

**GARA-0903**  
**CAPITOLATO TECNICO DI GARA**  
**FORNITURA DI APPARATI DI ROUTING**  
**E SWITCHING PER LA RETE GARR**

<b>NOME FILE:</b>	<b>GARA-0903-Capitolato-Tecnico-di-Gara</b>
<b>DATA:</b>	<b>30 luglio 2010</b>
<b>ATTIVITÀ:</b>	<b>Progetto GARR-X: definizione apparati di routing e switching</b>
<b>STATO:</b>	<b>Finale</b>

## INDICE

1	INTRODUZIONE.....	7
1.1	Il Consortium GARR .....	7
1.2	La rete GARR oggi (GARR-G).....	7
1.3	Il progetto di Rete GARR-X.....	10
1.3.1	<b>Requisiti degli utilizzatori e vincoli del progetto GARR-X.....</b>	<b>10</b>
1.3.2	<b>Architettura di GARR-X.....</b>	<b>12</b>
1.3.3	<b>Infrastruttura IP in GARR-X - Router.....</b>	<b>14</b>
1.3.4	<b>Infrastruttura di Switching in GARR-X – Switch Ethernet (IP/M) .....</b>	<b>15</b>
2	OGGETTO E DESCRIZIONE DELLA PROCEDURA DI GARA.....	16
2.1	Oggetto della Fornitura .....	16
2.2	Procedura di gara .....	16
2.3	Definizioni .....	17
3	CARATTERISTICHE GENERALI DELLA FORNITURA .....	18
3.1	Unico Costruttore .....	18
3.2	Relazione diretta tra GARR e Costruttore.....	18
3.3	Unico Sistema Operativo .....	18
3.4	Unico Sistema di Gestione.....	19
3.5	Caratteristiche di ridondanza degli apparati.....	19
3.6	Vincoli per la fornitura .....	19
4	SPECIFICHE TECNICHE E FUNZIONALI DEGLI APPARATI DI RETE.....	19
4.1	Requisiti vincolanti globali degli apparati di rete .....	19
4.1.1	<b>Requisiti vincolanti del Sistema Operativo .....</b>	<b>19</b>
4.1.2	<b>Requisiti del sistema di gestione .....</b>	<b>23</b>
4.1.2.1	<b>Software di monitoring dello SLA .....</b>	<b>25</b>
4.2	Requisiti opzionali globali degli apparati .....	26
4.2.1	<b>Requisiti opzionali del sistema operativo .....</b>	<b>26</b>
4.3	Requisiti tecnici vincolanti per i router .....	27
4.3.1	<b>Requisiti vincolanti ambientali .....</b>	<b>27</b>
4.3.2	<b>Requisiti vincolanti di architettura e capacità.....</b>	<b>28</b>
4.3.3	<b>Requisiti vincolanti di connettività .....</b>	<b>30</b>
4.3.4	<b>Requisiti vincolanti di aggregazione per le interfacce (link aggregation).....</b>	<b>32</b>
4.3.5	<b>Requisiti vincolanti di ridondanza .....</b>	<b>34</b>
4.3.6	<b>Requisiti vincolanti dei servizi .....</b>	<b>35</b>
4.3.7	<b>Requisiti vincolanti di prestazione.....</b>	<b>38</b>
4.3.8	<b>Requisiti vincolanti di OAM .....</b>	<b>39</b>
4.4	Requisiti tecnici opzionali per i router .....	40
4.4.1	<b>Requisiti opzionali di capacità .....</b>	<b>40</b>
4.4.2	<b>Requisiti opzionali di connettività.....</b>	<b>41</b>
4.4.3	<b>Requisiti opzionali di aggregazione per le interfacce (link aggregation).....</b>	<b>42</b>
4.4.4	<b>Requisiti opzionali dei servizi.....</b>	<b>42</b>



4.4.5	Requisiti opzionali di OAM .....	43
4.5	Requisiti tecnici vincolanti per apparati di switching L2/L3 .....	43
4.5.1	Requisiti vincolanti ambientali Core Node .....	43
4.5.2	Requisiti vincolanti ambientali Edge Node .....	44
4.5.3	Requisiti vincolanti di architettura e capacità Core Node.....	45
4.5.4	Requisiti vincolanti di architettura e capacità Edge Node .....	46
4.5.5	Requisiti vincolanti di connettività Core Node.....	48
4.5.6	Requisiti vincolanti di connettività Edge Node .....	49
4.5.7	Requisiti vincolanti di aggregazione Core Node.....	50
4.5.8	Requisiti vincolanti di aggregazione Edge Node .....	52
4.5.9	Requisiti vincolanti di ridondanza Core Node.....	54
4.5.10	Requisiti vincolanti di ridondanza Edge Node.....	56
4.5.11	Requisiti vincolanti dei servizi .....	57
4.5.12	Requisiti vincolanti di prestazione Core Node.....	61
4.5.13	Requisiti vincolanti di prestazione Edge Node .....	62
4.5.14	Requisiti vincolanti di OAM .....	63
4.6	Requisiti tecnici opzionali per apparati di switching L2/L3 .....	64
4.6.1	Requisiti opzionali di capacità Core Node .....	64
4.6.2	Requisiti opzionali di capacità Edge Node.....	64
4.6.3	Requisiti opzionali di connettività Core Node.....	65
4.6.4	Requisiti opzionali di aggregazione Core Node.....	65
4.6.5	Requisiti opzionali di aggregazione Edge Node .....	66
4.6.6	Requisiti opzionali di ridondanza Edge Node .....	66
4.6.7	Requisiti opzionali dei servizi.....	67
4.6.8	Requisiti opzionali di OAM .....	69
5	SPECIFICHE TECNICHE E OPERATIVE PER I SERVIZI DI SUPPORTO .....	69
5.1	Servizio di Assistenza Specialistica e Manutenzione .....	69
5.1.1	Service Level Agreement.....	69
5.1.2	Servizio di sostituzione dei componenti guasti e supporto tecnico in loco (on-site hardware replacement).....	71
5.1.3	Servizio di garanzia e gestione delle scorte.....	71
5.1.4	Interventi di manutenzione programmata, ordinaria e straordinaria.....	72
5.1.5	Servizio di risoluzione dei guasti mediante centro di supporto tecnico del Costruttore degli apparati .....	73
5.1.6	Servizio di aggiornamento software e firmware dei componenti di rete.....	74
5.1.7	Servizio di testing e validazione di nuove release software. ....	74
5.1.8	Relazione sui Servizi di Supporto - Sistema per la raccolta di statistiche dei guasti e la verifica degli SLA .....	74
5.2	Servizi di Supporto Specialistico.....	75
5.2.1	Disegno della infrastruttura di switching e routing .....	76
5.2.2	Servizio di attivazione, gestione, supervisione e controllo della rete.....	76
5.2.3	Servizi di formazione del personale GARR .....	77
5.3	Sommario descrizione servizi di supporto .....	78
5.4	Sommario dei servizi di supporto annessi alla fornitura.....	78
5.5	Punti di contatto .....	79

6	SPECIFICHE TECNICHE PER I SERVIZI E GLI APPARATI ACCESSORI.....	80
6.1	Trasporto, Consegna e installazione degli apparati.....	87
6.1.1	<b>Trasporto e consegna</b> .....	87
6.1.2	<b>Installazione</b> .....	88
7	OPZIONE DI VERIFICA FUNZIONALE MEDIANTE SETUP DI TEST .....	88
8	SCHEMA DI PRESENTAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OFFERTE .....	89
8.1	Modalità di Presentazione dell’Offerta Tecnica.....	89
8.1.1	<b>Lista degli elementi hardware e software (Kit-List) proposti</b> .....	89
8.1.2	<b>Progetto Tecnico di Rete a cura del Fornitore</b> .....	89
8.2	Modalità di Presentazione dell’Offerta Economica .....	92
8.3	Criteri di Valutazione Tecnici ed Economici.....	93
8.3.1	<b>Criteri tecnici per la valutazione dell’offerta</b> .....	93
8.3.1.1	Punteggio tecnico relativo alle Funzionalità [PF→ fino a 35 punti] .....	93
8.3.1.2	Punteggio tecnico relativo alle Porte in Eccedenza [PCE→ fino a 5 punti].....	94
8.3.1.3	Punteggio tecnico relativo al Progetto Tecnico di Rete [PPTR→ fino a 10 punti] ...	95
8.3.1.4	Punteggio tecnico relativo al Servizio di Assistenza Specialistica e Manutenzione [PSAM→ fino a 10 punti] .....	95
8.3.1.5	Punteggio tecnico relativo al Servizio di Affiancamento e Formazione [PAF→ fino a 5 punti] 95	
8.3.2	<b>Criteri economici per la valutazione dell’Offerta</b> .....	95
9	PROCEDURE DI PRE COLLAUDO (FIELD-TRIAL) E DI COLLAUDO.....	96
9.1	Procedura di Pre Collaudo (field-trial).....	96
9.2	Collaudo dei Router e degli Apparati di Switching .....	97
9.2.1	<b>Termini per le procedure di collaudo</b> .....	97
9.2.2	<b>Modalità per le procedure di collaudo</b> .....	98
9.2.3	<b>Ritiro materiale in caso di rigetto della fornitura</b> .....	98
10	CONSISTENZA DEGLI APPARATI DI RETE .....	99
10.1	Requisiti di ridondanza sulla connettività degli apparati di rete.....	99
11	PROGETTO D’IMPLEMENTAZIONE E DI MIGRAZIONE A GARR-X .....	99
12	ALLEGATI .....	100
13	SPECIFICHE DI RIFERIMENTO EMESSE DA ENTI NORMATIVI .....	101
13.1	Specifiche di riferimento emesse da ETSI .....	101
13.2	Specifiche di riferimento emesse da ITU-T .....	101
13.3	Specifiche di riferimento emesse da altri enti normativi .....	101
14	GLOSSARIO.....	101

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Modello di rete attualmente utilizzato in GARR-G.....	8
Figura 2: Topologia della rete IP in GARR-G. ....	9
Figura 3: Evoluzione della dorsale in fibra ottica nel Progetto di rete GARR-X.....	11
Figura 4: Schema logico dell’Architettura di Accesso e Trasporto in GARR-X .....	12
Figura 5: Modello della nuova infrastruttura di rete GARR-X. ....	13



Figura 6: Topologia IP e schema logico dei Peering e degli accessi utente .....	14
Figura 7: L'infrastruttura di Switching GARR-X.....	15
Figura 8 : 2 ODF e cavo in fibra ottica da terminazione fibre GARR e rack apparato	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
Figura 9 : 2 DDF e cavo in rame Cat6 da terminazione GARR e rack apparato	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
Figura 10 : Esempio di tabella dei costi di un apparato (router del PoP BA1).....	92
Figura 11 : Tabella dei costi del sistema di gestione.....	92

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Requisiti vincolanti sistema operativo degli apparati.....	22
Tabella 2: Requisiti vincolanti sistema di gestione .....	25
Tabella 3: Requisiti vincolanti software monitoring dello SLA.....	26
Tabella 4: Requisiti opzionali sistema operativo dei router. ....	27
Tabella 5: Requisiti vincolanti ambientali dei router .....	28
Tabella 6: Requisiti vincolanti di architettura e capacità dei router .....	30
Tabella 7: Requisiti vincolanti di connettività dei router .....	32
Tabella 8: Requisiti vincolanti di aggregazione dei router.....	33
Tabella 9: Requisiti vincolanti di ridondanza dei router .....	35
Tabella 10: Requisiti vincolanti dei servizi dei router.....	38
Tabella 11: Requisiti vincolanti di prestazione dei router.....	39
Tabella 12: Requisiti vincolanti OAM dei router.....	40
Tabella 13: Requisiti opzionali di capacità dei router .....	40
Tabella 14: Requisiti opzionali di connettività dei router .....	42
Tabella 15: Requisiti opzionali di aggregazione dei router.....	42
Tabella 16: Requisiti opzionali di servizio dei router .....	43
Tabella 17: Requisiti opzionali OAM dei router.....	43
Tabella 18: Requisiti vincolanti ambientali Core Node .....	44
Tabella 19: Requisiti vincolanti ambientali Edge Node.....	45
Tabella 20: Requisiti vincolanti di architettura e capacità Core Node.....	46
Tabella 21: Requisiti vincolanti di architettura e capacità Edge Node.....	47
Tabella 22: Requisiti vincolanti di connettività Core Node .....	49
Tabella 23: Requisiti vincolanti di connettività Edge Node.....	50
Tabella 24: Requisiti vincolanti di aggregazione apparati di switching Core Node .....	52
Tabella 25: Requisiti vincolanti di aggregazione apparati di switching Edge Node.....	54
Tabella 26: Requisiti vincolanti di ridondanza apparati di switching Core Node.....	56
Tabella 27: Requisiti vincolanti di ridondanza apparati di switching Edge Node .....	56
Tabella 28: Requisiti vincolanti di servizio apparati di switching .....	60
Tabella 29: Requisiti vincolanti prestazioni apparati di switching Core Node .....	62
Tabella 30: Requisiti vincolanti prestazioni apparati di switching Edge Node.....	63



Tabella 31: Requisiti vincolanti OAM apparati di switching.....	64
Tabella 32: Requisiti opzionali di capacità Core Node .....	64
Tabella 33: Requisiti opzionali di capacità Edge Node.....	65
Tabella 34: Requisiti opzionali di connettività Core Node .....	65
Tabella 35: Requisiti opzionali di aggregazione apparati di switching Core Node .....	66
Tabella 36: Requisiti opzionali di aggregazione apparati di switching Edge Node .....	66
Tabella 37: Requisiti vincolanti di ridondanza apparati di switching Edge Node .....	67
Tabella 38: Requisiti opzionali servizio apparati di switching.....	69
Tabella 39: Requisiti opzionali OAM degli apparati di switching .....	69
Tabella 40: Tipologie degli SLA richiesti .....	69
Tabella 41: Classificazione dei siti (PoP) in base agli SLA richiesti .....	70
Tabella 42: Classificazione dei guasti .....	73
Tabella 43: Sommario descrizione dei servizi di supporto.....	78
Tabella 44: Sommario dei servizi di supporto annessi alla fornitura .....	79
Tabella 45: Dettaglio delle 350 Unità di Valutazione Funzionale .....	94
Tabella 46: Elenco allegati .....	100

A handwritten signature in black ink, appearing to be a stylized 'G' or similar character.

## 1 INTRODUZIONE

Nel presente capitolo viene presentato il Consortium GARR, viene fornita una breve descrizione della rete attuale GARR-G e viene delineato il progetto di evoluzione della rete degli enti afferenti alla comunità GARR, denominato GARR-X.

### 1.1 IL CONSORTIUM GARR

Il Consortium GARR (di seguito GARR) è l'associazione costituita con lo scopo di gestire ed implementare la rete di telecomunicazioni a larga banda per garantire la connettività nazionale ed internazionale alla comunità scientifica ed accademica italiana, denominata Rete GARR.

La Rete GARR è la rete di telecomunicazioni, tramite la quale sono possibili applicazioni avanzate per la ricerca scientifica e tecnologica e la formazione universitaria, destinata esclusivamente alle attività istituzionali della fondazione CRUI, dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, del Consiglio Nazionale delle Ricerche, dell'Ente Nazionale Energia e Ambiente, del Ministero Università e della Ricerca e dei soggetti che svolgono attività di ricerca scientifica e sviluppo tecnologico, collegati alla Rete da appositi contratti o convenzioni.

GARR ha finalità puramente accademiche e scientifiche ed è un ente senza finalità di profitto. Non è né un OLO, né un ISP e quindi non si pone in competizione con gli Internet Service Provider. Sulla Rete GARR non è permesso il transito di traffico commerciale, pur essendo garantite connessioni adeguate con le reti commerciali italiane ed internazionali. Al proprio interno, la Rete GARR consente qualsiasi tipo di traffico conforme con le Acceptable Use Policy (Regole di Utilizzo della Rete) del GARR e in armonia con le AUP delle NREN europee.

L'attuale infrastruttura di rete denominata GARR-Giganet (**GARR-G**), è il risultato di un progetto interno del Consortium GARR che a partire dal 2003 ha portato alla creazione di una rete nazionale caratterizzata da una capacità complessiva superiore a 100 Gbit/s ed in grado di offrire ai propri utilizzatori una capacità di accesso dell'ordine dei Gigabit al secondo e un'ampia gamma di servizi per il trasporto del traffico, tra cui IPv6, la Qualità di Servizio (Premium IP), il Multicast e le Reti Private Virtuali (VPN). La rete GARR è collegata con le altre Reti della Ricerca europee e mondiali, ed è connessa alle principali reti di operatori nazionali e provider commerciali.

Per fornire alla propria comunità di riferimento connettività e servizi di rete adeguati alle esigenze presenti e future, il Consortium GARR ha indetto una serie di procedure di gara per la realizzazione di una rete in fibra ottica ad estensione nazionale che permetterà all'attuale rete in esercizio denominata GARR-G di evolvere verso una struttura di rete a maggiori prestazioni e funzionalità, denominata **GARR-X**.

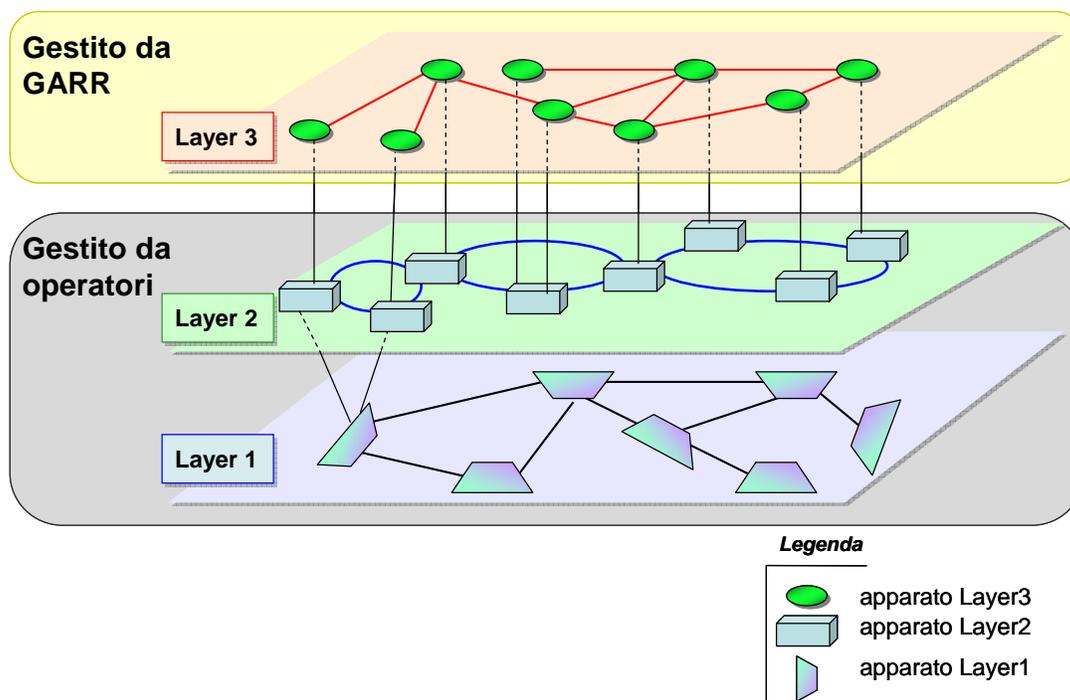
Lo scopo di questo documento è quello di fornire le specifiche tecniche, funzionali e operative degli apparati di switching e di routing IP che il GARR intende acquisire per la nuova infrastruttura di rete GARR-X.

### 1.2 LA RETE GARR OGGI (GARR-G)

L'attuale infrastruttura di rete denominata GARR-Giganet (GARR-G), è il risultato di un progetto del Consortium GARR che, a partire dal 2003, ha portato alla creazione di una rete nazionale caratterizzata da una capacità complessiva in termini di banda superiore a 100Gbps, in grado di offrire ai propri utilizzatori velocità di accesso dell'ordine dei Gigabit al secondo (fino a 10Gbps) oltre ad un'ampia gamma di servizi

A handwritten signature in black ink, appearing to be the initials "G" or "J" with a flourish.

per il trasporto del traffico, tra cui IPv6, Qualità di Servizio (Premium IP), Multicast e Reti Private Virtuali (VPN). La rete GARR-G è collegata con le altre Reti della Ricerca europee e mondiali e connessa alle principali reti di operatori nazionali e provider commerciali. In GARR-G la raccolta e l'aggregazione del traffico utente è realizzata tramite router IP che svolgono contemporaneamente sia funzioni di concentrazione che funzioni di trasporto del traffico. In Figura 1 è rappresentato il modello di rete di GARR-G in cui il controllo e la gestione degli apparati a cura GARR è limitata, salvo poche eccezioni, al solo livello IP, mentre la gestione del livello trasmissivo (strati Layer1 e Layer2) è affidata ad operatori di telecomunicazione.



**Figura 1: Modello di rete attualmente utilizzato in GARR-G**

In Figura 1 sono mostrati gli apparati che costituiscono la rete nella sua globalità, divisi per strati (o layer); per chiarezza di rappresentazione apparati appartenenti al medesimo layer sono stati posizionati sul medesimo piano. Nel piano denominato Layer1 è rappresentata la rete costituita da apparati di trasmissione ottici per la lunga distanza (DWDM di tipo long-haul); questa rete attualmente è di proprietà e gestione degli operatori di telecomunicazione. Gli apparati del piano denominato Layer2 sono tipicamente costituiti da dispositivi di trasmissione sincrona dei dati (matrici cross-connect SDH e ADM) in grado di fornire all'utente finale circuiti sincroni tra due sedi qualsiasi della rete nazionale gestita dall'operatore. Nel Layer3 sono rappresentati gli apparati (router) di proprietà e gestione del Consortium GARR che risultano interconnessi tramite circuiti Layer2 forniti dall'operatore.

In GARR-G ogni singolo collegamento tra apparati IP del GARR e/o dell'utente utilizza un circuito realizzato sulla rete di trasporto nazionale degli operatori, salvo poche eccezioni di rilegamenti in fibra di proprietà delle Università o altre istituzioni locali.

In Figura 2 viene mostrato il dettaglio della topologia di rete IP (Layer 3) di GARR-G.



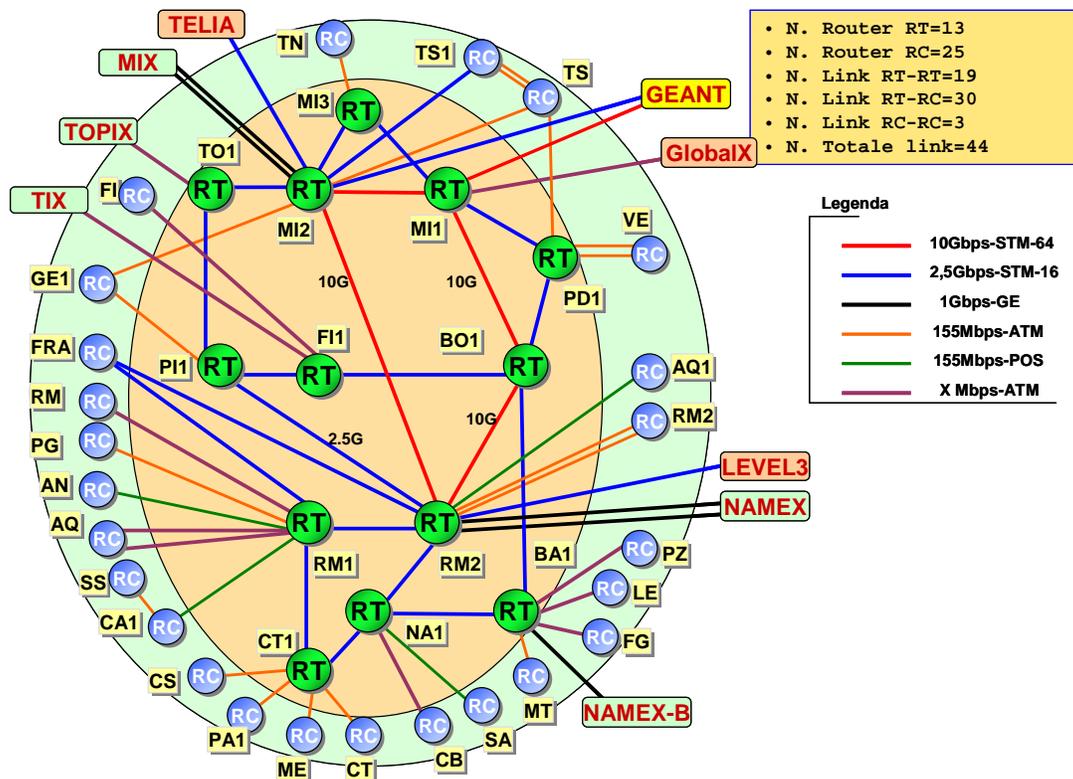


Figura 2: Topologia della rete IP in GARR-G.

L'attuale infrastruttura di rete IP è costituita da due tipologie di router:

- **Router di Trasporto (RT)** – apparati con funzionalità avanzate di routing in grado di realizzare contemporaneamente il puro trasporto del traffico IP e di erogare tutti i servizi di rete. I Router di Trasporto raccolgono le connessioni degli utilizzatori a maggiori richieste di banda e formano relazioni di peering con altri domini amministrativi (AS nazionali e internazionali).
- **Router di Concentrazione (RC)** – apparati con funzionalità di routing ridotte in grado di erogare i servizi e raccogliere le connessioni degli utilizzatori a minori richieste di banda.

L'attuale infrastruttura IP presenta le seguenti caratteristiche:

- Ogni Router di Trasporto dispone sempre di due o più link verso altri router RT della rete. La presenza del doppio link rende la struttura del backbone robusta al singolo guasto essendo in grado, in ragione del sovradimensionamento o “over-provisioning” della capacità dei link, di inoltrare tutto il traffico anche in presenza di guasti (evitando la formazione di colli di bottiglia).
- L'interconnessione tra i Router di Trasporto è di tipo magliato non gerarchico: risultato di una progettazione basata principalmente su criteri di dislocazione geografica dei router e contenimento dei costi dei circuiti.
- Ogni Router di Concentrazione (ad eccezione di RC.UR, RC.SA, RC.SS, RC.TN) risulta collegato con uno o più Router di Trasporto.

- I Router di Trasporto (RT) svolgono, talvolta, funzione di Router di Concentrazione (RC). Sebbene da un punto di vista economico questo approccio presenti dei vantaggi, da un punto di vista architettonico rende la rete meno efficiente e stabile aumentandone, inoltre, la complessità gestionale.

In GARR-G l'interconnessione tra i Router di Trasporto presenta un elevato grado di magliatura che conferisce all'infrastruttura un buon grado di affidabilità. Il dimensionamento dei link è il risultato di analisi e controllo effettuati con periodicità giornaliera, il cui obiettivo è valutare se la quantità di banda disponibile sui link è sufficiente o è necessario procedere ad un incremento della capacità di trasmissione degli stessi. Non avendo un controllo diretto sull'infrastruttura trasmissiva, l'incremento di affidabilità della rete viene realizzato impiegando circuiti forniti da operatori diversi; tale accorgimento riduce, infatti, la probabilità di guasti simultanei che potrebbe portare l'isolamento dei Router di Trasporto.

Attualmente il GARR gestisce e manutiene direttamente tutta la rete IP GARR-G tramite il personale che opera Network Operation Center (GARR-NOC) e nei gruppi di Network Engineering, System Support, Software Development, ecc.. Il GARR, inoltre, fornisce supporto diretto alla comunità degli utilizzatori al fine di:

- Risolvere guasti o malfunzionamenti della rete interfacciandosi con le organizzazioni di supporto tecnico degli operatori fornitori dei circuiti o operando direttamente sui router della rete.
- Fornire supporto completo per le realizzazioni di nuovi servizi o nel troubleshooting di quelli in produzione.
- Sviluppare strumenti di monitoraggio e reportistica finalizzati alla risoluzione dei problemi di rete e controllo dei parametri dei servizi erogati.

### **1.3 IL PROGETTO DI RETE GARR-X**

L'obiettivo primario del progetto di rete GARR-X è potenziare l'infrastruttura di rete messa a disposizione di tutta la comunità accademica e di ricerca italiana da effettuare uniformemente su tutto il territorio nazionale.

#### **1.3.1 Requisiti degli utilizzatori e vincoli del progetto GARR-X**

Le applicazioni che attualmente utilizzano la rete GARR spaziano dal calcolo di griglia e l'analisi dei dati (esperimenti fisica e astronomia come LHC, DEISA ed eVLBI, analisi dati medici, ecc.) al tele-insegnamento (eLearning, tele-medicina) e strumenti per la collaborazione (eventi culturali, ecc.). Per poter continuare a supportare tali applicazioni e quelle future, nell'ottica di migliorare le prestazioni dei servizi erogati, la rete GARR-X deve essere in grado di soddisfare almeno i seguenti requisiti degli utilizzatori:

- Incremento della banda passante in modo da soddisfare, per tutta la durata del progetto, le esigenze future di capacità, senza dover riprogettare l'infrastruttura di rete e senza la necessità di ulteriori investimenti finanziari. In particolare viene richiesta la capacità di fornire agli utilizzatori, a partire dalla fase iniziale del progetto, circuiti multipli a velocità 1Gbps, 10Gbps, 40Gbps e 100Gbps.
- Supporto per l'erogazione di servizi end-to-end in ambiente singolo e multi-dominio.
- Indipendenza delle caratteristiche dei servizi offerti dalla dislocazione geografica degli utilizzatori.

A handwritten signature in black ink, appearing to be a stylized 'G' or similar character.

- Supporto ed erogazione di diversi servizi sulla stessa infrastruttura di rete (rete multi-servizi).
- Tempi di erogazione di nuovi servizi ridotti dell'ordine dei giorni.
- Continuità nell'erogazione dei servizi sia durante la transizione verso la nuova infrastruttura di rete (da GARR-G a GARR-X) che nel caso di rilascio di nuovi servizi o funzionalità.
- Elevato grado di affidabilità e disponibilità dei servizi erogati.
- Report dettagliati sullo stato dei servizi offerti ai singoli utilizzatori.
- Possibilità di definire e gestire Reti Private Virtuali (Virtual Private Network - VPN) a diversi livelli della pila protocollare (per esempio, L3 VPN, L2 VPN, Optical VPN, ecc.).
- Supporto di interfacce ad alta capacità (1Gbps, 10Gbps, 40Gbps e 100Gbps) e possibilità di incremento della capacità di trasporto durante il corso del progetto.
- Interconnessione con le altre reti della ricerca (attraverso la rete paneuropea GEANT o tramite fibre delle NREN transfrontaliere).
- Servizi avanzati come, IP Multicast, IPv6, MPLS, supporto della Qualità del Servizio (QoS).
- Appareti con elevata densità di porte, parametri ambientali operativi poco stringenti (in termini di temperatura, umidità) e alimentazione e condizionamento ridotti (in quanto, come accade per l'infrastruttura di rete attuale, alcuni enti ed istituzioni afferenti alla rete GARR-X saranno responsabili dell'housing degli apparati di routing).

Il progetto di rete GARR-X prevede la realizzazione di una infrastruttura in fibra ottica per l'interconnessione tra X-PoP (dorsale in fibra ottica) su tutto il territorio nazionale (vedi Figura 3).

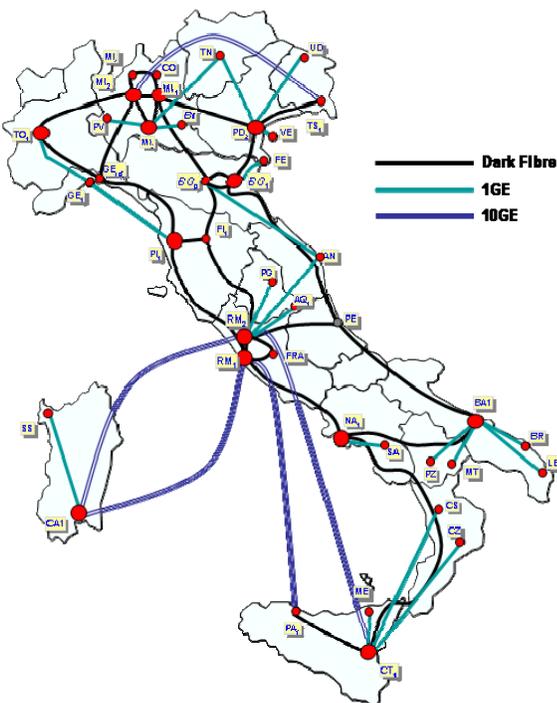


Figura 3: Evoluzione della dorsale nel Progetto di rete GARR-X

L'incremento di banda sostanziale, adeguato a soddisfare le richieste degli utilizzatori, sarà ottenuto mediante l'adozione di tecnologie di moltiplicazione di lunghezze d'onda (tecnologia WDM), sotto il diretto controllo del GARR. Sull'infrastruttura ottica il GARR fornirà ai propri utenti oltre alla connettività IP, anche circuiti e servizi end-to-end (e2e) sotto forma di cammini ottici dedicati a 10Gbp e 100Gbps, impiegati per la realizzazione di reti chiuse ad estensione geografica.

La raccolta del traffico utente e l'erogazione di servizi di tipo layer2 avverrà mediante un'infrastruttura di accesso e trasporto realizzata con *apparati di switching ethernet* (basati su IP/MPLS).

L'erogazione dei servizi IP avverrà mediante *apparati di routing*, connessi sia dal layer di *switching ethernet* che mediante l'utilizzo degli apparati di trasmissione dati WDM in grado di moltiplicare più lunghezze d'onda sulla stessa coppia di fibre ottiche (vedi Figura 4).

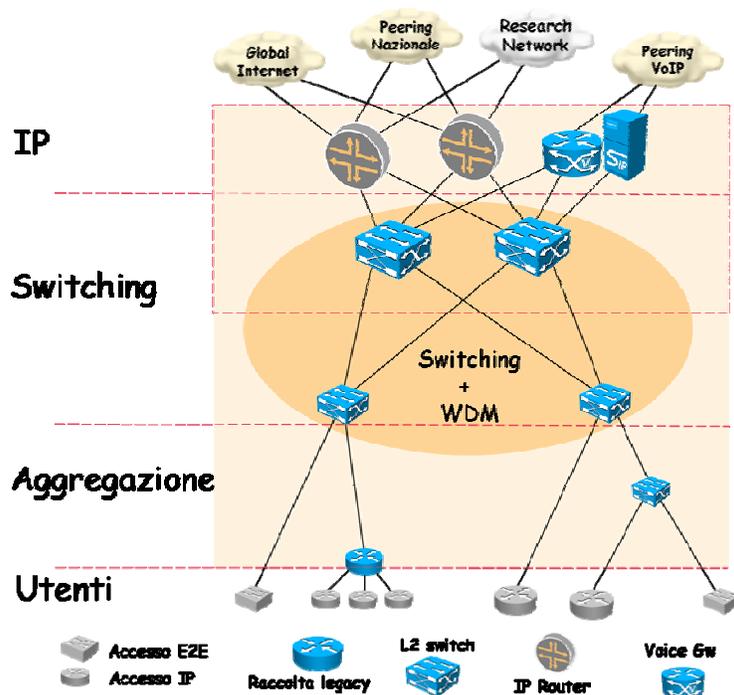


Figura 4: Schema logico dell'Architettura di Accesso e Trasporto in GARR-X

### 1.3.2 Architettura di GARR-X

L'architettura di rete in GARR-X prevede tre livelli infrastrutturali (vedi Figura 5):

- **Infrastruttura Ottica di GARR-X**

L'infrastruttura ottica costituisce la struttura portante di GARR-X e viene realizzata attraverso l'acquisizione di fibra ottica spenta su tutto il territorio nazionale dove possibile e economicamente vantaggioso. Tale fibra viene "illuminata" mediante apparati Dense WDM gestiti direttamente dal GARR. Tale infrastruttura costituirà la dorsale della rete futura e collegherà il maggior numero di sedi utente (in prossimità di un PoP GARR) e in particolare le sedi utente che hanno espresso necessità di alte capacità (al di sopra del Gbps). Per gli utenti non raggiunti dalla fibra GARR, sarà realizzato un incremento della capacità di accesso in buona parte utilizzando fibre ottiche rese disponibili da enti



affidenti alla comunità GARR o da entità della Pubblica Amministrazione locale con cui GARR ha sottoscritto degli accordi. Infine, dove non saranno disponibili altre risorse, potranno essere utilizzati dei circuiti affittati da operatori di telecomunicazione.

#### ▪ **Infrastruttura di Switching GARR-X**

Il livello di switching della rete GARR-G ora in produzione, è realizzato con diverse tecnologie (es., SDH, ATM, Ethernet) gestite da operatori di telecomunicazioni. GARR-X vuole uniformare su tecnologia Ethernet la modalità di switching, acquisendone il pieno controllo e utilizzandola per offrire i servizi agli utenti in modo uniforme su tutto il territorio nazionale. Questa scelta permette di ampliare la gamma di servizi offerti (emulazione di circuito, VPN, classificazione e segregazione del traffico ecc). La scelta di utilizzare la tecnologia di switching Ethernet permette di semplificare, su una rete estesa a livello geografico, l'erogazione dei servizi e ne riduce i costi operativi analogamente a quanto avviene con la tecnologia Ethernet nell'ambito delle reti locali e metropolitane. Nel caso dei collegamenti geografici infatti è oramai possibile utilizzare Ethernet come un protocollo affidabile, sostituendolo alla tecnologia SDH.

#### ▪ **Infrastruttura di Rete IP GARR-X**

L'infrastruttura di rete IP erogherà, in continuità con il passato, gli attuali servizi mantenendo inalterata l'alta capacità dei collegamenti di accesso sia per IPv4 che IPv6. Attraverso nuove funzionalità disponibili nei livelli di infrastruttura sottostanti (ottico e switching ethernet) sarà possibile, dove richiesto, offrire il servizio tradizionale migliorando le caratteristiche di robustezza e di affidabilità e operare, in modo semplice, incrementi della capacità di accesso. La topologia del livello IP può inoltre essere disaccoppiata dalla topologia fisica dei collegamenti, permettendo, una razionalizzazione della sua struttura di controllo e del numero di apparecchiature dedicate.

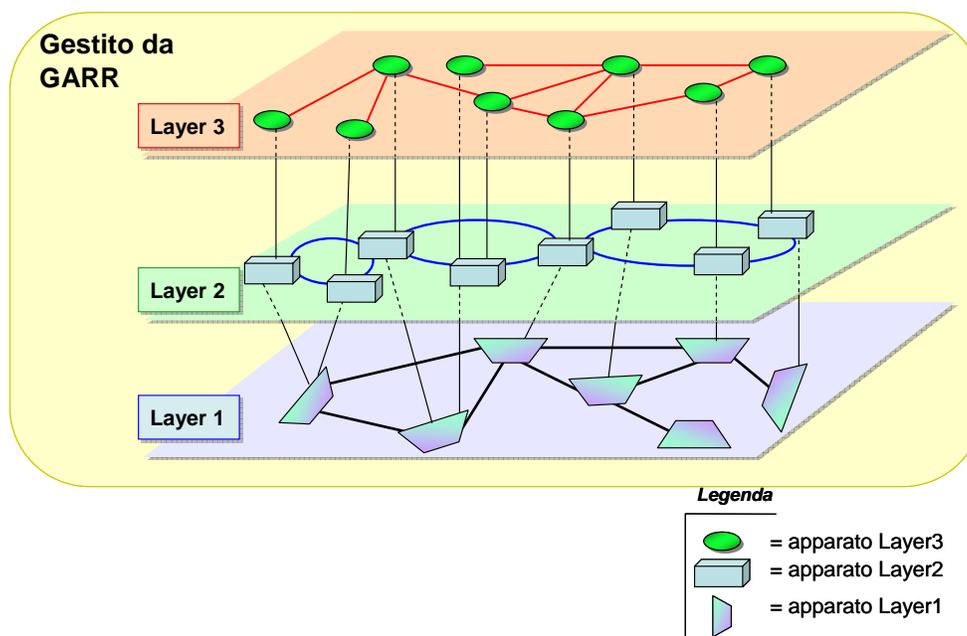


Figura 5: Modello della nuova infrastruttura di rete GARR-X.



