

Alessandro Inzerilli (GARR)

La rete GARR e le attività del NOC

- La rete GARR oggi
- Bignami di tecniche di trasmissione ottica
- Due case studies «reali»
- Dallo Speed Test al capire le performance di rete
- Il GARR-NOC...consigli per l'uso

Potenziamento strutturale
Avviso D.D.274
del 15/02/2013



Alessandro Inzerilli (GARR)

La rete GARR oggi

- Il GARR
- Il backbone della rete GARR-X
 - La dorsale in fibra ottica
 - L'Infrastruttura trasmissiva
 - La rete IP/MPLS
- I punti di presenza (PoP)
- I Peering
- La rete d'accesso
- I servizi di rete
- La gestione della rete GARR
- Evoluzione della rete GARR: da GARR-B a GARR-X Progress
- I progetti GARR-X e GARR-X Progress
- Il futuro della rete GARR

- **GARR è un'associazione senza fini di lucro**
- Soci fondatori: CNR, ENEA, INFN e Fondazione CRUI
- sotto l'egida del MIUR



- La rete GARR, dedicata alla **comunità dell'istruzione, della ricerca e della cultura** fornisce:
 - Connettività ad altissime prestazioni
 - Servizi di rete e applicativi
 - Supporto a progetti e infrastrutture di ricerca
- **GARR non è un Internet Service Provider**
- La rete GARR è finanziata dagli utilizzatori (**community network**)



DORSALE

- 9000 km di fibra ottica
- Capacità fino a 100 Gbps



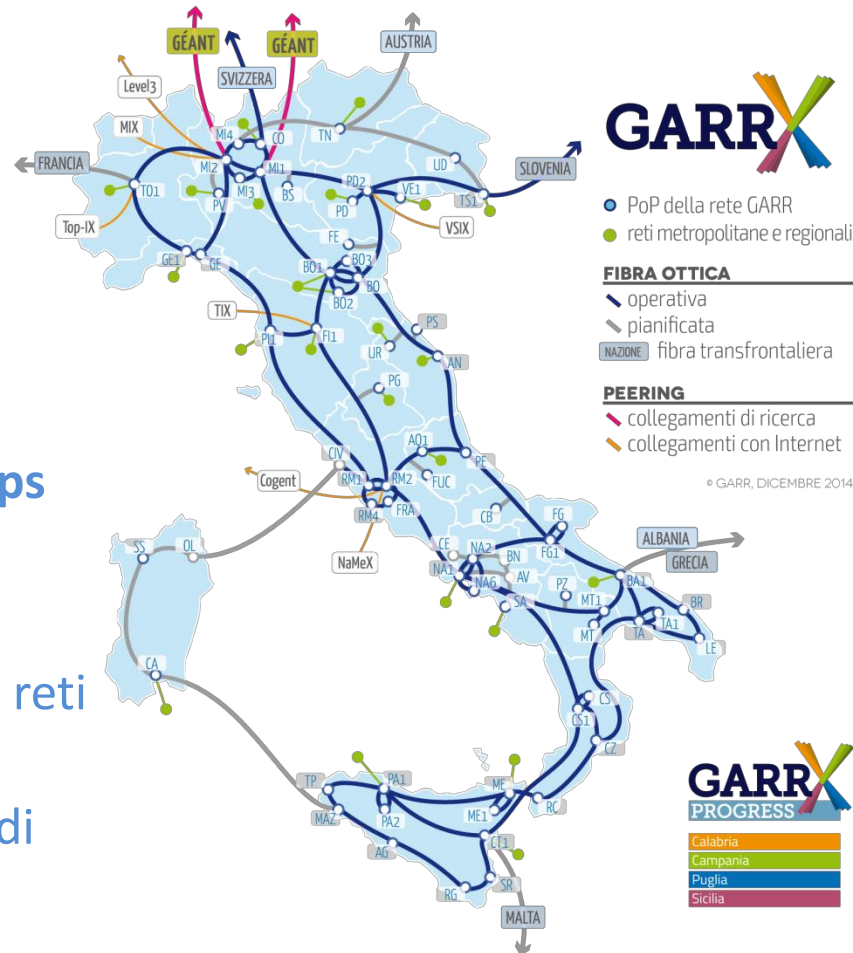
ACCESSO

- 4000 km di fibra ottica
- Collegamenti fino a multipli di 10 Gbps








INTERCONNESSIONI MONDIALI

- Integrata nel sistema mondiale delle reti dell'istruzione e della ricerca
- Connessione a 100Gbps alla dorsale di rete europea GÉANT
- Collegamenti con l'Internet globale



Circa 800 sedi connesse

-  100 università statali e non statali
-  350 istituti di ricerca scientifica e tecnologica
-  60 istituti di ricerca biomedica
-  65 tra biblioteche, musei e istituzioni culturali e di formazione
-  170 scuole

Progetti e accordi di collaborazione con:

- Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca
- Ministero della Salute
- Ministero per i Beni e le Attività Culturali e per il Turismo



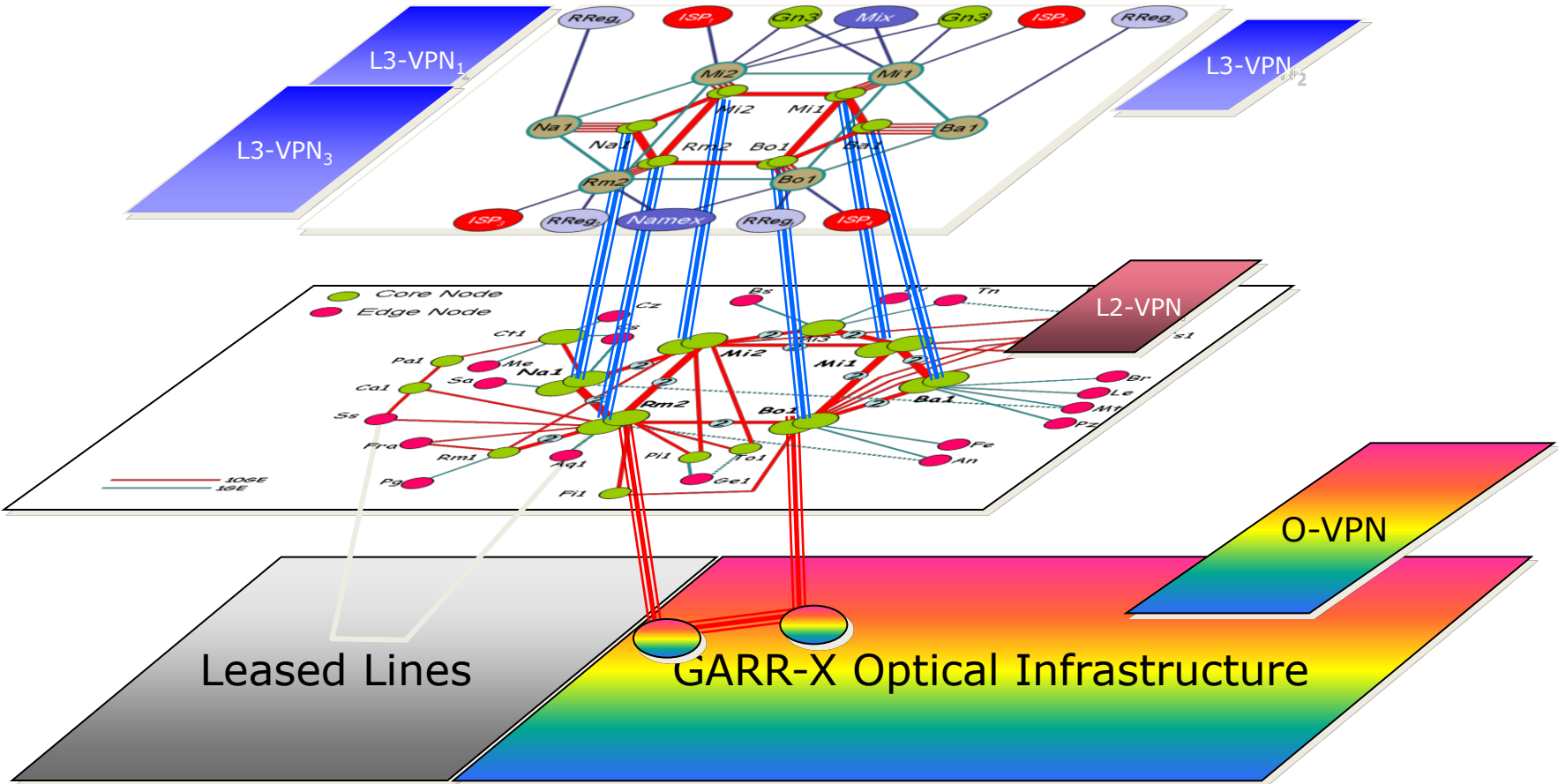
La mappa della rete GARR

- La mappa mostra:
 - Topologia Fisica
 - Fibra spenta BB
 - Rete trasmissiva
 - Punti di Presenza (PoP)
 - Reti d'accesso metropolitane (MAN)
 - Peering con le altre reti
 - Global Internet
 - Reti della Ricerca
 - Sviluppi futuri



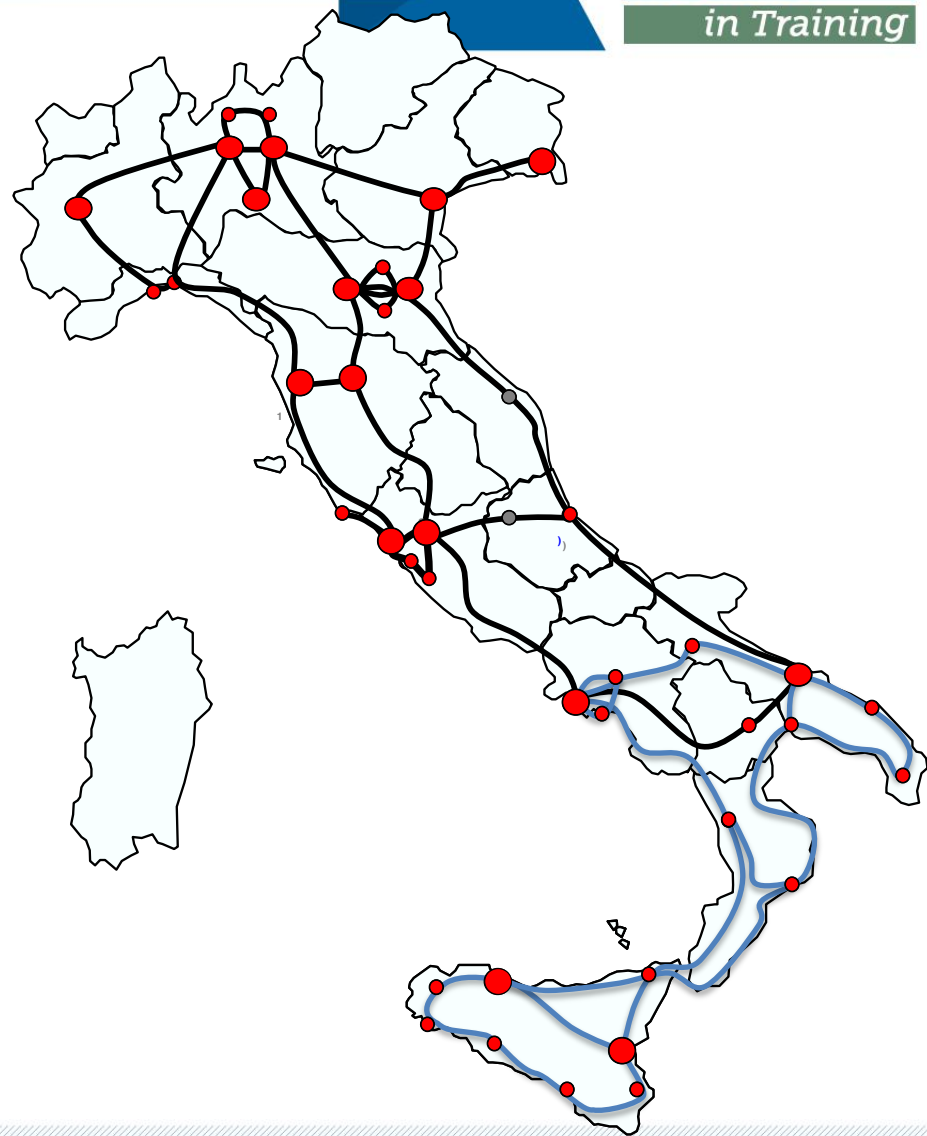
- Dal punto di vista funzionale il backbone della rete può essere strutturata in tre livelli funzionali:
 - Livello Fisico (Layer1)
 - Livello di Trasporto (Layer2)
 - Livello di Routing (Layer 3)
- Il livello fisico -> la rete trasmissiva DWDM
- I livelli di trasporto e di routing -> rete IP/MPLS

GARR-X Network Layers



La dorsale in fibra ottica

- In nero: implementata nel 2012 (prima fase – GARR-X)
- In celeste: implementata del 2014 (seconda fase – GARR-X Progress)
- Estesa a livello nazionale (~9500 km)
- Magliatura e capillarità
 - Buona o accettabile: Nord-Ovest e Centro
 - Povera o assente: Nord-Est, Sardegna



- Fibra posata da operatori TLC nazionali (Telecomitalia, Fastweb, Retelit)
- Solo in pochissimi casi (es. GARR-X Progress) è possibile richiedere che la fibra sia posata ad-hoc ed in genere il percorso della fibra dipende da vincoli sull'utilizzo dei cavedi o del fondo stradale (scavo costoso)
- Spesso la fibra disponibile si presenta come mix di diverse tipologie di fibra anche sulla singola tratta (Es. G.652 – G.655 – G.652)
- Le performance su fibra mista spesso non ottimali

- GARR definisce nei capitolati di gara
 - requisiti vincolanti per:
 - le specifiche ottiche delle fibre
 - le modalità di collaudo
 - requisiti premianti dal punto di vista del punteggio tecnico:
 - Tipologia di fibra (g.652D>G.652>G.655>mista)
 - Attenuazione di tratta (minima)
 - Tipologia di posa (scavo in profondità, minitrincea, aerea, etc.)
 - Numero e tipo di giunzioni
 - Numero di connettori

Soglie per le specifiche ottiche della fibra (GARR-X Progress)

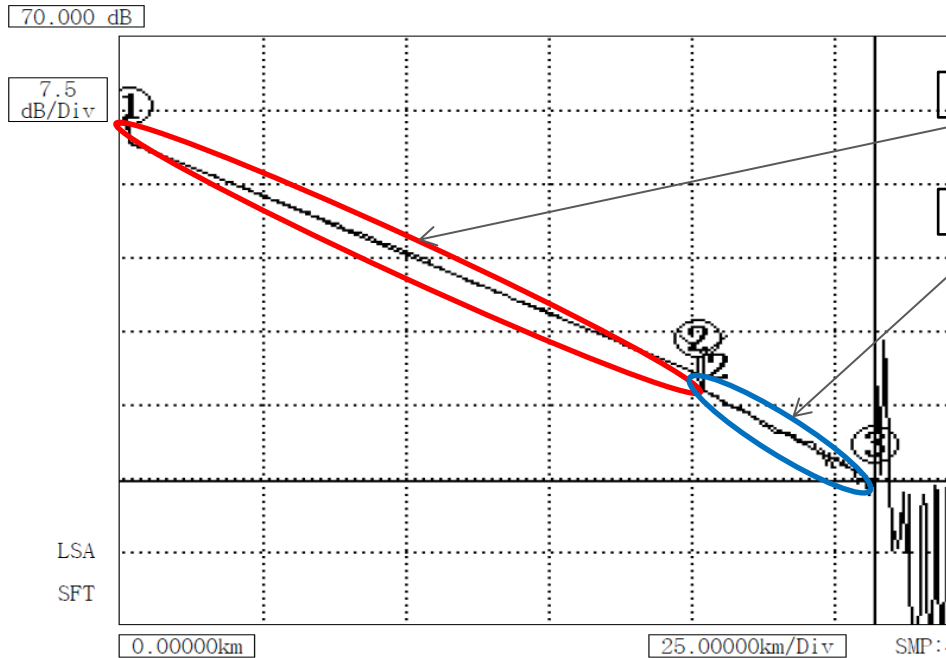
Caratteristica	Valore di soglia
Fibra delle tratte di dorsale	
Attenuazione specifica a 1550 nm	$\leq 0.27 \text{ dB/km}$
Dispersione modale di polarizzazione specifica (PMD)	$\leq 0.1 \text{ ps}/\sqrt{\text{km}}$
Dispersione cromatica specifica (CD) a 1550 nm	$\leq 17 \text{ ps}/(\text{nm} \times \text{km})$
Fibra delle tratte di accesso	
Attenuazione specifica a 1550 nm	$\leq 0.27 \text{ dB/km}$
Fibra delle tratte per accesso Scuole	
Attenuazione specifica a 1550 nm	$\leq 0.27 \text{ dB/km}$

- Per il collaudo delle tratte in fibra ottica di dorsale e di accesso vengono richiesti da GARR:
 - Fornitura tracciati (formati KMZ, KML)
 - Misure OTDR (attenuazione media, lunghezza ottica, diagramma riflettometrico)
 - Misure PMD totale e specifica (andamento giorno-notte)*
 - Misura DC totale e specifica*
 - Numero e tipo di giunzioni

* solo per le tratte di dorsale

	# of span	Total Length (km)	Average Span (km)	Measured attenuation (dB/km)	
75%	G.655	56	4715.95	84.21	0.23
25%	G.652	42	1552.59	36.96	0.28

Fibra mista: caso reale



G65
5 Long distance Fibre

G65
2 Local loop between Operator and GARR PoP

Bol → Fil
G.652/G.65
5 > 130 km

<< Marker >>

CURSOR Dist.: 132.00671 km

SPLICE LOSS : 1.366 dB
RETURN LOSS : ---- dB

MARKER1-2
LOSS : 23.667 dB
DISTANCE : 99.33178 km
SLOPE : 0.238 dB/km

MARKER2-3
LOSS : 9.640 dB
DISTANCE : 31.00034 km
SLOPE : 0.311 dB/km

SLOPE: 0.238 dB/km

SLOPE: 0.311 dB/km

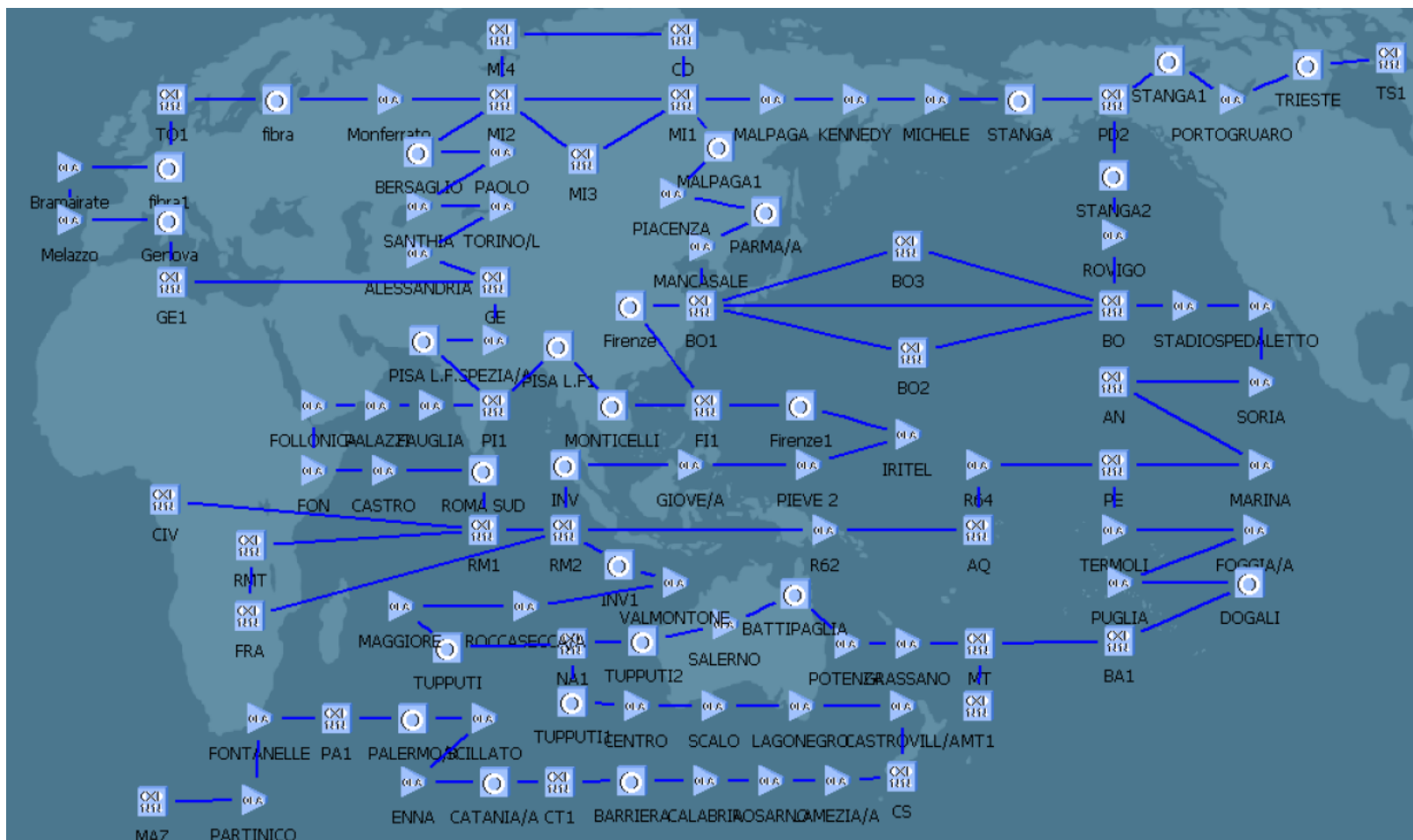
- Fibra ottica di dorsale “illuminata” con apparati Long Haul Dense WDM gestiti direttamente da GARR:
 - Apparati Huawei Optix OSN (8800 e 6800) installati nel centro-nord nell’ambito del progetto GARR-X nel 2012
 - Apparati Infinera DTN-X (XTC-10 e XTC-4) installati nel sud nell’ambito del progetto GARR-X Progress nel 2014

