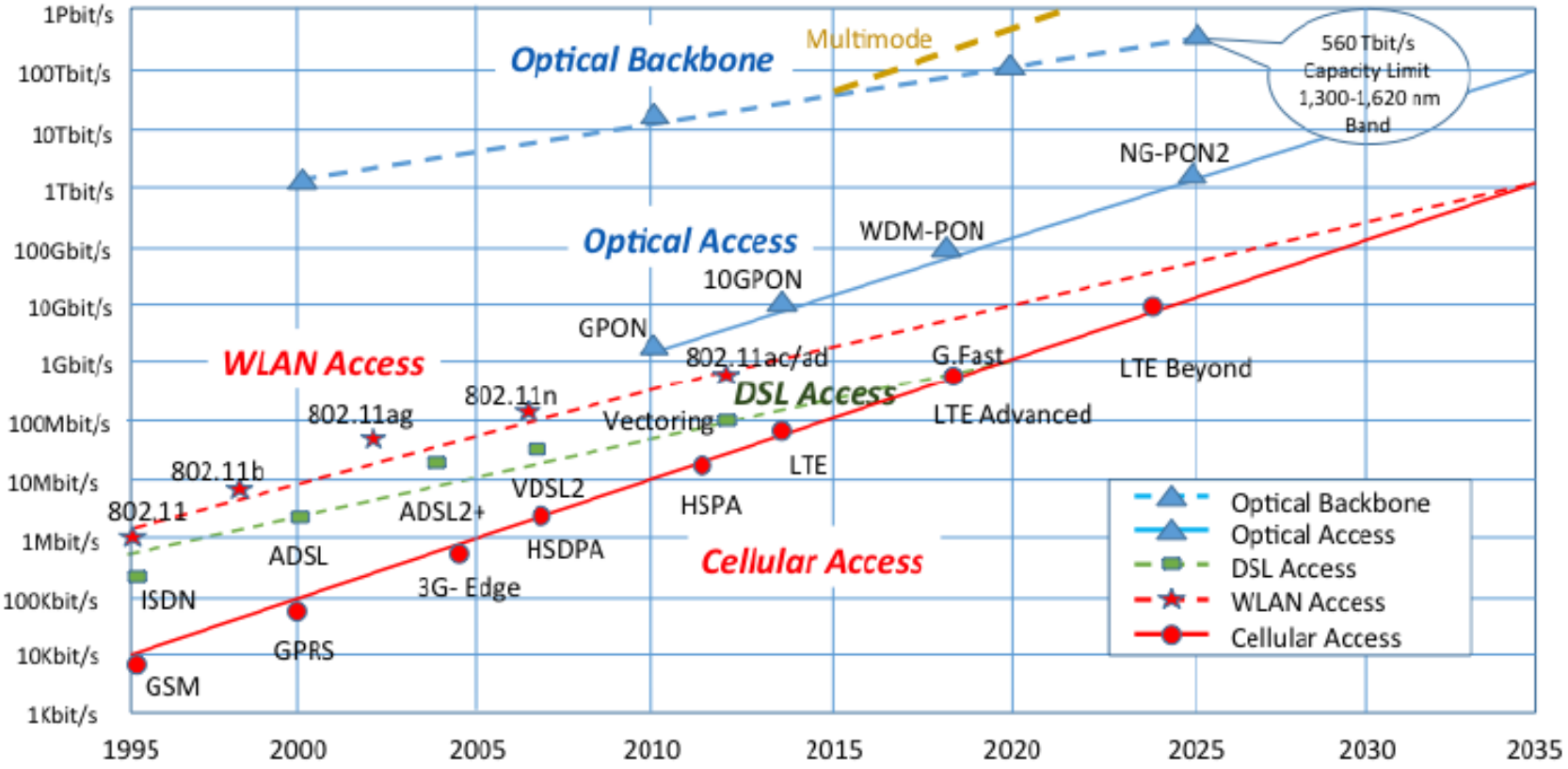
- Velocità teorica di picco del servizio LTE è 110 Mbps in download e 24 Mbps in upload.
- La velocità sale a 225 Mbit/s con la prestazione di ***Carrier Aggregation***, che consente di aggregare frequenze di diverse porzioni di spettro (LTE PLUS).
- Copertura del servizio al 31/01/2016: 88% circa della popolazione
- Il servizio LTE PLUS è disponibile oggi in circa 200 comuni.



Da dicembre Tim ha lanciato la Carrier Aggregation a tre portanti, LTE 3CA. La velocità di connessione è triplicata e raggiunge i 300 Mbps in download.


Mobile Broadband
100 Mps
LTE
30 Mps
HSPA ev.
14 Mps
7 Mps
HSPA 2
3 Mps
HSPA 1
300 kps
UMTS
100 kps
EDGE
10 kps
GSM
MOBILE BROADBAND
MOBILE INTERNET
MOBILE TV
eMAIL
Tempo
1992
2001
2003
2007
2008
2009
2010

Le prospettive tecnologiche a confronto



Fonte: M. Dècina, 2014, elaborazioni su dati dei Bell Labs, G. Fettweis, and others, 2013

NGAN – Next Generation Access Network

Lo scenario

Molteplicità di dispositivi



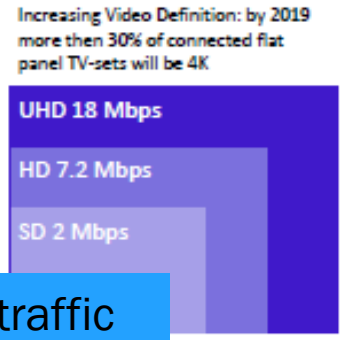


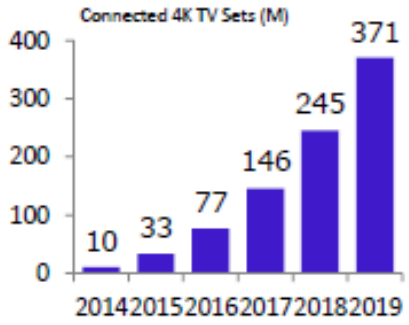


Two-thirds of all IP traffic will originate with non-PC devices by 2019



Video (Europa oltre il 40% del traffico nel 2013)





Mobilità

"Global mobile data traffic was 4 percent of total IP traffic in 2014, and will be 14 percent of total IP traffic by 2019"

Fonte: Cisco

Next Generation Network (NGN)

Le reti di nuova generazione o NGN si caratterizzano per:

- Convergenza dei servizi voce/video/dati su protocollo IP
- Utilizzo esclusivo di soluzioni a banda larga (broadband) o ultra-larga (ultra-wide band) in accesso
- Molteplicità di device connessi, di cui una quota rilevante è data dai terminali mobili
- Architetture «piatte», riduzione della stratificazione di rete
- Forte scalabilità di banda
- Meccanismi sofisticati per il trattamento ed il monitoraggio della QoE

NGN = NG Transport Network + *NG Access Network*

La Next Generation Access Network (NGAN) di Telecom Italia

T.I. , come tutti gli altri operatori di TLC nel mondo, ha deciso di evolvere verso una rete "All IP", in grado di supportare i servizi attuali e soprattutto di fornire le capability per i servizi futuri. Questo percorso è iniziato nel 2000:

2000 ÷ 2001: Pan European Backbone (PEB) per il traffico voce internazionale e il traffico dati

2000÷2004: Optical Transport Network (OTN) & Optical Packet Backbone (OPB);

2001÷2004: BBN su cui migra tutta la fonia di transito su backbone IP (Class 4 replacement);

2003÷2005: Piattaforma di controllo SIP per supportare i servizi VoIP;

2004÷2006: Optical Packet Metro (OPM)

NGAN: motivazioni

Sviluppo servizi

Mass Market fisso: servizi multimediali (Triple Play), abilitati dalla larga diffusione di profili ultra broadband, con velocità di picco downstream a 50/100 Mbit/s