### 1.3.3 Infrastruttura IP in GARR-X - Router

La rete GARR-X è una rete nazionale basata su fibra ottica spenta (dark fiber) e circuiti forniti da operatore che interconnettono 45 punti di presenza (Point of Presence - denominati X-PoP), dislocati sul territorio nazionale italiano presso sedi di enti afferenti alla comunità GARR, nei quali saranno ospitati gli apparati di routing IP.

Lo strato di rete IP in GARR-X sarà costituito da **6 Router** tra loro interconnessi attraverso fibra gestita da GARR con la topologia mostrata in Figura 6.

I **Router** dovranno supportare link ad altissima capacità (10Gbps, 40Gbps e 100Gbps) e saranno impiegati per la commutazione del traffico utente e per la terminazione dei peering in essere con le altre NREN e con le reti commerciali interconnesse alla rete GARR-X.

Tutta la rete IP farà uso di circuiti ritagliati o sulla piattaforma trasmissiva in fibra ottica di GARR-X o realizzati attraverso l'infrastruttura di Switching di GARR-X. Il completo controllo da parte di GARR di tutti i livelli dell'infrastruttura di GARR-X, permette l'utilizzo dei meccanismi di protezione disponibili ai livelli protocollari L1, L2 e L3.

La rete IP di GARR-X, alla luce dei requisiti della comunità GARR e in ragione dei principi di contenimento dei costi di esercizio e utilizzo efficiente della capacità della fibra, deve essere in grado di proteggere il traffico IP degli utilizzatori attraverso i meccanismi di protezione disponibili a livello2 (switching IP/MPLS) e a livello IP (Layer3); pertanto a seguito di guasti, il traffico deve essere reinstradato automaticamente dai protocolli di routing su link IP alternativi.

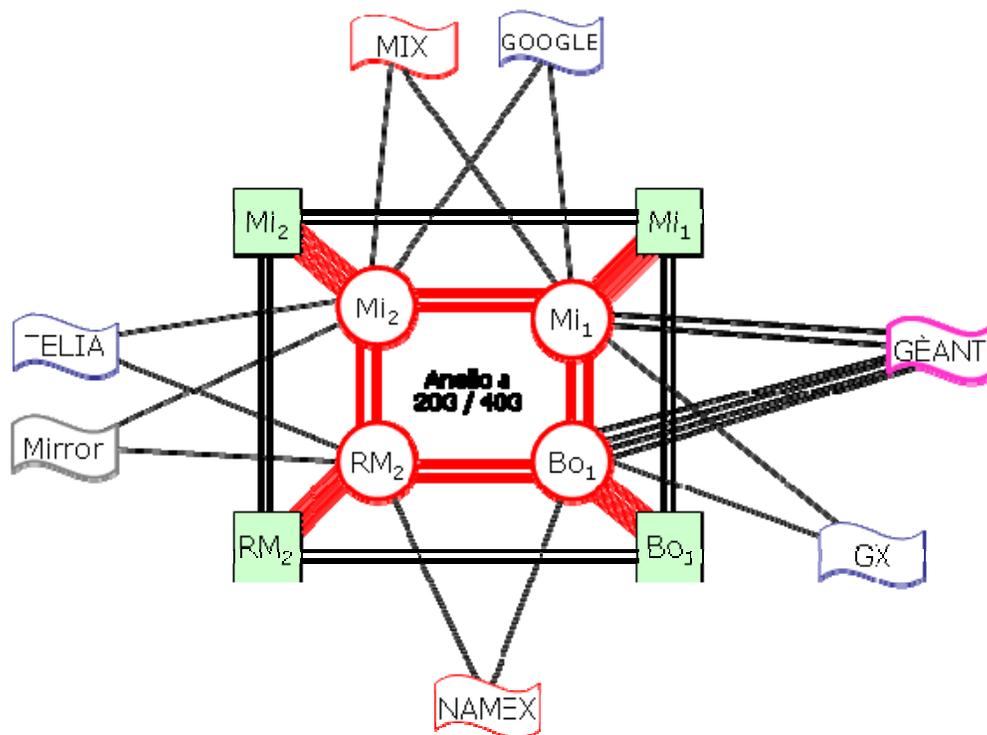


Figura 6: Topologia IP e schema logico dei Peering e degli accessi utente



### 1.3.4 Infrastruttura di Switching in GARR-X – Switch Ethernet (IP/MPLS)

L'infrastruttura di Switching in GARR-X sarà realizzata mediante apparati di switching ethernet L2/L3 per la raccolta e l'aggregazione del traffico utente, nonché la fornitura dei servizi di rete. Sono stati individuate due tipologie di apparati di switching:

- Core Node
- Edge Node

Le due tipologie di switch dovranno supportare le stesse funzionalità ed erogheranno i medesimi servizi utente. Si differenzieranno solo per alcuni aspetti hardware, in termini di matrice di switching, livelli prestazionali e densità di porte ecc.

Saranno prese in considerazione soluzioni tecnologiche basate su IP/MPLS, modello di trasporto data-plane MPLS, enhanced attraverso l'uso di un piano di controllo di natura IP; quindi si considera EoMPLS per l'emulazione di servizi Ethernet Punto-Punto (E-Line) e VPLS per l'implementazione di servizi punto-multipunto (E-LAN e E-Tree).

In Figura 7 è mostrata la topologia degli apparati di switching che si intende realizzare.

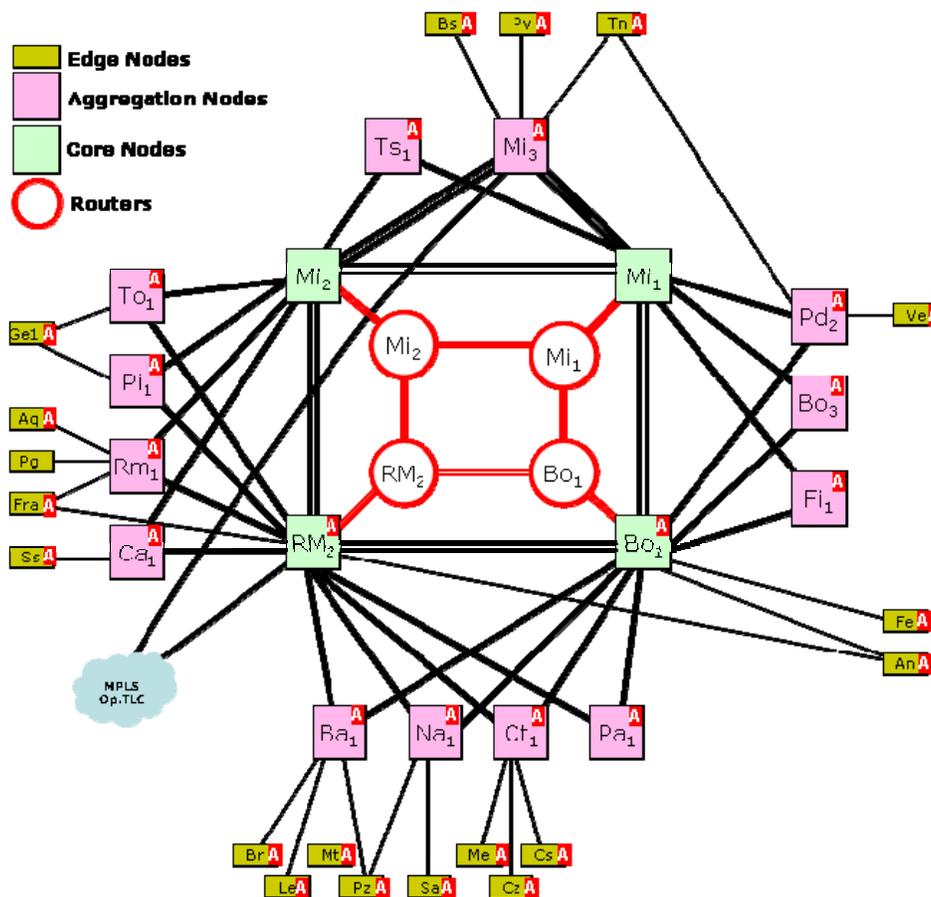


Figura 7: L'infrastruttura di Switching GARR-X

## 2 OGGETTO E DESCRIZIONE DELLA PROCEDURA DI GARA

### 2.1 OGGETTO DELLA FORNITURA

L'oggetto della presente procedura di gara è la fornitura degli apparati necessari a realizzare l'infrastruttura di routing e switching per la rete GARR, prevista nell'architettura di rete del Progetto GARR-X. La descrizione degli apparati richiesti da GARR, le specifiche tecniche ed i requisiti funzionali ed operativi degli apparati stessi sono descritti al Capitolo 4 del presente documento.

Nella fornitura degli apparati devono essere inclusi i seguenti servizi:

- Il **servizio di installazione hardware e software** degli apparati nelle sedi dei PoP GARR.
- Il **servizio di assistenza specialistica e di manutenzione on-site** degli apparati in rete, per la durata di **60** (sessanta) **mesi** solari consecutivi a decorrere dalla data del verbale di collaudo con esito positivo di tutti gli apparati.
- Il **servizio di supporto specialistico**, per l'installazione, configurazione e gestione degli apparati in rete, nonché per la formazione del personale GARR della durata di **12** (dodici) **mesi** solari consecutivi a partire dalla sottoscrizione del contratto di fornitura. Il servizio di supporto specialistico include anche il disegno e la definizione dell'architettura software che sottende all'installazione degli apparati e che dovrà essere incluso nella proposta tecnica dal Fornitore.

I servizi sopra citati saranno erogati in parte dal Fornitore ed in parte dal Costruttore di apparati, per la descrizione dettagliata dei suddetti servizi si rimanda al Capitolo 5 del presente documento.

Nel Capitolo 6 vengono descritti gli apparati accessori e le prestazioni aggiuntive a carico del Fornitore e valide sia per i router che per gli apparati di switching.

### 2.2 PROCEDURA DI GARA

Per rispondere al presente Capitolato Tecnico di Gara, i Fornitori che siano stati ammessi a partecipare alla gara, sulla base della selezione prevista dalla procedura *ristretta*, ai sensi dell'Art.55, del D. Lgs. n. 163/2006 e s.m.i. dovranno presentare un'**Offerta Tecnica ed Economica**, con le modalità previste dal presente documento (vedi paragrafi 8.1 e 8.2) e dal documento "*Modalità di partecipazione alla procedura di gara 0903 per la fornitura di apparati di switching e routing per la rete GARR – seconda Fase*".

Le forniture saranno affidate con il criterio dell'**Offerta economicamente più vantaggiosa** (ai sensi dell'Art.83, del D. Lgs. n. 163/2006 e s.m.i.) in base ai seguenti parametri e pesi:

**A. qualità 65%**

**B. prezzo 35%**

I criteri di valutazione tecnici ed economici delle offerte sono quelli indicati rispettivamente nei paragrafi 8.3.1 e 8.3.2 del presente documento.

La procedura di gara prevede l'aggiudicazione ad un **unico Fornitore** e vede un **unico lotto** di aggiudicazione.

La fornitura sarà regolata da un contratto conforme a quanto stabilito nello **Schema di Contratto**, che è parte della documentazione di gara messa a disposizione dei Fornitori.

A handwritten signature in black ink, appearing to be a stylized 'G' or similar character.

## 2.3 DEFINIZIONI

Di seguito vengono elencati i termini utilizzati nel presente documento.

Termine Usato	Descrizione
Fornitore	Organizzazione responsabile della fornitura costituente l'oggetto della presente gara d'appalto. Quindi è l'organizzazione che fornirà gli apparati di routing e di switching L2/L3 ed i servizi necessari alla realizzazione del progetto GARR-X.
Costruttore (vendor)	Organizzazione produttrice degli apparati di trasmissione offerti dal Fornitore. È possibile per un costruttore rispondere al presente capitolato di gara nel duplice ruolo di costruttore e Fornitore.
Utilizzatore/Utente	Istituzione afferente alla comunità accademica e di ricerca italiana, le cui sedi sono collegate alla rete GARR e alle quali GARR fornisce i servizi di connettività e trasporto.
GARR-X	Progetto di evoluzione dell'attuale infrastruttura di rete GARR, del quale fa parte la realizzazione dell'infrastruttura di swicthing e routing oggetto di questa gara.
X-POP	<p>Sito che, nei punti di terminazione delle tratte in fibra ottica, presenta condizioni ambientali (alimentazione, condizionamento dell'aria, accesso ai rack, ecc.) idonee ad ospitare gli apparati di trasmissione della rete GARR-X. Si distinguono due tipologie di X-POP:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• X-POP presso sedi di enti istituzionali GARR (come ad esempio enti di ricerca e università).</li> <li>• X-POP presso sedi messe a disposizione dagli operatori che forniscono le terminazioni delle fibre ottiche.</li> </ul> <p>Le condizioni ambientali delle due tipologie di X-POP risultano del tutto equivalenti.</p>
Apparato	Gli apparati necessari alla realizzazione dell'infrastruttura di swicthing e routing oggetto di questa gara.
Shelf/Chassis	Rack del costruttore dotato di bus e/o matrice di switching che consente di alloggiare al proprio interno i moduli che costituiscono gli apparati.
Nodo	Insieme di shelf/chassis che costituiscono una terminazione di rete. Il nodo può essere costituito da uno o più shelf/chassis collocati e tra loro interconnessi, gestiti come un'unica unità logica.
Porta/Interfaccia	Porta dell'apparato da interconnettere a circuiti trasmissivi o a cablaggi per realizzare la connessione con altri apparati (router del backbone GARR, router dell'utilizzatore, switch Layer2 Ethernet, ecc.).
NOC (Network Operation Center)	Struttura operante presso la direzione del Consortium GARR in grado di gestire, controllare e supervisionare l'infrastruttura della rete GARR-X.
	Identifica la possibilità di inserire e rimuovere elementi dall'apparato acceso e



Termine Usato	Descrizione
HOT-Swappable	funzionante senza che questa operazione influenzi l'inoltro o l'instradamento del traffico in transito in alcun modo.
HOT-Pluggable	Identifica la possibilità di inserire e rimuovere elementi dall'apparato acceso e funzionante senza che questo generi guasti o anomalie HW.
Chassis	Telaio (tipicamente metallico) che costituisce la struttura portante dell'apparato.
Slot	Lo spazio dello chassis che ospita un singolo modulo di adattamento delle interfacce fisiche. La capacità dello slot è quella messa a disposizione dalla matrice di switching ad un modulo di adattamento delle interfacce fisiche.
Modulo di interfaccia fisica	Elemento hardware che ospita una o più porte per la connessione dell'apparato ad altri apparati.
Modulo di adattamento delle interfacce fisiche	Elemento o elementi hardware che ospitano al suo interno uno o più moduli di interfaccia fisica e che realizza l'adattamento fra il modulo di interfaccia fisica e la matrice di switching. Ogni modulo di adattamento (eventualmente composto da più parti) corrisponde ad uno slot. La capacità full-duplex di un modulo di adattamento delle interfacce fisiche è la quantità totale di traffico full-duplex che il modulo riesce effettivamente ad inoltrare tra i moduli di interfaccia fisica e la matrice di switching.

### 3 CARATTERISTICHE GENERALI DELLA FORNITURA

#### 3.1 UNICO COSTRUTTORE

Si intende chiarire che la soluzione proposta dal Fornitore dovrà essere composta da apparati di routing e switching, in ogni loro singola componente, prodotti dal medesimo Costruttore.

#### 3.2 RELAZIONE DIRETTA TRA GARR E COSTRUTTORE

Considerata la complessità dell'infrastruttura di rete che il GARR intende mettere in campo, tenendo conto dell'ampia esperienza maturata dal personale tecnico del GARR-NOC nel corso del tempo, il GARR ritiene indispensabile un rapporto diretto con il Costruttore degli apparati.

In particolare si richiede che, nel processo di gestione di guasti e malfunzionamenti, l'attività di analisi e di diagnosi degli stessi avvenga attraverso il rapporto diretto tra il personale tecnico del GARR-NOC e quello del Costruttore, senza l'intermediazione del Fornitore. Al Fornitore sarà demandata l'attività di sostituzione delle parti dichiarate malfunzionanti dal Costruttore. La descrizione esaustiva delle modalità di erogazione del servizio di manutenzione e assistenza è contenuta nel paragrafo 5.1.

Come illustrato nel paragrafo 5.2 anche nell'erogazione dei Servizi Professionali è richiesto il rapporto diretto tra il Costruttore degli apparati e il GARR.

#### 3.3 UNICO SISTEMA OPERATIVO

Si richiede che tutti gli apparati proposti dal Fornitore utilizzino lo stesso sistema operativo, sia per quanto riguarda i **Router** che per quanto riguarda gli apparati di switching di tipo **Core Node** ed **Edge Node**.



Si richiede inoltre che per ciascuna tipologia<sup>1</sup> di apparato **Router, Core Node** ed **Edge Node** venga utilizzata la medesima immagine operativa (versione, release, patch level, ecc.).

### 3.4 UNICO SISTEMA DI GESTIONE

La soluzione proposta dal Fornitore dovrà essere gestita mediante un unico sistema di gestione avente le specifiche tecniche definite nel paragrafo 4.1.2.

### 3.5 CARATTERISTICHE DI RIDONDANZA DEGLI APPARATI

Gli apparati di switching e routing della rete GARR-X dovranno supportare tutto il traffico in transito nella rete e verso le altre NREN, realizzando il collegamento tra il bordo (accessi utente) e il layer di routing. I valori di banda estremamente elevati in gioco ed i requisiti stringenti ricevuti in termini di latenza e jitter impongono l'utilizzo di macchine distribuite, con matrice di switching ad alta capacità non bloccante.

La configurazione di rete proposta dovrà garantire la massima ridondanza sia dei collegamenti di backbone che degli accessi utente e/o di peering. I criteri di formulazione della proposta tecnica da seguire a questo riguardo sono indicati al Capitolo 10.

### 3.6 VINCOLI PER LA FORNITURA

Le soluzioni proposte, in termini di Apparati di Rete, Servizi di Supporto nonché Servizi e Apparati Accessori dovranno essere conformi, **pena l'esclusione**, a tutti i requisiti vincolanti indicati rispettivamente nei successivi Capitoli 4, 5 e 6, oltre che a quanto indicato nel presente Capitolo 3.

I requisiti vincolanti sopra citati dovranno essere soddisfatti contemporaneamente pena l'esclusione. Tutte le funzionalità software richieste, così come quelle opzionali proposte, dovranno poter essere attivate senza modificare la configurazione hardware degli apparati oggetto della fornitura.

## 4 SPECIFICHE TECNICHE E FUNZIONALI DEGLI APPARATI DI RETE

Nel presente capitolo vengono descritti i requisiti tecnici (hardware e software), **vincolanti** e **opzionali**, per gli apparati di rete (router e switch L2/L3) oggetto della fornitura. Si precisa che i dati di scalabilità sia quelli vincolanti che quelli opzionali devono essere riferiti esclusivamente all'hardware offerto quindi non sono ammissibili dati di scalabilità ottenibili con hardware che non faccia parte dell'offerta o che non risponda a tutti i requisiti vincolanti.

### 4.1 REQUISITI VINCOLANTI GLOBALI DEGLI APPARATI DI RETE

#### 4.1.1 Requisiti vincolanti del Sistema Operativo

Gli apparati devono presentare caratteristiche di monitoraggio e gestione remota tali da garantire che tutte le operazioni di configurazione e diagnostica possano essere eseguite dal centro di gestione senza che questo rappresenti una limitazione. Vengono pertanto identificati i requisiti minimi che il software del

---

<sup>1</sup>definita nei paragrafi 1.3.3 e 1.3.4

nodo (genericamente indicato come Sistema Operativo) deve rispettare per poter garantire il livello di monitoraggio dei nodi e della rete richiesti in GARR-X:

- **Accesso remoto ai nodi:** tutti gli apparati devono essere accessibili da remoto sia via Telnet che via Secure Shell (ssh) almeno versione 2. L'accesso deve essere possibile previa autenticazione via Radius e, in caso di impossibilità di dialogo con Radius, utilizzando una autenticazione locale.
- **Profilatura degli accessi remoti:** gli utenti a cui viene consentito l'accesso da remoto devono poter essere organizzati in gruppi e poter accedere a sottoinsiemi di funzioni di configurazione/diagnostica in funzione del gruppo di appartenenza.
- **Configurazione concorrente del nodo:** deve essere garantita la possibilità di operare contemporaneamente sulla configurazione degli apparati a più utenti o, in alternativa, deve essere implementato un meccanismo per l'editing esclusivo della configurazione o di parte di essa senza che questo rappresenti un limite.
- **Editing evoluto della configurazione:** gli apparati devono disporre di meccanismi di editing evoluti. Devono, cioè, disporre di un editor della configurazione in grado di operare su configurazioni multiple (almeno 10) e di farne il confronto. Deve essere inoltre disponibile la history delle variazioni di configurazione operate in ciascuna sessione di editing in modo da permettere sia il confronto che un eventuale rollback ad una configurazione precedente. Deve essere disponibile, integrato nel sistema operativo degli apparati, un tool di verifica sintattica e semantica (check) della configurazione prima di una eventuale esecuzione della stessa ed un meccanismo di rollback automatico a tempo all'ultima configurazione consolidata per far fronte ad una eventuale perdita di controllo degli apparati a seguito di una nuova configurazione. L'editor deve disporre di un help interattivo in grado di ricordare sia la sintassi dei comandi sia, in maniera sintetica, la loro funzione.
- **Gestione remota:** gli apparati devono disporre di un agent SNMP in grado di fornire, su richiesta, tutte le informazioni disponibili sugli apparati ed accettare parametri di configurazione. L'accesso deve essere in lettura e scrittura, configurabile da software e deve rispondere almeno alle specifiche del protocollo SNMP v1, v2 e v3. Inoltre l'agent deve essere in grado di generare opportune trap SNMP a fronte sia di eventi bloccanti che di eventi non bloccanti, tale livello di notifica deve essere configurabile via software. Le MIB disponibili devono essere tutte quelle previste dagli standard con la aggiunta delle MIB derivanti da eventuali agent per la misura di prestazioni (jitter, delay, ecc.).
- **Strumenti di misurazione ed analisi dei flussi di traffico:** gli apparati devono mettere a disposizione uno o più meccanismi attivi di misurazione ed analisi del traffico in transito (netflow, cflowd, ecc.). L'attivazione di queste funzionalità non deve impattare sulle prestazioni complessive del nodo.
- **Protezione dei nodi:** si richiede il supporto di meccanismi di protezione degli apparati da accessi non autorizzati. L'utilizzo anche intensivo di questi meccanismi non deve in nessun caso compromettere le performance complessive del nodo e non deve rappresentare pregiudiziale di alcun tipo rispetto all'attivazione di nuove funzionalità.
- **Logging:** tutte le attività eseguite da remoto devono essere tracciate ed accessibili sia mediante opportuni comandi via CLI sia inviati ad un server remoto di accounting basato su SYSLOG.

A handwritten signature in black ink, appearing to be a stylized 'G' or similar character.

Tutta l'attività di logging anche se intensa non deve, in nessun caso, incidere sulle performance complessive del sistema.

- **Debugging:** l'apparato deve disporre di meccanismi di debugging in grado di presentare a video le informazioni relative alle singole attività svolte. Il livello di dettaglio delle informazioni presentate deve essere configurabile e l'uso, anche intensivo, del debug non deve incidere sulle performance complessive del nodo.
- **Unicità del sistema operativo:** si richiede che sia gli apparati di routing che quelli di switching, proposti dal Fornitore, utilizzino lo stesso sistema operativo. Si richiede inoltre che per ciascuna tipologia<sup>2</sup> di apparato (Router, Core Node, Edge Node), venga utilizzata la medesima immagine operativa (versione, release, patch level, ecc). Tutti gli apparati, oggetto della fornitura, devono utilizzare lo stesso linguaggio di configurazione. Tutto l'hardware e le funzionalità vincolanti richieste devono essere supportate nella medesima immagine e release del sistema operativo (non sono ammesse variazioni in termini di release o di composizione del software per supportare funzionalità o hardware specifico). L'unica possibilità ammessa è quella di supportare alcune funzionalità opzionali su richiesta e/o acquisendo apposite licenze.
- **Graceful Restart:** tutti gli apparati devono supportare il graceful restart dei principali protocolli di routing utilizzati. Devono, cioè, essere in grado di riavviare i processi di routing senza che questo causi la riconvergenza dell'intera rete per i protocolli supportati.
- **In Service Software Upgrade (ISSU):** gli apparati devono disporre di un meccanismo in grado di consentire un cambio di release del software senza che questo richieda la riconvergenza dell'intera rete. Questo meccanismo non deve impiegare la cooperazione con gli elementi di rete adiacenti. E' ammessa l'esistenza di condizioni specifiche (da elencare) per le quali questo meccanismo può non funzionare o richiedere il riavvio di parte o dell'intero apparato.
- **Linguaggio di scripting per controllo e gestione:** gli apparati devono disporre di un linguaggio di scripting in grado di interagire con la piattaforma HW/SW degli apparati per implementare meccanismi di gestione e controllo automatico dell'apparato e dei servizi E2E. In risposta a questo requisito il Fornitore dovrà allegare la documentazione completa del linguaggio e delle API disponibili.
- **Interazione con il sistema di gestione:** il sistema operativo dovrà garantire il corretto funzionamento della comunicazione con la piattaforma di gestione per i cui requisiti si rimanda al paragrafo 4.1.2. Dovrà essere possibile eseguire configurazioni attraverso il software di gestione così come avviene da CLI o attraverso i linguaggi di scripting.
- **Architettura modulare del sistema operativo:** il sistema operativo dovrà avere un'architettura modulare.

---

<sup>2</sup> definita nei paragrafi 1.3.3 e 1.3.4

Indice	Descrizione	File	Pag
4.1.1	Requisiti del sistema operativo.		
4.1.1.1	Accesso remoto ai nodi (SSH e Telnet).		
4.1.1.1.1	Supporto di autenticazione mediante Radius Server.		
4.1.1.2	Profilatura degli utenti.		
4.1.1.2.1	Accesso concorrente alla configurazione del nodo.		
4.1.1.2.2	Supporto di accesso concorrente a parti della configurazione del nodo.		
4.1.1.2.3	Supporto di accesso esclusivo a parti della configurazione del nodo.		
4.1.1.3	Editing evoluto della configurazione.		
4.1.1.3.1	Numero di configurazioni memorizzate nell'apparato (minimo 10).		
4.1.1.3.2	Supporto del confronto fra due o più configurazioni memorizzate nell'apparato.		
4.1.1.3.3	Profondità della history di ciascuna sessione di editing (indicare se e come questa profondità varia in funzione del numero di sessioni di editing contemporaneamente attive).		
4.1.1.3.4	Tool integrato per la verifica sintattica e semantica della configurazione.		
4.1.1.3.5	Profondità di rollback (indicare quante configurazioni vengono memorizzate per eventuale scopo di rollback).		
4.1.1.3.6	Rollback a tempo (indicare se è possibile definire a quale configurazione fare eventualmente rollback o se il rollback a tempo è limitato ad una particolare configurazione – Es. ultima consolidata).		
4.1.1.4	Gestione Remota (SNMP).		
4.1.1.5	Strumenti di analisi dei flussi di traffico.		
4.1.1.5.1	Descrivere tutti gli strumenti di misurazione dei flussi di traffico disponibili e le informazioni che ciascuno di essi produce.		
4.1.1.5.2	Elencare tutte le tipologie di interfaccia sulle quali è possibile attivare l'accounting.		
4.1.1.5.3	Indicare il valore massimo di traffico su cui è possibile effettuare l'accounting.		
4.1.1.6	Logging.		
4.1.1.7	Debugging.		
4.1.1.8	Unicità del sistema operativo.		
4.1.1.8.1	Indicare quali funzionalità vengono erogate dall'immagine base del sistema operativo.		
4.1.1.8.2	Indicare le funzionalità erogate dai moduli aggiuntivi del sistema operativo.		
4.1.1.9	Linguaggio di scripting per controllo e gestione.		
4.1.1.9.1	Descrizione del linguaggio di scripting utilizzato.		
4.1.1.9.2	Eventuali limiti rispetto alle informazioni/funzionalità disponibili via CLI.		
4.1.1.10	Interazione con il sistema di gestione.		
4.1.1.10.1	Descrizione della comunicazione con sistema di gestione.		
4.1.1.10.2	Descrizione eventuali limitazioni delle configurazioni attraverso il sistema di gestione.		

**Tabella 1: Requisiti vincolanti sistema operativo degli apparati**



#### 4.1.2 Requisiti del sistema di gestione

Per tutti gli apparati oggetto di gara (router e apparati di switching L2/L3) deve essere disponibile un sistema di gestione, con ambiente grafico GUI, che consenta la gestione completa dei router e degli apparati di switching L2/L3 appartenenti al dominio IP/MPLS.

Di seguito vengono evidenziati i requisiti del sistema di gestione:

- **Comunicazione con gli apparati:** il sistema di gestione deve essere basato su protocolli standard basati su IP (preferibilmente SNMP, syslog, telnet, ICMP, ssh). Per ogni protocollo di comunicazione identificato deve essere definito il set di funzionalità attivabili (ad esempio SNMP per l'invio di trap, telnet/CLI per le operazioni di configurazione). Deve essere possibile l'apertura di sessioni di lavoro parallele su ciascun apparato, con meccanismi di locking delle risorse e meccanismi di profilatura utente sulla GUI.
- **Supporto di rete:** il sistema di gestione deve supportare il discovery e la visualizzazione degli apparati di rete, il management e la configurazione dei servizi di rete IP/MPLS. Il sistema di gestione deve consentire la visualizzazione grafica della mappa dei path sia fisici che logici (topologia fisica, LSP, VPN, VLAN, Pseudowire, ecc.).
- **Inventory degli apparati:** il sistema di gestione deve fornire un inventory dettagliato degli apparati (comprendente Serial Number, Product Number, ecc.) che include porte, interfacce di rete, moduli, alimentazione e altri dettagli sull'hardware, sul software e sul firmware di tutti i componenti, con una base dati continuamente aggiornata. Deve essere previsto un sistema di notifica dei cambiamenti.
- **Informazioni di routing e switching:** il sistema di gestione deve fornire informazioni sullo stato della topologia logica della rete mantenendo aggiornata la base dati che riguarda le informazioni di routing e switching. Deve essere previsto un sistema di notifica dei cambiamenti.
- **Configurazione apparati:** il sistema di gestione deve consentire di effettuare e/o acquisire la configurazione completa di un apparato a partire dal suo indirizzo IP e/o dal suo nome (DNS Name). Deve essere possibile ripristinare versioni precedenti del software installato sugli apparati ed eseguire il salvataggio, il backup e il restore delle configurazioni.
- **Implementazione di rete attraverso il sistema di gestione:** il sistema di gestione deve consentire l'implementazione di soluzioni basate su tecnologie IP, Layer 2 e 3, VPN, P2P E-LINE e Pseudowire, VPLS E-LAN ed E-TREE e tutti i protocolli di routing richiesti.
- **Gestione allarmistica e analisi dei fault:** il sistema di gestione deve offrire il management completo dei protocolli attivi sui layer 2 e 3, dei path e degli accessi utente (gestione allarmi sui path, sulle interfacce, sui nodi interessati da ciascun path in fault, variazione dei path in seguito a re-instradamento), includendo funzionalità di notifica attraverso trap e syslog. Inoltre il sistema di gestione deve essere in grado di rilevare guasti sulla topologia della rete, effettuare l'analisi ed isolare i guasti stessi, gestendo la correlazione tra guasti multipli. Quindi deve essere in grado di gestire anche guasti su servizi end-to-end.
- **Scalabilità:** il sistema di gestione deve prevedere una piattaforma HW/SW in grado di scalare al crescere degli apparati gestiti. Dovrà permettere di gestire, senza nessun ulteriore aggravio di costo, una rete costituita da una quantità di apparati maggiorata del 100% rispetto al numero di

A handwritten signature in black ink, appearing to be a stylized 'G' or similar character.

apparati associati alla consistenza della fornitura iniziale. Per il dimensionamento della piattaforma, il Fornitore dovrà utilizzare le consistenze indicate nei capitoli successivi.

- **Interfaccia Northbound:** il sistema di gestione deve offrire una interfaccia northbound aperta, pubblica e documentata (API). L'interfaccia northbound deve essere basata su protocolli standard e deve utilizzare ed eventualmente estendere modelli informativi standard. Il sistema di gestione dovrà esportare i dati verso una piattaforma esterna in **modalità asincrona**, sotto forma di file di testo opportunamente formattati ed aventi una struttura predefinita (ad es. XML, CSV o TSV). Il sistema di gestione fornito dovrà prevedere la possibilità di esportare almeno i dati seguenti:
  - Nodi.
  - Equipaggiamenti (comprensivi di release del firmware).
  - Elenco dei servizi configurati sulla rete comprensiva di: porte di terminazione, identificativo del servizio e instradamento (path).
  - Log degli allarmi e degli eventi.

La piattaforma di management messa a disposizione dal fornitore dovrà essere duplicata nella sua interezza (hardware e software) in due distinte installazioni:

- **Installazione Primaria.** L'installazione primaria è costituita da un sistema (hardware e software) utilizzata per la gestione giornaliera della rete.
- **Installazione Secondaria.** L'installazione secondaria o di backup/disaster recovery è costituita da un sistema (hardware e software) indipendente dall'installazione primaria: utilizzata come scorta sincronizzata in tempo reale con quella primaria (database, inventario, configurazioni, ecc.).

La piattaforma dovrà risultare conforme ai seguenti requisiti:

- **Alta disponibilità.** Entrambe le installazioni del sistema di gestione (installazione primaria e secondaria) dovranno impiegare meccanismi di HA (High Availability – Alta Disponibilità) quali ad esempio memorie di massa in configurazione RAID (Raid 5 o superiori).
- **Adozione di un sistema di backup.** Per entrambe le installazioni di cui al punto precedente, dovrà essere previsto un sistema di backup integrato su supporto magnetico rimovibile che provveda, periodicamente e a caldo, al salvataggio del sistema nella sua interezza senza perdita di informazioni (snapshot). Il sistema di backup dovrà essere altresì in grado, a fronte di un evento di tipo “major disaster”, di provvedere al ripristino del sistema nella sua interezza. Il sistema di backup dovrà rendere disponibile infine le funzionalità di backup incrementale (incremental backup) e totale (full backup). Tali backup dovranno essere gestibili ed utilizzabili mediante un software dedicato.
- **Requisiti sul software server.** La piattaforma server del sistema di gestione dovrà operare esclusivamente in ambiente UNIX (ad esempio: Sun Solaris, HP-UX, Linux o altri) e dovrà essere costituita da un software di tipo modulare.

È compito del fornitore garantire per tutta la durata del progetto (5 anni), senza costi aggiuntivi, gli aggiornamenti di tutti i software (“major release” e “minor release”) e la disponibilità di patch di qualsiasi natura (sicurezza, bug-fix, ecc.) dei sistemi Primario e Secondario.



Indice	Descrizione	File	Pag
4.1.2	Requisiti del sistema di gestione.		
4.1.2.1	Comunicazione con gli apparati.		
4.1.2.2	Supporto di rete.		
4.1.2.3	Inventory apparati.		
4.1.2.4	Informazioni di routing e switching.		
4.1.2.5	Configurazione apparati.		
4.1.2.6	Implementazione di rete attraverso il sistema di gestione.		
4.1.2.7	Gestione allarmistica e analisi dei fault.		
4.1.2.8	Descrivere come il software si interfaccia con piattaforme esterne, che base dati utilizza e se ci sono quali sono i requisiti minimi di sistema (server e client).		
4.1.2.9	Scalabilità.		
4.1.2.9.1	Indicare il numero massimo di apparati, il numero massimo di schede e il numero massimo di porte/interfacce gestibili.		
4.1.2.9.2	Indicare il numero massimo di sessioni operatore contemporaneamente gestibili.		
4.1.2.10	Fornire i dettagli riguardanti l'interfaccia, esplicitando eventuali vincoli (numero di sessioni attive, problemi di performance, ecc.) legati all'accesso concorrente da parte di più sistemi esterni.		
4.1.2.11	Descrivere i meccanismi di disaster recovery e di HA.		

**Tabella 2: Requisiti vincolanti sistema di gestione**

#### **4.1.2.1 Software di monitoring dello SLA**

Il Fornitore è tenuto a offrire una piattaforma hardware e software idonea al controllo dello SLA di ogni connessione. Il software di controllo dello SLA deve preferibilmente integrarsi con il Sistema di Gestione. Il software di monitoring dello SLA dovrà preferibilmente essere in grado di correlare gli allarmi ricevuti dal Sistema di Gestione per determinare se l'evento di rete ha prodotto un impatto sui servizi erogati a ciascun utilizzatore; il software dovrà avere un'architettura distribuita, attraverso agent/probe software attivati sugli apparati di rete presenti presso tutti i PoP di rete, in modo da permettere la misura delle performance tra due punti qualsiasi della rete stessa. In particolare il software di monitoring deve disporre almeno dei seguenti ambiti di misura:

- Performance di rete.
- Monitoring dello SLA.
- VoIP.
- MPLS.

Di seguito un elenco esemplificativo e non esaustivo delle metriche che dovranno essere monitorate:

- One Way Delay (OWD)
- Round Trip Time (RTT).



- Disponibilità
- Jitter.
- Packet Loss.
- BER
- Connettività.

Il software di monitoring dovrà essere compatibile con i più comuni protocolli, TCP, UDP, http, ICMP, LDP/RSVP, SIP, RTP ecc. e i servizi più comuni come DNS, FTP, DHCP, Radius, Video ecc. La piattaforma sulla quale si basa il software di monitoring dello SLA dovrà essere dedicata ed installata presso la direzione del Consortium GARR e verrà gestita dal supporto sistemistico del GARR.

Indice	Descrizione	File	Pag
4.1.2.1	Software di monitoring dello SLA.		
4.1.2.1.1	Disponibilità di agent SW in grado di operare misure di jitter e delay sulla rete.		
4.1.2.1.2	Descrivere il meccanismo utilizzato per le misure di OWD ed RTT.		
4.1.2.1.3	Numero di possibili destinazioni (punti remoti di misura) configurabili su di un singolo nodo per le misure di OWD ed RTT.		
4.1.2.1.4	Descrivere il meccanismo utilizzato per le misure di jitter.		
4.1.2.1.5	Numero di possibili destinazioni (punti remoti di misura) configurabili su di un singolo nodo per le misure di jitter.		
4.1.2.1.6	Descrivere il meccanismo utilizzato per le misure di packet loss.		
4.1.2.1.7	Numero di possibili destinazioni (punti remoti di misura) configurabili su di un singolo nodo per le misure di packet loss.		
4.1.2.1.8	Altri tipi di misure eseguibili mediante gli agent.		
4.1.2.1.9	Meccanismi di presentazione dei dati di performance (almeno MIB SNMP).		