- I siti dove sono installati apparati trasmissivi GARR sono oltre 100 a livello nazionali
 - Nr. 46 Nodi Trasmissivi
 - Nr. 67 Siti di amplificazione
- I nodi trasmissivi sono ospitati presso i PoP della rete:
 - Presso istituzioni GARR
 - Presso centrali di operatori
- I siti di amplificazione sono presso locali degli operatori lungo il percorso della FO

Mappa con nodi TX e OLA

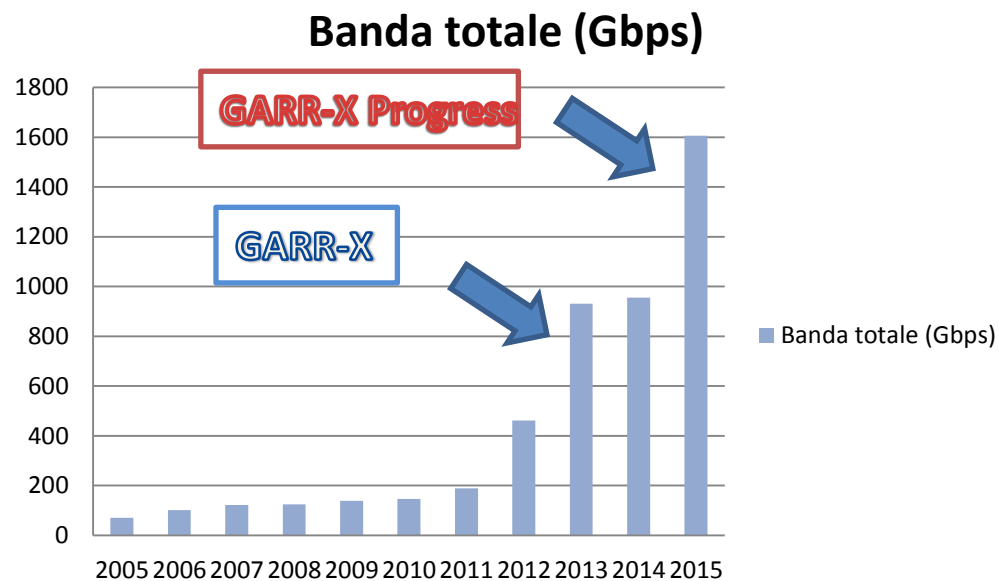


Mappa con nodi TX e OLA



Trend di crescita

Anno	Nr. Circuiti BB	Banda totale (Gbps)
2005	51	70,29
2006	53	101,86
2007	60	122,68
2008	65	125
2009	77	139,03
2010	87	146,42
2011	96	189,48
2012	123	462,06
2013	189	931,43
2014	194	955,33
2015	202	1606,23



Caratteristiche della rete TX GARR (vendor independent)



- Piattaforme carrier-class
- 80 lambda 10/40/100G per coppia di fibre ottiche (8 Tbit/s)
- Lightpath a 1/10/40/100G
- Grooming elettrico/ supporto OTN
 - matrici OTN capacità > 1Tbps
 - separazione tra interfacce client e rete
- Interfacce client Ethernet (1G)/10G/40G/100G
- Meccanismi di FEC avanzati
- Funzionalità di Switching ottico (nodi multidegree e pass-through)
- Amplificatori EDFA e Raman
- Meccanismi di protezione/ restoration del traffico (es. ottici 1+1, elettrici SNCP)
- Piano di controllo intelligente (GMPLS/WSN)
- Funzionalità avanzate per l'equalizzazione del segnale ottico composito
- Funzionalità di troubleshooting (loop test , misura BER pre/post FEC, misure potenza ottica)
- Sistemi di gestione (OSS) FCAPS ridondati in HA
- Canale controllo OSC e DCN
- Margini di progetto 3 dB per tratta e restoration dei servizi garantita in caso di fault singolo

GARR-X Transmission Equipment

OLA OSN6800



- ✧ Total number of nodes: 81
 - ✧ 32 x ROADM;
 - ✧ 23 x OTN
 - ✧ 49 x Amplifier 1R (OLA);
- ✧ Average span length: 71 Km
 - ✧ Longest span ~ 130 km (Bo→Fi)
- ✧ BER target value: 10^{-16} post-eFEC
 - ✧ Pre-FEC BER @ 10G < 10^{-15}
 - ✧ Pre-FEC BER @ 40G < 10^{-9}
- ✧ No-Coherent 10G/40G DCM
- ✧ Upgrade 100G Coherent

ROADM

OSN8800 T32 Subrack



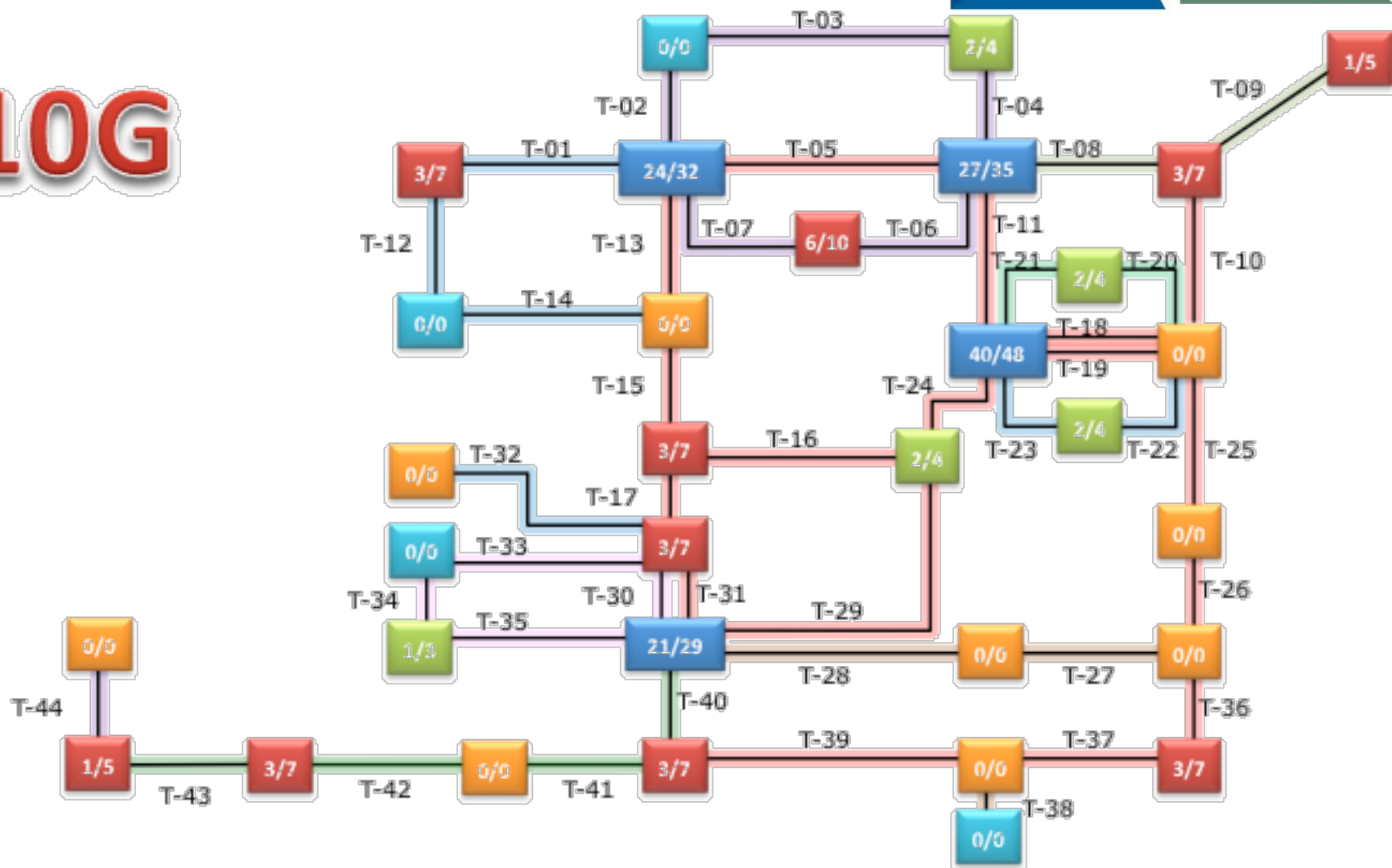
✧ Total number of ports:

- ✧ Network boards: 155 ND2 (2x10G) + 10 NS3 (1x40G)
- ✧ Client boards: 41 TOA (8x multirate; 328 ports but 242 sfp) + 63 TQX (4x 10G; 253 ports but 232 xfp)

- ✧ 3 → 6-degree node
- ✧ 3 → 5-degree node
- ✧ 5 → 3-degree node
- ✧ 15 → 2-degree node
- ✧ 4 → 1-degree node

Matrice di Traffico Trasmissiva

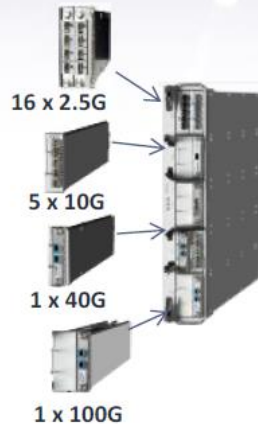
10G



16-OCG @500Gbps - 8Tbps max capacity - 100Gb/s client

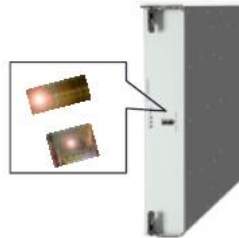
Tributary Modules

- Tributary Modules (xTM) support 10 x TIM slots
- TIM modules for client interfaces: Sub 10 G, 10G, 40G & 100G
- <10G service through sub 10G TIM and aggregation shelf

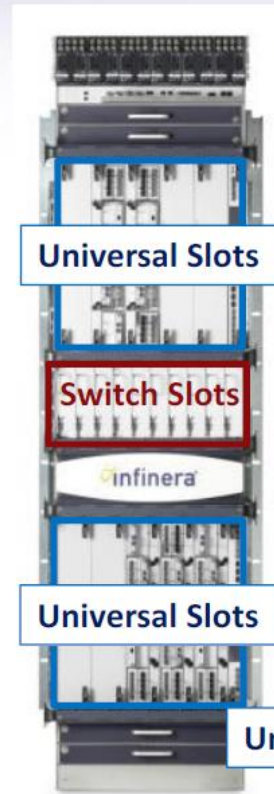


DWDM Line Modules

- PIC-based 500Gb/s DWDM line modules (AOLx-500)
- 5 x 100Gb/s with FlexCoherent modulation (QPSK, BPSK, eBPSK)
- ULH reach up to 2800km+



 **Infinera**[®]



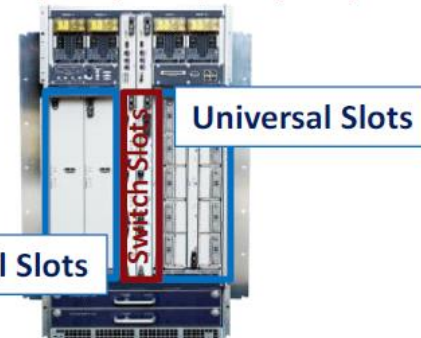
XTC Chassis

- Ten (10) universal I/O Slots
- Mix & Match Trib / Line Modules

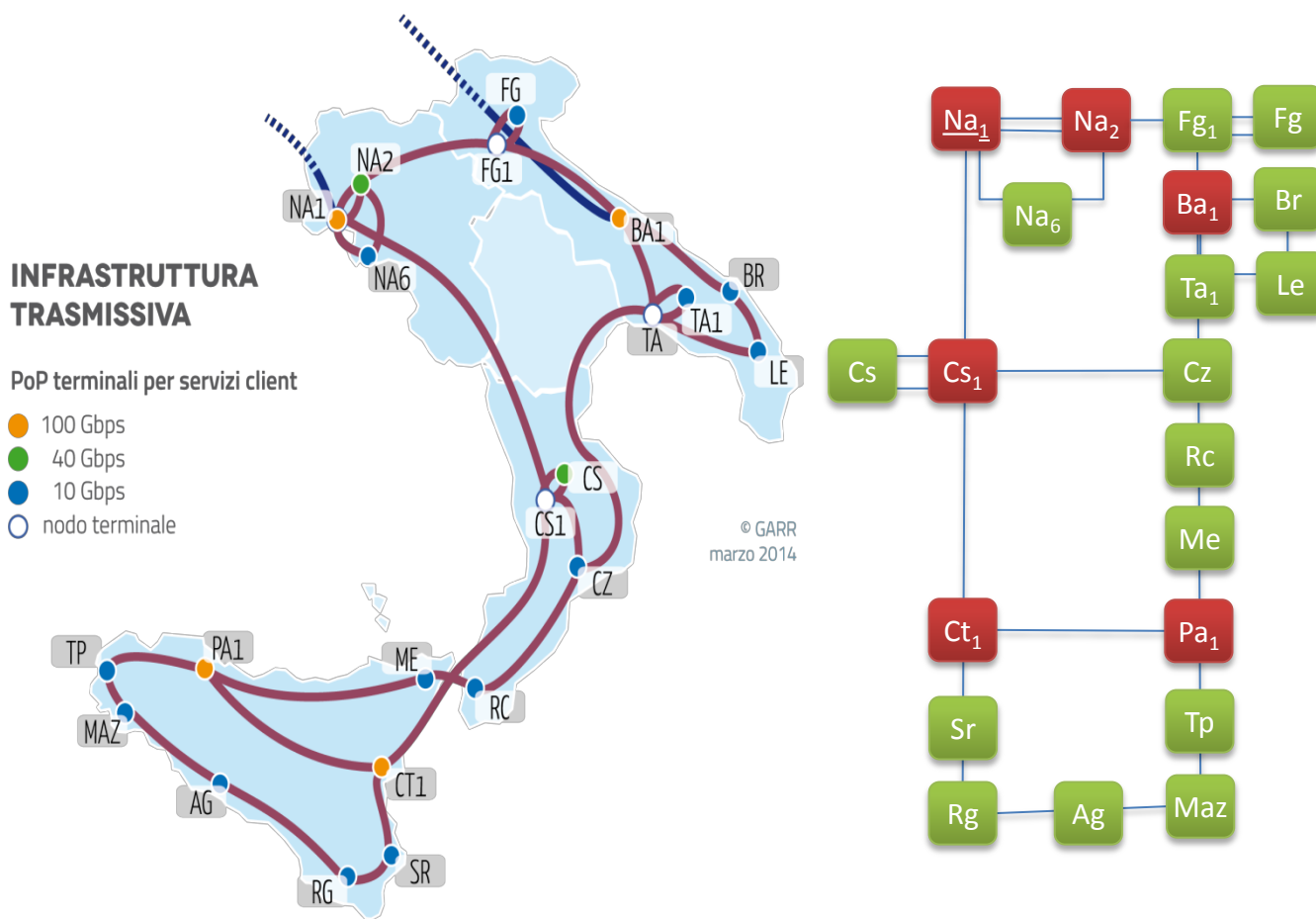
Capacity model: pay as you go
Line 500Gb/s p-2-p
Client 10G/40G/100G

Switch Modules

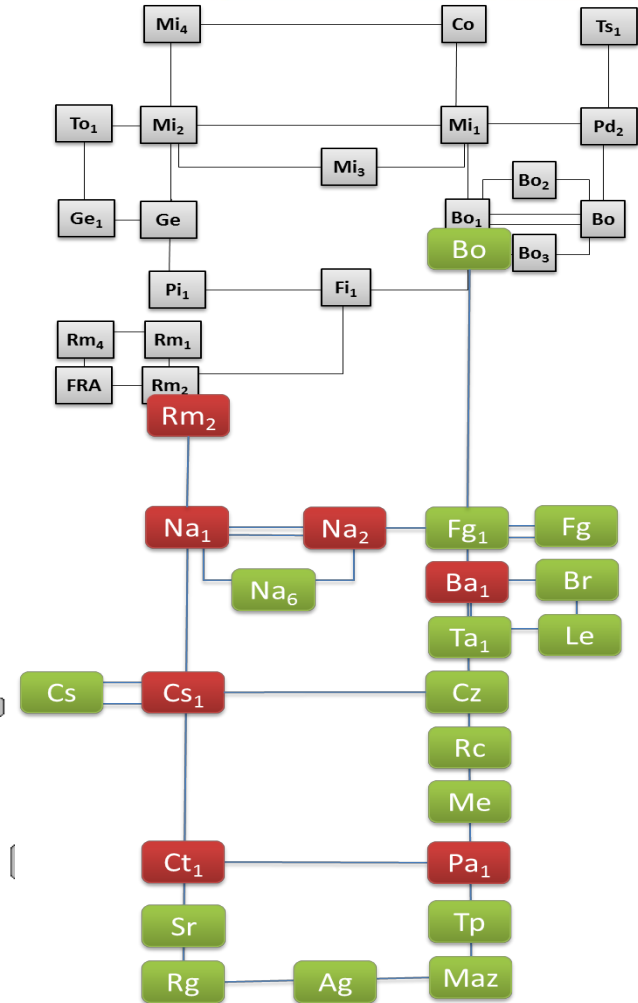
- Up to 5Tb/s switching per bay
- Multiple switching options:
 - OTN muxing/switching (OXM)
 - Hybrid packet/OTN (HXM)



Il disegno di rete Trasmissivo nel Sud



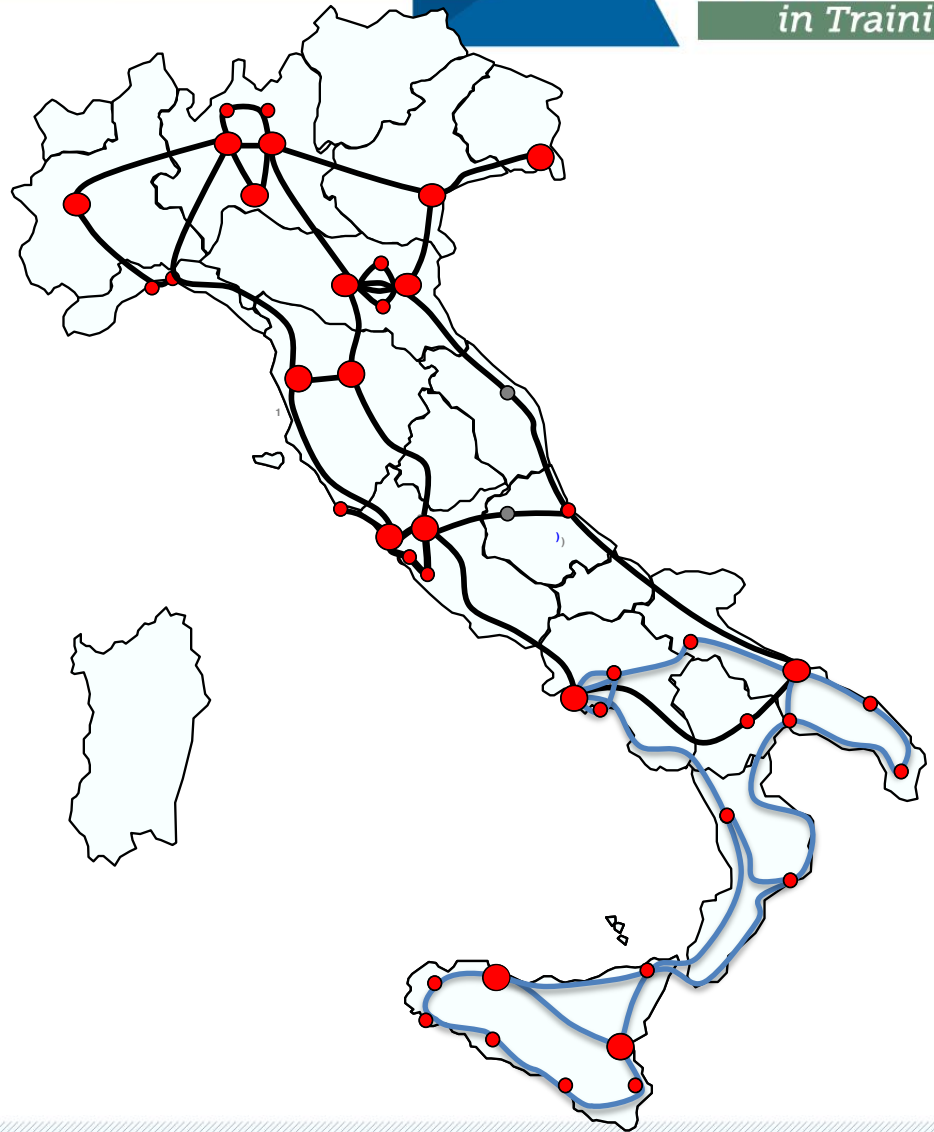
GARR-X + GARR-X Progress



- Infrastruttura trasmissiva non copre tutto il territorio nazionale
- Dove l'acquisizione della fibra di dorsale non risulta tecnicamente fattibile o economicamente sostenibile, l'infrastruttura trasmissiva è completata dai circuiti noleggiati agli operatori nazionali delle TLC