Aziende/Pubblica Amministrazione: distribuzione applicazioni informatiche

Mobile: evoluzione verso il broadband mobile (>10 Mbit/s)

Ottimizzazione delle infrastrutture

Progressiva obsolescenza della rete di commutazione tradizionale, che richiede la sostituzione nel medio-lungo termine;

Progressiva saturazione della rete di accesso in rame, al crescere della penetrazione dei servizi broadband;

Minori costi operativi

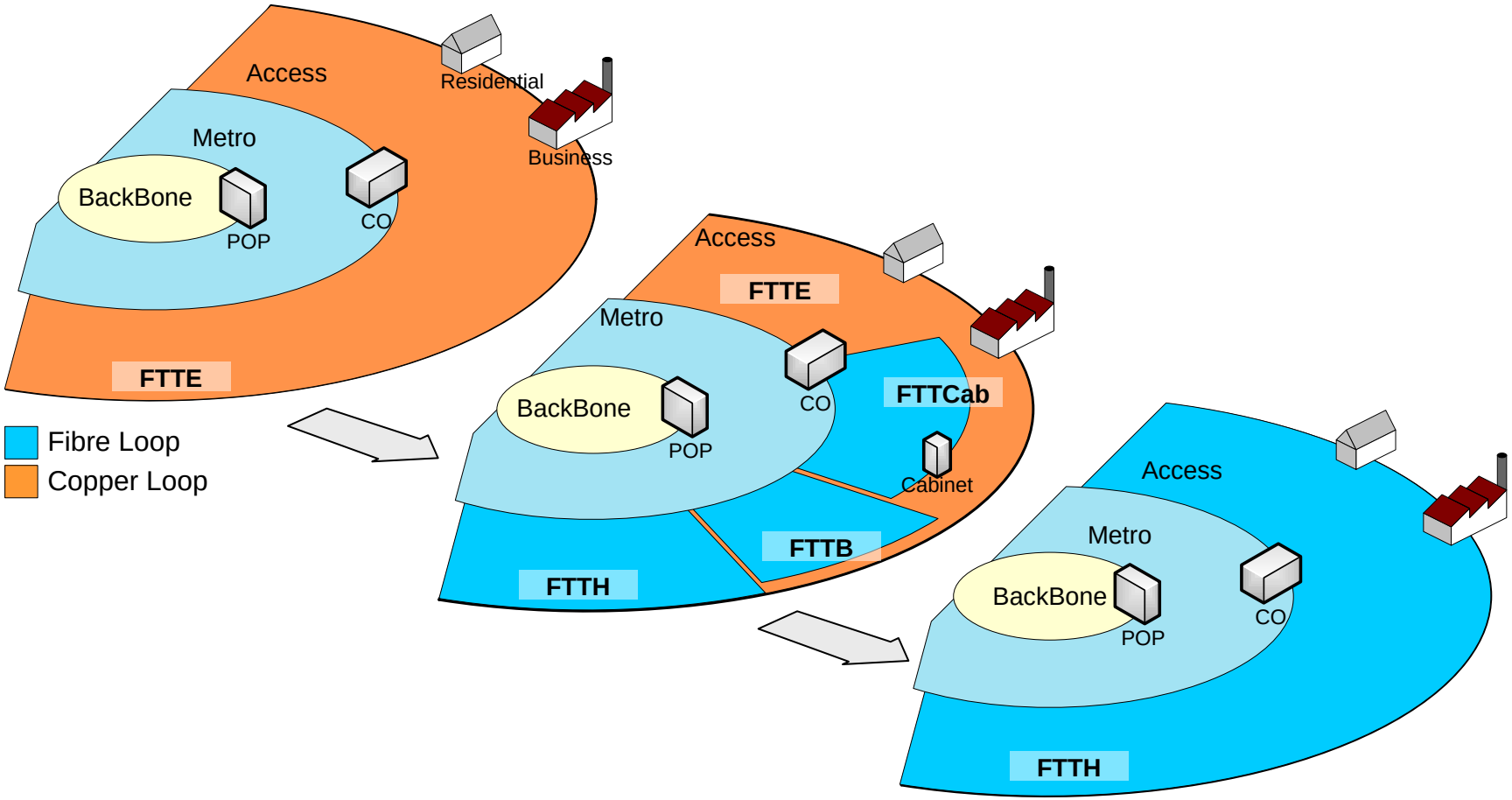
NGAN: scenari di diffusione

Il percorso verso la NGN prevede in generale due metodologie di diffusione :

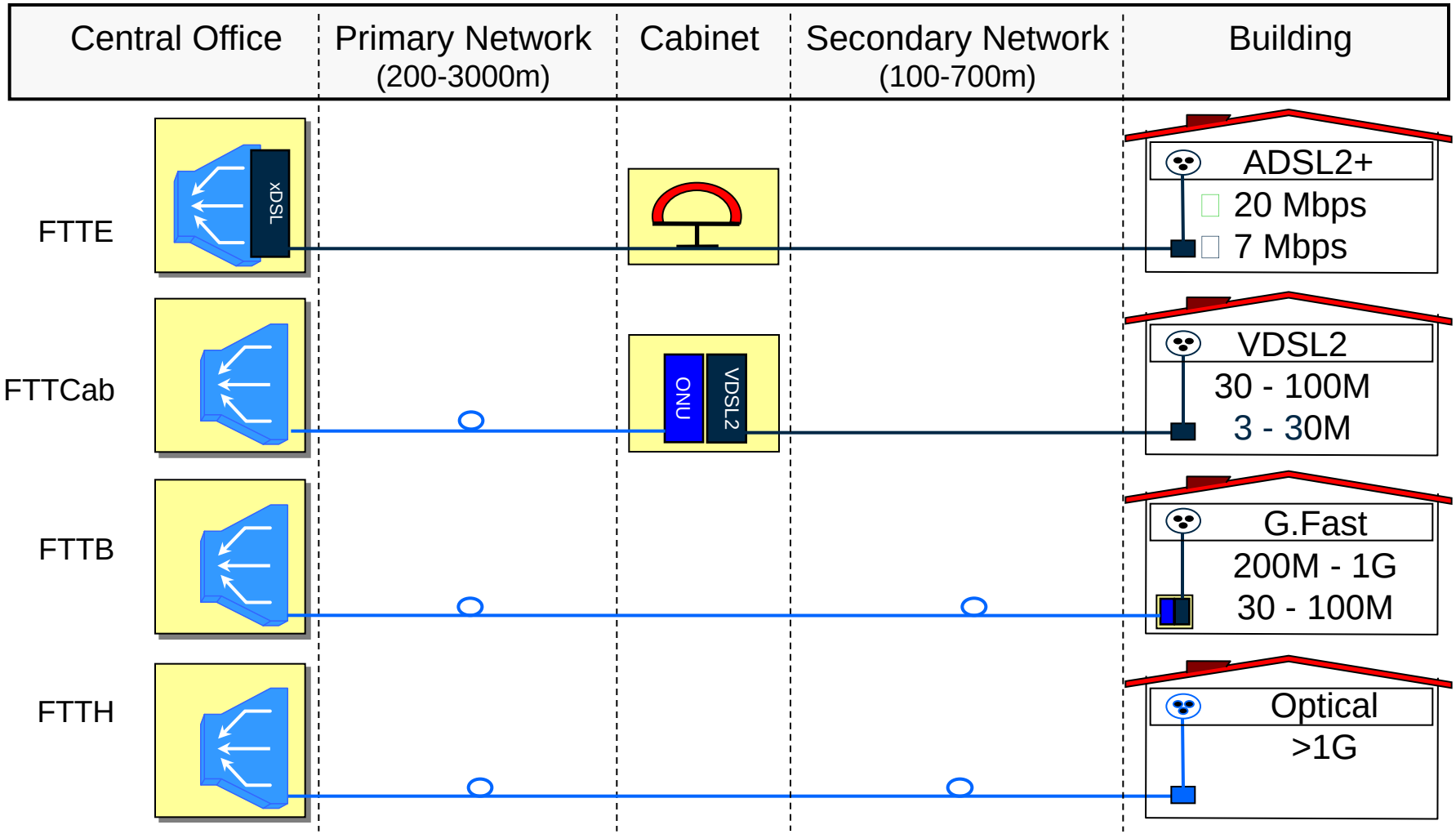
Overlay: affiancamento alle reti tradizionali di una nuova rete di accesso ultra-broadband per offrire servizi IP evoluti solo ai clienti che ne fanno richiesta