**Tabella 3: Requisiti vincolanti software monitoring dello SLA**

## 4.2 REQUISITI OPZIONALI GLOBALI DEGLI APPARATI

### 4.2.1 Requisiti opzionali del sistema operativo

Per i router e gli apparati di switching viene considerato migliorativo il disporre dei uno o più dei seguenti requisiti facoltativi:

- **Supporto XML:** supporto XML da utilizzarsi sia per la configurazione che per la ricezione di dump dalla macchina. Sarà considerata migliorativa una soluzione che utilizza XML sia per l'invio che per la modifica della configurazione sia per l'interrogazione dello stato della macchina.
- **Linguaggio di scripting basato su linguaggio standard:** supporto di un linguaggio di scripting standard (ad esempio php, perl, python, basic, bash, ecc.) in grado di interagire con la piattaforma HW/SW dei nodi per implementare meccanismi di gestione e controllo automatico dei nodi stessi e dei servizi E2E. In risposta a questo requisito il Fornitore dovrà indicare



esplicitamente a quale linguaggio standard di riferimento si appoggia il proprio linguaggio di scripting ed allegare la documentazione completa del linguaggio e delle API disponibili.

- **Modularità del sistema operativo:** è considerato migliorativo che ogni singolo gruppo di funzionalità sia reso disponibile con la sola eventuale installazione di moduli software aggiuntivi.

Indice	Descrizione	File	Pag
4.2.1	Requisiti del sistema operativo.		
4.2.1.1	Descrivere il supporto dell'XML per la configurazione e per l'interrogazione dello stato dei router.		
4.2.1.2	Linguaggio standard su cui si basa il linguaggio di scripting utilizzato.		
4.2.1.3	Indicare tutti i moduli disponibili per ciascuna funzione e/o servizio. Deve essere data evidenza di eventuali moduli che non possono coesistere.		

**Tabella 4: Requisiti opzionali sistema operativo dei router.**

### 4.3 REQUISITI TECNICI VINCOLANTI PER I ROUTER

La rete GARR-X dovrà erogare servizi IP evoluti ad un elevato numero di utilizzatori, è pertanto richiesto l'impiego di apparati con elevata capacità e flessibilità, dotati di strumenti a supporto dell'analisi e risoluzione dei guasti. La struttura operativa del GARR non dispone di personale tecnico a presidio degli X-POP, pertanto gli apparati IP impiegati nel progetto dovranno richiedere il minor numero possibile di interventi on-site. Si richiede, quindi, l'impiego di tecnologie che consentono la configurazione e la gestione dell'intera rete IP mediante accesso remoto. **A tale scopo i requisiti funzionali di seguito elencati vengono ritenuti vincolanti.**

Per ciascuno di questi requisiti il Fornitore dovrà dichiarare e specificare (tramite opportuna documentazione) la rispondenza degli apparati proposti e dovrà fornire uno schema di test (completo di configurazioni HW e SW) atto a dimostrare la rispondenza degli apparati proposti ai singoli requisiti vincolanti.

Il Fornitore partecipando alla presente procedura di gara si impegna a garantire, per tutta la durata del contratto (5 anni), il supporto di tutti gli elementi che compongono la piattaforma hardware oggetto della presente fornitura, in termini di aggiornamento software e firmware.

#### 4.3.1 Requisiti vincolanti ambientali

Ogni router IP dovrà essere installato presso siti messi a disposizione da GARR e in questa ottica risultano cruciali i valori di occupazione di spazio, di assorbimento, peso e dissipazione di calore. Ciascun router dovrà rispettare i seguenti vincoli ambientali riferiti alla configurazione massima ed a regime. Verranno premiate quelle soluzioni che nella configurazione massima risultino meno onerose, relativamente ai requisiti di seguito illustrati.

- **Assorbimento massimo 15,0 kW in AC:** ciascun router IP in configurazione massima deve avere un assorbimento elettrico a regime inferiore a 15,0 kW in AC. Nel caso di apparati con



alimentazione esclusivamente in DC il Fornitore dovrà farsi carico della fornitura di eventuali sistemi di conversione (AC/DC), in questo caso l'assorbimento massimo è da riferire alla porta AC del sistema di conversione. Si precisa che le porte in AC devono essere rispondenti agli standard in vigore in Italia (230Vac 50Hz per le porte monofase e 400Vac 50Hz per le porte trifase – Norma CEI 8-6).

- **Peso 400 kg:** date le caratteristiche degli ambienti che ospiteranno questa tipologia di apparati ciascun router IP, in configurazione massima, dovrà avere un peso complessivo (comprensivo di rack) non eccedente i 400 kg. Nel caso in cui la soluzione proposta dovesse eccedere tale valore il peso complessivo non potrà comunque superare gli 800 kg, ed in ogni caso il Fornitore dovrà, a sue spese, adeguare il pavimento flottante degli ambienti GARR in modo tale da mantenere il valore di carico sul pavimento stesso al di sotto dei limiti fisici della struttura.
- **Dissipazione di calore:** ciascun router IP, in AC e in configurazione massima, deve presentare una dissipazione di calore inferiore a 50.000 btu/hr.
- **Dimensioni:** ciascun router IP dovrà presentare dimensioni non eccedenti 220 cm di altezza, 80 cm di larghezza e di profondità tale da poter essere completamente contenuto in un eventuale rack standard di larghezza 80 cm necessario per l'installazione. L'eventuale rack impiegato dovrà essere dotato di porte frontale e posteriore che devono poter essere chiuse durante il normale funzionamento del router.

Indice	Descrizione	File	Pag
4.3.1	Requisiti ambientali.		
4.3.1.1	Indicare la potenza elettrica assorbita (kW) in configurazione massima in AC.		
4.3.1.2	Indicare il peso complessivo in configurazione massima.		
4.3.1.3	Indicare la dissipazione di calore (btu/hr) in configurazione massima.		
4.3.1.4	Indicare le dimensioni del router, se si possono utilizzare rack standard e quanti router possono essere installati in un singolo rack.		

**Tabella 5: Requisiti vincolanti ambientali dei router**

#### 4.3.2 Requisiti vincolanti di architettura e capacità

I router della rete IP GARR-X dovranno supportare tutto il traffico in transito nella rete e verso le altre NREN. I valori di banda estremamente elevati in gioco ed i requisiti stringenti ricevuti in termini di latenza e jitter impongono l'utilizzo di macchine distribuite con matrice di switching ad alta capacità non bloccante. Tutti i requisiti di capacità vanno intesi come riferiti a valori full-duplex e al comportamento non bloccante della matrice di switching nonché ad **un'unica release di software da installare su tutti i nodi**.

Ogni router IP deve avere le seguenti caratteristiche:

- **Architettura distribuita e modulare:** i router devono essere ad architettura distribuita e modulare. Il piano di controllo (piano di routing) deve essere disaccoppiato dal piano di inoltra (forwarding/switching). Il nodo deve quindi presentare elementi sia HW che software completamente dedicati a ciascuna delle due attività (routing e forwarding). Solo in questo modo



si ritiene che il nodo possa operare senza che eventuali condizioni di elevato carico su un piano (ad esempio sul piano di controllo) vadano a modificare le performance dell'altro (ad esempio sul piano di inoltro).

- **Configurazione Multinodo:** i router devono supportare configurazioni multinodo (più chassis aggregati in un unico nodo logico) con intelligenza e matrice di switching nelle modalità centralizzata/distribuita.
- **Modularità delle interfacce fisiche:** ciascun router deve offrire un elevato grado di modularità nella composizione delle interfacce fisiche all'interno dei singoli slot dello chassis. Deve, cioè, permettere la condivisione della capacità di elaborazione del traffico di un singolo slot, implementata dai moduli di adattamento delle interfacce fisiche, tra moduli di interfaccia fisica non omogenei (mix arbitrario di interfacce di tipo PDH, SDH, Ethernet, ecc.).
- **Capacità della matrice di switching di almeno 560 Gbps:** ciascun router IP, nella configurazione proposta, deve disporre di una matrice di switching ridondata in grado di garantire una capacità di switching di almeno 560 Gbps full-duplex (equivalenti a 1120 Gbps in modalità half-duplex).
- **Capacità totale dei moduli di adattamento delle interfacce fisiche installati di almeno 280 Gbps:** ciascun router IP, nella configurazione proposta, deve operare switching di traffico IP fra le sue porte fino ad un valore di 280 Gbps in modalità full-duplex (equivalenti a 560 Gbps in modalità half-duplex). Questo valore di banda deve essere raggiungibile con l'eventuale aggiunta dei soli adattatori di interfaccia.
- **Capacità del singolo modulo di adattamento delle interfacce fisiche di almeno 40 Gps full-duplex:** ciascun router IP deve ospitare nei suoi slot moduli di adattamento delle interfacce fisiche con capacità pari o superiore a 40 Gbps full-duplex senza che questo rappresenti un limite nella capacità di switching complessiva o nella modularità del nodo.

Indice	Descrizione	File	Pag
4.3.2	Requisiti di architettura.		
4.3.2.1	Descrivere l'architettura modulare del nodo. Elencare e descrivere (indicandone performance e numerosità) le componenti dedicate al piano di controllo e le componenti dedicate al piano di inoltro.		
4.3.2.1.1	Elencare e descrivere (indicandone performance e numerosità) le componenti dedicate al piano di controllo.		
4.3.2.1.2	Elencare e descrivere (indicandone performance e numerosità) le componenti dedicate al piano di inoltro.		
4.3.2.2	Descrivere per la configurazione multinodo i dettagli dell'architettura in termini di intelligenza e matrice di switching e loro modalità di realizzazione (centralizzata/distribuita).		
4.3.2.2.1	Indicare le prestazioni delle configurazioni multinodo realizzabili con la tecnologia proposta. Si richiede una indicazione a scalare partendo dalla configurazione minima alla configurazione massima supportata.		
4.3.2.3	Modularità delle interfacce fisiche.		
4.3.2.3.1	Numero di slot disponibili in uno chassis (da utilizzare per i soli moduli di adattamento delle interfacce fisiche).		



Indice	Descrizione	File	Pag
4.3.2.3.2	Tipologia dei moduli di adattamento delle interfacce fisiche disponibili e numerosità di moduli di interfaccia fisica ospitabili.		
4.3.2.3.3	Descrivere l'architettura, elencare i componenti principali ed indicare la capacità in termini di bps e pps per ciascun modulo di adattamento delle interfacce fisiche disponibile.		
4.3.2.3.4	Memoria firmware installata su ciascun modulo di adattamento delle interfacce fisiche disponibile.		
4.3.2.3.5	Memoria per control-plane installata su ciascun modulo di adattamento delle interfacce fisiche disponibile.		
4.3.2.3.6	Numero e capacità (in bps e pps) dei processori installati su ciascun modulo di adattamento delle interfacce fisiche disponibile.		
4.3.2.3.7	Elenco e descrizione dei moduli di interfaccia fisica utilizzabili e matrice di compatibilità con i moduli di adattamento delle interfacce fisiche.		
4.3.2.3.8	Eventuali vincoli sulla combinazione di moduli di interfaccia fisica all'interno dei moduli di adattamento delle interfacce fisiche.		
4.3.2.3.9	Capacità in termini di bps e pps dei moduli di adattamento delle interfacce fisiche.		
4.3.2.3.10	Numero e capacità dei buffer di memoria utilizzati per l'accodamento del traffico su ciascun modulo di adattamento delle interfacce fisiche disponibile.		
4.3.2.4	Capacità in termini di bps e pps della matrice di switching offerta.		
4.3.2.5	Per ciascuna configurazione proposta indicare la massima capacità di switching full-duplex e non bloccante raggiungibile.		
4.3.2.6	Per ciascuna configurazione proposta indicare la massima capacità full duplex e non bloccante per slot ottenibile in assenza di oversubscription (wire speed).		

**Tabella 6: Requisiti vincolanti di architettura e capacità dei router**

### 4.3.3 Requisiti vincolanti di connettività

Ogni router IP deve avere le seguenti caratteristiche:

- **Operare a velocità di linea (wire speed) con tutte le interfacce messe a disposizione:** ciascun router deve essere in grado di operare l'inoltro del traffico a velocità di linea (o a banda piena – non ammesso oversubscription) fra tutte le interfacce che compongono la sua dotazione iniziale.
- **Disporre di interfacce 1 Gigabit Ethernet e supportare configurazioni con almeno 128 porte per router:** ciascun router deve supportare configurazioni HW/SW con 128 o più porte 1 Gigabit Ethernet senza che questo ne degradi le performance (wire speed). Le porte dovranno disporre di ottiche intercambiabili del tipo SFP compatibili con gli standard 1000Base-SX, 1000Base-LX, 1000Base-LH e/o 1000Base-ZX. Le porte ottiche dovranno essere dotate della funzione di Digital Optical Monitoring (DOM) in grado di fornire informazioni sui parametri ottici di funzionamento, quali potenza ottica in trasmissione e ricezione, temperatura, corrente, tensione e soglie di funzionamento. Tali informazioni dovranno essere ottenibili sia via CLI che via SNMP.
- **Disporre di interfacce 10 GigabitEthernet (configurabili a software sia in modalità LAN PHY che WAN PHY) e supportare configurazioni con almeno 56 porte per router:** ciascun apparato IP deve supportare configurazioni HW/SW con 56 o più porte 10 GigabitEthernet



senza che questa configurazione ne degradi le performance (wire speed). Le porte dovranno disporre di ottiche intercambiabili del tipo XFP compatibili con gli standard 10GBase-SR, 10GBase-LR, 10GBase-ER e 10GBase-ZR. Le porte ottiche dovranno essere dotate della funzione di Digital Optical Monitoring (DOM) in grado di fornire informazioni sui parametri ottici di funzionamento, quali potenza ottica in trasmissione e ricezione, temperatura, corrente, tensione e soglie di funzionamento. Tali informazioni dovranno essere ottenibili sia via CLI che via SNMP.

- **Disporre di interfacce POS 2.5G (OC-48/STM-16) e supportare configurazioni con almeno 64 porte per router:** ciascun router deve supportare configurazioni HW/SW con 64 o più porte POS 2.5G (OC-48/STM-16) senza che questo ne degradi le performance (wire speed). Le porte dovranno disporre di ottiche intercambiabili del tipo SFP compatibili con gli standard SR, IR-1 ed LR-2. Le porte ottiche dovranno essere dotate della funzione di Digital Optical Monitoring (DOM) in grado di fornire informazioni sui parametri ottici di funzionamento, quali potenza ottica in trasmissione e ricezione, temperatura, corrente, tensione e soglie di funzionamento. Tali informazioni dovranno essere ottenibili sia via CLI che via SNMP.
- **Disporre di interfacce POS 10G (OC-192/STM-64) e supportare configurazioni con almeno 56 porte per router:** ciascun router deve supportare configurazioni HW/SW con 56 o più porte POS 10G (OC192/STM-64) senza che questo ne degradi le performance (wire speed). Le porte dovranno disporre di ottiche intercambiabili del tipo XFP compatibili con gli standard SR-1, IR-2 ed LR-2. Le porte ottiche dovranno essere dotate della funzione di Digital Optical Monitoring (DOM) in grado di fornire informazioni sui parametri ottici di funzionamento, quali potenza ottica in trasmissione e ricezione, temperatura, corrente, tensione e soglie di funzionamento. Tali informazioni dovranno essere ottenibili sia via CLI che via SNMP.
- **Disporre di interfacce POS 40G (OC-768/STM-256) e supportare configurazioni con almeno 14 porte per router:** ciascun router deve supportare configurazioni HW/SW con 14 o più porte POS 40G (OC768/STM-256) senza che questo ne degradi le performance (wire speed).
- **Interfacce di gestione:** disporre di almeno 2 interfacce seriali EIA/TIA RS-232 console, 2 interfacce seriali EIA/TIA RS-232 ausiliarie e 2 interfacce Fast Ethernet (10/100) o 1 Gigabit Ethernet (10/100/1000) per la connessione del router a sistemi di gestione remota.

Indice	Descrizione	File	Pag
4.3.3	Requisiti di connettività.		
4.3.3.1	Wire speed con tutte le interfacce a disponibili sui router.		
4.3.3.2	Disponibilità di interfacce GE ed indicare la densità (porte/nodo) per le configurazioni proposte.		
4.3.3.3	Disponibilità di interfacce 10 GE ed indicare la densità (porte/nodo) per le configurazioni proposte.		
4.3.3.4	Disponibilità di interfacce POS 2.5G (OC-48/STM-16) ed indicarne la densità (porte/nodo) per le configurazioni proposte.		
4.3.3.5	Disponibilità di interfacce POS 10G (OC192/STM-64) ed indicarne la densità (porte/nodo) per le configurazioni proposte.		
4.3.3.6	Disponibilità di interfacce POS 40G (OC768/STM-256) ed indicarne la densità (porte/nodo) per le configurazioni proposte.		



Indice	Descrizione	File	Pag
4.3.3.7	Diponibilità di ottiche con funzione di Digital Optical Monitoring per interfacce 1 Gigabit Ethernet , 10 Gigabit Ethernet, POS 2.5G e POS 10G.		
4.3.3.8	Interfacce di gestione.		

**Tabella 7: Requisiti vincolanti di connettività dei router**

#### 4.3.4 Requisiti vincolanti di aggregazione per le interfacce (link aggregation)

Di seguito vengono elencate alcune funzionalità necessarie a garantire che i router della rete IP GARR-X possano facilmente scalare in termini di banda anche senza adoperare interfacce tributarie di gerarchia superiore.

Ogni router IP deve avere le seguenti caratteristiche:

- **Supportare meccanismi di link aggregation (bundle) per interfacce 1 Gigabit Ethernet (IEEE 802.3ad):** ciascun router deve supportare la formazione di gruppi (bundle) di interfacce 1 Gigabit Ethernet da gestire come un unico canale fisico sul quale inviare i dati. Saranno considerate migliorative le soluzioni che prevedono che i meccanismi siano configurabili sia su interfacce appartenenti al medesimo slot che a slot differenti. La configurazione dei bundle non deve in nessun caso ridurre la capacità complessiva di switching del nodo.
- **Supportare meccanismi di link aggregation (bundle) per interfacce 10 Gigabit Ethernet (IEEE 802.3ad):** ciascun router deve supportare la formazione di gruppi (bundle) di interfacce 10 Gigabit Ethernet da gestire come un unico canale fisico sul quale inviare i dati. Saranno considerate migliorative le soluzioni che prevedono che i meccanismi siano configurabili sia su interfacce appartenenti al medesimo slot che a slot differenti. La configurazione dei bundle non deve in nessun caso ridurre la capacità complessiva di switching del nodo.
- **Supportare meccanismi di link aggregation (bundle) per interfacce POS:** ciascun router deve supportare la formazione di gruppi (bundle) di interfacce POS (STM-1, STM-4, STM-16, STM-64) da gestire come un unico canale fisico (pari alla capacità aggregata) sul quale inviare i dati. La configurazione dei bundle non deve in nessun caso ridurre la capacità complessiva di switching del nodo.
- **VLAN Tagging (802.1q) sui gruppi aggregati (IEEE 802.3ad) di interfacce 1 GE:** ciascun router deve supportare la formazione di gruppi (bundle) di interfacce 1 Gigabit Ethernet da gestire come un unico canale fisico sul quale inviare i dati utilizzando una encapsulation 802.1q.
- **Funzionalità sui gruppi aggregati (IEEE 802.3ad) di interfacce 1 GE:** ad ogni bundle deve essere possibile applicare tutte le funzionalità (QoS, rate limiting, filtri, encapsulation, accounting, ecc.) disponibili sulle interfacce 1 Gigabit Ethernet incluse nel bundle. Infine deve essere configurabile il numero minimo di link attivi affinché il bundle sia considerato attivo. Saranno considerate migliorative le soluzioni che prevedono che i meccanismi siano configurabili sia su interfacce appartenenti al medesimo slot che a slot differenti.
- **VLAN Tagging (802.1q) sui gruppi aggregati (IEEE 802.3ad) di interfacce 10 GE:** ciascun router deve supportare la formazione di gruppi (bundle) di interfacce 10 Gigabit Ethernet da gestire come un unico canale fisico sul quale inviare i dati utilizzando una encapsulation 802.1q.



- **Funzionalità sui gruppi aggregati (IEEE 802.3ad) di interfacce 10 GE:** ad ogni bundle deve essere possibile applicare tutte le funzionalità (QoS, rate limiting, filtri, encapsulation, accounting, ecc.) disponibili sulle interfacce 10 Gigabit Ethernet incluse nel bundle. Infine deve essere configurabile il numero minimo di link attivi affinché il bundle sia considerato attivo. Saranno considerate migliorative le soluzioni che prevedono che i meccanismi siano configurabili sia su interfacce appartenenti al medesimo slot che a slot differenti.

Indice	Descrizione	File	Pag
4.3.4	Requisiti di aggregazione.		
4.3.4.1	Link Aggregation interfacce 1 GE		
4.3.4.1.1	Link aggregation per interfacce 1 GE (descrivere il/i meccanismi di balancing utilizzabili e le funzionalità eventualmente non disponibili sul bundle ma disponibili sulle singole interfacce). Descrivere se i meccanismi sono configurabili solo su interfacce appartenenti al medesimo slot o anche a slot differenti.		
4.3.4.1.2	Numero massimo di link 1 GE in un bundle.		
4.3.4.1.3	Numero massimo di bundle 1 GE per router.		
4.3.4.1.4	Configurabilità del numero minimo di link per bundle di 1 GE attivo.		
4.3.4.2	Link Aggregation interfacce 10 GE		
4.3.4.2.1	Link aggregation per interfacce 10 GE (descrivere il/i meccanismi di balancing utilizzabili e le funzionalità eventualmente non disponibili sul bundle ma disponibili sulle singole interfacce). Descrivere se i meccanismi sono configurabili solo su interfacce appartenenti al medesimo slot o anche a slot differenti.		
4.3.4.2.2	Numero massimo di link 10 GE in un bundle.		
4.3.4.2.3	Numero massimo di bundle 10 GE per router.		
4.3.4.2.4	Configurabilità del numero minimo di link per bundle di 10 GE attivo.		
4.3.4.3	Link Aggregation interfacce PoS		
4.3.4.3.1	Link aggregation per interfacce PoS (descrivere il/i meccanismi di balancing utilizzabili e le funzionalità eventualmente non disponibili sul bundle ma disponibili sulle singole interfacce). Descrivere se i meccanismi sono configurabili solo su interfacce appartenenti al medesimo slot o anche a slot differenti.		
4.3.4.3.2	Numero massimo di link PoS in un bundle.		
4.3.4.3.3	Numero massimo di bundle PoS per router.		
4.3.4.3.4	Configurabilità del numero minimo di link per bundle PoS attivo.		
4.3.4.5	VLAN Tagging (802.1q) sui gruppi aggregati (IEEE 802.3ad) di interfacce 1 GE		
4.3.4.6	Bundle taggati su interfacce 1 GE (descrivere il meccanismo di balancing e le funzionalità eventualmente non disponibili sul bundle ma disponibili sulle singole interfacce). Descrivere se i meccanismi sono configurabili solo su interfacce appartenenti al medesimo slot o anche a slot differenti.		
4.3.4.7	VLAN Tagging (802.1q) sui gruppi aggregati (IEEE 802.3ad) di interfacce 10 GE		
4.3.4.8	Bundle taggati su interfacce 10 GE (descrivere il meccanismo di balancing e le funzionalità eventualmente non disponibili sul bundle ma disponibili sulle singole interfacce). Descrivere se i meccanismi sono configurabili solo su interfacce appartenenti al medesimo slot o anche a slot differenti.		

**Tabella 8: Requisiti vincolanti di aggregazione dei router**



#### 4.3.5 Requisiti vincolanti di ridondanza

Per i router della rete IP viene richiesta robustezza nei confronti dei guasti ed elevata affidabilità nella erogazione dei servizi. Pertanto per ridurre al minimo l'effetto di eventuali guasti, l'equipaggiamento del router deve prevedere la presenza di parti ridondate almeno per gli elementi il cui malfunzionamento può compromettere la funzionalità dell'intero router (non sono ammessi *single point of failure*).

- Sistema di ventilazione ridondante:** ciascun router deve disporre di un sistema di ventilazione (per raffreddamento) costituito da ventole HOT-SWAPPABLE ed in grado di garantire il corretto funzionamento dell'intero sistema nella massima configurazione anche in presenza di un guasto che comprometta il funzionamento di parte di esse. La segnalazione del guasto deve essere evidente sia da remoto (sistema di gestione, CLI, SNMP, ecc.) che localmente (mediante opportuna segnalazione sinottica).
- Alimentazione ridondante:** ciascun router deve disporre di un sistema di alimentatori ridondanti HOT-SWAPPABLE ed in grado di garantire il corretto funzionamento della macchina nella massima configurazione anche in presenza di un guasto che comprometta il 50% di essi. La segnalazione del guasto deve essere evidente sia da remoto (sistema di gestione, CLI, SNMP, ecc.) che localmente (mediante opportuna segnalazione sinottica).
- Sistema di controllo ed elaborazione ridondante:** ciascun router deve disporre di un sistema di controllo ed elaborazione ridondante in grado di garantire le massime prestazioni della macchina. Ovvero ogni router deve garantire che le parti che governano il routing ed il controllo della macchina dispongano di una configurazione ridondata tale da assicurare il completo e regolare funzionamento del router anche in presenza di un guasto che comprometta il 50% di esse. Il traffico in transito non deve essere impattato in nessun caso pertanto tutte le parti che costituiscono il sistema di controllo ed elaborazione devono essere singolarmente HOT-SWAPPABLE.
- Matrice di switching ridondata:** ciascun router deve disporre di una switch fabric ridondante in grado di garantire la massima capacità di switching del sistema (paragrafo 4.3.2) senza degrado delle performance complessive in presenza di un guasto singolo ed in grado di operare, anche se con performance ridotte, in presenza di guasto multiplo. I vari componenti della switch fabric devono essere singolarmente HOT-PLUGGABLE.

Indice	Descrizione	File	Pag
4.3.5	Requisiti di ridondanza.		
4.3.5.1	Sistema di ventilazione ridondante. Indicare quante ventole sono presenti nel router e quante ventole sono necessarie al corretto funzionamento nella configurazione massima.		
4.3.5.1.1	Numero di ventole presenti nei router.		
4.3.5.1.2	Numero minimo di ventole necessarie per il corretto funzionamento del router nella configurazione massima.		
4.3.5.2	Alimentazione ridondante. Indicare in quale modo il router risulta ridondante nella sezione di alimentazione.		
4.3.5.2.1	Numero di alimentatori installati sui router.		
4.3.5.2.2	Tipologia di alimentazione richiesta (AC/DC, monofase, trifase, tensione, ecc.).		



Indice	Descrizione	File	Pag
4.3.5.2.3	Numero minimo di alimentatori necessari al funzionamento regolare del router.		
4.3.5.3	Descrivere le componenti che costituiscono il sistema di controllo ed elaborazione.		
4.3.5.3.1	Descrivere la configurazione ridondata.		
4.3.5.3.2	Elencare tutte le FRU del sistema di controllo ed elaborazione.		
4.3.5.3.3	Indicare il numero minimo di ciascuna componente per il corretto funzionamento del router.		
4.3.5.4	Matrice di switching ridondata.		
4.3.5.4.1	Descrivere i componenti della matrice di switching e la loro configurazione ridondata.		
4.3.5.4.2	Descrivere l'andamento delle prestazioni in presenza di guasto multiplo dei componenti e il numero massimo di elementi guasti che garantiscono comunque un funzionamento ridotto del router.		

**Tabella 9: Requisiti vincolanti di ridondanza dei router**

#### 4.3.6 Requisiti vincolanti dei servizi

I router dovranno operare in sinergia con gli apparati di switching che costituiscono il layer 2 per fornire i servizi che vengono erogati dalla rete GARR. Inoltre i router sono gli apparati che ospiteranno le connessioni con le altre NREN pertanto dovranno garantire l'interoperabilità dei servizi erogati con altre tecnologie.

Alcune delle funzionalità richieste potrebbero essere implementate seguendo differenti standard. Viene pertanto richiesto di indicare puntualmente se l'erogazione di ciascuna delle funzionalità elencate segue uno o più standard.

- **IPv4 ed IPv6 routing:** pieno supporto dei protocolli IPv4 ed IPv6 e di tutti i protocolli di routing standardizzati (RIPv2, RIPv3, OSPFv2, OSPFv3, BGPv4, IS-IS, OSPFv3, ecc.). Sono di particolare interesse per il GARR, in quanto già implementati sulla rete GARR-G, i protocolli: OSPFv2, OSPFv3, BGPv4, dove BGPv4 deve supportare le Address Family 1 IPv4 e 2 IPv6 unicast e multicast.
- **IPv4 ed IPv6 QoS:** supporto di meccanismi di gestione della qualità del servizio (QoS) sia per IPv4 che per IPv6. Il supporto della QoS deve prevedere la presenza di almeno 8 code hardware differenti per ciascuna interfaccia sia logica che fisica. Gli algoritmi di scheduling disponibili per la gestione di queste code devono consentire la corretta gestione di traffico sensibile al delay e/o al jitter. Gli apparati devono essere in grado di supportare la QoS gerarchica H-QoS.
- **Multicast:** supporto del Multicast IPv4 ed IPv6. I router devono supportare almeno PIM-SM (sparse mode), PIM-BD (bidirectional), PIM-DM (dense mode), PIM-SSM (source-specific Multicast), IGMP (v1, v2 e v3) relativamente al multicast IPv4, MLD (v1 e v2) relativamente al multi cast IPv6, MSDP, MBGP. È richiesto inoltre il supporto dell'Embedded RP (RFC3956). Inoltre tutti i router devono poter operare con funzione di Rendezvous Point.
- **Multicast VPN:** i router devono essere in grado di erogare il servizio di trasporto del traffico Multicast anche su VPN MPLS (mVPN).



- **Interdomain Multicast:** i router devono essere in grado di scambiare traffico Multicast anche al di fuori del proprio dominio di appartenenza.
- **MPLS:** supporto dell'MPLS mediante i principali protocolli disponibili (LDP, MP-BGP, ecc.).
- **MPLS VPN:** i router devono supportare i meccanismi per la creazione e la gestione di L2 ed L3 MPLS VPN.
- **MPLS Traffic Engineering:** ciascun router deve disporre di meccanismi per la ingegnerizzazione del traffico di rete (Traffic Engineering) che supportino il trasporto MPLS. Come protocollo di segnalazione deve essere supportato almeno RSVP-TE mentre come protocollo di routing deve essere supportato almeno OSPF-TE.
- **MPLS QoS:** i router devono disporre di meccanismi integrati MPLS/DiffServ, per il supporto della QoS sugli LSP MPLS (con meccanismo E-LSP) e implementare i modelli di allocazione della banda identificati nelle RFC 4125 (Maximum Allocation Model) e RFC 4127 (Russian Dolls Model).
- **Protezione del traffico via MPLS:** i router devono supportare meccanismi di protezione del traffico almeno a livello locale (local recovery) degli LSP. Il tipo di protezione deve intervenire sia in presenza di guasti dei link sia in presenza di guasti che compromettano un intero nodo utilizzato dagli LSP. Il meccanismo di protezione deve operare in stretta interazione con meccanismi di rilevazione e notifica dei guasti.
- **Supporto Netflow/cFlowd:** i router devono disporre del supporto di Netflow/cFlowd o loro affini al fine di analizzare i flussi di rete in transito nei nodi. Questo supporto deve essere disponibile su tutte le interfacce logiche e fisiche dei router (con l'eventuale esclusione delle sole interfacce di loopback). Si considera vincolante disporre del supporto a partire almeno dalla versione 9 con template configurabili per i protocolli IPv4, IPv6 e MPLS. È inoltre richiesto che sia garantita la possibilità di esportare le medesime informazioni relative al protocollo IPv4 previste nella versione 5.

Indice	Descrizione	File	Pag
4.3.6	Requisiti di servizio.		
4.3.6.1	Elencare i protocolli di routing supportati per IPv4 ed IPv6 e le relative RFC. Con particolare attenzione al supporto di OSPFv2, OSPFv3 e BGPv4.		
4.3.6.2	Descrivere i meccanismi di QoS disponibili specificando se e quali sono disponibili per IPv4 ed IPv6 (sono accettati solo meccanismi basati su code hardware; eventuali meccanismi di QoS operanti su code software non vengono considerati rispondenti a questo requisito).		
4.3.6.2.1	Numero di code hardware in ingresso ed in uscita disponibili per modulo di adattamento delle interfacce fisiche.		
4.3.6.2.2	Descrivere ed elencare gli algoritmi di scheduling e accodamento (adaptive queuing mechanism) del traffico nelle code (evidenza del supporto di meccanismi per trattare traffico sensibile al jitter e/o al delay).		
4.3.6.2.3	Dimensione del/dei buffer dedicati alla gestione della QoS..		
4.3.6.2.4	Gestione della QoS gerarchica (H-QoS) e numero massimo di livelli gerarchici supportati.		



Indice	Descrizione	File	Pag
4.3.6.3	Supporto del Multicast.		
4.3.6.3.1	Supporto del Multicast su IPv4 e possibilità di operare come Rendezvous Point (elencare eventuale HW specializzato necessario).		
4.3.6.3.2	Banda massima supportata (espressa in pps) per il trasporto di flussi Multicast IPv4.		
4.3.6.3.3	Supporto del Multicast su IPv6 e possibilità di operare come Rendezvous Point (elencare eventuale HW specializzato necessario).		
4.3.6.3.4	Banda massima supportata (espressa in pps) per il trasporto di flussi Multicast IPv6.		
4.3.6.3.5	Supporto del Protocol Independent Multicast (PIM).		
4.3.6.3.6	Supporto del PIM Bidirectional.		
4.3.6.3.7	Supporto del PIM-SM (sparse mode).		
4.3.6.3.8	Supporto del PIM-DM (dense mode).		
4.3.6.3.9	Supporto del PIM-SSM (source-specific Multicast).		
4.3.6.3.10	Supporto dell'IGMP (v1, v2 e v3).		
4.3.6.3.11	Supporto MLD (v1 e v2)		
4.3.6.3.12	Supporto dell'MSDP.		
4.3.6.3.13	Estensione del BGP per il supporto del Multicast (MGBP).		
4.3.6.4	Supporto del Multicast nelle VPN MPLS (mVPN). Accompagnare la descrizione del supporto con un tipico scenario multi VPN e referenze a casi esistenti.		
4.3.6.5	Supporto del Multicast interdomain.		
4.3.6.6	Supporto del MultiProtocol Label Switching (MPLS).		
4.3.6.6.1	Supporto del Label Distribution Protocol (LDP).		
4.3.6.6.2	Supporto del Multi Protocol Border Gateway Protocol (MP-BGP).		
4.3.6.7	Supporto di MPLS per la realizzazione di VPN L2 ed L3.		
4.3.6.7.1	Supporto di MPLS per la creazione di L2 VPN.		
4.3.6.7.2	Supporto di MPLS per la creazione di L3 VPN.		
4.3.6.8	Supporto di MPLS-TE.		
4.3.6.8.1	Supporto di RSVP-TE.		
4.3.6.8.2	Supporto di Diffserv-aware MPLS.		
4.3.6.8.3	Altri protocolli di segnalazione supportati.		
4.3.6.8.4	Supporto di OSPF-TE.		
4.3.6.8.5	Altri protocolli di routing supportati (OPZIONALE).		
4.3.6.9	Supporto della qualità del servizio (QoS) su MPLS.		
4.3.6.9.1	Supporto degli E-LSP.		
4.3.6.9.2	Supporto di allocazione di banda (Maximum Allocation Model – RFC 4125)		
4.3.6.9.3	Supporto di allocazione di banda (Russian Dolls Model – RFC 4127)		
4.3.6.10	Supporto di meccanismi di recovery del traffico MPLS.		
4.3.6.10.1	Supporto di meccanismi di recovery del traffico MPLS a livello locale (local recovery).		

Indice	Descrizione	File	Pag
4.3.6.10.2	Descrivere i vari meccanismi che consentono il rerouting degli LSP a fronte di guasti di nodo o di link.		
4.3.6.10.3	Descrivere come questi meccanismi sono in grado di operare sul singolo LSP e di come reagiscono ai vari constraint.		
4.3.6.11	Descrizione del supporto Netflow v9 (IPv4 e IPv6, protocolli, ecc).		

**Tabella 10: Requisiti vincolanti dei servizi dei router**

#### 4.3.7 Requisiti vincolanti di prestazione

Si richiede che i router dispongano di prestazioni in termini di capacità tali da soddisfare i requisiti imposti dalla attuale rete Internet e che abbiano sufficiente margine per garantire il loro utilizzo anche a fronte del previsto sviluppo della rete mondiale. I valori di prestazione riportati di seguito si intendono come valori minimi simultanei.

Di seguito vengono evidenziati i requisiti di prestazione minimi richiesti ai router:

- **BGP Routing Table:** ciascun router deve essere in grado di gestire una tabella di routing contenente almeno 4.000.000 prefissi attivi (IPv4) o in alternativa almeno 2.000.000 prefissi attivi IPv6 senza che questo comporti un degrado della performance complessiva del nodo.
- **Sessioni BGP:** ciascun router deve essere in grado di gestire almeno 1000 sessioni BGP attive contemporaneamente.
- **OSPF Routing Table:** ciascun router deve essere in grado di gestire una tabella di routing OSPF contenete almeno 100.000 route OSPF IPv4
- **Multicast Route:** ciascun router deve supportare un numero di instradamenti (flussi) Multicast per nodo almeno pari a 30.000.
- **MAC address:** ciascun router deve supportare un numero di MAC address per nodo almeno pari a 60.000. Dettagliare i valori del processo di MAC learning.
- **VLAN:** ciascun router deve supportare un numero di VLAN per nodo pari ad almeno 800 VLAN per slot/scheda e numerate secondo lo standard 802.1q (4096 Vlan). Indicare, inoltre, quante VLAN per porta sono configurabili con supporto di H-QoS.
- **Servizi L2 MPLS Punto-Punto:** ciascun apparato deve supportare un numero di istanze MPLS per nodo almeno pari a 16000.
- **Servizi L2 MPLS VPLS:** ciascun apparato deve supportare un numero di istanze VPLS per nodo almeno pari a 1000.
- **Buffer interfacce:** i buffer presenti su ogni singola interfaccia dell'apparato, per la gestione delle code, devono essere tali da garantire l'inoltro dei pacchetti trattenuti nelle code per almeno 50ms@10GE. Tale requisito deve essere soddisfatto anche per le interfacce 1GE→50ms@1GE. Specificare la quantità di memoria fisica dedicata per la gestione della coda, nonché le caratteristiche prestazionali della memoria stessa. Eventuali buffer più grandi saranno considerati migliorativi.



Indice	Descrizione	File	Pag
4.3.7	Requisiti di prestazione.		
4.3.7.1	Dichiarare il numero massimo di prefissi IPv4 ed IPv6 che la tabella BGP può contenere senza che il router degradi le sue prestazioni.		
4.3.7.2	Dichiarare il numero massimo di sessioni BGP che è possibile configurare ed instaurare senza che il router degradi le sue prestazioni.		
4.3.7.3	Dichiarare il numero massimo di prefissi IPv4 ed IPv6 che la tabella OSPF può contenere senza che il router degradi le sue prestazioni.		
4.3.7.4	Dichiarare il numero massimo di Multicast Group per nodo.		
4.3.7.5	Dichiarare il numero massimo di MAC address per nodo e dettagliare i valori del processo di MAC learning.		
4.3.7.6	Dichiarare il numero massimo di VLAN per porta.		
4.3.7.6.2	Indicare il numero di VLAN per porta configurabili con supporto QoS		
4.3.7.7	Servizi L2 MPLS Punto-Punto scalabilità.		
4.3.7.8	Servizi L2 MPLS VPLS scalabilità.		
4.3.7.9	Buffer interfacce. Descrivere le prestazioni e la quantità di memoria fisica con cui ogni interfaccia è equipaggiata dettagliando i meccanismi di assegnazione delle singole frazioni alle classi di servizio e gli algoritmi per la loro gestione.		