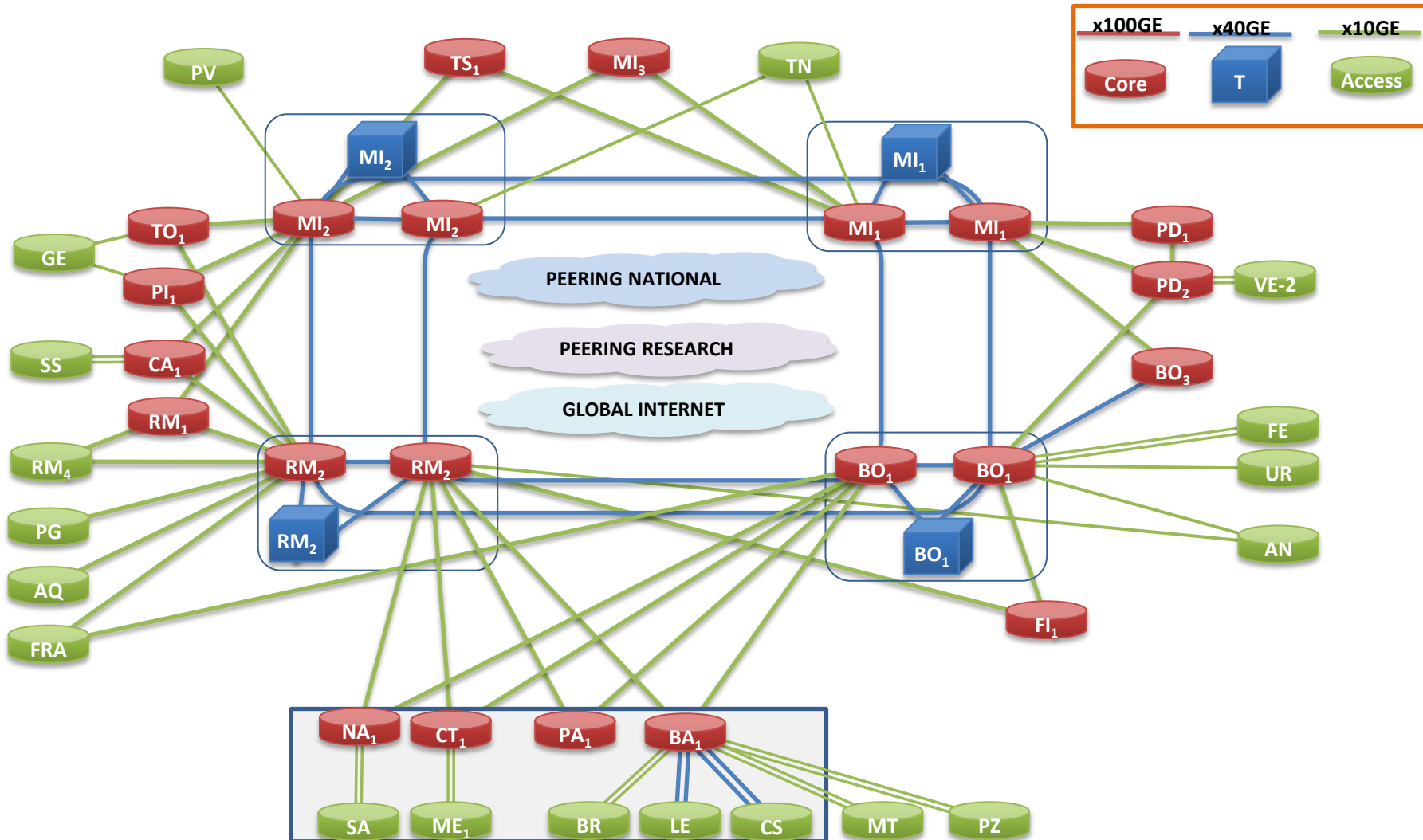
Circuiti di backbone

- Nord
 - TN, BS, PV, FE, VE, TS1, (PD)
- Centro
 - AN, AQ, UR, PG, PS
- Sud
 - SA, PZ
- Isole
 - CA, SS
- Operatori nazionali TLC:
 - Telecomitalia, Fastweb, Wind, Infracom

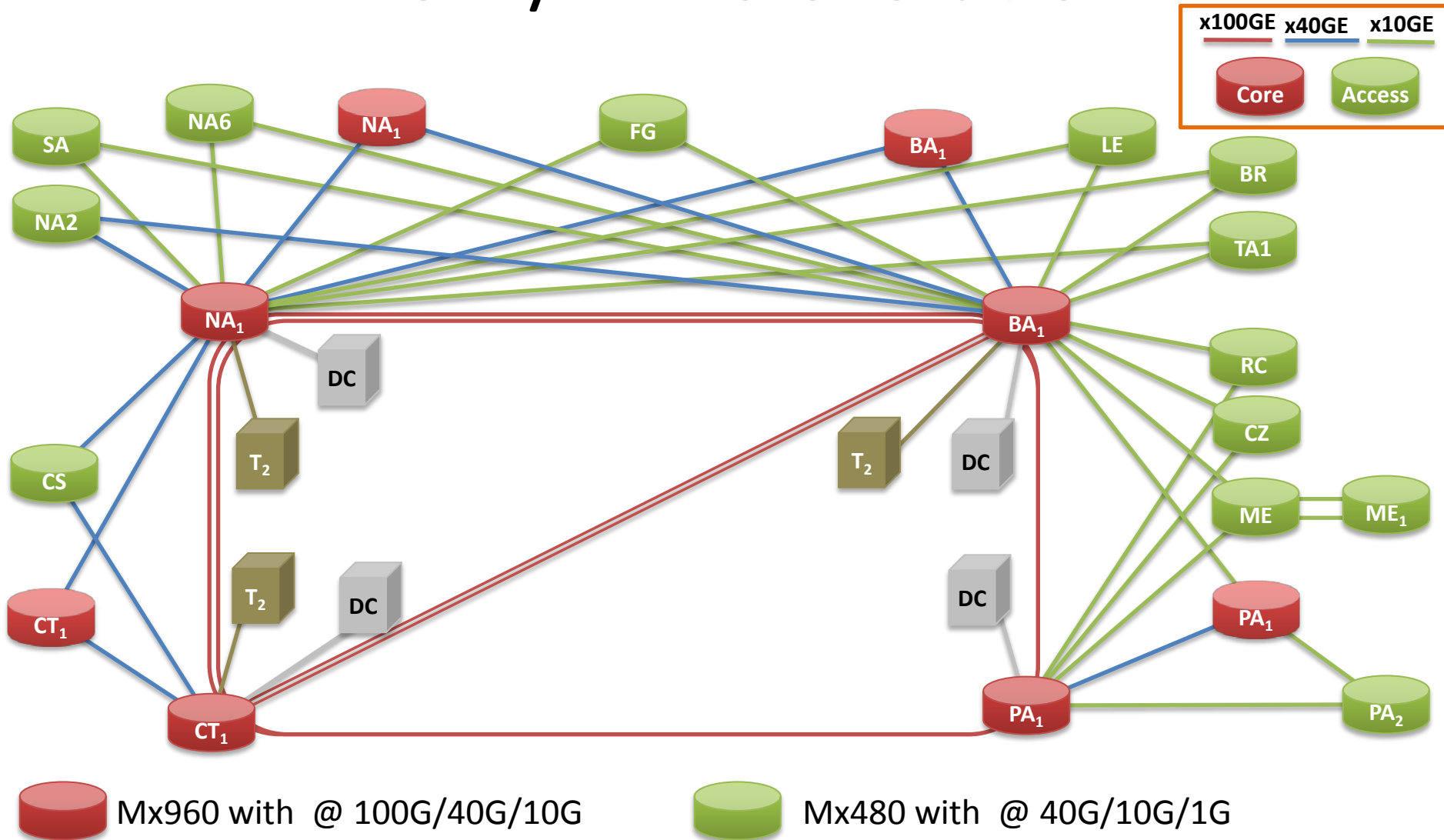


- Dal punto di vista funzionale il backbone della rete può essere strutturata in tre livelli funzionali:
 - Livello Fisico (Layer1) realizzato principalmente tramite tecnologia DWDM
 - Livello di Trasporto (Layer2) realizzato tramite tecnologia MPLS
 - Livello di Routing (Layer 3) realizzato tramite i protocolli OSPF e BGP
- Gli apparati di routing GARR implementano le funzionalità dei livelli 2 e 3

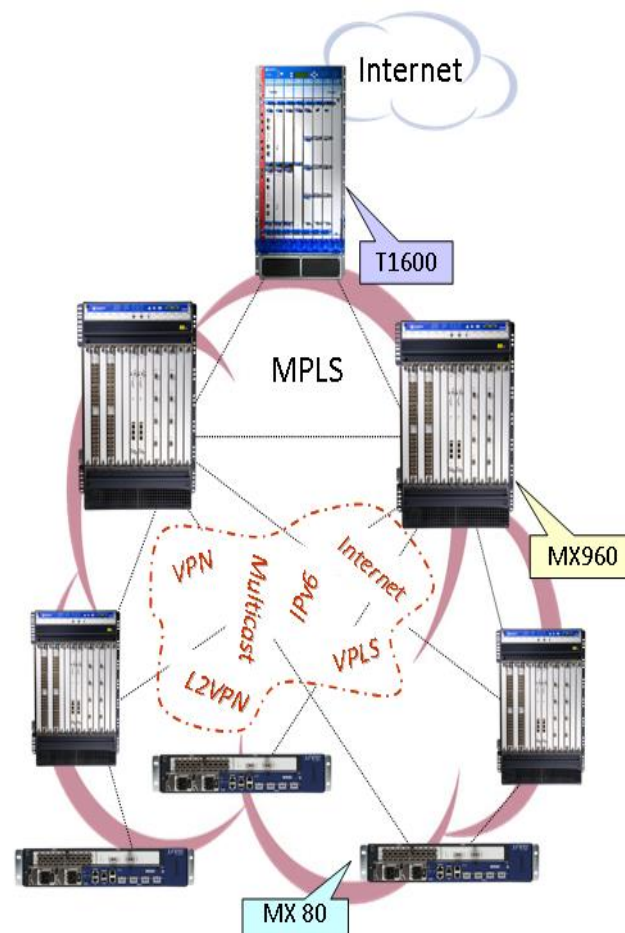
The IP/MPLS (2012)



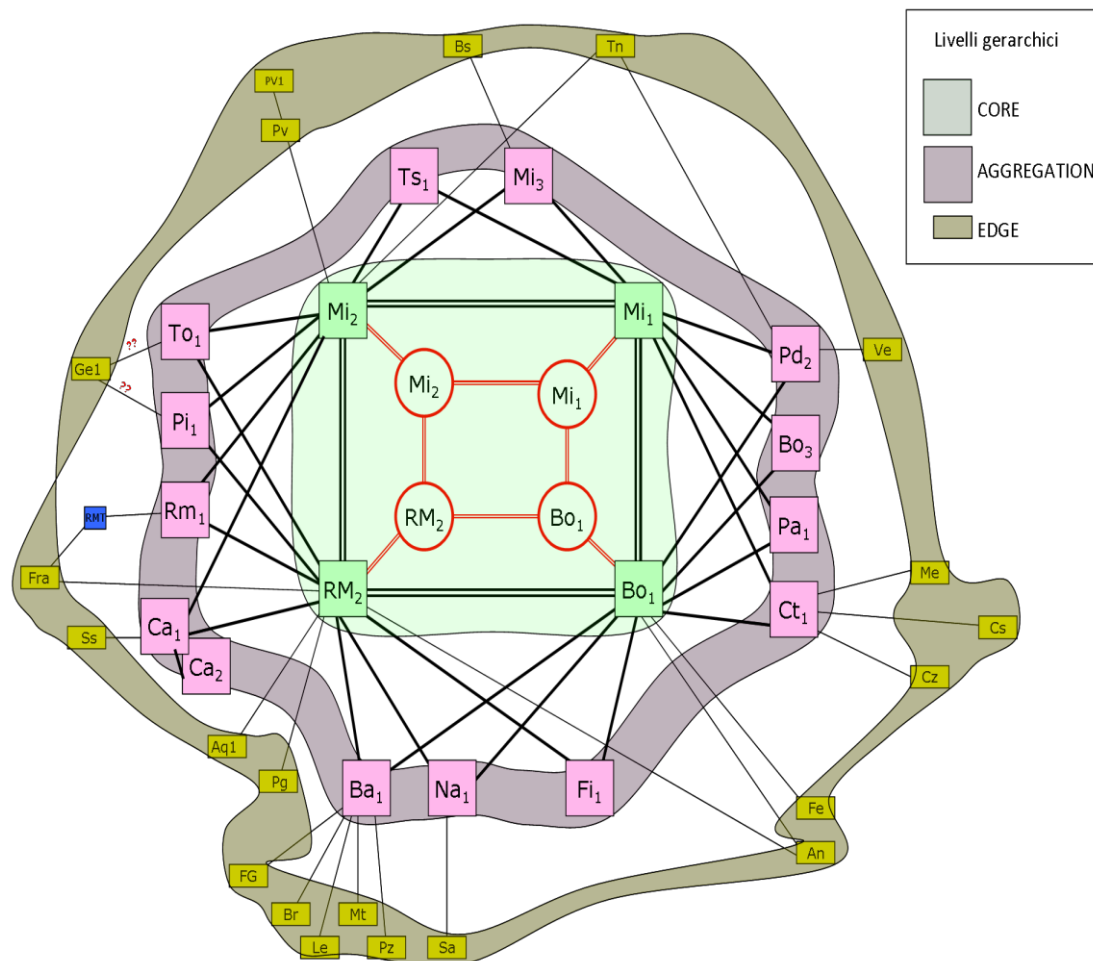
The IP/MPLS evolution



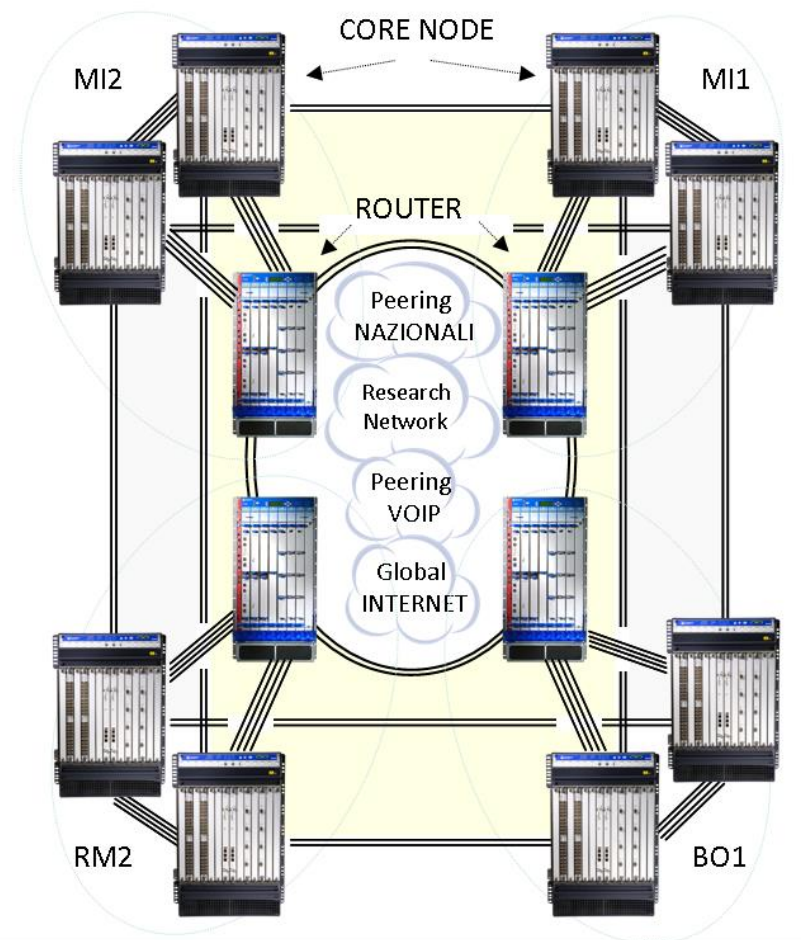
- Apparati Juniper Networks
- Famiglie MX-series (e T-series)
 - Nr. 4 router T1600
 - Nr. 34 router/switch MX960
 - Nr. 11 router/switch MX480
 - Nr. 36 router/switch MX80
- Carrier class
- Capacità di switching (da 80 Gbit/s -> 2,8 Tbit/s -> 7 Tbit/s)
- Interfacce di rete
100M/1G/10G/40G/100G



- Apparati così denominati:
- 4 T1600 Router (es. r.bo1)
- 12 MX960 Core Node (es. rx1.rm2)
- Altri MX960/480 aggregation node (es. rx1.pd2)
- MX80 Edge node (es. re1.mt)



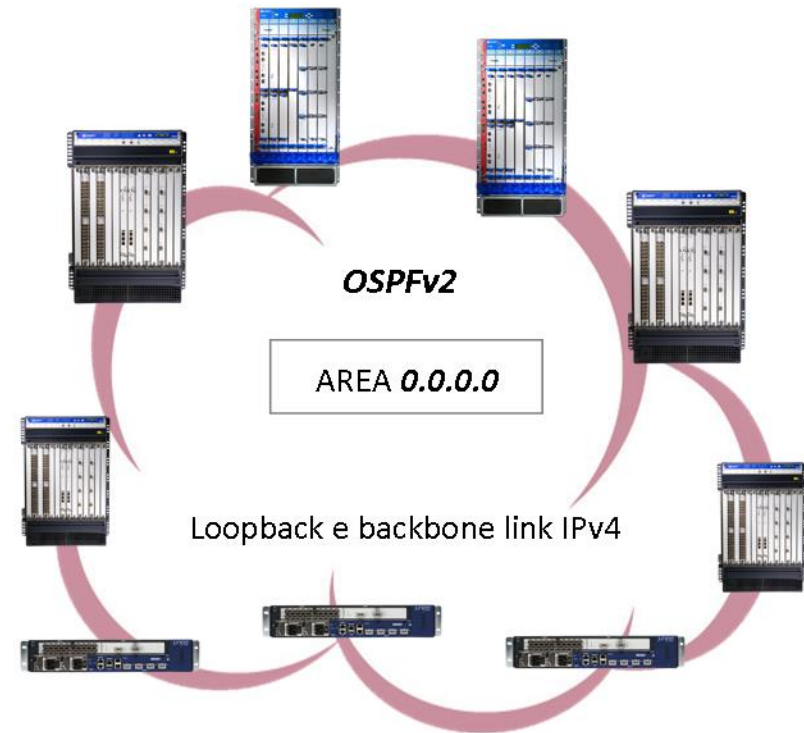
- I 4 router vedono l'“esterno” delle rete GARR:
- IP commodity nazionale (IX), internazionale (Tier1 provider)
-Non più le reti della ricerca



- Il piano di controllo dell'infrastruttura di Routing di GARR-X è realizzata tramite l'implementazione dei protocolli di rete:
 - Routing IP
 - OSPFv2
 - OSPFv3
 - Forwarding MPLS
 - RSVP-TE
 - LDP
 - Instradamento del traffico utente
 - MP-BGP