Total replacement: realizzazione di una nuova rete di accesso ultra-broadband sulla quale migrare la totalità dei clienti di una centrale (sia BB che NB) e sostituzione delle reti di accesso tradizionali (servizi tradizionali simulati/implementati su IP)

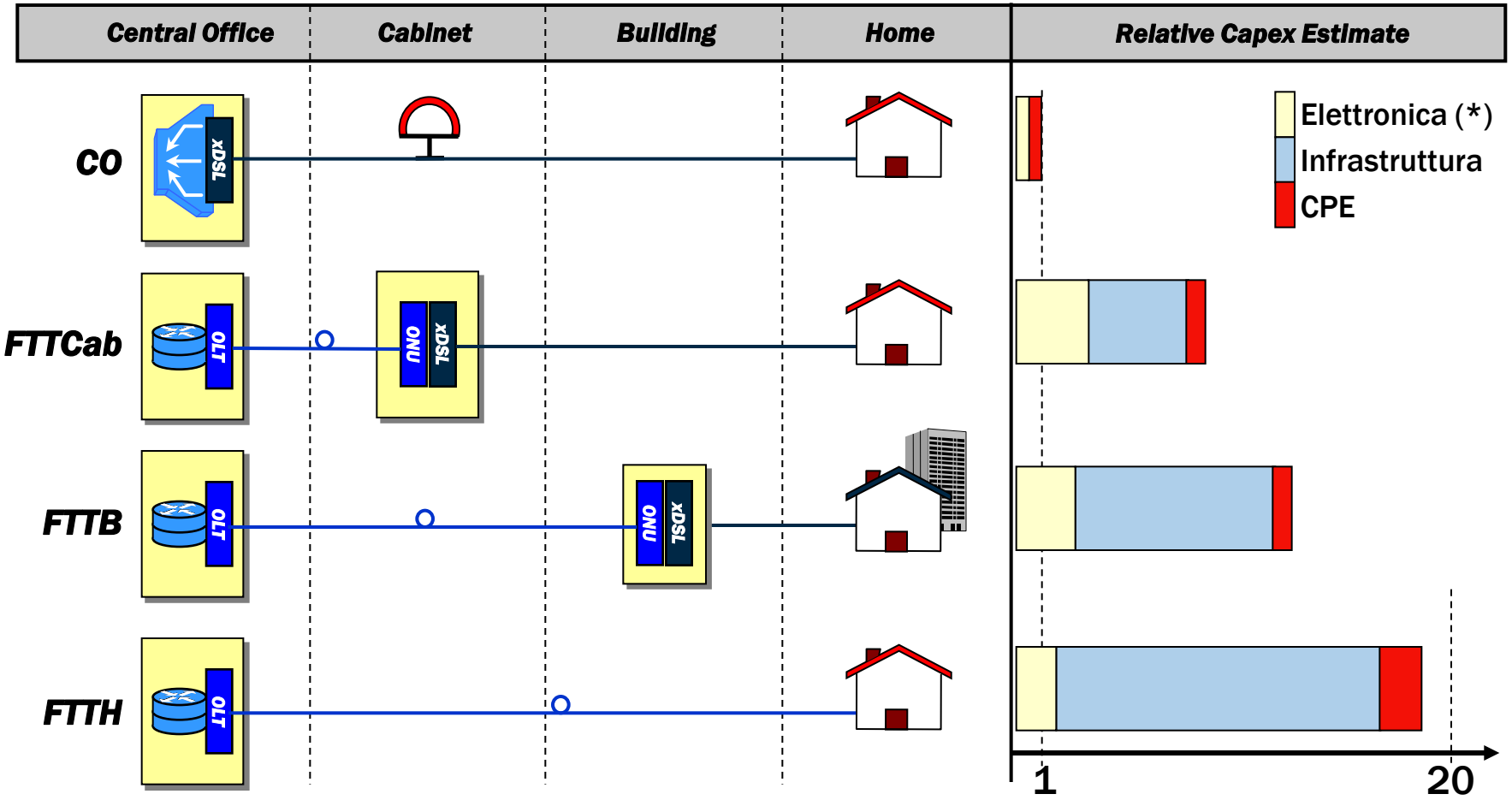
Le scelte tecnologiche e le prospettive di sviluppo della NGAN



