



Capitolato Tecnico di Gara – n.2004

GARA PER L’AFFIDAMENTO DELLA FORNITURA DI APPARATI DI RETE A PACCHETTO E RELATIVI SERVIZI DI ASSISTENZA SPECIALISTICA E MANUTENZIONE

Direzione Consortium GARR

Questo documento descrive le specifiche tecniche richieste per la fornitura di apparati di rete e della Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l’automazione dei processi gestionali della rete, mediante i quali il GARR intende realizzare la nuova rete a pacchetto. Nel presente documento è contenuto anche lo schema di presentazione delle offerte e sono descritti i criteri di valutazione delle stesse.

Sommario

1	Introduzione	8
1.1	Definizioni.....	8
1.2	Il Consortium GARR	11
1.3	La rete GARR oggi (GARR-X)	13
1.3.1	Architettura e stack protocollare della rete a pacchetto (IP/MPLS)	14
1.3.2	Servizi e accesso utente.....	15
1.3.3	Monitoring.....	16
1.3.4	DDoS detection e mitigation	17
1.4	Il progetto della nuova rete a pacchetto GARR-T.....	17
1.4.1	Modello di rete	18
1.4.2	Topologia	21
1.4.3	Protocolli.....	23
1.4.4	Architettura dei servizi di rete	24
1.4.5	Modello di monitoring e management	25
2	Oggetto e Descrizione della procedura di Gara.....	26
2.1	Oggetto della Fornitura	26
2.2	Procedura di Gara.....	26
2.3	Documenti Allegati al Capitolato di gara	27
2.4	Consistenza della fornitura.....	27
3	Caratteristiche generali della fornitura	29
3.1	Unico costruttore	29
3.2	Relazione diretta tra GARR e il costruttore	29
3.3	Vincoli per la fornitura.....	29
3.4	Indicazione sui requisiti	29
4	Requisiti tecnici e funzionali apparati di rete	30
4.1	Requisiti tecnici vincolanti del Sistema Operativo	30
4.2	Requisiti tecnici vincolanti comuni agli apparati	32
4.3	Requisiti tecnici vincolanti LEAF e EDGE.....	32
4.3.1	Requisiti vincolanti sui chipset	32
4.3.2	Requisiti vincolanti ambientali	32
4.3.3	Requisiti vincolanti di capacità	33
4.3.4	Requisiti vincolanti di connettività	33

4.3.5	Requisiti vincolanti di aggregazione delle interfacce	35
4.3.6	Requisiti vincolanti di ridondanza	35
4.3.7	Requisiti vincolanti dei protocolli e dei servizi di rete.....	36
4.3.8	Requisiti vincolanti di prestazione.....	38
4.4	Requisiti tecnici opzionali LEAF e EDGE.....	39
4.4.1	Requisiti opzionali sui chipset.....	39
4.4.2	Requisiti opzionali di capacità	39
4.4.3	Requisiti opzionali di ridondanza.....	41
4.4.4	Requisiti opzionali di aggregazione	41
4.4.5	Requisiti opzionali di prestazione.....	42
4.5	Requisiti tecnici vincolanti SPINE.....	42
4.5.1	Requisiti vincolanti sui chipset	42
4.5.2	Requisiti vincolanti ambientali	42
4.5.3	Requisiti vincolanti di capacità	43
4.5.4	Requisiti vincolanti di connettività	43
4.5.5	Requisiti vincolanti di aggregazione delle interfacce	44
4.5.6	Requisiti vincolanti di ridondanza	45
4.5.7	Requisiti vincolanti dei protocolli e dei servizi di rete.....	45
4.5.8	Requisiti vincolanti di prestazione.....	47
4.6	Requisiti tecnici opzionali SPINE.....	47
4.6.1	Requisiti opzionali sui chipset.....	48
4.6.2	Requisiti opzionali di capacità	48
4.6.3	Requisiti opzionali di ridondanza.....	48
4.6.4	Requisiti opzionali di aggregazione	49
4.6.5	Requisiti opzionali di prestazione.....	49
4.7	Requisiti tecnici vincolanti VRR	49
4.7.1	Requisiti vincolanti ambientali	49
4.7.2	Requisiti vincolanti di connettività	50
4.7.3	Requisiti vincolanti di prestazione.....	50
4.8	Requisiti tecnici opzionali su consumi elettrici e occupazione di spazio.....	50
4.8.1	Requisiti tecnici opzionali sui consumi elettrici.....	50
4.8.2	Requisiti tecnici opzionali sulla occupazione di spazio.....	50
5	Requisiti tecnici della suite di gestione	51

5.1	Requisiti hardware.....	51
5.2	Requisiti funzionali	52
5.3	Requisiti sulla formazione	56
5.4	Requisiti tecnici opzionali della Suite di gestione.....	56
6	Requisiti tecnici del sistema DDoS mitigation	58
6.1	Requisiti funzionali	58
7	Requisiti tecnici del cablaggio dati	61
7.1	Cablaggio LC-LC e RJ45	61
7.1.1	Collaudo cablaggio dati LC-LC.....	62
7.2	Cablaggio MPO-LC	64
7.2.1	Collaudo cablaggio dati MPO-LC	66
7.3	Cablaggio MPO-MPO	67
7.3.1	Collaudo cablaggio dati MPO-MPO	68
7.4	Quantitativo dei materiali	69
7.5	Etichettatura.....	69
8	Specifiche dei Servizi di Assistenza e Supporto	71
8.1	Servizio di assistenza specialistica e manutenzione.....	71
8.1.1	Servizio di risoluzione dei guasti.....	72
8.1.1.1	Classificazione dei guasti	72
8.1.1.2	Service Level Agreement	73
8.1.1.3	Risoluzione dei guasti tramite supporto tecnico del Costruttore degli apparati	74
8.1.1.4	Trouble Ticket System del Costruttore.....	75
8.1.1.5	Servizio di sostituzione dei componenti guasti e supporto tecnico in loco	75
8.1.1.6	Servizio di garanzia e gestione delle scorte.....	76
8.1.2	Servizio di manutenzione ordinaria e straordinaria	76
8.1.2.1	Servizio di manutenzione ordinaria.....	77
8.1.2.2	Servizio di manutenzione straordinaria.....	77
8.1.3	Servizio di aggiornamento software.....	78
8.1.4	Servizio di manutenzione della Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete.....	78
8.1.5	Servizio di manutenzione del sistema di DDoS mitigation	78
8.1.6	Reportistica sui Servizi di Assistenza Specialistica e Manutenzione	79
8.1.7	Servizio di consulenza professionale	79
8.1.8	Punti di contatto e di escalation per il servizio di assistenza specialistica e manutenzione ...	80
8.2	Servizio di Supporto Professionale	80

8.2.1	Servizio di attivazione della rete.....	80
8.2.2	Servizio di supporto per la Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete	82
8.2.3	Servizio di supporto per il sistema di DDoS mitigation	82
8.2.4	Servizio di redazione del progetto di migrazione	82
8.2.5	Servizio di formazione	83
9	Verifica in laboratorio delle funzionalità dichiarate (LAB trial)	85
9.1	Modello di rete in laboratorio e termini di accesso	85
10	Rilascio della fornitura.....	88
10.1	Piano di realizzazione	88
10.2	Tempi di Consegna della Fornitura.....	88
10.3	Struttura di Delivery del Fornitore	89
10.4	Struttura di Supporto all'Attivazione.....	90
10.5	Attività Propedeutiche alla Realizzazione (Processo di delivery)	91
10.5.1	Sopralluoghi.....	92
10.5.2	Approvvigionamento del Materiale	92
10.6	Progetto Tecnico Esecutivo	93
10.6.1	Cablaggio dati ed ottiche.....	94
10.6.2	Collegamento alla rete elettrica	94
10.7	Field Trial: Verifica in rete delle funzionalità dichiarate.....	94
10.7.1	Lista dei test e modalità di esecuzione.....	95
10.7.2	Ritiro materiale in caso di rigetto della fornitura	96
10.8	Gestione dei guasti in fase di delivery	96
11	Verifica Tecnico-Funzionale dei sistemi (Collaudo).....	97
11.1	Collaudo dei sistemi e dei cablaggi installati in ciascun PoP	97
11.2	Collaudo della Suite e del sistema di DDoS mitigation.....	97
11.3	Collaudo generale della rete	98
12	Schema di Presentazione delle Offerte	99
12.1	Schema di redazione dell'Offerta Tecnica.....	99
12.1.1	Guida alla compilazione del file AllegatoB	100
12.2	Progetto di rete	100
12.3	Schema di redazione dell'Offerta Economica	101
12.3.1	Guida alla compilazione file AllegatoB (sezione Riepilogo Costi).....	101

12.3.2	Guida alla compilazione file AllegatoB (altre sezioni)	105
13	Criteri di Valutazione delle Offerte.....	107
13.1	Punteggio Tecnico	107
13.1.1	Peso degli elementi premianti.....	108
13.2	Il Punteggio Economico	110
13.2.1	Costo di Investimento.....	111
13.2.2	Costo Spesa Operativa.....	111

INDICE TABELLE

Tabella 1:	Valore della Base d'Asta (IVA esclusa)	27
Tabella 2:	Elenco degli apparati Leaf e Edge su cui sarà valutato il requisito premiante di capacità	40
Tabella 3:	Elenco degli apparati Leaf e Edge su cui sarà valutato il requisito premiante di ridondanza	41
Tabella 4:	Elenco degli apparati spine su cui sarà valutato il requisito premiante di ridondanza	48
Tabella 5:	Template misurazione dei livelli ottici	63
Tabella 6:	Template misurazione dei livelli ottici SFP-SFPP	67
Tabella 7:	Template misurazione dei livelli ottici QSFP 40G (4x10G).....	69
Tabella 8:	Formule per il calcolo dei materiali per il cablaggio	69
Tabella 9:	Classificazione dei guasti.....	73
Tabella 10:	Valori di soglia dei livelli di servizio richiesti	74
Tabella 11:	Quantitativo minimo di parti spare	76
Tabella 12:	Tempi di consegna della Fornitura.....	89
Tabella 13:	Riepilogo dei costi di fornitura degli APPARATI e SERVIZIO DI MANUTENZIONE	102
Tabella 14:	Riepilogo dei costi di fornitura delle SCORTE	102
Tabella 15:	Riepilogo dei costi di fornitura delle OTTICHE	102
Tabella 16:	Riepilogo dei costi di fornitura del cablaggio ottico	103
Tabella 17:	Riepilogo costi di fornitura della Suite per l'automazione della rete e sistema DDoS mitigation	103
Tabella 18:	Riepilogo dei costi di INSTALLAZIONE.....	104
Tabella 19:	Riepilogo dei costi dei SERVIZI di ASSISTENZA.....	104
Tabella 20:	Riepilogo dei costi dei SERVIZI PROFESSIONALI.....	104
Tabella 21:	Riepilogo costi dell'intera fornitura	105

INDICE FIGURE

Figura 1:	Enti GARR.....	12
Figura 2:	Topologia della rete GARR-X	13
Figura 3:	Topologia IP della rete GARR-X.....	14
Figura 4:	Tipologie accessi utente in GARR-X.....	16

Figura 5: Topologia clos	18
Figura 6: Architettura di rete	19
Figura 7: Topologia di rete (area centro-nord).....	22
Figura 8: Topologia di rete (area centro-sud).....	22
Figura 9: Cablaggio rame/ottico nei PoP GARR.....	61
Figura 10: Collaudo cablaggio LC-LC (10GBase-LR e 1GBase-LX)	63
Figura 11: Collaudo cablaggio LC-LC (10GBase-ZR e 1GBase-ZX)	64
Figura 12: Cablaggio MPO to LC	65
Figura 13: Esempio pinout per moduli MPO-LC	65
Figura 14: Collaudo cablaggio MPO-LC.....	66
Figura 15: Cablaggio MPO24 to 2x MPO12	67
Figura 16: Collaudo cablaggio MPO-MPO	68
Figura 17: Schema LAB Trial	86

1 INTRODUZIONE

Questo è il Capitolato Tecnico relativo alla procedura di Gara, riferimento n.2004, indetta dal Consortium GARR per la fornitura di apparati di rete a pacchetto, della Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete, del sistema di mitigazione dei DDoS e dei servizi di assistenza specialistica e manutenzione.

Nel presente Capitolo è inclusa la descrizione della rete attuale, GARR-X e della rete futura GARR-T.

Nel Capitolo 2 si riportano i dettagli dell'oggetto della fornitura di gara con relativa Base d'Asta. Nei Capitoli 3, 4, 5 e 6 vengono elencate le caratteristiche generali della fornitura, i requisiti tecnici vincolanti e premianti degli apparati, della Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete e del sistema di mitigazione dei DDoS.

Il Capitolo 7 descrive i requisiti tecnici per il cablaggio richiesto e relativi schemi di collegamento.

Al Capitolo 8 sono riportate le specifiche dei servizi di assistenza specialistica e di manutenzione degli apparati, della Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete e del sistema di mitigazione DDoS, incluso i servizi di supporto specialistico erogati direttamente dal Costruttore.

Nel Capitolo 9 sono descritte le procedure di verifica funzionale (lab-trial), da svolgersi a seguito dell'aggiudicazione provvisoria di gara.

Il Capitolo 10 include le informazioni e le richieste relative al piano di rilascio della fornitura in tutti i suoi aspetti, incluso la procedura di Field-Trial nelle modalità richieste.

Nel Capitolo 2.4 è descritta la consistenza della fornitura, nel Capitolo 12 sono indicate le **specifiche riguardanti il Progetto di rete che dovrà essere presentato dal Fornitore**, lo schema di presentazione dell'offerta economica, con le istruzioni di compilazione degli Allegati al capitolato.

Il Capitolo 13 contiene infine i criteri di valutazione e di assegnazione dei punteggi tecnico e economico per l'aggiudicazione di gara.

1.1 Definizioni

Di seguito vengono elencati gli acronimi e le definizioni di alcuni termini utilizzati nel presente documento.

Termine	Definizione
802.1Q	Specifica IEEE per l'aggiunta di tag di rete locale virtuale (VLAN) a un frame Ethernet
802.3ad link Distribution	Processo che consente il raggruppamento di interfacce Ethernet a livello fisico per formare un'unica interfaccia a livello di collegamento, noto anche come (LAG) o bundle LAG
AE	Logical Aggregate Ethernet
Apparato	Gli apparati necessari alla realizzazione dell'infrastruttura rete oggetto di questa gara.

Termine	Definizione
ARP	Protocollo di risoluzione dell'indirizzo. Protocollo per la mappatura degli indirizzi IPv4 su indirizzi MAC (Media Access Control).
BFD	Bidirectional Forwarding Detection
BGP	Border Gateway Protocol
BGP-LU	BGP Label Unicast
CE	Customer Edge
Chassis	Telaio (tipicamente metallico) che costituisce la struttura portante dell'apparato.
CoS	Class of Service
Costruttore (vendor)	Organizzazione produttrice del sistema offerto dal Fornitore.
CPE	Customer Premises Equipment
DC	Data Centre
ECMP	Equal Cost Multi Path
EVPN	Ethernet VPN
Fornitore	Operatore economico responsabile della fornitura costituente l'oggetto della presente procedura di gara.
FRU	Field Replaceable Unit
GARR-T	Progetto di evoluzione dell'attuale infrastruttura di rete GARR, del quale fa parte la realizzazione dell'infrastruttura di rete a pacchetto oggetto di questa gara.
GR	Graceful Routing switchover
HA	High Availability
HLD	High Level Design
HOT-SWAPPABLE	Identifica la possibilità di inserire e rimuovere elementi dall'apparato acceso e funzionante senza che questa operazione influenzi l'inoltro o l'instradamento del traffico in transito in alcun modo.
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
HTTPS	Hypertext Transfer Protocol over Secure Sockets Layer
IGMP	Internet Group Management Protocol
KPI	Key Performance Indicator

Termine	Definizione
LACP	Link Distribution Control Protocol
LAG	Link Distribution Group. Due o più collegamenti di rete raggruppati per apparire come un singolo collegamento, noto anche come bundle.
LLD	Low Level Design
LSP	Label Switch Path
MSDP	Multicast Source Discovery Protocol. Used to connect multicast routing domains to allow the domains to discover multicast sources from other domains.
NOC (Network Operation Center)	Struttura operante presso la direzione del Consortium GARR in grado di gestire, controllare e supervisionare l'infrastruttura della rete GARR.
Nodo	Chassis che costituisce una terminazione di rete. Il nodo può essere costituito da uno o più chassis collocati e tra loro interconnessi, gestiti come un'unica unità logica.
NTP	Network Time Protocol
OAM	Operation, Administration and Maintenance
OoB	Out Of Band
OSPF	Open Shortest Path First
P2P	Point-to-point
P2MP	Point-to-MultiPoint
PCEP	Path Computation Element Communication Protocol
PE	Provider Edge
PIM-SM	Protocol Independent Multicast Sparse Mode
PIM-SSM	PIM-Source-Specific Multicast
POC	Proof of Concept
POP	Siti dove sono presenti gli apparati
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 utente, switch Layer2 Ethernet, ecc.).
QoS	Quality of Service
ROV	Route Origin Validation

Termine	Definizione
RPKI	Resource Public Key Infrastructure
RTR	Router to Router
RP	Rendezvous Point. Per la modalità sparsa PIM, un router principale che funge da radice dell'albero di distribuzione in un albero condiviso.
SBI	Southbound Interface
SLA	Service Level Agreement
SNMP	Simple Network Management Protocol. Il protocollo regola la gestione della rete e il monitoraggio dei dispositivi di rete e delle loro funzioni.
SPRING	Source Packet Routing rfc7855
SR-TE	Segment Routing TE
SSH	Secure Shell. Protocol that uses strong authentication and encryption for remote access across a non-secure network.
Syslog	System log. Metodo per l'invio e l'archiviazione di messaggi in un file di registro per la risoluzione dei problemi o l'archiviazione.
TI-LFA	Topology Independent – Loop Free Alternate
TT	Trouble Ticket
TTS	Trouble Ticket System
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.
VRF	Virtual routing instance e forwarding
VRR	Virtual Route Reflector
VLAN	Virtual LAN
VXLAN	Virtual Extensible LAN

1.2 Il Consortium GARR

Il Consortium GARR è un'associazione senza fini di lucro fondata, sotto l'egida del Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca, da alcune tra le maggiori realtà nazionali per l'istruzione e la ricerca scientifica: il CNR, l'ENEA, l'INFN e la Fondazione CRUI, in rappresentanza di tutte le Università italiane.

La sua missione consiste nel progettare, implementare e gestire la Rete Nazionale dell'Istruzione e della Ricerca (National Research and Education Network - NREN). La rete GARR è la rete nazionale di

telecomunicazioni a banda ultra larga atta a garantire alla comunità scientifica ed accademica italiana la connettività al Sistema delle Reti Accademiche e della Ricerca mondiali; fornire servizi per favorire l'armonizzazione, l'implementazione e la gestione delle e-Infrastructure della comunità scientifica e accademica nazionale; sostenere e stimolare lo sviluppo di strumenti atti a facilitare l'accesso alle risorse di calcolo, super-calcolo e storage a livello nazionale ed internazionale, erogando gli opportuni servizi necessari a mantenere le e-Infrastructure ai livelli degli standard internazionali.

La rete GARR è innanzitutto una comunità di Ricerca, Istruzione e Formazione, Cultura. L'accesso alla rete GARR non è un servizio commerciale disponibile a chiunque o a privati: la richiesta di accesso da parte di un ente od una istituzione deve essere approvata dal Comitato Tecnico Scientifico e dal Consiglio di Amministrazione del GARR che verifica la natura del soggetto richiedente e dei suoi scopi di ricerca, istruzione e culturali. Sulla rete GARR è consentito qualsiasi tipo di traffico conforme con le Regole di Utilizzo della Rete (Acceptable Use Policy-AUP) del GARR e in armonia con quelle delle reti della ricerca europee. Pur non essendo consentito il transito del traffico commerciale, la rete GARR offre alla propria comunità transito verso il global internet mondiale attraverso collegamenti ridondati con i principali operatori a livello nazionale ed internazionale.

Alla rete GARR sono collegate circa 1000 sedi tra atenei, laboratori, centri di ricerca, biblioteche, musei, scuole e altre realtà scientifiche e culturali, rappresenta la piattaforma abilitante a supporto delle attività accademiche e di ricerca, contribuendo a promuovere le collaborazioni interdisciplinari e lo sviluppo di competenze e innovazione: dalla Fisica delle alte energie, alla Geofisica e Vulcanologia alla Biomedicina, all'Astrofisica, alla ricerca in Agricoltura e alle Arti e ai Beni Culturali.



Figura 1: Enti GARR

Agli utenti della rete GARR è garantito l'accesso a larghissima banda (attualmente con connessioni fino a 100 Gbps) e il supporto di una vasta gamma di servizi avanzati di rete e applicativi (gestione operativa della rete e supporto tecnico, sicurezza informatica, registrazione di nomi a dominio e assegnazione di indirizzi IPv4 e IPv6, certificati e identità digitale, mirror, multivideoconferenza, Filesender, la Federazione delle identità digitali IDEM e la Federazione Eduroam, ecc.).

GARR applica un modello di governance che favorisce l’inclusività e coinvolge gli utenti nelle decisioni sulle evoluzioni future della rete e delle infrastrutture digitali.

Diversamente dai provider commerciali, l’utente è considerato parte attiva della rete in quanto in grado di fornire contenuti per la comunità e questo è reso possibile dalla caratteristica dei collegamenti simmetrici che hanno uguale capacità di banda sia in download che in upload.

1.3 La rete GARR oggi (GARR-X)

GARR-X è la versione corrente della rete in fibra ottica dedicata alla comunità italiana dell’Università e della Ricerca. Le potenzialità della fibra ottica e la piena gestione dei collegamenti da parte del GARR con il controllo diretto dell’infrastruttura, offrono all’utente grandissima flessibilità nell’accesso alla rete. La modalità di accesso può essere modellata sulle base delle specifiche esigenze di ciascuna sede utente, semplificando l’implementazione di servizi innovativi e ottimizzando i costi, grazie all’assenza di vincoli su capacità e tecnologia del collegamento e un efficace supporto alle attività di ricerca e formazione su tutto il territorio nazionale.

Sull’infrastruttura in fibra ottica di GARR-X è possibile costruire velocemente un numero illimitato di reti virtuali o circuiti dedicati nazionali e internazionali per permettere a ricercatori e studenti italiani di partecipare a comunità virtuali di ricerca in tutto il mondo, rendendo possibile la collaborazione in tempo reale. Con GARR-X è possibile accedere in modo semplice e sicuro ad infrastrutture di calcolo scientifico, a grandi banche dati ed altre risorse distribuite. GARR-X è completamente interoperabile con le infrastrutture delle altre reti della ricerca in Europa e nel resto del mondo e rende possibile la fornitura di servizi tra un utente e l’altro (end-to-end), in modo più rapido e immediato rispetto agli operatori commerciali. La dorsale



Figura 2: Topologia della rete GARR-X

della rete è costituita da fibre ottiche spente su cui sono illuminati circuiti basati sulle più avanzate tecnologie ottiche di trasporto che permettono di raggiungere velocità fino a 500Gbps (superchannel). La struttura

magliata, che interconnette quasi 80 PoP (Punti di Presenza), conferisce alla rete un'elevata affidabilità e raggiunge un gran numero di istituzioni grazie alla sua diffusione capillare su tutto il territorio nazionale.

1.3.1 Architettura e stack protocollare della rete a pacchetto (IP/MPLS)

La rete GARR-X si compone di Router Juniper MX960 (33), MX480 (11) e MX80 (37). Esiste poi un livello di aggregazione ethernet locale realizzato con apparati di switching Cisco ME3400 (31) e ME3600 (29). GARR-X ha una struttura gerarchica il cui nucleo principale (core) è formato da 8 router MX960. Questi router sono collocati nei principali POP di GARR (RM2, MI1, MI2, BO1, NA1, BA1, CT1, PA1) che sono interconnessi mediante multipli link a 100Gbps e sui quali si attestano i POP secondari con link da 40Gbps o multipli 10Gbps. I router di core ricevono anche i collegamenti verso l'esterno della rete GARR, che rappresenta un'alta percentuale del traffico totale.

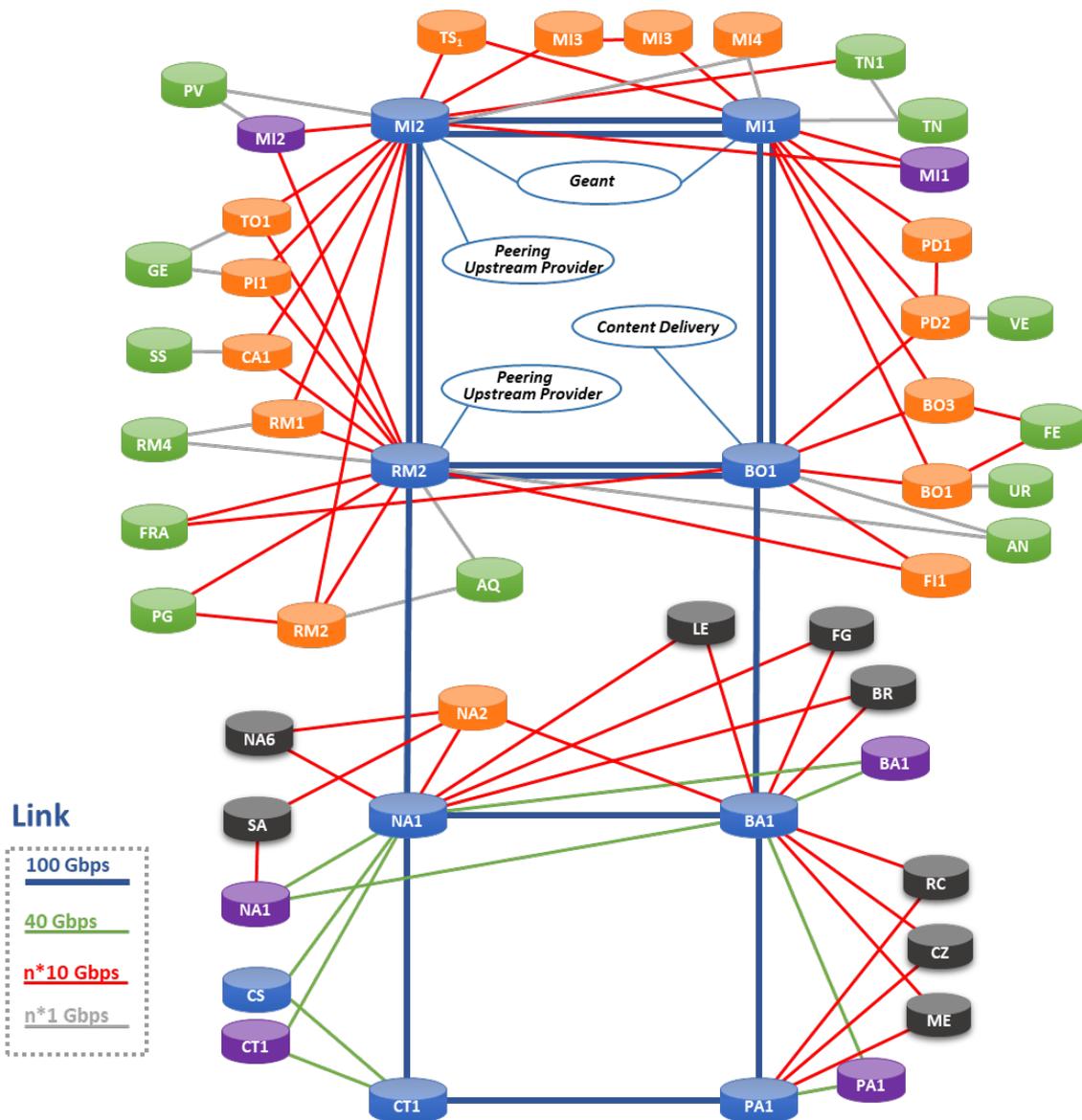


Figura 3: Topologia IP della rete GARR-X

Gli altri router MX960, MX480, MX80 hanno una funzionalità di aggregazione e di instradamento del traffico utente verso il nucleo della rete. A questi router infatti sono connessi fisicamente la maggior parte degli utenti di GARR-X. Parte degli utenti collegati a bassa capacità (1Gbps e inferiori) sono raccolti localmente o su siti di aggregazione remota mediante apparati ethernet Cisco ME3400, ME3600 e ASR920.

La struttura del backbone GARR-X può essere divisa in 3 diversi livelli funzionali. Facendo riferimento ad una organizzazione a livelli, la rete GARR-X può essere strutturata in:

- Livello Fisico (Layer1) realizzato principalmente tramite tecnologia DWDM;
- Livello di Trasporto (Layer2) realizzato tramite tecnologia IP/MPLS;
- Livello di Routing (Layer 3) realizzato tramite i protocolli OSPF e BGP.

Il livello Fisico di GARR-X non è oggetto del presente documento.