OSPFv2 e OSPFv3

- E' il protocollo IGP della rete
- Utilizzato per la distribuzione delle informazioni sulla raggiungibilità
 - le interfacce IPv4/v6 (p2p backbone)
 - loopback IPv4/v6
- Unica area ospf
- Costi automatici
 - 1G 1000
 - 10G 100
 - 40G 25
 - 100G 10
- Estensione OSPF-TE
- Convergenza rapida (BFD)
- Utilizzo LFA (Loop Free Alternate) per protezione del traffico

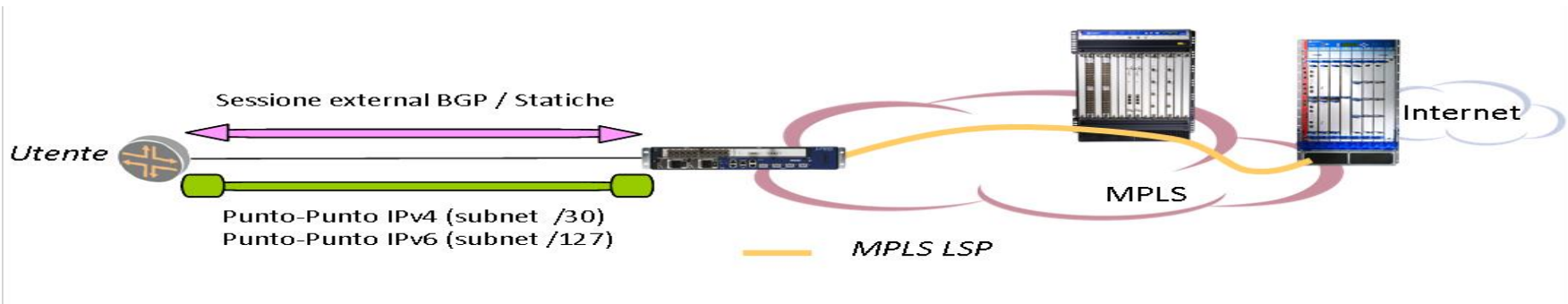


- MPLS utilizzato
 - Non più per aumentare la velocità di inoltro del traffico
 - ma perché consente:
 - Realizzazione di VPN
 - Traffic engineering
 - Riservazione di banda
- Traffico IPv4 e IPv6 instradato tramite incapsulamento MPLS all'interno di tunnel cosiddetti LSP (Label Switched Path)

- Protocollo scelto per segnalazione LSP è LDP
- Creazione automatica full-mesh di LSP tra tutte le coppie di router in base ai costi OSPF
- Supporta multipath
- Protocollo RSVP-TE usato per
 - l'ingegnerizzazione del traffico
 - la protezione del traffico (FRR)

Instradamento del traffico utente

- Routing tra utente e GARR:
 - eBGP
 - Statico



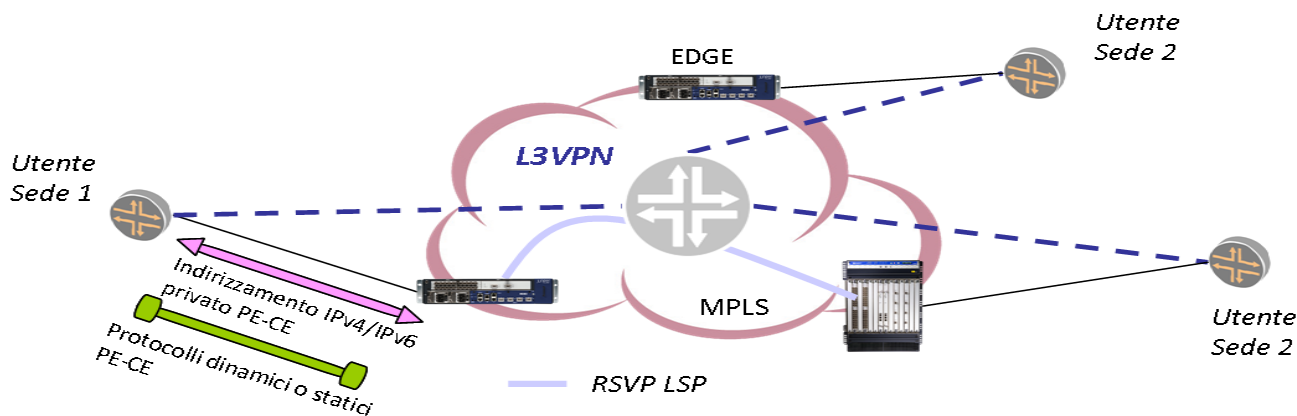
- Raggiungibilità delle reti utente garantita del protocollo iBGP

- MP-BGP trasporta informazione su famiglie di indirizzi:
 - IPv4 unicast
 - IPv6 unicast
 - IPv4 VPN unicast
 - IPv6 VPN unicast
 - L2VPN signaling
 - MVPN signaling
- nella rete GARR-X si utilizza la funzionalità del protocollo iBGP denominata Route Reflection (no fullmesh BGP)

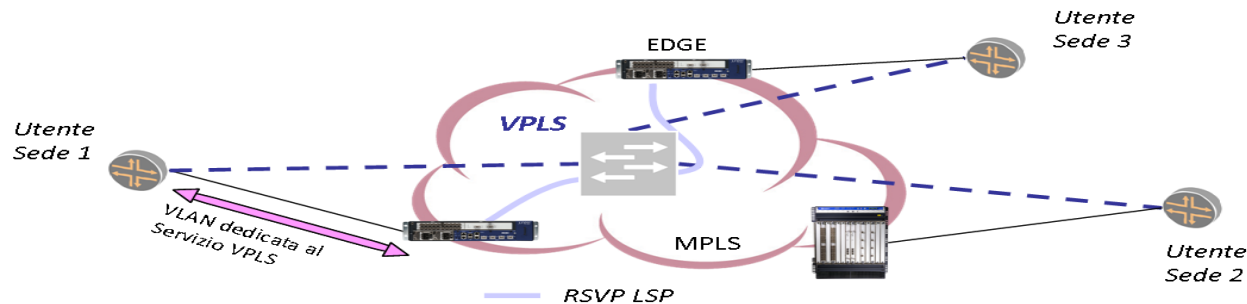
- Il protocollo External BGP è utilizzato per annunciare i prefissi di rete IPv4 e IPv6 verso altri Sistemi Autonomi
- In GARR-X le sessioni di peering External BGP sono stabilite verso altri operatori nazionali o internazionali (GEANT, NAMEX, LEVEL3, GOOGLE, etc...).
- Con alcuni operatori GARR-X ha solo una relazione di peering (scambio del traffico da/verso le loro rete).
- Altri invece sono UPSTREAM provider, ovvero scambiano con GARR-X la full-routing table e quindi sono utilizzati per la raggiungibilità di tutte le destinazioni Internet.

- Definite Classi di Servizio (CoS) per classificare le varie tipologie di traffico (forwarding class) (es. un minimo di banda garantita, un minimo di latenza)
- La Qualità del Servizio (QoS) non elimina la congestione nella rete ma serve come meccanismo di controllo nel caso le varie tipologie di traffico ne siano affette
- Le code di traffico utilizzate in GARR-X sono:
 - **best-effort**
 - Servizio IP
 - Tutte le tipologie non definite di traffico
 - **voice-video**
 - VoIP degli utenti
 - GARR TV (streaming on-demand)
 - Workshop (live streaming)
 - E-Learning
 - **critical-applications**
 - AFS (distributed file system)
 - **management**
 - (ssh, telnet, snmp, radius)
 - **network-control**
 - backbone control protocol

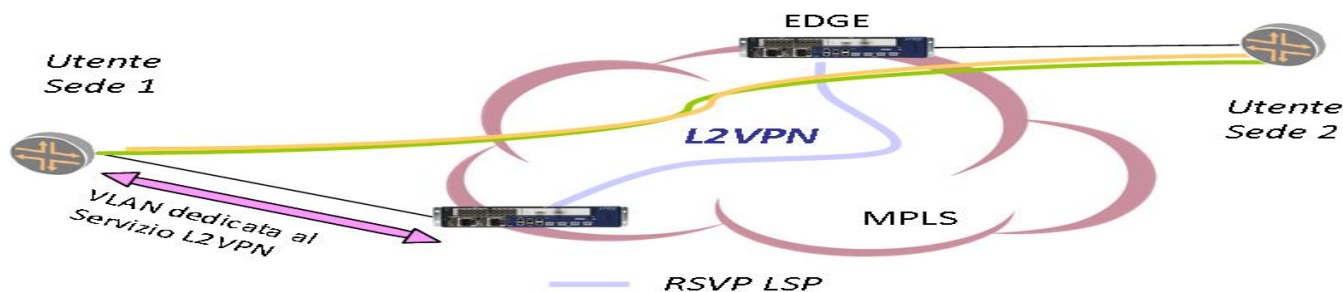
- Realizza una rete privata su una struttura condivisa.
- Il traffico utente può essere trasportato in modo sicuro tra le varie sedi su una rete pubblica
- Informazioni sulle reti utente in tabella di routing separata (VRF)
- VPN basata su MPLS e MP-BGP
- Route target identifica VPN, Route distinguisher il prefisso di rete



- Il VPLS è un servizio basato su Ethernet che fornisce una connettività virtuale privata di tipo punto-multipunto (di tipo LAN) di livello 2 (data-link layer).
- Il VPLS permette infatti di connettere alla stessa rete LAN ethernet apparati collocati in siti geograficamente distinti. In GARR-X il servizio VPLS offerto è “BGP based” (rfc 4761).
- Il servizio di VPLS in GARR-X è implementato con l’utilizzo del protocollo BGP per il trasporto delle informazioni di segnalazione per il corretto instradamento dei frame



- Il servizio di rete virtuale privata (L2VPN), basato su una infrastruttura di rete MPLS, fornisce una connettività virtuale privata di tipo punto-punto di livello 2 (data-link layer), tra due sedi di un utente collocate in siti geograficamente distinti.
- Dal punto di vista dell'apparato dell'utente, esso apparirà come se fosse direttamente connesso all'apparato remoto tramite un "cross cable".



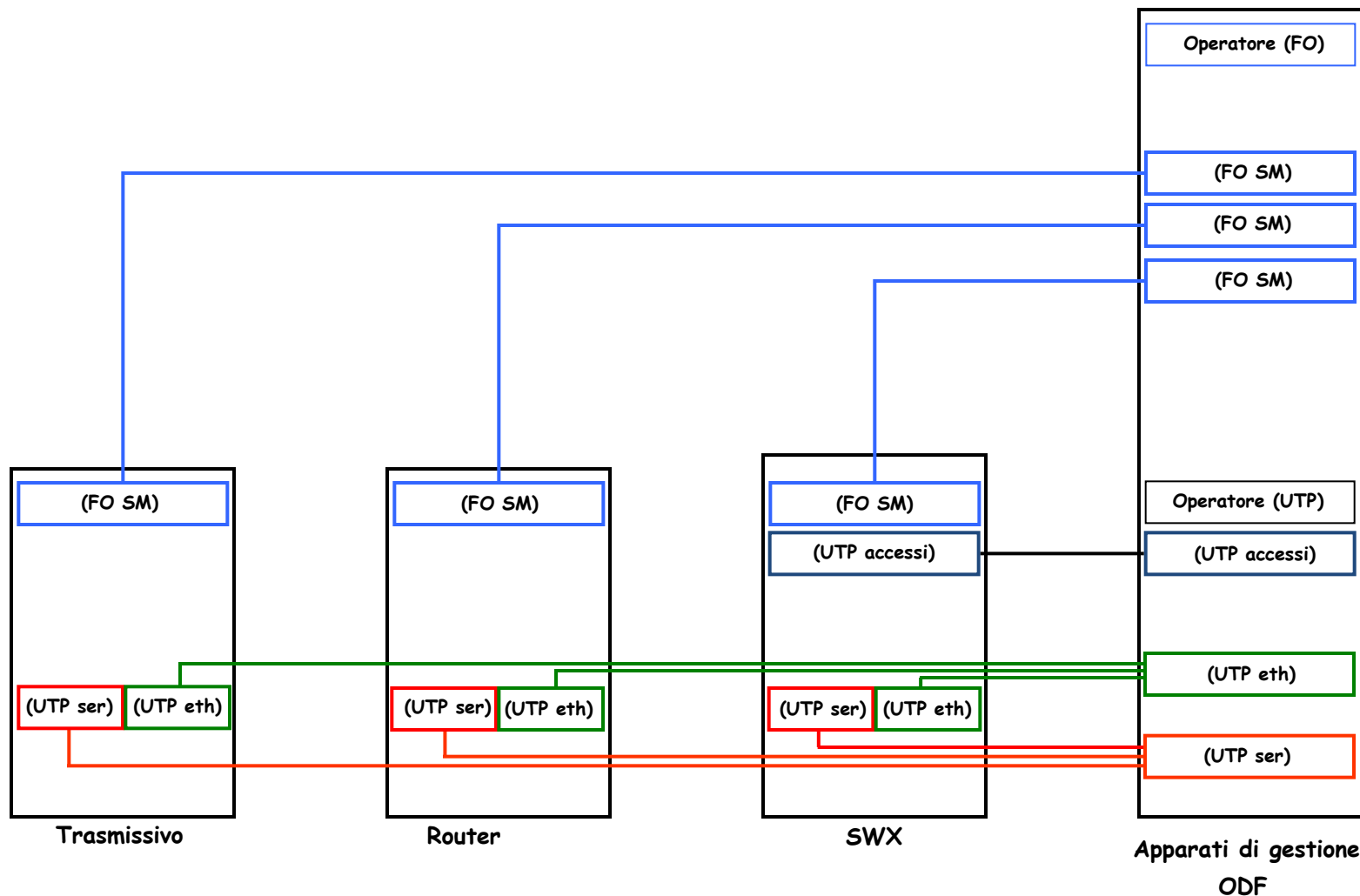
- Graceful Routing Engine switchover (GRES)
 - Forwarding garantito in caso di fault del routing engine (RE)
- “Nonstop active routing” (NSR)
 - Switchover tra RE senza impatto del traffico
- ISSU
 - ISSU permette l’aggiornamento ad una nuova versione del sistema operativo senza che si abbia un’interruzione sia del piano di controllo che del traffico.

- 87 punti di presenza (PoP) distribuiti su tutto il territorio nazionale
 - 47 PoP principali che ospitano apparati di routing e in molti casi DWDM
 - 29 PoP metropolitani che ospitano apparati metro ethernet
 - 11 PoP ospitano solo apparati DWDM
- La maggior parte ospitati da sedi GARR
- Una piccola parte in housing esterno

- I locali che ospitano i PoP devono soddisfare una serie di requisiti tecnici che possono essere suddivisi in queste categorie:
 - Requisiti di spazio
 - Requisiti di alimentazione (impianto elettrico)
 - Requisiti di condizionamento (impianto di condizionamento dell'aria)
 - Dotazioni di sicurezza
 - Accessibilità e Presidio

- Dotazione standard di apparati di gestione:
 - Terminal server
 - Switch di gestione
 - Router per la DCN
 - Modem per OOB
- Altre dotazioni
 - Stazione di energia
 - UPS
 - PDU “intelligenti”
 - Sensori temperature
 - Server di monitoraggio rete
 - Antenne GPS

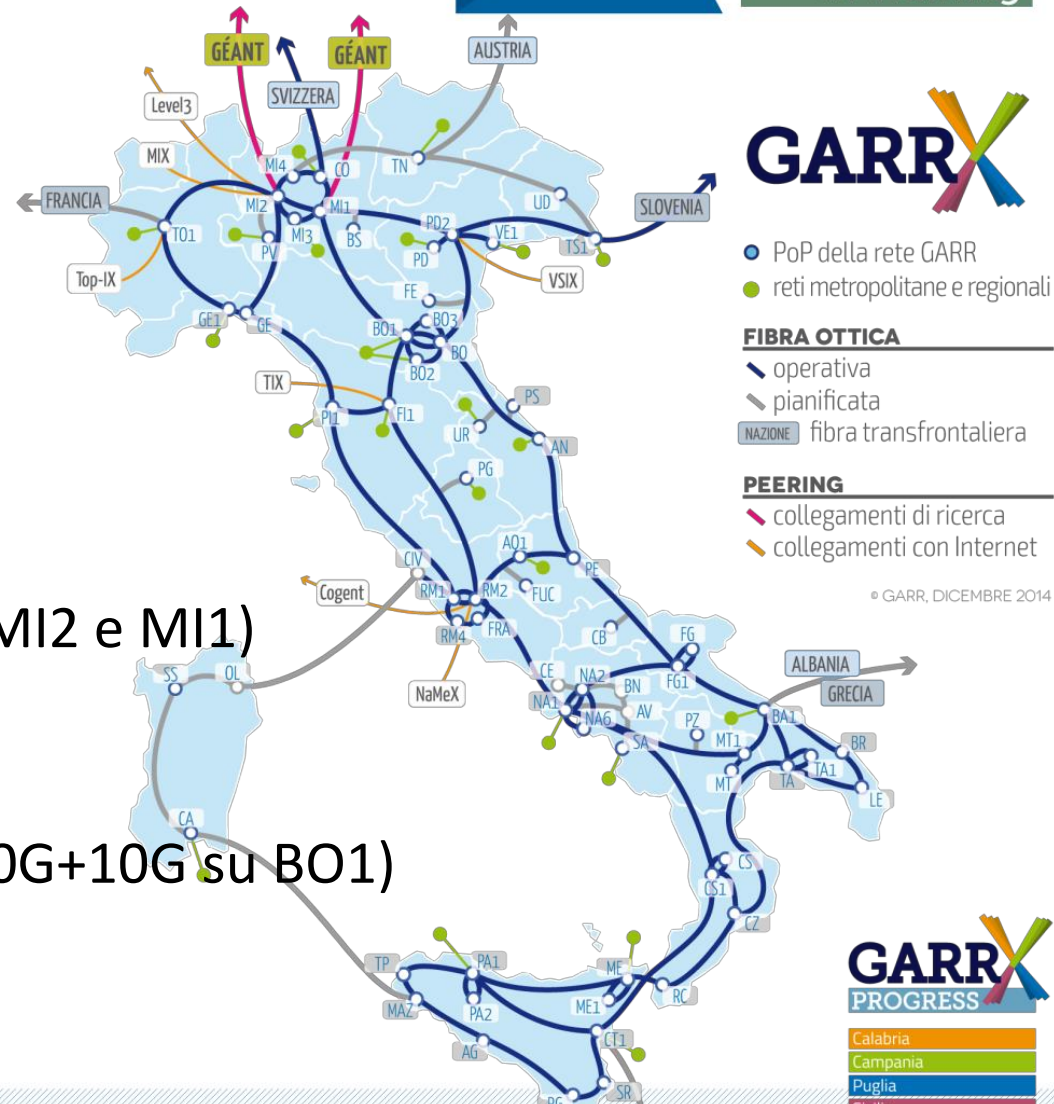
Modello di cablaggio dei PoP



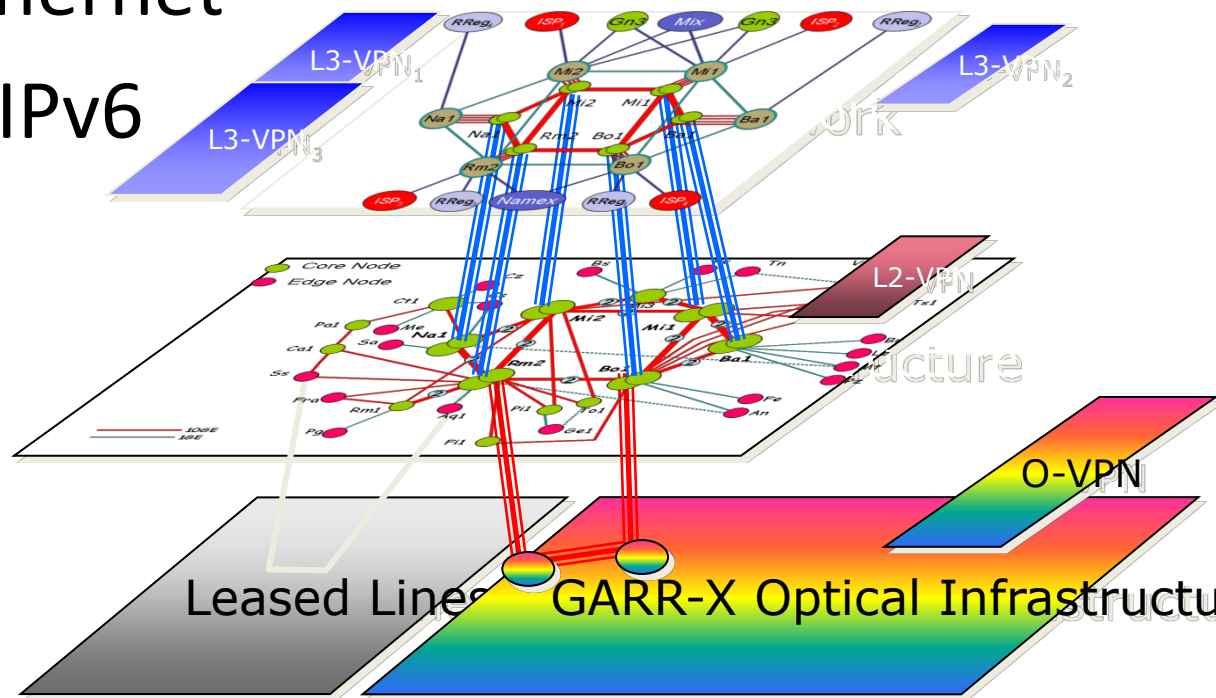
- La rete GARR è interconnessa con il resto di Internet attraverso un serie di peering
- I peer possono essere con:
 - Reti della ricerca
 - Géant, NREN attraverso collegamenti E2E
 - Upstream provider (Tier 1)
 - Provider da cui GARR acquista il transito IP
 - Traffico Global Internet
 - ISP c/o Internet Exchange italiani
 - IX italiani: MIX, NaMeX, TopIX, TIX, VSIX
 - Provider nazionali presenti agli IX con cui GARR scambia traffico
 - Traffico Internet Nazionale
 - Diretti
 - Google (Global Internet)
 - Progetti di Ricerca
 - PAC, Regioni
 - Vaticano