Le soluzioni architetturali per l'accesso NGN2

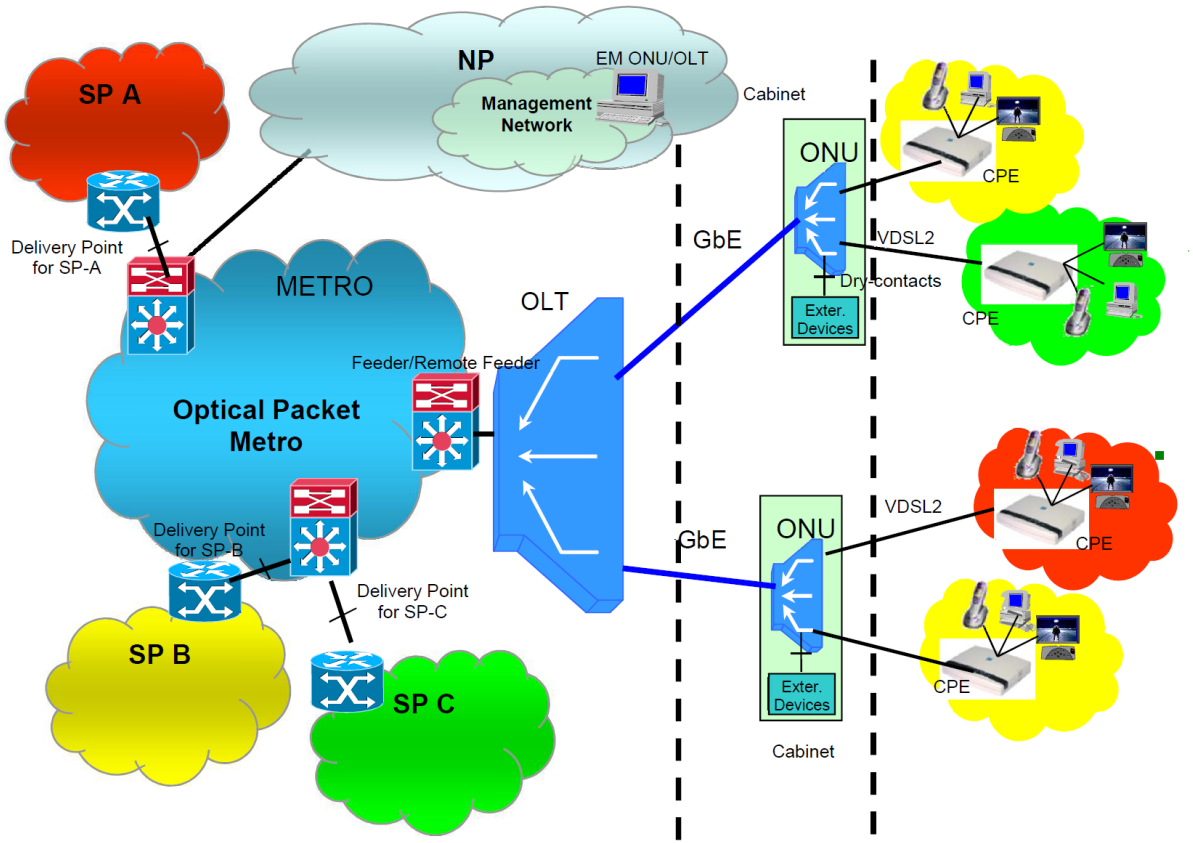


Un confronto fra le componenti di investimento

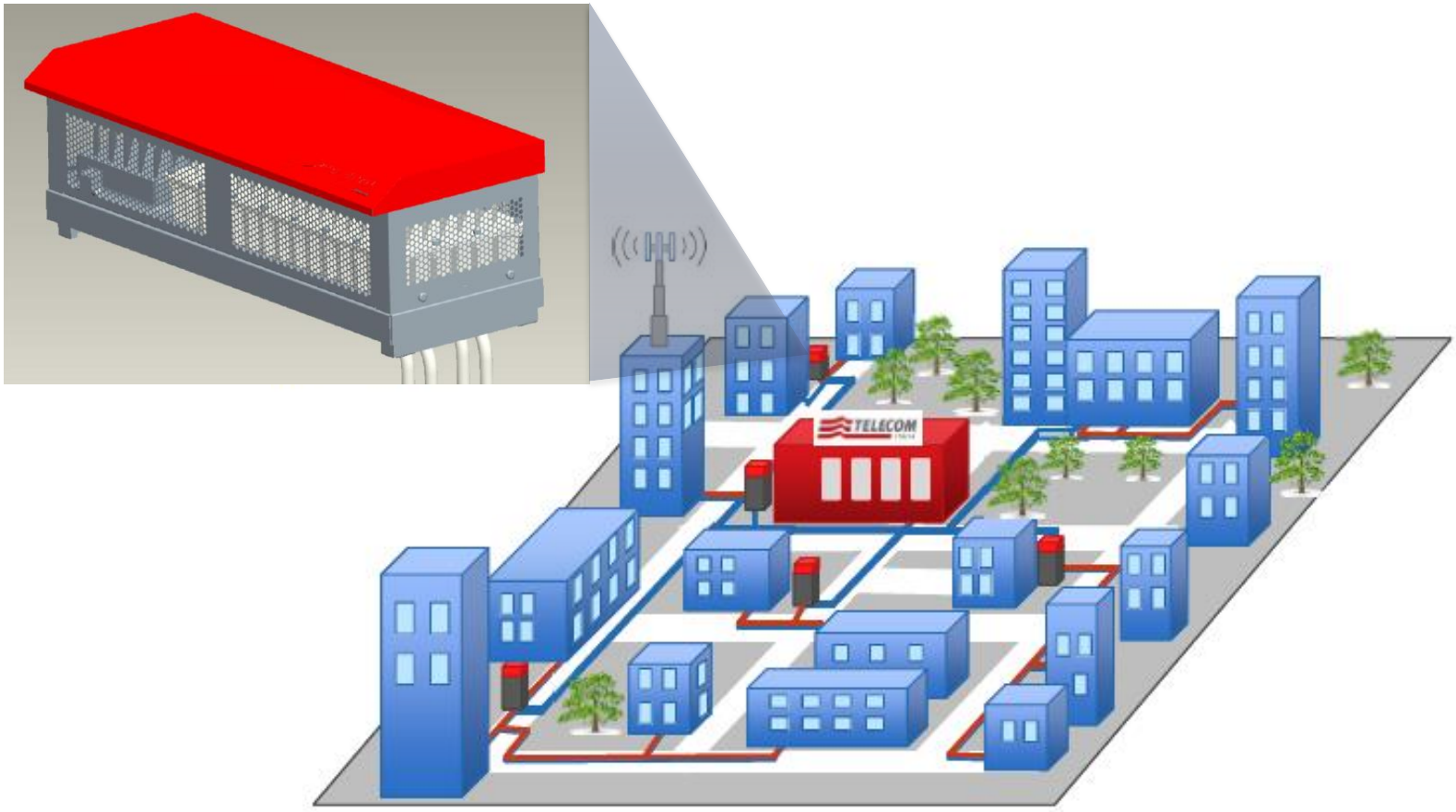


Architettura NGAN per obblighi regolatori

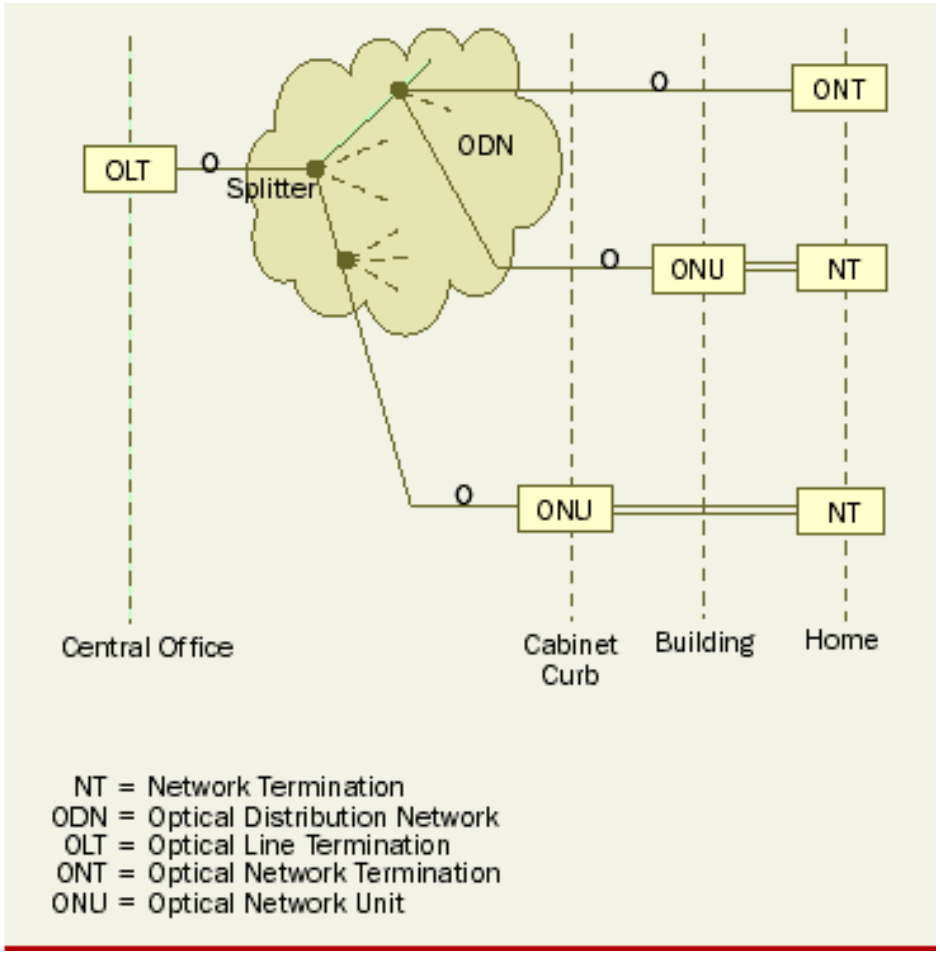
- Solo TIM ha la rete in rame, ma l'architettura della NGAN è predisposta per consentire agli altri Operatori di rivendere anche questi servizi ai propri Clienti (come per ADSL/ADSL2+)