Il piano di controllo dell'infrastruttura di Routing e Switching di GARR-X è implementato attraverso i protocolli di seguito indicati, ciascuno con un ruolo funzionale distinto.

- **OSPFv2 e OSPFv3** per l'annuncio delle loopback e degli indirizzi punto-punto dei collegamenti di backbone;
- **BGP** per la propagazione delle reti utente e punto-punto di accesso;
- **LDP** per la distribuzione delle label MPLS;
- **RSVP-TE** per il traffic engineering.

1.3.2 Servizi e accesso utente

I servizi attualmente supportati sulla rete GARR-X sono:

- Accesso utente al servizio General Internet sia in IPv4 che in IPv6, con routing statico o BGP;
- **L3VPN IPv4 e IPv6**, con utenti interconnessi tramite routing statico o BGP;
- Servizi di trasporto Layer 2, mediante **L2VPN o VPLS**;
- Internet Multicast;
- BGP flowspec;
- Carrier-of-carriers VPN (RFC4364);
- Servizio di **DDoS mitigation** in tecnologia Juniper/Corero.

L'interconnessione degli utenti alla rete avviene esclusivamente tramite tecnologia Ethernet, con capacità 1 Gbps, 10 Gbps, 100 Gbps. Sulla base delle specifiche esigenze degli utenti, il collegamento d'accesso è realizzato attraverso link multipli di pari capacità (N*1 Gbps, N*10 Gbps, N*100 Gbps).

Di norma l'accesso utente viene realizzato con un collegamento diretto in fibra ottica fra l'apparato PE GARR e un CPE in sede utente, oppure tramite uno o più switch, anche magliati fra loro, come nel caso delle MAN. GARR utilizza anche servizi di aggregazione tramite rete operatore per la raccolta degli utenti remoti o a bassa capacità. In Figura 4 sono illustrate le possibili modalità di collegamento utente alla rete GARR.

In alcuni scenari, la ridondanza si ottiene con 2 CPE, collegati ai PE, con opzionalmente l'interposizione di una coppia di switch GARR in sede utente con il ruolo di punto di demarcazione tra il dominio di competenza GARR e quello dell'utente. Attualmente per rilevare alcuni guasti sul collegamento di ultimo miglio l'unica soluzione è impiegare il protocollo BGP.

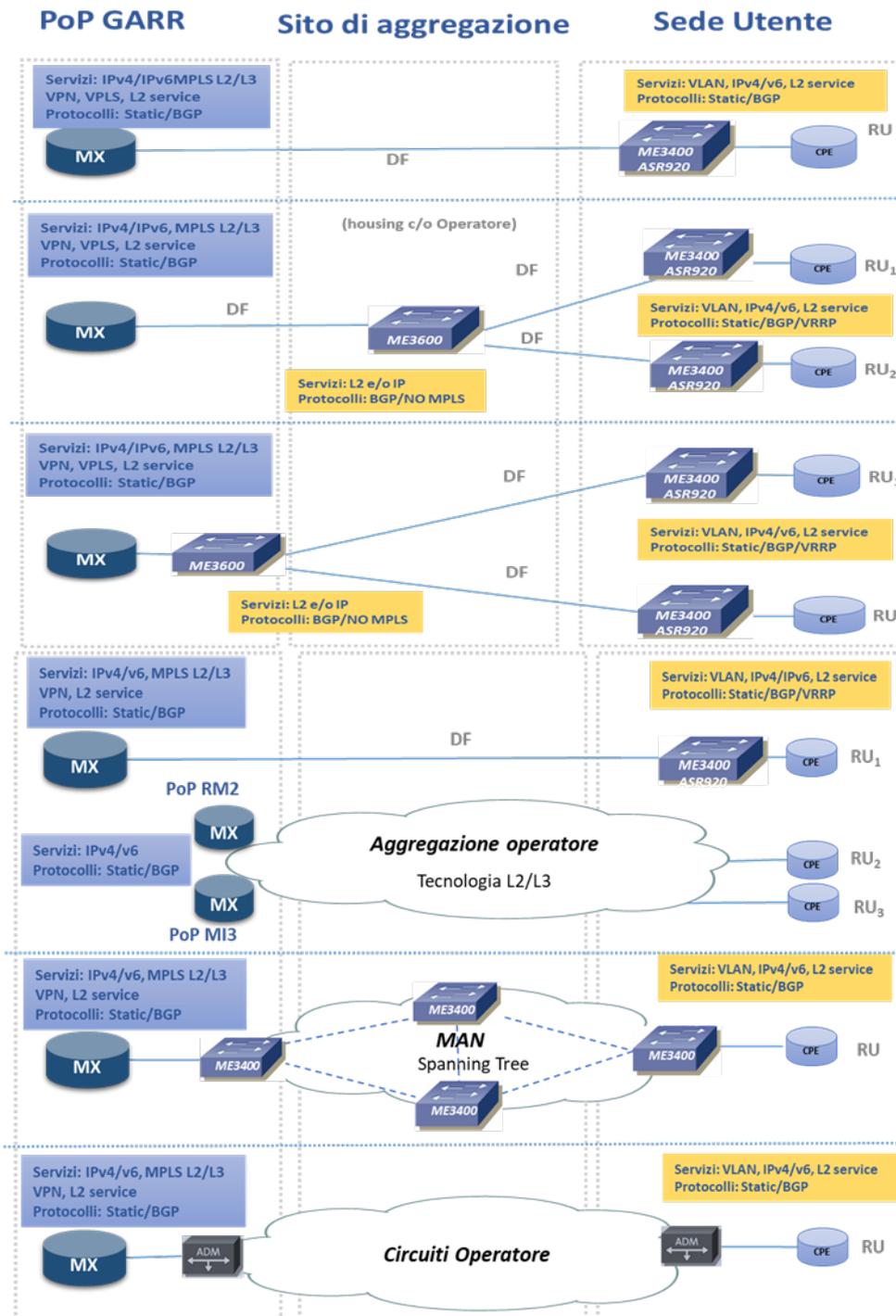


Figura 4: Tipologie accessi utente in GARR-X

1.3.3 Monitoring

Lo stato e le prestazioni della rete GARR sono costantemente monitorati, in modo da garantire un servizio quanto più possibile efficiente alla comunità italiana dell'Università e della Ricerca. L'attuale sistema utilizzato per il monitoring della rete GARR è GINS (GARR Integrated Networking Suite), una suite software che include gli strumenti per la diagnostica ed il tracking dei problemi di rete, i sistemi di acquisizione e

visualizzazione delle statistiche di traffico e di reportistica dell'attività di rete. I protocolli utilizzati da GINS sono SNMP, ICMP, SSH, Netconf le versioni Netflow V9 e IPFIX e le family monitorate INET, INET6 e VPLS.

GINS dispone di funzionalità di monitoring, statistiche, TTS, report e weathermap, molte delle quali sono pubbliche e consultabili liberamente sul web da qualsiasi utente interessato.

GINS rileva lo stato di differenti servizi sulla base delle informazioni ottenute dalla rete, generando allarmi relativi a criticità ed acquisendo dati statistici.

Le componenti monitorate sono:

- connettività IPv4 e IPv6 delle sedi utente e dei link di backbone (stato e latenza dei link ed errori sulle interfacce degli apparati);
- stato degli apparati di backbone (carico delle CPU, temperature);
- stato della configurazione e della funzionalità dei protocolli di routing (costi OSPF, stato e route dei peering BGP, stato degli LSP MPLS);
- controllo dello stato delle porte degli apparati ottici;
- controllo dello stato di link end-to-end layer2;
- latenza, packet loss e jitter raccolti dai router mediante interrogazione degli agent di real-time performance monitoring;
- statistiche di traffico separate per AS sui punti di peering;
- statistiche su base indirizzamento;
- monitoraggio delle anomalie di rete (DDoS);
- matrici di traffico tra le sedi utente e servizi GARR.

1.3.4 DDoS detection e mitigation

Sulla rete GARR opera un sistema di rilevazione e mitigazione degli attacchi DDoS inline, in grado di interagire automaticamente con gli apparati di rete Juniper applicando filtri dinamici per bloccare il traffico malevolo. Il sistema è denominato Corero TDD system.

1.4 Il progetto della nuova rete a pacchetto GARR-T

L'idea alla base del progetto è quella di proporre alla comunità GARR un nuovo modello di rete che, partendo dagli attuali livelli di servizio offerti all'utente, integri nuove funzionalità e metodologie gestionali, non presenti sull'attuale rete di produzione.

Come requisito di base, la nuova rete fornirà i servizi supportati dall'attuale rete di produzione:

- accesso a Internet nella tabella di routing globale (IPv4 e IPv6);
- trasporto MPLS based;
- L3VPN dual stack, con routing statico o BGP in base alle esigenze degli utilizzatori;
- servizi di livello 2 estesi geograficamente, basati sui modelli di trasporto L2VPN o VPLS;
- Internet Multicast;
- Carrier-of carriers (RFC4364);
- classificazione e trasporto basato sui meccanismi della Quality Of Service (QoS).

In aggiunta la nuova rete dovrà:

- essere maggiormente scalabile in termini di incremento rapido della capacità di trasporto;

- ridurre la complessità protocollare del piano di controllo, attraverso l'adozione del protocollo IGP IS-IS;
- adottare un nuovo modello topologico con un aumentato livello di resilienza ed efficienza nell'utilizzo delle risorse;
- integrare strumenti e metodologie per la configurazione automatica dei servizi, e strumenti di analisi ed intervento automatico in caso di anomalie;
- rendere disponibili nuovi strumenti per l'ingegnerizzazione dei percorsi di traffico, basati sul paradigma del Segment Routing;
- favorire l'interazione tra le applicazioni ed i sistemi di controllo attraverso canali standard (RESTfull APIs);
- supportare una nuova metodologia di monitoring, basata sul paradigma near real time dei dati telemetrici;
- favorire l'estensione geografica di domini L2 basati su tecnologia EVPN/VxLAN, EVPN/MPLS e stitching di EVPN/VXLAN a EVPN/MPLS, agevolando una più efficace interazione tra le applicazioni distribuite sui Data Center geografici;
- supportare il meccanismo VPN multicast per il trasporto del traffico Multicast over MPLS;
- implementare nuovi meccanismi che facilitano l'integrazione (Seamless MPLS) dei domini MAN sulla rete GARR.

1.4.1 Modello di rete

Il nuovo modello di rete prende ispirazione dalla topologia Clos, dove ogni stadio di commutazione intermedio permette di minimizzare il numero di crossconnessioni fra N ingressi e M uscite. La topologia permette inoltre:

- l'overbooking ($N > M$);
- load balancing su più percorsi in condizioni normali;
- resilienza in caso di guasto di un link o di uno stadio di commutazione (il traffico si ridistribuisce sui link rimanenti).

3-Stage Clos Network

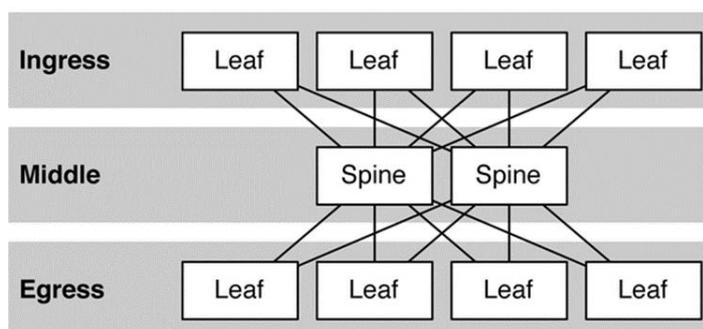


Figura 5: Topologia clos

I nodi **SPINE** realizzeranno lo stadio di commutazione ad elevata capacità della topologia Clos. Dovrebbero essere caratterizzati da un elevato numero di interfacce di rete ad alta velocità, e da una matrice di switching tale da garantire l'inoltro del traffico senza l'introduzione di perdite dovute alla congestione interna all'apparato.

Per questa categoria di nodi non è richiesto un set funzionale completo come per le altre tipologie di apparati; rappresenterà il router di CORE ad alta capacità, e non avrà il ruolo né di apparato di terminazione dei collegamenti dell'utente, né di apparato di terminazione dei collegamenti verso le altre reti della Ricerca e Upstream Provider

I nodi **LEAF** dovranno implementare lo stadio di ingresso della rete (N ingressi) ed assumeranno il ruolo di apparati di attestazione dei collegamenti degli utenti. In ragione di ciò è richiesto un equipaggiamento con un'elevata numerosità di interfacce a bassa capacità per l'aggregazione utente, e con un ridotto numero ad alta capacità per i collegamenti di Backbone.

Il nodo LEAF rappresenterà l'apparato di rete su cui verranno erogati i servizi offerti agli utenti (accesso IP, VPN, ecc.). Ciò ha come conseguenza che le funzioni che verranno richieste per gli apparati LEAF sono maggiori rispetto a quelle necessarie ai nodi SPINE di trasporto.

Gli apparati **EDGE** dovranno realizzare lo stadio di uscita della rete (M uscite), e gestiranno le interconnessioni verso l'esterno. Dal punto di vista funzionale dovranno essere equivalenti ai nodi LEAF. Dovendo essere i nodi di interconnessione ad alta capacità con le reti pubbliche internazionali e dovendo gestire un numero elevato di prefissi (differenti copie della *full routing table*), dovranno essere opportunamente dimensionati in termini di CPU, RAM ed interfacce ad alta capacità.

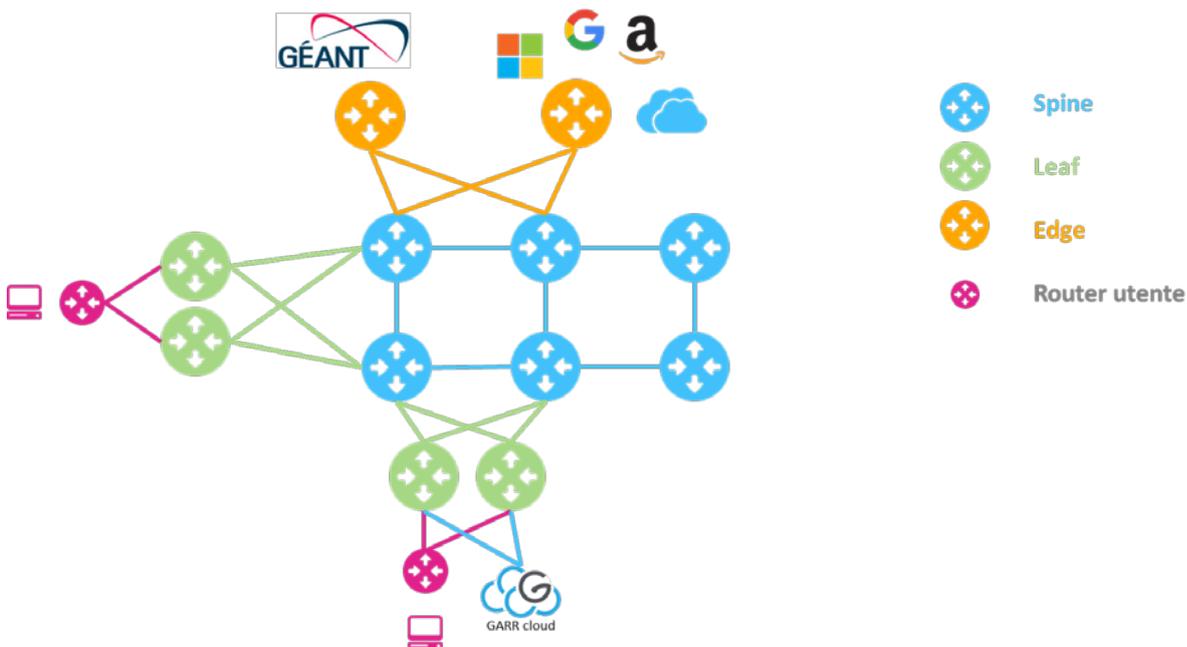


Figura 6: Architettura di rete

Il nuovo disegno di rete prevederà una componente di core ad alte prestazioni (azzurro in Figura 6), realizzata con apparati che, per capacità e numerosità di porte ad alta velocità, appartengono alla categoria degli SPINE. La rete di dorsale supporterà collegamenti a 400Gbps, 200Gbps, 100Gbps o multipli delle capacità indicate, ed il dimensionamento dovrà tenere conto delle esigenze attuali, più un margine in grado di contenere la crescita prevista per la rete GARR nel prossimo futuro. La numerosità di interfacce ad alta velocità con cui verranno equipaggiati gli apparati di core, deve assicurare elevata scalabilità, che consentirà a GARR di gestire richieste di incrementi della capacità di dorsale non predicibili in fase di progetto. I PoP periferici (verde in Figura 6) dovranno essere collegati in rete attraverso una coppia di link che, per ridondanza, verranno attestati su due nodi SPINE geograficamente distinti. La velocità di entrambi i link dovrà essere dimensionata

tenendo in considerazione sia l'attuale esigenza del PoP, sia la stima di crescita della capacità degli utenti afferenti allo specifico PoP. Gli apparati previsti per i PoP periferici dovranno appartenere alla categoria LEAF, e dovranno essere equipaggiati con una numerosità di interfacce tali da poter realizzare inizialmente collegamenti verso il core a 100Gbps, 10Gbps o multipli delle velocità indicate. Il dimensionamento e la dotazione in termini di interfacce di rete degli apparati LEAF, dovrà essere tale da garantire nel tempo la possibilità di incrementi di capacità dei collegamenti verso il core della rete.

Il collegamento tra la rete GARR e la rete della ricerca Europea GÉANT, così come il collegamento con la componente Internet commerciale, verrà mediato dai nodi EDGE (arancio in Figura 6). Analogamente a quanto descritto a proposito dei PoP periferici, ciascun nodo EDGE verrà collegato con due collegamenti, terminati per ridondanza su nodi di core geograficamente distinti. Il dimensionamento dei collegamenti esterni dovrà tener conto degli accordi stipulati con i Provider a cui la rete GARR è, o verrà in futuro, collegata. La nuova rete disporrà di collegamenti da 10Gbps (o multipli) fino a 100Gbps con i Provider di servizi si connettività Internet, e di multipli di 400Gbps con la rete GÉANT. In fase di progettazione del nuovo modello di rete, è stato posto l'accento sulla separazione funzionale tra i nodi, indicata in precedenza e di seguito riportata in sintesi:

- il nodo **LEAF**:
 - sarà l'apparato di rete nei PoP remoti;
 - rappresenterà il punto di erogazione dei servizi di rete all'utenza;
 - nei PoP di dorsale identificherà l'apparato di aggregazione dei collegamenti utente ivi terminati;
 - dovrà essere equipaggiato con una elevata numerosità di porte a bassa capacità (1/10Gbps);
 - sarà il nodo di raccolta dei collegamenti 1/10/100Gbps (o multipli) con i CPE utente;
 - dovrà essere collegato alla dorsale, su SPINE geograficamente distinti, con collegamenti 100Gbps, 10Gbps o multipli.
- il nodo **SPINE**:
 - sarà l'apparato con funzione di trasporto ad elevata capacità di banda;
 - dovrà essere equipaggiato con una elevata numerosità di sole porte ad alta capacità (\geq 100Gbps);
 - rappresenterà il nodo di terminazione dei solli link di backbone (no accessi utente su SPINE);
 - non implementerà i servizi utente;
 - verrà collegato ai nodi LEAF con link $N*10Gbps$ o $N*100Gpbs$;
 - verrà collegato ai nodi EDGE con link $N*100Gpbs$;
 - verrà collegato agli altri nodi di dorsale (SPINE) con link a 400Gpbs, 100Gbps o multipli delle capacità indicate.
- il nodo **EDGE**:
 - sarà l'apparato di terminazione dei collegamenti verso l'esterno;
 - dovrà essere equipaggiato con una elevata numerosità di porte ad alta capacità (\geq 100Gbps), e ridotta numerosità di porte a bassa capacità (\leq 10Gbps);
 - sarà funzionalmente equivalente ad un nodo LEAF.

L'estensione su scala geografica del modello topologico SPINE-LEAF, tipicamente adottato per la modellizzazione delle Fabric IP all'interno dei DataCenter, unitamente alla separazione funzionale degli apparati di rete, conferirà alla nuova rete GARR una struttura gerarchica e simmetrica, e che renderà più

efficienti l'utilizzo delle risorse attraverso la distribuzione del traffico sugli ECMP (Equal Cost Multi Path) che che saranno resi disponibili in ragione del particolare modello topologico.

Con l'aumento del livello di ridondanza dei percorsi migliorerà l'esperienza sull'uso della rete da parte degli utenti, e porterà alla riduzione del tempo di disservizio provocato da guasti e/o manutenzioni programmate. Tempo che verrà completamente azzerato nei casi di utenti che verranno collegati alla rete in modalità dual-homing. La ridondanza dei path di traffico, aspetto caratteristico del modello Clos, sarà alla base del nuovo modello della rete GARR, e verrà resa disponibile attraverso l'azione sinergica tra le reti a pacchetto e WDM, che sfrutteranno un'infrastruttura in fibra ottica nazionale con tratte differenziate.

1.4.2 Topologia

La topologia della nuova rete, illustrata in Figura 7 per l'area Centro-Nord ed in Figura 8 per l'area Sud, sarà costituita da una dorsale ad alta capacità che collega i PoP (dodici) di:

- Torino Giuria (TO1);
- Milano Caldera (MI2);
- Milano Lancetti (MI1);
- Padova San Francesco (PD1);
- Pisa Torricelli (PI1);
- Roma Tizii (RM2);
- Bologna Morassutti (BO1);
- Padova Spagna (PD2);
- Napoli Monte Sant'Angelo (NA1);
- Bari Amendola (BA1);
- Catania Cittadella (CT1);
- Palermo Scienze (PA1).

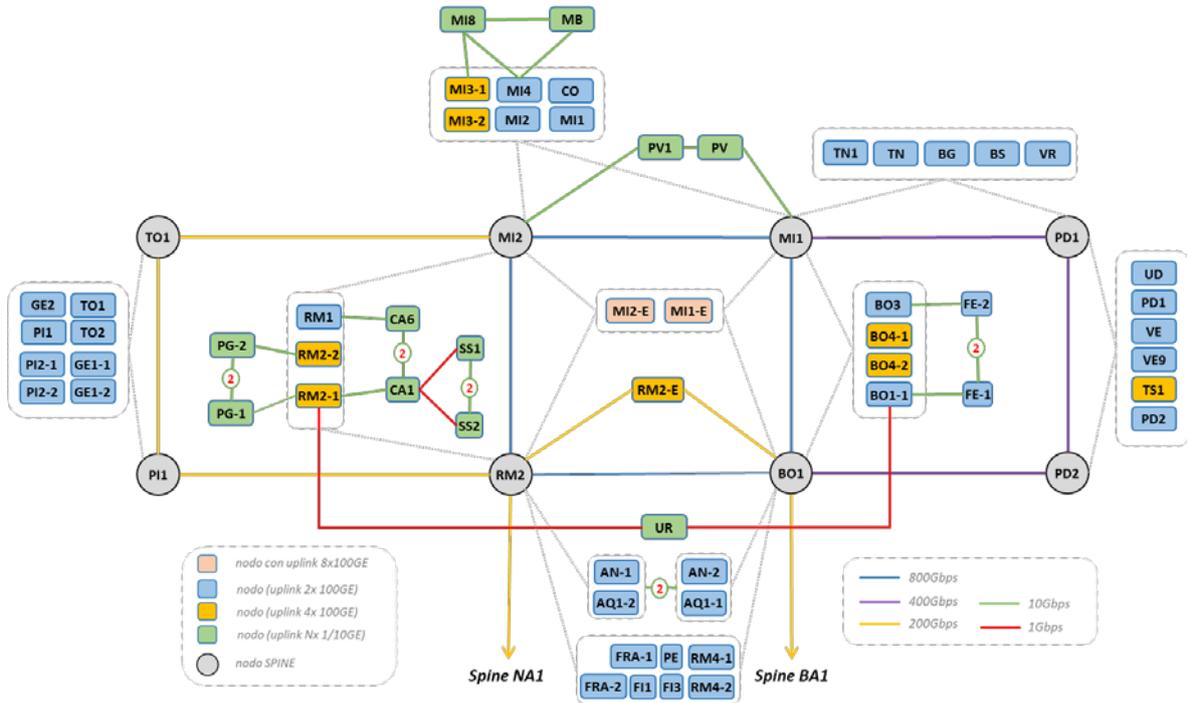


Figura 7: Topologia di rete (area centro-nord)

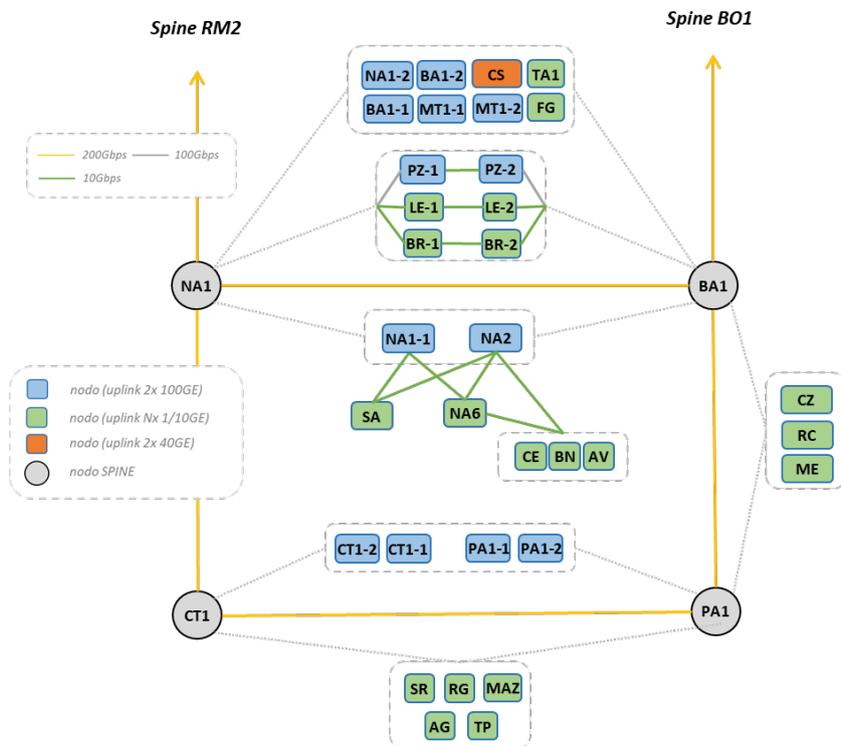


Figura 8: Topologia di rete (area centro-sud)

Gli apparati di rete con cui verrà realizzata la dorsale appartengono alla categoria **SPINE**.

Ad esclusione di un limitato numero di casi, per i quali l'assenza di un'infrastruttura in fibra ottica gestita da GARR limita la costruzione di topologie fisiche ridondate, il collegamento dei PoP secondari alla dorsale verrà realizzato sulla base del modello topologico SPINE-LEAF con un solo livello di LEAF. Ciascun apparato LEAF ospitato nei PoP remoti, verrà collegato a due SPINE di dorsale geograficamente distinte. In alcune aree geografiche sarà necessario implementare più livelli di LEAF, e questo sempre in ragione dell'assenza di infrastruttura in fibra gestita da GARR. Si tratta di tutti i PoP remoti che verranno collegati alla dorsale non direttamente ma attraverso altri nodi LEAF. L'elenco è riportato di seguito:

- **Perugia Duranti (PG1)**, collegati attraverso i due nodi LEAF del PoP di Roma Tizii (RM2);
- **Sassari Macao (SS1)**, **Cagliari Marengo (CA1)** e **Cagliari Monserrato (CA6)**, collegati attraverso i nodi LEAF di Roma Tizii (RM2) e di Roma Sapienza (RM1);
- **Ferrara Saragat (FE)** collegato attraverso i nodi LEAF di Bologna Morassutti (BO1) e di Bologna Gobetti (BO3);
- **Salerno Fisciano (SA)**, **Napoli Portici (NA6)** collegati attraverso i nodi LEAF di Napoli Monte Sant'Angelo (NA1), Napoli Monte di Dio (NA2);
- **Caserta (CE)**, **Avellino (AV)** e **Benevento (BN)**, collegati attraverso i nodi LEAF di Napoli Monte di Dio (NA2) e Napoli Portici (NA6);
- **Milano Bicocca (MI8)** e **Monza Brianza (MB)**, collegati attraverso i nodi LEAF di Milano Colombo (MI3) e Milano Bovisa (MI4).

I PoP di Milano Caldera (MI2), Milano Lancetti (MI1) e Roma Tizii (RM2) ospiteranno i nodi EDGE di collegamento tra la rete GARR e le altre reti e servizi: GÉANT, Upstream Provider, Internet Exchange Point, Content Provider.

L'analisi delle direttrici di traffico, del volume e delle previsioni di crescita, porteranno ad un diverso dimensionamento dei collegamenti di dorsale: i quattro PoP RM2, BO1, MI1, MI2, verranno collegati con link a 800Gbps. A questi PoP afferiranno l'area del Nord-Est (PD1 e PD2) con collegamenti a 400Gbps, l'area del Nord-Ovest (PI1 e TO1) con collegamenti a 200Gbps, e l'intera area Sud, che partecipa alla rete con collegamenti a 200Gbps tra PoP di RM2, NA1, CT1, PA1, BA1 e BO1.