**Tabella 11: Requisiti vincolanti di prestazione dei router**

#### 4.3.8 Requisiti vincolanti di OAM

I router risultano connessi al resto della rete sia tramite interfacce POS (Sonet/SDH) sia mediante interfacce Ethernet. Questa condizione richiede che i router dispongano di meccanismi per rilevare efficacemente anche i fault di connessioni attestate su interfacce che non dispongono di un carrier sense. Per soddisfare questo requisito di seguito si elencano le funzionalità minime richieste in termini di OAM per le interfacce Ethernet e POS (Sonet/SDH).

- **POS OAM:** i router devono essere in grado di interpretare tutti i segnali di difetto/allarme e gli errori disponibili nella gerarchia SONET/SDH a tutti i livelli della gerarchia SDH. Per ciascun gruppo il sistema deve essere in grado di presentare lo stato e in caso di allarme indicare la durata dell'allarme (anche se rientrato) oltre al conteggio degli allarmi complessivi (transizioni di stato allarme/non allarme):
  - Physical.
  - Regeneration Section.
  - Multiplex Section.
  - Path.
- **Ethernet OAM:** gli apparati devono supportare la segnalazione OAM su tutte le tipologie di interfacce ethernet disponibili secondo gli standard IEEE 802.3ah, IEEE 802.1ag e 802.3 clause 57.
- **MPLS OAM:** gli apparati devono disporre di meccanismi utili all'identificazione e segnalazione di guasti derivanti da mancato inoltro del traffico MPLS. A tal proposito si richiede la disponibilità di MPLS LSP-Ping, MPLS Trace, MPLS-PseudoWire OAM.



- **BFD:** gli apparati devono supportare il protocollo BFD per l'identificazione e l'isolamento di guasti che rendono gli LSP unidirezionali.

Indice	Descrizione	File	Pag
4.3.8	Requisiti di OAM.		
4.3.8.1	Supporto delle indicazioni di difetto/allarme su interfacce SONET/SDH.		
4.3.8.1.1	Elenco degli indicatori disponibili al livello Physical.		
4.3.8.1.2	Elenco degli indicatori disponibili al livello Regeneration Section (RS).		
4.3.8.1.3	Elenco degli indicatori disponibili al livello Multiplex Section (MS).		
4.3.8.1.4	Elenco degli indicatori disponibili al livello PATH (HP).		
4.3.8.2	Supporto dell'Ethernet OAM.		
4.3.8.3	Supporto MPLS OAM		
4.3.8.2	Supporto protocollo BFD.		

**Tabella 12: Requisiti vincolanti OAM dei router**

#### 4.4 REQUISITI TECNICI OPZIONALI PER I ROUTER

Le funzionalità opzionali di seguito elencate vengono ritenute migliorative rispetto a quanto indicato nel paragrafo 4.3 pertanto, anche esse saranno prese in considerazione in fase di valutazione tecnica dell'offerta. Ogni miglioria proposta deve garantire comunque la rispondenza della piattaforma proposta ai requisiti vincolanti elencati nel paragrafo 4.3.

##### 4.4.1 Requisiti opzionali di capacità

Per i router viene considerato migliorativo il disporre di uno o più dei seguenti requisiti di capacità facoltativi:

- **Capacità non impegnata dei moduli di adattamento delle interfacce fisiche:** per ciascun router IP, nella configurazione proposta, il Fornitore è tenuto ad indicare la somma totale della capacità non impegnata e effettivamente disponibile a seguito dell'installazione di ulteriori moduli di interfaccia all'interno di ciascun modulo di adattamento delle interfacce fisiche. Il conteggio non deve includere eventuale capacità disponibile del nodo per accedere alla quale sia necessario installare moduli di adattamento di interfacce fisiche aggiuntive e/o differenti rispetto all'offerta.

Indice	Descrizione	File	Pag
4.4.1	Requisiti opzionali di Capacità.		
4.4.1.1	Per ciascun router dichiarare la capacità non impegnata ed effettivamente disponibile per l'installazione di moduli di interfaccia. Non deve essere conteggiata eventuale banda disponibile per la quale si renda necessario l'impiego di hardware aggiuntivo rispetto ai moduli di interfaccia fisica.		

**Tabella 13: Requisiti opzionali di capacità dei router**



#### 4.4.2 Requisiti opzionali di connettività

Per i router viene considerato migliorativo il disporre dei uno o più dei seguenti requisiti facoltativi.

- **Predisposizione per interfacce 40 GE:** indicare se ciascun router supporta, nella configurazione proposta, interfacce 40 Gigabit Ethernet quando verranno standardizzate. Indicare, se noti, quali sono i piani di rilascio, entro 6 mesi dalla data di pubblicazione di questo documento, di interfacce di questo tipo.
- **Predisposizione per interfacce 100 GE:** indicare se ciascun router supporta, nella configurazione proposta, interfacce 100 Gigabit Ethernet quando verranno standardizzate. Indicare, se noti, quali sono i piani di rilascio, entro 6 mesi dalla data di pubblicazione di questo documento, di interfacce di questo tipo.
- **Supporto interfacce 10 GE Tunable WDMPHY:** indicare se ciascun router supporta interfacce 10 GE Tunable WDMPHY, ovvero interfacce 10 GE con ottica colorata la cui lunghezza d'onda deve poter essere scelta liberamente nell'ambito dello spettro della banda C con spaziatura massima di 100GHz (40  $\lambda$  nella banda C). Dovendo affidare all'ottica colorata di questa interfaccia l'intero trasporto a livello WDM le interfacce devono disporre almeno dei seguenti requisiti:
  - Supporto standard G.709 (framing OTN), gestione allarmi Loss of Signal (LOF), Loss of Frame (LOF), Loss of OTN Multiframe (LOM), OTU alarm indication signal (OTU-AIS), OTU backward defect indication (OTU-BDI), ODU alarm indication signal (ODU-AIS), ODU open connection indication (ODU-OCI), ODU locked (ODU-LCK), ODU backwards defect indication (ODU-BDI), ODU payload type identifier mismatch (ODU-PTIM), OTU signal fail (OTU\_SF\_BER), e OTU signal degrade (OTU\_SD\_BER). Contatori di errore, OTU BIP, OTU BEI, ODU BIP e ODU BEI. Deve essere possibile configurare soglie sui valori delle PM analogiche e digitali in modo che un eventuale superamento di queste soglie si traduca nella generazione di un allarme.
  - Supporto del FEC G.975.1 I.7, in particolare GFEC secondo lo standard G.975 algoritmo Reed-Salomon e EFEC standard G.975.1 doppio super FEC concatenato. L'implementazione del FEC deve rendere disponibili statistiche di BER pre-FEC BER, errori corretti (EC) e errori non corretti (UC).
- **Interfacce a bassa velocità:** indicare se ciascun router supporti interfacce STM-1 ed STM-4 POS. Le porte dovranno disporre di ottiche intercambiabili del tipo SFP e dovranno essere disponibili ottiche compatibili con i più diffusi standard ottici.

Indice	Descrizione	File	Pag
4.4.2	Requisiti di connettività.		
4.4.2.1	Predisposizione al supporto di interfacce 40 GE (indicare quali componenti del router sono già predisposte al supporto di interfacce 40 GE e quali richiedono eventualmente un aggiornamento o nuova installazione).		
4.4.2.2	Indicare la roadmap per interfacce 40 GE.		
4.4.2.3	Predisposizione al supporto di interfacce 100 GE (indicare quali componenti del router sono già predisposte al supporto di interfacce 100 GE e quali richiedono eventualmente un aggiornamento o nuova installazione).		



Indice	Descrizione	File	Pag
4.4.2.4	Supporto interfacce 10 GE Tunable WDMPHY e specifiche dei meccanismi di FEC implementati. Descrizione delle misure di performance (PM) disponibili e relativa allarmistica.		
4.4.2.5	Indicare tutte le interfacce disponibili e loro densità (porte/slot).		

**Tabella 14: Requisiti opzionali di connettività dei router**

#### 4.4.3 Requisiti opzionali di aggregazione per le interfacce (link aggregation)

Per i router viene considerato migliorativo il disporre del seguente requisito facoltativo:

- **Funzionalità sui bundle di interfacce POS:** indicare se ad ogni bundle è possibile applicare tutte le funzionalità (QoS, filtri, encapsulation, accounting, ecc.) disponibili sulle interfacce POS incluse nel bundle. Infine indicare se è configurabile il numero minimo di link attivi affinché il bundle sia considerato attivo.

Indice	Descrizione	File	Pag
4.4.3	Bundle di interfacce POS		

**Tabella 15: Requisiti opzionali di aggregazione dei router**

#### 4.4.4 Requisiti opzionali dei servizi

Indicare quale dei seguenti standard è disponibile nella soluzione proposta, descrivendo quali funzionalità possono essere implementate e con quale livello d'interoperabilità con altri vendor.

- **Point-to-multipoint LSP:** viene considerata una miglioria il disporre di meccanismi che consentono di realizzare LSP punto-multipunto.
- **Protezione del traffico via MPLS:** indicare se i router supportano meccanismi di protezione del traffico a livello globale (path recovery) degli LSP. Il tipo di protezione deve intervenire sia in presenza di guasti dei link sia in presenza di guasti che compromettano un intero nodo utilizzato dagli LSP. Il meccanismo di protezione deve operare in stretta interazione con meccanismi di rilevazione e notifica dei guasti.
- **MPLS QoS:** è considerato migliorativo disporre di meccanismi integrati MPLS/DiffServ, per il supporto della QoS sugli L-LSP MPLS.

Indice	Descrizione	File	Pag
4.4.4	Requisiti opzionali di servizio.		
4.4.4.1	Supporto degli LSP punto-multipunto.		
4.4.4.2	Supporto di meccanismi di recovery del traffico MPLS.		
4.4.4.2.1	Supporto di meccanismi di recovery del traffico MPLS a livello globale (path recovery).		
4.4.4.2.2	Descrivere i vari meccanismi che consentono il rerouting degli LSP a fronte di guasti di		



Indice	Descrizione	File	Pag
	nodo o di link.		
4.4.4.2.3	Descrivere come questi meccanismi sono in grado di operare sul singolo LSP e di come reagiscono ai vari constraint.		
4.4.4.3	Supporto degli L-LSP.		

**Tabella 16: Requisiti opzionali di servizio dei router**

#### 4.4.5 Requisiti opzionali di OAM

È considerato migliorativo il supporto di:

- **Ethernet OAM:** si considera migliorativo il supporto di meccanismi di segnalazione E-LMI come definito dallo standard MEF-16.
- **Threshold configurabili per interfacce POS:** i router devono disporre di meccanismi per configurare i valori di difetti/errori SDH raggiunti i quali una interfaccia deve essere considerata allarmata.

Indice	Descrizione	File	Pag
4.4.5	Ethernet OAM con E-LMI standard MEF-16		
4.4.5.1	Requisiti di OAM POS		
4.4.5.1.1	Threshold configurabili per interfacce Sonet/SDH.		
4.4.5.1.2	Elenco dei contatori Sonet/SDH sui quali è possibile configurare le soglie di intervento degli allarmi.		

**Tabella 17: Requisiti opzionali OAM dei router.**

### 4.5 REQUISITI TECNICI VINCOLANTI PER APPARATI DI SWITCHING L2/L3

#### 4.5.1 Requisiti vincolanti ambientali Core Node

Ogni apparato di switching del tipo Core Node dovrà essere installato presso siti messi a disposizione da GARR e in questa ottica risultano cruciali i valori di occupazione di spazio, di assorbimento, peso e dissipazione di calore. Ciascun apparato di switching dovrà rispettare i seguenti vincoli ambientali riferiti alla configurazione massima ed a regime.

- **Assorbimento massimo 9,0 kW in AC:** ciascun Core Node in configurazione massima deve avere un assorbimento elettrico a regime inferiore a 9,0 kW in AC. Nel caso di apparati con alimentazione esclusivamente in DC il Fornitore dovrà farsi carico della fornitura di eventuali sistemi di conversione (AC/DC), in questo caso l'assorbimento massimo è da riferire alla porta AC del sistema di conversione. Si precisa che le porte in AC devono essere rispondenti agli standard in vigore in Italia (230Vac 50Hz monofase e 400Vac 50Hz trifase – Norma CEI 8-6).
- **Peso massimo 200 kg:** ciascun Core Node, in configurazione massima, deve avere un peso complessivo (comprensivo di rack) non eccedente i 200 kg.



- **Dissipazione di calore:** ciascun Core Node, in AC e in configurazione massima, deve presentare una dissipazione di calore inferiore a 30.000 btu/hr
- **Dimensioni:** ciascun Core Node dovrà presentare dimensioni non eccedenti 100 cm di altezza, 80 cm di larghezza e 80 cm di profondità comprensivi dell'eventuale rack necessario per l'installazione. L'eventuale rack impiegato dovrà avere larghezza di 80 cm ed essere dotato di porte frontale e posteriore che devono poter essere chiuse durante il normale funzionamento del nodo.

Indice	Descrizione	File	Pag
4.5.1	Requisiti ambientali.		
4.5.1.1	Indicare la potenza elettrica assorbita (kW) in configurazione massima in AC.		
4.5.1.2	Indicare il peso complessivo in configurazione massima.		
4.5.1.3	Indicare la dissipazione di calore (btu/hr) in configurazione massima.		
4.5.1.4	Indicare le dimensioni del Core Node, se si possono utilizzare rack standard e quanti Core Node possono essere installati in un singolo rack.		

**Tabella 18: Requisiti vincolanti ambientali Core Node**

#### 4.5.2 Requisiti vincolanti ambientali Edge Node

Ogni apparato di switching del tipo Edge Node dovrà essere installato presso siti messi a disposizione da GARR e in questa ottica risultano cruciali i valori di occupazione di spazio, di assorbimento, peso e dissipazione di calore. Ciascun apparato di switching dovrà rispettare i seguenti vincoli ambientali riferiti alla configurazione massima ed a regime.

- **Assorbimento massimo 9,0 kW in AC:** ciascun Edge Node in configurazione massima deve avere un assorbimento elettrico a regime inferiore a 9,0 kW in AC. Nel caso di apparati con alimentazione esclusivamente in DC il Fornitore dovrà farsi carico della fornitura di eventuali sistemi di conversione (AC/DC), in questo caso l'assorbimento massimo è da riferire alla porta AC del sistema di conversione. Si precisa che le porte in AC devono essere rispondenti agli standard in vigore in Italia (230Vac 50Hz per le porte monofase e 400Vac 50Hz per le porte trifase – Norma CEI 8-6).
- **Peso massimo 200 Kg:** ciascun Edge Node, in configurazione massima, deve avere un peso complessivo (comprensivo di rack) non eccedente i 200 Kg.
- **Dissipazione di calore:** ciascun Edge Node, in AC e in configurazione massima, deve presentare una dissipazione di calore inferiore a 30.000 btu/hr.
- **Dimensioni:** ciascun Edge Node dovrà presentare dimensioni non eccedenti 100 cm di altezza, 80 cm di larghezza e 80 cm di profondità comprensivi dell'eventuale rack necessario per l'installazione. L'eventuale rack impiegato dovrà avere larghezza di 80 cm ed essere dotato di porte frontale e posteriore che devono poter essere chiuse durante il normale funzionamento del nodo.



Indice	Descrizione	File	Pag
4.5.2	Requisiti ambientali.		
4.5.2.1	Indicare la potenza elettrica assorbita (kW) in configurazione massima in AC.		
4.5.2.2	Indicare il peso complessivo in configurazione massima.		
4.5.2.3	Indicare la dissipazione di calore (btu/hr) in configurazione massima.		
4.5.2.4	Indicare le dimensioni dell'edge node, se si possono utilizzare rack standard e quanti edge node possono essere installati in un singolo rack.		

**Tabella 19: Requisiti vincolanti ambientali Edge Node**

### 4.5.3 Requisiti vincolanti di architettura e capacità Core Node

Ogni apparato di switching di tipo Core Node deve avere le seguenti caratteristiche:

- **Architettura distribuita e modulare:** ciascun Core Node deve essere ad architettura distribuita e modulare. Il piano di controllo (piano di routing) deve essere disaccoppiato dal piano di inoltra (forwarding/switching). Il nodo deve quindi presentare elementi sia hardware che software completamente dedicati a ciascuna delle due attività (routing e forwarding). Solo in questo modo si ritiene che il nodo possa operare senza che eventuali condizioni di elevato carico su un piano (ad esempio sul piano di controllo) vadano a modificare le performance dell'altro (ad esempio sul piano di inoltra).
- **Modularità delle interfacce fisiche:** ciascun Core Node deve offrire un elevato grado di modularità nella composizione delle interfacce fisiche all'interno dei singoli slot dello chassis. Deve, cioè, permettere la condivisione della capacità di elaborazione del traffico di un singolo slot, implementata dai moduli di adattamento delle interfacce fisiche, tra moduli di interfaccia fisica non omogenei (mix arbitrario di interfacce di tipo Ethernet, ecc.).
- **Capacità della matrice di switching di almeno 320 Gbps:** ciascun Core Node, nella configurazione proposta, deve disporre di una matrice di switching ridondata in grado di garantire una capacità di switching di almeno 320 Gbps full-duplex (equivalenti a 640 Gbps in modalità half-duplex).
- **Capacità del singolo modulo di adattamento delle interfacce fisiche di almeno 40 Gps full-duplex:** ciascun Core Node deve ospitare nei suoi slot moduli di adattamento delle interfacce fisiche con capacità pari o superiore a 40 Gbps full-duplex senza che questo rappresenti un limite nella capacità di switching complessiva o nella modularità del nodo.

Indice	Descrizione	File	Pag
4.5.3	Requisiti di architettura.		
4.5.3.1	Descrivere l'architettura modulare del nodo. Elencare e descrivere (indicandone performance e numerosità) le componenti dedicate al piano di controllo e le componenti dedicate al piano di inoltra.		
4.5.3.1.1	Elencare e descrivere (indicandone performance e numerosità) le componenti dedicate al piano di controllo.		



Indice	Descrizione	File	Pag
4.5.3.1.2	Elencare e descrivere (indicandone performance e numerosità) le componenti dedicate al piano di inoltro.		
4.5.3.2	Modularità delle interfacce fisiche.		
4.5.3.2.1	Numero di slot disponibili in uno chassis (da utilizzare per i soli moduli di adattamento delle interfacce fisiche).		
4.5.3.2.2	Tipologia dei moduli di adattamento delle interfacce fisiche disponibili e numerosità di moduli di interfaccia fisica ospitabili.		
4.5.3.2.3	Descrivere l'architettura, elencare i componenti principali ed indicare la capacità in termini di bps e pps per ciascun modulo di adattamento delle interfacce fisiche disponibile.		
4.5.3.2.4	Memoria firmware installata su ciascun modulo di adattamento delle interfacce fisiche disponibile.		
4.5.3.2.5	Memoria per control-plane installata su ciascun modulo di adattamento delle interfacce fisiche disponibile.		
4.5.3.2.6	Numero e capacità (in bps e pps) dei processori installati su ciascun modulo di adattamento delle interfacce fisiche disponibile.		
4.5.3.2.7	Elenco e descrizione dei moduli di interfaccia fisica utilizzabili e matrice di compatibilità con i moduli di adattamento delle interfacce fisiche.		
4.5.3.2.8	Eventuali vincoli sulla combinazione di moduli di interfaccia fisica all'interno dei moduli di adattamento delle interfacce fisiche.		
4.5.3.2.9	Capacità in termini di bps e pps dei moduli di adattamento delle interfacce fisiche.		
4.5.3.2.10	Numero e capacità dei buffer di memoria utilizzati per l'accodamento del traffico su ciascun modulo di adattamento delle interfacce fisiche disponibile.		
4.5.3.3	Capacità in termini di bps e pps della matrice di switching offerta.		
4.5.3.4	Per ciascuna configurazione proposta indicare la massima capacità di switching full-duplex e non bloccante raggiungibile.		
4.5.3.5	Per ciascuna configurazione proposta indicare la massima capacità full duplex e non bloccante per slot ottenibile in assenza di oversubscription (wire speed).		

**Tabella 20: Requisiti vincolanti di architettura e capacità Core Node.**

#### 4.5.4 Requisiti vincolanti di architettura e capacità Edge Node

Ogni apparato di switching di tipo Edge Node deve avere le seguenti caratteristiche:

- **Architettura distribuita e modulare:** ciascun Edge Node deve essere ad architettura distribuita e modulare. Il piano di controllo (piano di routing) deve essere disaccoppiato dal piano di inoltro (forwarding/switching). Il nodo deve quindi presentare elementi sia hardware che software completamente dedicati a ciascuna delle due attività (routing e forwarding). Solo in questo modo si ritiene che il nodo possa operare senza che eventuali condizioni di elevato carico su un piano (ad esempio sul piano di controllo) vadano a modificare le performance dell'altro (ad esempio sul piano di inoltro).
- **Modularità delle interfacce fisiche:** ciascun Edge Node deve offrire un elevato grado di modularità nella composizione delle interfacce fisiche all'interno dei singoli slot dello chassis. Deve, cioè, permettere la condivisione della capacità di elaborazione del traffico di un singolo slot,



implementata dai moduli di adattamento delle interfacce fisiche, tra moduli di interfaccia fisica non omogenei (mix arbitrario di interfacce di tipo Ethernet, ecc.).

- **Capacità della matrice di switching di almeno 40 Gbps:** ciascun Edge Node, nella configurazione proposta, deve disporre di una matrice di switching ridondata in grado di garantire una capacità di switching di almeno 40 Gbps full-duplex (equivalenti a 80 Gbps in modalità half-duplex).
- **Capacità del singolo modulo di adattamento delle interfacce fisiche di almeno 10 Gps full-duplex:** ciascun Edge Node deve ospitare nei suoi slot moduli di adattamento delle interfacce fisiche con capacità pari o superiore a 10 Gbps full-duplex senza che questo rappresenti un limite nella capacità di switching complessiva o nella modularità del nodo.

Indice	Descrizione	File	Pag
4.5.4	Requisiti di architettura.		
4.5.4.1	Descrivere l'architettura modulare del nodo. Elencare e descrivere (indicandone performance e numerosità) le componenti dedicate al piano di controllo e le componenti dedicate al piano di inoltro.		
4.5.4.1.1	Elencare e descrivere (indicandone performance e numerosità) le componenti dedicate al piano di controllo.		
4.5.4.1.2	Elencare e descrivere (indicandone performance e numerosità) le componenti dedicate al piano di inoltro.		
4.5.4.2	Modularità delle interfacce fisiche.		
4.5.4.2.1	Numero di slot disponibili in uno chassis (da utilizzare per i soli moduli di adattamento delle interfacce fisiche).		
4.5.4.2.2	Tipologia dei moduli di adattamento delle interfacce fisiche disponibili e numerosità di moduli di interfaccia fisica ospitabili.		
4.5.4.2.3	Descrivere l'architettura, elencare i componenti principali ed indicare la capacità in termini di bps e pps per ciascun modulo di adattamento delle interfacce fisiche disponibile.		
4.5.4.2.4	Memoria firmware installata su ciascun modulo di adattamento delle interfacce fisiche disponibile.		
4.5.4.2.5	Memoria per control-plane installata su ciascun modulo di adattamento delle interfacce fisiche disponibile.		
4.5.4.2.6	Numero e capacità (in bps e pps) dei processori installati su ciascun modulo di adattamento delle interfacce fisiche disponibile.		
4.5.4.2.7	Elenco e descrizione dei moduli di interfaccia fisica utilizzabili e matrice di compatibilità con i moduli di adattamento delle interfacce fisiche.		
4.5.4.2.8	Eventuali vincoli sulla combinazione di moduli di interfaccia fisica all'interno dei moduli di adattamento delle interfacce fisiche.		
4.5.4.2.9	Capacità in termini di bps e pps dei moduli di adattamento delle interfacce fisiche.		
4.5.4.2.10	Numero e capacità dei buffer di memoria utilizzati per l'accodamento del traffico su ciascun modulo di adattamento delle interfacce fisiche disponibile.		
4.5.4.3	Capacità in termini di bps e pps della matrice di switching offerta.		
4.5.4.4	Per ciascuna configurazione proposta indicare la massima capacità di switching full-duplex e non bloccante raggiungibile.		
4.5.4.5	Per ciascuna configurazione proposta indicare la massima capacità full duplex e non bloccante per slot ottenibile in assenza di oversubscription (wire speed).		

**Tabella 21: Requisiti vincolanti di architettura e capacità Edge Node**



#### 4.5.5 Requisiti vincolanti di connettività Core Node

Ogni apparato di switching del tipo Core Node deve avere le seguenti caratteristiche:

- **Operare a velocità di linea (wire speed) con tutte le interfacce messe a disposizione:** ciascun Core Node deve essere in grado di operare l'inoltro del traffico a velocità di linea (o a banda piena – non ammesso oversubscription) fra tutte le interfacce che compongono la sua dotazione iniziale.
- **Disporre di interfacce Fast Ethernet e supportare configurazioni con almeno 100 porte per apparato:** ciascun Core Node deve supportare configurazioni HW/SW con 100 o più porte Fast Ethernet senza che questo ne degradi le performance (wire speed). Le porte dovranno disporre di terminali ottici/elettrici intercambiabili del tipo SFP e dovranno essere rispondenti agli standard 100Base-TX e 100Base-FX. Inoltre le porte dovranno garantire la rispondenza a tutti i requisiti vincolanti.
- **Disporre di interfacce 1 Gigabit Ethernet e supportare configurazioni con almeno 100 porte per apparato:** ciascun Core Node deve supportare configurazioni HW/SW con 100 o più porte 1 Gigabit Ethernet senza che questo ne degradi le performance (wire speed). Le porte dovranno disporre di di terminali ottici/elettrici intercambiabili del tipo SFP e dovranno essere compatibili con gli standard 1000Base-TX, 1000Base-SX, 1000Base-LX, 1000Base-LH e/o 1000Base-ZX. Le porte ottiche in particolare dovranno essere dotate della funzione di Digital Optical Monitoring (DOM) in grado di fornire informazioni sui parametri ottici di funzionamento, quali potenza ottica in trasmissione e ricezione, temperatura, corrente, tensione e soglie di funzionamento. Tali informazioni dovranno essere ottenibili sia via CLI che via SNMP. Inoltre le porte dovranno garantire la rispondenza a tutti i requisiti vincolanti
- **Disporre di interfacce 10 Gigabit Ethernet (LAN PHY) e supportare configurazioni con almeno 56 porte per apparato:** ciascun Core Node deve supportare configurazioni HW/SW con 56 o più porte 10 Gigabit Ethernet senza che questa configurazione ne degradi le performance (wire speed). Le porte dovranno disporre di ottiche intercambiabili del tipo XFP e dovranno essere compatibili con gli standard 10GBase-SR, 10GBase-LR, 10GBase-ER e 10GBase-ZR. Le porte ottiche dovranno essere dotate della funzione di Digital Optical Monitoring (DOM) in grado di fornire informazioni sui parametri ottici di funzionamento, quali potenza ottica in trasmissione e ricezione, temperatura, corrente, tensione e soglie di funzionamento. Tali informazioni dovranno essere ottenibili sia via CLI che via SNMP. Inoltre le porte dovranno garantire la rispondenza a tutti i requisiti vincolanti
- **Interfacce di gestione:** disporre di almeno 2 interfacce seriali EIA/TIA RS-232 console, 2 interfacce seriali EIA/TIA RS-232 ausiliarie e 2 interfacce Fast Ethernet (10/100) o 1 GigabitEthernet (10/100/1000) per la connessione dell'apparato a sistemi di gestione remota.

Indice	Descrizione	File	Pag
4.5.5	Requisiti di connettività.		
4.5.5.1	Wire speed con tutte le interfacce a disponibili sul Core Node.		



Indice	Descrizione	File	Pag
4.5.5.2	Disponibilità di interfacce FE ed indicare la densità (porte/nodo) per le configurazioni proposte.		
4.5.5.3	Disponibilità di interfacce 1 GE ed indicare la densità (porte/nodo) per le configurazioni proposte.		
4.5.5.4	Disponibilità di interfacce 10 GE ed indicare la densità (porte/nodo) per le configurazioni proposte.		
4.5.5.5	Disponibilità di ottiche con funzione di Digital Optical Monitoring per interfacce 1 Gigabit Ethernet e 10 Gigabit Ethernet.		
4.5.5.6	Interfacce di gestione.		

**Tabella 22: Requisiti vincolanti di connettività Core Node**

#### 4.5.6 Requisiti vincolanti di connettività Edge Node

Ogni apparato di switching del tipo Edge Node deve avere le seguenti caratteristiche:

- **Operare a velocità di linea (wire speed) con tutte le interfacce messe a disposizione:** ciascun Edge Node deve essere in grado di operare l'inoltro del traffico a velocità di linea (o a banda piena – non ammesso oversubscription) fra tutte le interfacce che compongono la sua dotazione iniziale. Inoltre le porte dovranno garantire la rispondenza a tutti i requisiti vincolanti.
- **Disporre di interfacce Fast Ethernet e supportare configurazioni con almeno 20 porte per apparato:** ciascun Edge Node deve supportare configurazioni HW/SW con 20 o più porte Fast Ethernet senza che questo ne degradi le performance (wire speed). Le porte dovranno disporre di terminali ottici/elettrici intercambiabili del tipo SFP e dovranno essere rispondenti agli standard 100Base-TX e 100Base-FX. Inoltre le porte dovranno garantire la rispondenza a tutti i requisiti vincolanti.
- **Disporre di interfacce 1 Gigabit Ethernet e supportare configurazioni con almeno 20 porte per apparato:** ciascun Edge Node deve supportare configurazioni HW/SW con 20 o più porte 1 Gigabit Ethernet senza che questo ne degradi le performance (wire speed). Le porte dovranno disporre di terminali ottici/elettrici del tipo SFP e dovranno essere disponibili terminali ottici/elettrici compatibili con gli standard 1000Base-TX, 1000Base-SX, 1000Base-LX, 1000Base-LH e/o 1000Base-ZX. Le porte ottiche dovranno essere dotate della funzione di Digital Optical Monitoring (DOM) in grado di fornire informazioni sui parametri ottici di funzionamento, quali potenza ottica in trasmissione e ricezione, temperatura, corrente, tensione e soglie di funzionamento. Tali informazioni dovranno essere ottenibili sia via CLI che via SNMP. Inoltre le porte dovranno garantire la rispondenza a tutti i requisiti vincolanti.
- **Disporre di interfacce 10 Gigabit Ethernet e supportare configurazioni con almeno 2 porte per apparato:** ciascun Edge Node deve supportare configurazioni HW/SW con 2 o più porte 10 Gigabit Ethernet senza che questa configurazione ne degradi le performance (wire speed). Le porte dovranno disporre di ottiche intercambiabili del tipo XFP e dovranno essere disponibili ottiche compatibili con gli standard 10GBase-SR, 10GBase-LR, 10GBase-ER e 10GBase-ZR. Le porte ottiche dovranno essere dotate della funzione di Digital Optical Monitoring (DOM) in grado di fornire informazioni sui parametri ottici di funzionamento, quali potenza ottica in



trasmissione e ricezione, temperatura, corrente, tensione e soglie di funzionamento. Tali informazioni dovranno essere ottenibili sia via CLI che via SNMP. Inoltre le porte dovranno garantire la rispondenza a tutti i requisiti vincolanti.

- **Interfacce di gestione:** disporre di almeno 2 interfacce seriali EIA/TIA RS-232 consolle, 2 interfacce seriali EIA/TIA RS-232 ausiliarie e 2 interfacce Fast Ethernet (10/100) o 1 Gigabit Ethernet (10/100/1000) per la connessione dell'apparato a sistemi di gestione remota.

Indice	Descrizione	File	Pag
4.5.6	Requisiti di connettività.		
4.5.6.1	Wire speed con tutte le interfacce a disponibili sull'edge node.		
4.5.6.2	Disponibilità di interfacce FE ed indicare la densità (porte/nodo) per le configurazioni proposte.		
4.5.6.3	Disponibilità di interfacce 1 GE ed indicare la densità (porte/nodo) per le configurazioni proposte.		
4.5.6.4	Disponibilità di interfacce 10 GE ed indicare la densità (porte/nodo) per le configurazioni proposte.		
4.5.6.5	Interfacce di gestione.		

**Tabella 23: Requisiti vincolanti di connettività Edge Node**

#### 4.5.7 Requisiti vincolanti di aggregazione Core Node

Di seguito vengono elencate alcune funzionalità necessarie a garantire che gli apparati di switching della rete GARR-X possano facilmente scalare in termini di banda anche senza adoperare interfacce tributarie di gerarchia superiore. I requisiti di aggregazione qui riportati sono validi per i Core Node.

Ogni apparato di switching deve avere le seguenti caratteristiche:

- **Supportare meccanismi di link aggregation per interfacce Fast Ethernet (IEEE 802.3ad):** ciascun Core Node deve supportare la formazione di gruppi (bundle) di interfacce Fast Ethernet da gestire come un unico canale fisico sul quale inviare i dati. Saranno considerate migliorative le soluzioni che prevedono che i meccanismi siano configurabili sia su interfacce appartenenti al medesimo slot che a slot differenti. La configurazione dei bundle non deve in nessun caso ridurre la capacità complessiva di switching del nodo.
- **Supportare meccanismi di link aggregation per interfacce 1 Gigabit Ethernet (IEEE 802.3ad):** ciascun Core Node deve supportare la formazione di gruppi (bundle) di interfacce 1 Gigabit Ethernet da gestire come un unico canale fisico sul quale inviare i dati. Saranno considerate migliorative le soluzioni che prevedono che i meccanismi siano configurabili sia su interfacce appartenenti al medesimo slot che a slot differenti. La configurazione dei bundle non deve in nessun caso ridurre la capacità complessiva di switching del nodo.
- **Supportare meccanismi di link aggregation per interfacce 10 Gigabit Ethernet (IEEE 802.3ad):** ciascun Core Node deve supportare la formazione di gruppi (bundle) di interfacce 10 Gigabit Ethernet da gestire come un unico canale fisico sul quale inviare i dati. Saranno considerate migliorative le soluzioni che prevedono che i meccanismi siano configurabili sia su interfacce appartenenti al medesimo slot che a slot differenti. La configurazione dei bundle non deve in nessun caso ridurre la capacità complessiva di switching del nodo.



- **VLAN Tagging (802.1q) sui gruppi aggregati (IEEE 802.3ad) di interfacce FE:** ciascun Core Node deve supportare la formazione di gruppi (bundle) di interfacce Fast Ethernet da gestire come un unico canale fisico sul quale inviare i dati utilizzando una encapsulation 802.1q.
- **Funzionalità sui gruppi aggregati (IEEE 802.3ad) di interfacce FE:** ad ogni bundle deve essere possibile applicare tutte le funzionalità (QoS, rate limiting, filtri, encapsulation, accounting, ecc.) disponibili sulle interfacce Fast Ethernet incluse nel bundle. Infine deve essere configurabile il numero minimo di link attivi affinché il bundle sia considerato attivo. Saranno considerate migliorative le soluzioni che prevedono che i meccanismi siano configurabili sia su interfacce appartenenti al medesimo slot che a slot differenti.
- **VLAN Tagging (802.1q) sui gruppi aggregati (IEEE 802.3ad) di interfacce 1 GE:** ciascun Core Node deve supportare la formazione di gruppi (bundle) di interfacce 1 Gigabit Ethernet da gestire come un unico canale fisico sul quale inviare i dati utilizzando una encapsulation 802.1q.
- **Funzionalità sui gruppi aggregati (IEEE 802.3ad) di interfacce 1 GE:** ad ogni bundle deve essere possibile applicare tutte le funzionalità (QoS, rate limiting, filtri, encapsulation, accounting, ecc.) disponibili sulle interfacce 1 Gigabit Ethernet incluse nel bundle. Infine deve essere configurabile il numero minimo di link attivi affinché il bundle sia considerato attivo. Saranno considerate migliorative le soluzioni che prevedono che i meccanismi siano configurabili sia su interfacce appartenenti al medesimo slot che a slot differenti.
- **VLAN Tagging (802.1q) sui gruppi aggregati (IEEE 802.3ad) di interfacce 10 GE:** ciascun Core Node deve supportare la formazione di gruppi (bundle) di interfacce 10 Gigabit Ethernet da gestire come un unico canale fisico sul quale inviare i dati utilizzando una encapsulation 802.1q.
- **Funzionalità sui gruppi aggregati (IEEE 802.3ad) di interfacce 10 GE:** ad ogni bundle deve essere possibile applicare tutte le funzionalità (QoS, rate limiting, filtri, encapsulation, accounting, ecc.) disponibili sulle interfacce 10 Gigabit Ethernet incluse nel bundle. Infine deve essere configurabile il numero minimo di link attivi affinché il bundle sia considerato attivo. Saranno considerate migliorative le soluzioni che prevedono che i meccanismi siano configurabili sia su interfacce appartenenti al medesimo slot che a slot differenti.

Indice	Descrizione	File	Pag
4.5.7	Requisiti di aggregazione.		
4.5.7.1	Link Aggregation interfacce FE		
4.5.7.1.1	Link aggregation per interfacce FE (descrivere il/i meccanismi di balancing utilizzabili e le funzionalità eventualmente non disponibili sul bundle ma disponibili sulle singole interfacce). Descrivere se i meccanismi sono configurabili solo su interfacce appartenenti al medesimo slot o anche a slot different		
4.5.7.1.2	Numero massimo di link FE in un bundle.		
4.5.7.1.3	Numero massimo di bundle FE per apparato.		
4.5.7.1.4	Configurabilità del numero minimo di link per bundle FE attivo.		
4.5.7.2	Link Aggregation interfacce 1 GE		
4.5.7.2.1	Link aggregation per interfacce 1 GE (descrivere il/i meccanismi di balancing utilizzabili e le funzionalità eventualmente non disponibili sul bundle ma disponibili sulle singole interfacce). Descrivere se i meccanismi sono configurabili solo su interfacce appartenenti		



Indice	Descrizione	File	Pag
	al medesimo slot o anche a slot differenti.		
4.5.7.2.2	Numero massimo di link 1 GE in un bundle.		
4.5.7.2.3	Numero massimo di bundle 1 GE per apparato.		
4.5.7.2.4	Configurabilità del numero minimo di link per bundle di interfacce 1 GE attivo.		
4.5.7.3	Link Aggregation interfacce 10 GE		
4.5.7.3.1	Link aggregation per interfacce 10 GE (descrivere il/i meccanismi di balancing utilizzabili e le funzionalità eventualmente non disponibili sul bundle ma disponibili sulle singole interfacce). Descrivere se i meccanismi sono configurabili solo su interfacce appartenenti al medesimo slot o anche a slot differenti.		
4.5.7.3.2	Numero massimo di link 10 GE in un bundle.		
4.5.7.3.3	Numero massimo di bundle 10 GE per apparato.		
4.5.7.3.4	Configurabilità del numero minimo di link per bundle di interfacce 10 GE attivo.		
4.5.7.4	VLAN Tagging (802.1q) sui gruppi aggregati (IEEE 802.3ad) di interfacce FE		
4.5.7.5	Bundle taggati su interfacce FE (descrivere il meccanismo di balancing e le funzionalità eventualmente non disponibili sul bundle ma disponibili sulle singole interfacce). Descrivere se i meccanismi sono configurabili solo su interfacce appartenenti al medesimo slot o anche a slot differenti.		
4.5.7.6	VLAN Tagging (802.1q) sui gruppi aggregati (IEEE 802.3ad) di interfacce 1 GE		
4.5.7.7	Bundle taggati su interfacce 1 GE (descrivere il meccanismo di balancing e le funzionalità eventualmente non disponibili sul bundle ma disponibili sulle singole interfacce). Descrivere se i meccanismi sono configurabili solo su interfacce appartenenti al medesimo slot o anche a slot differenti.		
4.5.7.8	VLAN Tagging (802.1q) sui gruppi aggregati (IEEE 802.3ad) di interfacce 10 GE		
4.5.7.9	Bundle taggati su interfacce 10 GE (descrivere il meccanismo di balancing e le funzionalità eventualmente non disponibili sul bundle ma disponibili sulle singole interfacce). Descrivere se i meccanismi sono configurabili solo su interfacce appartenenti al medesimo slot o anche a slot differenti.		