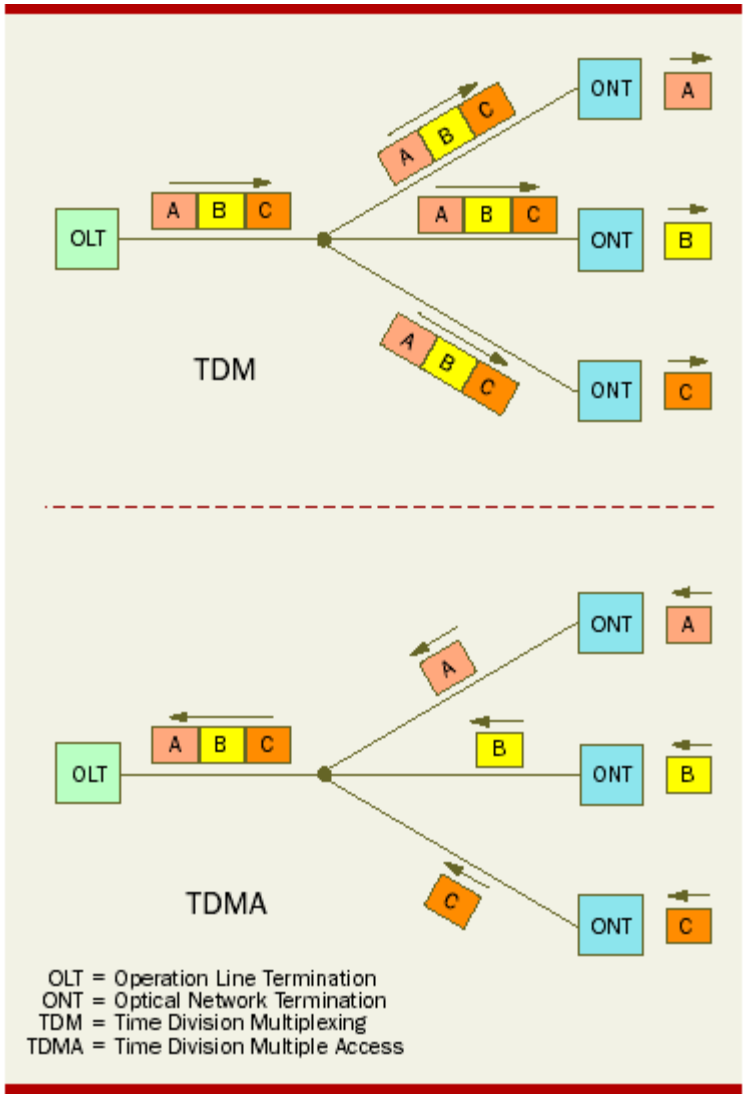


Alloggiamento ONU + VDSL sull'armadio



PON e GPON


OLT
Splitter
ODN
ONT
ONU
NT
ONU
NT
Central Office
Cabinet
Curb
Building
Home
NT = Network Termination
ODN = Optical Distribution Network
OLT = Optical Line Termination
ONT = Optical Network Termination
ONU = Optical Network Unit


OLT
A B C
ONT
A
B
C
TDM
TDMA
OLT = Operation Line Termination
ONT = Optical Network Termination
TDM = Time Division Multiplexing
TDMA = Time Division Multiple Access

Dettagli sulle GPON

Standard di riferimento: ITU-T G.984.x, prodotti dal SIG FSAN

I componenti attivi della GPON sono la OLT e la ONU/ONT, mentre la ODN è interamente passiva (= è composta di fibra e di diramatori)

Con le tecnologie attuali, una OLT può pilotare fino a 128 ONU/ONT (= *il fattore di splitting della GPON è 1:128*)

Fattori di splitting più alti (=maggior numero di ONU/ONT) determinano

- Banda condivisa tra un maggior numero di utenti
- Minore distanza massima OLT – ONU/ONT perché si riduce il power budget per terminazione

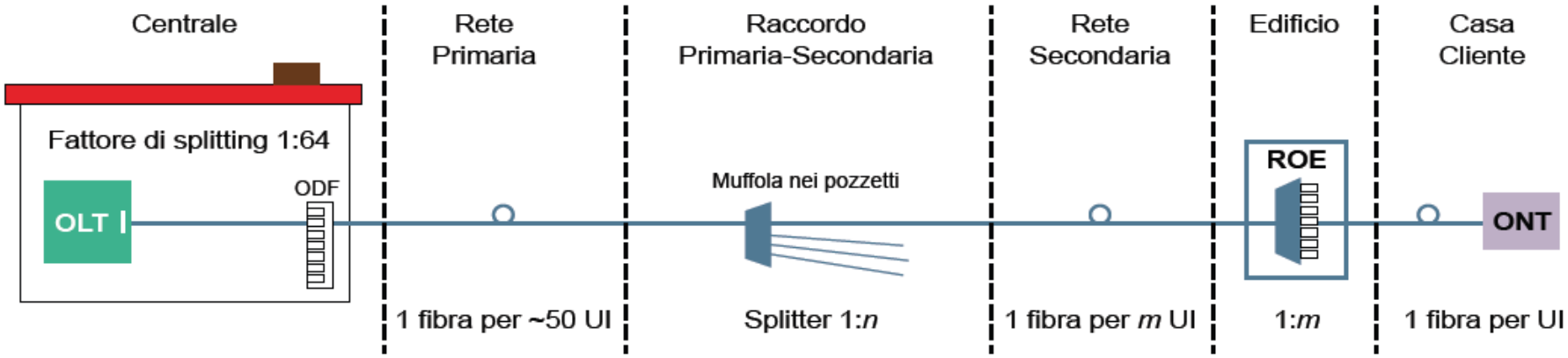
Una sola fibra per entrambi i versi di trasmissione

- Upstream nella banda 1260-1360 nm - @ 1,244 Gbit/s
- Downstream nella banda 1480-1500 nm @ 2,488 Gbit/s

Evoluzione GPON e protezione degli investimenti

- Aumento fattore di splitting
- Aumento bitrate (XG-PON 10 Gbit/s PON, NG-PON2)

Architettura GPON per NGAN



Due stadi di splitting (Muffola + Edificio) dove n x m = 64

ODF = Optical Distribution Frame (Permutatore ottico)

ROE = Ripartitore Ottico di Edificio

Vantaggi delle GPON nella NGAN

Utilizzo più efficiente delle fibre, con minore impatto in caso di scavi

Minore consumo energetico: per una centrale di 20.000 clienti

GPON = 42 MWh

PtP = 350 MWh

Percorso evolutivo già tracciato in sede di enti di standardizzazione:

XG-PON

NG-PON2

Adozione da parte dei maggiori operatori (*elenco non esaustivo*)

Europa: Telefonica; France Telecom; Deutsche Telecom; BT/Open Reach; Portugal Telecom; Telenor;