Differente dovrà anche essere il dimensionamento dei collegamenti tra i nodi EDGE e i nodi SPINE della rete. In ragione delle attestazioni dei collegamenti con la rete GÉANT, i nodi EDGE M1-E e MI2-E verranno collegati con una capacità aggregata di 800Gbps agli SPINE di RM2, BO1, MI1 e MI2. Il nodo EDGE RM2-E, che ospiterà solo i collegamenti di parte degli Upstream Provider, verrà collegato con una capacità aggregata di 200Gbps ai PoP di RM2 e BO1.

1.4.3 Protocolli

Tutti i protocolli di control plane supportati sull'attuale rete a pacchetto GARR, dovranno esserlo anche sulla nuova rete, con il forwarding MPLS based come elemento di continuità tra presente e futuro. Verrà introdotto il protocollo IS-IS in sostituzione degli attuali OSPFv2/v3 per la propagazione dei prefissi IPv4 e IPv6. L'adozione di IS-IS, in ragione del supporto nativo della funzione di distribuzione delle label MPLS, agevolerà la semplificazione protocollare in quanto consentirà l'eliminazione del protocollo LDP, utilizzato a tal scopo nell'attuale rete di produzione.

Dovrà essere introdotta una nuova modalità per l'ingegnerizzazione del traffico in rete. Dall'attuale RSVP, che richiede il mantenimento delle informazioni di stato degli LSP sui router di transito, si dovrà passare al meccanismo SPRING/Segment Routing. A riguardo dovrà essere implementato il protocollo PCEP (Path Computation Element Protocol) che consentirà la gestione ed il re-routing degli LSP MPLS istanziati su tutta la rete, attraverso la mediazione di un Controller.

BGP rimarrà il protocollo di routing per la distribuzione dei prefissi e come protocollo di segnalazione per i servizi avanzati quali L2VPN/L3VPN/VPLS. GARR richiede l'ampliamento con la family EVPN e l'introduzione del protocollo di forwarding basato su VxLAN over MPLS.

Dovrà continuare a rimanere valido il modello architetturale BGP basato su Route Reflector. Relativamente a questo aspetto, l'elemento di novità richiesto riguarderà il posizionamento della funzione di Route Reflector, che non dovrà essere più implementata sui router come nell'attuale rete, ma che dovrà risiedere in nodi specificamente congeniati a tale scopo o, in alternativa, su Virtual Machine all'interno di un'infrastruttura di virtualizzazione. La richiesta del riposizionamento della funzionalità di BGP Route Reflector, è legata alla necessità di migliorare la stabilità del processo di routing BGP, e di evitare il trasferimento dell'intera full routing table con conseguenti ricalcoli operati dai processi a seguito di malfunzionamenti o manutenzione degli apparati di rete che fungono da BGP Route Reflector. Tipicamente gli apparati di rete richiedono frequenti interventi di aggiornamento software, legati all'introduzione di nuove funzionalità, di nuovo hardware o semplicemente per la correzione di bug. Tali procedure impongono un tempo di fermo macchina, durante il quale anche le funzioni di routing subiscono un'interruzione. A meno dell'implementazione di nuove funzionalità legate al solo protocollo BGP, o per la risoluzione di problematiche software (di BGP), le appliance dedicate esclusivamente a tale scopo avranno una minore necessità di subire aggiornamenti software, e di conseguenza si otterrà una maggiore stabilità delle funzioni di routing BGP a livello globale.

1.4.4 Architettura dei servizi di rete

Uno degli obiettivi del progetto di evoluzione, dovrà essere l'ampliamento dell'offerta dei servizi di rete attualmente disponibili per gli utenti GARR, reso possibile in ragione dell'introduzione delle nuove tecnologie, non disponibili sull'attuale rete di produzione. I nuovi servizi richiesti sono:

- **Collegamenti di accesso dual homing in modalità active-active.** GARR ha la necessità di bilanciare il traffico sui due link d'accesso in entrambi i versi, e di utilizzare in maniera più efficiente la capacità aggregata di tutti gli utenti collegati in dual homing. La soluzione dovrà essere basata sul protocollo EVPN e sul meccanismo dell'ESI (Ethernet Segment Identifiers).
- **Data Center Interconnect.** I sistemi e le applicazioni distribuite tra i dei Data Center GARR, richiedono un'interazione di Livello 2 su scala geografica. In quest'ottica la soluzione proposta dovrà essere basata sul protocollo EVPN a livello di control plane e di forwarding VxLAN.
- **Seamless MPLS.** GARR ha l'esigenza di far evolvere le reti MAN direttamente gestite, basate su un modello di trasporto L2 based. L'evoluzione dovrà andare nella direzione di un modello architetturale IP Fabric, dove il trasporto del traffico utente, dall'apparato di attestazione al router del PoP GARR, è veicolato su un'infrastruttura di trasporto, la MAN appunto, IP/MPLS. In questo contesto dovranno essere proposte soluzioni architetture Seamless MPLS, che consentono la creazione di servizi di connettività end-to-end, attraverso la segnalazione di LSP terminati su domini MPLS distinti. Con la

nuova soluzione dovrà essere possibile offrire agli utenti delle MAN, servizi di connettività dedicata MAN-to-MAN basati su forwarding MPLS.

- **L3VPN EVPN based.** GARR intende continuare ad erogare il servizio L3VPN e, nell'ottica della semplificazione protocollare, intende avvalersi della funzione di segnalazione delle informazioni (IP prefixes) per i servizi L3VPN messa a disposizione dal protocollo EVPN.

1.4.5 Modello di monitoring e management

Con la nuova rete GARR cambierà radicalmente l'approccio ai temi del monitoring e del management. L'attuale modello basato su interrogazioni periodiche SNMP dovrà essere affiancato, e successivamente sostituito, da un nuovo modello basato sulle informazioni telemetriche fornite in tempo reale dagli apparati di rete, e raccolti ed elaborati da un sistema di analisi e visualizzazione.

Questo nuovo approccio metodologico e tecnico, dovrà consentire la conoscenza in tempo reale dello stato della rete, ed agevolare l'intervento del NOC nel caso di malfunzionamenti riducendo, di fatto, i tempi di disservizio sperimentati dagli utilizzatori. Monitoring, strumenti di analisi e meccanismi automatici che pongono in essere azioni correttive, dovranno rappresentare le componenti principali della Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete.

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 rete a pacchetto GARR, prevista nell'architettura di rete del Progetto GARR-T. La descrizione degli apparati richiesti da GARR, le specifiche tecniche ed i requisiti funzionali ed operativi degli apparati stessi sono descritti al Capitolo 4.

Nella fornitura degli apparati devono essere inclusi i seguenti servizi:

- Il **servizio di installazione hardware e software** degli apparati e dei sistemi hardware e software per l'automazione di rete nelle sedi dei PoP GARR.
- Il **servizio di assistenza specialistica e di manutenzione on-site** degli apparati in rete, per la durata di **5 (cinque) anni solari** consecutivi a decorrere dalla data del verbale di collaudo con esito positivo di tutti gli apparati.
- Il **servizio di supporto specialistico professionale** del Costruttore per l'installazione, configurazione e gestione degli apparati in rete, erogato in diverse fasi come meglio specificato nei capitoli successivi, a partire dalla data dell'Ordine di Acquisto. Il servizio di supporto specialistico professionale include anche il disegno e la definizione dell'architettura di rete (vedi cap. Progetto Tecnico Esecutivo), il servizio di supporto per la Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete e del sistema di mitigazione dei DDoS, il servizio per la formazione del personale GARR.

I servizi sopra citati dovranno essere erogati in parte dal Fornitore congiuntamente con il Costruttore di apparati, per la descrizione dettagliata dei suddetti servizi si rimanda al Capitolo 8.

2.2 Procedura di Gara

La Procedura di gara adottata, rientra nella fattispecie di cui all'art.15 del D.Lgs 50/2016 ("Codice dei Contratti Pubblici") e s.m.i., e le modalità di partecipazione da parte degli Operatori Economici (nel seguito identificati con Fornitori o Operatori) sono descritte nel documento *AVVISO DI GARA – n. 2004 per la fornitura di apparati di rete a pacchetto e servizi di assistenza specialistica e manutenzione*.

Per rispondere al presente Capitolato Tecnico di Gara, i Fornitori dovranno presentare un'Offerta Tecnica e un'Offerta Economica, con le modalità previste dall'Avviso di Gara e seguendo, per la loro redazione, le indicazioni specificate nel presente documento al Capitolo 12.

Le forniture saranno affidate con il criterio dell'Offerta economicamente più vantaggiosa in base ai seguenti parametri e pesi:

- qualità 70%;
- prezzo 30%.

I criteri di valutazione tecnici ed economici delle offerte sono indicati nel Capitolo 13.

La Procedura di Gara si compone di un unico lotto indivisibile e prevede l'aggiudicazione ad un unico Fornitore.

La Base d'Asta (**BdA**) per la parte relativa al costo di investimento **BdA_{inv}** e ai costi operativi ricorrenti **BdA_{ops}**, per l'intera durata del contratto, pari a **5 (cinque) anni**, al netto dell'IVA, è riportata in Tabella 1.

<i>BdA_{INV}</i> (IVA esclusa)	<i>BdA_{OPS}</i> (5 anni) (IVA esclusa)	<i>BdA</i> (IVA esclusa)
9.470.000,00 €	3.060.000,00 €	12.530.000,00 €

Tabella 1: Valore della Base d'Asta (IVA esclusa)

2.3 Documenti Allegati al Capitolato di gara

Si elencano di seguito i documenti allegati al Capitolato Tecnico di gara, che costituiscono parte integrante e sostanziale della documentazione di gara:

- **AllegatoA-2004-Anagrafica dei PoP**, in formato .pdf, riporta il dettaglio dei PoP della rete GARR.
- **AllegatoB-2004-Schema Offerta Tecnico-Economica** contiene il template da compilare a cura del Fornitore con tutti i dettagli economici dell'Offerta, allegato richiesto in formato .xlsx e .pdf.
- **AllegatoC-2004-Dettaglio Consistenza Hardware e Software**, in formato .pdf, contiene il dettaglio degli apparati richiesti per tipologia e per PoP, le scorte, il numero di interfacce richieste per apparato e per tipo, le relative ottiche. In questo allegato sono inclusi anche i dettagli di consistenza che riguardano VRR, la componente hardware e la componente software sia della Suite per la gestione della rete che del sistema di DDoS mitigation.

2.4 Consistenza della fornitura

La fornitura, nella sua totalità, è composta da:

- apparati attivi:
 - SPINE;
 - LEAF;
 - EDGE.
- Virtual Route Reflector (VRR);
- transceiver ottici Ethernet;
- Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete:
 - componente software;
 - server fisici.
- sistema di DDoS mitigation:
 - componente software;
 - server fisici.
- Scorte;
- cablaggio PoP e accessori;
- servizi:
 - installazione della fornitura;

- assistenza specialistica e manutenzione;
- consulenza professionale.

La consistenza dettagliata è riportata nel file **AllegatoC-2004-Dettaglio Consistenza Hardware e Software**. Ai fini della composizione dell'offerta totale, il fornitore dovrà tenere conto della numerosità dei server fisici dedicati alla Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete e al sistema di DDoS mitigation, che dipenderà dall'architettura software individuata per l'insieme di strumenti che il fornitore intende offrire in gara, con particolare riguardo alla modalità con cui viene implementato il meccanismo di High-Availability. In ragione di ciò, la valutazione della numerosità e della tipologia dei server sarà a carico del fornitore che dovrà valutare e indicare (nella consistenza proposta) la numerosità e il dimensionamento hardware dei server (CPU, RAM, Storage, Network) in base ai requisiti minimi richiesti, tenendo anche conto degli eventuali aspetti migliorativi indicati nell'Offerta.

3 CARATTERISTICHE GENERALI DELLA FORNITURA

3.1 Unico costruttore

La soluzione proposta dal Fornitore dovrà essere composta da apparati prodotti dal medesimo Costruttore.

3.2 Relazione diretta tra GARR e il costruttore

Considerata la complessità dell'infrastruttura di rete che il GARR intende realizzare, 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 assistenza specialistica e manutenzione è contenuta nel Capitolo 8.

Come illustrato nel paragrafo 8.2 anche nell'erogazione dei Servizi Professionali è richiesto il rapporto diretto tra il Costruttore degli apparati e il GARR.

3.3 Vincoli per la fornitura

Le soluzioni proposte, in termini di Apparati di Rete, Servizi di Supporto nonché Servizi e Materiali Accessori dovranno essere conformi, pena l'esclusione, a tutti i requisiti vincolanti indicati rispettivamente nei successivi Capitoli 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 e con una chiara descrizione del sistema di licenze che deve essere incluso nell'offerta tecnica-economica.

3.4 Indicazione sui requisiti

All'interno del documento i capoversi indicati da un numero con il prefisso "R" ed evidenziati in grassetto identificano i requisiti posti da GARR. Dopo il numero, un'etichetta tra parentesi distingue i requisiti **[vincolanti]** da quelli **[premianti]**.

Si richiede che i Fornitori rispondano alle domande numerate ed aventi il prefisso "Q" che GARR ha redatto per richiedere i chiarimenti necessari alla valutazione del requisito corrispondente.

4 REQUISITI TECNICI E FUNZIONALI APPARATI DI RETE

4.1 Requisiti tecnici vincolanti del Sistema Operativo

Gli apparati devono integrare funzionalità di monitoraggio e gestione remota tali da garantire che tutte le operazioni di configurazione e diagnostica possano essere eseguite dal centro di gestione senza alcuna limitazione. In questo paragrafo vengono pertanto identificati i requisiti minimi che il software del nodo (genericamente indicato come Sistema Operativo) deve rispettare.

R1 [vincolante] Si richiede che tutti gli apparati di rete offerti in gara, siano equipaggiati con un Sistema Operativo e che implementi, di base, le funzionalità di seguito specificate:

- a. Accesso remoto ai nodi:** deve essere possibile accedere a tutti gli apparati da remoto via Secure Shell (ssh) almeno versione 2. L'accesso deve essere possibile previa autenticazione via Radius e, in caso di irraggiungibilità del sistema Radius, utilizzando un'autenticazione locale;
- a. 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;
- b. 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;
- c. 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 suggerire sia la sintassi dei comandi sia, in maniera sintetica, la loro funzione;
- d. Monitoraggio e gestione (on demand):** 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. L'agent, inoltre, 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.);
- e. Diagnostica real-time:** gli apparati dovranno essere in grado di collezionare ed inviare i dati telemetrici relativi alla diagnostica della macchina e dei servizi software in esecuzione, e che supporti gli standard OpenConfig e gRPC;

- f. **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 (es: netflow). L'attivazione di queste funzionalità non deve impattare sulle prestazioni complessive del nodo;
- g. **Protezione dei nodi:** si richiede il supporto di meccanismi di protezione degli apparati da accessi non autorizzati. L'utilizzo anche intensivo di questi meccanismi di protezione 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;
- h. **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. Tutta l'attività di logging anche se intensa non deve, in nessun caso, incidere sulle performance dei singoli apparati e complessive del sistema;
- i. **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;
- j. **Unicità del sistema operativo:** tutti gli apparati offerti in gara dovranno utilizzare lo stesso sistema operativo per famiglia di prodotto. Si richiede inoltre che per ciascuna tipologia di apparato (Spine, Edge, Leaf), 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);
- k. **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;
- l. **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 descrivere il del linguaggio e delle API disponibili;
- m. **Interazione con la Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete:** il sistema operativo dovrà garantire il corretto funzionamento della comunicazione con gli strumenti della Suite. Dovrà essere possibile eseguire configurazioni attraverso il software di gestione così come avviene da CLI o attraverso i linguaggi di scripting.

Q1 In risposta alla gara, si richiede di:

- a. descrivere l'architettura e le funzionalità implementate dal Sistema Operativo degli apparati offerti in gara;

- b. dare evidenza, descrivendole in dettaglio e per ciascuno dei punti precedenti, che il Sistema Operativo implementi le funzioni di base richieste in R1;
- c. indicare la/le release software da installare in fase di attivazione della rete.

4.2 Requisiti tecnici vincolanti comuni agli apparati

- R2 **[vincolante]** Si richiede che tutte le funzionalità hardware e software richieste siano utilizzabili su tutti gli apparati proposti e su tutte le porte proposte in consistenza, indipendentemente da eventuali meccanismi di licenze.
- Q2 Si chiede di descrivere gli eventuali meccanismi di licenze delle funzionalità hardware e software, e di fornire evidenza che gli apparati offerti in gara soddisfino il requisito espresso in R2. Si chiede inoltre di specificare nella kit-list tutte le licenze offerte.

4.3 Requisiti tecnici vincolanti LEAF e EDGE

4.3.1 Requisiti vincolanti sui chipset

- R3 **[vincolante]** La componente hardware dedicata allo switching dei pacchetti sugli apparati di EDGE e LEAF dovrà essere basata sulla stessa famiglia di chipset.
- Q3 Si chiede di descrivere in dettaglio l'hardware fornito, in termini di chipset e di architetture utilizzate sulle diverse tipologie di apparati offerti in gara, dando evidenza che gli apparati offerti soddisfino il requisito espresso in R3.

4.3.2 Requisiti vincolanti ambientali

- R4 **[vincolante]** Si richiede che l'assorbimento massimo degli apparati, nella configurazione proposta, sia pari a 5,0 kW in AC (a 25 °C, con efficienza 90%). Dove richiesto gli apparati dovranno supportare anche ingressi in DC. Gli ingressi 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).
- Q4 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti a cui si fa riferimento in R4 e di fornire i dati completi sull'alimentazione elettrica.
- R5 **[vincolante]** Si richiede che la dissipazione di calore di ciascun apparato, nella configurazione proposta in AC (a 25°C), sia inferiore a 16.000 BTU/hr.
- Q5 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti a cui si fa riferimento in R5 e di fornire i dati completi sulla dissipazione.
- R6 **[vincolante]** Si richiede che l'ingombro non ecceda 8 RU e che possa essere completamente contenuto in un rack standard da 19 pollici con profondità 80 cm.
- Q6 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti a cui si fa riferimento in R6 e di fornire i dati sulle dimensioni.

4.3.3 Requisiti vincolanti di capacità

- R7 [vincolante]** Si richiede per ciascun apparato, nella configurazione proposta, una capacità di forwarding di almeno 400 Gbps full-duplex.
- Q7 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti a cui si fa riferimento in R7 indicando le caratteristiche degli apparati e i dati di capacità di ciascuno.

4.3.4 Requisiti vincolanti di connettività

GARR ha l'esigenza di dover offrire specifici livelli di servizio all'utenza che afferisce alla rete. In ragione di ciò il livello di aggregazione utente di ciascun PoP (la componente LEAF) dovrà essere dimensionato in base alle seguenti ipotesi progettuali:

- numerosità degli utenti che afferiscono al PoP;
- capacità ed eterogeneità dei collegamenti utente;
- numerosità, e capacità, degli utenti a cui GARR offre il servizio di accesso in doppia via differenziata.

I PoP GARR potranno ospitare uno o due apparati LEAF. Il foglio "Apparati" all'interno del file "AllegatoC-2004-Dettaglio Consistenza Hardware e Software" indica i dati di consistenza con i quali dovranno essere dimensionati i PoP in termini di numero di apparati ed equipaggiamento di porte.

- R8 [vincolante]** Si richiede che le soluzioni tecniche individuate per ciascuno dei PoP della rete GARR, mettano a disposizione una numerosità di porte per apparato maggiore o uguale a quelle indicate nelle colonne "PORTE" del foglio "Apparati" all'interno del file "AllegatoC-2004-Dettaglio Consistenza Hardware e Software". Nel computo, le porte ad ugual capacità indicate sia nella sezione *Backbone* sia nella sezione *Accesso Utente* vanno sommate.
- Q8 In risposta alla gara si chiede di descrivere in dettaglio la soluzione tecnica proposta, indicando la tipologia degli apparati di rete, l'equipaggiamento hardware, la tipologia e la numerosità di porte disponibili sull'apparato. Dare evidenza che l'equipaggiamento di ciascun apparato, in termini di numero di porte per tipologia, soddisfi la richiesta R8.
- R9 [vincolante]** La soluzione deve garantire, per ciascun apparato, l'utilizzo simultaneo ed alla massima velocità di tutte le porte richieste in consistenza (colonne "PORTE" del foglio "Apparati" all'interno del file "AllegatoC-2004-Dettaglio Consistenza Hardware e Software"). Ad esempio: tutte le porte 10GE indicate in consistenza, devono poter essere adoperate simultaneamente, e ciascuna alla massima velocità di 10Gbps.
- Q9 In risposta alla gara si chiede di dare evidenza che la soluzione individuata per ciascun PoP soddisfi la richiesta R9 e che quindi GARR abbia la possibilità di utilizzare contemporaneamente tutte le porte richieste per apparato, ciascuna alla massima velocità. Si richiede inoltre di evidenziare se le eventuali porte in eccedenza rispetto alla consistenza richiesta siano utilizzabili in contemporanea e senza limitazioni.
- R10 [vincolante]** L'apparato LEAF dovrà utilizzare solo ed esclusivamente transceiver ottici Ethernet sostituibili in campo (FRU). Non saranno ammesse soluzioni con ottica integrata. Gli apparati LEAF offerti in gara dovranno supportare il seguente insieme minimo di transceiver ottici:

- a. 100GBase-SR4, 100GBase-LR4;
- b. 40GBase-LR4, 40GBase-SR4;
- c. 10GBase-(SR, LR, ER, ZR);
- d. 1GBase-(SX, LX, LH, T).

Relativamente alle sole porte con velocità 10Gbps e 1Gbps, potranno essere utilizzate soluzioni tecniche che prevedono l'utilizzo di transceiver ottici 40Gbps multi-rate che, attraverso la sola configurazione software dell'apparato, mettano a disposizione quattro canali wire speed indipendenti a 10Gbps e/o 1Gbps.

Tutti i transceiver ottici offerti in gara dovranno supportare la funzionalità di DOM, in grado di fornire informazioni sui parametri di funzionamento quali:

- e. potenza ottica in trasmissione e ricezione (espressa in dBm) di tutti i segnali in uscita e in ingresso al transceiver;
- f. temperatura, corrente assorbita dal transceiver e tensione di esercizio.

Tali informazioni dovranno essere rese disponibili nelle seguenti modalità:

- g. attraverso la dashboard della Suite per la gestione della rete, ed in tempo reale, secondo il modello dei dati telemetrici;
- h. attraverso la CLI;
- i. attraverso interrogazioni SNMP.

GARR, a propria discrezione, dovrà poter utilizzare sull'apparato transceiver ottici di terze parti compatibili con l'apparato e senza la necessità di installazione di licenze software aggiuntive. Qualora le licenze aggiuntive siano necessarie, queste devono essere incluse nella kit-list e devono essere valide per tutta la durata del contratto.

Q10 In risposta alla gara, si chiede di:

- a. indicare le tipologie di ottiche offerte, descrivendone le caratteristiche;
- b. indicare tutte le ottiche (del Vendor) supportate dagli apparati offerti;
- c. dare evidenza che gli apparati offerti in gara supportino le ottiche indicate in R10;
- d. indicare se sono necessarie licenze aggiuntive per il supporto di ottiche di terze parti.

R11 **[vincolante]** Al fine di poter gestire l'apparato Edge o Leaf attraverso i canali OOB (Out Of Band), si richiede la disponibilità di:

- a. una, o più, interfacce di management Ethernet RJ-45;
- b. una, o più, interfacce seriale RS-232 RJ-45.

Q11 Si chiede di confermare che gli apparati offerti soddisfino i requisiti in R11. Descrivere il pinout della porta seriale RS-232 RJ45.

4.3.5 Requisiti vincolanti di aggregazione delle interfacce

- R12 [vincolante]** Ciascun apparato deve supportare la formazione di gruppi (bundle) di interfacce Ethernet da gestire come un unico canale fisico sul quale inviare i dati in base allo standard IEEE 802.3ad. Ciascuna interfaccia che costituisce il bundle dovrà funzionare alla velocità nominale.
- Q12 Si richiede di descrivere come la funzionalità richiesta in R12 che viene supportata dall'apparato offerto in gara.
- R13 [vincolante]** Si richiede che le interfacce ethernet aggregate secondo quanto richiesto in R12, supportino il meccanismo del VLAN Tagging aderente allo standard IEEE 802.1q.
- Q13 Si richiede di descrivere come la funzionalità richiesta in R13 viene supportata dall'apparato offerto in gara.
- R14 [vincolante]** Si richiede, per le interfacce ethernet aggregate, il supporto delle stesse funzionalità disponibili per le interfacce fisiche dell'apparato (es.: QoS, rate limiting, filtri, encapsulation, accounting, ecc.). Infine, deve essere configurabile il numero minimo di link attivi affinché il bundle sia considerato attivo.
- Q14 Si richiede di descrivere come la funzionalità richiesta in R14 che viene supportata dall'apparato offerto in gara.

4.3.6 Requisiti vincolanti di ridondanza

- R15 [vincolante]** Si richiede che il sistema di ventilazione sia ridondato. Ciascun apparato deve disporre di un sistema di ventilazione Front-to-Rear (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 (dashboard della Suite per la gestione della rete, CLI, SNMP, Telemetria, ecc.) che localmente (mediante opportuna segnalazione sinottica).
- Q15 Descrivere il sistema di ventilazione, dando evidenza che l'apparato offerto in gara recepisca il requisito espresso in R15. Dettagliare quali meccanismi vengono adottati per esportare le informazioni all'esterno verso sistemi remoti.
- R16 [vincolante]** Si richiede alimentazione ridondata. Ciascun apparato deve disporre di un sistema di alimentatori ridondati HOT-SWAPPABLE ed in grado di garantire il corretto funzionamento della macchina nella configurazione proposta in presenza di un guasto del singolo alimentatore o di linea. La segnalazione del guasto deve essere evidente sia da remoto (dashboard della Suite per la gestione della rete, CLI, SNMP, Telemetria, ecc.) che localmente (mediante opportuna segnalazione sinottica).
- Q16 Descrivere il sistema di alimentazione, dando evidenza che l'apparato offerto in gara recepisca il requisito espresso in R16. Dettagliare quali meccanismi vengono adottati per esportare le informazioni all'esterno verso sistemi remoti.

4.3.7 Requisiti vincolanti dei protocolli e dei servizi di rete

- R17 [vincolante]** Si richiede pieno supporto dei protocolli IPv4 ed IPv6 e di tutti i protocolli di routing standard (OSPF, BGPv4, IS-IS, OSPFv3, ecc.). Si richiede che i protocolli supportino meccanismi di Graceful Restart (GR).
- Q17 Descrivere la suite di protocolli disponibili e confermare che siano conformi ai requisiti minimi in R17, di descrivere i meccanismi utilizzati e di indicare gli standard di riferimento a cui si conformano le implementazioni per il GR.
- R18 [vincolante]** Si richiede pieno supporto delle famiglie AFI/SAFI del protocollo BGP necessarie alla implementazione delle funzionalità: multicast (IPv4 e IPv6), VPN (IPv4 e IPv6), multicast VPN (IPv4 e IPv6), add-path (IPv4 e IPv6), route-target, flowspec (IPv4), labeled unicast. Si richiede che tutte queste famiglie supportino meccanismi di Non Stop Routing (NSR) dove applicabile.
- Q18 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R18, di descrivere i meccanismi utilizzati e di indicare gli standard di riferimento a cui si conformano le implementazioni.
- R19 [vincolante]** Si richiede il supporto di meccanismi di gestione della qualità del servizio di base (QoS) e gerarchica (HQoS). Gli algoritmi di scheduling disponibili per la gestione delle code devono consentire la corretta gestione di traffico sensibile al delay e/o al jitter.
- Q19 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R19, di descrivere i meccanismi utilizzati e di indicare gli standard di riferimento a cui si conformano le implementazioni.
- R20 [vincolante]** Si richiede il supporto del routing intradominio ed interdominio di pacchetti multicast IPv4 ed IPv6. I router devono supportare almeno PIM-SM (sparse mode), PIM-SSM (source-specific Multicast), IGMP v3 (relativamente al multicast IPv4), MLD v2 (relativamente al multicast IPv6), MSDP. Tutti i router devono poter operare da Rendez-vous Point.
- Q20 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R20, di descrivere i meccanismi utilizzati e di indicare gli standard di riferimento a cui si conformano le implementazioni.
- R21 [vincolante]** Si richiede pieno supporto della tecnologia SPRING e di tutte le estensioni dei protocolli OSPF e IS-IS necessarie per implementarne il control plane.
- Q21 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R21, di descrivere i meccanismi utilizzati e di indicare gli standard di riferimento a cui si conformano le implementazioni. Si chiede di descrivere l'utilizzo della tecnologia all'interno del Progetto di Rete.
- R22 [vincolante]** Si richiede il supporto del trasporto di rete tramite protocollo MPLS. Il protocollo MPLS deve poter utilizzare come underlay IGP sia OSPF che IS-IS, come protocolli di segnalazione RSVP e SPRING e deve poter supportare:
- a. la creazione e la gestione di L2VPN, EVPN e L3VPN;
 - b. meccanismi per la ingegnerizzazione del traffico di rete (Traffic Engineering);
 - c. meccanismi di protezione del traffico di tipo TI-LFA;

- d. **meccanismi integrati MPLS/DiffServ, per il supporto della QoS sugli LSP;**
- e. **supporto di Seamless MPLS e BGP labeled-unicast.**

Q22 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R22, di descrivere i meccanismi utilizzati e di indicare gli standard di riferimento a cui si conformano le implementazioni. Si chiede di descrivere l'utilizzo all'interno del Progetto di Rete.