**Tabella 24: Requisiti vincolanti di aggregazione apparati di switching Core Node**

#### 4.5.8 Requisiti vincolanti di aggregazione Edge Node

Di seguito vengono elencate alcune funzionalità necessarie a garantire che gli apparati di switching della rete GARR-X possano facilmente scalare in termini di banda anche senza adoperare interfacce tributarie di gerarchia superiore. I requisiti di aggregazione qui riportati sono validi per gli Edge Node.

Ogni apparato di switching deve avere le seguenti caratteristiche:

- **Supportare meccanismi di link aggregation per interfacce Fast Ethernet (IEEE 802.3ad):** ciascun Edge Node deve supportare la formazione di gruppi (bundle) di interfacce Fast Ethernet da gestire come un unico canale fisico sul quale inviare i dati. Saranno considerate migliorative le soluzioni che prevedono che i meccanismi siano configurabili sia su interfacce appartenenti al medesimo slot che a slot differenti. La configurazione dei bundle non deve in nessun caso ridurre la capacità complessiva di switching del nodo.
- **Supportare meccanismi di link aggregation per interfacce 1 Gigabit Ethernet (IEEE 802.3ad):** ciascun Edge Node deve supportare la formazione di gruppi (bundle) di interfacce 1



Gigabit Ethernet da gestire come un unico canale fisico sul quale inviare i dati. Saranno considerate migliorative le soluzioni che prevedono che i meccanismi siano configurabili sia su interfacce appartenenti al medesimo slot che a slot differenti. La configurazione dei bundle non deve in nessun caso ridurre la capacità complessiva di switching del nodo.

- **Supportare meccanismi di link aggregation per interfacce 10 Gigabit Ethernet (IEEE 802.3ad):** ciascun Edge Node deve supportare la formazione di gruppi (bundle) di interfacce 10 Gigabit Ethernet da gestire come un unico canale fisico sul quale inviare i dati. Saranno considerate migliorative le soluzioni che prevedono che i meccanismi siano configurabili sia su interfacce appartenenti al medesimo slot che a slot differenti. La configurazione dei bundle non deve in nessun caso ridurre la capacità complessiva di switching del nodo.
- **VLAN Tagging (802.1q) sui gruppi aggregati (IEEE 802.3ad) di interfacce FE:** ciascun Edge Node deve supportare la formazione di gruppi (bundle) di interfacce Fast Ethernet da gestire come un unico canale fisico sul quale inviare i dati utilizzando una encapsulation 802.1q.
- **Funzionalità sui gruppi aggregati (IEEE 802.3ad) di interfacce FE:** ad ogni bundle deve essere possibile applicare tutte le funzionalità (QoS, rate limiting, filtri, encapsulation, accounting, ecc.) disponibili sulle interfacce Fast Ethernet incluse nel bundle. Saranno considerate migliorative le soluzioni che prevedono che i meccanismi siano configurabili sia su interfacce appartenenti al medesimo slot che a slot differenti. Infine deve essere configurabile il numero minimo di link attivi affinché il bundle sia considerato attivo.
- **VLAN Tagging (802.1q) sui gruppi aggregati (IEEE 802.3ad) di interfacce 1 GE:** ciascun Edge Node deve supportare la formazione di gruppi (bundle) di interfacce 1 Gigabit Ethernet da gestire come un unico canale fisico sul quale inviare i dati utilizzando una encapsulation 802.1q.
- **Funzionalità sui gruppi aggregati (IEEE 802.3ad) di interfacce 1 GE:** ad ogni bundle deve essere possibile applicare tutte le funzionalità (QoS, rate limiting, filtri, encapsulation, accounting, ecc.) disponibili sulle interfacce 1 Gigabit Ethernet incluse nel bundle. Saranno considerate migliorative le soluzioni che prevedono che i meccanismi siano configurabili sia su interfacce appartenenti al medesimo slot che a slot differenti. Infine deve essere configurabile il numero minimo di link attivi affinché il bundle sia considerato attivo.
- **VLAN Tagging (802.1q) sui gruppi aggregati (IEEE 802.3ad) di interfacce 10 GE:** ciascun Edge Node deve supportare la formazione di gruppi (bundle) di interfacce 10 Gigabit Ethernet da gestire come un unico canale fisico sul quale inviare i dati utilizzando una encapsulation 802.1q.
- **Funzionalità sui gruppi aggregati (IEEE 802.3ad) di interfacce 10 GE:** ad ogni bundle deve essere possibile applicare tutte le funzionalità (QoS, rate limiting, filtri, encapsulation, accounting, ecc.) disponibili sulle interfacce 10 Gigabit Ethernet incluse nel bundle. Saranno considerate migliorative le soluzioni che prevedono che i meccanismi siano configurabili sia su interfacce appartenenti al medesimo slot che a slot differenti. Infine deve essere configurabile il numero minimo di link attivi affinché il bundle sia considerato attivo.

Indice	Descrizione	File	Pag
4.5.8	Requisiti di aggregazione.		
4.5.8.1	Link Aggregation interfacce FE		



Indice	Descrizione	File	Pag
4.5.8.1.1	Link aggregation per interfacce FE (descrivere il/i meccanismi di balancing utilizzabili e le funzionalità eventualmente non disponibili sul bundle ma disponibili sulle singole interfacce). Descrivere se i meccanismi sono configurabili solo su interfacce appartenenti al medesimo slot o anche a slot different		
4.5.8.1.2	Numero massimo di link FE in un bundle.		
4.5.8.1.3	Numero massimo di bundle FE per apparato.		
4.5.8.1.4	Configurabilità del numero minimo di link per bundle FE attivo.		
4.5.8.2	Link Aggregation interfacce 1 GE		
4.5.8.2.1	Link aggregation per interfacce 1 GE (descrivere il/i meccanismi di balancing utilizzabili e le funzionalità eventualmente non disponibili sul bundle ma disponibili sulle singole interfacce). Descrivere se i meccanismi sono configurabili solo su interfacce appartenenti al medesimo slot o anche a slot differenti.		
4.5.8.2.2	Numero massimo di link 1 GE in un bundle.		
4.5.8.2.3	Numero massimo di bundle 1 GE per apparato.		
4.5.8.2.4	Configurabilità del numero minimo di link per bundle di interfacce 1 GE attivo.		
4.5.8.3	Link Aggregation interfacce 10 GE		
4.5.8.3.1	Link aggregation per interfacce 10 GE (descrivere il/i meccanismi di balancing utilizzabili e le funzionalità eventualmente non disponibili sul bundle ma disponibili sulle singole interfacce). Descrivere se i meccanismi sono configurabili solo su interfacce appartenenti al medesimo slot o anche a slot differenti.		
4.5.8.3.2	Numero massimo di link 10 GE in un bundle.		
4.5.8.3.3	Numero massimo di bundle 10 GE per apparato.		
4.5.8.3.4	Configurabilità del numero minimo di link per bundle di interfacce 10 GE attivo.		
4.5.8.4	VLAN Tagging (802.1q) sui gruppi aggregati (IEEE 802.3ad) di interfacce FE		
4.5.8.5	Bundle taggati su interfacce FE (descrivere il meccanismo di balancing e le funzionalità eventualmente non disponibili sul bundle ma disponibili sulle singole interfacce). Descrivere se i meccanismi sono configurabili solo su interfacce appartenenti al medesimo slot o anche a slot differenti.		
4.5.8.6	VLAN Tagging (802.1q) sui gruppi aggregati (IEEE 802.3ad) di interfacce 1 GE		
4.5.8.7	Bundle taggati su interfacce 1 GE (descrivere il meccanismo di balancing e le funzionalità eventualmente non disponibili sul bundle ma disponibili sulle singole interfacce). Descrivere se i meccanismi sono configurabili solo su interfacce appartenenti al medesimo slot o anche a slot differenti.		
4.5.8.8	VLAN Tagging (802.1q) sui gruppi aggregati (IEEE 802.3ad) di interfacce 10 GE		
4.5.8.9	Bundle taggati su interfacce 10 GE (descrivere il meccanismo di balancing e le funzionalità eventualmente non disponibili sul bundle ma disponibili sulle singole interfacce). Descrivere se i meccanismi sono configurabili solo su interfacce appartenenti al medesimo slot o anche a slot differenti.		

**Tabella 25: Requisiti vincolanti di aggregazione apparati di switching Edge Node**

#### **4.5.9 Requisiti vincolanti di ridondanza Core Node**

Gli apparati di switching costituiscono il layer fondamentale per il trasporto della rete e quindi viene richiesta robustezza nei confronti dei guasti ed elevata affidabilità nella erogazione dei servizi. Pertanto per ridurre al minimo l'effetto di eventuali guasti, l'equipaggiamento degli apparati deve prevedere la presenza di parti ridondate almeno per gli elementi il cui malfunzionamento può compromettere la funzionalità dell'intero nodo (non sono ammessi *single point of failure*). I requisiti di ridondanza qui richiesti sono validi per gli apparati di tipo Core Node.



- **Sistema di ventilazione ridondante:** ciascun Core Node deve disporre di un sistema di ventilazione (per raffreddamento) costituito da ventole HOT-SWAPPABLE ed in grado di garantire il corretto funzionamento dell'intero sistema nella massima configurazione anche in presenza di un guasto che comprometta il funzionamento di parte di esse. La segnalazione del guasto deve essere evidente sia da remoto (sistema di gestione, CLI, SNMP, ecc.) che localmente (mediante opportuna segnalazione sinottica).
- **Alimentazione ridondante:** ciascun Core Node deve disporre di un sistema di alimentatori ridondanti HOT-SWAPPABLE ed in grado di garantire il corretto funzionamento della macchina nella massima configurazione anche in presenza di un guasto che ne comprometta uno di essi. La segnalazione del guasto deve essere evidente sia da remoto (sistema di gestione, CLI, SNMP, ecc.) che localmente (mediante opportuna segnalazione sinottica).
- **Sistema di controllo ed elaborazione ridondante:** ciascun Core Node deve disporre di un sistema di controllo ed elaborazione ridondante in grado di garantire le massime prestazioni della macchina. Ovvero ogni nodo deve garantire che le parti che governano il routing, lo switching ed il controllo della macchina dispongano di una configurazione ridondata tale da assicurare il completo e regolare funzionamento dell'apparato anche in presenza di un guasto che comprometta il 50% di esse. Il traffico in transito non deve essere impattato in nessun caso pertanto tutte le parti che costituiscono il sistema di controllo ed elaborazione devono essere singolarmente HOT-SWAPPABLE.
- **Matrice di switching ridondata:** ciascun Core Node deve disporre di una switch fabric ridondante in grado di garantire, nella configurazione proposta, la massima capacità di switching del sistema (paragrafo 4.5.3 e 4.5.4) senza degrado delle performance complessive in presenza di un guasto singolo ed in grado di operare, anche se con performance ridotte, in presenza di guasto multiplo. I vari componenti della switch fabric devono essere singolarmente HOT-PLUGGABLE.

Indice	Descrizione	File	Pag
4.5.9	Requisiti di ridondanza.		
4.5.9.1	Sistema di ventilazione ridondante. Indicare quante ventole sono presenti nell'apparato e quante ventole sono necessarie al corretto funzionamento.		
4.5.9.1.1	Numero di ventole presenti negli apparati.		
4.5.9.1.2	Numero minimo di ventole necessarie per il corretto funzionamento dell'apparato.		
4.5.9.2	Alimentazione ridondante. Indicare in quale modo l'apparato risulta ridondante nella sezione di alimentazione.		
4.5.9.2.1	Numero di alimentatori installati sugli apparati.		
4.5.9.2.2	Tipologia di alimentazione richiesta (AC/DC, monofase, trifase, tensione, ecc.).		
4.5.9.2.3	Numero minimo di alimentatori necessari al funzionamento regolare dell'apparato.		
4.5.9.3	Descrivere le componenti che costituiscono il sistema di controllo ed elaborazione.		
4.5.9.3.1	Descrivere la configurazione ridondata.		
4.5.9.3.2	Elencare tutte le FRU del sistema di controllo ed elaborazione.		
4.5.9.3.3	Indicare il numero minimo di ciascuna componente per il corretto funzionamento		



Indice	Descrizione	File	Pag
	dell'apparato.		
4.5.9.4	Matrice di switching ridondata.		
4.5.9.4.1	Descrivere i componenti della matrice di switching e la loro configurazione ridondata.		
4.5.9.4.2	Descrivere l'andamento delle prestazioni in presenza di guasto multiplo dei componenti e il numero massimo di elementi guasti che garantiscono comunque un funzionamento ridotto dell'apparato.		

**Tabella 26: Requisiti vincolanti di ridondanza apparati di switching Core Node**

#### 4.5.10 Requisiti vincolanti di ridondanza Edge Node

Gli apparati di switching costituiscono il layer fondamentale per il trasporto della rete e quindi viene richiesta robustezza nei confronti dei guasti ed elevata affidabilità nella erogazione dei servizi. Pertanto per ridurre al minimo l'effetto di eventuali guasti, l'equipaggiamento degli apparati deve prevedere la presenza di parti ridondate almeno per gli elementi il cui malfunzionamento può compromettere la funzionalità dell'intero nodo (non sono ammessi *single point of failure*). I requisiti di ridondanza qui richiesti sono validi per gli apparati di tipo Edge Node.

- **Sistema di ventilazione ridondante:** ciascun Edge Node deve disporre di un sistema di ventilazione (per raffreddamento) costituito da ventole in grado di garantire il corretto funzionamento dell'intero sistema nella massima configurazione anche in presenza di un guasto che comprometta il funzionamento di parte di esse. La segnalazione del guasto deve essere evidente sia da remoto (sistema di gestione, CLI, SNMP, ecc.) che localmente (mediante opportuna segnalazione sinottica).
- **Alimentazione ridondante:** ciascun Edge Node deve disporre di un sistema di alimentatori ridondanti in grado di garantire il corretto funzionamento della macchina nella massima configurazione anche in presenza di un guasto che ne comprometta uno di essi. La segnalazione del guasto deve essere evidente sia da remoto (sistema di gestione, CLI, SNMP, ecc.) che localmente (mediante opportuna segnalazione sinottica).

Indice	Descrizione	File	Pag
4.5.10	Requisiti di ridondanza.		
4.5.10.1	Sistema di ventilazione ridondante. Indicare quante ventole sono presenti nell'apparato e quante ventole sono necessarie al corretto funzionamento.		
4.5.10.1.1	Numero di ventole presenti negli apparati.		
4.5.10.1.2	Numero minimo di ventole necessarie per il corretto funzionamento dell'apparato.		
4.5.10.2	Alimentazione ridondante. Indicare in quale modo l'apparato risulta ridondante nella sezione di alimentazione.		
4.5.10.2.1	Numero di alimentatori installati sugli apparati.		
4.5.10.2.2	Tipologia di alimentazione richiesta (AC/DC, monofase, trifase, tensione, ecc.).		
4.5.10.2.3	Numero minimo di alimentatori necessari al funzionamento regolare dell'apparato.		

**Tabella 27: Requisiti vincolanti di ridondanza apparati di switching Edge Node**



#### 4.5.11 Requisiti vincolanti dei servizi

Gli apparati di switching L2/L3 dovranno operare in sinergia con i router per fornire sia gli accessi utente che i servizi erogati dalla rete GARR. Vista la possibilità di interoperare a livello 2 anche con le altre NREN dovrà essere garantita l'interoperabilità dei servizi di livello 2 erogati con altre tecnologie. I requisiti di servizio richiesti sono analoghi per entrambe le tipologie di apparati, Core Node ed Edge Node.

Alcune delle funzionalità richieste potrebbero essere implementate seguendo differenti standard. Viene pertanto richiesto di indicare puntualmente se l'erogazione di ciascuna delle funzionalità elencate segue uno o più standard.

- **IPv4 ed IPv6 routing:** pieno supporto dei protocolli IPv4 ed IPv6 e di tutti i protocolli di routing standardizzati (RIPv2, RIPng, OSPF, BGPv4, IS-IS, OSPFv3, ecc.).
- **IPv4 QoS:** supporto di meccanismi di gestione della qualità del servizio (QoS) per IPv4. Il supporto della QoS deve prevedere la presenza di almeno 8 code differenti per ciascuna interfaccia. Gli algoritmi di scheduling disponibili per la gestione di queste code devono consentire la corretta gestione di traffico sensibile al delay e/o al jitter. Gli apparati devono essere in grado di supportare la QoS gerarchica H-QoS.
- **Multicast:** supporto del Multicast IPv4 ed IPv6. I router devono supportare almeno PIM-SM (sparse mode), PIM-BD (bidirectional), PIM-DM (dense mode), PIM-SSM (source-specific Multicast), IGMP (v1, v2 e v3) relativamente al multi cast IPv4, MLD (v1 e v2) relativamente al multi cast IPv6, MSDP, MBGP. È richiesto inoltre il supporto dell'Embedded RP (RFC3956). Tutti i router devono poter operare con funzione di Rendezvous Point.
- **Multicast VPN:** gli apparati di switching devono essere in grado di erogare il servizio di trasporto del traffico Multicast anche su VPN MPLS (mVPN).
- **Interdomain Multicast:** gli apparati di switching devono essere in grado di scambiare traffico Multicast anche al di fuori del proprio dominio di appartenenza.
- **MPLS:** supporto dell'MPLS mediante i principali protocolli disponibili (LDP, MP-BGP, RSVP, ecc.).
- **MPLS VPN:** gli apparati di switching devono supportare i meccanismi per la creazione e la gestione di L2 ed L3 MPLS VPN.
- **MPLS Traffic Engineering:** ciascun apparato di switching deve disporre di meccanismi per la ingegnerizzazione del traffico di rete (Traffic Engineering) che supportino il trasporto MPLS. Come protocollo di segnalazione deve essere supportato almeno RSVP-TE mentre come protocollo di routing deve essere supportato almeno OSPF-TE.
- **MPLS recovery evoluto:** viene considerata migliorativa una implementazione dei meccanismi di recovery del traffico MPLS in grado di gestire il recovery su base singolo LSP. In questo modo eventuali LSP che si trovano a dover aggirare un guasto possano seguire ciascuno una strada differente in base allo stato della rete ed eventualmente ai vincoli esistenti per ciascun LSP.
- **MPLS QoS:** gli apparati di switching devono disporre di meccanismi integrati MPLS/DiffServ, per il supporto della QoS sugli LSP MPLS (con meccanismo E-LSP) e implementare i modelli di allocazione della banda identificati nelle RFC 4125 (Maximum Allocation Model) e RFC 4127 (Russian Dolls Model).

A handwritten signature in black ink, appearing to be a stylized 'G' or similar character.

- **Protezione del traffico via MPLS:** gli apparati di switching devono supportare meccanismi di protezione del traffico sia al livello locale (local recovery) che a livello globale (path recovery) degli LSP. Entrambi i tipi di protezione devono intervenire sia in presenza di guasti dei link sia in presenza di guasti che compromettano un intero nodo utilizzato dagli LSP. I meccanismi di protezione devono operare in stretta interazione con meccanismi di rilevazione e notifica dei guasti.
- **EoMPLS Punto-Punto:**
  - **E-LINE:** gli apparati devono supportare il funzionamento del piano di controllo e forwarding dei pacchetti in modalità MPLS, con le funzionalità MPLS “P” (Provider router) e MPLS “PE” (Provider Edge router). Devono essere supportate tutte le funzionalità e le estensioni dei protocolli come indicato al punto **MPLS Traffic Engineering**.
  - **PseudoWire:** gli apparati di switching devono supportare l'emulazione di servizi Ethernet punto-punto su MPLS, basati sull'architettura PW e PWE3 (RFC3985). Siano supportati funzionalità di Virtual Circuit Connectivity Verification (VCCV), secondo quanto descritto nella RFC5085, per la verifica degli Pseudowire. Sia supportata l'effettiva interazione tra le funzioni di Ethernet NSP (Native Service Processing), quali ad esempio rimozione/riscrittura/aggiunta di tag di VLAN, mux/demux porte fisiche, PW-PW bridging, incapsulamento L2, shaping, policing, ecc. e la funzione di terminazione dello “Pseudowire”. Si richiedono le funzioni di gestione dei tag di VLAN (“service delimiting”) e il supporto delle funzioni di gestione della MTU (MTU Management) sul collegamento PE/CE. Il processo di MAC learning deve poter essere abilitato/disabilitato su base porta e attachment circuit”/istanza di “Pseudowire”. Devono essere supportati meccanismi di pseudo-wire redundancy.
- **EoMPLS Punto-Multipunto (E-LAN, E-TREE) VPLS:** gli apparati devono supportare connettività di tipo VPLS per la costruzione di servizi L2 VPN MPLS per l'emulazione di servizi IEEE E-LAN. Indicare se si utilizzano soluzioni protocollari con BGP (RFC4761) per il discovery e la segnalazione tra i nodi. Si richiede il supporto H-VPLS. Sono richieste per L2VPN VPLS prestazioni di ri-convergenza tipiche dell'MPLS FRR (sub-50 msec) e compatibilità con meccanismi di multi-homing e ridondanza di CE connessi all'architettura VPLS (su medesimo o differente apparato PE).
- **Supporto Netflow/cFlowd:** i router devono disporre del supporto di cFlowd/Netflow o loro affini al fine di analizzare i flussi di rete in transito nei nodi. Questo supporto deve essere disponibile su tutte le interfacce logiche e fisiche dei router (con l'eventuale esclusione delle sole interfacce di loopback). Si considera vincolante disporre del supporto a partire almeno dalla versione 9 con template configurabili per i protocolli IPv4, IPv6 e MPLS. È inoltre richiesto che sia garantita la possibilità di esportare le medesime informazioni relative al protocollo IPv4 previste nella versione 5..

Indice	Descrizione	File	Pag
4.5.11	Requisiti di servizio.		
4.5.11.1	Elencare i protocolli di routing supportati per IPv4 ed IPv6 e le relative RFC.		



Indice	Descrizione	File	Pag
4.5.11.2	Descrivere i meccanismi di QoS disponibili specificando se e quali sono disponibili per IPv4 (sono considerati solo meccanismi basati su code hardware; eventuali meccanismi di QoS operanti su code software non vengono considerati rispondenti a questo requisito).		
4.5.11.2.1	Numero di code hardware in ingresso ed in uscita disponibili per modulo di adattamento delle interfacce fisiche.		
4.5.11.2.2	Descrivere ed elencare gli algoritmi di scheduling e accodamento (adaptive queuing mechanism) del traffico nelle code (evidenza del supporto di meccanismi per trattare traffico sensibile al jitter e/o al delay).		
4.5.11.2.3	Dimensione del/dei buffer dedicati alla gestione della QoS.		
4.5.11.2.4	Gestione della QoS gerarchica (H-QoS) e numero massimo di livelli gerarchici supportati.		
4.5.11.3	Supporto del Multicast.		
4.5.11.3.1	Supporto del Multicast su IPv4 e possibilità di operare come Rendezvous Point (elencare eventuale HW specializzato necessario).		
4.5.11.3.2	Banda massima supportata (espressa in pps) per il trasporto di flussi Multicast IPv4.		
4.5.11.3.3	Supporto del Protocol Independent Multicast (PIM).		
4.5.11.3.4	Supporto del PIM Bidirectional.		
4.5.11.3.5	Supporto del PIM-SM (sparse mode).		
4.5.11.3.6	Supporto del PIM-DM (dense mode).		
4.5.11.3.7	Supporto del PIM-SSM (source-specific Multicast).		
4.5.11.3.8	Supporto dell'IGMP (v1, v2 e v3).		
4.5.11.3.9	Supporto dell' MSDP.		
4.5.11.3.10	Estensione del BGP per il supporto del Multicast (MGBP).		
4.5.11.4	Supporto del Multicast nelle VPN MPLS (mVPN). Accompagnare la descrizione del supporto con un tipico scenario multi VPN e referenze a casi esistenti.		
4.5.11.5	Supporto del Multicast interdomain.		
4.5.11.6	Supporto del MultiProtocol Label Switching (MPLS).		
4.5.11.6.1	Supporto del Label Distribution Protocol (LDP).		
4.5.11.6.2	Supporto del Multi Protocol Border Gateway Protocol (MP-BGP).		
4.5.11.7	Supporto di MPLS per la realizzazione di VPN L2 ed L3.		
4.5.11.7.1	Supporto di MPLS per la creazione di L2 VPN.		
4.5.11.7.2	Supporto di MPLS per la creazione di L3 VPN.		
4.5.11.8	Supporto di MPLS-TE.		
4.5.11.8.1	Supporto di RSVP-TE.		
4.5.11.8.2	Supporto di Diffserv-aware MPLS.		
4.5.11.8.3	Altri protocolli di segnalazione supportati.		
4.5.11.8.4	Supporto di OSPF-TE.		
4.5.11.8.5	Altri protocolli di routing supportati (OPZIONALE).		
4.5.11.9	Supporto della qualità del servizio (QoS) su MPLS.		
4.5.11.9.1	Supporto degli E-LSP.		



Indice	Descrizione	File	Pag
4.5.11.9.2	Supporto di allocazione di banda (Maximum Allocation Model – RFC 4125)		
4.5.11.9.3	Supporto di allocazione di banda (Russian Dolls Model – RFC 4127)		
4.5.11.10	Supporto di meccanismi di recovery del traffico MPLS.		
4.5.11.10.1	Supporto di meccanismi di recovery del traffico MPLS a livello locale (local recovery).		
4.5.11.10.2	Supporto di meccanismi di recovery del traffico MPLS a livello globale (path recovery).		
4.5.11.10.3	Meccanismi evoluti di recovery del traffico MPLS		
4.5.11.10.4	Descrivere i vari meccanismi che consentono il rerouting degli LSP a fronte di guasti di nodo o di link.		
4.5.11.10.5	Descrivere come questi meccanismi sono in grado di operare sul singolo LSP e di come reagiscono ai vari constraint.		
4.5.11.11	Descrizione architettura EoMPLS Punto-Punto, caratteristiche, performance,, scalabilità, ecc.		
4.5.11.11.1	Descrizione soluzioni E-Line.		
4.5.11.11.1.1	Indicare le prestazioni in termini di massima capacità di forwarding dei pacchetti MPLS, eventuali limitazioni per interfaccia.		
4.5.11.11.1.2	Indicare il numero di label MPLS supportate nella LIB e nella LFIB..		
4.5.11.11.2	Descrizione soluzione PseudoWire e PseudoWireEdge (PW e PWE3), RFC3985.		
4.5.11.11.2.1	Descrivere il massimo numero di istanze di “Pseudowire” EoMPLS supportate contemporaneamente sull'apparato.		
4.5.11.11.2.2	Specificare i parametri di scalabilità relativi al Control Plane, in termini di: numero di sessioni LDP supportate per singola macchina, numero di “Pseudowire” gestiti dalla singola sessione LDP targeted tra due PE, ecc.		
4.5.11.11.2.3	Descrizione della gestione del meccanismo di MAC-Address. Learning.		
4.5.11.11.2.4	Descrizione gestione PW redundancy e balancing.		
4.5.11.11.2.5	Indicare se la piattaforma supporta o supporterà pseudo-wire punto-multipunto e i possibili ambiti di applicazione.		
4.5.11.12	Descrizione architettura EoMPLS Punto-Multipunto VPLS, caratteristiche, performance,, scalabilità, ecc.		
4.5.11.12.1	Descrizione soluzione E-LAN.		
4.5.11.12.2	Descrizione soluzione E-TREE.		
4.5.11.12.3	Descrivere nel dettaglio i meccanismi utilizzati in termini di criteri di selezione del path primario e secondario, di loop-avoidance, indicando i tempi di switching tra i path, indicando se sono disponibili funzioni di revertive tra i path e di load balancing tra path differenti.		
4.5.11.12.4	Indicare il numero massimo di istanze VPLS distinte gestite sul singolo apparato, indicare numero massimo di PE e pseudo-wire su un modello VPLS “flat” (no H-VPLS).		
4.5.11.12.5	Descrizione supporto H-VPLS.		
4.5.11.12.6	Fornire e il limite superiore in termini di scalabilità del sistema complessivo (e.g. numero di PE, sessioni di discovery e segnalazione, ecc.) che rende conveniente un passaggio ad una soluzione di tipo H-VPLS.		
4.5.11.14	Descrizione del supporto Netflow v9 (IPv4 e IPv6, protocolli, ecc.).		

**Tabella 28: Requisiti vincolanti di servizio apparati di switching**



#### 4.5.12 Requisiti vincolanti di prestazione Core Node

Si richiede che gli apparati di switching L2/L3 di tipo Core Node dispongano di prestazioni in termini di capacità tali da soddisfare i requisiti imposti dalla attuale rete Internet e che abbiano sufficiente margine per garantire il loro utilizzo anche a fronte del previsto sviluppo della rete mondiale. I valori di prestazione riportati di seguito si intendono come valori minimi simultanei.

Di seguito vengono evidenziati i requisiti di prestazione minimi richiesti:

- **BGP Routing Table:** ciascun Core Node di switching deve essere in grado di gestire una tabella di routing contenente almeno 500.000 prefissi attivi IPv4 o 128.000 IPv6 senza che questo comporti un degrado della performance complessiva del nodo.
- **Sessioni BGP:** ciascun Core Node di switching deve essere in grado di gestire fino a 1000 sessioni BGP attive contemporaneamente.
- **OSPF Routing Table:** ciascun Core Node di switching deve essere in grado di gestire una tabella di routing OSPF contenete almeno fino a 20.000 route OSPF IPv4.
- **Multicast Group:** ciascun Core Node deve supportare un numero di gruppi Multicast per nodo almeno pari a 1.000.
- **Multicast Route:** ciascun router deve supportare un numero di instradamenti (flussi) Multicast per nodo almeno pari a 15.000.
- **MAC address:** ciascun Core Node deve supportare un numero di MAC address per nodo pari a 65.000. Dettagliare i valori del processo di MAC learning.
- **VLAN:** ciascun Core Node deve supportare un numero di VLAN pari ad almeno 800 VLAN per slot/scheda e numerate secondo lo standard 802.1q (4096 Vlan). Indicare, inoltre, quante VLAN per porta sono configurabili con supporto di QoS.
- **Servizi L2 MPLS Punto-Punto:** ciascun Core Node deve supportare un numero di istanze MPLS per nodo almeno pari a 16.000.
- **Servizi L2 MPLS VPLS:** ciascun Core Node deve supportare un numero di istanze VPLS per nodo almeno pari a 256.
- **Buffer interfacce:** i buffer presenti su ogni singola interfaccia dell'apparato, per la gestione delle code, devono essere tali da garantire l'inoltro dei pacchetti trattenuti nelle code per almeno 50ms@10GE. Tale requisito deve essere soddisfatto anche per le interfacce 1GE→50ms@1GE. Specificare la quantità di memoria fisica dedicata per la gestione della coda, nonché le caratteristiche prestazionali della memoria stessa. Eventuali buffer più grandi saranno considerati migliorativi.

Indice	Descrizione	File	Pag
4.5.12	Requisiti di prestazione.		
4.5.12.1	Dichiarare il numero massimo di prefissi IPv4 ed IPv6 che la tabella BGP può contenere senza che il router degradi le sue prestazioni.		
4.5.12.2	Dichiarare il numero massimo di sessioni BGP che è possibile configurare ed instaurare		



Indice	Descrizione	File	Pag
	senza che il router degradi le sue prestazioni.		
4.5.12.3	Dichiarare il numero massimo di prefissi IPv4 ed IPv6 che la tabella OSPF può contenere senza che il router degradi le sue prestazioni.		
4.5.12.4	Dichiarare il numero massimo Multicast Group per nodo.		
4.5.12.5	Dichiarare il numero massimo di MAC address per nodo e dettagliare i valori del processo di MAC learning.		
4.5.12.6	Dichiarare il numero massimo di VLAN per nodo, per interfaccia.		
4.5.12.7	Servizi L2 MPLS Punto-Punto scalabilità.		
4.5.12.8	Servizi L2 MPLS VPLS scalabilità.		
4.5.12.9	Dichiarare il numero massimo di Bridge Domain per nodo.		
4.5.12.10	Buffer interfacce. Descrivere le prestazioni e la quantità di memoria fisica con cui ogni interfaccia è equipaggiata dettagliando i meccanismi di assegnazione delle singole frazioni alle classi di servizio e gli algoritmi per la loro gestione.		

**Tabella 29: Requisiti vincolanti prestazioni apparati di switching Core Node**

#### 4.5.13 Requisiti vincolanti di prestazione Edge Node

Si richiede che gli apparati di switching L2/L3 di tipo Edge Node dispongano di prestazioni in termini di capacità tali da soddisfare i requisiti imposti dalla attuale rete Internet e che abbiano sufficiente margine per garantire il loro utilizzo anche a fronte del previsto sviluppo della rete mondiale. I valori di prestazione riportati di seguito si intendono come valori minimi simultanei.

Di seguito vengono evidenziati i requisiti di prestazione minimi richiesti:

- **BGP Routing Table:** ciascun Edge Node di switching deve essere in grado di gestire una tabella di routing contenente almeno 500.000 prefissi attivi IPv4 o 128.000 IPv6 senza che questo comporti un degrado della performance complessiva del nodo.
- **Sessioni BGP:** ciascun Edge Node di switching deve essere in grado di gestire fino a 1.000 sessioni BGP attive contemporaneamente.
- **OSPF Routing Table:** ciascun Edge Node di switching deve essere in grado di gestire una tabella di routing OSPF contenete almeno fino a 20.000 route OSPF IPv4.
- **Multicast Group:** ciascun Edge Node deve supportare un numero di gruppi Multicast per nodo almeno pari a 1.000.
- **Multicast Route:** ciascun router deve supportare un numero di instradamenti (flussi) Multicast per nodo almeno pari a 15.000.
- **MAC address:** ciascun Edge Node deve supportare un numero di MAC address per nodo pari a 65.000. Dettagliare i valori del processo di MAC learning.
- **VLAN:** ciascun Edge Node deve supportare un numero di VLAN pari ad almeno 800 VLAN per slot/scheda e numerate secondo lo standard 802.1q (4096 Vlan). Indicare, inoltre, quante VLAN per porta sono configurabili con supporto di QoS.



- **Servizi L2 MPLS Punto-Punto:** ciascun Edge Node deve supportare un numero di istanze MPLS per nodo almeno pari a 16.000.
- **Servizi L2 MPLS VPLS:** ciascun Edge Node deve supportare un numero di istanze VPLS per nodo almeno pari a 256.
- **Buffer interfacce:** i buffer presenti su ogni singola interfaccia dell'apparato, per la gestione delle code, devono essere tali da garantire l'inoltro dei pacchetti trattenuti nelle code per almeno 50ms@10GE. Tale requisito deve essere soddisfatto anche per le interfacce 1GE→50ms@1GE. Specificare la quantità di memoria fisica dedicata per la gestione della coda, nonché le caratteristiche prestazionali della memoria stessa. Eventuali buffer più grandi saranno considerati migliorativi.

Indice	Descrizione	File	Pag
4.5.13	Requisiti di prestazione.		
4.5.13.1	Dichiarare il numero massimo di prefissi IPv4 ed IPv6 che la tabella BGP può contenere senza che il router degradi le sue prestazioni.		
4.5.13.2	Dichiarare il numero massimo di sessioni BGP che è possibile configurare ed instaurare senza che il router degradi le sue prestazioni.		
4.5.13.3	Dichiarare il numero massimo di prefissi IPv4 ed IPv6 che la tabella OSPF può contenere senza che il router degradi le sue prestazioni.		
4.5.13.4	Dichiarare il numero massimo Multicast Group per nodo.		
4.5.13.5	Dichiarare il numero massimo di MAC address per nodo e dettagliare i valori del processo di MAC learning.		
4.5.13.6	Dichiarare il numero massimo di VLAN per nodo, per interfaccia.		
4.5.13.7	Servizi L2 MPLS Punto-Punto scalabilità.		
4.5.13.8	Servizi L2 MPLS VPLS scalabilità.		
4.5.13.9	Dichiarare il numero massimo di Bridge Domain per nodo.		
4.5.13.10	Buffer interfacce. Descrivere le prestazioni e la quantità di memoria fisica con cui ogni interfaccia è equipaggiata dettagliando i meccanismi di assegnazione delle singole frazioni alle classi di servizio e gli algoritmi per la loro gestione.		

**Tabella 30: Requisiti vincolanti prestazioni apparati di switching Edge Node**

#### 4.5.14 Requisiti vincolanti di OAM

Gli apparati di switching L2/L3 sia di tipo Core Node che Edge Node risultano connessi al resto della rete tramite interfacce Ethernet. Questa condizione richiede che gli apparati dispongano di meccanismi per rilevare efficacemente anche i fault di connessioni attestate su interfacce che non dispongono di un carrier sense. Per soddisfare questo requisito di seguito si elencano le funzionalità minime richieste in termini di OAM per le interfacce Ethernet e per il piano di controllo IP/MPLS.

- **Ethernet OAM:** gli apparati devono supportare la segnalazione OAM su tutte le tipologie di interfacce ethernet disponibili (FastEthernet, Gigabit Ethernet e 10 GigabitEthernet) secondo gli standard IEEE 802.3ah, IEEE 802.1ag e 802.3 clause 57.



- **MPLS OAM:** gli apparati devono disporre di meccanismi utili all'identificazione e segnalazione di guasti derivanti da mancato inoltro del traffico MPLS. A tal proposito si richiede la disponibilità di MPLS LSP-Ping, MPLS Trace, MPLS-PseudoWire OAM.
- **BFD:** gli apparati devono supportare il protocollo BFD per l'identificazione e l'isolamento di guasti che rendono gli LSP unidirezionali.

Indice	Descrizione	File	Pag
4.5.14	Requisiti di OAM.		
4.5.14.2	Supporto dell'Ethernet OAM.		
4.5.14.3	Supporto MPLS OAM		
4.5.14	Supporto del protocollo BFD.		

**Tabella 31: Requisiti vincolanti OAM apparati di switching**

## 4.6 REQUISITI TECNICI OPZIONALI PER APPARATI DI SWITCHING L2/L3

Le funzionalità opzionali di seguito elencate vengono ritenute migliorative rispetto a quanto indicato nel paragrafo 4.5 pertanto saranno prese in considerazione in fase di valutazione tecnica dell'offerta. Ogni miglioria proposta deve garantire comunque la rispondenza della piattaforma proposta ai requisiti vincolanti elencati nel paragrafo 4.5.

### 4.6.1 Requisiti opzionali di capacità Core Node

Per gli apparati di switching di tipo Core Node considerato migliorativo il disporre dei uno o più dei seguenti requisiti di capacità facoltativi:

- **Capacità non impegnata dei moduli di adattamento delle interfacce fisiche:** per ciascun Core Node, nella configurazione proposta, il Fornitore è tenuto ad indicare la somma totale della capacità non impegnata e effettivamente disponibile a seguito dell'installazione di ulteriori moduli di interfaccia all'interno di ciascun modulo di adattamento delle interfacce fisiche. Il conteggio non deve includere eventuale capacità disponibile del nodo per accedere alla quale sia necessario installare moduli di adattamento di interfacce fisiche addizionali e/o differenti rispetto all'offerta.