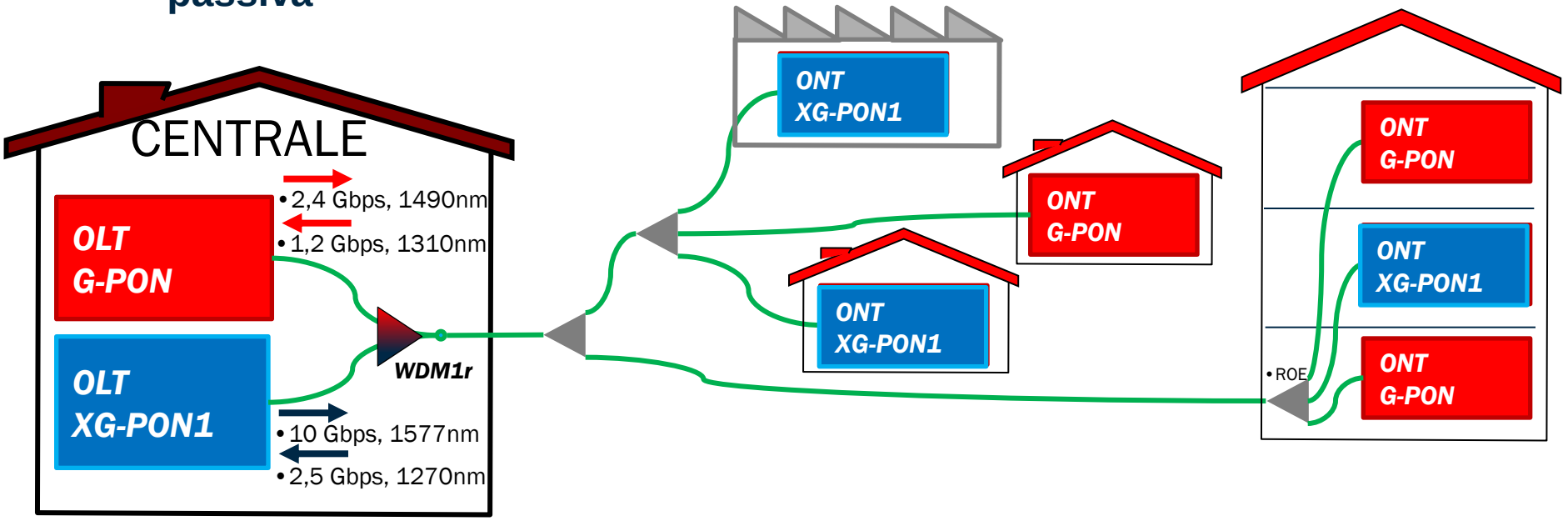
Resto del Mondo: Verizon; AT&T; NTT; KDDI; Korea TELECOM; LG Powercom; China Telecom; M-NET; Etisalat; Lafayette Utilities System; Nigeria Telecom; Qatari Telecom; Telstra

GPON negli scenari NGAN

Scenario	Descrizione	Pro	Contro
FTTH	La ODN è estesa all'edificio, con una distribuzione in fibra fino alle singole unità abitative, dove saranno collocate le ONT destinate a servire il singolo Cliente	Banda (e sua scalabilità) per il Cliente finale	Cablaggio in fibra sino alla sede Cliente
FTTB	Il secondo livello di splitting è esterno all'edificio, dove si trova una ONU (alimentata), dalla quale partono doppini in rame su cui si utilizza VDSL2 verso i singoli Clienti.	Riutilizzo cablaggio interno in rame	Minore banda per Cliente Ospitalità ONU
FTTC	La ODN è terminata sull'armadio ripartilinea. La ONU è telealimentata e da essa partono i circuiti in rame VDSL2	Riutilizzo cablaggio interno in rame Assenza servitù	Minore banda per Cliente Limitazione sulle distanze

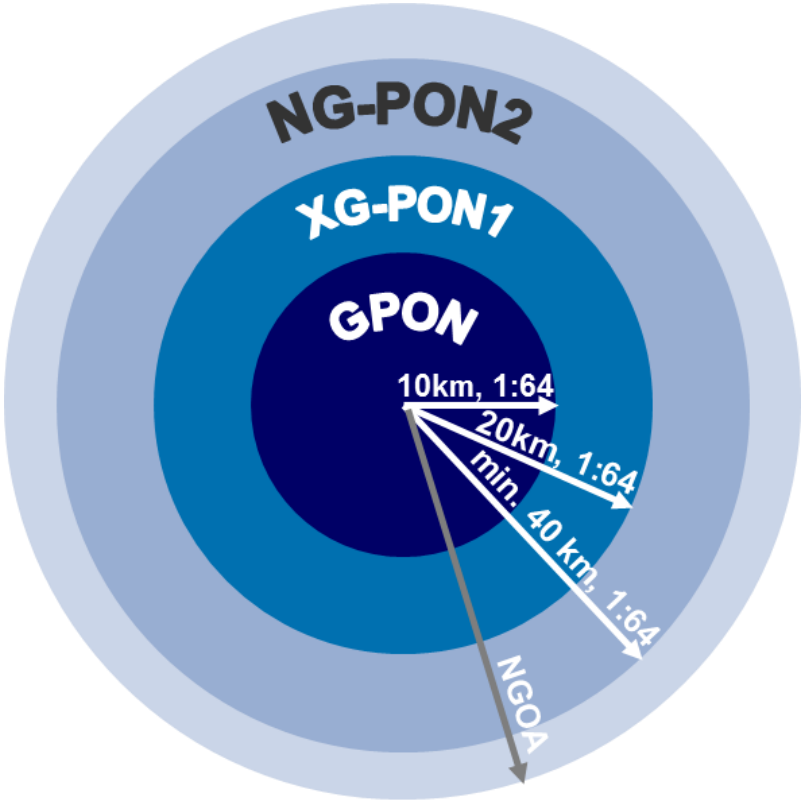
XG-PON1: Evoluzione delle GPON verso 10 Gbps

- **10 Gbps** Downstream + **2.5 Gbps** Upstream
- **Interoperabilità** OLT-ONT ereditata dai sistemi GPON
- **Coesistenza** GPON e XG-PON1 sulla **stessa infrastruttura ottica passiva**



Evoluzione delle tecnologie PON per l'accesso fisso

- GPON
- XG-PON1
- NG-PON2
  - In via di definizione in FSAN
  - Requisiti degli Operatori
    - ✓ 40/10 Gbps (target minimi)
    - ✓ 64 - 1000 ONU per feeder
    - ✓ Almeno 40 km di portata
    - ✓ stessa ODN sistemi GPON



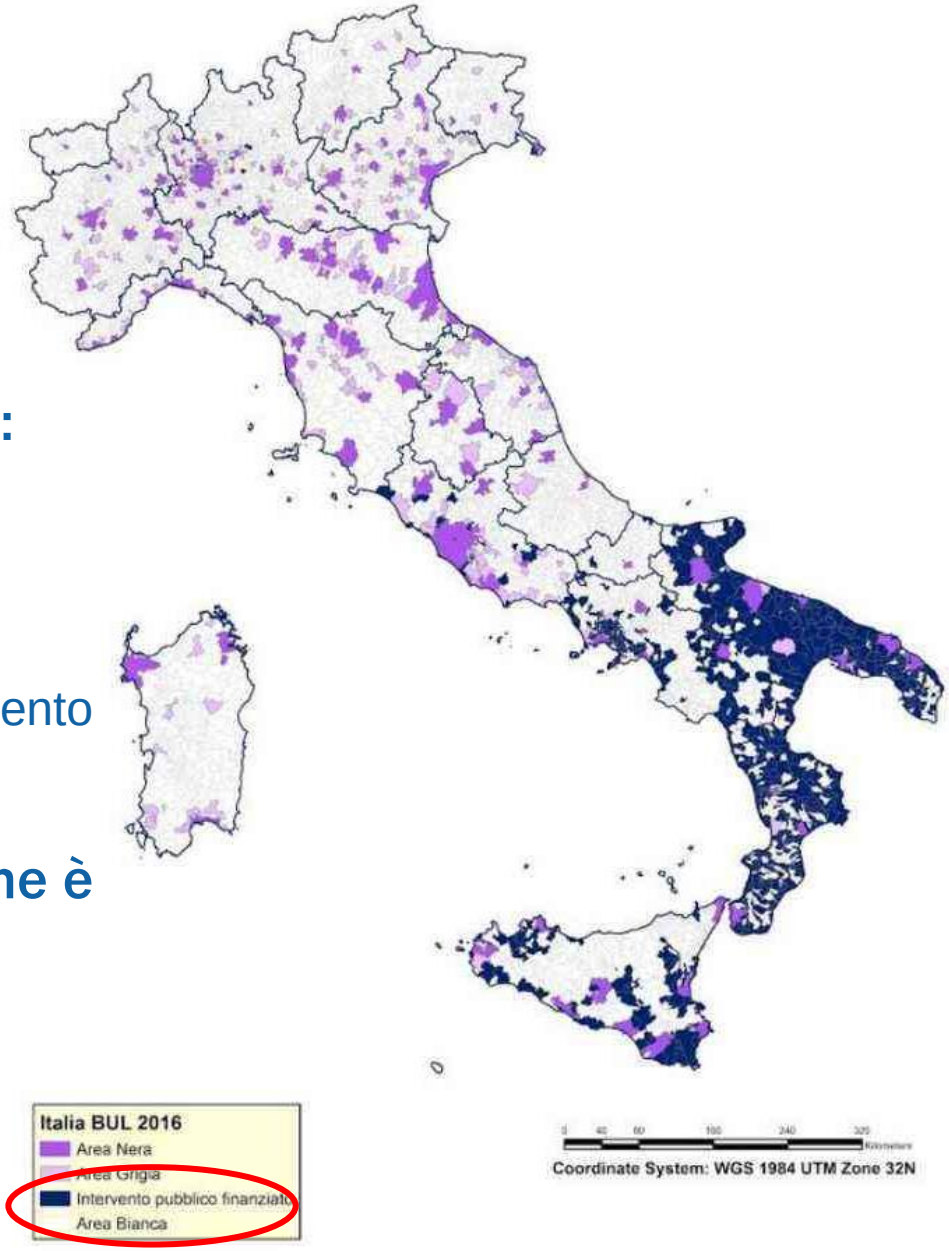
La situazione e i progetti in Italia (cenni)