R23 [vincolante] Si richiede il supporto di VXLAN come meccanismo di creazione di overlay e come trasporto di EVPN.

Q23 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R23, di descrivere i meccanismi utilizzati e di indicare gli standard di riferimento a cui si conformano le implementazioni. Si chiede di descrivere l'utilizzo all'interno del Progetto di Rete.

R24 [vincolante] Si richiede che il supporto della tecnologia EVPN preveda:

- a. **La possibilità di configurare interfacce di tipo IRB integrated routing and bridging per l'interconnessione di domini layer2 e layer3 su EVPN;**
- b. **La possibilità di realizzare collegamenti multihoming in modalità all-active fra PE e CPE;**
- c. **La possibilità di configurare anycast gateway per distribuire in modo efficiente il traffico fra PE e CPE.**

Q24 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R24, di descrivere i meccanismi utilizzati e di indicare gli standard di riferimento a cui si conformano le implementazioni. Si chiede di descrivere l'utilizzo della tecnologia all'interno del Progetto di Rete.

R25 [vincolante] Si richiede la possibilità di configurare software-isolated virtual router sulla piattaforma proposta.

Q25 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R25, di descrivere i meccanismi utilizzati e di indicare gli standard di riferimento a cui si conformano le implementazioni.

R26 [vincolante] Si richiede il supporto dei sensori telemetrici per lo streaming dei dati diagnostici, basati sui modelli standard di encoding gpb (Google protocol buffers), data model OpenConfig ove applicabile e trasporto udp o grpc (Google Remote Procedure Call). Si richiede, inoltre, di fornire la lista di quelli supportati.

Q26 Si chiede di descrivere la soluzione architeturale complessiva (sensori telemetrici e sistemi di acquisizione) all'interno del Progetto di Rete, evidenziando in che modo questa soddisfi i requisiti espressi in R26.

R27 [vincolante] Si richiede il supporto del protocollo RPKI to router protocol (RTR) necessario all'implementazione della Route Origin Validation (ROV).

Q27 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R27, di descrivere i meccanismi utilizzati e di indicare gli standard di riferimento a cui si conformano le implementazioni.

R28 [vincolante] Si richiede il supporto dei protocolli PCEP (Path Computation Element Communication Protocol) e BGP-LS (Border Gateway Protocol Link State) per gestire la comunicazione fra i router e sistemi esterni per il calcolo dei percorsi di rete.

Q28 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R28, di descrivere i protocolli utilizzati e di indicare gli standard di riferimento a cui si conformano le implementazioni. Si chiede di descrivere l'utilizzo della tecnologia all'interno del Progetto di Rete.

4.3.8 Requisiti vincolanti di prestazione

R29 [vincolante] Si richiede il supporto di un numero di entry FIB IPv4 e IPv6 totali almeno pari a 5.000.000, di un numero di entry RIB IPv4 e IPv6 totali almeno pari a 25.000.000.

Q29 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R29 e di indicare i dati effettivi.

R30 [vincolante] Si richiede il supporto di un numero di adiacenze OSPF almeno pari a 2.000, di adiacenze IS-IS almeno pari a 4.000 e di BGP peer almeno pari a 8.000.

Q30 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R30 e di indicare i dati effettivi.

R31 [vincolante] Si richiede il supporto di un numero di LSP RSVP ingress almeno pari a 48.000, transit almeno pari a 128.000, egress almeno pari a 100.000 e il supporto di un numero di LDP direct sessions almeno pari a 2.000.

Q31 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R31 e di indicare i dati effettivi.

R32 [vincolante] Si richiede il supporto di un numero di VPLS instance almeno pari a 8.000, MAC per chassis almeno pari a 512.000.

Q32 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R32 e di indicare i dati effettivi.

R33 [vincolante] Si richiede il supporto di un numero di VRF almeno pari a 6.000.

Q33 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R33 e di indicare i dati effettivi.

R34 [vincolante] Si richiede il supporto di un numero di ARP entry almeno pari a 512.000.

Q34 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R34 e di indicare i dati effettivi includendo il valore dell'ARP learning rate (ARP/sec).

R35 [vincolante] Si richiede il supporto di un numero di Segment Routing SR-TE LSP almeno pari a 32.000.

Q35 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R35 e di indicare i dati effettivi.

R36 [vincolante] Si richiede il supporto di un numero di filtri firewall almeno pari a 128.000.

Q36 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R37 e di indicare i dati effettivi.

R37 [vincolante] Si richiede il supporto di un numero di EVPN instance almeno pari a 8.000.

Q37 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R37 e di indicare i dati effettivi.

R38 [vincolante] Si richiede che gli apparati siano equipaggiati con un buffer di memoria che garantisca un delay buffer, per porta, di almeno 50 ms.

Q38 In risposta alla gara si richiede di descrivere in dettaglio il meccanismo di buffering implementato, evidenziando come questo garantisce il delay espresso in R38. In particolare si chiede di indicare se la memoria utilizzata per il buffering dei pacchetti è dedicata allo scopo o condivisa con altri processi. Illustrare, inoltre, il meccanismo utilizzato per l'allocazione e gestione della memoria per porta fisica.

4.4 Requisiti tecnici opzionali LEAF e EDGE

La fornitura di chipset direttamente sviluppati dal costruttore agevola l'implementazione di nuove funzionalità legate all'hardware. In base alla numerosità degli utenti e alle esigenze di continuità del servizio sono considerati come migliorativi gli aspetti di maggiore capacità e di ridondanza degli apparati. La disponibilità di maggiore profondità dei buffer delle interfacce e quindi di quantità di memoria dedicata, migliora le prestazioni di latenza sui collegamenti di lunga distanza.

4.4.1 Requisiti opzionali sui chipset

R39 [premiante] Si considera premiante la fornitura di chipset delle interfacce che siano sviluppati direttamente dal costruttore, sia per quanto riguarda il design hardware sia per la parte di sviluppo e delle funzioni software.

Q39 Si chiede di descrivere i chipset di cui l'apparato è dotato, dando evidenza che gli apparati offerti in gara soddisfino il requisito espresso in R39. Si richiede di descrivere il chipset adottato nella proposta tecnica e quali sono gli aspetti architettonici e funzionali presenti anche come percorso di revisione tecnologica sia passata che futura. Indicare come la presenza di questa tipologia di chipset rappresenta un valore aggiunto per GARR rispetto alle implementazioni di alcune funzioni line rate.

4.4.2 Requisiti opzionali di capacità

R40 [premiante] Si considera premiante per gli apparati, una capacità di forwarding maggiore di 400 Gbps full-duplex. Saranno premiate le soluzioni con maggiore capacità e valutate esclusivamente per gli apparati della consistenza indicati di seguito in Tabella 2, in quanto questi nodi sono collocati nei PoP principali della rete considerati tali per molteplicità e rilevanza degli utenti collegati.

N	Apparato	Tipo	Sigla
1.	PoP Bari-Amendola 1	Leaf	BA1
2.	PoP Bari-Amendola 2	Leaf	BA1
3.	PoP Bologna-Morassutti	Leaf	BO1
4.	PoP Bologna-Tecnopolo 1	Leaf	BO4
5.	PoP Bologna-Tecnopolo 2	Leaf	BO4
6.	PoP Catania-Cittadella 1	Leaf	CT1
7.	PoP Catania-Cittadella 2	Leaf	CT1
8.	PoP Cosenza-Arcavacata	Leaf	CS
9.	PoP Frascati-Fermi 1	Leaf	FRA
10.	PoP Lecce-Fiorini 1	Leaf	LE
11.	PoP Messina-Pugliatti	Leaf	ME
12.	PoP Milano-Caldera	Leaf	MI2
13.	PoP Milano-Colombo 1	Leaf	MI3
14.	PoP Milano-Colombo 2	Leaf	MI3
15.	PoP Napoli-Monte di Dio	Leaf	NA2
16.	PoP Napoli-Mt.S.Angelo 1	Leaf	NA1
17.	PoP Napoli-Portici	Leaf	NA6
18.	PoP Padova-Spagna	Leaf	PD2
19.	PoP Palermo-Scienze 1	Leaf	PA1
20.	PoP Palermo-Scienze 2	Leaf	PA1
21.	PoP Pisa-Torricelli	Leaf	PI1
22.	PoP Roma-Sapienza	Leaf	RM1
23.	PoP Roma-Tizii 1	Leaf	RM2
24.	PoP Roma-Tizii 2	Leaf	RM2
25.	PoP Roma-Tor Vergata	Leaf	RM4
26.	PoP Torino-Giuria 1	Leaf	TO1
27.	PoP Trieste-Valerio	Leaf	TS1
28.	PoP Milano-Caldera	Edge	MI2
29.	PoP Milano Lancetti	Edge	MI1
30.	PoP Roma-Tizii	Edge	RM2

Tabella 2: Elenco degli apparati Leaf e Edge su cui sarà valutato il requisito premiante di capacità

Q40 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti a cui si fa riferimento in R40 indicando la capacità complessiva.

4.4.3 Requisiti opzionali di ridondanza

R41 [premiante] Si considera premiante un equipaggiamento hardware ridondato per tutti gli apparati indicati in Tabella 3, in quanto questi nodi sono collocati nei PoP principali della rete considerati tali per molteplicità e rilevanza degli utenti collegati. Saranno premiate le soluzioni che offrano livelli di ridondanza superiori a quanto richiesto nei requisiti vincolanti per gli aspetti di:

- a. Alimentazione;
- b. Ventilazione;
- c. Processore centrale;
- d. Matrice di commutazione.

N	PoP-Apparato	Tipo	Sigla
1.	PoP Bari-Amendola 1	Leaf	BA1
2.	PoP Bari-Amendola 2	Leaf	BA1
3.	PoP Bologna-Morassutti	Leaf	BO1
4.	PoP Catania-Cittadella 1	Leaf	CT1
5.	PoP Milano-Colombo 1	Leaf	MI3
6.	PoP Napoli-Monte di Dio	Leaf	NA2
7.	PoP Napoli-Mt.S.Angelo 1	Leaf	NA1
8.	PoP Palermo-Scienze 1	Leaf	PA1
9.	PoP Roma-Sapienza	Leaf	RM1
10	PoP Roma-Tizii 1	Leaf	RM2
11	PoP Roma-Tizii 2	Leaf	RM2

Tabella 3: Elenco degli apparati Leaf e Edge su cui sarà valutato il requisito premiante di ridondanza

Q41 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti a cui si fa riferimento in R41, descrivendo le caratteristiche e i meccanismi di ridondanza dei diversi elementi in ciascuno degli apparati proposti.

4.4.4 Requisiti opzionali di aggregazione

R42 [premiante] Si considera premiante il supporto di bundle Ethernet che possano essere configurati con qualsiasi combinazione di velocità delle singole interfacce.

Q42 Laddove il requisito R42 sia soddisfatto si chiede di descrivere i meccanismi di funzionamento, le combinazioni di velocità supportate, standard di riferimento, interoperabilità con altri “costruttori”.

R43 [premiante] Si considera premiante il supporto di meccanismi di bilanciamento del carico di traffico per le interfacce aggregate di uguale o differente velocità e che distribuisca il carico dinamicamente in modo proporzionale all’effettiva occupazione di banda.

Q43 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti a cui si fa riferimento in R43 e di fornire informazioni dettagliate sui meccanismi di funzionamento.

4.4.5 Requisiti opzionali di prestazione

R44 [premiante] Si considera premiante per ciascun apparato il supporto di un numero di entry FIB IPv4 e IPv6 totali maggiori di 5.000.000, di un numero di entry RIB IPv4 e IPv6 totali maggiore di 25.000.000.

Q44 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti a cui si fa riferimento in R44 e di indicare i dati effettivi.

R45 [premiante] Si considera premiante una soluzione tecnica composta da apparati equipaggiati con buffer di memoria tale da offrire un delay buffer per ciascuna porta maggiore di 50 ms.

Q45 Si chiede di confermare di aver recepito il requisito a cui si fa riferimento in R45 e di indicare i dati effettivi fornendo tutte le informazioni sulla memoria utilizzata e se queste è dedicata o condivisa.

4.5 Requisiti tecnici vincolanti SPINE

4.5.1 Requisiti vincolanti sui chipset

R46 [vincolante] La componente hardware dedicata allo switching dei pacchetti sugli apparati di SPINE dovrà essere basata sulla stessa famiglia di chipset.

Q46 Si chiede di descrivere in dettaglio l'hardware fornito, in termini di chipset e di architetture utilizzate sulle diverse tipologie di apparati offerti in gara, dando evidenza che gli apparati offerti soddisfino il requisito espresso in R46.

4.5.2 Requisiti vincolanti ambientali

R47 [vincolante] Si richiede che l'assorbimento massimo degli apparati, nella configurazione proposta, sia pari a 8,0 kW in AC (a 25 °C con efficienza 90%). Dove richiesto gli apparati dovranno supportare anche ingressi in DC. Gli ingressi 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).

Q47 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti a cui si fa riferimento in R47 e di fornire i dati completi sull'alimentazione elettrica.

R48 [vincolante] Si richiede che la dissipazione di calore di ciascun apparato, nella configurazione proposta in AC (a 25°C) sia inferiore a 30.000 BTU/hr.

Q48 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti a cui si fa riferimento in R48 e di indicare tutti i dati sulla dissipazione.

R49 [vincolante] Si richiede che l'ingombro non ecceda 7 RU, e che la profondità sia tale da poter essere completamente contenuto in un rack standard da 19 pollici con profondità 80 cm.

Q49 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti a cui si fa riferimento in R49 e di fornire i dati completi sulle dimensioni.

4.5.3 Requisiti vincolanti di capacità

R50 [vincolante] Si richiede per ciascun apparato una capacità di forwarding di almeno 7.9 Tbps full-duplex.

Q50 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti a cui si fa riferimento in R50 indicando le caratteristiche del sistema e i dati di capacità.

4.5.4 Requisiti vincolanti di connettività

R51 [vincolante] Si richiede che gli apparati SPINE siano dimensionati con una numerosità di porte maggiore o uguale a quelle indicate nelle colonne "PORTE" del foglio "Apparati" all'interno del file "AllegatoC-2004-Dettaglio Consistenza Hardware e Software". Il dimensionamento andrà fatto considerando le sole porte "Backbone".

Q51 In risposta alla gara si chiede di descrivere in dettaglio la soluzione tecnica proposta, indicando la tipologia degli apparati di rete, l'equipaggiamento hardware, la tipologia e la numerosità di porte GE disponibili sull'apparato. Dare evidenza che l'equipaggiamento di ciascun apparato, in termini di numero di porte per tipologia, soddisfi la richiesta R51.

R52 [vincolante] La soluzione deve garantire, per ciascun apparato, l'utilizzo simultaneo ed alla massima velocità di tutte le porte richieste in consistenza (colonne "PORTE" del foglio "Apparati" all'interno del file "AllegatoC-2004-Dettaglio Consistenza Hardware e Software"). Ad esempio: tutte le porte a 100GE indicate in consistenza, devono poter essere adoperate simultaneamente, e ciascuna alla massima velocità di 100Gbps.

Q52 In risposta alla gara si chiede di dare evidenza che la soluzione individuata per ciascun PoP soddisfi la richiesta R52 e che quindi GARR abbia la possibilità di utilizzare contemporaneamente tutte le porte richieste per apparato, ciascuna alla massima velocità. Si richiede inoltre di evidenziare se le eventuali porte in eccedenza rispetto alla consistenza richiesta siano utilizzabili in contemporanea e senza limitazioni.

R53 [vincolante] L'apparato SPINE dovrà utilizzare solo ed esclusivamente transceiver ottici Ethernet sostituibili in campo (FRU). Non saranno ammesse soluzioni con ottica integrata. Gli apparati SPINE offerti in gara dovranno supportare il seguente insieme minimo di transceiver ottici:

- a. 400GBase-DR4;
- b. 100GBase-LR4, 100GBase-SR4;
- c. 40GBase-LR4, 40GBase-SR4;
- d. 10GBase-SR, 10GBase-LR.

Relativamente alle sole porte con velocità 100Gbps, potranno essere utilizzate soluzioni tecniche che prevedono l'utilizzo di transceiver ottici 200Gbps multirate che, attraverso la sola configurazione software dell'apparato, mettano a disposizione due canali wire speed indipendenti

a 100Gbps. In analogia potranno essere utilizzate soluzioni con ottiche 40Gbps multirate che mettono a disposizione quattro canali indipendenti wire speed a 10Gbps.

Tutti i transceiver ottici offerti in gara dovranno supportare la funzionalità di DOM, in grado di fornire informazioni sui parametri di funzionamento quali:

- e. potenza ottica in trasmissione e ricezione (espressa in dBm) di tutti i segnali in uscita e in ingresso al transceiver;
- f. temperatura, corrente assorbita dal transceiver e tensione di esercizio.

Tali informazioni dovranno essere rese disponibili nelle seguenti modalità:

- g. all'interno della dashboard della Suite per la gestione della rete, ed in tempo reale, secondo il modello dei dati telemetrici;
- h. attraverso la CLI;
- i. attraverso interrogazioni SNMP.

GARR, a propria discrezione, dovrà poter utilizzare sull'apparato transceiver ottici di terze parti compatibili con l'apparato e senza la necessità di installazione di licenze software aggiuntive. Qualora le licenze aggiuntive siano necessarie, queste devono essere incluse nella kit-list e devono essere valide per tutta la durata del contratto.

Q53 In risposta alla gara, si chiede di:

- a. indicare le tipologie di ottiche offerte, descrivendone le caratteristiche;
- b. indicare tutte le ottiche (del Vendor) supportate dagli apparati offerti;
- c. dare evidenza che gli apparati offerti in gara supportino le ottiche indicate in R53;
- d. indicare se sono necessarie licenze aggiuntive per il supporto di ottiche di terze parti.

R54 [vincolante] Al fine di poter gestire l'apparato Spine attraverso i canali OOB (Out Of Band), si richiede la disponibilità di:

- a. una interfaccia di management Ethernet RJ-45;
- b. una interfaccia seriale RS-232 RJ-45.

Q54 Si chiede di confermare che gli apparati offerti soddisfino i requisiti in R54. Descrivere il pinout della porta seriale RS-232 RJ45.

4.5.5 Requisiti vincolanti di aggregazione delle interfacce

R55 [vincolante] Ciascun apparato deve supportare la formazione di gruppi (bundle) di interfacce Ethernet da gestire come un unico canale fisico sul quale inviare i dati IEEE 802.3ad. Ciascuna interfaccia che costituisce il bundle dovrà funzionare alla velocità nominale.

Q55 Si richiede di descrivere come la funzionalità richiesta in R55 che viene supportata dall'apparato offerto in gara.

R56 [vincolante] Si richiede che le interfacce ethernet aggregate secondo quanto richiesto in R55, supportino il meccanismo del VLAN Tagging aderente allo standard IEEE 802.1q.

Q56 Si richiede di descrivere come la funzionalità richiesta in R56 viene supportata dall'apparato offerto in gara.

R57 [vincolante] Si richiede il supporto funzionalità sui gruppi aggregati (IEEE 802.3ad) di interfacce. Ad ogni bundle deve essere possibile applicare tutte le funzionalità (QoS, rate limiting, filtri, encapsulation, accounting, ecc.) disponibili sulle interfacce singole incluse nel bundle. Infine deve essere configurabile il numero minimo di link attivi affinché il bundle sia considerato attivo.

Q57 Si richiede di descrivere come la funzionalità richiesta in R57 viene supportata dall'apparato offerto in gara.

4.5.6 Requisiti vincolanti di ridondanza

R58 [vincolante] Si richiede che il sistema di ventilazione sia ridondato. Ciascun apparato deve disporre di un sistema di ventilazione Front-to-Rear (per raffreddamento) costituito da ventole HOT-SWAPPABLE ed in grado di garantire il corretto funzionamento dell'intero sistema nella configurazione proposta anche in presenza di un guasto che comprometta il funzionamento di parte di esse. La segnalazione del guasto deve essere evidente sia da remoto (sulla dashboard della Suite per la gestione della rete, CLI, SNMP, Telemetria, ecc.) che localmente (mediante opportuna segnalazione sinottica).

Q58 Descrivere il sistema di ventilazione, dando evidenza che l'apparato offerto in gara recepisca il requisito espresso in R58. Dettagliare quali meccanismi vengono adottati per esportare le informazioni all'esterno verso sistemi remoti.

R59 [vincolante] Si richiede alimentazione ridondata. Ciascun apparato deve disporre di un sistema di alimentatori ridondata HOT-SWAPPABLE ed in grado di garantire il corretto funzionamento della macchina nella configurazione proposta anche in presenza di un guasto del singolo alimentatore o di linea. La segnalazione del guasto deve essere evidente sia da remoto (sulla dashboard della Suite per la gestione della rete, CLI, SNMP, Telemetria, ecc.) che localmente (mediante opportuna segnalazione sinottica).

Q59 Descrivere il sistema di alimentazione, dando evidenza che l'apparato offerto in gara recepisca il requisito espresso in R59. Dettagliare quali meccanismi vengono adottati per esportare le informazioni all'esterno verso sistemi remoti.

4.5.7 Requisiti vincolanti dei protocolli e dei servizi di rete

R60 [vincolante] Si richiede pieno supporto dei protocolli IPv4 ed IPv6 e di tutti i protocolli di routing standard (OSPF, BGPv4, IS-IS, OSPFv3, ecc.). Si richiede che i protocolli supportino meccanismi di Graceful Restart (GR).

- Q60 Descrivere la suite di protocolli disponibili e confermare che siano conformi ai requisiti minimi in R60, di descrivere i meccanismi utilizzati e di indicare gli standard di riferimento a cui si conformano le implementazioni per il GR.
- R61 [vincolante] Si richiede pieno supporto delle famiglie AFI/SAFI del protocollo BGP necessarie alla implementazione delle funzionalità: multicast (IPv4 e IPv6), add-path (IPv4 e IPv6).**
- Q61 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R61, di descrivere i meccanismi utilizzati e di indicare gli standard di riferimento a cui si conformano le implementazioni.
- R62 [vincolante] Si richiede il supporto di meccanismi di gestione della qualità del servizio (QoS). Gli algoritmi di scheduling disponibili devono consentire la corretta gestione di traffico sensibile al delay e/o al jitter.**
- Q62 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R62, di descrivere i meccanismi utilizzati e di indicare gli standard di riferimento a cui si conformano le implementazioni.
- R63 [vincolante] Si richiede il supporto del routing intradominio ed interdominio di pacchetti multicast IPv4 ed IPv6. I router devono supportare almeno PIM-SM (sparse mode), PIM-SSM (source-specific Multicast), IGMP v3 (relativamente al multicast IPv4), MLD v2 (relativamente al multicast IPv6), MSDP. Tutti i router devono poter operare da Rendez-vous Point.**
- Q63 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R63, di descrivere i meccanismi utilizzati e di indicare gli standard di riferimento a cui si conformano le implementazioni.
- R64 [vincolante] Si richiede il supporto del trasporto di rete tramite protocollo MPLS. Il protocollo MPLS deve poter utilizzare come underlay IGP sia OSPF che IS-IS, come protocolli di segnalazione RSVP e SPRING e deve poter supportare:**
- a. la creazione e la gestione di L3VPN;**
 - b. meccanismi per la ingegnerizzazione del traffico di rete (Traffic Engineering);**
 - c. meccanismi di protezione del traffico di tipo TI-LFA;**
 - d. meccanismi integrati MPLS/DiffServ, per il supporto della QoS sugli LSP.**
- Q64 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R64, di descrivere i meccanismi utilizzati e di indicare gli standard di riferimento a cui si conformano le implementazioni. Si chiede di descrivere l'utilizzo della tecnologia all'interno del Progetto di Rete.
- R65 [vincolante] Si richiede il supporto dei sensori telemetrici per lo streaming dei dati diagnostici, basati sui modelli standard di encoding gpb (Google protocol buffers), data model OpenConfig ove applicabile e trasporto udp o grpc (Google Remote Procedure Call). Si richiede, inoltre, di fornire la lista di quelli supportati.**
- Q65 Si chiede di descrivere la soluzione architeturale complessiva (sensori telemetrici e sistemi di acquisizione) all'interno del Progetto di Rete, evidenziando in che modo questa soddisfi i requisiti espressi in R65.

R66 [vincolante] Si richiede il supporto dei protocolli PCEP (Path Computation Element Communication Protocol) e BGP-LS (Border Gateway Protocol Link State) per gestire la comunicazione fra i router e sistemi esterni per il calcolo dei percorsi di rete.

Q66 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R66, di descrivere i meccanismi utilizzati e di indicare gli standard di riferimento a cui si conformano le implementazioni. Si chiede di descrivere l'utilizzo della tecnologia all'interno del Progetto di Rete.

4.5.8 Requisiti vincolanti di prestazione

R67 [vincolante] Si richiede il supporto di un numero di entry FIB IPv4 e IPv6 totali almeno pari a 900.000, di un numero di entry RIB IPv4 almeno pari a 80.000.000 e numero di entry RIB IPv6 almeno pari a 60.000.000.

Q67 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R67 e di indicare i dati effettivi.

R68 [vincolante] Si richiede il supporto di un numero di adiacenze OSPF almeno pari a 2.000, di adiacenze IS-IS almeno pari a 4.000 e di BGP peer almeno pari a 4.000.

Q68 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R68 e di indicare i dati effettivi.

R69 [vincolante] Si richiede il supporto di un numero di LSP RSVP ingress almeno pari a 32.000, transit almeno pari a 128.000, egress almeno pari a 100.000. Inoltre il supporto di un numero di LDP direct sessions almeno pari a 2.000.

Q69 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R69 e di indicare i dati effettivi.

R70 [vincolante] Si richiede il supporto di un numero di ARP entry almeno pari a 64.000.

Q70 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R70 e di indicare i dati effettivi.

R71 [vincolante] Si richiede che gli apparati siano equipaggiati con un buffer di memoria che garantisca un delay buffer, per porta, di almeno 20 ms.

Q71 In risposta alla gara si richiede di descrivere in dettaglio il meccanismo di buffering implementato, evidenziando come questo garantisce il delay espresso in R71. In particolare si chiede di indicare se la memoria utilizzata per il buffering dei pacchetti è dedicata allo scopo o condivisa con altri processi. Illustrare, inoltre, il meccanismo utilizzato per l'allocazione e gestione della memoria per porta fisica.

4.6 Requisiti tecnici opzionali SPINE

La fornitura di chipset direttamente sviluppati dal costruttore agevola l'implementazione di nuove funzionalità legate all'hardware. In base alla numerosità dei PoP e alle previsioni di crescita di banda del backbone della rete, per alcuni nodi sono considerati come migliorativi gli aspetti di maggiore capacità e di

ridondanza degli apparati. La disponibilità di maggiore profondità dei buffer delle interfacce e quindi di quantità di memoria dedicata, migliora le prestazioni di latenza sui collegamenti di lunga distanza.

4.6.1 Requisiti opzionali sui chipset

R72 [premiante] Si considera premiante la fornitura di chipset delle interfacce che siano sviluppati direttamente dal costruttore, sia per quanto riguarda il design hardware sia per la parte di sviluppo e delle funzioni software.

Q72 Si chiede di descrivere i chipset di cui l'apparato è dotato, dando evidenza che gli apparati offerti in gara soddisfino il requisito espresso in R72. Si richiede di descrivere il chipset adottato nella proposta tecnica e quali sono gli aspetti architettonici e funzionali presenti anche come percorso di revisione tecnologica sia passata che futura. Indicare come la presenza di questa tipologia di chipset rappresenta un valore aggiunto per GARR rispetto alle implementazioni di alcune funzioni line rate.

4.6.2 Requisiti opzionali di capacità

R73 [premiante] Si considera premiante per gli apparati una capacità di forwarding maggiore di 7.9 Tbps full-duplex. Saranno premiate le soluzioni con un maggior throughput complessivo al fine di garantire la scalabilità nel tempo.

Q73 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti a cui si fa riferimento in R73 indicando le caratteristiche degli apparati e i dati di capacità di ciascuno e la capacità complessiva.