Indice	Descrizione	File	Pag
4.6.1	Requisiti opzionali di Capacità.		
4.6.1.1	Per ciascun apparato dichiarare la capacità non impegnata ed effettivamente disponibile per l'installazione di moduli di interfaccia. Non deve essere conteggiata eventuale banda disponibile per la quale si renda necessario l'impiego di hardware addizionale rispetto ai moduli di interfaccia fisica.		

**Tabella 32: Requisiti opzionali di capacità Core Node**

### 4.6.2 Requisiti opzionali di capacità Edge Node

Per gli apparati di switching di tipo Edge Node considerato migliorativo il disporre dei uno o più dei seguenti requisiti di capacità facoltativi:



- **Capacità non impegnata dei moduli di adattamento delle interfacce fisiche:** per ciascun Edge Node, nella configurazione proposta, il Fornitore è tenuto ad indicare la somma totale della capacità non impegnata e effettivamente disponibile a seguito dell'installazione di ulteriori moduli di interfaccia all'interno di ciascun modulo di adattamento delle interfacce fisiche. Il conteggio non deve includere eventuale capacità disponibile del nodo per accedere alla quale sia necessario installare moduli di adattamento di interfacce fisiche aggiuntive e/o differenti rispetto all'offerta.

Indice	Descrizione	File	Pag
4.6.2	Requisiti opzionali di Capacità.		
4.6.2.1	Per ciascun apparato dichiarare la capacità non impegnata ed effettivamente disponibile per l'installazione di moduli di interfaccia. Non deve essere conteggiata eventuale banda disponibile per la quale si renda necessario l'impiego di hardware aggiuntivo rispetto ai moduli di interfaccia fisica.		

**Tabella 33: Requisiti opzionali di capacità Edge Node**

#### 4.6.3 Requisiti opzionali di connettività Core Node

Per gli apparati di switching di tipo Core Node considerato migliorativo il disporre dei uno o più dei seguenti requisiti di capacità facoltativi:

- **Predisposizione per interfacce 40 GE:** indicare se ciascun Core Node supporta, nella configurazione proposta, interfacce 40 Gigabit Ethernet quando verranno standardizzate. Indicare, se noti, quali sono i piani di rilascio di interfacce di questo tipo.
- **Predisposizione per interfacce 100 GE:** indicare se ciascun Core Node supporta, nella configurazione proposta, interfacce 100 Gigabit Ethernet quando verranno standardizzate. Indicare, se noti, quali sono i piani di rilascio di interfacce di questo tipo.

Indice	Descrizione	File	Pag
4.6.3	Requisiti di connettività.		
4.6.3.1	Predisposizione al supporto di interfacce 40 GE (indicare quali componenti del router sono già predisposte al supporto di interfacce 40 GE e quali richiedono eventualmente un aggiornamento o nuova installazione).		
4.6.3.1.1	Indicare la roadmap per interfacce 40 GE.		
4.6.3.2	Predisposizione al supporto di interfacce 100 GE (indicare quali componenti del router sono già predisposte al supporto di interfacce 100 GE e quali richiedono eventualmente un aggiornamento o nuova installazione).		
4.6.3.2.1	Indicare la roadmap per interfacce 100 GE.		

**Tabella 34: Requisiti opzionali di connettività Core Node**

#### 4.6.4 Requisiti opzionali di aggregazione Core Node

Per gli apparati di switching di tipo Core Node è considerato migliorativo il disporre dei uno o più dei seguenti requisiti di capacità facoltativi:



- **Bundle di interfacce a velocità differenti e funzionalità:** ciascun Core Node deve supportare la formazione di gruppi (bundle) di interfacce Ethernet costituiti da interfacce che operano con velocità non omogenee. Il supporto delle funzionalità di CoS e Rate Limiting deve essere proporzionale rispetto al peso di ciascuna interfaccia nel bundle. Ad ogni bundle deve essere possibile applicare tutte le funzionalità (filtri, encapsulation, accounting, ecc.) disponibili sulle interfacce incluse nel bundle. Infine deve essere configurabile il numero minimo di link attivi affinché il bundle sia considerato attivo.

Indice	Descrizione	File	Pag
4.6.4	Requisiti di aggregazione.		
4.6.4.1	Supporto per la formazione di gruppi (bundle) di interfacce Ethernet costituiti da interfacce che operano con velocità non omogenee. Descrivere in dettaglio le eventuali limitazioni sulle possibili combinazioni di interfacce differenti ed elencare tutte le funzionalità supportate dalle interfacce aggregate.		

**Tabella 35: Requisiti opzionali di aggregazione apparati di switching Core Node**

#### 4.6.5 Requisiti opzionali di aggregazione Edge Node

Per gli apparati di switching di tipo Edge Node è considerato migliorativo il disporre dei uno o più dei seguenti requisiti di capacità facoltativi:

- **Bundle di interfacce a velocità differenti e funzionalità:** ciascun Edge Node deve supportare la formazione di gruppi (bundle) di interfacce Ethernet costituiti da interfacce che operano con velocità non omogenee. Il supporto delle funzionalità di CoS e Rate Limiting deve essere proporzionale rispetto al peso di ciascuna interfaccia nel bundle. Ad ogni bundle deve essere possibile applicare tutte le funzionalità (filtri, encapsulation, accounting, ecc.) disponibili sulle interfacce incluse nel bundle. Infine deve essere configurabile il numero minimo di link attivi affinché il bundle sia considerato attivo.

Indice	Descrizione	File	Pag
4.6.5	Requisiti di aggregazione.		
4.6.5.4	Supporto per la formazione di gruppi (bundle) di interfacce Ethernet costituiti da interfacce che operano con velocità non omogenee. Descrivere in dettaglio le eventuali limitazioni sulle possibili combinazioni di interfacce differenti ed elencare tutte le funzionalità supportate dalle interfacce aggregate.		

**Tabella 36: Requisiti opzionali di aggregazione apparati di switching Edge Node**

#### 4.6.6 Requisiti opzionali di ridondanza Edge Node

Per gli apparati di switching di tipo Edge Node è considerato migliorativo il disporre dei uno o più dei seguenti requisiti di ridondanza facoltativi:

- **Sistema di ventilazione HOT-SWAPPABLE:** ciascun Edge Node, nella configurazione proposta, deve disporre di un sistema di ventilazione (per raffreddamento) costituito da ventole HOT-SWAPPABLE in grado di garantire i requisiti vincolanti espressi nel paragrafo 4.5.10.



- **Alimentazione HOT-SWAPPABLE:** ciascun Edge Node, nella configurazione proposta, deve disporre di un sistema di alimentatori HOT-SWAPPABLE in grado di garantire i requisiti vincolanti espressi nel paragrafo 4.5.10.
- **Sistema di controllo ed elaborazione ridondante:** ciascun Edge Node deve disporre di un sistema di controllo ed elaborazione ridondante in grado di garantire le massime prestazioni della macchina. Ovvero ogni nodo deve garantire che le parti che governano il routing, lo switching ed il controllo della macchina dispongano di una configurazione ridondata tale da assicurare il completo e regolare funzionamento dell'apparato anche in presenza di un guasto che comprometta il 50% di esse. Il traffico in transito non deve essere impattato in nessun caso pertanto tutte le parti che costituiscono il sistema di controllo ed elaborazione devono essere singolarmente HOT-SWAPPABLE.
- **Matrice di switching ridondata:** ciascun Edge Node deve disporre di una switch fabric ridondante in grado di garantire la massima capacità di switching del sistema (paragrafo 4.5.4) senza degrado delle performance complessive in presenza di un guasto singolo ed in grado di operare, anche se con performance ridotte, in presenza di guasto multiplo. I vari componenti della switch fabric devono essere singolarmente HOT-PLUGGABLE.

Indice	Descrizione	File	Pag
4.6.6	Requisiti di ridondanza.		
4.6.6.1	Sistema di ventilazione HOT-SWAPPABLE. Indicare quante ventole HOT-SWAPPABLE sono presenti nell'apparato e quante di esse sono necessarie al corretto funzionamento.		
4.6.6.2	Alimentazione ridondante. Indicare in quale modo l'apparato risulta ridondante nella sezione di alimentazione.		
4.6.6.2.1	Numero di alimentatori HOT-SWAPPABLE installati sugli apparati.		
4.6.6.3	Descrivere le componenti che costituiscono il sistema di controllo ed elaborazione.		
4.6.6.3.1	Descrivere la configurazione ridondata.		
4.6.6.3.2	Elencare tutte le FRU del sistema di controllo ed elaborazione.		
4.6.6.3.3	Indicare il numero minimo di ciascuna componente per il corretto funzionamento dell'apparato.		
4.6.6.4	Matrice di switching ridondata.		
4.6.6.4.1	Descrivere i componenti della matrice di switching e la loro configurazione ridondata.		
4.6.6.4.2	Descrivere l'andamento delle prestazioni in presenza di guasto multiplo dei componenti e il numero massimo di elementi guasti che garantiscono comunque un funzionamento ridotto dell'apparato.		

**Tabella 37: Requisiti vincolanti di ridondanza apparati di switching Edge Node**

#### 4.6.7 Requisiti opzionali dei servizi

Gli apparati di switching di tipo Core ed Edge Node dovranno operare in sinergia tra loro e con i router per fornire i servizi che vengono erogati dalla rete GARR. Alcune delle funzionalità richieste potrebbero essere implementate seguendo differenti standard. Viene pertanto richiesto di indicare puntualmente se l'erogazione di ciascuna delle funzionalità opzionali elencate segue uno o più standard.



- **IPv4 e IPv6:** è considerata migliorativa la presenza di meccanismi per il trasporto di IPv6 su tunnel IPv4 o MPLS. È richiesta la descrizione dettagliata di ciascuno dei meccanismi supportati.
- **IPv6 QoS:** viene considerato migliorativo il supporto di meccanismi di gestione della qualità del servizio (QoS) per IPv6. Il supporto della QoS deve prevedere la presenza di almeno 8 code differenti per ciascuna interfaccia. Gli algoritmi di scheduling disponibili per la gestione di queste code devono consentire la corretta gestione di traffico sensibile al delay e/o al jitter. Gli apparati devono essere in grado di supportare la QoS gerarchica H-QoS.
- **MPLS QoS:** gli apparati di switching devono disporre di meccanismi integrati MPLS/DiffServ, per il supporto della QoS sugli L-LSP MPLS.
- **MPLS Multicast:** gli apparati di switching devono supportare le funzionalità di trasporto MPLS P2MP, con meccanismi automatici e dinamici per il discovery dei nodi foglia dell'albero Multicast e il setup dei tunnel MPLS P2MP. È richiesta un'implementazione efficace di meccanismi di tipo Make-Before-Break (MBB) con perdite a tasso nullo e l'implementazione di MPLS P2MP sul sistema proposto deve poter inter-agire con soluzioni di tipo IP Multicast routing basate su PIM-SM e PIM-SSM.

Indice	Descrizione	File	Pag
4.6.7	Requisiti opzionali di servizio.		
4.6.7.1	IPv4 e IPv6.		
4.6.7.1.1	Meccanismi di interworking IPv4 e IPv6.		
4.6.7.1.2	Architettura GPE.		
4.6.7.1.3	Soluzione 6VPE.		
4.6.7.2	Supporto Multicast FRR.		
4.6.7.2.1	Supporto del Multicast su IPv6 e possibilità di operare come Rendezvous Point (elencare eventuale HW specializzato necessario).		
4.6.7.2.2	Banda massima supportata (espressa in pps) per il trasporto di flussi Multicast IPv6.		
4.6.7.3	Descrivere i meccanismi di QoS disponibili specificando se e quali sono disponibili per IPv6 (sono considerati solo meccanismi basati su code hardware; eventuali meccanismi di QoS operanti su code software non vengono considerati rispondenti a questo requisito).		
4.6.7.3.1	Numero di code hardware in ingresso ed in uscita disponibili per modulo di adattamento delle interfacce fisiche.		
4.6.7.3.2	Descrivere ed elencare gli algoritmi di scheduling e accodamento (adaptive queuing mechanism) del traffico nelle code (evidenza del supporto di meccanismi per trattare traffico sensibile al jitter e/o al delay).		
4.6.7.3.3	Dimensione del/dei buffer dedicati alla gestione della QoS.		
4.6.7.3.4	Gestione della QoS gerarchica (H-QoS) e numero massimo di livelli gerarchici supportati.		
4.6.7.4	Supporto degli L-LSP.		
4.6.7.5	Multicast MPLS.		
4.6.7.5.1	Descrizione Multicast su VPLS e aderenza agli standard.		



Indice	Descrizione	File	Pag
4.6.7.6	MPLS Multicast.		
4.6.7.6.1	Indicare la numerosità massima di tunnel P2MP gestibili a livello del singolo apparato e dell'intera rete.		

**Tabella 38: Requisiti opzionali servizio apparati di switching**

#### 4.6.8 Requisiti opzionali di OAM

È considerato migliorativo il supporto di:

- **Ethernet OAM:** meccanismi di segnalazione E-LMI come definito dallo standard MEF-16.

Indice	Descrizione	File	Pag
4.6.8	Ethernet OAM con E-LMI standard MEF-16		

**Tabella 39: Requisiti opzionali OAM degli apparati di switching.**

## 5 SPECIFICHE TECNICHE E OPERATIVE PER I SERVIZI DI SUPPORTO

Nella fornitura degli apparati devono essere inclusi i seguenti servizi di supporto:

- Servizio di Assistenza Specialistica e Manutenzione
- Servizi di Supporto Specialistico

### 5.1 SERVIZIO DI ASSISTENZA SPECIALISTICA E MANUTENZIONE

Per Servizio di Assistenza specialistica e Manutenzione s'intende l'insieme delle azioni tecniche e amministrative aventi come obiettivo il mantenimento degli apparati di rete in uno stato di funzionamento idoneo allo svolgimento delle funzioni loro preposte. Di seguito vengono indicate le specifiche tecniche ed operative che il GARR ritiene vincolanti per l'erogazione di tale servizio da parte del Fornitore e del Costruttore degli apparati, al fine di assicurare ai propri utenti il completo e corretto funzionamento dell'infrastruttura di rete.

#### 5.1.1 Service Level Agreement

GARR richiede tre tipologie di livelli di servizio o *Service Level Agreement* (SLA) riportate in Tabella 40.

Servizio di Manutenzione	Descrizione	Copertura del servizio
<b>SD8</b> <i>Same Day</i>	Tempo di intervento e ripristino 8h solari in continuità con il giorno solare successivo.	24hx7x365
<b>SD12</b> <i>Same Day</i>	Tempo di intervento e ripristino 12h solari in continuità con il giorno solare successivo.	24hx7x365
<b>NBD</b> <i>Next Business Day</i>	Tempo di intervento e ripristino 12h lavorative in continuità con il giorno lavorativo successivo.	8:00-20:00 lun-sab

**Tabella 40: Tipologie degli SLA richiesti**



I valori indicati nella Tabella 40 s'intendono come livelli di prestazione minimi richiesti da GARR. Saranno considerati preferenziali valori migliorativi dei livelli di prestazione proposti dai Fornitori. Si sottolinea che i valori indicati nella suddetta tabella sono riferiti alla **finestra temporale** per la **copertura del servizio** ivi specificata.

Nei diversi PoP della rete GARR è richiesta l'applicazione dei livelli di servizio indicati nella Tabella 40 secondo la classificazione dei siti riportata nella Tabella 41 qui di seguito.

SD8	SD12	NBD
Milano-Caldera	Milano-Colombo	Ancona-MonteDago
Milano-Lancetti	Catania-Cittadella	Brescia-Valotti
Bologna-Morassutti	Pisa-S.Maria	Brindisi-Cittadella
Bari-Amendola	Roma-Sapienza	Catanzaro-Germaneto
Napoli-Mt.S.Angelo	Torino-Giuria	Cosenza-Arcavacata
Roma-Tizii	Firenze-Sesto	Frascati-Fermi
	Padova-Spagna	Ferrara-Scienze
	Cagliari-Marengo	Genova-Vivaldi
	Bologna-Gobetti	L'Aquila-Vetoio
	Trieste-Valerio	Lecce-Fiorini
	Palermo-Scienze	Matera-Terlecchia
		Messina-Pugliatti
		Pavia-Bassi
		Perugia-Duranti
		Potenza-MacchiaRomana
		Salerno-Fisciano
		Sassari-Macao
		Trento-Briamasco
		Venezia-Dorsoduro

**Tabella 41: Classificazione dei siti (PoP) in base agli SLA richiesti**

Nel caso di mancato rispetto da parte del Fornitore degli SLA indicati, si applicheranno le penali previste nello Schema di Contratto di Fornitura.

Nella valutazione dell'Offerta Tecnica sarà considerata premiante una proposta migliorativa rispetto ai valori minimi dei livelli di servizio richiesti.



Nell'Offerta Tecnica il Fornitore è tenuto ad illustrare l'organizzazione logistica per la gestione delle scorte (vedi paragrafo 5.1.3) e precisare per ciascun sito GARR, il magazzino di stoccaggio più prossimo in cui queste vengono conservate. Solo per i siti GARR presenti nelle isole è prevista la possibilità di stoccaggio delle scorte presso i PoP GARR interessati, al fine di garantire il rispetto degli SLA richiesti al Fornitore.

### **5.1.2 Servizio di sostituzione dei componenti guasti e supporto tecnico in loco (on-site hardware replacement)**

Il servizio di sostituzione in loco dei componenti guasti e/o mal funzionanti è a carico del Fornitore ed avrà la durata di **60 (sessanta) mesi solari** dalla data di collaudo con esito positivo degli apparati.

Questo servizio prevede l'intervento in loco presso i PoP di almeno un tecnico specializzato nella tecnologia degli apparati oggetto della presente fornitura. Le operazioni incluse nel servizio sono le seguenti:

- Fornitura, consegna e installazione di eventuali parti di ricambio in sostituzione di quelle difettose o guaste. La sostituzione delle parti hardware deve avvenire secondo i livelli di servizio (SLA *Service Level Agreement*) di seguito specificati.
- Troubleshooting e risoluzione guasti bloccanti (vedi Tabella 42) o che compromettano il corretto funzionamento degli apparati. A discrezione del GARR, potrà essere richiesta la presenza del tecnico on-site entro 4 ore dall'apertura della segnalazione di anomalia da parte di GARR, nel caso di SLA di tipo SD8, SD12 e 8 ore nel caso NBD (Tabella 40). Il servizio di sostituzione in loco dei componenti guasti e/o mal funzionanti è a carico del Fornitore ed avrà durata pari a **60 (sessanta) mesi solari** a partire dalla data di collaudo con esito positivo degli apparati.
- Upgrade software laddove richiesto dal GARR nei casi di bug software. Anche in questo caso, a discrezione del GARR, potrà essere richiesta la presenza del tecnico on-site entro 4 ore dall'apertura della segnalazione di anomalia da parte di GARR, nel caso di SLA di tipo SD8, SD12 e 8 ore nel caso NBD (Tabella 40).

**NOTA:** *La diagnosi della parte guasta viene effettuata dal Costruttore in accordo con il GARR, vedi paragrafo 5.1.5, grazie al rapporto diretto che deve essere garantito tra personale tecnico del GARR-NOC e del Costruttore. Le operazioni di hardware replacement on-site dovranno essere coordinate dal supporto specialistico del Costruttore che dovrà verificare da remoto l'avvenuto ripristino della funzionalità e in accordo con il personale del GARR-NOC definire concluso l'intervento di ripristino.*

### **5.1.3 Servizio di garanzia e gestione delle scorte**

Il servizio di garanzia e manutenzione delle scorte dovrà essere erogato dal Fornitore degli apparati per la durata di **60 (sessanta) mesi solari** dalla data di collaudo con esito positivo degli apparati. Per l'intera durata del contratto il Fornitore deve disporre di una quantità minima di scorte pari al 10% (arrotondato per eccesso all'intero superiore) della consistenza degli apparati installati, per ogni part-number utilizzato sugli apparati in rete (cioè 10% degli chassis installati, 10% processori, 10% alimentatori, ecc.).

Questo servizio prevede la spedizione e sostituzione dei componenti non funzionanti, a seguito di individuazione di parti guaste sugli apparati installati. La gestione e i costi della movimentazione della componentistica sono totalmente affidati e a carico del Fornitore. Il Fornitore è il diretto responsabile dello stato dei materiali di scorta, eventuali smarrimenti, rotture e danneggiamenti subiti dal materiale nello

A handwritten signature in black ink, appearing to be a stylized 'G' or similar character.

stoccaggio e nella spedizione. Il Fornitore è tenuto a fornire al GARR l'elenco di tutta la componentistica che costituisce la scorta per la rete, **consultabile via web in tempo reale**, indicando anche i siti dove tali scorte sono localizzate. Il GARR potrà richiedere, in qualsiasi momento, la verifica della disponibilità delle scorte.

**Nota:** Nel caso in cui, durante l'esecuzione del progetto, il GARR dovesse evidenziare una criticità riguardante la numerosità delle scorte il Fornitore dovrà, senza spese aggiuntive per GARR, incrementare la consistenza delle scorte stesse. In ogni caso il Fornitore è tenuto a reintegrare immediatamente le scorte non appena esse scendano sotto il minimo richiesto.

#### **5.1.4 Interventi di manutenzione programmata, ordinaria e straordinaria**

Il servizio di manutenzione programmata, ordinaria e straordinaria avrà la durata di **60 (sessanta) mesi solari** dalla data di collaudo con esito positivo degli apparati.

Gli interventi di manutenzione programmata dovranno essere pianificati e concordati con il responsabile della struttura tecnica del GARR previa comunicazione inviata via e-mail al GARR-NOC con un preavviso di almeno 15 (quindici) giorni solari. Il Fornitore è tenuto ad illustrarne la motivazione, la durata temporale e il tipo di intervento (non bloccante/bloccante) secondo la classificazione riportata di seguito al paragrafo 5.1.5 in Tabella 42 e l'estensione (apparati coinvolti nell'intervento). Il Fornitore è tenuto altresì a presentare sia un report dettagliato preventivo atto a spiegare le motivazioni e la natura dell'intervento che un report conclusivo riportante l'esito dell'intervento (risolutivo/parzialmente risolutivo/non risolutivo).

Gli interventi di manutenzione programmata ordinaria possono essere effettuati nella fascia oraria **[08:00; 20:00 GMT+1]**, secondo pianificazione fatta a discrezione del GARR con l'obiettivo di minimizzare i disservizi per gli utilizzatori. Fanno parte della manutenzione programmata ordinaria le operazioni indicate di seguito:

- Installazione di nuove parti hardware.
- Upgrade di parti hardware già installate.
- Upgrade software programmato su richiesta del GARR.

Inoltre la manutenzione programmata ordinaria deve prevedere interventi sistematici e periodici (semestrali) sugli apparati, in particolare:

- Verifica delle ventole
- Sostituzione dei filtri dell'aria

È ammessa la possibilità che vengano effettuati interventi di manutenzione straordinaria dovuti a cause tecniche non pianificabili atti a garantire il buon funzionamento della rete. Come per gli interventi di manutenzione ordinaria, la finestra utile sarà **[08:00; 20:00 GMT+1]**. A seguito di interventi di manutenzione straordinaria il Fornitore è tenuto comunque a presentare un dettagliato report ad intervento concluso in cui vengano spiegate le ragioni e l'esito dell'intervento.

**NOTA:** *Nel caso in cui sia necessario un intervento di manutenzione programmata ordinaria o straordinaria di particolare impatto sulla funzionalità di uno o più apparati, con grave*

A handwritten signature in black ink, appearing to be the initials 'G' or 'J'.

*disservizio per gli utilizzatori della rete, il GARR si riserva di richiedere l'esecuzione di tali interventi nella fascia oraria [00:00; 06:00 GMT+1]*

### 5.1.5 Servizio di risoluzione dei guasti mediante centro di supporto tecnico del Costruttore degli apparati

Considerata la complessità dell'infrastruttura di rete che il GARR intende mettere in campo e tenendo conto dell'ampia esperienza maturata dal personale tecnico del GARR-NOC nel corso del tempo, il GARR ritiene indispensabile un rapporto diretto con il Costruttore degli apparati.

Il Fornitore è pertanto tenuto a garantire al GARR la relazione diretta tra il personale tecnico del GARR-NOC e il centro di supporto tecnico del Costruttore (TAC<sup>3</sup>) per l'attività di analisi e di diagnosi nel processo di gestione di guasti e malfunzionamenti.

Il servizio di risoluzione dei guasti, mediante supporto specialistico di assistenza erogato direttamente dal Costruttore, avrà una durata pari a **60 mesi solari** dalla data di collaudo con esito positivo degli apparati.

Il servizio deve prevedere l'accesso diretto da parte del GARR-NOC al centro di supporto tecnico del Costruttore per l'apertura di segnalazioni di guasti e malfunzionamenti degli apparati (mediante Trouble Ticket System). Questo servizio dovrà essere disponibile nella fascia oraria [00:00-24:00], per 365 giorni l'anno, dal lunedì alla domenica; le comunicazioni con la TAC dovranno essere in lingua italiana e/o inglese. La TAC del Costruttore opererà in base all'assegnazione di una priorità decisa dal GARR all'apertura della segnalazione sulla base della gravità del problema. In Tabella 42 la classificazione dei guasti e/o anomalie:

Tipologia Guasto	Definizione
<b>Guasto Bloccante</b>	Qualsiasi tipo di guasto HW e/o anomalia SW traffic affecting che riguardi il corretto funzionamento degli apparati di produzione, router e apparati di switching, sia in termini di interfacce che di componenti ridondanti.
<b>Guasto Non Bloccante</b>	Qualsiasi tipo di guasto HW e/o anomalia SW che degradi le prestazioni e il corretto funzionamento degli apparati di produzione (router e apparati di switching), sia in termini di interfacce che di componenti ridondanti.

**Tabella 42: Classificazione dei guasti**

Per le segnalazioni di tipo bloccante il GARR avrà accesso alla TAC di secondo e terzo livello del Costruttore, in tutti gli altri casi le anomalie potranno essere gestite attraverso il primo livello di TAC. Il personale del Costruttore coinvolto nella TAC di secondo e terzo livello dovrà essere personale specializzato e dedicato alla risoluzione delle problematiche, dovrà quindi avere conoscenza continua e aggiornata di quanto in produzione nella rete GARR. Il GARR provvederà a fornire l'accesso remoto a tutti gli apparati di rete secondo modalità concordate con il Costruttore.

Il GARR dovrà avere un accesso (anche via web) con completa visibilità al tracciamento guasti (Trouble Ticket System) del Costruttore, in modo da verificarne l'evoluzione e lo stato di avanzamento. Nel caso in cui l'esito dell'analisi della TAC del Costruttore, in accordo con il GARR, renda necessaria la sostituzione di una componente hardware, sarà cura del Costruttore segnalare al Fornitore quali parti sostituire ed attivare la procedura secondo i tempi e le modalità descritti nei paragrafi 5.1.1 e 5.1.3). Gli SLA indicati in Tabella 40 includono tutto il processo di gestione di anomalie e/o guasti, il tempo di intervento e ripristino si riferisce all'intero intervallo di tempo che ha inizio all'apertura di una segnalazione da parte di

<sup>3</sup> TAC : Technical Assistance Center

GARR fino al ripristino delle condizioni iniziali, includendo quindi anche il tempo di analisi da parte del Costruttore.

Il Costruttore dovrà inoltre fornire report periodici, almeno su base trimestrale, relativi alla gestione di tutte le segnalazioni aperte, al fine di contribuire alla stesura, a cura del Fornitore, della “**Relazione sui Servizi di Supporto**” di cui al paragrafo 5.1.8.

#### **5.1.6 Servizio di aggiornamento software e firmware dei componenti di rete**

Il servizio di aggiornamento del software (nuove release) e delle patch per l’eliminazione di malfunzionamenti noti e delle versioni di firmware dovrà avere una durata pari a **60 (sessanta) mesi solari** dalla data di collaudo con esito positivo degli apparati.

Il Costruttore dovrà rendere disponibile un servizio di consulenza (Software Advisor) in grado di informare tempestivamente il GARR sul rilascio di nuove versioni software (minor e major release). Il Costruttore è tenuto alla presentazione di una nota informativa che indichi i benefici delle nuove versioni e un’analisi dell’impatto della migrazione alla nuova release anche nei casi in cui i benefici riguardino funzionalità non ancora implementate nella rete del GARR. Sarà facoltà del GARR richiedere l’upgrade gratuito se le nuove release dovessero portare un beneficio in termini di funzioni erogate all’utenza. Il GARR dovrà avere la possibilità di effettuare, via web con accesso personalizzato, il download del software del sistema operativo e di gestione degli apparati e relative patch; inoltre dovrà essere disponibile documentazione pubblica relativa al software attraverso un portale.

#### **5.1.7 Servizio di testing e validazione di nuove release software.**

Qualora venga stabilito il passaggio ad una nuova release, dovranno essere effettuate, da un team formato da personale tecnico specializzato sia del Fornitore che del Costruttore, tutte le opportune validazioni del caso (non regression test). La durata del servizio di testing e validazione di nuove release software dovrà essere pari a **60 (sessanta) mesi solari** dalla data di collaudo con esito positivo degli apparati.

#### **5.1.8 Relazione sui Servizi di Supporto - Sistema per la raccolta di statistiche dei guasti e la verifica degli SLA**

Come previsto dallo Schema di Contratto di Fornitura, il Fornitore sarà tenuto a produrre, su base trimestrale, una “**Relazione sui Servizi di Supporto**” contenente la reportistica dei guasti e l’analisi dei livelli di servizio di manutenzione e assistenza erogati nel periodo.

Nella **Relazione sui Servizi di Supporto** dovranno essere riportati tutti i guasti e malfunzionamenti che si sono verificati nel periodo. Per ciascun guasto o malfunzionamento dovranno essere indicati: l’identificativo dell’apparato e del PoP in cui si è verificato il guasto, una breve descrizione del guasto, la diagnosi e la procedura di ripristino individuata e infine la durata (fino al completo ripristino delle funzionalità). Dovranno inoltre essere indicati, per ciascun guasto, i valori di riferimento del livello di servizio previsto per la manutenzione e assistenza dell’apparato oggetto del guasto (indicato nel paragrafo 5.1.1 o quello dichiarato dal Fornitore nell’Offerta Tecnica se migliorativo) e il livello di servizio effettivamente erogato.

A tal fine sarà cura del Fornitore decidere se utilizzare il sistema di **Trouble Ticket**, messo a disposizione dal Costruttore (vedi paragrafo 5.1.5) o altro sistema in grado di registrare e tracciare malfunzionamenti e guasti hardware che possa rispondere a tali specifiche.

A handwritten signature in black ink, appearing to be the initials 'G' or 'J'.

In particolare GARR richiede che la soluzione adottata dal Fornitore sia in grado di archiviare e gestire almeno le seguenti informazioni:

- Nome del nodo in cui si è verificato il guasto.
- Codice del componente/componenti soggetti a guasti.
- Data del guasto.
- Data di arrivo sul sito del componente da sostituire.
- Data di ripristino del nuovo componente.
- Personale tecnico che ha effettuato l'intervento di ripristino.

Sarà considerato premiante un sistema in grado di fornire indicazioni, per famiglia di componenti (chassis, route processor, switch fabric, moduli, interfacce, ecc.), su:

- Distribuzione statistica dei guasti (Mean Time To Failure-MTTF).
- Distribuzione statistica delle durate di riparazione (Mean Time To Repair-MTTR).
- Tempo medio fra i guasti (Mean Time Between Failure-MTBF).

Sarà cura del Fornitore inserire ed aggiornare i dati al fine di ottenere andamenti statistici che potranno essere usati anche come elemento predittivo per determinare il buon andamento della rete.

Il sistema dovrà includere preferibilmente un'interfaccia per l'esportazione dei dati relativi ai guasti avvenuti, in un intervallo di tempo impostabile, su uno specifico nodo o in un gruppo di nodi. L'esportazione potrà avvenire o tramite file o tramite accesso alla base dati. A tal fine il Fornitore dovrà rendere noto a GARR la struttura dati.

## 5.2 SERVIZI DI SUPPORTO SPECIALISTICO

Con Servizi di Supporto Specialistico si intende l'insieme delle prestazioni tecniche ed amministrative volte a fornire a GARR un supporto specialistico da parte del Fornitore, congiuntamente con il Costruttore degli apparati, per affiancare il personale tecnico del GARR nelle seguenti azioni:

- Nella fase di disegno della infrastruttura di switching e routing.
- Nella configurazione, attivazione e controllo funzionale, degli apparati.
- Nella installazione, configurazione e uso del Sistema di Gestione.
- Nella definizione del Progetto di Migrazione dalla infrastruttura di routing della attuale rete GARR-G alla nuova infrastruttura di routing e switching per la rete GARR-X.
- Nel processo di formazione professionale del personale tecnico del GARR sulla piattaforma di routing e switching proposta.

Si richiede che questi servizi vengano erogati da personale ad elevata specializzazione con esperienza pluriennale e certificati in ambito del networking, con particolari competenze relative a quanto presente in

A handwritten signature in black ink, appearing to be a stylized 'G' or similar character.

questo bando, per la durata **di 12 (dodici) mesi solari** a partire dalla data di sottoscrizione del Contratto di Fornitura.

Di seguito vengono brevemente elencati e descritti tali servizi.

### **5.2.1 Disegno della infrastruttura di switching e routing**

Attualmente il GARR dispone di personale specializzato allocato alla funzione di pianificazione ed ingegneria di rete e servizi (Planning ed Engineering). Si richiede al Costruttore di apparati il supporto a queste funzioni sia in una fase antecedente l'attivazione della rete, sia in eventuali tempi successivi, per la modifica della rete e/o dei servizi esistenti, sia per la definizione delle configurazioni e delle modalità di erogazione di nuovi servizi. Il supporto al disegno verrà erogato anche in presenza di rilasci di nuove funzionalità hardware e/o software che introducano nuove tecnologie o che modifichino quelle esistenti.

### **5.2.2 Servizio di attivazione, gestione, supervisione e controllo della rete**

Attualmente la struttura operativa del GARR dispone di un Network Operation Center (NOC) qualificato per operare sulle reti IP, operante presso la sede della direzione GARR, Via dei Tizii, 6 Roma. Poiché la realizzazione e la gestione di una infrastruttura di rete IP che includa router e apparati di switching L2/L3 in tecnologia IP/MPLS richiede la presenza di personale tecnico specializzato e certificato, dotato di queste competenze, si richiede che il NOC del GARR venga affiancato da una struttura di supporto per la supervisione e il controllo (di seguito indicata come *Struttura Operativa di Supporto*), operante anch'essa presso la sede della direzione GARR. Questa struttura dovrà essere in grado di coordinare, in accordo e sotto la supervisione del GARR, l'attivazione dell'intera rete e di effettuare le ordinarie operazioni di controllo, supervisione e manutenzione remota di tutti gli apparati oggetto del presente capitolato di gara. L'attivazione di tutta l'infrastruttura di rete è affidata congiuntamente al Fornitore e al Costruttore, sotto la supervisione del GARR. Il Fornitore è tenuto ad indicare nella risposta al presente bando:

- Il numero di unità tecniche che costituiranno la *Struttura Operativa di Supporto*, composta da personale del Fornitore personale e del Costruttore, da distaccare presso la Direzione del GARR. Per ciascuna risorsa di personale dovranno essere indicate la mansione e le qualifiche professionali (ivi compresi i titoli di certificazione conseguiti e attinenti all'attività di competenza).
- La *Struttura Operativa di Supporto* si interfacerà al servizio tecnico specialistico del Vendor (TAC) per la risoluzione di casi critici (critical case).

Il Fornitore sarà il diretto responsabile sia delle attività lavorative svolte dalla *Struttura Operativa di Supporto* che di eventuali infortuni che il personale dovesse subire all'interno della sede GARR. Il personale della *Struttura Operativa di Supporto* dovrà operare con il personale del GARR-NOC come un'unica unità organizzativa al fine di fornire agli utilizzatori della rete del GARR un servizio di elevata qualità, conforme agli SLA dichiarati dal Fornitore.

All'avvio del progetto il GARR indicherà un numero minimo di 4 (quattro) tecnici, fino ad un massimo di 12 (dodici), che faranno parte del GARR-NOC per la supervisione e il controllo della rete, e i quali avranno come obiettivo l'apprendimento e l'acquisizione delle conoscenze e della metodologia necessaria alla gestione degli apparati di rete e dell'intera rete. Il Fornitore deve prevedere quindi un piano atto al trasferimento delle informazioni tale da consentire nel minor tempo possibile l'acquisizione delle competenze necessarie per operare correttamente all'interno della struttura di supporto per la supervisione e il controllo della rete. Il Fornitore dovrà altresì prevedere un percorso di certificazione per il personale GARR differenziato per livello I e II di competenza raggiunto (vedi paragrafo 5.2.3).

A handwritten signature in black ink, appearing to be a stylized 'G' or similar character.

L'affiancamento del personale GARR avverrà per un tempo pari a **12 (dodici) mesi solari** e includerà anche il supporto per l'attivazione della rete e dei servizi richiesti da GARR.

### **5.2.3 Servizi di formazione del personale GARR**

Il Fornitore è tenuto a presentare un piano di formazione (training) il cui obiettivo è quello di creare un centro di competenza presso la sede della Direzione GARR, con i seguenti obiettivi:

- **Competenza di I livello per utilizzo apparati:** capacità di effettuare attività di attivazione e manutenzione ordinaria (utilizzo della piattaforma di gestione per l'individuazione di guasti, diagnostica sugli apparati di rete, attivazione di servizi). La competenza di I livello deve comprendere inoltre la gestione dell'elemento di rete mediante console/craft terminal. Di seguito l'elenco sintetico:
  - Concetti di base sull'Hardware.
  - Concetti di base sul funzionamento degli apparati e sulle architetture utilizzate.
  - Procedure di base per la gestione degli apparati.
  - Sistema operativo.
  - Setup di base degli apparati.
  - Procedure di upgrade software.
  - Gestione utenze e autenticazione.
  - Logging e monitoring.
  - Configurazione e gestione protocolli (OSPF, BGP, ecc)
  - Utilizzo del sistema di gestione e del tool di monitoring dello SLA.
- **Competenza di II livello per utilizzo apparati:** include tutte le attività di I livello ed in aggiunta l'acquisizione di una conoscenza di funzioni avanzate quali azioni preventive (es. monitoring proattivo) e correttive. Di seguito l'elenco sintetico:
  - MPLS-TE.
  - QoS e H-QoS.
  - L2-VPN (EoMPLS P2P, VPLS), L3-VPN.
  - Security.
- **Competenza sistemistica e capacità di amministrare il sistema di gestione.** Il personale GARR dovrà essere in grado di installare il sistema di gestione ex-novo in tutte le sue componenti, effettuando le dovute personalizzazioni e creando i profili degli operatori preposti alla gestione e configurazione degli apparati di rete. Il personale addetto all'amministrazione del sistema dovrà essere in grado di effettuare il testing di nuove versioni software, effettuare testing di nuove funzionalità del sistema di gestione, effettuare backup e snapshot del sistema di gestione in modo da ripristinare il sistema in caso di fault degli host su cui è installato e cooperare con personale GARR coinvolto in attività di personalizzazione del software.