La situazione italiana

Classificazione del territorio in funzione dei servizi di tlc [UE]:

- **Aree Nere**: 2+ operatori
- **Aree Grigie**: 1 operatore
- **Aree Bianche**: 0 operatori (fallimento mercato)

Attenzione: questa classificazione è legata allo specifico servizio!



Banda Larga vs Banda Ultralarga

- Convenzionalmente, per «**Banda Larga**» in ambito telecom, si intendono i collegamenti di accesso con bitrate superiore a 2 Mbit/s

  Negli anni '90 si distingueva tra narrow-band ISDN (64 kbit/s – 2 Mbit/s) e broadband ISDN/ATM (34 – 155 Mbit/s)

- Nel linguaggio comune, tecnologie xDSL = banda larga
- Semplificando, i servizi a banda larga possono essere realizzati su reti in rame (FTTE) con bitrate tipiche da 2 a 20 Mbit/s *downstream*
- Con **Banda Ultralarga** (BUL) si indicano collegamenti con bitrate ≥ 30 Mbit/s

  Strategia italiana per la banda ultralarga: target 100 Mbit/s, min. 30 Mbit/s

- BUL impone architetture FTTC/FTTH (ibride fibra+rame o solo fibra)

L'Agenda Digitale

Cluster	% pop.	# Comuni	Copertura attuale (*)	Target upgrade (2020)	Area UE (°)
A	15% (9,4M)	15	30 Mbit/s FTTC	Da 30 a 100 Mbit/s	Nere
B	45% (28,2M)	1.120	30 Mbit/s FTTC in 102 comuni	Da 2-30 a 100 Mbit/s	Nere+Grigie
C	25% (15,7M)	2.650	ADSL	Da 2 a 30/100 Mbit/s	Bianche
D	15% (9,4M)	4.300	ADSL (97%)	Da 2 a 30 Mbit/s	Bianche

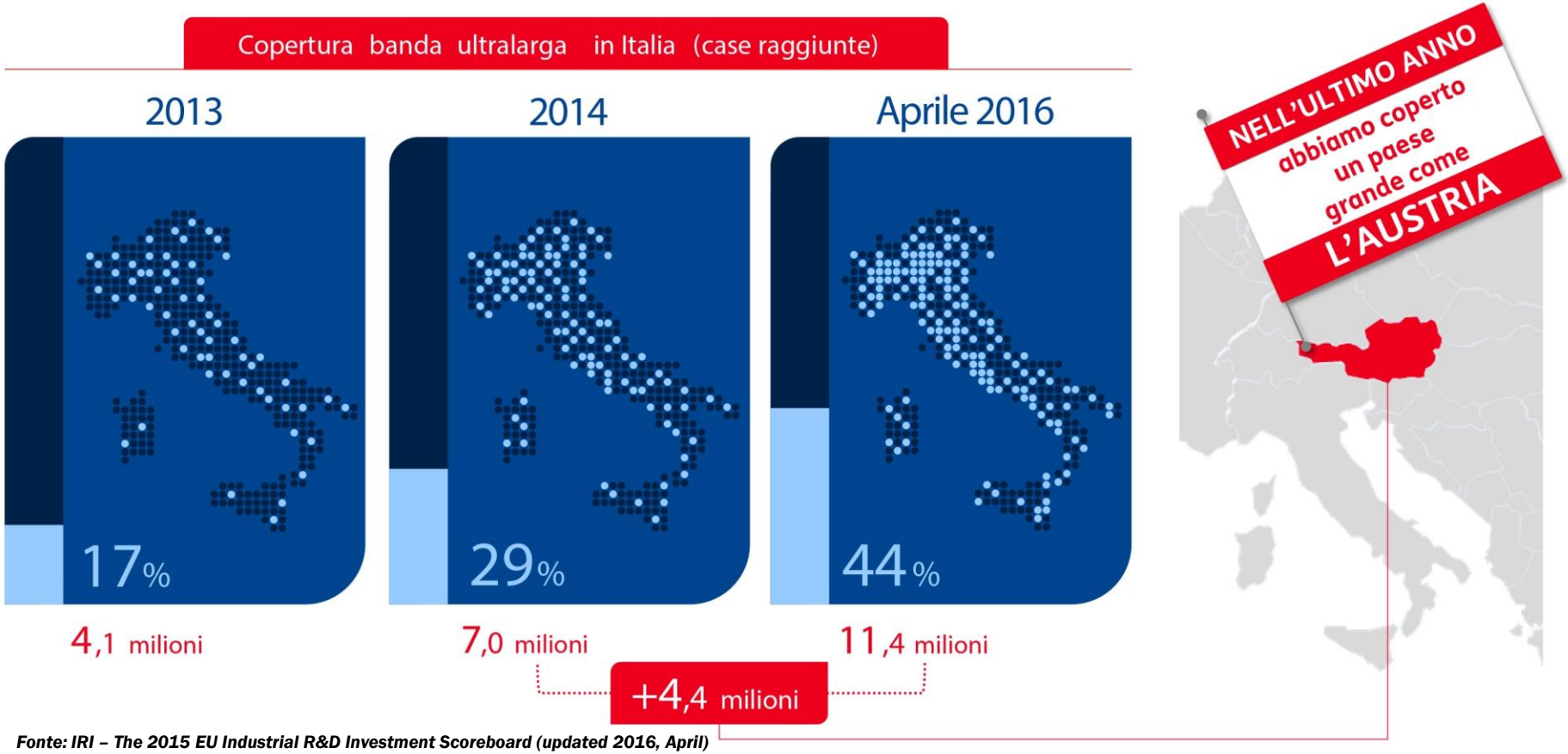
(*) a luglio 2014
(°) rispetto a copertura 30 Mbit/s

AGID ha suddiviso il territorio in 94.000 sotto-aree classificate in cluster A, B, C o D ai fini della definizione della strategia di (eventuale) intervento pubblico