4.6.3 Requisiti opzionali di ridondanza

R74 [premiante] Si considera premiante un equipaggiamento hardware ridondato per tutti gli apparati indicati in Tabella 4, in quanto questi nodi sono collocati nei PoP principali della rete. Saranno premiate le soluzioni che offrano livelli di ridondanza superiori a quanto richiesto nei requisiti vincolanti per gli aspetti di:

- a. Alimentazione;
- b. Ventilazione;
- c. Processore centrale;
- d. Matrice di commutazione.

N	PoP	Tipo	Sigla
1.	PoP Bologna-Morassutti	Spine	BO1
2.	PoP Milano-Caldera	Spine	MI2
3.	PoP Milano Lancetti	Spine	MI1
4.	PoP Roma-Tizii	Spine	RM2

Tabella 4: Elenco degli apparati spine su cui sarà valutato il requisito premiante di ridondanza

Q74 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti a cui si fa riferimento in R74, descrivendo le caratteristiche e i meccanismi di ridondanza dei diversi elementi in ciascuno degli apparati proposti.

4.6.4 Requisiti opzionali di aggregazione

R75 [premiante] Si considera premiante il supporto di bundle Ethernet che possano essere configurati con qualsiasi combinazione di velocità delle singole interfacce.

Q75 Laddove il requisito espresso in R75 sia soddisfatto si chiede di descrivere i meccanismi di funzionamento, le combinazioni di velocità supportate, standard di riferimento, interoperabilità con altri “costruttori”.

4.6.5 Requisiti opzionali di prestazione

R76 [premiante] Si considera premiante che tutti gli apparati siano equipaggiati con memoria totale di buffer che supporti un delay buffer per ciascuna porta maggiore di 20 ms.

Q76 Si chiede di confermare di aver recepito il requisito a cui si fa riferimento in R76 e di indicare i dati effettivi fornendo tutte le informazioni sulla memoria utilizzata e se questa è dedicata o condivisa.

4.7 Requisiti tecnici vincolanti VRR

Nell’attuale rete di produzione la funzione BGP-RR è integrata direttamente in un selezionato numero di router. Con l’evoluzione della rete GARR (vedi par. 1.4.3) il ruolo di BGP-RR verrà assunto da appliance dedicate esclusivamente a tale scopo.

4.7.1 Requisiti vincolanti ambientali

R77 [vincolante] Si richiede che l’assorbimento massimo sia pari a 0,5 kW in AC. Dove richiesto gli apparati dovranno supportare anche ingressi in DC. Gli ingressi 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).

Q77 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti a cui si fa riferimento in R77 e di fornire i dati completi sull’alimentazione elettrica.

R78 [vincolante] Si richiede che la dissipazione di calore di ciascun apparato in AC, sia minore o uguale a 1.800 BTU/hr.

Q78 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti a cui si fa riferimento in R78 e di fornire i dati completi sulla dissipazione.

R79 [vincolante] Si richiede che l’ingombro non ecceda 1 RU e che la profondità sia tale da poter essere completamente contenuto in un rack standard da 19 pollici con profondità 80 cm.

Q79 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti a cui si fa riferimento in R79 e di fornire i dati sulle dimensioni.

4.7.2 Requisiti vincolanti di connettività

R80 [vincolante] Si richiede che gli apparati VRR siano equipaggiati con un numero di porte fisiche maggiore o uguale a 8. Le porte dovranno essere tutte di tipo Ethernet Small Form-factor Pluggable (SFP), e dovranno poter alloggiare transceiver ottici a 1Gbps (standard SFP) e 10Gbps (standard SFPP).

Q80 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti a cui si fa riferimento in R80 indicando la disponibilità totale di porte.

R81 [vincolante] Al fine di poter gestire l'apparato attraverso i canali OOB (Out Of Band), si richiede la disponibilità di:

- a. una interfaccia di management Ethernet RJ-45;
- b. una interfaccia seriale RS-232 RJ-45.

Q81 Si chiede di confermare che gli apparati offerti soddisfino i requisiti in R81. Descrivere il pinout della porta seriale RS-232 RJ45.

4.7.3 Requisiti vincolanti di prestazione

R82 [vincolante] Si richiede che il VRR supporti un numero di RIB entry almeno pari a 30.000.000.

Q82 Si chiede di confermare di aver recepito i requisiti a cui si fa riferimento in R82.

4.8 Requisiti tecnici opzionali su consumi elettrici e occupazione di spazio

4.8.1 Requisiti tecnici opzionali sui consumi elettrici

R83 [premiante] Si considera premiante la fornitura che include apparati di rete, VRR, Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete e sistema di mitigazione con consumo elettrico complessivo minimo. Il consumo elettrico complessivo deve essere calcolato come somma dell'intera consistenza di gara, con gli apparati equipaggiati in configurazione proposta. Si ricorda che per ciascun tipo di apparato e per i sistemi, il valore massimo di consumo elettrico consentito è espresso nei capitoli precedenti relativi ai requisiti vincolanti.

Q83 Si chiede di fornire il dato relativo al consumo complessivo come indicato nel requisito R83.

4.8.2 Requisiti tecnici opzionali sulla occupazione di spazio

R84 [premiante] Si considera premiante la fornitura che include apparati di rete, VRR, Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete e sistema di mitigazione con occupazione di spazio complessivo minimo espresso in termini di rack unit. Lo spazio complessivo deve essere calcolato come somma dell'intera consistenza di gara. Si ricorda che per ciascun tipo di apparato e per i sistemi, il valore massimo di occupazione di spazio in termini di rack unit consentito è espresso nei capitoli precedenti relativi ai requisiti vincolanti.

Q84 Si chiede di fornire il dato relativo al consumo complessivo come indicato nel requisito R84.

5 REQUISITI TECNICI DELLA SUITE DI GESTIONE

Il disegno di rete a pacchetto prevede la presenza di un elevato numero di nodi e funzionalità per le quali non è possibile operare in maniera tradizionale con processi manuali. GARR ha la necessità di disporre di una serie di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete, per change management, monitoring, troubleshooting.

La crescente mole di informazioni fornita dovrà essere utilizzata per costruire una baseline dei comportamenti attesi. Tale baseline costituirà la base nella quale introdurre progressivamente elementi di automazione dei processi che abbraccino il completo ciclo di vita del singolo apparato così come dell'intera rete.

Sulla nuova rete GARR-T dovrà essere possibile offrire all'utenza delle viste di rete dinamiche e, ove necessario, direttamente l'accesso ad alcune funzionalità di rete, utilizzando interfacce di programmazione aperte e documentate.

Strumenti di questo tipo rappresentano un elemento funzionale imprescindibile del disegno di rete e pertanto le loro funzionalità, la conseguente robustezza e la programmabilità sono da intendersi come essenziali ed a supporto del disegno di rete GARR-T.

Nel seguito del presente capitolo verranno messe in evidenza le funzionalità richieste, così come i requisiti tecnici premianti della Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete (Suite nel prosieguo del documento) per la gestione della rete GARR-T.

5.1 Requisiti hardware

R85 [vincolante] La Suite dovrà essere costituita da una componente hardware ed una software. La componente hardware dovrà essere dimensionata in maniera tale da poter supportare una rete costituita da una quantità di apparati maggiorata del 100% rispetto alla consistenza di gara. Il dimensionamento della componente software (licenze) dovrà essere fatto sulla base degli apparati di rete in consistenza di gara. La validità delle licenze software per l'utilizzo di tutte le funzionalità della Suite dovrà essere garantita e disponibile per tutta la durata del contratto.

Q85 In risposta alla gara dovrà essere indicato:

- a. la quantità ed il dimensionamento dell'hardware;
- b. il criterio utilizzato per il dimensionamento dell'hardware, evidenziando come questo soddisfi il requisito R85;
- c. la numerosità delle licenze software offerte per i vari sistemi, evidenziando come queste risultino sufficienti a prendere in carico la rete, con la numerosità di apparati offerti in gara.

R86 [vincolante] La Suite dovrà operare in alta disponibilità. Dovrà essere composta da cluster di nodi, tali da assicurare la disponibilità dell'intero sistema, e di tutte le sue funzioni, anche a fronte dell'indisponibilità di un nodo del cluster.

Q86 Descrivere come è implementato il meccanismo di HA dalla soluzione offerta, approfondendo quelli che sono i comportamenti del sistema a seguito de un guasto hardware. Indicare le procedure di

ripristino del cluster. Attraverso la descrizione generale, dare evidenza che il comportamento del sistema risponda alle richieste indicate in R86.

5.2 Requisiti funzionali

R87 [vincolante] Si richiede la fornitura di una Suite per la gestione operativa della rete GARR-T con una componente software (tools) ed una componente hardware che dovrà operare all'interno di un selezionato numero di PoP GARR.

Q87 Si richiede di dare evidenza di aver preso visione del requisito R87. Descrivere l'architettura del sistema software, la componente hardware ed il disegno di rete all'interno del quale verrà integrato.

R88 [vincolante] Si richiede che la Suite disponga di un tool per la presa in carico, configurazione e messa in rete di un nuovo apparato, e che minimizzi l'intervento manuale.

Q88 Descrivere in dettaglio il funzionamento del tool richiesto in R88, indicando tutte le fasi del processo che portano alla messa in rete di un nuovo apparato. Dare evidenza su quale debba essere l'intervento umano e in quale fase del processo.

R89 [vincolante] Si richiede che la Suite disponga di tool per l'aggiornamento automatico del Sistema Operativo degli apparati di rete offerti in gara. Dovrà poter gestire il workflow di tutte le fasi del processo di upgrade (es: confronto tra gli stati di pre e post upgrade, rollback in caso di fallimento, ecc.), e dovrà poter correttamente operare con tutte le tipologie di apparati offerti in gara. Al fine di minimizzare i tempi di upgrade di tutta l'infrastruttura di rete, lo strumento dovrà consentire l'esecuzione parallela delle sessioni di aggiornamento dei diversi nodi.

Q89 Descrivere il funzionamento del tool di aggiornamento richiesto in R89. Nella descrizione evidenziare quali sono le azioni che vengono eseguite in automatico e quali, eventualmente, richiedono l'intervento dell'operatore. Indicare il grado di flessibilità e di personalizzazione dello strumento richiesto.

R90 [vincolante] Si richiede che la Suite disponga di tool che in tempo reale mantenga aggiornata la consistenza dell'hardware con cui sono equipaggiati gli apparati di rete (es.: card, alimentatori, ventole, transceiver, ecc.). Lo strumento dovrà consentire l'esportazione delle informazioni nei formati standard (es.: Excel, PDF, ecc.).

Q90 Descrivere il funzionamento del tool richiesto in R90. In particolare occorrerà descrivere come questo interagisce con gli apparati, quali informazioni visualizza e se mette a disposizione una modalità attraverso la quale effettuare delle ricerche specifiche.

R91 [vincolante] Si richiede che la Suite disponga di un tool per la gestione automatizzata della configurazione degli apparati di rete. Lo strumento dovrà consentire di:

- a. inserire e/o rimuovere porzioni di configurazione su singoli apparati o gruppi di apparati;
- b. verificare la rispondenza tra la configurazione di rete ed i template di riferimento e, in caso di difformità, procedere all'allineamento della configurazione operativa al template;
- c. creare ed applicare la configurazione dei servizi a partire dai template di riferimento;

- Q91 Descrivere in dettaglio il funzionamento del tool richiesto in R91, in particolare la modalità di costruzione dei template di configurazione, la flessibilità offerta dallo strumento in termini di personalizzazione dei template e la notifica delle azioni messe in atto in fase di applicazione delle configurazioni.
- R92 [vincolante] Si richiede che la Suite disponga di un tool che operi il salvataggio periodico e automatico della configurazione degli apparati di rete. In caso di guasto e/o sostituzione di uno o più apparati di rete, lo strumento software deve consentire il ripristino della configurazione attiva sugli apparati prima dell'evento. lo strumento software deve consentire inoltre il ripristino automatico di una configurazione di rete precedente all'ultimo salvataggio.**
- Q92 Descrivere in dettaglio il funzionamento del tool richiesto in R92, indicando la modalità di salvataggio, il formato del file di configurazione, la profondità storica delle precedenti configurazioni.
- R93 [vincolante] Si richiede che la Suite disponga di un tool che periodicamente effettui la verifica che la release software del sistema operativo di tutti i nodi della rete sia quella attesa, e se uno o più nodi hanno una release software non attesa, lo strumento deve notificarlo.**
- Q93 Descrivere in dettaglio il funzionamento del tool richiesto in R93, e descrivere le modalità ed i canali di notifica.
- R94 [vincolante] Si richiede che la Suite disponga di un tool che verifichi costantemente lo stato di caratteristico dei link (drop, delay, ecc.), allo scopo di verificare scostamenti rispetto alla baseline. Qualora si verifichi uno scostamento, lo strumento deve essere in grado di notificarlo ed eventualmente innescare un'azione automatica per cui il link è posto in stato di manutenzione ovvero fuori servizio.**
- Q94 Descrivere in dettaglio il funzionamento del tool richiesto in R94. Indicare quali metriche vengono monitorate, quali gli interventi del sistema a seguito dell'individuazione di un problema, se lo strumento richiede un intervento umano e quali sono i canali di notifica.
- R95 [vincolante] In affiancamento agli sviluppatori GARR, si richiede la partecipazione del Fornitore e/o Costruttore nelle fasi di progettazione, e successivi primi cicli di sviluppo, di template per l'automazione degli scenari di configurazione, monitoraggio e analisi più frequenti e probabili nella gestione quotidiana della nuova infrastruttura.**
- Q95 Confermare che la fornitura comprenda la richiesta formulata in R95, e descrivere come il Fornitore in collaborazione con il Costruttore intende organizzare la fase di affiancamento.
- R96 [vincolante] Si richiede che la Suite disponga di un tool che implementi le funzionalità di acquisizione, elaborazione e visualizzazione dei dati telemetrici, messaggi SNMP e log di sistema collezionati in accordo con gli standard OpenConfig, gRPC, NETCONF, SNMP, CLI, syslog.**
- Q96 Descrivere in dettaglio il funzionamento del tool richiesto in R96. Indicare quali sono le modalità di collezionamento e rappresentazione dei dati.

- R97 [vincolante]** Si richiede che la Suite offra all'utente la possibilità di organizzare le informazioni in viste (dashboard) personalizzate. Ad esempio: stato degli alimentatori di tutti gli apparati di rete, stato delle interfacce di uno specifico apparato, ecc.
- Q97 Descrivere in dettaglio la funzionalità richiesta in R97. Illustrare il livello di flessibilità che offre il sistema in termini di analisi e visualizzazione personalizzate dei dati di monitoring.
- R98 [vincolante]** Si richiede che la Suite disponga di un tool (Controller) con le funzionalità che consentono l'ingegnerizzazione degli LSP MPLS attraverso i meccanismi resi disponibili da RSVP e Segment Routing. Il sistema dovrà consentire la creazione, gestione, visualizzazione e rimozione degli LSP, e dovrà poter gestire senza alcuna limitazione anche quelli configurati manualmente sugli apparati attraverso la CLI. Il sistema dovrà:
- a.** poter consentire la definizione di SLA personalizzati (delay, jitter, ecc.) e la marcatura dei link logici che condividono la stessa infrastruttura fisica della rete. La richiesta è di un sistema che, tenendo conto delle informazioni indicate, sia in grado di calcolare automaticamente percorsi che non condividono nodi o collegamenti fisici, e che soddisfino gli SLA richiesti;
 - b.** essere in grado, a seguito di guasti o mancata verifica degli SLA, di modificare automaticamente il percorso degli LSP MPLS, dandone evidenza attraverso i canali di messaggistica supportati.
 - c.** poter eseguire azioni decise da altri strumenti software facenti parte della Suite di automazione della rete proposta e pertanto deve potersi interfacciare con questi ultimi attraverso interfacce di comunicazione standard.
- Q98 Descrivere l'architettura ed il funzionamento del tool richiesto in R98. Indicare come lo strumento operi la gestione del ciclo di vita degli LSP, e come il controller metterà in atto le disposizioni indicate all'interno dell'elenco in R98.
- R99 [vincolante]** Attraverso l'interfaccia grafica di amministrazione dello strumento Controller, l'utente dovrà poter visualizzare graficamente ed esportare nei formati standard PDF e XML report informativi relativi alle grandezze che caratterizzano gli LSP (es. dati di traffico, instradamento, ecc.). Il sistema dovrà consentire la generazione di report storici con finestra temporale selezionabile in base alle necessità.
- Q99 Descrivere le funzionalità messe a disposizione della dashboard richiesta in R99. In particolare indicare come sono organizzati i dati visualizzati, la modalità di consultazione e fruizione delle informazioni e la Data Retention dei dati collezionati dallo strumento.
- R100 [vincolante]** La comunicazione (SBI) tra lo strumento Controller e gli apparati di rete deve utilizzare solo ed esclusivamente protocolli standard basati su IP (es. SNMP, ICMP, SSH, PCEP, NETCONF, HTTP, BGP, OSPF, IS-IS, ecc.). Non sono ammesse soluzioni che facciano utilizzo di protocolli di comunicazione proprietari.
- Q100 Descrivere in dettaglio la comunicazione tra il controller e gli apparati di rete, e che i protocolli di comunicazione rispettino quanto indicato in R100.

- R101 [vincolante]** La Suite per gestione operativa della rete dovrà esporre un'interfaccia di comunicazione applicativa (API), realizzata secondo il paradigma REST. La formattazione dei dati utilizzati nelle comunicazioni con le applicazioni dovrà essere basata sul modello JSON adottando il media type "application/json" o, in alternativa, sul modello YAML adottando il media type "application/yaml".
- Q101 Descrivere in dettaglio l'interfaccia di comunicazione richiesta in R101 e la formattazione dei dati supportati. Indicare la lista completa delle API implementate.
- R102 [vincolante]** Si richiede che la Suite disponga di un tool che implementi le funzionalità di notifica dei messaggi attraverso differenti canali di comunicazione, utilizzabili dall'utente in base alle proprie esigenze (es.: email, Slack, Webhook ecc.)
- Q102 Descrivere la funzionalità richiesta in R102, ed indicare in dettaglio i canali di inoltro delle notifiche supportati dalla soluzione.
- R103 [vincolante]** Si richiede che la Suite, oppure i singoli strumenti di cui è composta, siano operati solo ed esclusivamente attraverso l'interfaccia GUI web based HTML5 (chrome), ed accessibile via HTTPS. L'uso dell'interfaccia GUI non deve richiedere l'installazione di software aggiuntivi sulle postazioni del personale GARR deputato alla gestione operativa dell'infrastruttura di rete.
- Q103 Descrivere la GUI, la modalità di accesso e le funzionalità supportate. Dare evidenza che la GUI soddisfi tutti i requisiti indicati in R103.
- R104 [vincolante]** È compito del Fornitore garantire, per tutta la durata del progetto e senza costi aggiuntivi, gli aggiornamenti di tutti i software e delle licenze d'uso. L'aggiornamento dovrà riguardare sia il Sistema Operativo degli apparati di rete, sia della Suite di gestione.
- Q104 Si richiede di confermare che la fornitura comprenda quanto richiesto in R104 e di descrivere quali sono le azioni che il Fornitore intende adottare per garantire quanto richiesto.
- R105 [vincolante]** La Suite dovrà operare esclusivamente in ambiente Linux.
- Q105 Si chiede di confermare che la fornitura soddisfi il requisito R105, indicando le caratteristiche dei sistemi operativi (distribuzione Linux, release, ecc) richiesti per la corretta installazione ed amministrazione della Suite e di tutte le sue componenti.
- R106 [vincolante]** La Suite dovrà operare, senza alcuna limitazione, con tutte le tipologie degli apparati offerti in gara. Il sistema dovrà consentire l'apertura di sessioni di lavoro parallele e la profilatura dell'utente.
- Q106 Indicare tutte le tipologie di apparati di rete gestibili attraverso la Suite, dando evidenza che gli apparati offerti in gara rientrino nella lista di quelli operabili attraverso tale strumento. Descrivere il meccanismo di profilatura delle utenze e la capacità del sistema di avviare sessioni parallele. Dare evidenza che tutte le richieste espresse in R106 siano soddisfatte dalla soluzione offerta in gara.

5.3 Requisiti sulla formazione

R107 [vincolante] Si richiede al fornitore di proporre un piano di formazione che consenta a GARR di acquisire le conoscenze sull'utilizzo della Suite di gestione e per la personalizzazione degli strumenti sulla base delle esigenze operative.

Q107 Si richiede di dettagliare un piano per la formazione del personale del GARR sull'utilizzo e la personalizzazione degli strumenti messi a disposizione della Suite di gestione, così come richiesto in R107.

5.4 Requisiti tecnici opzionali della Suite di gestione

R108 [premiante] Si considera premiante una Suite che, nell'ottica della definizione di un processo di automazione, possa richiamare ed eseguire script sviluppati in ambiente Python e playbook Ansible creati appositamente per interagire con gli apparati di rete (es. azioni correttive definite dall'utente e generate da eventi anomali, creazione automatica di configurazioni, applicazioni massive di porzioni di configurazione su tutta la rete, ecc.).

Q108 Descrivere come è congeniato il porting all'interno della Suite di gestione, di script Python o playbook Ansible così come richiesto in R108. Indicare se l'integrazione degli script sviluppati in ambiente esterno alla Suite è totale o presenta delle limitazioni. Se sì, indicare quali.

R109 [premiante] Si considera premiante un ciclo di formazione di almeno 2 sessioni di corso di 1 settimana ciascuna riguardo l'utilizzo delle librerie Python, sviluppate appositamente per l'interazione con gli apparati di rete. Si richiede inoltre la formazione sugli strumenti di automazione delle configurazioni attraverso il framework Ansible. I cicli di formazione avranno lo scopo rendere GARR autonomo nella produzione di script per l'automazione dei processi di gestione della rete.

Q109 Si richiede di dettagliare un piano per la formazione del personale del GARR sull'utilizzo degli strumenti di programmazione negli ambienti Python e Ansible. Dare evidenza che il piano di formazione venga strutturato come da richiesta R109.

R110 [premiante] Si considera premiante una Suite che possa gestire, in termini di licenze software, una consistenza maggiore di apparati rispetto a quella proposta al fine di garantire la scalabilità della suite nel tempo.

Q110 Confermare che la fornitura comprenda la richiesta formulata in R110, ed indicarle all'interno della kit-list di risposta alla gara.

R111 [premiante] Si considera premiante la fornitura di uno strumento software, integrato all'interno della Suite, che consenta l'analisi dei percorsi di rete durante la migrazione del traffico dalla vecchia alla nuova rete, nel periodo di attivazione della rete e per una durata pari a 12 (dodici) mesi a partire dalla realizzazione del field trial.

Q111 Descrivere l'architettura e le funzionalità dello strumento richiesto. Indicare che la disponibilità dello strumento in termini temporali sia quella richiesta in in R111, e riportarlo all'interno della kit-list.

R112 [premiante] Relativamente allo strumento indicato in R111, si considera premiante una sua implementazione che consenta l'analisi offline, e quindi che operi su una rappresentazione in tempo reale della rete e del suo stato. La rappresentazione dovrà essere ottenuta automaticamente attraverso una costante interazione con la rete, basata su protocolli di comunicazione standard (es.: OSPF, IS-IS, BGP, ecc.).

Q112 Descrivere l'implementazione dello strumento software per l'analisi offline, indicando in dettaglio la modalità di acquisizione delle informazioni dagli apparati di rete, la modalità con cui viene costruita la rappresentazione della rete di produzione e quali sono le esigenze, in termini di HW, che tale strumento richiede per poter operare al meglio sull'immagine della rete GARR, costituita da un numero di apparati pari a quelli offerti in gara. Evidenziare come tutte le richieste espresse in R112 siano soddisfatte dallo strumento.

R113 [premiante] Si considera premiante che lo strumento software indicato in R111 analizzi i dati acquisiti sulla base di KPI, regole e gruppi di regole personalizzabili utilizzando meccanismi di machine learning allo scopo di rilevare, laddove possibile predire, e segnalare anomalie che insorgono sulla rete. Il sistema inoltre dovrà essere in grado di avviare l'esecuzione automatica di azioni correttive atte a ristabilire le condizioni migliori possibili di funzionamento sia agendo direttamente sui nodi che per mezzo di altri strumenti software facenti parte della soluzione di automazione della rete proposta dal fornitore.

Q113 Descrivere in dettaglio tutti gli aspetti riportati all'interno del requisito R113.

6 REQUISITI TECNICI DEL SISTEMA DDoS MITIGATION

GARR intende adottare, sulla nuova rete di produzione, un sistema di mitigazione degli attacchi volumetrici (DDoS) che degradano, e in taluni casi impediscono, l'accesso alla rete ed ai servizi che vengono offerti alla comunità degli utenti.

Attraverso un'opportuna interazione con tutti gli apparati della rete GARR, ed in maniera completamente automatizzata, il sistema dovrà essere in grado di identificare e bloccare pattern di traffico malevolo avente come destinazione le risorse degli utenti quali, ad esempio, i servizi applicativi che vengono esposti in rete, o semplicemente il collegamento di accesso a GARR.

Il sistema dovrà analizzare in tempo reale il traffico che transita attraverso tutte le interfacce di collegamento con le reti esterne (Geant, Upstream Provider, IXP, ecc), attuando opportune azioni di rimedio (firewall policy) nel momento in cui dovesse venire rilevata una anomalia riconducibile ad un attacco di tipo volumetrico.

Tra i diversi modelli architetturali che caratterizzano le soluzioni tecnologiche ad oggi disponibili, GARR richiede un modello di sistema in-house, e cioè con tutte le componenti che operano all'interno dei confini della rete GARR. Non vi è interesse nei riguardi delle soluzioni tecnologiche che prevedono la redirectione forzata del traffico utente verso i sistemi che operano all'interno delle Cloud dei soggetti che erogano il servizio di analisi del traffico e rimozione delle componenti malevole.

In risposta alla gara, all'interno del documento del Progetto di Rete, al Fornitore è richiesta la descrizione dettagliata del sistema di mitigazione e dell'architettura complessiva che comprende anche gli elementi di rete e le interazioni con gli apparati che la costituiscono.

6.1 Requisiti funzionali

R114 [vincolante] È richiesta la fornitura di un sistema Hardware e Software in modalità on-premises, e cioè con tutte le componenti fisiche installate all'interno di uno o più PoP della rete GARR, in grado di identificare e bloccare gli attacchi DDoS di tipo volumetrico.

Q114 Descrivere il funzionamento del meccanismo di rilevazione e mitigazione degli attacchi richiesto in R114, allegando in risposta alla gara la documentazione ufficiale sul prodotto (Data Sheet, Administration Guide, Configuration Guide, ecc.).

R115 [vincolante] Il sistema di identificazione e mitigazione degli attacchi DDoS, dovrà essere dimensionato in maniera da poter ricevere, analizzare e rilevare anomalie su un flusso dati aggregato fino a 500Gbps.

Q115 Si chiede di confermare che la fornitura soddisfi il requisito R115.

R116 [vincolante] Il sistema dovrà poter interoperare, senza alcuna limitazione, con le tipologie di apparati di rete LEAF e EDGE offerti in gara, e con tutte le tipologie di interfacce supportate da questi apparati. La funzionalità di DDoS mitigation dovrà poter essere attivata su qualsiasi interfaccia a discrezione di GARR, ai fini di una efficace mitigazione degli attacchi.

Q116 Dare evidenza, indicandolo nella documentazione di gara, che il sistema offerto soddisfi il requisito R116.

R117 [vincolante] Il sistema dovrà poter elaborare, in tempo reale, una quantità di traffico pari alla somma dei traffici che transitano sulle interfacce di rete sulle quali è attiva la funzionalità di mitigazione dei DDoS. Ad esempio: applicato in contemporanea su due interfacce 100GE, deve poter analizzare in tempo reale una quantità di traffico pari a 200Gbps.

Q117 Si chiede di indicare i dati sulle prestazioni e di mostrare in che modalità e con quali meccanismi il sistema soddisfi il requisito R117.

R118 [vincolante] Il sistema dovrà essere in grado di identificare gli attacchi di tipo volumetrico, e mettere rapidamente in atto un'azione di mitigazione attraverso la configurazione automatica di filtri che impediscano il transito del flusso identificato come "malevolo". L'azione dovrà interessare solo i router dove è attivo il meccanismo di identificazione degli attacchi. L'interazione tra il sistema di mitigazione e gli apparati di rete dovrà avvenire solo attraverso l'utilizzo di protocolli standard (es. NETCONF).

Q118 Si chiede di confermare che la fornitura soddisfi il requisito R118. Descrivere l'algoritmo su cui si basa il meccanismo di rilevazione, i tempi di reazione e di applicazione dei filtri sui router interessati.

R119 [vincolante] Il sistema dovrà essere in grado di rilevare la cessazione dell'evento malevolo e rimuovere automaticamente la policy di filtraggio del traffico.

Q119 Si chiede di confermare che la fornitura soddisfi il requisito R119. Descrivere il comportamento del sistema a seguito della cessazione degli eventi malevoli.