Il piano di formazione dovrà consentire, entro **12 (dodici) mesi solari** dalla sottoscrizione del contratto di fornitura, la piena ed autonoma gestione da parte del personale GARR-NOC. Il Fornitore è tenuto a

A handwritten signature in black ink, appearing to be a stylized 'G' or similar character.

presentare una proposta relativa ad un percorso di training e certificazione specificando: il piano formativo, il numero di persone da formare e il monte ore annuale per singola persona utile alla creazione delle necessarie competenze interne. Il numero di ore di training annuali per singola persona dovrà essere adeguato al raggiungimento del livello di competenza atteso. Per ogni sessione di training dovrà fornita adeguata documentazione di supporto. Al termine di ogni sessione di training verrà compilata dai partecipanti un form per la valutazione della qualità dell'addestramento fornito. Ogni form sarà dotato di un punteggio; qualora la media dei punteggi dei partecipanti non raggiunga la sufficienza, il training dovrà essere ripetuto senza oneri aggiuntivi per il GARR. Il Fornitore dovrà utilizzare personale proprio e personale del Costruttore, con lo stesso livello di specializzazione e certificazione sugli argomenti sopra citati.

### 5.3 SOMMARIO DESCRIZIONE SERVIZI DI SUPPORTO

Nel Progetto Tecnico di Rete (vedi paragrafo 8.1.2) il Fornitore è tenuto a dare una descrizione dettagliata di tutti i Servizi di Supporto richiesti e deve indicare in quale sezione del documento sono riportate tali informazioni, vedi Tabella 43 qui di seguito:

Classe di servizio	Tipologia servizio	File	Pag
<b>Servizi di Assistenza Specialistica e Manutenzione</b>	Servizio di sostituzione (replacement on-site) dei componenti guasti e supporto tecnico in loco		
	Servizio di garanzia e gestione delle scorte.		
	Interventi di manutenzione programmata, ordinaria e straordinaria.		
	Servizio di risoluzione dei guasti mediante supporto specialistico di assistenza erogato dal costruttore (Accesso diretto alla TAC del Vendor).		
	Servizio di aggiornamento software e firmware dei componenti di rete.		
	Servizio di testing e validazione di nuove release software.		
<b>Servizi di Supporto Specialistico</b>	Disegno della infrastruttura di switching e routing.		
	Servizio di attivazione, gestione, supervisione e controllo della rete.		
	Servizi di formazione del personale GARR.		

Tabella 43: Sommario descrizione dei servizi di supporto

### 5.4 SOMMARIO DEI SERVIZI DI SUPPORTO ANNESSI ALLA FORNITURA



Di seguito viene riportato il sommario dei servizi che sono oggetto della presente procedura di gara.

Nome del servizio	Descrizione del servizio	Durata del servizio (in mesi solari)
<b>Servizi di Assistenza Specialistica e Manutenzione</b>	Servizio di sostituzione (replacement on-site) dei componenti guasti e supporto tecnico in loco	60 mesi
	Servizio di garanzia e gestione delle scorte	60 mesi
	Interventi di manutenzione programmata, ordinaria e straordinaria	60 mesi
	Servizio di risoluzione dei guasti mediante supporto specialistico di assistenza erogato dal costruttore (Accesso diretto alla TAC del Vendor)	60 mesi
	Servizio di aggiornamento software e firmware dei componenti di rete	60 mesi
	Servizio di testing e validazione di nuove release software	60 mesi
<b>Servizi di Supporto Specialistico</b>	Disegno della infrastruttura di switching e routing	12 mesi
	Servizio di attivazione, gestione, supervisione e controllo della rete	12 mesi
	Servizi di formazione del personale GARR.	12 mesi

**Tabella 44: Sommario dei servizi di supporto annessi alla fornitura**

## 5.5 PUNTI DI CONTATTO

Il personale del Consortium GARR dovrà accedere a tutti i servizi oggetto della fornitura, tramite centri di assistenza e supporto (helpdesk), indicati di seguito con la dicitura “Punti di Contatto”. Al fine di ridurre i costi per la fornitura dei servizi e ottimizzare i processi di interazione tra il personale tecnico e amministrativo delle entità coinvolte, il Fornitore potrà scegliere se offrire un unico Punto di Contatto per tutti i servizi oppure diversi Punti di Contatto. I punti di contatto dovranno essere strutturati come di seguito:

- **Numerosità Punti di Contatto:** Punto di Contatto unico Amministrativo, Punto di Contatto unico per Servizi di Assistenza e Manutenzione, Punto di Contatto unico per Servizi Professionali di Base e Avanzati.
- **Numerosità Liste di Escalation:** Lista di Escalation unica amministrativo, Lista di Escalation unica per Servizi di Assistenza e Manutenzione, Lista di Escalation unica per Servizi Professionali di Base e Avanzati.
- **Caratteristiche Punti di Contatto:** I punti di contatto devono essere gestiti direttamente dal Fornitore e/o Vendor degli apparati e devono essere contattabili in lingua italiana e inglese. Vanno indicati gli orari e i giorni dell’anno nei quali è possibile entrare in contatto con il personale del Punto di Contatto, un numero di telefono fisso nazionale (oppure un numero raggiungibile



con tariffazione equivalente o inferiore), un numero di fax e un indirizzo di posta elettronica. È richiesta l'accessibilità dei punti di contatto per i Servizi di Assistenza e Manutenzione e per i Servizi Professionali nella fascia oraria [00:00-24:00], per 365 giorni l'anno dal lunedì alla domenica. Inoltre, nel caso in cui il Punto di Contatto fornisca servizi informativi o di altra natura, accessibili via Web, il Fornitore deve indicare anche un l'indirizzo URL e le credenziali di accesso al servizio (login e password) create per l'accesso del personal del Consortium GARR. Inoltre devono essere indicati, l'indirizzo o gli indirizzi degli uffici del Punto di Contatto.

- **Personale dei punti di contatto per i Servizi Professionali:** relativamente alla fornitura di Servizi Professionali Avanzati, il Fornitore deve dichiarare i nominativi e i curriculum vitae del personale tecnico specializzato assegnato al servizio di supporto per il Consortium GARR.

## 6 SPECIFICHE TECNICHE PER I SERVIZI E GLI APPARATI ACCESSORI

In questo capitolo vengono descritti i dettagli relativi agli apparati accessori e alle prestazioni aggiuntive a carico del Fornitore e valide sia per i router che per gli apparati di switching L2/L3 (Core Node ed Edge Node).

Tutti gli apparati oggetto del presente bando di gara vanno intesi forniti ed installati nel rispetto di tutte le vigenti normative che regolano questo tipo di installazioni. È richiesta inoltre la fornitura dei seguenti apparati accessori e prestazioni aggiuntive (corredata di tutta la documentazione allegata – Progetti, prospetti, schemi ecc.):

- Fornitura e posa in opera di armadio rack di idimensioni adeguate per ospitare gli apparati da installare nel nodo, secondo quanto detto nei capitoli precedenti, ed installato in accordo con le direttive fornite dal personale responsabile della gestione del sito.
- Fornitura, posa in opera e collaudo di stazioni di energia dimensionate in base alle esigenze degli apparati. Ove possibile l'installazione dovrà avvenire all'interno dei rack utilizzati dagli apparati di routing. La stazione di energia potrà opzionalmente essere dotata di gruppo batterie tampone per garantire la continuità di alimentazione agli apparati di almeno 30 minuti. La durata del backup verrà definita e concordata tra Fornitore e GARR, a seconda del sito, nella fase di progettazione di dettaglio della singola installazione.
- Fornitura del collegamento dell'apparato o della stazione di energia, al punto di consegna dell'alimentazione predisposto da GARR. In particolare il Fornitore dovrà essere in grado di fornire:
  - Cavi elettrici.
  - Fusibili.
  - Interruttori (magnetotermici o sezionatori per alimentazioni in corrente alternata o in continua).
  - Collegamento con la terra sia dell'apparato che del rack stesso

### 6.1 FORNITURA DEL CABLAGGIO

#### 6.1.1 Caso EDGE NODE

A handwritten signature in black ink, appearing to be a stylized 'G' or similar character.

Dati i parametri:

- ✓  $P_{opt}$  = numero di porte ottiche SM in dotazione all'apparato.
- ✓  $C_{opt} = \left\lceil 1,5 \times \frac{P_{opt}}{24} \right\rceil + 1$  (numero di cassette ottiche)
- ✓  $B_{opt} = \left\lceil 1,5 \times P_{opt} \right\rceil + 1$  (numero di bretelle ottiche)

in tutti i PoP GARR dove saranno installati gli apparati di switching di tipo **EDGE NODE**, dovrà essere fornito quanto segue (si faccia riferimento alla figura 8):

- ✓ Nr.  $C_{opt}$  cassette ottiche estraibili da 1RU equipaggiati con 24 connettori LC duplex Single Mode. I cassette (o il cassetto a seconda dei casi) dovranno essere montati all'interno dello stesso rack che ospita l'apparato di switching, e saranno utilizzati per l'attestazione di tutte le porte ottiche SM in dotazione all'apparato. Nell'ipotesi in cui la realizzazione del cablaggio richieda la fornitura di più di un cassetto ottico (caso  $C_{opt} > 1$ ), l'installazione dovrà essere eseguita intervallando ciascun cassetto ottico con una passacavi da 1RU.
- ✓ Nr.  $B_{opt}$  bretelle ottiche LC-LC Single Mode (9/125) di colore blu di cui  $P_{opt}$  utilizzate per il collegamento tra le porte ottiche dell'EDGE NODE e le bussole LC-LC duplex montate sul cassetto ottico, ed il rimanente numero ( $B_{opt} - P_{opt}$ ) lasciate a disposizione (non cablate) per future espansioni. La lunghezza delle bretelle dovrà essere tale da poter realizzare, a regola d'arte, il suddetto collegamento. L'attestazione dovrà essere fatta sul lato della bussola interno al cassetto.

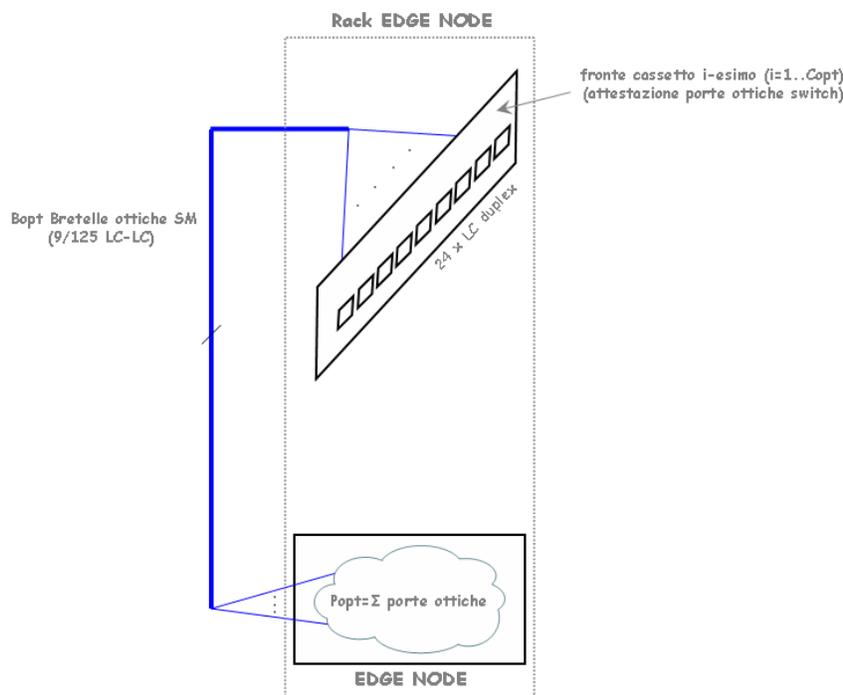


Figura 8: Layout POP di Edge



### 6.1.2 Caso CORE NODE con UN apparato di switching

Dati i parametri:

✓  $P_{opt}$  = numero di porte ottiche SM in dotazione all'apparato.

✓  $C_{opt} = \left\lceil 1,5 \times \frac{P_{opt}}{24} \right\rceil + 1$  (numero di cassette ottici)

✓  $B_{opt} = \left\lceil 1,5 \times P_{opt} \right\rceil + 1$  (numero di bretelle ottiche)

✓  $P_{rj45}$  = numero di porte RJ45 in dotazione all'apparato.

✓  $N_{rj45} = \left\lceil 1,5 \times \frac{P_{rj45}}{24} \right\rceil + 1$  (numero di patch panel)

in tutti i PoP GARR dove è prevista l'installazione di **un** solo apparato di switching di tipo **CORE NODE**, dovrà essere fornito quanto occorre per la realizzazione di due differenti tipologie di cablaggio (si faccia riferimento alla figura 9):

1. collegamento inter rack con cablaggio strutturato in fibra ottica 9/125, finalizzato al rilancio verso il rack ODF/DDF fornito da GARR, di tutte le porte ottiche in dotazione all'apparato di switching;
2. collegamento inter rack con cablaggio strutturato UTP Cat6 tra il rack che ospiterà l'apparato di switching ed il rack ODF/DDF fornito da GARR.

#### Cablaggio in fibra ottica

Relativamente al punto 1 GARR chiede la fornitura, messa in opera e certificazione di quanto segue:

- a. Nr.  $2 \cdot C_{opt}$  cassette ottici estraibili da 1RU equipaggiati con 24 connettori LC duplex Single Mode. L'installazione dovrà essere fatta secondo lo schema di figura 9 e cioè  $C_{opt}$  cassette ottici all'interno del rack che ospita l'apparato di switching ed  $C_{opt}$  cassette nel rack ODF/DDF GARR. Nell'ipotesi in cui la realizzazione del cablaggio richieda la fornitura di più di un cassetto ottico (caso  $C_{opt} > 1$ ), l'installazione dovrà essere eseguita intervallando ciascun cassetto ottico con una passacavi da 1RU.
- b. Fornitura e posa in opera su canalizzazione aerea preesistente di  $C_{opt}$  segmenti di cavo multifibra SM 9/125 LSZH la cui lunghezza massima (di ogni segmento) è di **10 metri**.
- c. Fornitura dell'occorrente (materiali e prestazioni) per l'attestazione, sui cassette indicati al punto a) dei cavi indicati al punto b). L'attestazione dovrà essere fatta sul lato della bussola LC duplex interno al cassetto. E' richiesta la certificazione di ogni collegamento ottico.
- d. Nr.  $B_{opt}$  bretelle ottiche LC-LC Single Mode (9/125) di colore blu di cui  $P_{opt}$  utilizzate per il collegamento tra le porte ottiche dello switch e le bussole LC-LC duplex montate sul cassetto ottico indicato al punto a), ed il rimanente numero ( $B_{opt} - P_{opt}$ ) lasciate a disposizione (non cablate) per future espansioni. La lunghezza delle bretelle dovrà essere tale da poter realizzare, a regola d'arte, il suddetto collegamento. L'attestazione dovrà essere fatta sul lato della bussola esterno al cassetto.



- e. Etichettatura delle porte sui cassetti e delle bretelle secondo un modello indicato da GARR.

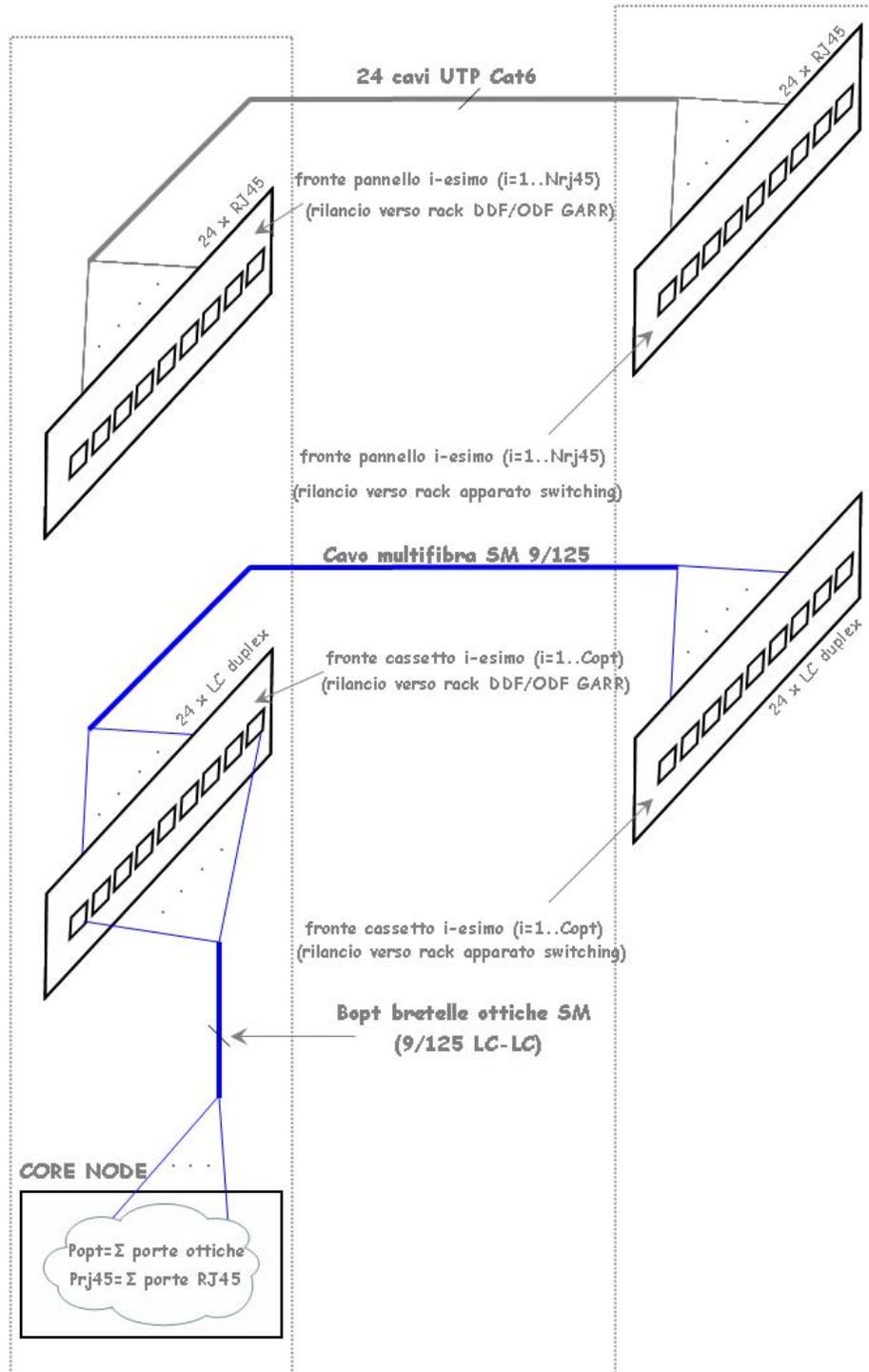


Figura 9: layout POP di Core senza Router

### Cablaggio UTP Cat6

Relativamente al punto 2 GARR chiede la fornitura, messa in opera e certificazione di quanto segue:

- a. Nr.  $2 \cdot N_{RJ45}$  patch panel RJ45 da 24 posizioni (ingombro 1RU). L'installazione dovrà essere fatta secondo lo schema di figura 9 e cioè  $N_{RJ45}$  patch panel all'interno del rack che ospita l'apparato di switching ed  $N_{RJ45}$  patch panel nel rack ODF/DDF GARR. Nell'ipotesi in cui la realizzazione del cablaggio richieda la fornitura di più di un patch panel (caso  $N_{RJ45} > 1$ ), l'installazione dovrà essere eseguita intervallando ciascun patch panel con una passacavi da 1RU
- b. fornitura e posa in opera su canalizzazione aerea preesistente di  $24 \cdot N_{RJ45}$  segmenti di cavo UTP Cat6 con guaina LSZH e di lunghezza massima pari a 10 metri.
- c. Attestazione dei cavi sui patch panel indicati al punto a) e rilascio certificazione.
- d. Etichettatura delle porte sui patch panel secondo un modello indicato da GARR.

#### 6.1.3 Caso CORE Node con 2 apparati di switching

Dati i parametri:

✓  $P_{opt}$  = numero di porte ottiche SM in dotazione agli apparati.

✓  $C_{opt} = \left\lceil 1,5 \times \frac{P_{opt}}{24} \right\rceil + 1$  (numero di cassette ottiche)

✓  $B_{opt} = \left\lceil 1,5 \times P_{opt} \right\rceil + 1$  (numero di bretelle ottiche)

✓  $P_{RJ45}$  = numero di porte RJ45 in dotazione all'apparato.

✓  $N_{RJ45} = \left\lceil 1,5 \times \frac{P_{RJ45}}{24} \right\rceil + 1$  (numero di patch panel)

in tutti i PoP GARR dove è prevista l'installazione di **due** apparati di switching di tipo **CORE NODE**, dovrà essere fornito quanto occorre per la realizzazione di due differenti tipologie di cablaggio:

1. collegamento inter rack (da ciascun rack apparato al rack ODF/DDF GARR) con cablaggio strutturato in fibra ottica 9/125, finalizzato al rilancio verso il rack ODF/DDF fornito da GARR, di tutte le porte ottiche in dotazione ai due apparati di switching;
2. collegamento inter rack (da ciascun rack apparato al rack ODF/DDF GARR) con cablaggio strutturato UTP Cat6 tra i rack che ospiteranno gli apparati di switching ed il rack ODF/DDF fornito da GARR.

### Cablaggio in fibra ottica

Relativamente al punto 1, qualora i due apparati di switching vengano montati in due distinti rack, GARR chiede la fornitura, messa in opera e certificazione di quanto segue:

- a. Nr.  $4 C_{opt}$  cassette ottiche estraibili da 1RU equipaggiati con 24 connettori LC duplex Single Mode. L'installazione dovrà prevedere:  $C_{opt}$  cassette ottiche all'interno del rack che ospita l'apparato di switching #1,  $C_{opt}$  cassette ottiche all'interno del rack che ospita l'apparato di switching #2 e  $2 C_{opt}$  cassette nel rack ODF/DDF GARR. Nell'ipotesi in cui la realizzazione del cablaggio richieda la



fornitura di più di un cassetto ottico, l'installazione dovrà essere eseguita intervallando ciascun cassetto ottico con una passacavi da 1RU. A titolo di esempio, nel caso  $C_{opt}=2$ , occorrerà installare 2 cassette ottiche nel rack dedicato all'apparato di switching #1, 2 cassette ottiche nel rack dedicato all'apparato di switching #2, e 4 cassette ottiche nel rack ODF/DDF GARR.

- b. Fornitura e posa in opera su canalizzazione aerea preesistente di  $2 \cdot C_{opt}$  segmenti di cavo multifibra SM 9/125 LSZH la cui lunghezza massima (di ogni segmento) è di **10 metri**.  $C_{opt}$  segmenti tra il rack dedicato all'apparato di switching #1 ed il rack ODF/DDF, e  $C_{opt}$  segmenti tra il rack dedicato all'apparato di switching #2 ed il rack ODF/DDF. Con riferimento all'esempio indicato nel punto precedente (caso  $C_{opt}=2$ ), occorrerà posare 2 segmenti di cavo multifibra tra il rack dedicato all'apparato di switching #1 ed il rack ODF/DDF e 2 segmenti di cavo multifibra tra il rack dedicato all'apparato di switching #1 ed il rack ODF/DDF.
- c. Fornitura dell'occorrente (materiali e prestazioni) per l'attestazione, sui cassette indicati al punto a) dei cavi indicati al punto b). L'attestazione dovrà essere fatta sul lato della bussola LC duplex interno al cassetto. E' richiesta la certificazione di ogni collegamento ottico.
- d. Nr.  $2 \cdot B_{opt}$  bretelle ottiche LC-LC Single Mode (9/125) di colore blu di cui:  $P_{opt}$  utilizzate per il collegamento tra le porte ottiche dello switch #1 e le bussole LC-LC duplex montate sui cassette ottici indicati al punto a),  $P_{opt}$  utilizzate per il collegamento tra le porte ottiche dello switch #2 e le bussole LC-LC duplex montate sui cassette ottici indicati al punto a), ed il rimanente numero  $2 \cdot (B_{opt} - P_{opt})$  lasciate a disposizione (non cablate) per future espansioni. La lunghezza delle bretelle dovrà essere tale da poter realizzare, a regola d'arte, il suddetto collegamento. L'attestazione dovrà essere fatta sul lato della bussola esterno al cassetto. A titolo di esempio, nel caso  $P_{opt} = 20$  (e quindi  $B_{opt} = 31$ ), occorrerà fornire **20** bretelle per il collegamento delle porte ottiche dello switch #1 sul cassetto di cui al punto a), **20** bretelle per il collegamento delle porte ottiche dello switch #2 sul cassetto di cui al punto a), e **22** bretelle di scorta.
- e. Etichettatura delle porte sui cassette e delle bretelle secondo un modello indicato da GARR.

#### Cablaggio UTP Cat6

Relativamente al punto 2 GARR chiede la fornitura, messa in opera e certificazione di quanto segue:

- a. Nr.  $4 \cdot N_{rj45}$  patch panel RJ45 da 24 posizioni (ingombro 1RU). L'installazione dovrà prevedere:  $N_{rj45}$  patch panel all'interno del rack che ospita l'apparato di switching #1,  $N_{rj45}$  patch panel all'interno del rack che ospita l'apparato di switching #2 e  $2 \cdot N_{rj45}$  patch panel ODF/DDF GARR. Nell'ipotesi in cui la realizzazione del cablaggio richieda la fornitura di più di un patch panel, l'installazione dovrà essere eseguita intervallando ciascun patch panel con una passacavi da 1RU.
- b. fornitura e posa in opera su canalizzazione aerea preesistente di  $2 \cdot 24 \cdot N_{rj45}$  segmenti di cavo UTP Cat6 con guaina LSZH e di lunghezza massima pari a 10 metri.  $24 \cdot N_{rj45}$  segmenti tra il rack dedicato all'apparato di switching #1 ed il rack ODF/DDF, e  $24 \cdot N_{rj45}$  segmenti tra il rack dedicato all'apparato di switching #2 ed il rack ODF/DDF.
- c. Attestazione dei cavi sui patch panel indicati al punto a) e rilascio certificazione.
- d. Etichettatura delle porte sui patch panel secondo un modello indicato da GARR.

#### **6.1.4 Caso PoP con ROUTER**



Dati i parametri:

✓  $P_{opt}$  = numero di porte ottiche SM in dotazione all'apparato.

✓  $C_{opt} = \left\lceil 1,5 \times \frac{P_{opt}}{24} \right\rceil + 1$  (numero di cassette ottici)

✓  $B_{opt} = \left\lceil 1,5 \times P_{opt} \right\rceil + 1$  (numero di bretelle ottiche)

in tutti i PoP GARR dove è prevista l'installazione di un **ROUTER**, dovrà essere fornito quanto occorre per la realizzazione di un collegamento inter rack con cablaggio strutturato in fibra ottica 9/125, finalizzato al rilancio verso il rack ODF/DDF fornito da GARR, di tutte le porte ottiche in dotazione al router. Per la realizzazione GARR chiede la fornitura, messa in opera e certificazione di quanto segue:

- a. Nr.  $2C_{opt}$  cassette ottici estraibili da 1RU equipaggiati con 24 connettori LC duplex Single Mode. L'installazione dovrà essere fatta secondo lo schema di figura 10 e cioè  $C_{opt}$  cassette ottici all'interno del rack che ospita il router e  $C_{opt}$  cassette nel rack ODF/DDF GARR. Nell'ipotesi in cui la realizzazione del cablaggio richieda la fornitura di più di un cassetto ottico (caso  $C_{opt} > 1$ ), l'installazione dovrà essere eseguita intervallando ciascun cassetto ottico con una passacavi da 1RU.
- b. Fornitura e posa in opera su canalizzazione aerea preesistente di  $C_{opt}$  segmenti di cavo multifibra SM 9/125 LSZH la cui lunghezza massima (di ogni segmento) è di **10 metri**.
- c. Fornitura dell'occorrente (materiali e prestazioni) per l'attestazione, sui cassette indicati al punto a) dei cavi indicati al punto b). L'attestazione dovrà essere fatta sul lato della bussola LC duplex interno al cassetto. E' richiesta la certificazione di ogni collegamento ottico.
- d. Nr.  $B_{opt}$  bretelle ottiche LC-LC Single Mode (9/125) di colore blu di cui  $P_{opt}$  utilizzate per il collegamento tra le porte ottiche del router e le bussole LC-LC duplex montate sul cassetto ottico indicato al punto a), ed il rimanente numero ( $B_{opt} - P_{opt}$ ) lasciate a disposizione (non cablate) per future espansioni. La lunghezza delle bretelle dovrà essere tale da poter realizzare, a regola d'arte, il suddetto collegamento. L'attestazione dovrà essere fatta sul lato della bussola esterno al cassetto.
- e. Etichettatura delle porte sui cassette e delle bretelle secondo un modello indicato da GARR.
- Fornitura di cavetti RJ45 (colore bianco) ed attestazione, sul patch panel RJ45 indicato al punto precedente, di tutte le interfacce RJ45 di cui l'apparato è fornito.
- Sulla base di indicazioni fornite da GARR, il Fornitore dovrà prevedere all'etichettatura di tutte le porte RJ45 dei patch panel e di tutte le posizioni sui cassette ottici di cui ai punti precedenti.



- La posa in opera di tutti i cablaggi ottici ed elettrici dovrà essere fatta “a regola d’arte”.

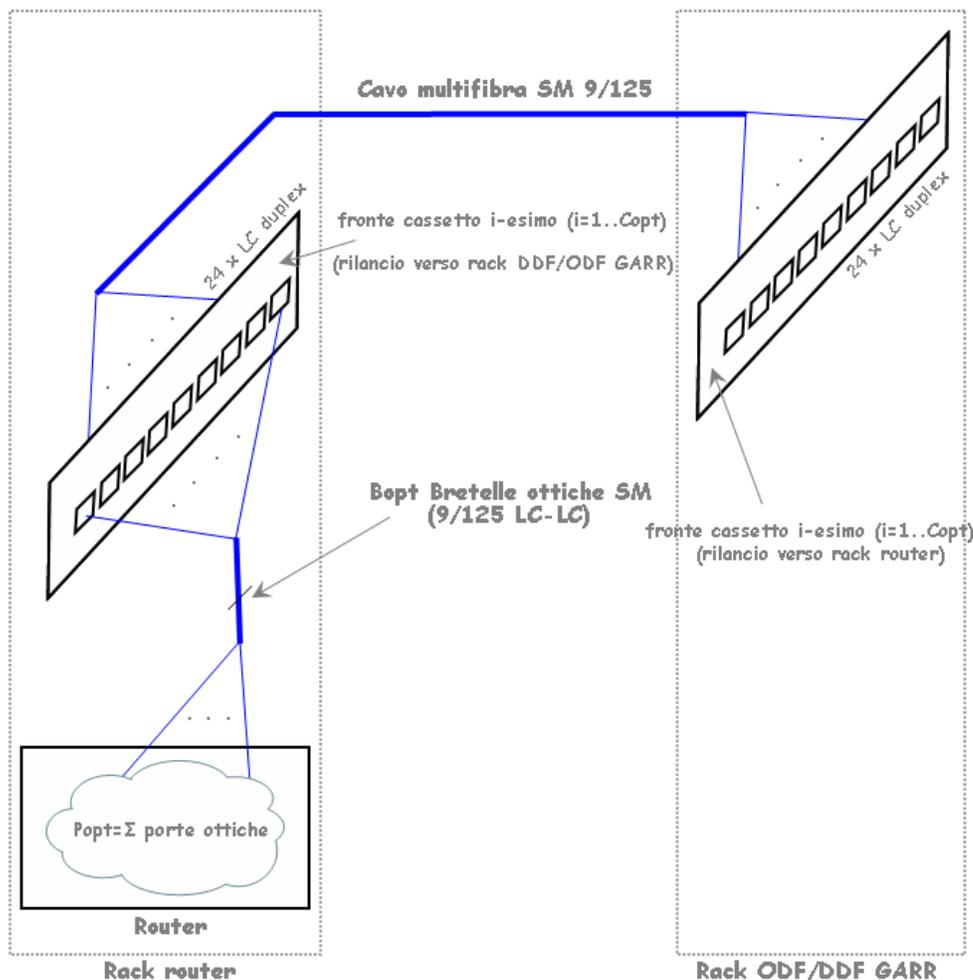


Figura 10: Layout POP di CORE con Router

La totalità degli apparati e delle prestazioni aggiuntive dovranno essere accompagnate da apposito certificato attestante l'esecuzione a regola d'arte e conformità alle normative vigenti.

## 6.2 TRASPORTO, CONSEGNA E INSTALLAZIONE DEGLI APPARATI

### 6.2.1 Trasporto e consegna

La totalità dei materiali oggetto della fornitura dovrà essere trasportata e consegnata presso i siti designati per l'installazione, concordando preventivamente con sufficiente preavviso, giorno e ora precisa della consegna e della installazione. Il Fornitore garantirà che gli imballi ed il trasporto siano realizzati tenendo in debito conto la natura delicata dei materiali trasportati, verificando inoltre che il locale dedicato allo stoccaggio sia adeguato a contenere materiale ad alta tecnologia nel rispetto dei valori limite indicati dal costruttore. Il GARR non sarà responsabile di danni al materiale derivanti dalla mancata osservanza delle regole di movimentazione e stoccaggio. Le operazioni relative alla logistica ed alla installazione degli apparati dovranno avvenire nel rispetto delle direttive comunicate dal personale del GARR e dal responsabile del sito. In assenza di locali ritenuti idonei dal Fornitore lo stoccaggio dovrà essere a suo



carico in attesa della effettiva installazione. Il Fornitore dovrà richiedere ed ottenere eventuali permessi o autorizzazioni che si rendessero necessari per la consegna, acquisire la disponibilità di mezzi speciali e/o di quanto altro necessario a trasportare, scaricare e collocare la fornitura nei siti indicati, comunicare al GARR, entro **10 (dieci) giorni solari** dalla sottoscrizione del contratto, i nominativi del personale impegnato in ciascuna fase di esecuzione contrattuale, consegnare le apparecchiature previste dalla fornitura nel rispetto dei tempi e dei modi stabiliti dal piano di rilascio e smaltire, secondo le normative in vigore, i rifiuti prodotti durante l'installazione degli apparati (imballaggi, residui metallici e plastici, ecc.).

### 6.2.2 Installazione

Il Fornitore in fase d'installazione dovrà garantire le seguenti azioni:

- Consegnare entro **30 (trenta) giorni solari** dalla data della sottoscrizione del contratto le Specifiche di Installazione recanti le seguenti indicazioni: tipo, modello, dotazioni, numero seriale di ciascun apparato e/o scheda, dichiarazione di rispondenza delle apparecchiature alle specifiche ed alle norme previste.
- Collegare le varie componenti in rete, secondo le specifiche di configurazione descritte nel *Progetto d'Implementazione e di Migrazione a GARR-X* (vedi Capitolo 11).
- Fornire ed installare gli accessori hardware e software, eventualmente non espressamente indicati nel capitolato e necessari al corretto funzionamento in rete degli apparati.
- Verificare e mettere in funzione tutte le apparecchiature comprese nella fornitura.
- Configurare le apparecchiature della fornitura secondo le indicazioni del GARR e secondo quanto riportato nel *Progetto d'Implementazione e di Migrazione a GARR-X* (vedi Capitolo 11).

Il Fornitore è tenuto a presentare due documenti prototipali (verifiche e collaudi) da consegnare al GARR sia in formato elettronico (mediante e-mail ad un indirizzo comunicato dal GARR al Fornitore) che via FAX:

- Un documento tecnico di avvenuta attivazione/installazione di un nuovo nodo. Tale documento deve contenere sia dati amministrativi (tra cui nome e locazione del nodo, la data di rilascio, il nome del tecnico che ha effettuato l'installazione, il nome del responsabile che ha effettuato il rilascio del nodo, ecc.) che dati tecnici (tra cui la tipologia di hardware con cui è attrezzato il nodo). Nello stesso documento dovranno essere indicati chiaramente i test da effettuare in modalità stand-alone per la validazione dell'installazione e dell'hardware riportando per ciascuno di essi il risultato atteso.
- Un documento di installazione di un nuovo componente/modulo.

## 7 OPZIONE DI VERIFICA FUNZIONALE MEDIANTE SETUP DI TEST

In fase di valutazione tecnica delle offerte, la Commissione di Gara si riserva la facoltà di verificare la rispondenza funzionale e operativa degli apparati proposti dai singoli fornitori, ai requisiti vincolanti richiesti da GARR nel presente documento, nonché ai requisiti opzionali indicati e dichiarati dal fornitore nell'offerta tecnica. I fornitori saranno obbligati, **pena l'esclusione** dell'offerta, a predisporre a loro spese, entro **15 (quindici) giorni solari** dalla data di richiesta del Presidente della Commissione di Gara, tutto il



materiale necessario secondo quanto dichiarato dal Fornitore nell'Offerta Tecnica (vedi paragrafo 8.1), nel documento **Schema di Test**. Il suddetto materiale dovrà essere predisposto presso un sito, a scelta del fornitore sul territorio europeo. Componenti della Commissione di Gara e/o personale tecnico di GARR nominato dalla Commissione sarà presente nel suddetto sito ospitante il **setup di test** per la durata massima di **5 giorni** consecutivi al fine di assistere alle procedure di configurazione di apparati e validazione funzionale degli stessi ad opera del personale tecnico (in lingua italiana o inglese) del produttore degli apparati.

La Commissione di Gara allegherà alla richiesta la lista delle funzionalità hardware e software per le quali sarà richiesta tale verifica, sulla base delle modalità di test dichiarate dal Fornitore nella proposta tecnica (vedi paragrafo 8.1). Nel caso in cui l'esito di uno o più test funzionali risulti negativo, ovvero non rispondente ai requisiti dichiarati, **l'intera offerta tecnica verrà esclusa**.

Resta inteso che saranno a totale carico del Fornitore gli eventuali oneri derivanti dalla predisposizione del suddetto **Setup di Test**. Saranno a carico del GARR le sole spese di viaggio e soggiorno del personale inviato da GARR a presiedere i test.

## **8 SCHEMA DI PRESENTAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OFFERTE**

### **8.1 MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DELL'OFFERTA TECNICA**

L'Offerta Tecnica di ciascun fornitore dovrà essere articolata nel seguente modo:

- **Progetto Tecnico di Rete**
- **Lista degli elementi hardware e software (Kit-List)** che compongono ciascun apparato della fornitura secondo lo schema excel indicato nell'**ALLEGATO 1 – "Kit-List Tecnica"**.

In **ALLEGATO 3 – "Anagrafica dei PoP"** è riportata l'anagrafica dei PoP della rete GARR contenente il nome e l'indirizzo della sede che ospita il PoP, l'ubicazione della sala nella quale andranno installati gli apparati oggetto della fornitura e i riferimenti della persona di contatto tecnico locale (APM) che opera per conto di GARR.

**NOTA:** Il Fornitore dovrà presentare tutta la documentazione tecnica sia in formato cartaceo che in formato elettronico memorizzata su supporto CD, DVD ROM o USB pen drive, utilizzando i più diffusi formati disponibili sul mercato (cioè formato Adobe Acrobat .pdf, formato Microsoft Word .doc, formato Microsoft Excel .xls). Non viene indicato un numero massimo di pagine.

#### **8.1.1 Lista degli elementi hardware e software (Kit-List) proposti**

Per la descrizione completa dell'equipaggiamento, il Fornitore è tenuto a presentare l'elenco non solo delle interfacce, ma di tutti i moduli di adattamento, schede di servizio, processori, matrice di switching, alimentatori, fan, chassis ecc; si rimanda all'**ALLEGATO 1 – Kit-List Tecnica** per la compilazione delle kit-list nel formato ivi indicato.