I Piani di sviluppo di TIM

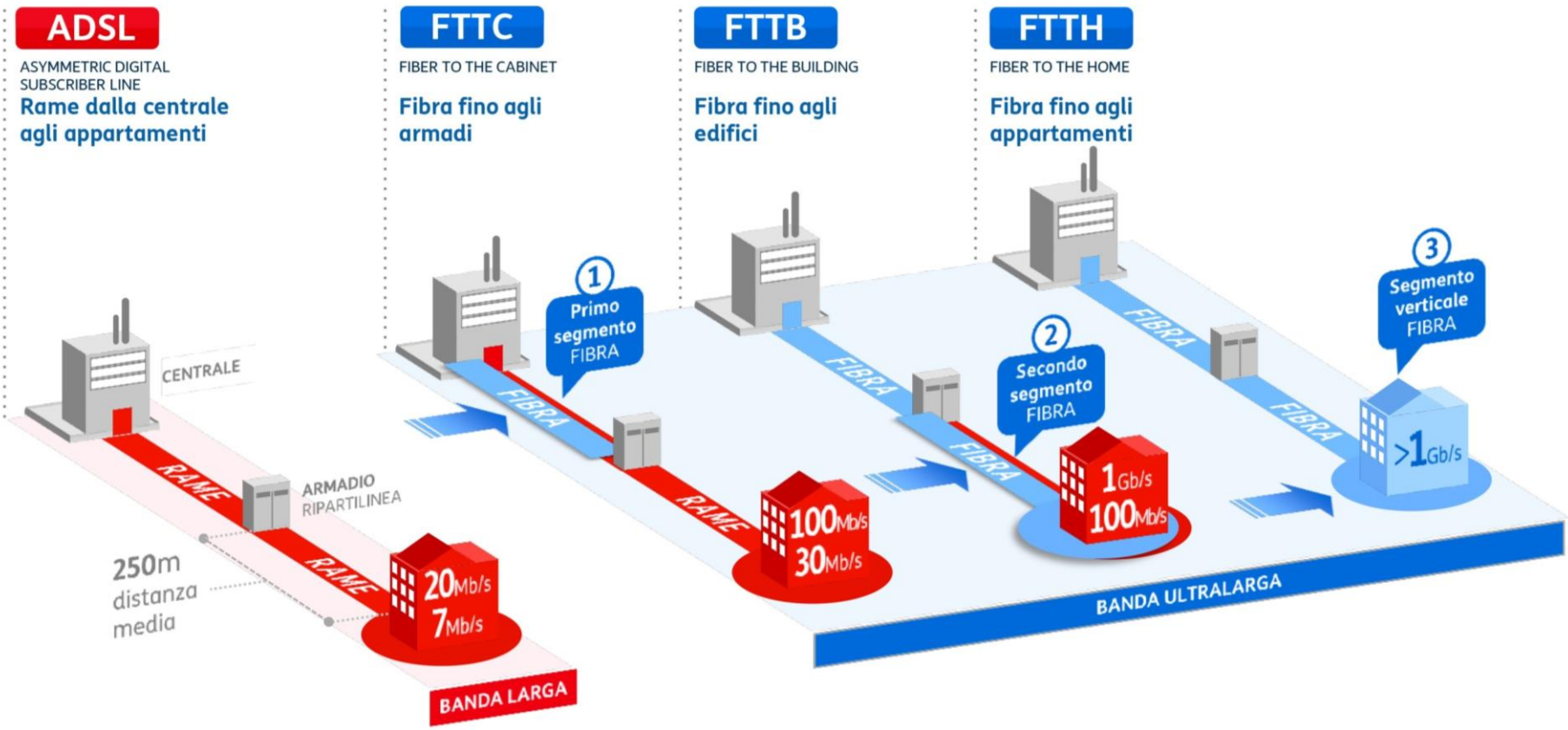
Col suo Piano Industriale 2016-2018 TIM si è assunta l'obiettivo di coprire con reti ultrabroadband l'84% delle abitazioni entro fine 2018, posando quasi 18 milioni di chilometri di fibra ottica. Ad aprile 2016, la copertura ha raggiunto il 44% delle case degli italiani. Inoltre, con la Banda Ultra Larga mobile 4G TIM ha oggi raggiunto 6.250 comuni, pari a oltre il 91% della popolazione e con l'obiettivo di raggiungere circa il 98% entro il 2018.

Cosa significa 44% di copertura?

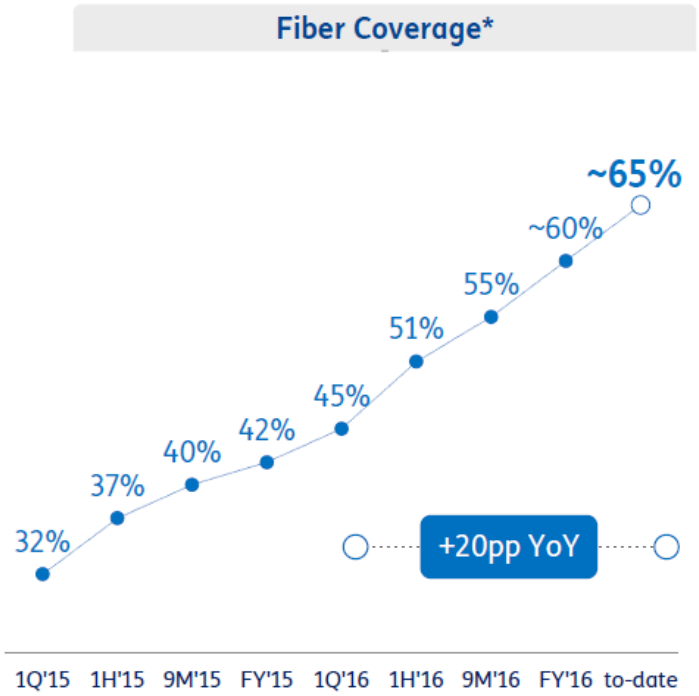


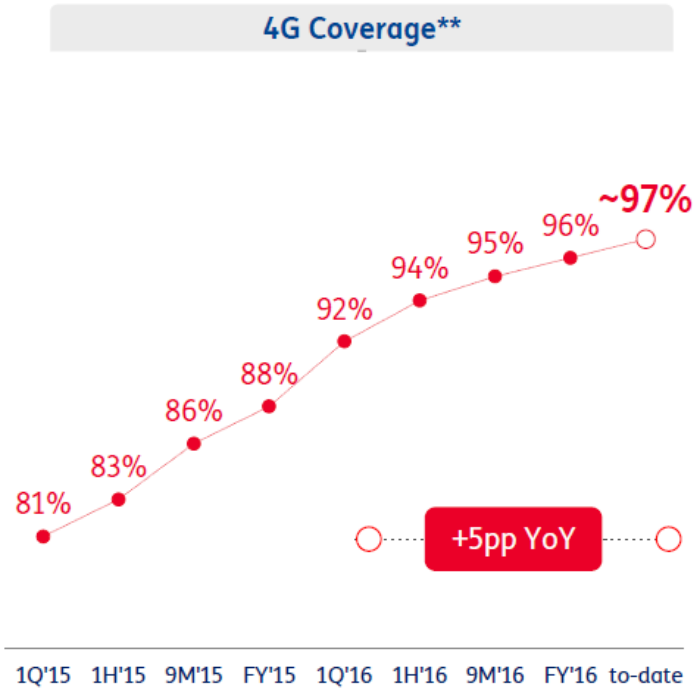
Fonte: IRI – The 2015 EU Industrial R&D Investment Scoreboard (updated 2016, April)

La strategia evolutiva TIM



Qualche numero





(*) Abitazioni raggiunte
(**) Copertura popolazione

~65% abitazioni
~91k armadi
~147k terminali FTTH installati
15.4mln abitazioni raggiunte in FTTC
1.3mln abitazioni collegate via FTTH

~97% copertura LTE outdoor
~15,000 nodi LTE
7,000+ comuni coperti di cui
770 4G +, 4.5G
in 70 città, velocità fino a 300 Mbit/s
in 3 città, velocità fino a 500 Mbit/s

Fonte: adattato da «Telecom Italia Group Results – 1Q'17»

Grazie

massimo1.giuliani@telecomitalia.it