R120 [vincolante] Il sistema di DDoS mitigation dovrà essere operato solo ed esclusivamente attraverso l'interfaccia GUI web based HTML5 (chrome), ed accessibile via HTTPS. L'uso dell'interfaccia GUI non deve richiedere l'installazione di software aggiuntivi sulle postazioni del personale GARR deputato alla gestione operativa dell'infrastruttura di rete.

Q120 Si richiede di descrivere la modalità con cui viene amministrato ed operato il sistema e le specifiche tecniche dell'interfaccia richiesta R120. Descrivere l'interfaccia grafica di gestione in tutti i suoi dettagli.

R121 [vincolante] Dall'interfaccia GUI del sistema di mitigazione dei DDoS dovrà essere possibile visualizzare almeno le seguenti informazioni:

- a. l'aggregato di traffico esaminato in tempo reale;
- b. le dimensioni e le caratteristiche del traffico malevolo filtrato dal sistema in tempo reale;
- c. la policy applicata sulle interfacce dei router su cui la funzionalità è abilitata;
- d. i vettori d'attacco con i relativi dettagli (es. sorgente, target, porte, dimensione pacchetti, ecc.);
- e. andamento storico dell'aggregato di traffico esaminato;
- f. andamento storico del traffico malevolo identificato e bloccato dal sistema;
- g. esecuzione e risultato di query incrociate al database informativo dei log.

Q121 Descrivere come, attraverso la GUI del sistema, sia possibile accedere, operare e visualizzare le informazioni messe a disposizione dalle funzionalità richieste in R120.

R122 [vincolante] Attraverso l'interfaccia GUI, dovrà essere possibile intervenire sulla configurazione del sistema al fine di:

- a. personalizzare i parametri che discriminano i flussi di traffico lecito dai flussi anomali (attacchi);**
- b. creare liste specifiche di sorgenti e/o destinazioni da gestire in modalità differente rispetto alle logiche del sistema (blacklist/whitelist).**

Q122 Descrivere come, attraverso la GUI del sistema, sia possibile procedere alla personalizzazioni del sistema così come richiesto in R122.

R123 [vincolante] È compito del Fornitore garantire per tutta la durata del progetto e senza costi aggiuntivi, gli aggiornamenti di tutti i software (major e minor release) e la disponibilità di patch di qualsiasi natura (sicurezza, bug-fix, ecc.) del sistema di mitigazione.

Q123 Si chiede di confermare che la fornitura soddisfi il requisito R123 descrivendo tutti i meccanismi di licensing relativi a tutti gli elementi contenuti nella fornitura.

7 REQUISITI TECNICI DEL CABLAGGIO DATI

In aggiunta agli apparati ed ai servizi, è richiesta la fornitura, posa in opera e collaudo del cablaggio in fibra ottica descritto all'interno dei paragrafi 7.2 e 7.3, ma solo ed esclusivamente nel caso in cui intenda adottare una soluzione tecnica che prevede l'uso di transceiver ottici multirate 40Gbps e 200Gbps. All'interno di questi due paragrafi sono descritti i modelli di riferimento per la realizzazione di questa specifica tipologia di cablaggio strutturato. Resta inteso che, nel caso in cui dovessero esserci le condizioni che richiedano la fornitura di cablaggio in fibra MPO-LC e MPO-MPO, le indicazioni riportate nei paragrafi indicati (7.2 e 7.3) vanno considerate come requisiti vincolanti che devono essere soddisfatti da tutte le componenti con cui verrà realizzata l'infrastruttura. Il fornitore dovrà indicare all'interno del Progetto di Rete (par. 12.2) tutte le specifiche tecniche relativamente alle componenti di cablaggio richieste nei paragrafi successivi.

7.1 Cablaggio LC-LC e RJ45

L'attuale modello di cabling in fibra ottica Single Mode e rame è illustrato in Figura 9. È realizzato con più rack attivi, e cioè i rack all'interno dei quali sono ospitati gli apparati di rete, ed un rack passivo con funzione di centro stella per il cablaggio orizzontale del PoP. Il cablaggio in fibra è realizzato con cavi multifibra SM 9/125, terminati su cassette ottiche LC duplex da 24 posizioni, mentre quello rame con fasci da 24 cavi UTP Cat6 per ogni coppia di Patch Panel di attestazione.

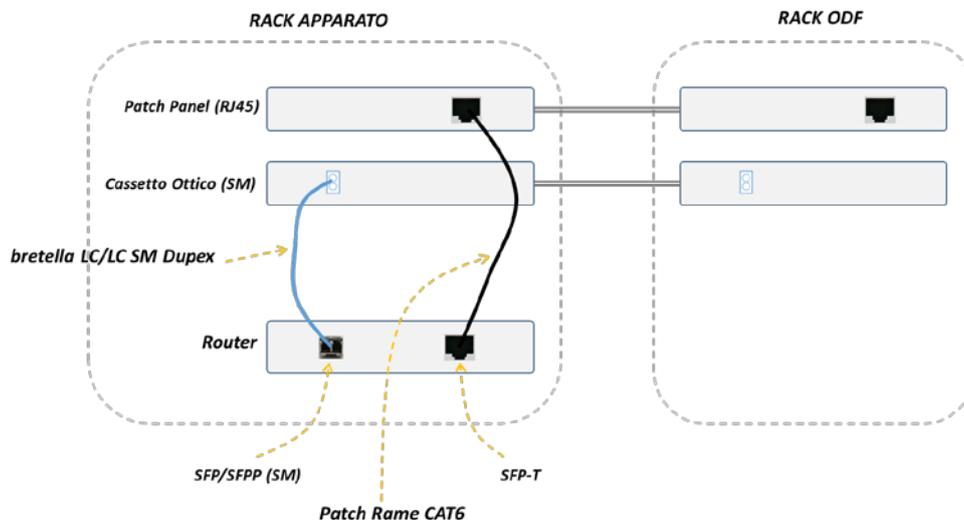


Figura 9: Cablaggio rame/ottico nei PoP GARR

Le porte dell'apparato equipaggiate con ottiche 1G e 10G Single Mode, sono ora attestate sul cassetto ottico del rack apparato (vedi Figura 9), e rilanciate all'interno del rack passivo (ODF) attraverso l'infrastruttura di permutate. Il collegamento è realizzato con l'ausilio di bretelle ottiche LC-LC duplex SM, di lunghezza opportuna. Analogo è il modello per il cablaggio delle porte RJ45 sul Patch Panel. Laddove esistente, GARR intende utilizzare l'attuale infrastruttura di permutate per rilanciare verso l'ODF le porte fisiche 1G/10G con ottica Single Mode SFPP/SFP e 1G rame.

Alla luce di questa considerazione, il fornitore è tenuto ad offrire, installare e collaudare solo ed esclusivamente le bretelle ottiche di collegamento tra la porta dell'apparato ed il cassetto ottico nel RACK APPARATO (bretella LC/LC SM Duplex in Figura 9), e le patch rame connettorizzate RJ45 per il collegamento della porta dell'apparato alla porta del Patch Panel RJ45 nel RACK APPARATO (Patch Rame CAT6 in Figura 9).

I collegamenti dovranno avvenire secondo un criterio di mappatura che verrà indicato da GARR in fase di installazione del PoP.

R124 [vincolante] Si richiede la fornitura di bretelle ottiche LC-LC duplex Single Mode 9/125 LSZH di colore blu, ciascuna con una lunghezza pari a 3 metri. La numerosità della fornitura è una funzione del numero di ottiche SFPP-SM e SFP-SM richieste in consistenza. Il numero è indicato nelle colonne "OTTICHE" del foglio "Apparati" all'interno del file "AllegatoC-2004-Dettaglio Consistenza Hardware e Software", e riguarda le tipologie 10GBase-LR, 10GBase-ZR, 1GBase-LX, 1GBase-ZX. Il calcolo del numero di bretelle da offrire in gara va effettuato singolarmente per ciascun PoP, attraverso la seguente formula, il cui risultato andrà arrotondato all'intero superiore.

$$B_{LC-LC} = (O_{10G-LR} + O_{10G-ZR} + O_{1G-LX} + O_{1G-ZX}) * 1,5$$

dove nell'espressione:

B_{LC-LC} = bretelle LC-LC Duplex Single Mode 9/125 da 3 metri (offerta per PoP);

O_{10G-LR} = ottiche 10GBase-LR in consistenza;

O_{10G-ZR} = ottiche 10GBase-ZR in consistenza;

O_{1G-LX} = ottiche 1GBase-LR in consistenza;

O_{1G-ZX} = ottiche 1GBase-ZX in consistenza.

Q124 Si richiede di confermare, indicandone le quantità per PoP all'interno di una tabella dell' AllegatoB-2004-Schema Offerta Tecnico-Economica, che la fornitura di bretelle ottiche rispetti la richiesta espressa in R124.

R125 [vincolante] Si richiede la fornitura di patch cord Cat6 connettorizzate RJ45 LSZH di colore bianco, ciascuna con una lunghezza pari a 3 metri. La numerosità della fornitura è una funzione del numero di ottiche SFP-T richieste in consistenza. Il numero è indicato nelle colonne "OTTICHE" del foglio "Apparati" all'interno del file "AllegatoC-2004-Dettaglio Consistenza Hardware e Software". Il calcolo del numero di patch da offrire in gara va effettuato singolarmente per ciascun PoP, attraverso la seguente formula, il cui risultato andrà arrotondato all'intero superiore.

$$B_{RJ45} = O_{1G-T} * 1,5$$

dove nell'espressione:

B_{RJ45} = patch cord Cat6 RJ45 da 3 metri (offerta per PoP);

O_{1G-T} = ottiche 10GBase-LR in consistenza.

Q125 Si richiede di confermare, indicandone le quantità per PoP all'interno di una tabella, che la fornitura di patch cord rispetti la richiesta espressa in R125.

7.1.1 Collaudo cablaggio dati LC-LC

Al Fornitore è richiesto il collaudo del sistema complessivo costituito dall'ottica SFPP e/o SFP con cui è equipaggiato il router, più la bretella di collegamento LC-LC richiesta in fornitura. Non è richiesto alcun tipo di collaudo per la quota parte del cablaggio in rame.

Nel caso si tratti di transceiver ottici **10GBase-LR** e **1GBase-LX**, si dovrà procedere con la seguente modalità operativa:

- Collegamento della bretella ottica LC-LC secondo quanto illustrato in Figura 10 (lato A su porta router e lato B in loop);
- Visualizzazione, attraverso gli opportuni *show command* intergrati nel sistema operativo del router, dei valori di potenza trasmessa e ricevuta dall'interfaccia if-x/y/z. GARR assicurerà al Fornitore, per tutta la durata della certificazione, l'accesso alla console del router.

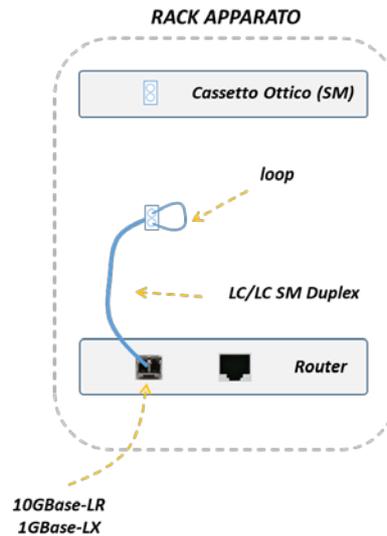


Figura 10: Collaudo cablaggio LC-LC (10GBase-LR e 1GBase-LX)

Nel caso si tratti di transceiver ottici **10GBase-ZR** e **1GBase-ZX** si procede con identica modalità operativa, con l'accortezza di introdurre nel loop un modulo di attenuazione di **10dB** (vedi Figura 11) onde evitare di danneggiare il transceiver.

PoP	Router	Interfaccia	Tipo	Potenza TX (dBm)	Potenza RX (dBm)	Attenuazione (dBm)
Es: PoP NA1	Es: Router1	If-x/y/z	Es: 10G-LR	Valore (show command)	Valore (show command)	Att=Potenza TX-Potenza RX (caso LR/LX) Att=Potenza TX-Potenza RX -10 (caso ZR/ZX)

Tabella 5: Template misurazione dei livelli ottici

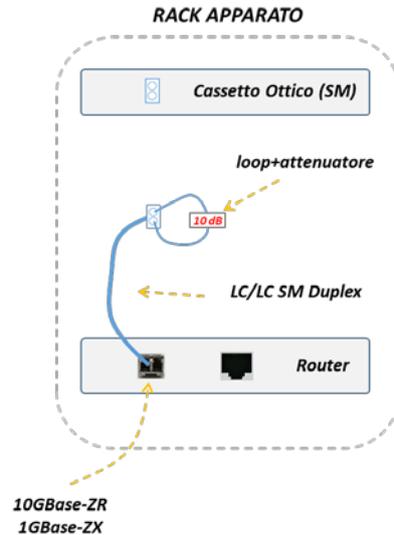


Figura 11: Collaudo cablaggio LC-LC (10GBase-ZR e 1GBase-ZX)

Il collaudo verrà considerato positivo se l'attenuazione, misurata su ogni porta ottica 10G/1G della tipologia precedentemente specificata, sia non superiore a **3dBm**.

Qualora i livelli di attenuazione superino il limite di 3dBm, il fornitore ha l'obbligo di attuare tutte le azioni opportune per riportarli al di sotto del valore fissato da GARR.

R126 [vincolante] Si richiede il collaudo del sistema di trasmissione complessivo, costituito da apparato equipaggiato con ottica 10GBase-(LR, ZR) e 1GBase-(LX, ZX) e bretella LC-LC duplex Single Mode. Il collaudo andrà eseguito rigorosamente con le modalità indicate all'interno del presente paragrafo.

Q126 Si richiede di confermare l'impegno a procedere nel rispetto del requisito R126 e di fornire la tabella con le misurazioni dei livelli ottici.

7.2 Cablaggio MPO-LC

In questo paragrafo è indicato il modello di cablaggio che verrà adottato all'interno dei PoP, nel caso in cui il Fornitore opti per una soluzione tecnica con ottiche QSFP 40Gbps (4x10G) multirate. Sia Multi Mode (SR4), sia Single Mode (LR4).

Tra le soluzioni di cablaggio che consentono l'estrazione dei quattro canali a 10GE da una porta a 40GE, GARR richiede quella illustrata in Figura 12, basata su moduli preterminati ad alta densità, con connettori MPO sul retro dell'unità e adattatori LC sul lato frontale.

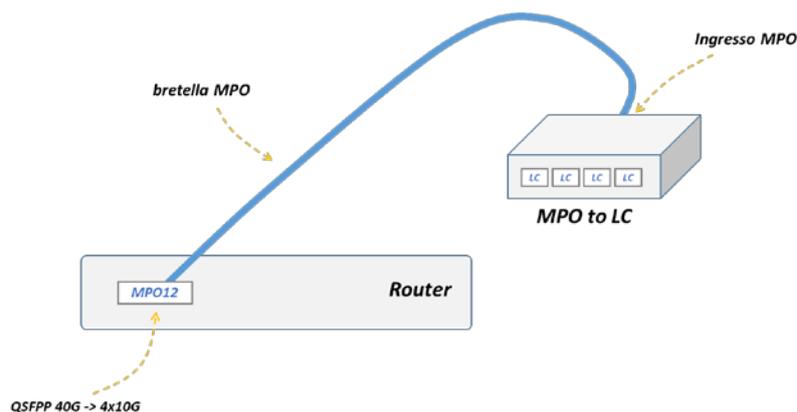


Figura 12: Cablaggio MPO to LC

I moduli preterminati dovranno poter essere ospitati all'interno di un cassetto ottico per rack standard da 19 pollici. La soluzione offerta dovrà comprendere anche i cassette di alloggiamento, e per ogni cassetto dovrà essere fornito un modulo passacavi da 1RU. La tipologia di bretella MPO, unita alla mappatura delle fibre all'interno del modulo MPO-LC, dovrà avere come effetto finale la presentazione dei due canali (TX e RX) della singola 10G, su connettori LC adiacenti. In Figura 13 è illustrato uno schema a titolo di esempio.

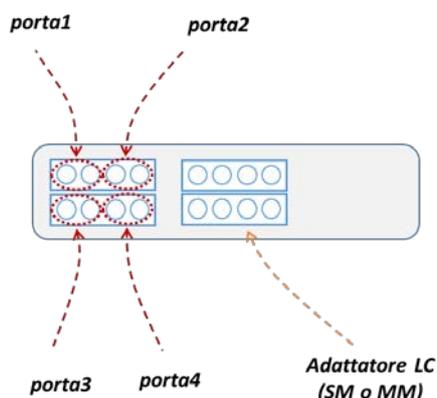


Figura 13: Esempio pinout per moduli MPO-LC

In sintesi, i moduli preterminati MPO-LC, con fibra SingleMode o MultiMode in base alla tipologia di ottica (LR4 o SR4), dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- 3 x MPO12 porte (lato MPO);
- 24 x LC simplex (lato LC);
- pinout che consente di presentare i canali TX e RX di ogni porta a 10G, su connettori LC adiacenti;
- stessa dimensione (Lunghezza, Altezza, Profondità) indipendentemente dal fatto che si tratti di moduli con fibra interna SingleMode o MultiMode.

L'alloggiamento dei moduli preterminati precedentemente indicati, dovrà essere fatto su un opportuno cassetto ottico con le seguenti caratteristiche:

- dimensioni tali da poter essere installati all'interno di rack standard da 19 pollici;
- ingombro pari a 1 RU;
- compatibili sia con i moduli preterminati 3xMPO12/24xLC (SM e MM), sia con i moduli MPO-MPO descritti nel paragrafo 7.3;

- capacità tale da poter ospitare un minimo di 4 moduli.

Il collegamento tra il transceiver 40GE multirate ed il modulo preterminato è di norma realizzato con bretella connettorizzata MPO12. In risposta alla gara, e sempre nel caso in cui la soluzione tecnica preveda ottiche 40G multirate, il fornitore ha l'obbligo di offrire bretelle ottiche Single Mode (OS2) MPO12 Polarity-B (femmina) e/o Multi Mode (OM4) MPO12 Polarity-B (femmina) di lunghezza pari a 10 metri, tutte realizzate con guaina LSZH. La tipologia di bretella ottica non deve in alcun modo modificare lo schema di presentazione delle porte illustrato, a titolo di esempio, in Figura 13 (presentazione della singola porte 10GE su connettori LC adiacenti).

7.2.1 Collaudo cablaggio dati MPO-LC

All'interno di questo paragrafo viene illustrata la modalità di esecuzione del collaudo delle componenti con cui viene realizzato il cablaggio MPO-LC. Occorre precisare che il fornitore è tenuto ad effettuare le operazioni descritte, se e solo se la soluzione tecnica proposta prevede l'utilizzo di ottiche multi-rate 40G → 4x10G SR4 e/o LR4 e, di conseguenza, del cablaggio MPO-LC.

Partendo dall'ipotesi che il fornitore abbia preventivamente realizzato il cablaggio secondo le direttive contenute all'interno del paragrafo 7.2, la modalità operativa per l'esecuzione del collaudo della catena costituita dal transceiver 40G, della bretella MPO di collegamento con il modulo preterminato 3xMPO-4xLC, e del modulo stesso è descritta nei punti a seguire. La procedura va ripetuta per ogni transceiver 40G installato e cablato, e prescinde dalla tipologia di transceiver (se SR4 o LR4).

- Sulla parte frontale del modulo preterminato 3xMPO-4xLC, mettere in loop le quattro porte LC relative ai quattro canali a 10Gbps della porta multirate 40G (vedi Figura 14). Il loop andrà eseguito con fibra Single Mode o Multi Mode a seconda della tipologia di ottica in esame.
- Visualizzare, attraverso gli opportuni *show command* integrati nel sistema operativo del router, i valori di potenza trasmessa e ricevuta dalle quattro canali ottici indipendenti a 10Gbps. GARR assicurerà al Fornitore, per tutta la durata della certificazione, l'accesso alla console del router.

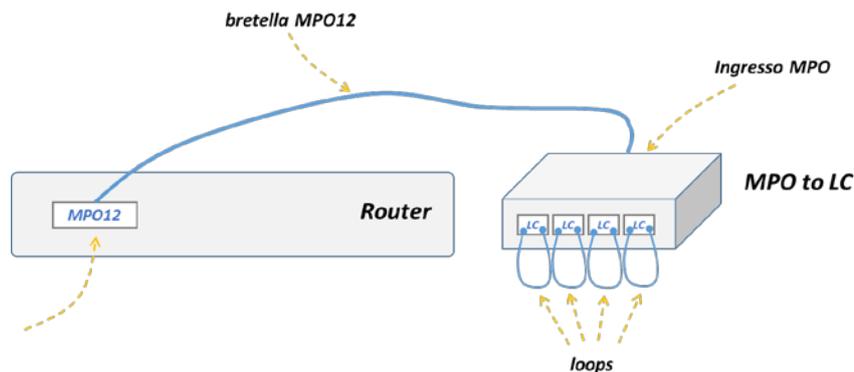


Figura 14: Collaudo cablaggio MPO-LC

I dati di misura dovranno essere presentati nel seguente formato tabellare.

PoP	Router	Interfaccia	Tipo	Potenza TX (dBm)	Potenza RX (dBm)	Attenuazione (dBm)
Es: PoP NA1	Es: Router1	If-x/y/z (10G #0) If-x/y/z (10G #1) If-x/y/z (10G #2) If-x/y/z (10G #3)	Es: 40G-SR4	TX lane 0 TX lane 1 TX lane 2 TX lane 3	RX lane 0 RX lane 1 RX lane 2 RX lane 3	Att. lane 0=Potenza TX0-Potenza RX0 Att. lane 1=Potenza TX1-Potenza RX1 Att. lane 2=Potenza TX2-Potenza RX2 Att. lane 3=Potenza TX3-Potenza RX3

Tabella 6: Template misurazione dei livelli ottici SFP-SFP

Il collaudo del cablaggio verrà considerato positivo se l’attenuazione di ciascuna lane sia non superiore a **5dBm**. Qualora anche una sola delle quattro lane presenti un valore di attenuazione superiore al limite indicato, il fornitore ha l’obbligo di attuare tutte le azioni opportune per riportarlo sotto la soglia di 5dBm.

7.3 Cablaggio MPO-MPO

In questo paragrafo è indicato il modello di cablaggio che verrà adottato all’interno dei PoP, nel caso in cui il Fornitore opti per una soluzione tecnica con ottiche QSFP-DD 2x100GE-SR4 per aumentare la densità di porte 100GBase-SR4. Tra le soluzioni di cablaggio che consentono l’estrazione dei due canali indipendenti a 100GE da una porta a 200GE, GARR richiede quella illustrata in Figura 15. La soluzione è costituita da:

- un cavo breakout con terminazione MPO24 (lato router) e 2xMPO12 (lato cassetto ottico);
- un modulo con adattatori MPO-MPO;
- un cassetto di alloggiamento dei moduli MPO.

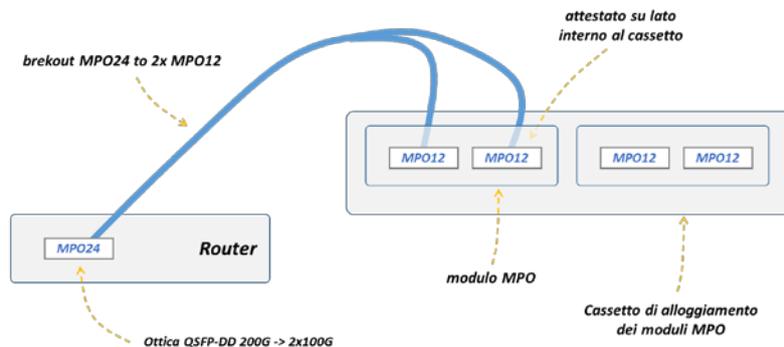


Figura 15: Cablaggio MPO24 to 2x MPO12

In fase di installazione, i due rami del cavo breakout con terminazione MPO12, andranno attestati sul lato interno al modulo MPO.

I moduli offerti dovranno avere un numero di adattatori MPO pari a 6, e dovranno essere meccanicamente identici ai moduli 3xMPO/24xLC descritti nel paragrafo precedente. Ciò garantisce l’utilizzo della stessa tipologia di cassetto di alloggiamento, sia per i moduli preterminati 3xMPO/24xLC sia per i moduli di adattamento MPO-MPO.

La fornitura dovrà inoltre prevedere cavi breakout (guaina LSZH), con fibra MultiMode (OM4) connettorizzati MPO24 (femmina) to 2xMPO12 (maschio). La mappatura delle fibre tra il connettore MPO24 e i due connettori MPO12 deve essere tale da suddividere in maniera propria gli 8 canali ottici integrati in un transceiver QSFP-DD 2x100GE, nei due gruppi di 4 canali ottici che compongono le singole porte a 100Gbps. Le dimensioni richieste per il cavo sono:

- lunghezza della tratta di cavo a 24 fibre: 9 metri;
- lunghezza di ciascun ramo da 12 fibre: 1 metro.

7.3.1 Collaudo cablaggio dati MPO-MPO

All'interno di questo paragrafo viene illustrata la modalità di esecuzione del collaudo delle componenti con cui viene realizzato il cablaggio MPO-MPO. Occorre precisare che il fornitore è tenuto ad effettuare le operazioni descritte, se e solo se la soluzione tecnica proposta prevede l'utilizzo di ottiche multi-rate QSFP-DD 2x100GE-SR4 e, di conseguenza, del cablaggio MPO-MPO.

Partendo dall'ipotesi che il fornitore abbia preventivamente realizzato il cablaggio secondo le direttive contenute all'interno del paragrafo 7.3, la modalità operativa per l'esecuzione del collaudo della catena costituita dal transceiver 2x100GE-SR4, del cavo breakout MPO24-2xMPO12 di collegamento con il modulo di adattamento MPO-MPO, e del modulo stesso è descritta nei punti a seguire. La procedura va ripetuta per ogni transceiver 2x100GE-SR4 installato e cablato.

- Sulla parte frontale del modulo di adattamento MPO-MPO, mettere in loop le due porte relative ai due canali a 100Gbps estratti dalla porta multirate 2x100G (vedi Figura 16). Il loop andrà eseguito con uno specifico adattatore (MTP loopback test cable) che metta in comunicazione in maniera opportuna i canali ottici TX e RX delle quattro lane che costituiscono il singolo canale dati a 100GE;
- Visualizzare, attraverso gli opportuni *show command* integrati nel sistema operativo del router, i valori di potenza trasmessa e ricevuta dalle quattro lane per ciascuno dei due canali a 100G. GARR assicurerà al Fornitore, per tutta la durata del collaudo, l'accesso alla console del router.

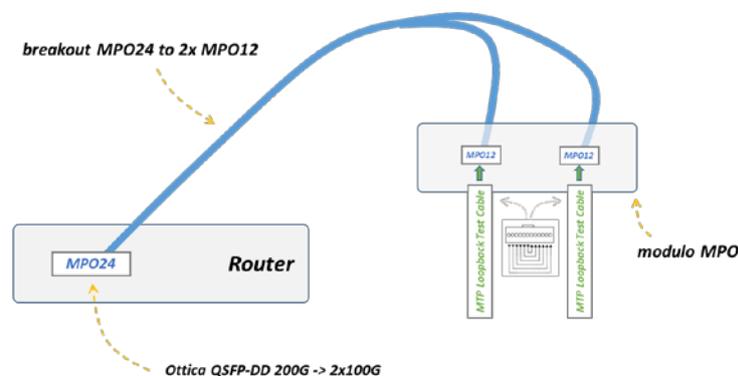


Figura 16: Collaudo cablaggio MPO-MPO

I dati di misura dovranno essere presentati nel seguente formato tabellare.

PoP	Router	Interfaccia	Potenza TX (dBm)	Potenza RX (dBm)	Attenuazione (dBm)
Es: PoP NA1	Es: Router1	If-x/y/z (100G-#0)	TX lane 0 TX lane 1 TX lane 2 TX lane 3	RX lane 0 RX lane 1 RX lane 2 RX lane 3	Att. lane 0=Potenza TX0-Potenza RX0 Att. lane 1=Potenza TX1-Potenza RX1 Att. lane 2=Potenza TX2-Potenza RX2 Att. lane 3=Potenza TX3-Potenza RX3
		If-x/y/z (100G-#1)	TX lane 4 TX lane 5 TX lane 6 TX lane 7	RX lane 4 RX lane 5 RX lane 6 RX lane 7	Att. lane 4=Potenza TX4-Potenza RX4 Att. lane 5=Potenza TX5-Potenza RX5 Att. lane 6=Potenza TX6-Potenza RX6 Att. lane 7=Potenza TX7-Potenza RX7

Tabella 7: Template misurazione dei livelli ottici QSFP 40G (4x10G)

Il collaudo del cablaggio verrà considerato positivo se l'attenuazione per ciascuna delle otto lane sia non superiore a **3dBm**. Qualora anche una sola delle otto lane presenti un valore di attenuazione superiore al limite indicato, il fornitore ha l'obbligo di attuare tutte le azioni opportune per riportarlo sotto la soglia di 3dBm.