Banda verso i peering

- Upstream Provider
 - Level 3 (20 Gbps su MI2)
 - Cogent (10 Gbps su RM2)
- Internet eXchange nazionali
 - MIX (30 Gbps su MI2)
 - NaMeX (20 Gbps su RM2)
 - TopIX (10 Gbps su TO1)
 - TIX (1 Gbps su FI1)
 - VSIX (1 Gbps su PD2)
- Ricerca
 - GÉANT2 (100G + 100G su MI2 e MI1)
 - E2E (50G)
- Peer diretti
 - Google (10G su MI2)
 - Cache Google e Akamai (10G+10G su BO1)
 - PAC, Regioni
 - Vaticano

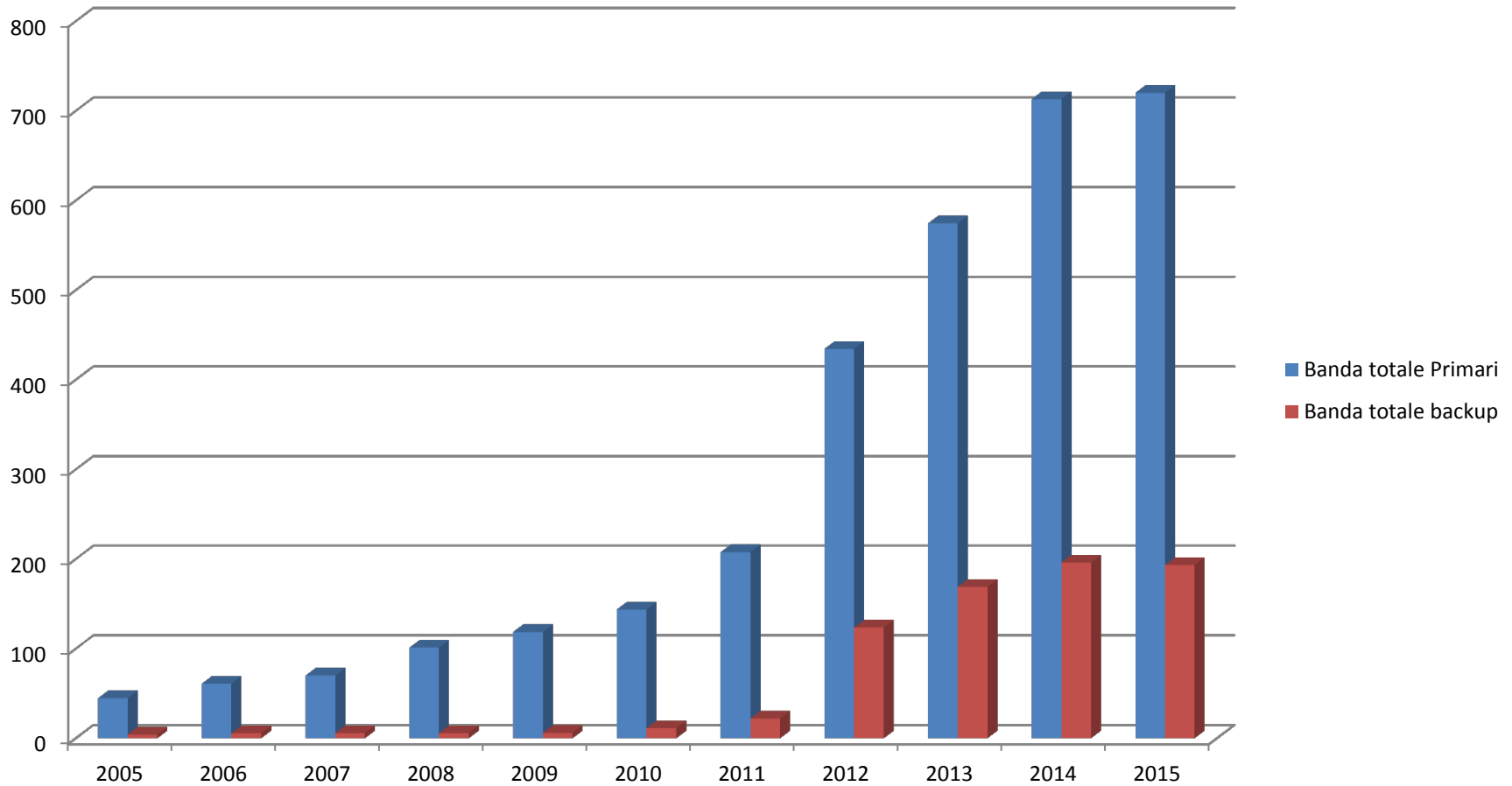


- Connettività IPv4 e IPv6
- VPN MPLS di livello 3 e 2 (VPLS e Pseudowire)
- VPN su metro ethernet
- Multicast IPv4 e IPv6
- Qos
- Lighpath ottici

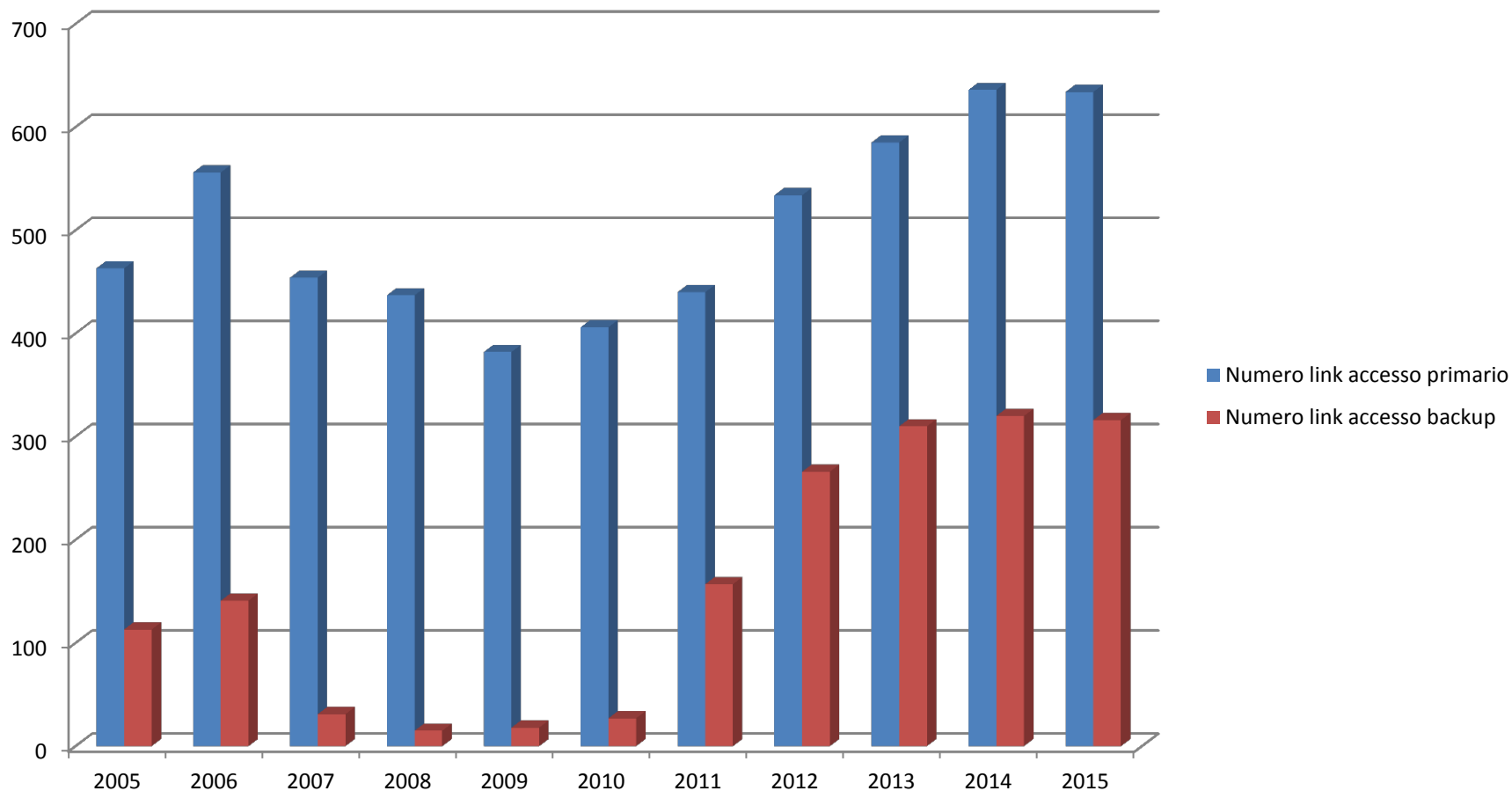


- Capacità della rete di accesso calcolata come somme dei collegamenti di accesso primari è pari a circa 720 Gbit/s
- La capacità della rete di accesso dei collegamenti di backup è pari a circa 193 Gbit/s
- Numero degli accessi
 - Primari ->634
 - Backup ->316

Crescita dell'accesso



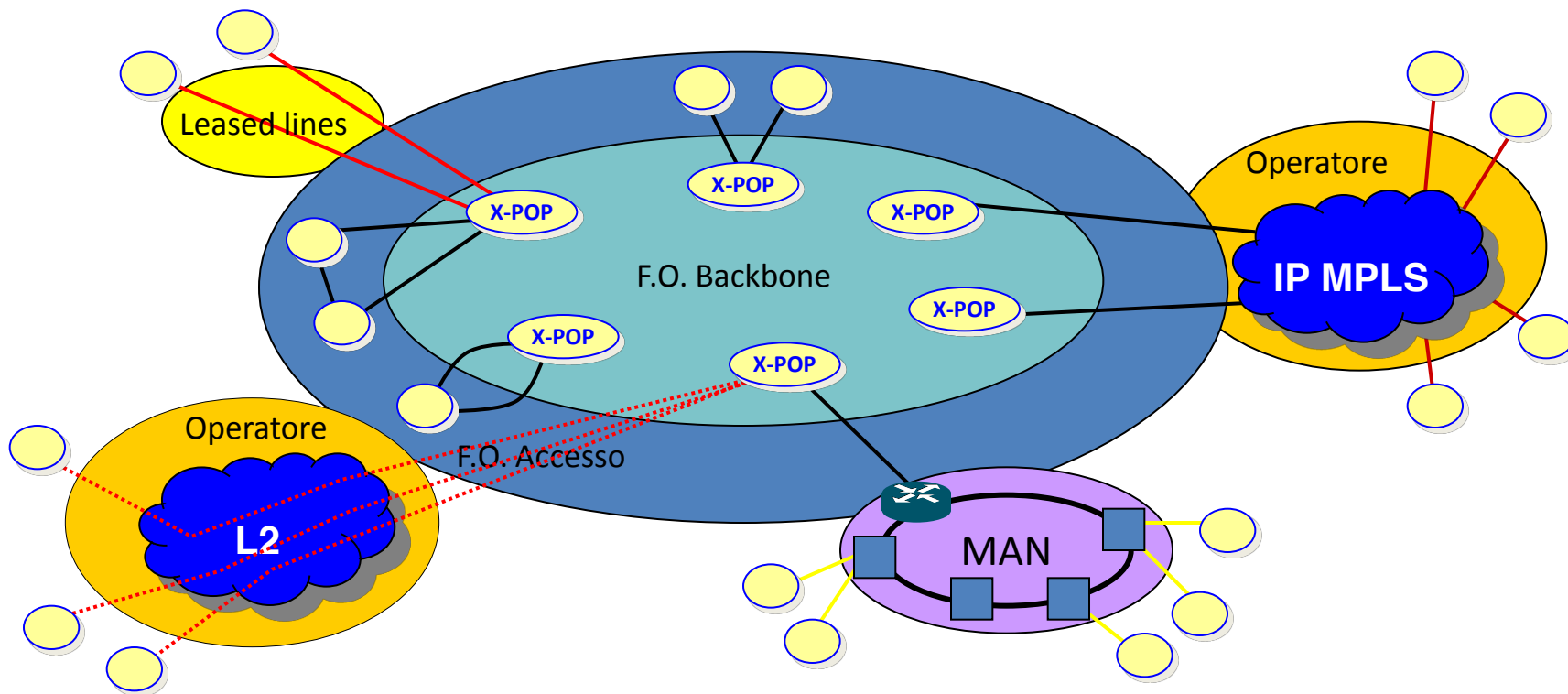
Numerosità degli accessi



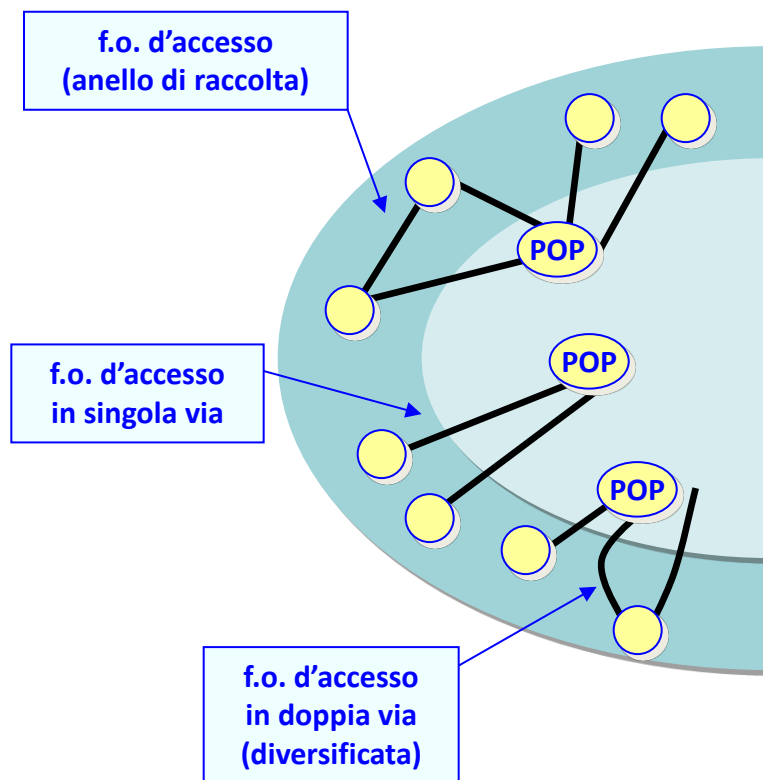
Tipologie di accesso

3 modalità di connessione degli utilizzatori alla rete GARR-X:

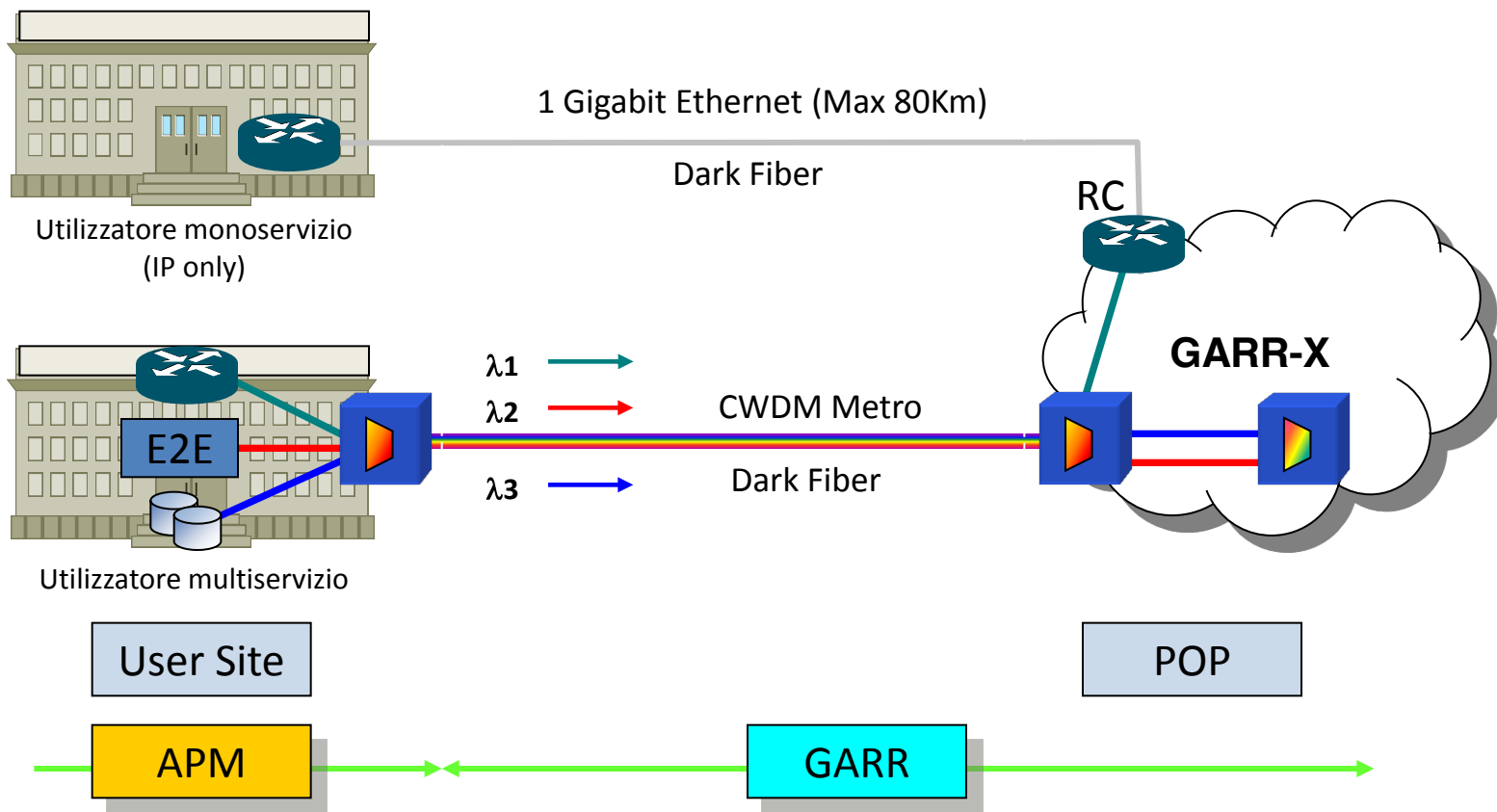
- ▶ Fibra Ottica fino al POP
- ▶ Circuito noleggiato (Leased line) da operatore
- ▶ Raccolta di traffico aggregato (grooming) mediante rete operatore