#### **8.1.2 Progetto Tecnico di Rete a cura del Fornitore**

Il Progetto Tecnico di Rete a cura del Fornitore, che sarà oggetto di valutazione tecnica (paragrafo 8.3.1.3), dovrà contenere la seguente documentazione in **lingua italiana**:

A handwritten signature in black ink, appearing to be a stylized 'G' or similar character.

- a) **Descrizione della Infrastruttura di Switching e Routing proposta.** Il Fornitore dovrà innanzitutto descrivere la configurazione di rete proposta e la piattaforma di apparati individuati per realizzare l'Infrastruttura di Switching e Routing per la rete GARR. La soluzione proposta dovrà garantire le funzionalità e le caratteristiche tecniche previste nell'architettura di rete del Progetto GARR-X (vedi paragrafo 1.3), oltre che soddisfare le specifiche e i requisiti descritti Capitoli 3, 4, 5 e 6 del presente documento. In questa sezione dovranno essere descritti anche il Sistema Operativo e il Sistema di Gestione, secondo quanto richiesto rispettivamente nei paragrafi 4.1.1, 4.2.1 e 4.1.2.
- b) **Descrizione dei servizi di assistenza, manutenzione e supporto.** In questa sezione il Fornitore dovrà descrivere tali servizi che dovranno essere conformi a quanto richiesto nei Capitoli 5 e 6 (Servizi e Apparati Accessori).
- c) **Rispondenza ai requisiti.** In questa sezione il Fornitore dovrà fornire la **descrizione specifica ed esaustiva della rispondenza** di ogni tipologia di apparato a tutti i requisiti vincolanti e ai requisiti opzionali eventualmente supportati dalla piattaforma proposta. La descrizione dovrà fare riferimento alla documentazione tecnica ufficiale del Costruttore, della quale deve essere fornito un link pubblico ad un articolo/whitepaper/datasheet che riporti in maniera manifesta ciò che viene dichiarato nell'ambito della presente procedura di gara. Tale documentazione dovrà in ogni caso essere allegata all'offerta. Ovvero non saranno ammessi o presi in considerazioni riferimenti esterni al supporto elettronico presentato in gara. La documentazione tecnica ufficiale del Costruttore dovrà essere fornita preferibilmente in lingua italiana (o qualora questa non sia disponibile in lingua inglese). Nella risposta il Fornitore, per ogni punto delle tabelle contenute nel Capitolo 4 e nel Capitolo 5, dovrà indicare il nome del file (designato nelle tabelle con la dicitura "file") corrispondente al nome del documento elettronico presentato dal Fornitore in risposta alla singola richiesta; dovrà, inoltre, essere indicata la pagina o un solo gruppo di pagine contigue (designati nelle tabelle con "pag") da cui si possano evincere inequivocabilmente i dettagli relativi alla singola richiesta. Con le stesse modalità (in termine di nome del file e della/e pagina/e relativa/e) il Fornitore dovrà indicare inoltre in quale sezione dello **Schema di Test**, di cui al punto **g)** del presente elenco, è indicata la modalità di test e collaudo della rispondenza a quello specifico requisito. Si richiede al Fornitore di allegare alla documentazione richiesta un documento di **Indice** che consenta di accedere agevolmente alle informazioni di rispondenza ai singoli requisiti.
- d) **Configurazione hardware degli apparati.** Il Fornitore dovrà produrre documentazione che dettagli la configurazione hardware degli apparati secondo quanto riportato nell'**Allegato 1 - "Kit-List Tecnica"** (componenti del sistema di alimentazione, componenti del sistema di raffreddamento, moduli di adattamento delle interfacce fisiche, interfacce fisiche ecc.), fornendo il layout e la percentuale di occupazione in termini di componenti di ciascun nodo.
- e) **Configurazione software degli apparati.** Dovranno essere fornite in particolare:
- Le configurazioni dei router in termini di routing interno, esterno ed interconnessione con il Layer2 di switching. Questo includerà l'attivazione dei protocolli M-BGP, OSPF v2/v3, MPLS (LDP, RSVP-TE) routing unicast e multicast IPv4 e IPv6 (inclusi i protocolli multicast PIM ed MSDP). Dovrà inoltre essere indicato lo schema di indirizzamento IPv4 e IPv6 per le interfacce del backbone e quelle relative ai link di accesso, sulla base del Piano di Indirizzamento IPv4 e IPv6 fornito da GARR (vedi **Allegato 5 - "Progetto GARR-X**

A handwritten signature in black ink, appearing to be a stylized 'G' or similar character.

**Indirizzamento IPv4 e IPv6**). L'indirizzamento potrà essere pubblico o privato (l'indirizzamento pubblico è preferenziale).

- Le configurazioni degli apparati del Layer2, considerando che ogni utente collegato a ciascun PoP possa avere un accesso fisico singolo o accessi fisici multipli. Nel caso di accessi fisici singoli si richiedono esempi di implementazione di servizi IP, E2E e Servizi extra (VoIP, Multicast, ecc.) attraverso l'utilizzo di VLAN multiple. Il servizio IP, per la realizzazione di backup sull'accesso potrà avere terminazione doppia su router differenti e dove possibile, percorsi differenziati sul backbone IP/MPLS. Dovranno essere presentati dal Fornitore anche esempi di configurazione con servizi diversi su percorsi differenziati (es. accesso fisico singolo e percorso differenziato sul backbone tra il servizio IP e il servizio E2E). Quanto detto vale anche nel caso di accessi fisici multipli. Dovranno essere attivati meccanismi di QoS per differenziare i servizi in base alla tipologia (es. Collegamento E2E, servizio IP e Servizi extra) e di H-QoS. Per l'implementazione del servizio di Multicast si dovrà tener conto che le sorgenti potranno essere sia centralizzate che distribuite. Si ricorda che il modello di riferimento per GARR è quello distribuito all'interno del quale ogni sede è simultaneamente sia sorgente che destinazione di traffico Multicast sia in IPv4 che in IPv6. Tra le funzioni richieste vi è anche quella del PEERING multicast con AS esterni alla rete GARR.
- La definizione di tutti i dettagli del dominio IP/MPLS sul Layer2 (routing interno, routing di interconnessione con il layer3 dei router, protocolli utilizzati, meccanismi di riservazione di banda, meccanismi di protezione e ridondanza dei path, balancing ecc.), in base a quanto specificato al punto precedente, con una possibile estensione del dominio anche al Layer3. Sono da indicare i vantaggi di questa eventuale estensione.

Quanto richiesto nei punti precedenti, dal punto a) al punto e), dovrà essere implementabile dietro richiesta del GARR in ambiente di test realizzato del Fornitore.

- f) La **procedura di configurazione** attraverso l'utilizzo del **sistema di gestione** degli apparati (router e switching L2/L3).
- g) Lo **Schema di Test**, nel quale devono essere descritte le procedure e le attività necessarie per la verifica delle specifiche tecniche, funzionali e operative degli apparati offerti, al fine di provarne la rispondenza ai requisiti vincolanti imposti da GARR (vedi Capitolo 4) nella configurazione proposta dal Fornitore (rispondente ai requisiti di ridondanza indicati nel paragrafo 10.1).
- h) Il **Piano di Rilascio**, nel quale il Fornitore dovrà descrivere nel dettaglio le procedure e i tempi previsti per il trasporto, la consegna, l'installazione e il collaudo degli apparati nelle sedi dei PoP GARR. La procedura e la tempistica del rilascio sarà concordata tra Fornitore e GARR, in base alle priorità definite dal GARR e verificate contestualmente alla definizione del Progetto di Migrazione. Il rilascio e collaudo di tutti gli apparati dovrà avvenire entro i termini indicati dal Fornitore all'atto dell'Offerta (che non potrà superare **105 giorni solari** dalla data dell'ordine di GARR al Fornitore), trascorsi i quali saranno applicate le Penali per ritardata consegna, previste dallo Schema di Contratto di Fornitura. Il Fornitore dovrà aggiornare il GARR con una relazione bisettimanale in cui sarà data evidenza dello stato di avanzamento del Piano di Rilascio e in cui dovranno essere evidenziate eventuali criticità tecniche e gestionali reali e potenziali che possano ostacolare l'esecuzione del piano. Qualora si dovessero verificare rallentamenti nella tempistica, rispetto al piano originario, imputabili al Fornitore (ad es. ritardo nella consegna degli apparati, assenza del personale, malfunzionamenti degli apparati, ecc.), il Fornitore sarà tenuto ad





- Il costo del Servizio di supporto specialistico per 1 anno.
- Il **Costo Totale della fornitura**, dato dalla somma dei costi complessivi sopra elencati.

### 8.3 CRITERI DI VALUTAZIONE TECNICI ED ECONOMICI

Come già anticipato le forniture saranno affidate con il criterio dell'**Offerta Economicamente più vantaggiosa** (ai sensi dell'Art.83, del D. Lgs. n. 163/2006 e s.m.i.) in base ai seguenti parametri e pesi:

- **qualità 65%**
- **prezzo 35%**

#### 8.3.1 Criteri tecnici per la valutazione dell'offerta

Nel parametro **qualità** che complessivamente attribuisce **65** punti saranno presi in considerazione i seguenti elementi:

- **Funzionalità [PF→fino a 35 punti].**
- **Capacità delle Porte in Eccedenza [PCE→fino a 5 punti].**
- **Progetto Tecnico di Rete [PPTR→fino a 10 punti].**
- **Servizio di Assistenza Specialistica e Manutenzione [PSAM→fino a 10 punti].**
- **Affiancamento e Formazione [PAF→fino a 5 punti].**

Il punteggio tecnico totale sarà dato dalla somma dei punteggi tecnici parziali, meglio definiti nei successivi sotto paragrafi.

##### 8.3.1.1 Punteggio tecnico relativo alle Funzionalità [PF→ fino a 35 punti]

La valutazione tecnica prenderà in considerazione gli aspetti **migliorativi** relativi alle funzionalità e alle caratteristiche tecniche ed operative degli apparati di routing e switching proposti, le quali dovranno essere conformi ai requisiti vincolanti specificati nei paragrafi 4.1, 4.3, 4.5 ed essere descritte con le modalità indicate nel paragrafo 8.1. Verranno considerate inoltre nella valutazione tecnica complessiva le caratteristiche e funzionalità opzionali proposte dal fornitore in risposta a quanto indicato nei paragrafi 4.2, 4.4 e 4.6.

Considerata la molteplicità degli aspetti tecnici da valutare, il processo di assegnazione del punteggio sarà articolato in due fasi. Nella prima fase sarà utilizzato un intervallo di Unità di Valutazione Funzionale (**UVF**) pari a **350**, ripartito con le modalità riportate in Tabella 45. Nella seconda fase la valutazione funzionale ottenuta verrà normalizzata a **35 punti**, come di seguito illustrato.

La proposta che avrà totalizzato il maggior numero di **Unità di Valutazione Funzionale** (**UVF<sub>max</sub>**) vedrà attribuiti i **35 punti** massimi disponibili, alla k-sima proposta verrà assegnato un punteggio secondo la formula di seguito riportata:

$$PF_k = 35 * \left( \frac{UVF_k}{UVF_{max}} \right)$$

In Tabella 45 sono riportate le Unità di Valutazione Funzionale assegnati a ciascun elemento considerato.



<b>VALUTAZIONE TECNICA FUNZIONALE DEGLI APPARATI (100)</b>	
Aspetti migliorativi delle funzionalità e delle caratteristiche tecniche e operative degli apparati rispetto ai valori minimi indicati nei requisiti <b>vincolanti globali</b> (vedi paragrafo 4.1)	80
Caratteristiche tecniche e funzionalità <b>opzionali globali</b> degli apparati (vedi paragrafo 4.2)	20
<b>ROUTER (100)</b>	
Aspetti migliorativi delle funzionalità e delle caratteristiche tecniche e operative degli apparati di routing rispetto ai valori minimi indicati nei requisiti <b>vincolanti</b> (vedi paragrafo 4.3)	60
Caratteristiche tecniche e funzionalità <b>opzionali</b> dei router (vedi paragrafo 4.4)	40
<b>CORE NODE (100)</b>	
Aspetti migliorativi delle funzionalità e delle caratteristiche tecniche e operative degli apparati di switching L2/L3 rispetto ai valori minimi indicati nei requisiti <b>vincolanti</b> (vedi paragrafo 4.5)	70
Caratteristiche tecniche e funzionalità <b>opzionali</b> degli apparati di switching L2/L3 (vedi paragrafo 4.6)	30
<b>EDGE NODE (50)</b>	
Aspetti migliorativi delle funzionalità e delle caratteristiche tecniche e operative degli apparati di switching L2/L3 rispetto ai valori minimi indicati nei requisiti <b>vincolanti</b> (vedi paragrafo 4.5)	35
Caratteristiche tecniche e funzionalità <b>opzionali</b> degli apparati di switching L2/L3 (vedi paragrafo 4.6)	15

**Tabella 45: Dettaglio delle 350 Unità di Valutazione Funzionale**

### 8.3.1.2 **Punteggio tecnico relativo alle Porte in Eccedenza [PCE → fino a 5 punti]**

Considerata la continua evoluzione della propria infrastruttura di rete, il GARR considera premiante quelle configurazioni degli apparati che presentino un'eccedenza di equipaggiamento in termini di porte.

Nella valutazione delle Porte in Eccedenza saranno considerate quelle porte, di backbone e/o di accesso, che siano della stessa tipologia di quelle utilizzate nel determinare la consistenza richiesta. Ovvero non saranno considerate porte extra, di tipologia diversa da quelle necessarie a rispondere alle richieste di GARR e indicate nella consistenza. Si sottolinea che tutte le porte presenti sul nodo anche se non considerate nel presente computo dovranno, **pena l'esclusione** dell'Offerta, rispondere a tutti i requisiti tecnici dichiarati.

Pertanto nel computo delle porte in eccedenza verranno considerate le sole interfacce, che in ragione della maggiore densità di porte presenti all'interno di ogni singolo modulo d'interfaccia e in conformità ai requisiti di ridondanza richiesti nella consistenza (vedi Capitolo 10), offrano una eccedenza di porte rispetto al numero minimo richiesto.

Una volta verificata la conformità della configurazione per ciascun apparato ai requisiti di consistenza e ridondanza della connettività definiti nel Capitolo 10 verrà calcolata per ogni apparato la capacità complessiva delle porte richieste in consistenza in unità di capacità 1Gbps.

Per ogni tipologia di apparato abbiamo che la **capacità in eccedenza (CE)** sarà data da:

$$CE_{TOT}(Tipo) = \sum_{i=1}^{N_{Tipo}} (CO(Tipo)_i - CR(Tipo)_i)$$

Dove **Tipo** individua la tipologia di apparato: **Router, Core Node, Edge Node** e per ogni **Tipo** di apparato abbiamo che:

- **CE<sub>TOT</sub>(Tipo)** è la somma della capacità in eccedenza totale delle porte offerte.
- **CO(Tipo)<sub>i</sub>** è la capacità delle porte offerte per l'i-esimo apparato.
- **CR(Tipo)<sub>i</sub>** è la capacità delle porte richiesta per l'i-esimo apparato.

Per ogni tipologia di apparato, la proposta che risulterà avere il valore più elevato della capacità in eccedenza **CE<sub>TOT</sub>(Tipo)<sub>max</sub>** vedrà attribuito il punteggio massimo previsto per quella tipologia di apparato



come di seguito indicato. Alla k-sima proposta verrà assegnato un punteggio secondo la formula di seguito riportata:

$$PCE(Tipo)_k = PCE(Tipo)_{\max} \times \left( \frac{CE_{TOT}(Tipo)_k}{CE_{TOT}(Tipo)_{\max}} \right)$$

I valori di  $PCE(Tipo)_{\max}$  sono:

- **$PCE(\text{Router})_{\max} = 2$  punti**
- **$PCE(\text{Core Node})_{\max} = 2$  punti**
- **$PCE(\text{Edge Node})_{\max} = 1$  punti**

### **8.3.1.3 Punteggio tecnico relativo al Progetto Tecnico di Rete [PPTR → fino a 10 punti]**

Sarà valutato il Progetto Tecnico di Rete elaborato dal Fornitore in conformità a quanto richiesto nel paragrafo 8.1. Saranno valutati in particolare il contenuto informativo in termini della soluzione e configurazione proposta, in termini di elementi innovativi, l'ottimizzazione delle risorse, verrà valutata inoltre la chiarezza dell'esposizione e la completezza nella descrizione della soluzione proposta.

### **8.3.1.4 Punteggio tecnico relativo al Servizio di Assistenza Specialistica e Manutenzione [PSAM → fino a 10 punti]**

Sarà valutato l'intero processo di gestione e risoluzione dei guasti. Saranno valutati in particolare:

- L'organizzazione del Costruttore dedicata all'attività di analisi e diagnosi dei guasti.
- L'organizzazione del Fornitore finalizzata alla sostituzione delle parti dichiarate guaste dal Costruttore sull'intero territorio nazionale in termini di tempi d'intervento on-site.
- I livelli di servizio proposti ove migliorativi di quelli di soglia richiesti.

### **8.3.1.5 Punteggio tecnico relativo al Servizio di Affiancamento e Formazione [PAF → fino a 5 punti]**

Sarà valutata l'organizzazione del Costruttore nella fase di disegno, configurazione e collaudo degli apparati oggetto della fornitura in affiancamento al personale tecnico del GARR. Sarà inoltre valutato il programma di formazione proposto per il personale tecnico del GARR.

## **8.3.2 Criteri economici per la valutazione dell'Offerta**

Per quello che riguarda il **prezzo** verranno considerate le seguenti voci di costo:

- **Costo Apparati:** è il costo totale di acquisto degli apparati.
- **Costo Sistema di Gestione:** è il costo di acquisto del sistema di gestione.
- **Costo Installazione:** comprende il trasporto, la consegna e l'installazione degli Apparati nei POP GARR e del sistema di gestione presso la direzione GARR.
- **Costo Assistenza e Manutenzione:** è il costo annuo del servizio di assistenza specialistica e manutenzione di tutta la fornitura hardware e software, incluso il sistema di gestione, per una durata contrattuale di 5 anni.



- **Costo Servizio Specialistico:** è il Costo Annuo del servizio di supporto specialistico per 1 anno.

Ad ogni offerta economica verrà assegnato un punteggio inversamente proporzionale alla offerta con il costo complessivo più basso.

Il costo complessivo per la k-sima offerta è dato dalla seguente formula:

$$\begin{aligned} \text{CostoTotale}(\text{€}) = & \text{CostoApparati}(\text{€}) + \\ & + \text{CostoSistemaGestione}(\text{€}) + \\ & + \text{CostoInstallazione}(\text{€}) + \\ & + \text{CostoServizioSpecialistico}(\text{€}) + \\ & + 5 \times \text{CostoAssistenzaManutenzione}(\text{€/anno}) \end{aligned}$$

Al k-simo **Fornitore**, a partire dal **CostoTotale** calcolato come sopra, verrà attribuito il punteggio economico così calcolato:

$$PE_k = PE_{\max} \times \frac{\text{CostoTotale}_{\min}}{\text{CostoTotale}_k}$$

Dove:

- > **PE<sub>k</sub>:** Il **punteggio economico** spettante al generico **Fornitore**.
- > **PE<sub>Max</sub>:** è 35 punti.
- > **CostoTotale<sub>Min</sub>:** corrisponde all'offerta con il costo complessivo più basso.
- > **CostoTotale<sub>k</sub>:** corrisponde al costo complessivo del Fornitore k-simo.

## 9 PROCEDURE DI PRE COLLAUDO (FIELD-TRIAL) E DI COLLAUDO

Per tutti gli apparati oggetto della presente gara (router e apparati di switching e loro parti accessorie), il Fornitore è tenuto ad effettuare con proprio personale, tutte le attività necessarie alla verifica delle specifiche tecniche, funzionali e operative sia nella fase di verifica preliminare (pre collaudo) che di collaudo in rete di tutti gli apparati. Il collaudo è inteso a verificare che le apparecchiature, le funzionalità ed i lavori di installazione eseguiti siano conformi a quanto richiesto nel presente documento e a quanto dichiarato dal Fornitore nell'Offerta Tecnica.

### 9.1 PROCEDURA DI PRE COLLAUDO (FIELD-TRIAL)

In seguito alla sottoscrizione del contratto di fornitura con il GARR, il Fornitore aggiudicatario sarà tenuto a dare evidenza delle funzionalità e della rispondenza ai requisiti vincolanti richiesti da GARR nel presente documento, nonché ai requisiti opzionali indicati e dichiarati nell'offerta tecnica degli apparati, mediante una validazione in rete (field-trial).

La Procedura di Pre Collaudo o field-trial (nel seguito per brevità solo **field-trial**) dovrà includere l'attivazione di una configurazione di test costituita da:

- Almeno 3 (tre) router per la realizzazione del layer IP.



- Almeno 6 (sei) apparati di switching L2/L3, di cui 4 (quattro) della fascia Core Node collegati a due router differenti, 2 (due) della fascia Edge Node ciascuno collegato a due Core Node.
- Realizzazione della full-mesh BGP tra i router, attivazione dell'IP/MPLS tra gli apparati di switching e configurazione dei servizi di accesso e trasporto del traffico utente verso i router IP e di circuiti e VPN di livello 2 tra due e più siti utente.
- Sistema di gestione, da usare nell'ambito del Field Trial.

Il Field Trial avverrà in stretta collaborazione con il personale tecnico indicato dal GARR.

Il fornitore dovrà garantire la consegna e l'installazione degli apparati necessari al field-trial entro e non oltre **45 (quarantacinque) giorni solari** dalla data di sottoscrizione del contratto di fornitura. I siti presso i quali verranno installati gli apparati verranno indicati da GARR in fase di preparazione del Progetto d'implementazione e migrazione a GARR-X (vedi Capitolo 11).

La durata dei test non dovrà superare **7 (sette) giorni solari**. Durante l'esecuzione del Field Trial sarà responsabilità del Fornitore documentare dettagliatamente ogni risultato atto a dimostrare il corretto funzionamento degli apparati sulla base delle modalità di test dichiarate dal Fornitore nell'Offerta Tecnica nel documento **Schema di Test** (vedi paragrafo 8.1). La documentazione costituirà una base per la qualificazione degli apparati e verrà presentata al personale tecnico del GARR che ne verificherà la congruenza.

Nel caso di esito negativo il fornitore avrà a disposizione ulteriori **15 (quindici) giorni solari** per apportare, alla configurazione del test-plant messo in campo, le modifiche hardware e software necessarie per il completo superamento del Field Trial. Trascorso tale termine il fornitore dovrà procedere nuovamente con i test per un tempo massimo di **7 (sette) giorni solari**.

In caso di mancata aderenza ai requisiti vincolanti e opzionali dichiarati dal fornitore è facoltà del GARR procedere alla **risoluzione del contratto di fornitura**, così come previsto nello Schema di Contratto, in quanto la soluzione proposta risulta non idonea o non conforme a quanto richiesta da GARR. In tal caso sarà cura del GARR inviarne tempestivamente comunicazione ufficiale al Fornitore, il quale sarà tenuto a sue spese e sotto la propria responsabilità al ritiro di tutto il materiale oggetto della fornitura installato nelle sedi GARR.

Qualora la validazione in campo degli apparati dia esito positivo, dimostrando la conformità degli apparati a quanto richiesto da GARR e l'aderenza con quanto dichiarato dal Fornitore nell'Offerta Tecnica, il Fornitore procederà alla consegna, installazione e collaudo di tutti gli apparati indicati in consistenza con la configurazione proposta nell'Offerta Tecnica (vedi Capitolo 11).

## **9.2 COLLAUDO DEI ROUTER E DEGLI APPARATI DI SWITCHING**

### **9.2.1 Termini per le procedure di collaudo**

Il rilascio e il collaudo degli apparati avrà luogo in due fasi, secondo il **Piano di Rilascio** (vedi paragrafo 8.1) delineato dal Fornitore nell'Offerta Tecnica.

Nella prima fase del Piano di Rilascio è prevista la consegna, l'installazione e la configurazione degli apparati da utilizzare nella Procedura di Pre Collaudo (field-trial) descritta nel paragrafo 9.1.

A handwritten signature in black ink, appearing to be a stylized 'G' or similar character.

La seconda fase del Piano di Rilascio prevede la consegna, l'installazione e il collaudo di tutti i singoli apparati oggetto della fornitura e dell'infrastruttura di rete complessiva.

Il Piano di Rilascio dovrà concludersi entro il termine massimo di **105 (centocinque) giorni solari** dalla data dell'ordine del GARR e comunque non oltre **30 giorni solari** dalla data di esito positivo della Procedura di Pre Collaudo (field-trial). Trascorso il suddetto termine massimo saranno applicate le penali previste nello Schema di Contratto.

### **9.2.2 Modalità per le procedure di collaudo**

Le procedure di collaudo verranno eseguite da personale incaricato dal Fornitore in possesso di idonea qualifica professionale con le modalità di test dichiarate dal Fornitore nell'Offerta Tecnica (*Schema di Test*). La data e il luogo delle operazioni di collaudo saranno concordate e potrà essere presente personale GARR o personale da questo incaricato. A seguito del collaudo di ciascun apparato sarà redatto uno specifico verbale, firmato dagli esecutori e da personale tecnico indicato da GARR, che ne verificherà la congruenza.

Il regolare collaudo dei prodotti non esonera comunque il Fornitore per eventuali difetti ed imperfezioni che non siano emersi al momento del collaudo ma vengano in seguito accertate; in tal caso il Fornitore è invitato ad assistere, attraverso suoi rappresentanti, ad eventuali visite di accertamento, dovendo rispondere, per essi, ad ogni effetto per tutta la durata del periodo di garanzia.

Saranno rifiutate le forniture che risultano difettose o in qualsiasi modo non rispondenti alle specifiche tecniche richieste. Possono essere dichiarate rivedibili quelle che presentano difetti di lieve entità, cioè non perfettamente conformi alle prescrizioni tecniche e per esse si ritiene che possano essere poste nelle condizioni prescritte, salvo l'applicazione delle penali per ritardata consegna come previsto nello Schema di Contratto.

Qualora le apparecchiature o parti di esse o i lavori di installazione non superino le prescritte prove funzionali e diagnostiche, le operazioni di collaudo saranno ripetute alle stesse condizioni e modalità entro **15 (quindici) giorni solari**, con l'applicazione delle penali previste a carico del Fornitore, come riportato nello Schema di Contratto.

### **9.2.3 Ritiro materiale in caso di rigetto della fornitura**

In caso di grave difformità è fatta salva la facoltà del GARR di risolvere il contratto di fornitura. In tal caso sarà cura del GARR inviarne tempestivamente comunicazione ufficiale al Fornitore, il quale sarà tenuto a sue spese e sotto la propria responsabilità al ritiro di tutto il materiale oggetto della fornitura installato nelle sedi GARR.

Il Fornitore ha l'obbligo di ritirare e di sostituire a sua cura e spesa i prodotti non accettati al collaudo entro **10 (dieci) giorni solari** dalla data del verbale dei collaudatori da cui risulti l'avvenuto rifiuto. Il GARR non risponde dei furti durante la permanenza delle partite rifiutate, né dell'eventuale incendio.

Se, trascorsi **30 (trenta) giorni solari** dalla data della comunicazione di rifiuto, il Fornitore non avrà provveduto a sostituire gli apparati (o parti accessorie di essi) rifiutati, il GARR potrà acquistarli presso terzi ed addebitare al Fornitore l'eventuale maggior prezzo. Qualora invece, il GARR ritenesse di accettare anche parzialmente i predetti apparati o parti accessorie di essi, il relativo prezzo sarà diminuito in proporzione al minor valore commerciale. Rimane salva la facoltà per il GARR di richiedere il risarcimento di eventuali maggiori danni.

A handwritten signature in black ink, appearing to be a stylized 'G' or similar character.

## 10 CONSISTENZA DEGLI APPARATI DI RETE

In questo capitolo si riportano le richieste di consistenza dei router e degli apparati di switching L2/L3 e i criteri di ridondanza vincolanti relativi alla connettività degli apparati, secondo i quali router e apparati di switching dovranno essere equipaggiati. Le richieste in termini di numero minimo e di tipologia d'uso delle interfacce sono riportate nell'**ALLEGATO 4 – “Consistenza Interfacce Apparati”**.

### 10.1 REQUISITI DI RIDONDANZA SULLA CONNETTIVITÀ DEGLI APPARATI DI RETE

Nel realizzare la configurazione del singolo nodo di rete il Fornitore dovrà seguire i seguenti Criteri di Ridondanza, **pena l'esclusione**. Tali requisiti dovranno essere applicati in modo differenziato tra le distinte tipologie di porte richieste. I requisiti di seguito riportati sono da considerarsi tra loro indipendenti:

- **Interconnessione verso Core Node:** nessun guasto o intervento dovrà comportare una riduzione del numero di porte funzionanti, di tale tipologia d'uso, maggiore del 50%.
- **Interconnessione verso Router:** nessun guasto o intervento dovrà comportare una riduzione del numero di porte funzionanti, di tale tipologia d'uso, maggiore del 50%.
- **Peering:** nessun guasto o intervento dovrà comportare una riduzione del numero di porte funzionanti, di tale tipologia d'uso, maggiore del 50%.
- **Migrazione:** nessuna richiesta.
- **Backbone:**
  - **Porte 10 GE:** le porte di tale tipologia dovranno essere alloggiare su slot indipendenti almeno per 4 di esse. Quindi un guasto o un intervento su qualsiasi slot che ospita tali porte potrà mettere fuori servizio 1 porta per volta, per configurazioni fino ad un massimo totale di 4 porte richieste sull'apparato. Se le porte richieste per questa tipologia sono in numero superiore a 4, le porte eccedenti potranno essere posizionate negli stessi slot di cui sopra in modo sequenziale e a riempimento progressivo **ma non tutte sul medesimo slot**.
  - **Porte 1 GE:** nel caso di porte di backbone ad 1GE nessun guasto o intervento dovrà comportare una riduzione del numero di porte funzionanti, di tale tipologia d'uso, maggiore del 50%.
- **Accesso Utente:** nessun guasto o intervento dovrà comportare una riduzione del numero di porte funzionanti, di tale tipologia d'uso, maggiore del 50%.

## 11 PROGETTO D'IMPLEMENTAZIONE E DI MIGRAZIONE A GARR-X

Il Fornitore aggiudicatario dovrà presentare un Progetto d'Implementazione e di migrazione dall'attuale infrastruttura di rete GARR-G a quella prevista per GARR-X (nel seguito semplicemente “*Progetto di Implementazione*”). Il *Progetto di Implementazione* dovrà essere delineato e concordato in stretta collaborazione

A handwritten signature in black ink, appearing to be the initials 'G' or 'J'.

con il personale tecnico del GARR., mediante scambio di informazioni e incontri, anche per via telematica.

La procedura di migrazione deve ridurre al minimo l'impatto sui servizi attualmente erogati agli utenti della comunità GARR e deve tener conto dei seguenti vincoli indicati dal Consortium GARR:

- Spazio disponibile nei PoP di GARR-G per l'affiancamento agli apparati attualmente installati in rete.
- Vincoli sui tempi di consegna degli apparati (legati alla disponibilità dei circuiti per effettuare il collaudo degli apparati di routing e switching).
- Lista di priorità dei PoP nei quali devono essere installati gli apparati.

Il *Progetto di Implementazione* deve essere inviato al GARR, in formato cartaceo ed elettronico **entro 30 (trenta) giorni solari** dalla data di sottoscrizione del Contratto di Fornitura e deve contenere la descrizione della procedura di migrazione organizzata in fasi verso la nuova infrastruttura di switching e routing di GARR-X.

Il GARR avrà a disposizione **15 (quindici) giorni solari** per comunicare formalmente al Fornitore che il *Progetto di Implementazione* non sia **accettabile** da GARR, fornendo le richieste di modifica e/o integrazione del progetto. A partire da tale comunicazione il Fornitore avrà a disposizione ulteriori **15 (quindici) giorni solari** per modificare e/o integrare il Progetto di Implementazione e inviarlo nuovamente al GARR in forma cartacea ed elettronica. Trascorso tale termine, nel caso in cui il Fornitore non sia in grado di produrre un nuovo documento o il Progetto di Implementazione non sia accettabile per il GARR, il GARR si riserva di poter risolvere il contratto, così come previsto nel Contratto di Fornitura.

## 12 ALLEGATI

In questa sezione vengono elencati tutti gli allegati al presente capitolato.

Nome allegato	Descrizione del contenuto
Allegato 1:	Template per la compilazione della Kit-List Tecnica (vedi paragrafo 8.1.1)
Allegato 2:	Schema di Presentazione dell'Offerta Economica (vedi paragrafo 8.2)
Allegato 3:	Anagrafica dei PoP
Allegato 4:	Consistenza Interfacce Apparati
Allegato 5:	Piano di Indirizzamento IPv4 e IPv6 nel Progetto GARR-X

Tabella 46: Elenco allegati



## 13 SPECIFICHE DI RIFERIMENTO EMESSE DA ENTI NORMATIVI

### 13.1 SPECIFICHE DI RIFERIMENTO EMESSE DA ETSI

1. ETSI EN 300 132 "Equipment Engineering (EE); Power supply interface at the input to telecommunications equipment".
2. EN 60950 "Safety of information technology equipment, including electrical business equipment".

### 13.2 SPECIFICHE DI RIFERIMENTO EMESSE DA ITU-T

3. ITU-T Recommendation Y.1710 "Requirements for OAM functions in Ethernet-based networks and Ethernet services", 01/2004.
4. ITU-T Recommendation Y.1711 "Requirements Operation & Maintenance mechanism for MPLS networks", 02/2004.
5. ITU-T Recommendation Y.1730 "Requirements for OAM functions in Ethernet-based networks and Ethernet services", 01/2004.
6. ITU-T Recommendation Y.1731 "OAM Functions and Mechanisms for Ethernet based networks", 05/2006.

### 13.3 SPECIFICHE DI RIFERIMENTO EMESSE DA ALTRI ENTI NORMATIVI

1. IETF RFC 4125 "Maximum Allocation Model (MAM)", giugno 2005.
2. IETF RFC 4127 "Russian Dolls Model (RDM)", giugno 2005.
3. IETF RFC5085 "MPLS Generic Associated Channel", giugno 2009.
4. IETF RFC 3985 "PWE3 Architecture", marzo 2005.
5. IETF RFC 4761 Virtual Private LAN Service (VPLS) using BGP for Auto-Discovery and Signaling.
6. IEEE 802.3 – 2000 edition.
7. IEEE 802.1q Virtual LANs.
8. IEEE 802.1ag "Connectivity Fault Management", Draft 3.0, aprile 2005.
9. IEEE 802.3ae/D5.0, maggio 2002.
10. IEEE 802.3ad.
11. IEEE 802.3ah "Media Access Control Parameters, Physical Layers, and Management Parameters for Subscriber Access Networks" ("Ethernet in the First Mile"); giugno 2004.
12. MEF 16 "Ethernet Local Management Interface".

## 14 GLOSSARIO

<b>API</b>	Application Programming Interface.
<b>APM</b>	Access Port Manager (personale tecnico che gestisce il POP GARR)
<b>AS</b>	Autonomous System.
<b>BGP</b>	Border Gateway Protocol.



<b>CAC</b>	Call Admission Control.
<b>CBR</b>	Constant Bit Rate.
<b>CBF</b>	Cross Border Fiber.
<b>CIR</b>	Committed Information Rate.
<b>CLI</b>	Command Line Interface.
<b>COS</b>	Class Of Service.
<b>CWDM</b>	Coarse WDM.
<b>DEISA</b>	Distributed European Infrastructure for Supercomputing Applications.
<b>DSCP</b>	Differentiated Services Code Point.
<b>DWDM</b>	Dense WDM.
<b>E2E</b>	End to End
<b>E-LAN</b>	Ethernet LAN.
<b>E-Line</b>	Ethernet Line.
<b>E-LMI</b>	Ethernet – Local Management Interface.
<b>EoMPLS</b>	Ethernet over MPLS.
<b>EVC</b>	Ethernet Virtual Connection.
<b>eVLBI</b>	Electronic Very Long Baseline Interferometry, è il progetto di osservazione radiotelescopica, che utilizza la rete per la movimentazione di grandi quantità di dati acquisiti dalle osservazioni astronomiche.
<b>FE</b>	Fast Ethernet.
<b>FIB</b>	Forwarding Information Base.
<b>FRR</b>	Fast ReRoute.
<b>FRU</b>	Field Replaceable Unit
<b>GbE</b>	Gigabit Ethernet.
<b>GÉANT</b>	pan-European Gigabit research network.
<b>GUI</b>	Graphical User Interface
<b>HW</b>	HardWare.
<b>GUI</b>	Graphical User Interface.
<b>IGMP</b>	Internet Group Multicast Protocol.
<b>IP</b>	Internet Protocol.



<b>IRU</b>	Indefeasible Right of Usage.
<b>LAG</b>	Link Aggregation Group.
<b>LAN</b>	Local Area Network.
<b>LDP</b>	Label Distribution Protocol.
<b>LFIB</b>	Label Forwarding Information Base.
<b>LIB</b>	Label Information Base.
<b>LMI</b>	Link Management Integrity.
<b>LOF</b>	Loss Of Frame.
<b>LOS</b>	Loss Of Signal.
<b>NA</b>	Non Applicabile.
<b>MAC</b>	Media Access Control.
<b>MAN</b>	Metropolitan Area Network.
<b>MBB</b>	Make Before Break
<b>MIB</b>	Management Information Base.
<b>MPLS</b>	Multi Protocol Label Switching.
<b>MTBF</b>	Mean Time Between Failure.
<b>MTTF</b>	Mean Time To Failure.
<b>MTTR</b>	Mean Time to Repair Mean.
<b>NOC</b>	Network Operation Centre.
<b>NREN</b>	National Research European Network.
<b>NTP</b>	Network Timing Interface.
<b>OAM</b>	Operation, Administration and Maintenance.
<b>ODF</b>	Optical Distribution Frame.
<b>OSPF</b>	Open Shortest Path First. Protocollo di routing interno utilizzato sulla rete GARR-G e GARR-X.
<b>P2P</b>	Point-to-Point
<b>PE</b>	Provider Edge.
<b>PIM</b>	Protocol Independent Multicast.
<b>PoP</b>	Point of Presence.
<b>PPPoE</b>	Point to Point Protocol over Ethernet.



<b>PW</b>	Pseudo Wire.
<b>PWE3</b>	Pseudo-Wire Emulation Edge to Edge.
<b>P2MP</b>	Point to Multi Point.
<b>RIB</b>	Routing Information Base.
<b>RTT</b>	Round Trip Time.
<b>SAN</b>	Storage Area Network.
<b>SDH</b>	Synchronous Digital Hierarchy.
<b>SFP</b>	Small Form-factor Pluggable.
<b>SIW</b>	Service InterWorking.
<b>SLA</b>	Service Level Agreement.
<b>SNMP</b>	Simple Management Network Protocol.
<b>SM</b>	Single Mode (fibre).
<b>SW</b>	SoftWare.
<b>STP</b>	Spanning Tree Protocol.
<b>TLS</b>	Transparent LAN Service.
<b>TOS</b>	Type Of Service.
<b>VC</b>	Virtual Circuit.
<b>VLAN</b>	Virtual LAN.
<b>VPLS</b>	Virtual Private LAN Service.
<b>VPN</b>	Virtual Private Network.
<b>VTP</b>	VLAN Trunking Protocol.
<b>WAN</b>	Wide Area Network.
<b>WDM</b>	Wavelength Division Multiplexing.
<b>XML</b>	eXtensible Markup Language.

A handwritten signature in black ink, appearing to be a stylized 'G' or similar character.