7.4 Quantitativo dei materiali

In aggiunta alle bretelle LC-LC ed ai cavi in rame RJ45 indicati in precedenza, l'eventuale quantitativo tra moduli 3xMPO/24xLC, moduli di adattamento MPO-MPO, cassette di alloggiamento, moduli passacavi, bretelle ottiche MPO-MPO e cavi breakout MPO24-2xMPO12 è calcolato con le formule sotto riportate. E' importante sottolineare che il calcolo va eseguito singolarmente per ciascuno dei PoP della rete GARR, e la quantità va riportata (per ogni PoP) nella modalità indicata all'interno del Capitolo 12.

Formula	Variabili
$MP_{MM} = \left\lfloor \frac{N_{40G-SR4}}{3} \right\rfloor + 1$	MP_{MM} : numero di moduli preterminati 3xMPO/24xLC con fibra interna Multi Mode N_{40G-SR4} : numero di ottiche 40G-SR4 nella soluzione tecnica
$MP_{SM} = \left\lfloor \frac{N_{40G-LR4}}{3} \right\rfloor + 1$	MP_{SM} : numero di moduli preterminati 3xMPO/24xLC con fibra interna Single Mode N_{40G-SR4} : numero di ottiche 40G-LR4 nella soluzione tecnica
$M_{MPO} = \left\lfloor \frac{N_{200G}}{3} \right\rfloor + 1$	M_{MPO} : numero di moduli di adattamento MPO-MPO N_{200G} : numero di ottiche QSFP-DD-2x100G-SR4 nella soluzione tecnica
$CO = \left\lfloor \frac{MP_{MM} + MP_{SM} + M_{MPO}}{4} \right\rfloor + 1$	CO = numero di cassetto di alloggiamento per moduli preterminati
$PC = CO$	CO = numero di cassetto di alloggiamento per moduli preterminati PC = moduli passacavi da 1RU
$MPO_{MM} = \lfloor N_{40G-SR4} * 1,3 \rfloor + 1$	MPO_{MM} = numero di bretelle Multi Mode MPO12 polarity B (5 metri)
$MPO_{SM} = \lfloor N_{40G-LR4} * 1,3 \rfloor + 1$	MPO_{SM} = numero di bretelle Single Mode MPO12 polarity B (5 metri)
$BC = \lfloor N_{200G} * 1,3 \rfloor + 1$	BC = numero di Breakout Cable MPO24-2xMPO12 N_{200G} : numero di ottiche QSFP-DD-2x100G-SR4 nella soluzione tecnica

Tabella 8: Formule per il calcolo dei materiali per il cablaggio

7.5 Etichettatura

R127 [vincolante] Si richiede che, in fase di installazione, tutte le componenti che costituiscono il cablaggio offerto in gara (bretelle ottiche, cassette, moduli, porte sui moduli, ecc.) vengano

etichettate secondo un criterio che verrà fornito da GARR prima dell'inizio dei lavori nel PoP. Per la stampa delle etichette si dovrà far uso di stampanti Brady (o equivalenti) ed etichette modello PTL-31-427 (o equivalenti).

Q127 Si richiede di confermare il recepimento del requisito R127.

8 SPECIFICHE DEI SERVIZI DI ASSISTENZA E SUPPORTO

R128 Il Fornitore deve presentare nel documento denominato Offerta Tecnica una descrizione dei servizi di assistenza e supporto richiesti come parte integrante della fornitura:

- a. Il servizio di assistenza specialistica e di manutenzione, le cui specifiche sono contenute nel paragrafo 8.1;
- b. Il servizio di supporto professionale, le cui specifiche sono contenute nel paragrafo 8.2.

Q128 Si richiede di confermare che nel documento di Offerta Tecnica in risposta al presente Capitolato di Gara sia inclusa la documentazione relativa ai servizi di assistenza e supporto dettagliati nella richiesta R128.

8.1 Servizio di assistenza specialistica e manutenzione

R129 [vincolante] Il Fornitore in collaborazione con il Costruttore degli apparati deve prevedere e offrire, per un periodo pari a 5 (cinque) anni a partire dalla data del collaudo degli apparati, un servizio di assistenza specialistica e manutenzione che assicuri il mantenimento nel tempo, e in uno stato di funzionamento idoneo allo svolgimento delle funzioni cui sono preposti, gli apparati di rete e la Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete. Il Fornitore deve considerare come vincolanti le specifiche tecniche e operative illustrate nei paragrafi successivi tranne che se diversamente specificato.

Q129 Si prega di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R129.

R130 [vincolante] Si richiede al Fornitore di produrre il documento di offerta tecnica all'interno del quale siano descritti i punti di seguito elencati:

- a. Flow chart del servizio di assistenza specialistica e manutenzione;
- b. Service Level Agreement (SLA) offerti per la risoluzione di guasti e problematiche tecniche;
- c. Descrizione della struttura di Technical Assistance Center (TAC) del Costruttore;
- d. Descrizione del Trouble Ticket System (TTS) del Costruttore;
- e. Descrizione della struttura di supporto on-site, dislocazione territoriale e qualifica del personale;
- f. Descrizione logistica della struttura di gestione delle scorte, includendo numero e dislocazione dei magazzini;
- g. Descrizione del processo di reintegro delle scorte e relative tempistiche;
- h. Descrizione e ciclo temporale delle manutenzioni ordinarie preventive sugli apparati;
- i. Documentazione su eventuali sub-fornitori e il/a ruolo/funzione svolto/a.

Q130 Si richiede di confermare che nel documento di Offerta Tecnica in risposta al presente Capitolato di Gara sia inclusa la documentazione relativa ai servizi di assistenza specialistica e manutenzione dettagliati nella richiesta R130.

Nei paragrafi che seguono è descritto il servizio di Assistenza Specialistica e Manutenzione degli apparati di rete e della Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete. Il servizio dovrà essere erogato dal Fornitore in collaborazione con il Costruttore e dovrà includere:

- Servizio di risoluzione dei guasti, hardware e software erogato dal Fornitore in collaborazione con la TAC del Costruttore, inclusivo di servizio di garanzia e gestione delle scorte;
- Servizio di manutenzione ordinaria e straordinaria;
- Servizio di aggiornamento software, test e validazione release;
- Servizio di manutenzione della Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete;
- Servizio di manutenzione del sistema di DDoS mitigation;
- Reportistica sui Servizi di Assistenza Specialistica e Manutenzione.

8.1.1 Servizio di risoluzione dei guasti

Il Fornitore in collaborazione con il Costruttore è tenuto a ripristinare la corretta funzionalità degli apparati attraverso interventi di riparazione da remoto o on-site in caso di guasto e/o anomalia secondo gli SLA dichiarati dal Fornitore in fase di offerta.

R131 [vincolante] Si richiede al Fornitore che il servizio di risoluzione dei guasti, altrimenti detto servizio di Manutenzione Correttiva, abbia una durata pari a 5 (cinque) anni a partire dalla data di collaudo degli apparati.

Q131 Si richiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R131.

Il Fornitore in collaborazione con il Costruttore sarà tenuto a riparare eventuali guasti di tipo bloccante (vedere la classificazione dei guasti in Tabella 9 con **intervento immediato** allo scopo di eliminare il disservizio nel più breve tempo possibile, anche in modo provvisorio e in modo da garantire i migliori standard qualitativi e la massima disponibilità degli apparati di routing, VRR, Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete e sistema di DDoS mitigation. In caso di ripristino temporaneo, come anche nel caso di guasti non bloccanti, il Fornitore è tenuto ad organizzare interventi di **manutenzione programmata correttiva** allo scopo di ripristinare la funzionalità originale degli apparati di routing, VRR, Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete e sistema di DDoS mitigation.

Un guasto, di tipo bloccante o non, che richieda un intervento da remoto o on-site, dovrà essere in ogni caso ripristinato secondo gli SLA (Service Level Agreement) dichiarati dal Fornitore nell'Offerta Tecnica, la cui violazione comporterà l'applicazione di penali, così come meglio specificato nel Contratto di fornitura.

Nei paragrafi 8.1.1.1 e 8.1.1.2 sono descritti rispettivamente la classificazione dei guasti e gli SLA minimi relativi ai tempi di intervento e ripristino richiesti da GARR. Le modalità di risoluzione dei guasti mediante il supporto specialistico del Costruttore, con o senza intervento on-site, il servizio di sostituzione delle parti guaste e quello di garanzia e gestione delle scorte sono invece illustrati nei paragrafi di seguito.

8.1.1.1 Classificazione dei guasti

I guasti e/o anomalie Hardware e/o Software riguardanti gli apparati di routing oggetto del servizio di assistenza specialistica e manutenzione possono essere classificati secondo le definizioni di Tabella 9.

Tipologia Guasto	Definizione
Guasto Bloccante (Critical)	Qualsiasi tipo di guasto Hardware e/o anomalia Software relativa al funzionamento degli apparati di produzione di tipo traffic-affecting, che comporti l'interruzione totale di un servizio o la continua instabilità di funzioni mission-critical e per la quale non sia disponibile una soluzione, anche temporanea.
Guasto Non Bloccante (Major)	Qualsiasi tipo di guasto Hardware e/o anomalia Software relativa al funzionamento degli apparati di produzione che non comporti la totale interruzione di un servizio e che degradi le prestazioni e il corretto funzionamento degli apparati di produzione, come la perdita di ridondanza di componenti hardware critiche
Guasto Non Bloccante (Minor)	Qualsiasi tipo di anomalia Hardware/Software relativa al funzionamento degli apparati di produzione che non comporti interruzione, neanche temporanea, di servizi e funzionalità mission-critical. In questa categoria rientrano eventuali bug software non traffic-affecting o anche le richieste di chiarimento tecnico urgente da sottoporre al Costruttore.
Richiesta di informazioni (Informational)	In questa categoria rientrano i bug cosmetici e le richieste di chiarimento tecnico non urgenti rivolte al costruttore relativamente al funzionamento e alla configurazione degli apparati.

Tabella 9: Classificazione dei guasti

8.1.1.2 Service Level Agreement

R132 [vincolante] GARR richiede le tipologie di livelli di servizio o Service Level Agreement (SLA) riportate in Tabella 10, validi per gli apparati di rete, la Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete e il sistema di mitigazione dei DDoS. I valori indicati nella tabella si intendono come livelli di prestazione minimi richiesti da GARR e sono riferiti ad una copertura del servizio di Assistenza Specialistica e Manutenzione pari a 24hx7x365. Nel caso di mancato rispetto da parte del Fornitore degli SLA offerti, si applicheranno le penali previste dal Contratto di Fornitura.

Q132 Si richiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R132.

Livello di servizio richiesto	Valore di soglia
Tempo di intervento e ripristino on-site per guasto bloccante (Critical)	Entro 8 ore dalla notifica
Tempo di intervento e ripristino da remoto per guasto bloccante (Critical)	Entro 4 ore dalla notifica
Tempo di intervento e ripristino on-site per guasto non bloccante (Major)	Entro 12 ore dalla notifica
Tempo di intervento e ripristino da remoto per guasto non bloccante (Major)	Entro 8 ore dalla notifica
Tempo di risposta per problematica non bloccante (Minor)	3 giorni lavorativi
Tempo di risposta per problematica non bloccante (Informational)	5 giorni lavorativi

Tabella 10: Valori di soglia dei livelli di servizio richiesti

Il tempo di intervento e ripristino è da intendersi come il tempo che intercorre dal momento dell'apertura della segnalazione del guasto da parte del NOC di GARR alla TAC del Costruttore fino al ripristino completo della funzionalità degli apparati o degli altri elementi oggetto del servizio di assistenza. Con riferimento al tempo di intervento e ripristino espresso in Tabella 10 il numero di ore è da intendersi in continuità con il giorno solare successivo.

8.1.1.3 Risoluzione dei guasti tramite supporto tecnico del Costruttore degli apparati

Il GARR, tenendo conto dell'esperienza maturata dal personale tecnico del NOC di GARR nel corso del tempo e del modello gestione finora adottato, intende avere il controllo completo degli apparati e del software di rete. In quest'ottica il GARR ritiene indispensabile un rapporto diretto con il Costruttore degli apparati, non mediato dal Fornitore. 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) per l'attività di analisi e di diagnosi nel processo di gestione di guasti e malfunzionamenti.

R133 [vincolante] Si richiede al Fornitore un servizio di risoluzione dei guasti, mediante supporto specialistico di assistenza erogato direttamente dal Costruttore, con personale dedicato al GARR, avente una durata pari a 5 (cinque) anni dalla data di collaudo. Il servizio deve prevedere l'accesso diretto da parte del NOC di GARR al centro di supporto tecnico del Costruttore per l'apertura di segnalazioni di guasti e malfunzionamenti degli apparati. Questo servizio dovrà essere disponibile su tutto l'arco delle 24 ore, per 365 giorni l'anno; le comunicazioni con la TAC dovranno essere in lingua italiana e/o inglese.

Q133 Si richiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R133.

In caso di guasto e/o anomalia hardware e/o software, il NOC di GARR, dopo una prima fase di troubleshooting condotta in autonomia, provvederà ad aprire una segnalazione alla TAC del Costruttore mediante Trouble Ticket System (vedere paragrafo 8.1.1.4 a riguardo). La priorità del guasto e di conseguenza i relativi tempi di intervento e ripristino richiesti saranno decisi dal GARR sulla base della gravità del problema in accordo con la classificazione dei guasti riportata nel paragrafo 8.1.1.1.

Il personale del Costruttore coinvolto nella TAC dovrà essere personale specializzato e dedicato alla risoluzione delle problematiche, dovrà quindi possedere una conoscenza puntuale e aggiornata di quanto in

produzione nella rete GARR. I nominativi e i punti di contatto del personale della TAC, oltre alle relative procedure di escalation, dovranno essere forniti dopo la data dell'Ordine di Acquisto.

Tutte le attività di diagnosi della problematica saranno condotte congiuntamente dal GARR-NOC e dalla TAC del Costruttore. Il NOC di GARR provvederà a fornire tutti i log richiesti e ad eseguire direttamente le operazioni di troubleshooting richieste dalla TAC del Costruttore. Il GARR potrà, ove richiesto dal Costruttore, fornire l'accesso remoto in sola lettura a tutti gli apparati di rete secondo modalità concordate con il Costruttore. Il Costruttore sarà tenuto a fornire completa e dettagliata spiegazione di tutte le operazioni che si renderanno necessarie per la diagnosi della natura del guasto in corso e per la sua risoluzione (raccolta di log, esecuzioni di comandi descritti o meno nella documentazione ufficiale del costruttore, esecuzione script o routine, ecc.).

Nel caso in cui l'esito dell'analisi della TAC del Costruttore, in accordo con il GARR, renda necessario 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 8.1.1.5 e 8.1.1.6.

Nel caso in cui invece non sia richiesto un intervento on-site, il NOC di GARR provvederà ad eseguire da remoto tutte le operazioni necessarie al ripristino del guasto, come da indicazioni della TAC del Costruttore.

Sia in caso di intervento on-site che da remoto, la TAC del Costruttore sarà tenuta a verificare l'avvenuto ripristino della funzionalità e in accordo con il personale del NOC di GARR dichiarare concluso l'intervento di ripristino.

8.1.1.4 Trouble Ticket System del Costruttore

R134 [vincolante] È richiesto che il Costruttore sia dotato di un sistema software di tipo Trouble Ticket System (TTS) per la gestione e il tracciamento di tutte le attività di riparazione e manutenzione. Tale sistema dovrà essere consultabile e aggiornabile dal NOC di GARR tramite interfaccia web e dovrà riportare tutte le informazioni relative ai vari TT in modo da poterne verificare lo stato di avanzamento.

Q134 Si richiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R134.

8.1.1.5 Servizio di sostituzione dei componenti guasti e supporto tecnico in loco

R135 [vincolante] Al Fornitore è richiesto un servizio di sostituzione in loco dei componenti guasti e/o mal funzionanti che abbia una durata di 5 (cinque) anni dalla data di collaudo.

Q135 Si richiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R135.

Questo servizio prevede l'intervento in loco presso i PoP di almeno un tecnico specializzato nella tecnologia degli apparati oggetto della presente fornitura dei servizi. Le operazioni incluse nel servizio prevedono la fornitura, la consegna e l'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) specificati nella Tabella 10 e dovrà essere coordinata dal NOC di GARR in collaborazione con il supporto specialistico del Costruttore. Insieme le due entità dovranno verificare l'avvenuto ripristino della funzionalità e solo dopo esplicito assenso del personale del NOC di GARR si potrà dichiarare concluso l'intervento di ripristino. Al Fornitore spetta il compito di ritirare, a proprie spese, le componenti guaste avanzate a seguito della sostituzione.

Infine, potrà essere richiesta da GARR la presenza on-site di un tecnico specializzato del Fornitore in occasione di aggiornamenti programmati hardware e/o software, qualora in base alla procedura di upgrade indicata dalla TAC del Costruttore ciò risulti necessario o anche solo consigliabile.

8.1.1.6 Servizio di garanzia e gestione delle scorte

Il servizio di garanzia e gestione delle scorte dovrà essere erogato dal Fornitore e il servizio prevede, a fronte di segnalazione di guasti, una procedura di spedizione e sostituzione dei componenti non funzionanti.

R136 [vincolante] Si richiede al Fornitore una quantità di componenti di scorta da calcolare come percentuale dei part number offerti in gara. Il calcolo va eseguito applicando le percentuali indicate in Tabella 11.

Tipologia Part Number	Hardware (ad esclusione dei transceiver ottici)	Transceiver ottici
Numero di parti spare	10% di ciascun Part Number offerto, arrotondato all'intero superiore.	5% di ciascun Part Number offerto arrotondato all'intero superiore

Tabella 11: Quantitativo minimo di parti spare

Q136 In fase di risposta alla gara si richiede di indicare il quantitativo di scorte che fanno parte dell'offerta, suddiviso per part number. Dare evidenza che il quantitativo di scorte per ogni part number soddisfi il requisito R136.

R137 [vincolante] Si richiede al Fornitore un servizio di garanzia e gestione delle scorte, di proprietà del GARR, che abbia una durata di 5 (cinque) anni dalla data di collaudo. Nei casi di prelievo, dovuto alla sostituzione di parti guaste in produzione, è compito del Fornitore ripristinarne la quantità entro un tempo massimo pari a 30 (trenta) giorni solari e darne notifica al GARR attraverso l'apertura di un ticket sul proprio sistema di gestione dei ticket.

Q137 Si richiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R137.

La gestione ed i costi della movimentazione della componentistica sono totalmente a carico del Fornitore. Il Fornitore è il diretto responsabile dello stato dei materiali di scorta di proprietà del GARR e di eventuali smarrimenti, rotture e danneggiamenti subiti dal materiale nello 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, indicando anche i siti dove tali scorte saranno localizzate, consultabile tramite portale messo a disposizione dal fornitore e in tempo reale. Il GARR potrà richiedere, in qualsiasi momento, la verifica della disponibilità delle scorte e la visita dei siti di stoccaggio delle stesse. Qualora in qualunque momento nel corso della durata del servizio la distribuzione delle scorte non sia ritenuta adeguata a soddisfare gli SLA di riparazione, sarà facoltà del GARR richiederne una diversa distribuzione senza alcun onere.

8.1.2 Servizio di manutenzione ordinaria e straordinaria

R138 [vincolante] Si richiede al Fornitore un servizio di manutenzione ordinaria e straordinaria che abbia la durata di 5 (cinque) anni dalla data di collaudo. Gli interventi di manutenzione dovranno essere pianificati e concordati con il responsabile della struttura tecnica del GARR previa comunicazione

inviata via e-mail al NOC del GARR (noc@garr.it) con un preavviso di almeno 15 (quindici) giorni solari.

Q138 Si richiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R138.

Il Costruttore è tenuto ad illustrare la motivazione, la durata temporale e il tipo di intervento (non bloccante/bloccante, secondo la classificazione riportata di in Tabella 9) 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). Ulteriori interventi di manutenzione programmata ordinaria possono essere effettuati nella fascia oraria [lunedì - venerdì, 08:00; 20:00 GMT+1], secondo pianificazione fatta a discrezione del GARR con l'obiettivo di minimizzare i disservizi per gli utilizzatori.

8.1.2.1 Servizio di manutenzione ordinaria

Il Fornitore, in collaborazione con il Costruttore, deve assicurare la corretta funzionalità degli apparati attraverso una serie di operazioni periodiche che rientrano nelle attività di **manutenzione ordinaria**. Le operazioni dovranno essere eseguite senza causare interruzione dei servizi erogati dal GARR attraverso gli apparati.

R139 [vincolante] Si richiede al Fornitore un servizio di manutenzione ordinaria che abbia la durata di 5 (cinque) anni dalla data di collaudo.

Q139 Si richiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R139.

Il Fornitore è tenuto a presentare annualmente il piano di manutenzione ordinaria che dovrà prevedere interventi sistematici e periodici (con cadenza almeno semestrale) sugli apparati, in particolare:

- Verifica delle ventole;
- Sostituzione dei filtri dell'aria.

Il piano dovrà essere concordato tra Fornitore e Costruttore degli apparati, il quale dovrà indicare le linee guida e le procedure da adottare nel documento di offerta tecnica. Il piano dovrà poi essere sottoposto al responsabile della struttura tecnica del GARR, che potrà richiedere delle variazioni ove lo ritenesse necessario.

8.1.2.2 Servizio di manutenzione straordinaria

R140 [vincolante] Si richiede al Fornitore un servizio di manutenzione straordinaria, dovuti a cause tecniche non pianificabili, atti a garantire il buon funzionamento della rete che abbia la durata di 5 (cinque) anni dalla data di collaudo.

Q140 Si richiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R140.

Come per gli interventi di manutenzione ordinaria, la finestra utile sarà [lunedì - venerdì, 08:00; 20:00 GMT+1]. In caso 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 disservizio per gli utilizzatori della

rete, il GARR si riserva di richiedere l'esecuzione di tali interventi anche al di fuori della fascia oraria di presenza del NOC che è [lunedì - venerdì, 08:00; 20:00 GMT+1].

8.1.3 Servizio di aggiornamento software

R141 [vincolante] Si richiede al Fornitore un servizio di aggiornamento del software degli apparati e dei VRR, di rilascio delle patch per l'eliminazione di malfunzionamenti noti che abbia una durata pari a 5 (cinque) anni dalla data di collaudo. A tale scopo il Costruttore dovrà rendere disponibile un servizio di consulenza professionale in grado di fornire, qualora venga stabilito il passaggio ad una nuova release, per l'introduzione di nuove funzionalità in rete o per la risoluzione di bug software, indicazioni in merito alla nuova release da utilizzare. Il Costruttore, in particolare, dovrà produrre una dettagliata analisi dei servizi in produzione sulla rete GARR, e dell'impatto che l'introduzione della nuova versione software ha sulla rete di produzione. Per quanto riguarda la Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete ed il sistema di DDoS mitigation, l'analisi dovrà includere tutte le azioni correttive e le nuove definizioni delle interfacce con i sistemi software per poter garantire il funzionamento degli strumenti anche con la nuova release. Quanto richiesto è da considerarsi valido per almeno due release l'anno per ogni famiglia di apparato e/o per gli strumenti della Suite.

Q141 Si richiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R141.

Il Servizio di aggiornamento software dovrà essere incluso nella valorizzazione economica del Servizio di Assistenza Specialistica e Manutenzione. Il Fornitore in particolare dovrà poter consentire a GARR, in maniera diretta o attraverso il Costruttore degli apparati, il download del software del sistema operativo degli apparati e relative patch; inoltre dovrà essere disponibile documentazione pubblica del Costruttore attraverso un portale.

8.1.4 Servizio di manutenzione della Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete

R142 [vincolante] Si richiede al Fornitore un servizio di manutenzione della Suite, sia la componente hardware che software, che abbia una durata pari a 5 (cinque) anni dalla data di collaudo, dovrà essere erogato mediante relazione diretta tra il personale tecnico del GARR-NOC e il centro di supporto tecnico del Costruttore (TAC) per l'attività di analisi e di diagnosi.

Q142 Si richiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R142.

Questo servizio dovrà garantire la disponibilità del sistema complessivo, provvedendo alla manutenzione ordinaria e straordinaria dei sistemi hardware e software, intervenendo in caso di malfunzionamenti ed incompatibilità degli strati software, e garantendo la sostituzione delle parti hardware guaste.

8.1.5 Servizio di manutenzione del sistema di DDoS mitigation

R143 [vincolante] Si richiede al Fornitore un servizio di manutenzione del sistema di DDoS mitigation, richiesto per un tempo pari a 5 (cinque) anni dalla data di collaudo, dovrà essere erogato mediante relazione diretta tra il personale tecnico del GARR-NOC e il centro di supporto tecnico del Costruttore (TAC) per l'attività di analisi e di diagnosi.

Q143 Si richiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R143.

8.1.6 Reportistica sui Servizi di Assistenza Specialistica e Manutenzione

R144 [vincolante] Si richiede al Costruttore un sistema di trouble ticket (vedi paragrafo 8.1.1.4) in collaborazione con il Fornitore, che dovrà fornire report periodici, almeno su base trimestrale, relativi alla gestione di tutte le segnalazioni aperte, al fine di contribuire alla stesura di un documento chiamato "Relazione sui Servizi di Supporto". In particolare, GARR richiede che la soluzione adottata dal Costruttore sia in grado di archiviare e gestire almeno le seguenti informazioni:

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

Q144 Si richiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R144.

8.1.7 Servizio di consulenza professionale

R145 [vincolante] Si richiede al Fornitore un servizio di consulenza professionale in aggiunta al servizio di assistenza specialistica e manutenzione, per la stessa durata di 5 (cinque) anni. La consulenza professionale dovrà prevedere di coprire tutti quei servizi volti a migliorare la qualità, l'affidabilità e la robustezza della soluzione di rete proposta, come ad esempio (ma non limitato a):

- a. Servizio di revisione dei problemi e difetti hardware e software;
- b. Servizio di controllo della corretta operatività hardware e software della rete di produzione attraverso un report dettagliato.

Q145 Si richiede di descrivere nel dettaglio come verrà erogato il servizio, in termini di numero di persone del fornitore e del costruttore, la descrizione dei profili del personale, del numero di ore destinate al servizio e di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R145.

R146 [premiante] Saranno premiati in fase di valutazione dell'Offerta Tecnica gli aspetti migliorativi del servizio, come ad esempio (ma non limitato a):

- a. Servizio di analisi e validazione delle configurazioni;
- b. Servizio di supporto all'implementazione di nuove funzionalità;
- c. Servizio di consulenza tecnica remota.

Q146 Si richiede di descrivere l'eventuale offerta di consulenza professionale e la periodicità di erogazione del servizio in base a R146.

8.1.8 Punti di contatto e di escalation per il servizio di assistenza specialistica e manutenzione

Nel documento denominato Offerta Tecnica, il Fornitore sarà tenuto ad indicare:

- Un punto di contatto unico per il servizio di assistenza specialistica e manutenzione;
- Un punto di contatto unico per la Technical Assistance Center (TAC) del Costruttore;
- Una lista di escalation di contatti per le problematiche di assistenza specialistica e manutenzione.

Mentre funzionalmente i punti di contatto devono essere specificati nell'Offerta, i nominativi delle persone di riferimento potranno essere specificati al momento della sottoscrizione del Contratto.

8.2 Servizio di Supporto Professionale

Il Servizio di Supporto Professionale consiste nell'insieme delle prestazioni tecniche specialistiche e professionali di affiancamento del personale tecnico GARR da parte del Fornitore, congiuntamente con il Costruttore degli apparati.

R147 [vincolante] Il Fornitore, in collaborazione con il Costruttore degli apparati, deve prevedere e offrire un servizio di supporto professionale che dovrà affiancare il personale tecnico del GARR nelle seguenti azioni:

- a. Nella fase di disegno della infrastruttura di rete;
- b. Nella configurazione, attivazione e controllo funzionale degli apparati, secondo quanto descritto nel paragrafo 8.2.1;
- c. Nella installazione, configurazione e uso della Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete, secondo quanto descritto nel paragrafo 8.2.2;
- d. Nella installazione, configurazione e uso del Sistema di DDoS mitigation, secondo quanto descritto nel paragrafo 8.2.3;
- e. Nella definizione del Progetto di Migrazione dalla infrastruttura attuale GARR-X alla nuova infrastruttura di rete GARR-T, secondo quanto descritto nel paragrafo 8.2.4;
- f. Nel processo di formazione professionale del personale tecnico del GARR sulle piattaforme proposte e sugli Strumenti della Suite, secondo quanto descritto nel paragrafo 8.2.5.

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

Q147 Si richiede di confermare che nel documento di Offerta Tecnica in risposta al presente Capitolato di Gara sia inclusa la documentazione relativa ai servizi di supporto professionale dettagliati nella richiesta R147.

8.2.1 Servizio di attivazione 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 a pacchetto che includa router e Suite di strumenti

hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete, 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 in modalità mista, sia presso la sede della direzione GARR, sia da remoto. 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 e della Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete (vedi 8.2.2 e 8.2.3), 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, operante in modalità mista, sia presso la sede della direzione GARR, sia da remoto. 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 che 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 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.