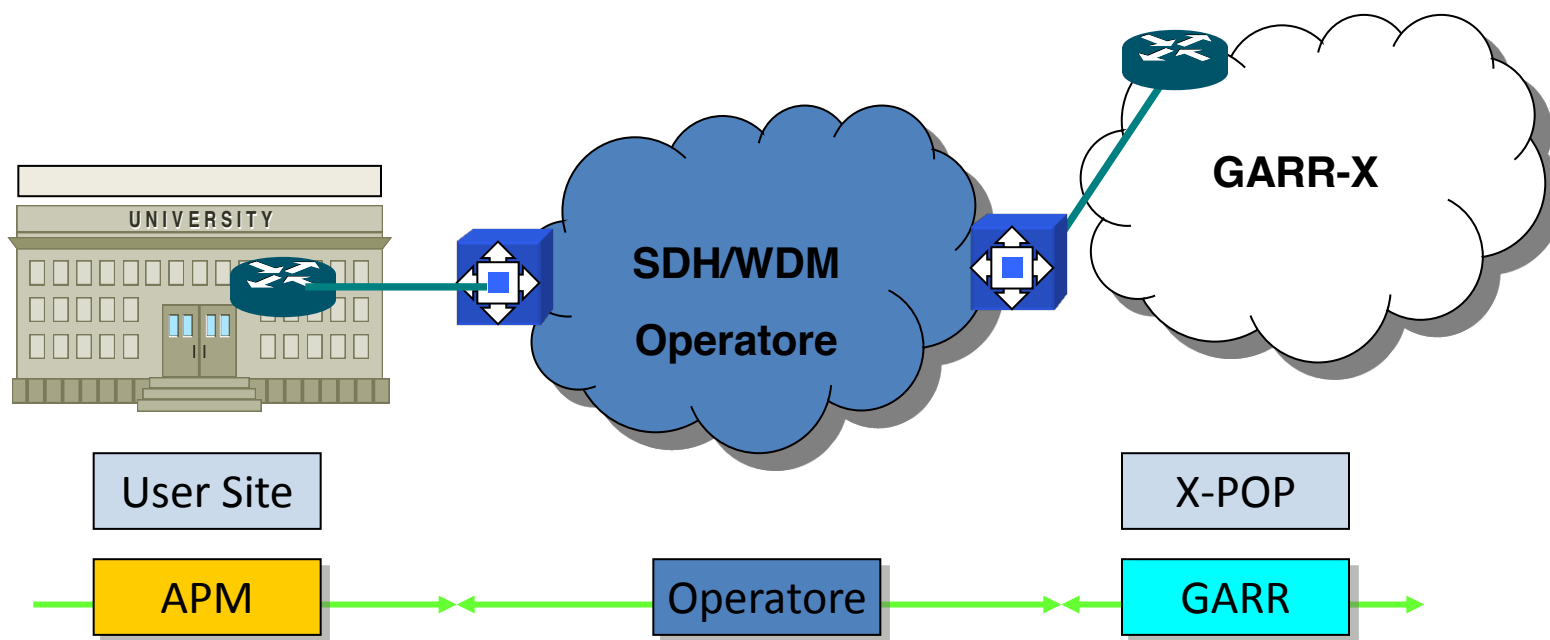
Fibra Ottica fino al POP



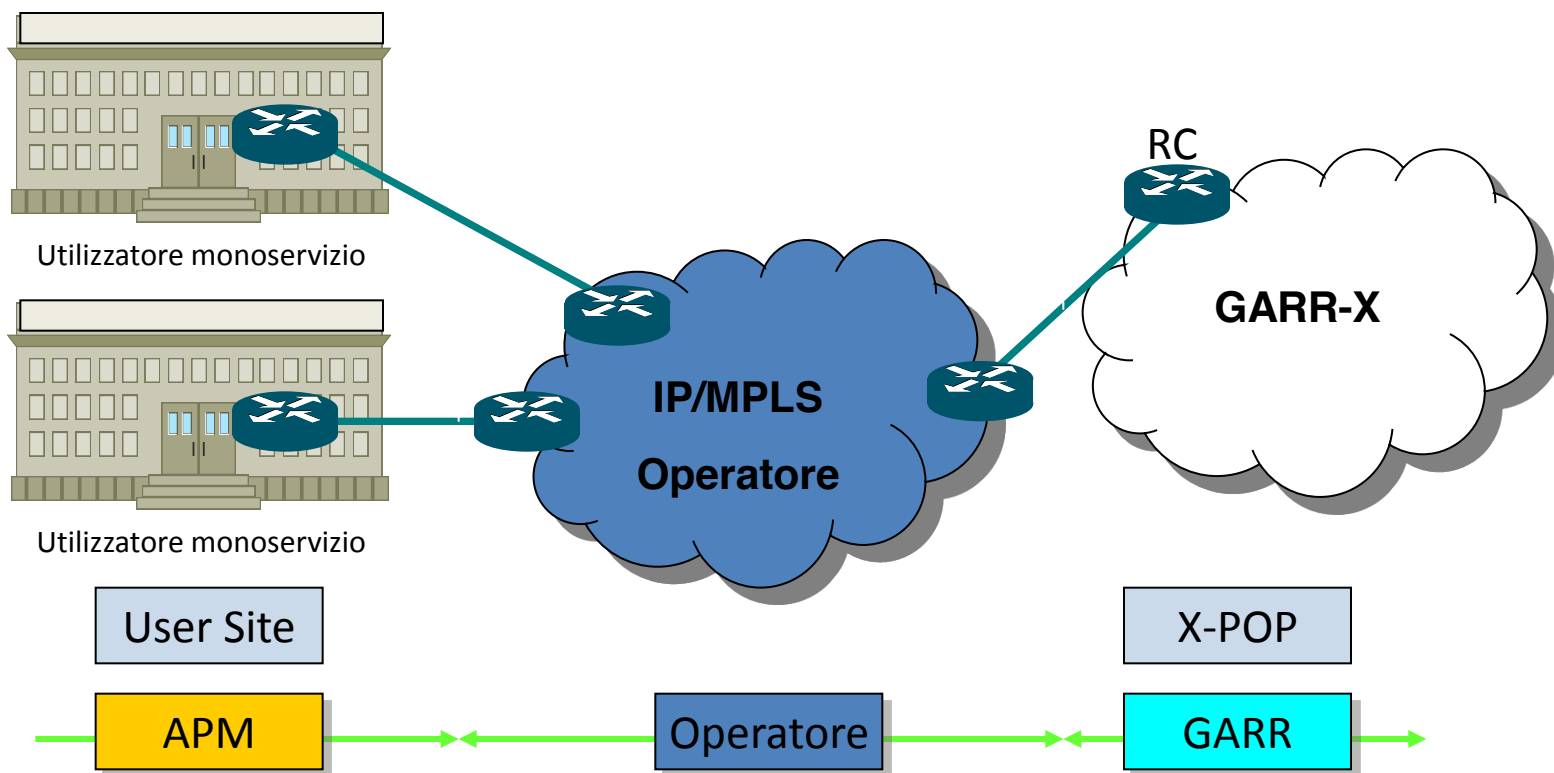
Fibra Ottica fino al POP



Leased line acquisita da operatore

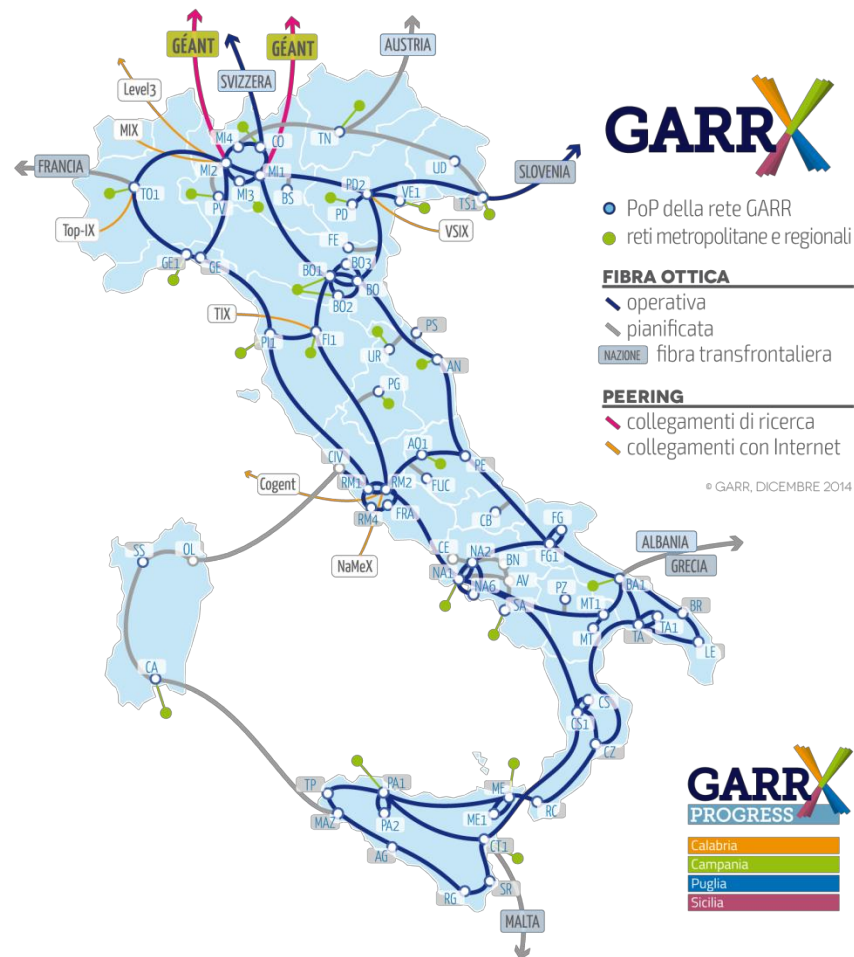


Raccolta di traffico aggregato (grooming) mediante rete Operatore



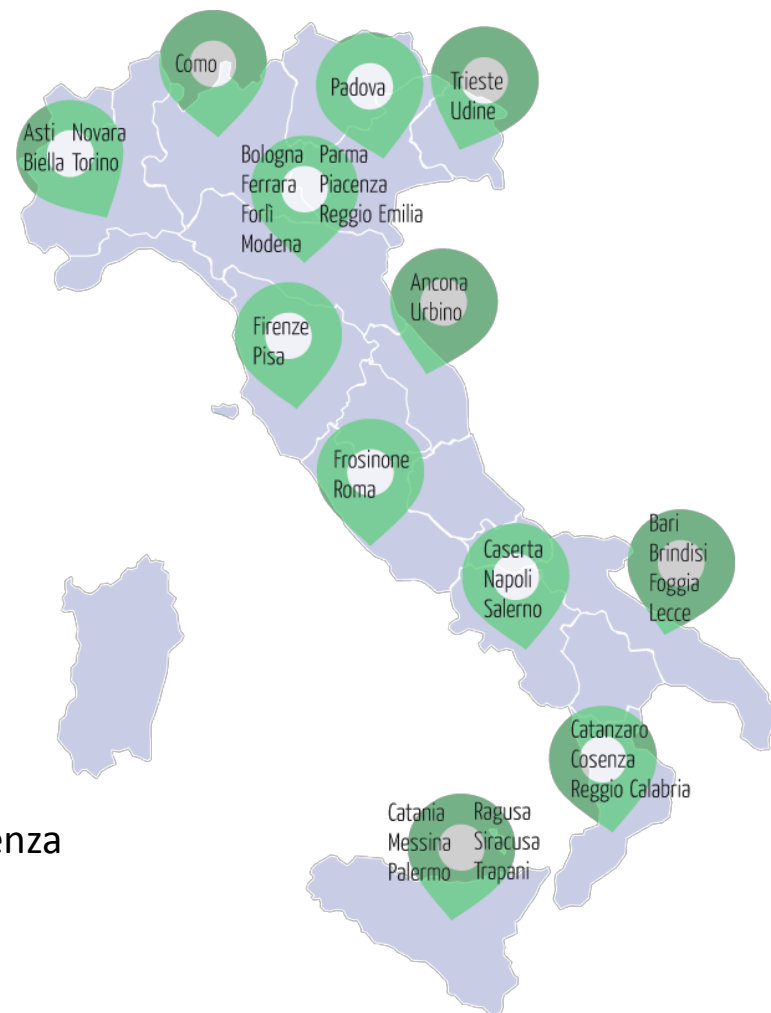
- Modalità di raccolta degli utenti GARR in un'area metropolitana
- Realizzazione in collaborazione con istituzioni GARR (es. Università) e/o Pubblica Amministrazione Locale
- Spesso servendosi di provider locali
- Modalità tecniche realizzative le più varie (FO spenta o illuminata con apparati C/DWDM o metro ethernet, trasporto ottico, peering IP, etc.)
- Scelta privilegiata da GARR: DF spenta (illuminata da apparati GARR)

- Firenze, Bologna, Trieste, Pisa, Napoli, Genova, Torino, Pavia, Trento, Venezia, Padova, Milano, Como, Urbino, Perugia, Aquila, Salerno, Messina, Bari, Cagliari, Palermo, Catania, Ancona, Potenza

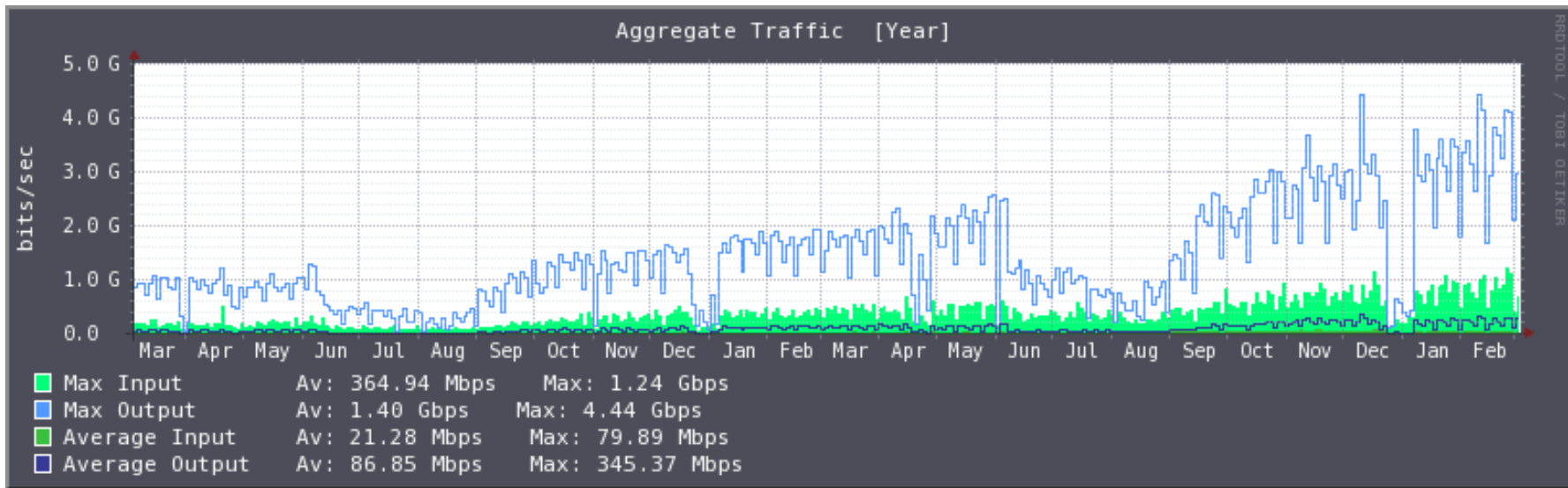


170 scuole oggi connesse a GARR

- Collegamenti diretti in fibra ottica gestita da GARR
- Collaborazione con università e enti GARR
 - Università di Trieste (LightNet), Torino, Udine, Urbino, Ancona, Cassino, Pisa, Napoli
- Sinergia con reti regionali e metropolitane di Pubbliche Amministrazioni
 - Lepida (Rete Regionale Emilia Romagna)
 - FiNet (Comune e Università di Firenze)
- Progetto GARR-X Progress (2013-2015)
 - Finanziamento MIUR nelle Regioni della Convergenza (Calabria, Campania, Puglia, Sicilia)



Una rete in crescita



2013

1,5 Gbps
110 scuole connesse

2015

4,5 Gbps
170 scuole connesse

- **Sperimentazione 2012-2013 richiesta dal MIUR**
 - Numero scuole coinvolte: 120 circa
 - Traffico aggregato con picchi c.a. 2.5Gbps
 - Modalità e tecnologia di collegamento
 - Diretta: via PoP o sede socio GARR, in fibra ottica, banda 100Mbps simmetrici
 - Indiretta: raccolta di scuole fatta da reti metropolitane o regionali già esistenti
 - Alcune realizzazioni in tecnologia radio
 - Fornitura dell'apparato di terminazione, gestione GARR, personalizzazione configurazione in base alle esigenze scuole

- **Soggetti coinvolti nella sperimentazione**
 - Soci GARR e in particolare le università con collegamenti realizzati attraverso un'estensione della loro infrastruttura di rete fisica
 - Università di : Trieste (LightNet), Torino, Udine, Urbino, Ancona, Cassino, Napoli
 - Soggetti della **Pubblica Amministrazione** con collaborazioni già avviate, attraverso reti metropolitane e regionali:
 - **LEPIDA** (c.a. 80 Scuole, Rete Regionale Emilia Romagna)
 - **FiNet** (Comune di Firenze)
 - I principali operatori di telecomunicazioni in grado di fornire fibra in modalità IRU (Indefeasible right of use) a 15 anni
- **Copertura dei costi a carico di soggetti GARR e in parte dalle scuole**

Esempio di aggregazione in produzione sul modello GXP nella città di Roma sul modello di raccolta presentato in precedenza:

- Realizzazione mini-PoP presso operatore di TLC, Aggregation node MetroEthernet CISCO ME-3400G-12CS
- **4 scuole superiori** collegate direttamente al mini-PoP in fibra ottica spenta, **banda 100Mbps simmetrici** (1G ready)
- Realizzazione uplink tra mini-PoP e backbone rete GARR-X
- Fornitura alle scuole apparati di rete

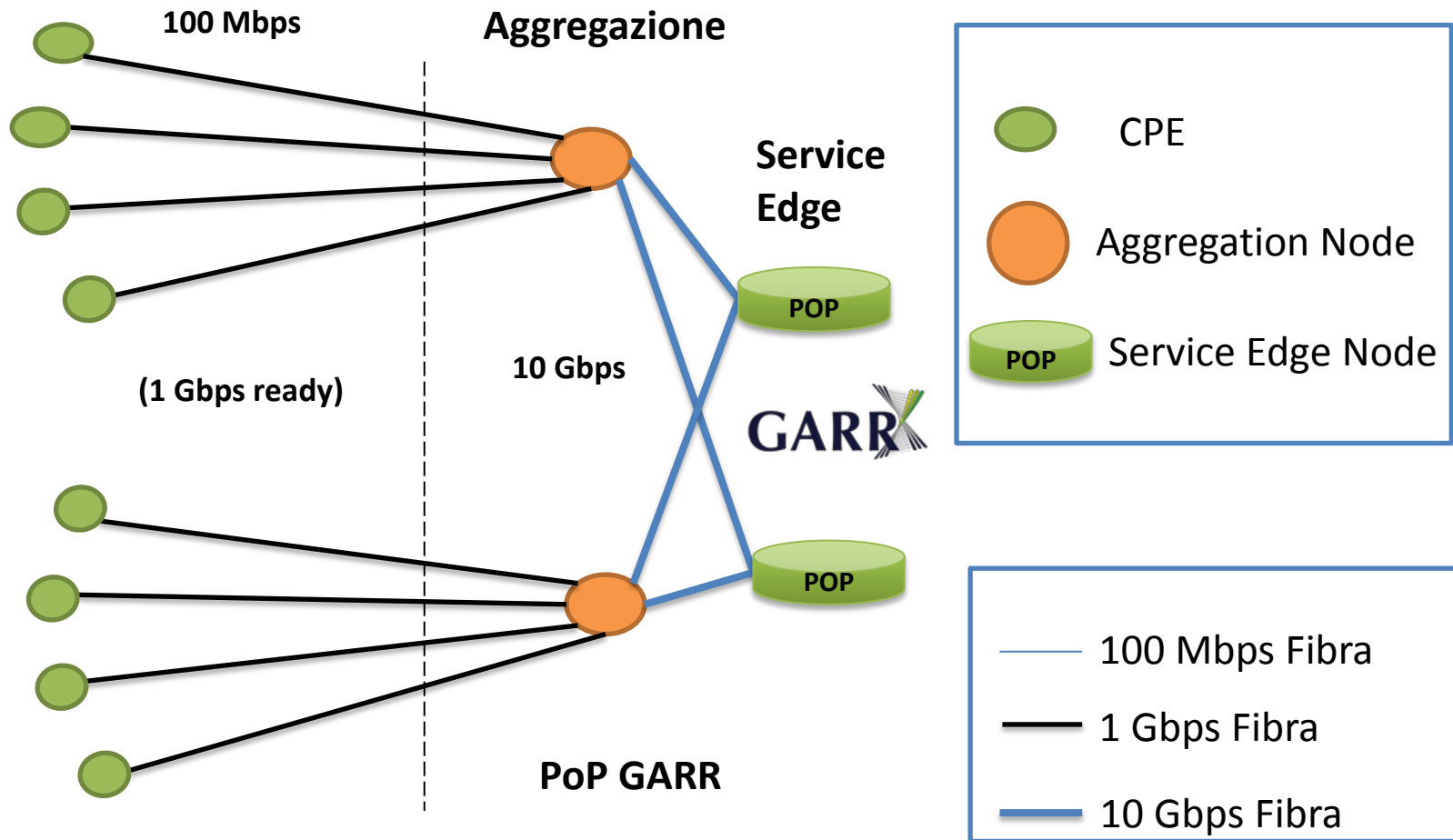
Nel modello il punto di aggregazione è stato scelto minimizzando le distanze tra le scuole e:

- un PoP GARR
- una centrale di un operatore di TLC che fornisce le fibre di accesso
- il sito di un eventuale ente GARR adatto a ospitare il collegamento e/o la raccolta di più siti scolastici
- un polo didattico che assume la funzione di aggregazione

La scelta di progetto in GXP è un **PoP GARR**

GARR-X Progress -Scuole

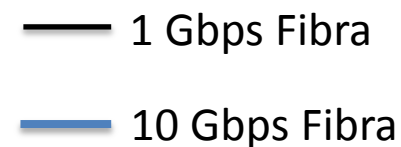
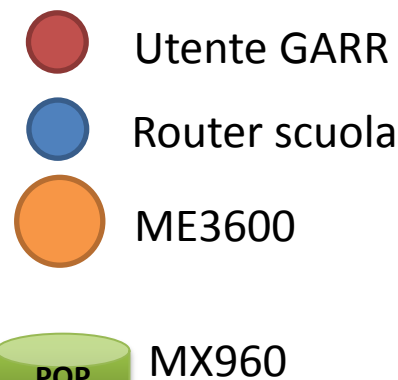
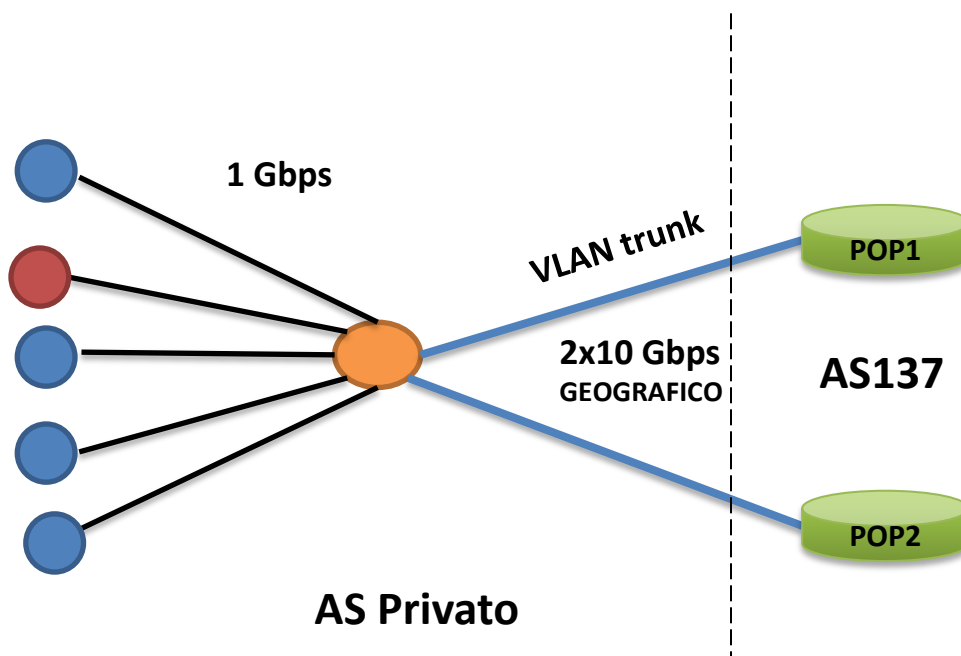
Modello di raccolta delle Scuole



GARR-X Progress Scuole

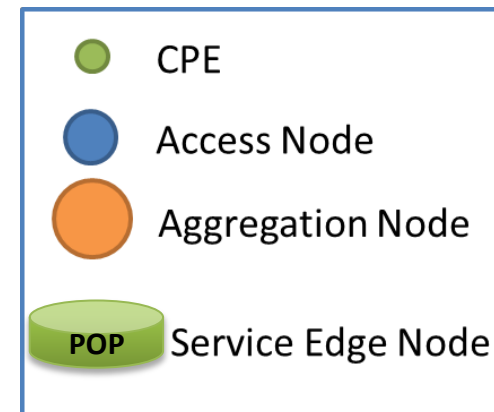
Modello di raccolta delle Scuole

Due Link 10Gbps geografici su due PoP diversi



Scuole: peering BGP con ME3600, default route only
Utente GARR: attraversa in L2 l'ME3600 e fa peering BGP direttamente con gli MX

- **Service Edge** nei PoP GARR, piattaforma MX
- **Aggregation e Access Node** collassati in un unico apparato **MetroEthernet CISCO ME 3600X-24FS** (fiber)
 - uplink 2x10Gbps verso apparati trasmissivi e/o router GARR (a seconda del PoP interessato) ridondanza geografica e/o locale di porta e di router
 - 24x1Gbps porte verso l'aggregazione dei router scuole (CPE)
- **CPE CISCO ISR G2 2921** con una interfaccia WAN 1Gbps, interfaccia LAN 1Gbps rame (speed 100Mbps)



- Accesso in **fibra ottica spenta**, banda disponibile **100Mbps simmetrici** (1Gbps ready) con collegamenti diretti sui PoP della rete GARR
- Fornitura di un **apparato di accesso pre-configurato** e gestito da GARR (la gestione della rete locale spetta alla Scuola)
- **Indirizzamento pubblico IPv4 e IPv6** a ciascuna scuola per creare ed esporre contenuti e non essere solo fruitori
- Eventuali personalizzazioni della configurazione del CPE per LAN utente
- Trasparenza protocolli
- Supporto tecnico di rete e sicurezza
- Servizi GARR

Tecnologie di accesso

100 SCUOLE CONNESSE



FTTC
FIBER TO THE
CABINET

IN SPERIMENTAZIONE



XDSL
ACCESSO IN
RAME

USO AMMINISTRATIVO



- Lotto della gara 0902 (GARR-X) aggiudicato a TI
- Caratteristiche del servizio di aggregazione MPLS TelecomItalia:
 - Traffico Hub & Spoke
 - Supporto IPv4/v6 , multicast, QoS
 - Indirizzamento e AS assegnati da GARR
 - Doppio nodo di raccolto in mutuo backup con banda 10G
 - Routing BGPv4 (AS number 32 bit)
 - Supporto agent PM
 - Tecnologia accesso xDSL, IMA, Ethernet
 - Banda da 2M->100M
 - Configurazione con singolo/doppio CPE
 - Protocolli supportati: NAT, DHCP, HSRP/VRRP, etc.
 - Co-gestione del GARR-NOC

Profili commerciali - Flat Office 8M (BMG 6M)

Router CE: **Cisco 2851**

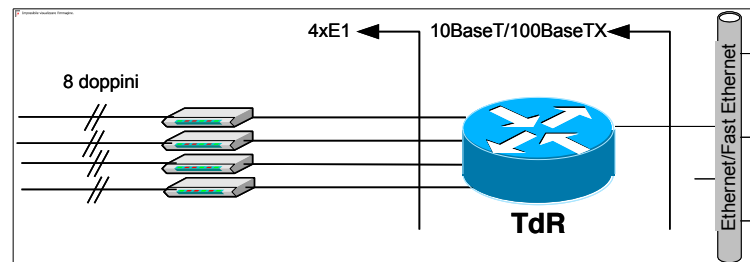
IMA su sHDSL/HDSL (Inverse Multiplexing ATM): è utilizzata per le sedi in cui è richiesta una Banda IP Minima Garantita pari a 6 Mbps e che si trovano in città in cui Telecom Italia non dispone di una MAN GBE. In rare occasioni, è utilizzata anche nelle città ove è presente una MAN GBE ma l'ubicazione della sede non consente di realizzare una connettività Ethernet in fibra ottica in quanto gli interventi infrastrutturali sono stati giudicati troppo onerosi. La tecnologia ATM IMA utilizza la tecnica sHDSL/HDSL per il trasporto del traffico a livello fisico ed il protocollo ATM per l'incapsulamento a livello 2 della pila ISO OSI.

Il servizio fruibile è pertanto del tipo **4x2Mbit/s** e prevede la fornitura presso la sede cliente della struttura d'impianto di seguito descritta:

quattro modem **sHDSL/HDSL** con interfaccia E1 G.703/G.704;

affasciamento dei 4 accessi a 2 Mbit/s utilizzando la tecnica di multiploazione inversa su ATM (**IMA**, Inverse Multiplexing for ATM, ATM Forum AF-PHY-00086.000) implementata direttamente sul router CE in tecnologia Cisco 2851 (Terminazione di Rete, TdR);

quattro o otto doppini in rame a seconda della tecnica xDSL impiegata.



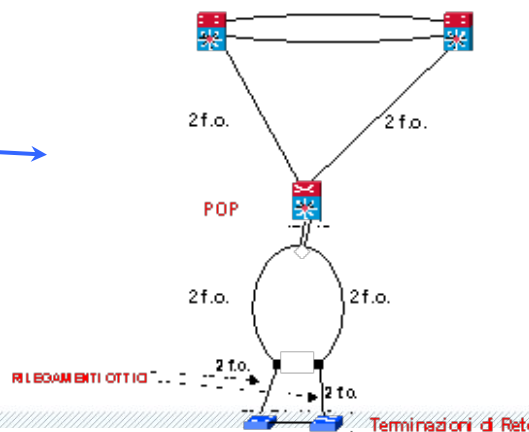
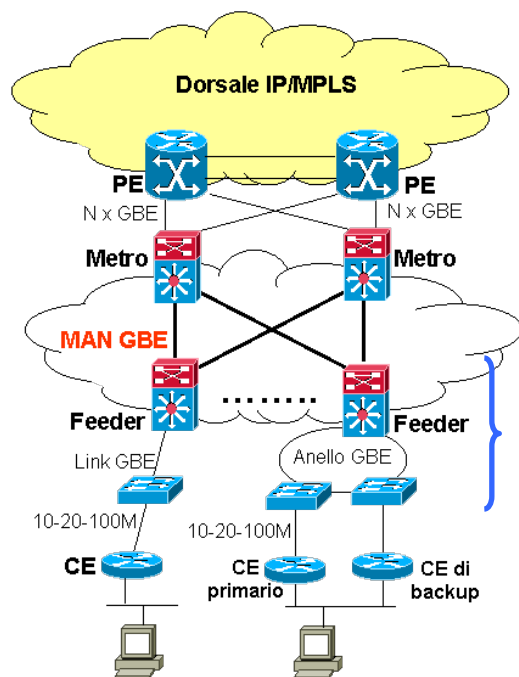
Profili commerciali - Platinum/Gold

Router CE primario (Platinum 100M BMG 20M): **Juniper J2320**
Router CE secondario (Platinum 100M BMG 20M): **Juniper J2320**

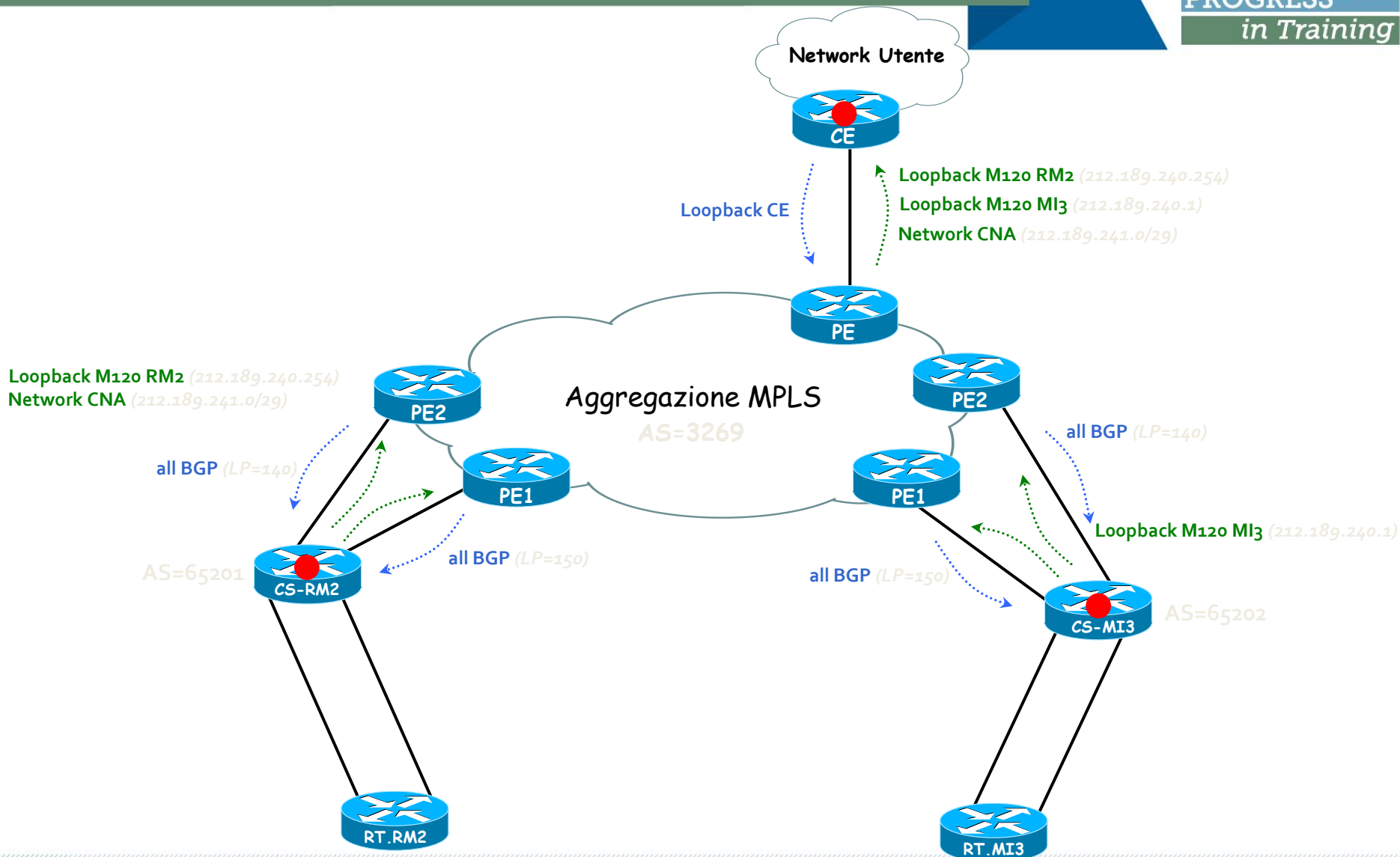
Router CE primario (Platinum 100M BMG 100M): **Juniper J6350**
Router CE secondario (Platinum 100M BMG 100M): **Juniper J6350**

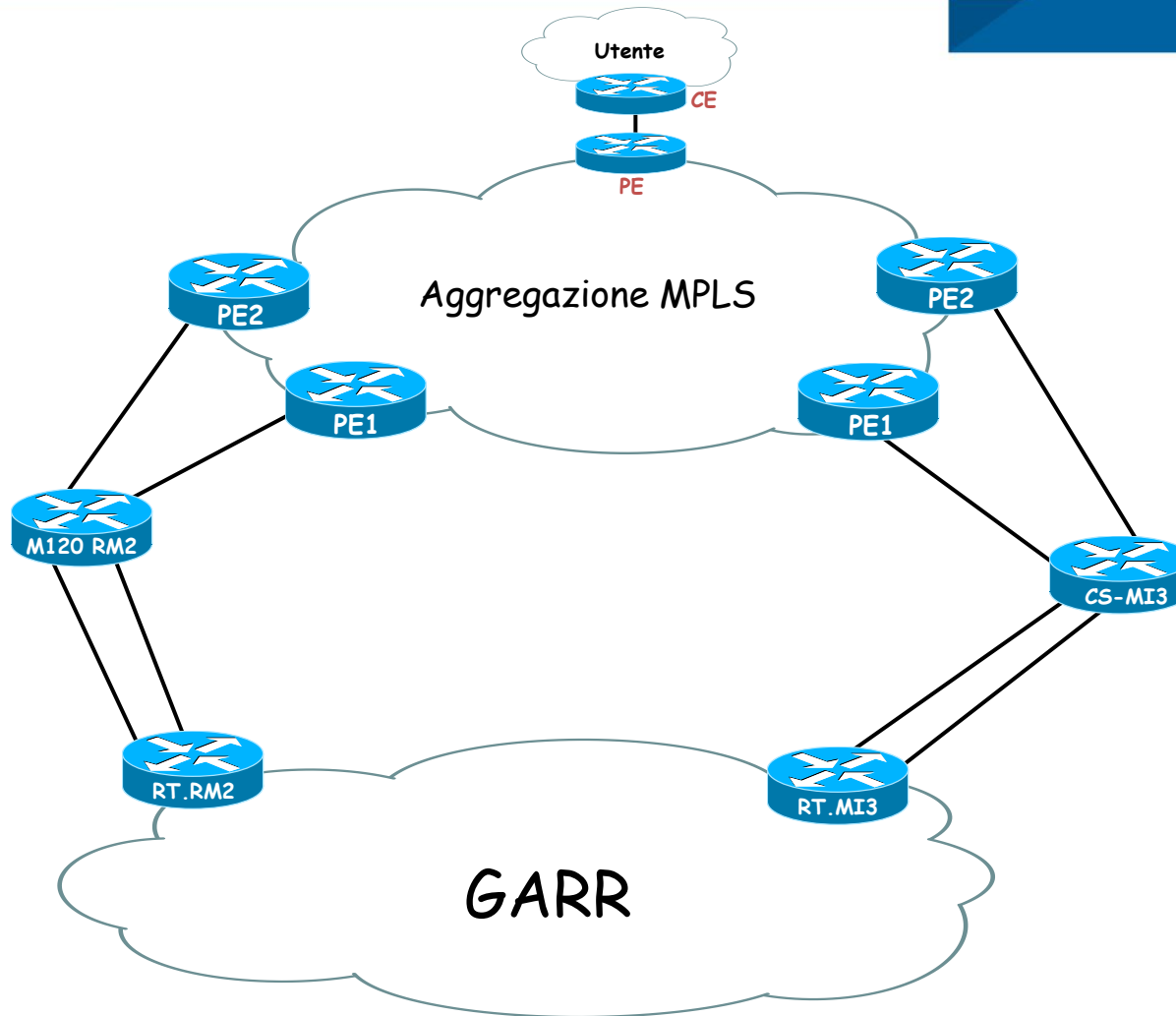
Router CE primario (Gold 10M BMG 10M): **Juniper J2320**
Router CE secondario (Gold 10M BMG 10M): **Juniper J2320**

Accessi MPLS GBE basati sul servizio Ethernity Gold/Platinum: garantiscono una banda IP minima garantita pari a 10 Mbps (profilo Gold) o relativi multipli fino a 100 Mbps (profilo Platinum), con **ridondanza** sia della terminazione di rete che del router di accesso in tecnologia Juniper. Tale collegamento prevede la fornitura di un rilegamento in fibra ottica in doppia via tra la sede utente ed il PoP Telecom Italia di riferimento della rete ottica GBE metropolitana. In tale caso le terminazioni di rete

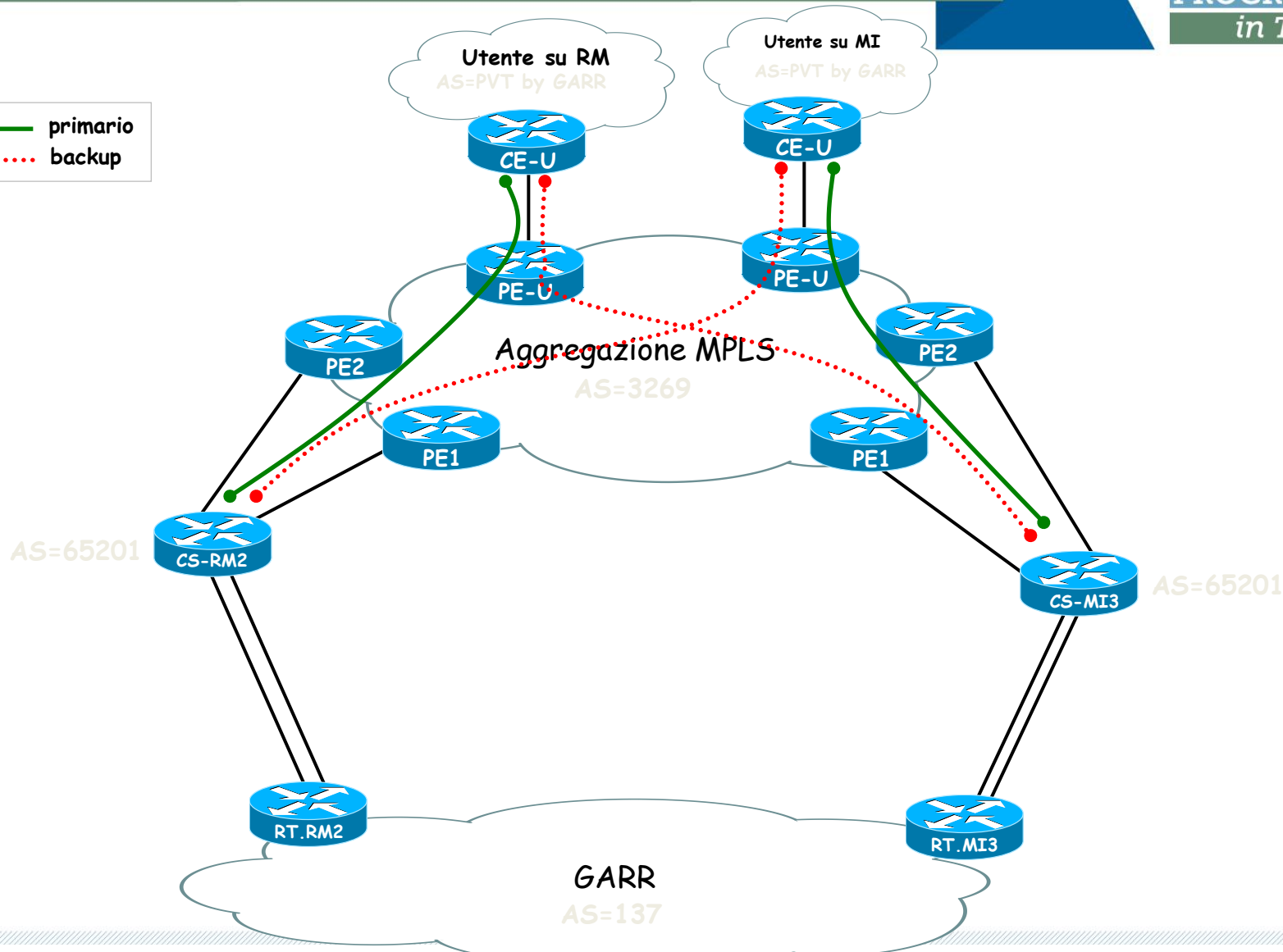


Routing BGP

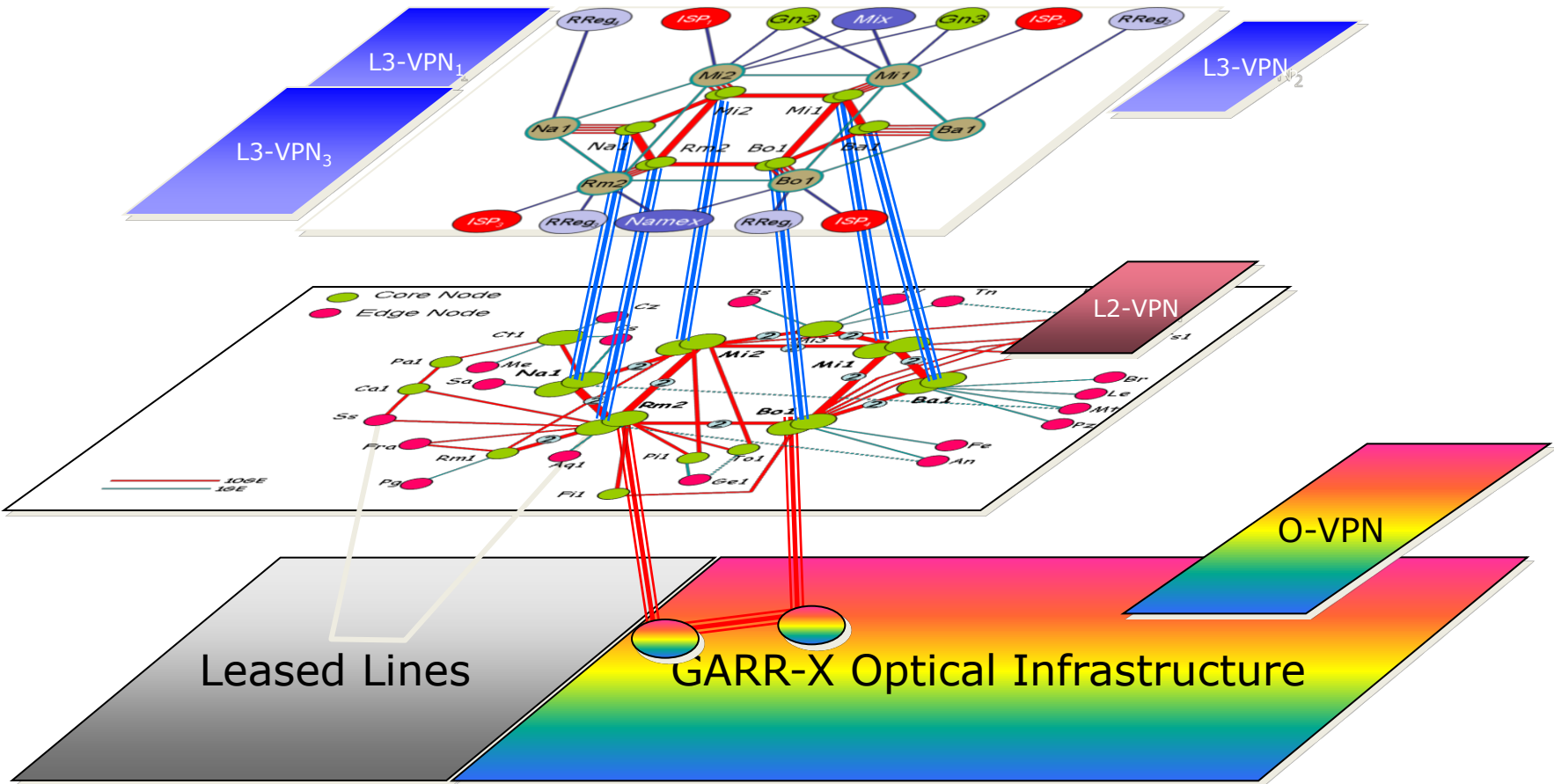




Architettura Accesso Utente



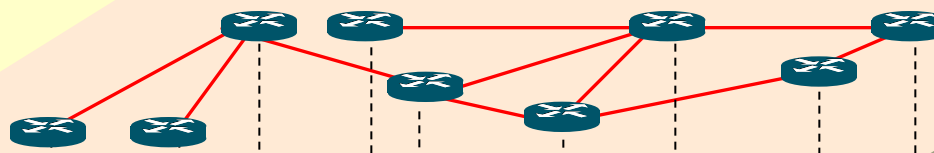
Modello di gestione della rete



Design di rete GARR-G

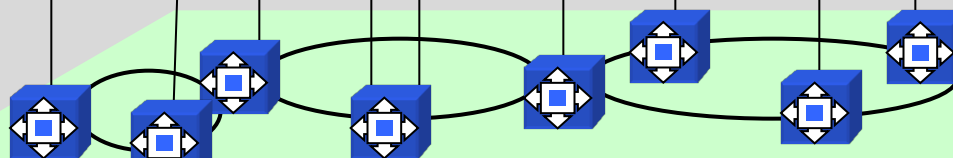
Gestito da
GARR

Layer 3

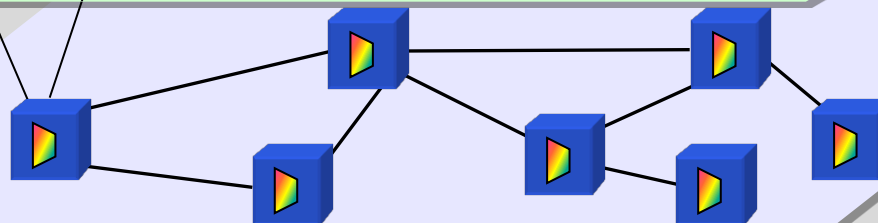


Gestito da
operatori

Layer 2

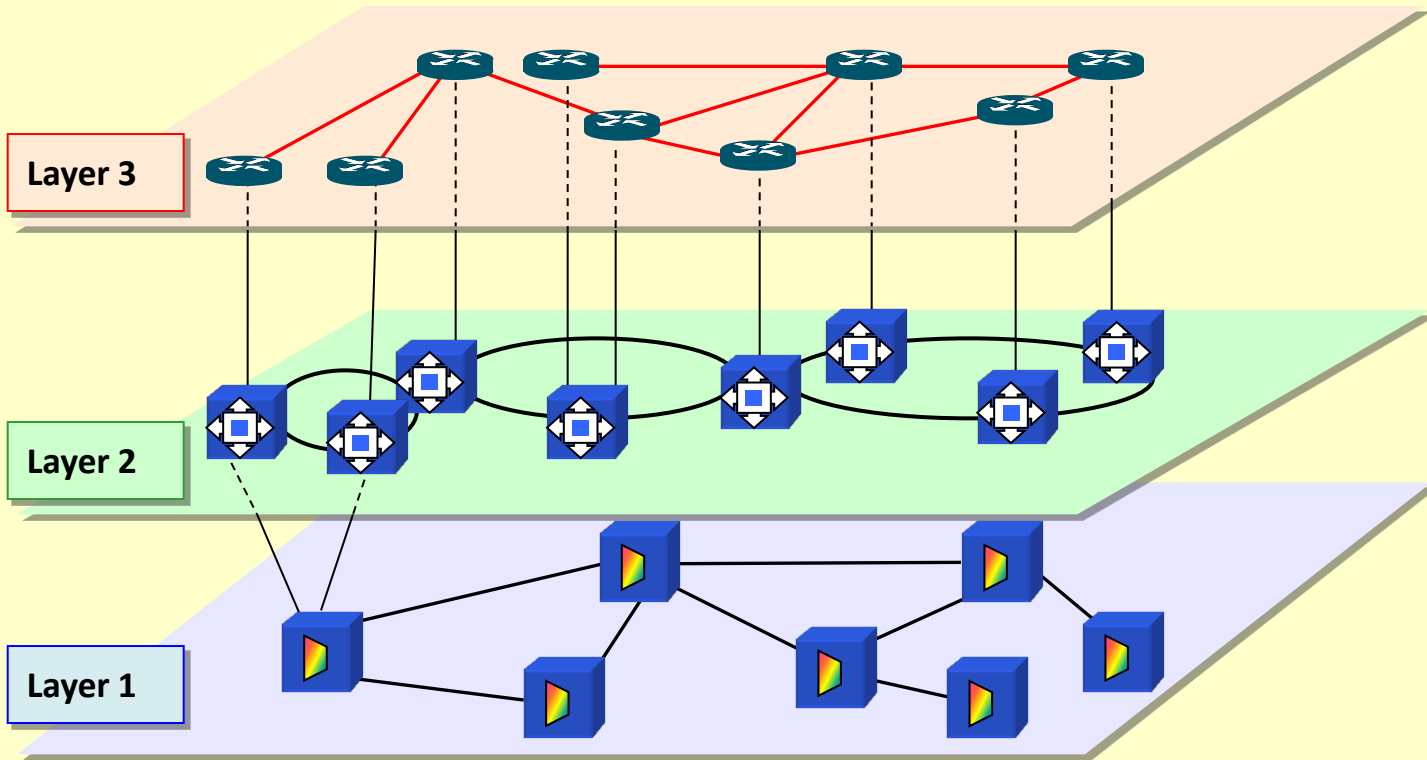


Layer 1

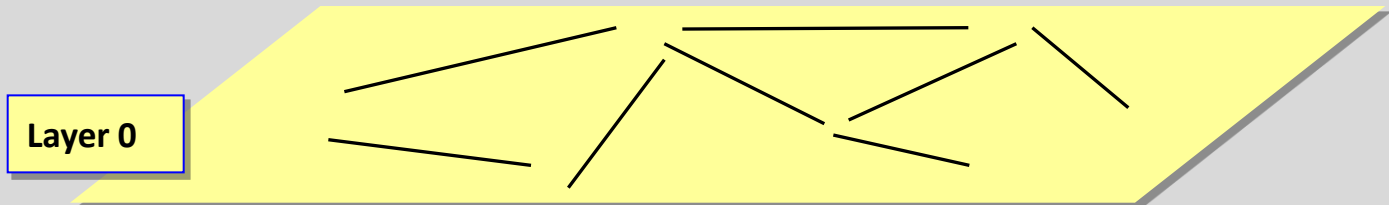
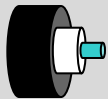


Design di rete GARR-X

Gestito da
GARR



Gestito da
operatori



- La DCN e' necessaria per la gestione degli apparati trasmissivi e deve essere ad alta affidabilità
- I circuiti della DCN saranno:
 - di tipo xDSL con banda garantita 1Mbps
 - consegnati in modalit  VPN-MPLS L3 in uno o pi  punti di aggregazione
- DCN presente in tutti gli X-PoP che ospitano un nodo trasmissivo per
 - gestione degli apparati trasmissivi
 - gestione degli altri apparati del X-PoP (router, switch, etc...)
- L'indirizzamento della DCN e della LAN di gestione per ragioni di sicurezza sar  privato
- Previsto anche un accesso OOB via PSTN (e eventualmente ISDN) in ogni X-PoP per ridondanza, utilizzato solo
 - per operazioni potenzialmente "distruttive"
 - in caso di isolamento dei PoP
- In GARR-X la DCN operatore e l' OOB verranno affiancate da una L3VPN-MPLS di gestione realizzata sull'infrastruttura di GARR in modo da:
 - utilizzare la banda a disposizione sulla rete GARR-X per far transitare le informazioni del piano di management (come avviene oggi)
 - preservare le caratteristiche di una rete di gestione separata fisicamente quali:
 - Riservatezza
 - Indirizzamento privato
 - Segregazione del traffico

Modello Generale

Percorso primario.

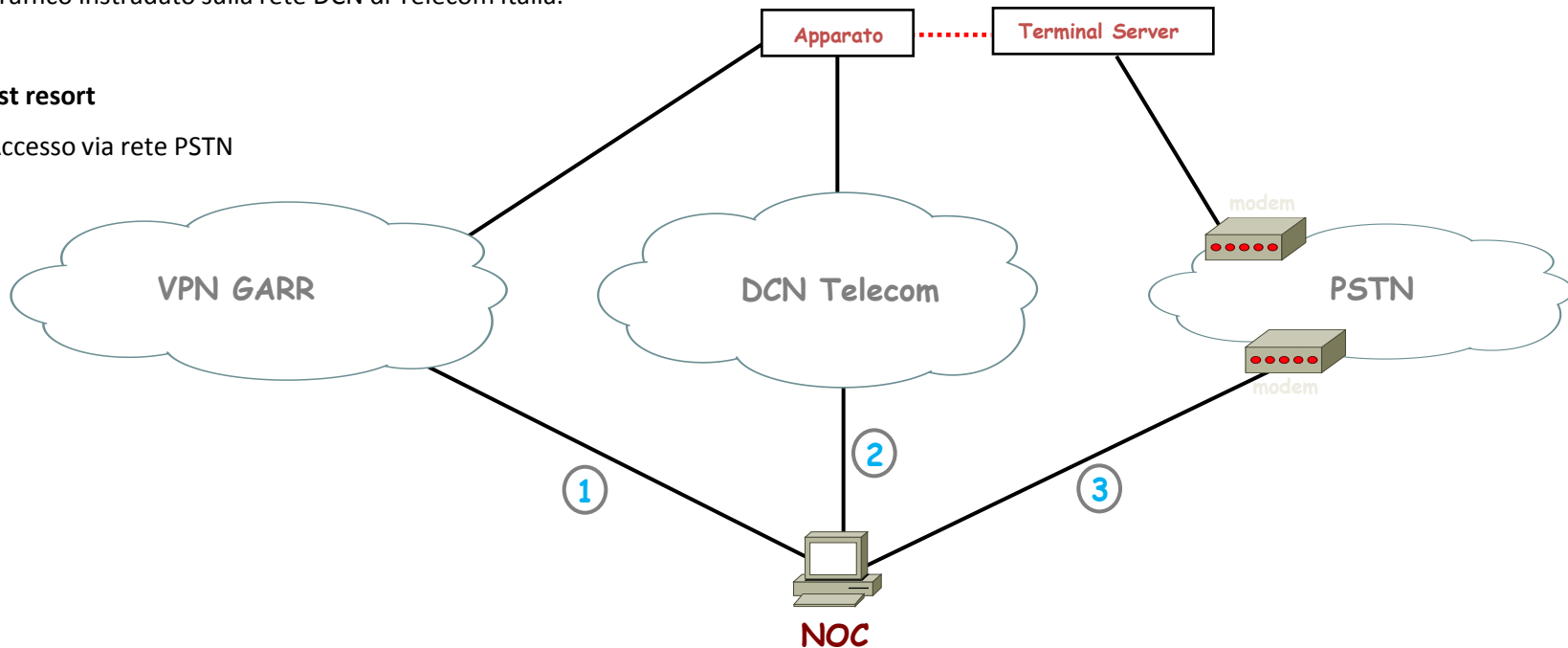
Traffico instradato sulla rete GARR-X e confinato all'interno della L3VPN di management.

Percorso secondario.

Traffico instradato sulla rete DCN di Telecom Italia.

Last resort

Accesso via rete PSTN



- La rete GARR gestita da due gruppi di lavoro:
 - GARR Operations (6 persone)
 - GARR-NOC (6 persone)
- NOC opera su turni:
 - Lun-ven 8:00 - 20:00
- Contatti:
 - Email noc@garr.it e operations@garr.it
 - Tel. 06 49622550
- Il sito web ufficiale del NOC
 - <http://www.noc.garr.it/>

- The Operations group is a network specialist team in charge of high level management of the national Optical and IP network infrastructure.
- Main duties of the group include:
 - handle second level escalation for network issues;
 - design, implement and document network Points of Presence (PoPs), including site survey and preparation;
 - plan, provision and implement network expansions, capacity upgrades and topology changes;
 - manage network systems (IP/MPLS router, switches, xWDM and management equipment, etc.) in terms of hardware/software installation, configuration, security, inventory and maintenance;
 - supervision of operational Optical and IP services and routing policies;
 - test and introduce advanced network services and new features;
 - oversee execution of in service hardware/software upgrades and network migrations;
 - write operational procedures for new service/systems introduction and network upgrades and guidelines for planned maintenances;
 - define specifications for internally developed Network Monitoring Systems and reporting tools;
 - constantly verify that production services meet contractual customer and supplier Service Level Agreements (SLA);
 - define and implement backbone security policies;
 - provide technical support to customers and special research projects;
 - supervision of NOC.

- NOC handles day-by-day management of the network including:
 - continuously monitor network status and performance;
 - troubleshoot and solve according to contractual SLA issues related with network infrastructure, hardware, applications and services;
 - create and update trouble tickets to track network incidents;
 - be the single point of contact for customers and other NOCs;
 - interact with connectivity carriers NMCs (Network Management centres);
 - deal with vendors TACs (Technical Assistance Centre) within problems solution and escalations;
 - configure network routers, switches, transmission equipment, servers and support devices and implement services and routing policies;
 - test and activate new network circuits and Optical and IP services;
 - execute planned maintenances, network migrations, coordinate on field technicians intervention when required;
 - support customers in configuring network equipment;
 - produce, update and complete documentation and routine reports in accordance with laid down procedures;
 - apply countermeasures/filters on network equipment in case of security incidents.

I numeri del NOC nel 2014

- Il numero di ticket gestiti dal NOC nel corso del 2014 sono stati pari a 1074, di cui 751 relativi ad incidenti di rete e 323 a manutenzioni.
- Il 28% circa dei ticket hanno riguardato i PoP, il 5% l'infrastruttura trasmissiva GARR (apparati o tratte di fibra ottica di dorsale), mentre il resto dei ticket e' relativo ai collegamenti di backbone, accesso e peering.
- Nel corso del 2014 il numero di attivazioni, migrazioni e dismissioni di collegamenti di accesso, backbone e peering è stato di circa 150.
- In oltre 100 casi sono stati attivati nuovi collegamenti, mentre nel resto dei casi si è trattato di upgrade o dismissioni di collegamenti esistenti.
- Le attivazioni di nuovi apparati di rete sono state 88 mentre le dismissioni di apparati 4.
- Il numero complessivo di apparati gestiti direttamente dal GARR-NOC supera gli 800 apparati:
 - 100 router di backbone
 - 150 apparati D/CWDM trasmissivi
 - oltre 100 apparati di gestione
 - 150 apparati Metro Ethernet
 - Circa 250 router utente

Strumenti per la gestione della rete di esercizio

- Tool di monitoraggio
- Statistiche di traffico e dei flussi
- Trouble Ticket System
- Rete di management
- Sistemi di gestione apparati (OSS)
- Checklist system
- Network Database
- Knowledge Base Wiki
- Server di servizio:
 - VPN Gateway
 - Syslog
 - CVS configurazioni apparati
 - Radius
 - Server per test in rete (mgen, iperf, NDT, etc.)

- Trouble Ticket System (TTS)
 - https://gins.garr.it/TTS/tts_list.php
- Home GINS (GARR Integrated Networking Suite)
 - <https://gins.garr.it/>
- Statistiche di traffico
 - https://gins.garr.it/home_statistics.php
- Weathermap rete
 - https://gins.garr.it/home_weathermaps.php