R148 [vincolante] Il Fornitore, in collaborazione con il Costruttore degli apparati, deve prevedere e offrire un servizio di affiancamento del personale GARR per la durata di 12 (dodici) mesi solari, ed includerà anche il supporto per l'attivazione della rete e dei servizi richiesti da GARR. L'attività dovrà prevedere la definizione delle configurazioni e delle modalità di erogazione dei servizi di rete. La modalità dell'affiancamento potrà essere in presenza o da remoto e sarà concordata tra GARR e il fornitore.

Q148 Si richiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R148.

R149 [premiante] Si considera premiante l'offerta del servizio che presenti aspetti migliorativi rispetto a quanto richiesto come minimo vincolante.

Q149 Si richiede di indicare e dettagliare tutti gli aspetti migliorativi in riferimento a quanto richiesto in R149.

8.2.2 Servizio di supporto per la Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete

R150 [vincolante] Il Fornitore, in collaborazione con il Costruttore degli apparati, deve prevedere e offrire un servizio di supporto all'utilizzo, allo sviluppo e alla personalizzazione degli strumenti della Suite mediante personale specializzato del Costruttore di apparati per un tempo pari 3 (tre) mesi solari da poter utilizzare da parte di GARR per l'intero periodo contrattuale. Inoltre, durante il primo anno solare si richiede ulteriore supporto per la fase di start-up della rete pari a 6 (sei) mesi solari, a discrezione del GARR distribuiti su due periodi diversi di 3 (tre) mesi. Si richiede inoltre un servizio di supporto durante il quale è richiesto che il personale sia operante in modalità mista, sia presso la sede della direzione GARR, sia da remoto.

Q150 Si richiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R150.

R151 [premiante] Si considera premiante l'offerta del servizio che presenti aspetti migliorativi rispetto a quanto richiesto come minimo vincolante.

Q151 Si richiede di indicare e dettagliare tutti gli aspetti migliorativi in riferimento a quanto richiesto in R151.

8.2.3 Servizio di supporto per il sistema di DDoS mitigation

R152 [vincolante] Si richiede al Costruttore il servizio di supporto all'utilizzo e alla personalizzazione del sistema di DDoS mitigation, pari a 2 (due) settimane solari l'anno, mediante personale specializzato e per l'intera durata del contratto di fornitura pari a 5 (cinque) anni. Il servizio richiesto potrà essere erogato attraverso consulenze con personale del Costruttore in remoto.

Q152 Si richiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R152.

8.2.4 Servizio di redazione del progetto di migrazione

R153 [vincolante] Si richiede al Costruttore un servizio di supporto professionale per la redazione del progetto di migrazione dalla attuale infrastruttura di rete GARR-X a quella prevista per GARR-T.

Q153 Si richiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R153.

Il progetto di migrazione dovrà essere delineato e concordato in stretta collaborazione 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 che saranno specificati dal Consortium GARR durante la fase di redazione del Progetto Tecnico Esecutivo successiva all'emissione dell'Ordine di Acquisto:

- Spazio disponibile nei PoP di GARR-X per l'affiancamento agli apparati attualmente installati in rete;
- Vincoli sui tempi di consegna degli apparati (legati alla disponibilità della rete trasmissiva e delle fibre ottiche per il collaudo degli apparati);
- Lista di priorità dei PoP nei quali devono essere installati gli apparati.

8.2.5 Servizio di formazione

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 rete: capacità di effettuare attività di attivazione e manutenzione ordinaria degli apparati, incluso il VRR, l'utilizzo della piattaforma di gestione per l'individuazione di guasti, diagnostica sugli apparati di rete, attivazione di servizi. Di seguito l'elenco sintetico;
 - Concetti di base sull'hardware, sul funzionamento degli apparati e sulle architetture utilizzate;
 - Procedure di base per la gestione degli apparati, gestione utenze e autenticazione, logging e monitoring;
 - Sistema operativo;
 - Setup di base degli apparati;
 - Procedure di upgrade software;
 - Configurazione e gestione dei protocolli utilizzati, IS-IS, OSPF, BGP, BGP-LS, BGP-LU, TI-LFA;
 - MPLS-TE, RSVP-TE, SPRING/Segment Routing;
 - QoS;
 - L2-VPN (EoMPLS P2P, P2MP, VPLS), L3-VPN, EVPN, VXLAN, DCI;
 - Security;
 - Utilizzo e personalizzazione della Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete.

- Competenza sistemistica e capacità di amministrare Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete. Il personale GARR dovrà essere in grado di installare la Suite 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 della Suite, effettuare backup e snapshot in modo da ripristinare la Suite in caso di fault degli host su cui è installato.

R154 [vincolante] Si richiede al Costruttore un servizio di formazione che dovrà consentire, entro 6 (sei) settimane solari dalla data dell'Ordine di Acquisto, la piena ed autonoma gestione da parte del personale GARR-NOC. Il Fornitore è tenuto a presentare una proposta relativa ad un percorso di training.

Q154 Si richiede di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R154.

Il training sulle competenze di rete dovrà essere effettuato attraverso almeno due sessioni ciascuna di almeno 4 giorni suddividendo gli argomenti sopra elencati. Il training sulle competenze sistemistiche dovrà essere effettuato con una sessione di almeno 4 giorni. Ogni sessione di training dovrà essere erogata due volte, per consentire la partecipazione al personale turnista GARR. Per ogni sessione di training dovrà essere 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.

R155 [premiante] Si considera premiante l'offerta del servizio che presenti aspetti migliorativi rispetto a quanto richiesto come minimo vincolante.

Q155 Si richiede di indicare e dettagliare tutti gli aspetti migliorativi in riferimento a quanto richiesto in R155.

9 VERIFICA IN LABORATORIO DELLE FUNZIONALITÀ DICHIARATE (LAB TRIAL)

Entro **35 giorni** solari dalla data di aggiudicazione provvisoria, il Fornitore aggiudicatario sarà tenuto a dare evidenza mediante la validazione in laboratorio (Lab Trial), presso il Fornitore o il Costruttore, della rispondenza della soluzione proposta ai requisiti funzionali richiesti da GARR, nonché delle caratteristiche tecniche e funzionali dichiarate nell'offerta tecnica.

Durante il Lab Trial saranno eseguite le prove di qualificazione degli apparati di routing, del VRR, della Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete e del sistema di mitigazione dei DDoS descritte in una test list proposta dal Fornitore come parte del Progetto di Rete. GARR si riserva il diritto di ampliare la test list proposta dal Fornitore.

Le verifiche si dovranno svolgere presso il laboratorio, o in alternativa da remoto tramite sessioni di videoconferenza e tramite controllo remoto degli apparati di laboratorio.

L'esecuzione con esito positivo del Lab Trial entro **35 giorni** solari dalla aggiudicazione provvisoria, rappresenta la prima accettazione funzionale della fornitura, in seguito alla quale il GARR procederà con l'aggiudicazione definitiva da parte dell'organo deliberante.

In caso di esito negativo, in quanto la soluzione proposta risulta non idonea o non conforme a quanto richiesto, per mancata aderenza ai requisiti vincolanti e opzionali dichiarati dal fornitore, il GARR si riserva di procedere alla aggiudicazione provvisoria al secondo fornitore nella graduatoria espressa dalla Commissione di Valutazione Tecnica, senza alcun onere per GARR nei confronti del Fornitore risultato primo aggiudicatario.

Rimane inteso che il Lab Trial rappresenta una verifica puramente tecnico/funzionale dell'infrastruttura e non comporta l'accettazione completa della soluzione proposta dal Fornitore in quanto quest'ultima risulterà adeguata solo se la procedura di Collaudo di tutti i suoi componenti nei siti operativi indicati da GARR avrà avuto esito positivo e se la piena operatività della rete verrà raggiunta entro i limiti temporali imposti dal progetto.

Al fornitore è richiesta la stesura di un documento dal titolo *LAB-trial*, che è tenuto a presentare in risposta alla gara (vedi modalità di risposta alla gara nel paragrafo 12.1). Il documento dovrà descrivere:

- il modello di rete implementato (topologia, architettura e servizi);
- le componenti hardware e software utilizzate, incluso VRR e sistemi;
- la lista dei test a sostegno delle funzionalità dichiarate.

L'architettura di rete che dovrà essere implementata in laboratorio, deve ricalcare il modello topologico/architetturale che GARR intende adottare per la nuova rete di produzione. Nel successivo paragrafo 9.1 è indicato il modello di riferimento da implementare in laboratorio.

9.1 Modello di rete in laboratorio e termini di accesso

Entro **15 giorni** dall'aggiudicazione provvisoria deve essere predisposto l'allestimento di un setup rappresentativo della soluzione proposta, composto quindi da soli elementi presenti nell'offerta alla release di riferimento. In questa sezione si specifica il setup richiesto per consentire di semplificare e velocizzare la realizzazione dell'ambiente di laboratorio una volta identificato il potenziale aggiudicatario.

GARR prevede 2 possibili modalità di esecuzione dei test:

- in presenza presso il laboratorio del costruttore/fornitore;
- da remoto collegandosi in video-conferenza e tramite controllo remoto al laboratorio del costruttore/fornitore.

Il fornitore dovrà implementare all'interno del laboratorio il modello di rete indicato in Figura 17. L'implementazione dovrà essere fatta, pena rigetto della fornitura, con le stesse tipologie di hardware, la stessa Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete e stesso sistema di DDoS mitigation. Tutte le release software dovranno essere le stesse che verranno utilizzate nella futura rete di produzione.

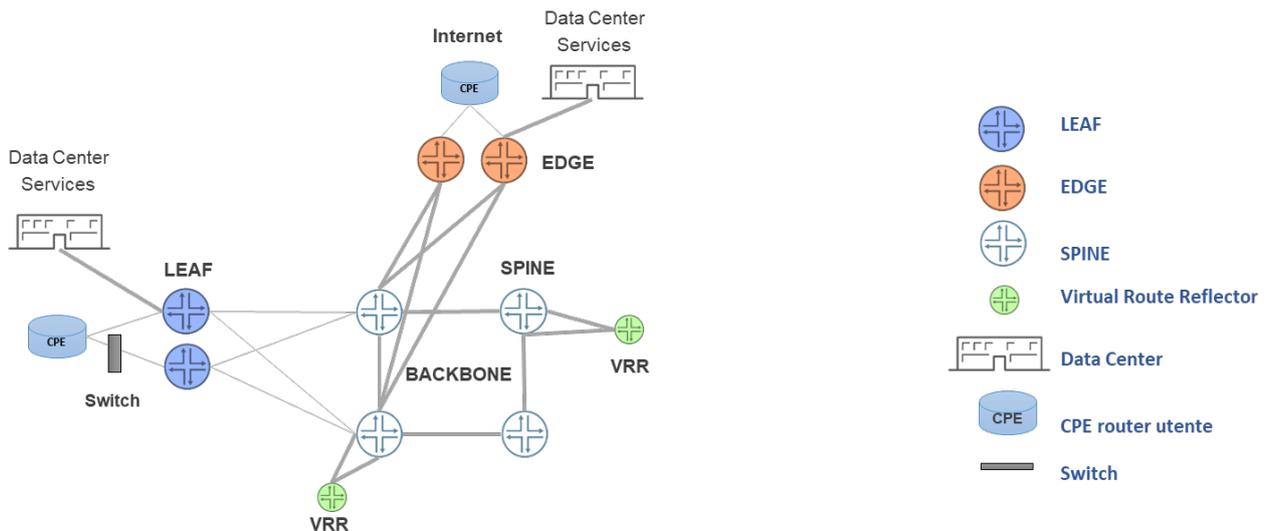


Figura 17: Schema LAB Trial

Il laboratorio dovrà comprendere:

- almeno 4 apparati con la funzione di SPINE, collegati tra loro anche con interfacce a 400Gbps;
- almeno 2 apparati con la funzione di LEAF ciascuno collegato a due SPINE differenti secondo il modello CLOS;
- 2 apparati di EDGE collegati a due SPINE diversi secondo il modello CLOS;
- 2 apparati con funzione di VRR collegati a due SPINE differenti;
- almeno 2 apparati che simulano i CPE utenti collegati alle LEAF e agli EDGE. Si richiede che i due CPE siano collegati in modalità dual-home su LEAF e EDGE. Su uno dei 2 collegamenti con cui uno dei CPE è collegato alle LEAF dovrà essere presente uno switch di terminazione intermedio;
- scenari con protocolli IGP (OSPF, IS-IS) e BGP;
- protocollo MPLS con i protocolli di RSVP-TE e SPRING e configurazione di LSP tra apparati LEAF differenti. La configurazione degli LSP deve essere effettuata sia tramite CLI sia attraverso gli strumenti della Suite, con la verifica che i path degli LSP siano gestibili in entrambi i casi;
- generatori di traffico opportuni per verificare le prestazioni dichiarate degli apparati;

- implementazione di 4 use case:
 - accesso singolo con switch intermedio e gestione dei fault;
 - accesso CPE dual-homed con utilizzo di soluzioni EVPN ESI LAG;
 - servizi L2VPN e L3VPN MPLS;
 - soluzione seamless MPLS tra domini MPLS differenti;
 - soluzione DCI con trasporto di EVPN su MPLS ed EVPN su VXLAN.
- Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete, da usare nell'ambito del field trial in tutte le componenti richieste, in particolare monitoring degli apparati, automazione per la configurazione e la gestione degli apparati, provisioning dei protocolli e dei servizi, implementazione e gestione del Traffic Engineering.
- sistema di mitigazione dei DDoS, da usare nell'ambito del lab-trial attraverso use case significativi.

10 RILASCIO DELLA FORNITURA

Il processo di rilascio della fornitura dovrà essere dettagliato in due documenti fondamentali:

1. **Piano di Realizzazione** da presentare allegato all'Offerta Tecnica, secondo quanto riportato nel paragrafo 10.1;
2. **Progetto Tecnico Esecutivo** che sarà redatto in seguito alla emissione dell'Ordine di Acquisto, secondo quanto riportato nel paragrafo 10.6.

Al termine del processo di rilascio della fornitura avrà luogo la **Verifica tecnico-funzionale dei sistemi** (procedura di Collaudo) dettagliata nel paragrafo 11.

10.1 Piano di realizzazione

Si sottolinea che i termini di consegna sono sempre espressi in **giorni solari** a partire dalla data di emissione dell'Ordine di Acquisto.

R156 [vincolante] Il Fornitore deve presentare allegato all'Offerta Tecnica un documento sintetico chiamato "Piano di Realizzazione" della soluzione proposta, conforme nei tempi e nei modi a quanto richiesto nel presente Capitolato. Il Fornitore dovrà fornire tutti gli elementi del processo di delivery che intende mettere in atto per consegnare nei termini richiesti la fornitura offerta. Si richiede una descrizione di:

- a. **Tempi della fornitura, con descrizione di eventuali criticità, secondo quanto riportato nel paragrafo 10.2;**
- b. **Struttura organizzativa del delivery del Fornitore, da redigere secondo quanto riportato nel paragrafo 10.3;**
- c. **Descrizione della Struttura di Supporto all'Attivazione, come richiesto nel paragrafo 10.4;**
- d. **Descrizione del processo di delivery (workflow) con diagrammi Gantt delle attività propedeutiche alla realizzazione, comprensivo di indicazione delle date previste dei sopralluoghi, delle installazioni e della verifica tecnico-funzionale dei sistemi coerenti con le richieste contenute nel paragrafo 10.5;**
- e. **Proposta di esecuzione della verifica tecnico-funzionale dei sistemi. Il Fornitore deve definire la modalità con cui intende eseguire la verifica tecnico-funzionale elencando i test che dovranno essere eseguiti (Checklist Tecnico-Funzionale), secondo quanto indicato nel paragrafo 11.**

Q156 Si richiede di confermare che in risposta al presente Capitolato di Gara sia inclusa la documentazione relativa al Piano di Realizzazione della soluzione proposta contenente le informazioni elencate ai punti da "a" ad "e" della richiesta R156.

10.2 Tempi di Consegna della Fornitura

R157 [vincolante] Il Fornitore a partire dall'emissione dell'Ordine di Acquisto è tenuto a svolgere tutte le attività propedeutiche alla realizzazione della rete oggetto della fornitura entro limiti temporali definiti nel Contratto stesso e nella Tabella 12. Il GARR si riserva la facoltà di rigettare, secondo

quanto previsto dal contratto, la fornitura la cui consegna risulti in ritardo rispetto ai termini temporali illustrati o in alternativa applicare le penali previste dal Contratto.

Q157 Si richiede di confermare che si è preso atto di quanto richiesto in R157 e di confermare l'assenza di criticità all'adempimento del requisito. Dove invece criticità fossero presenti, se ne richiede una descrizione dettagliata all'interno del "Piano di Realizzazione".

La Tabella 12 riporta i termini temporali entro cui il Fornitore dovrà aver completato la fornitura, effettuato tutti gli adempimenti richiesti e trasmesso i relativi verbali. Nella tabella il tempo è misurato in giorni solari a partire dalla data di emissione dell'Ordine di Acquisto che rappresenta l'inizio delle attività. GARR concorderà con il Fornitore la lista dei siti che saranno interessati dalle diverse fasi di realizzazione nella redazione del Progetto Tecnico Esecutivo.

Termine	Attività	Sotto - attività	SAL
Giorno 0	ordine di acquisto		
Giorno 0 + 50 giorni	Attività propedeutiche alla realizzazione	Giorno 0 + 7 giorni documentazione sicurezza + avvio approvvigionamento materiali	
		Giorno 0 + 30 giorni Bozza Progetto Tecnico Esecutivo	1° SAL su attività propedeutiche
		Giorno 0 + 40 giorni Sopralluoghi e consegna verbali	
		Giorno 0 + 50 giorni Completamento attività propedeutiche alla realizzazione	2° SAL su attività propedeutiche
Giorno 0 + 90 giorni	Field trial	Giorno 0 + 75 giorni Installazione apparati per Field Trial	
		Giorno 0 + 90 giorni Collaudo apparati e sistemi per Field Trial	
Giorno 0 + 90 giorni	Completamento Field-Trial e Progetto Tecnico Esecutivo		3° SAL a completamento del Field-Trial e del Progetto Tecnico Esecutivo
Giorno 0 + 150 giorni	Completamento installazione apparati, sistemi e collaudo, migrazione, 30% dei PoP		4° SAL a completamento del 30% dei PoP
Giorno 0 + 200 giorni	Completamento installazione apparati, sistemi e collaudo, migrazione, 70% dei PoP		5° SAL a completamento del 70% dei PoP
Giorno 0 + 240 giorni	Conclusione dell'intero Piano di Realizzazione		6° SAL completamento lavori

Tabella 12: Tempi di consegna della Fornitura

R158 [vincolante] Il Fornitore dovrà documentare con report periodici lo stato di avanzamento dei lavori (SAL), secondo lo schema temporale riportato in Tabella 12.

Q158 Si richiede di confermare che si è preso atto di quanto richiesto in R158.

10.3 Struttura di Delivery del Fornitore

Il Fornitore dovrà descrivere la propria struttura organizzativa deputata alla realizzazione e alla messa in opera della presente fornitura (**Struttura di Delivery del Fornitore**).

GARR richiede che vi sia un unico responsabile del processo di delivery su tutto il territorio (unico punto di contatto per il GARR in caso di problematiche connesse al processo di delivery). Si richiede di quantificare il numero di risorse umane messe a disposizione e di evidenziare il numero di mesi uomo che verranno dedicati. Si dovrà inoltre fornire una procedura di escalation che preveda almeno tre livelli. Nel redigere la descrizione della struttura di Delivery come parte del Piano di Realizzazione, al Fornitore non è richiesto di indicare i nominativi del personale che ricoprirà i vari ruoli, ma sarà sufficiente indicare i ruoli dal punto di vista funzionale. I nominativi delle persone di riferimento dovranno essere specificati nella versione esecutiva del Piano di Realizzazione da redigere dopo la data di emissione dell'Ordine di Acquisto.

R159 [vincolante] Il Fornitore dovrà documentare nel “Piano di realizzazione” la struttura organizzativa deputata alla realizzazione della presente fornitura.

Q159 Si richiede di confermare che si è preso atto di quanto richiesto in R159, descrivendo il dettaglio della struttura organizzativa nel Piano di realizzazione.

10.4 Struttura di Supporto all'Attivazione

GARR è un'organizzazione priva di personale on-site nei PoP, è quindi richiesta al Fornitore una soluzione completa di tutte le attività che raggrupperemo sotto il nome di **Struttura di Supporto all'Attivazione** degli apparati nei PoP. La struttura di supporto all'attivazione deve cooperare attivamente con il NOC di GARR per tutte le fasi di installazione, migrazione, configurazione e messa in esercizio.

L'attivazione comprende il trasporto e la consegna di tutto il materiale nel sito, l'installazione e la verifica tecnico-funzionale degli apparati, la realizzazione e il collaudo dei cablaggi. Il supporto richiesto deve garantire il completamento dell'infrastruttura nei tempi previsti da GARR.

R160 [vincolante] Il Fornitore è tenuto a garantire un'adeguata Struttura di Supporto all'Attivazione che sia composta da personale tecnicamente competente e in grado di operare su tutto il territorio nazionale.

Q160 Si richiede di confermare di aver recepito quanto richiesto in R160 e di descrivere come sarà articolata la Struttura di Supporto all'Attivazione.

R161 [vincolante] L'attivazione degli apparati di rete è affidata congiuntamente al Fornitore e al Costruttore sotto il coordinamento del GARR. Il Fornitore ha la completa responsabilità del trasporto, consegna, installazione, verifica tecnico-funzionale e certificazione della fornitura presso i siti previsti.

Q161 Si richiede di confermare che si è preso atto di quanto richiesto in R161. Specificare se è prevista la presenza di personale specialistico del Costruttore on-site durante l'attivazione degli apparati. Indicare l'organizzazione e la struttura di questo tipo di supporto.

R162 [vincolante] Fornitore e Costruttore sono inoltre tenuti a garantire il supporto all'installazione tramite strutture di TAC, R&D e Progettazione, mediante punti di contatto a più alta specializzazione rispetto alla Struttura di Supporto all'Attivazione per la risoluzione di casi critici.

Q162 Come indicato in R162, specificare la struttura di supporto TAC e i riferimenti di R&D e Progettazione da utilizzare come escalation per i casi critici durante l'attivazione della fornitura. Si richiede di specificare i punti di contatto.

R163 [vincolante] Si richiede che gli apparati offerti siano installati in rack, forniti da GARR, ed indicati al Fornitore al momento del sopralluogo. Il Fornitore, a fine installazione e prima di abbandonare i locali del PoP, dovrà procedere al ritiro e smaltimento, secondo le locali normative che regolano la raccolta differenziata, degli imballaggi (cartoni, pedane di legno, imballi di protezione, ecc.) relativi ad apparati ed accessori da lui consegnati ed installati.

Q163 Si richiede di confermare che si è preso atto di quanto richiesto in R163.

R164 [vincolante] Nei casi in cui l'apparato fornito sostituisca quello GARR in esercizio nel PoP, al Fornitore è richiesto lo smontaggio del router GARR da sostituire e l'installazione del nuovo apparato all'interno dello stesso rack.

Q164 Si richiede di confermare che si è preso atto di quanto richiesto in R164.

10.5 Attività Propedeutiche alla Realizzazione (Processo di delivery)

Il Fornitore a partire dall'emissione dell'Ordine di Acquisto è tenuto a svolgere tutte le attività propedeutiche al rilascio della fornitura entro limiti temporali definiti nel Contratto e nel paragrafo 10.2. Tra gli adempimenti propedeutici dovranno essere completati i sopralluoghi dei PoP, prodotta la documentazione esecutiva e acquisito il materiale accessorio necessario a realizzare l'installazione. In particolare, il Fornitore sarà tenuto a svolgere le seguenti attività entro i termini di seguito specificati (i giorni indicati sono sempre da intendersi come giorni solari):

1. Entro **7 (sette) giorni** dall'emissione dell'Ordine di Acquisto, trasmettere le specifiche tecniche degli interventi di installazione e la verifica tecnico-funzionale dei sistemi al fine di permettere ai soggetti preposti ai servizi di sicurezza, prevenzione e protezione (RSPP) dei PoP di redigere apposita documentazione sui rischi specifici e le interferenze;
2. entro **7 (sette) giorni** dall'emissione dell'Ordine di Acquisto, avviare la procedura di approvvigionamento dei materiali necessari all'installazione della infrastruttura fornendo, secondo le modalità concordate con GARR, l'evidenza dei tempi di consegna dei sistemi oggetto della fornitura e di tutto il materiale accessorio necessario all'installazione;
3. entro **30 (trenta) giorni** dall'emissione dell'Ordine di Acquisto, inviare una versione preliminare della Documentazione Esecutiva secondo le specifiche riportate al paragrafo 10.6.
4. entro **40 (quaranta) giorni** dall'emissione dell'Ordine di Acquisto, effettuare i sopralluoghi propedeutici all'installazione dei sistemi oggetto della fornitura presso i siti PoP e inviare una copia dei verbali redatti;

R165 [vincolante] Il Fornitore dovrà documentare nel "Piano di realizzazione" il piano temporale delle attività propedeutiche alla realizzazione della presente fornitura.

Q165 Si richiede di confermare che si è preso atto di quanto richiesto in R165, descrivendo il dettaglio della sequenza temporale nel Piano di realizzazione.

10.5.1 Sopralluoghi

Il Fornitore sarà tenuto a svolgere tutti i sopralluoghi presso i PoP dove saranno installati gli apparati di rete previsti nella soluzione proposta, attenendosi alle seguenti linee guida:

1. eseguire un **unico** sopralluogo per sito, durante il quale dovranno essere raccolte tutte le informazioni propedeutiche all'installazione degli apparati previsti dalla soluzione proposta e allo smontaggio degli apparati già installati che GARR vorrà dismettere. La necessità di dovere eseguire ulteriori sopralluoghi dovrà essere debitamente motivata dal Fornitore e sarà soggetta ad autorizzazione da parte del GARR;
2. con un preavviso di almeno **5 (cinque) giorni lavorativi** dare comunicazione alla struttura di delivery di GARR dello svolgimento di un sopralluogo;
3. entro **2 (due) giorni lavorativi** dallo svolgimento inviare a GARR il verbale di sopralluogo con tutte le informazioni rilevanti:
 - a. nome e ubicazione della sede;
 - b. nome, cognome, recapito telefonico del personale del Fornitore che ha eseguito il sopralluogo;
 - c. nome, cognome, recapito telefonico del personale della sede che ha seguito il sopralluogo;
 - d. esito del sopralluogo. In caso di esito negativo dovranno essere evidenziate tutte le criticità emerse e proposte le eventuali azioni correttive;
 - e. firma per presa visione del personale della sede che ha seguito il sopralluogo;
 - f. alla scheda di sopralluogo dovrà essere allegata tutta la documentazione rilevante (planimetria della sede, documentazione fotografica, ecc.).

In caso di criticità evidenziate in fase di sopralluogo si richiede comunicazione entro i 2 giorni lavorativi, come indicato al punto precedente, alla struttura di delivery di GARR.

R166 [vincolante] Il Fornitore è tenuto a recepire i requisiti del presente paragrafo.

Q166 Si richiede di confermare di aver recepito quanto richiesto in R166.

10.5.2 Approvvigionamento del Materiale

Il Fornitore è tenuto a dimostrare di aver reperito tutto il materiale necessario all'installazione e messa in opera della soluzione proposta. Dovrà essere documentato il dettaglio di come i materiali verranno reperiti ed il processo di consegna degli apparati oggetto della fornitura presso ciascun sito, indicando lo stato di avanzamento e la stima dei tempi di consegna presso il sito d'installazione. Il processo di consegna dovrà essere documentato chiaramente sia nel caso si tratti di un processo completamente interno al Fornitore sia si tratti di un processo relativo alla consegna da parte del Costruttore.

In fase di consegna degli apparati dovrà essere fornita anche la consistenza delle bretelle ottiche e dei cablaggi.

R167 [vincolante] Si richiede che alla data di inizio lavori di installazione per ciascun sito, tutto il materiale necessario sia a disposizione del Fornitore, del Costruttore o di un eventuale Partner deputato all'installazione senza restrizioni.

Q167 Si richiede di confermare di aver preso atto di quanto richiesto in R167 evidenziando eventuali criticità e indicando i soggetti coinvolti nei lavori di installazione nei siti.

10.6 Progetto Tecnico Esecutivo

Il Progetto Tecnico Esecutivo dovrà contenere l'informazione dettagliata e definitiva di come sarà realizzata la nuova rete con gli apparati oggetto della fornitura. La sua versione finale, che sarà frutto della collaborazione tra GARR e il Fornitore, dovrà essere consegnata entro i termini indicati in Tabella 12. Il documento tuttavia dovrà essere consegnato a GARR in forma di bozza entro **30 (trenta) giorni** dalla data dell'Ordine di Acquisto.

Il Progetto Tecnico Esecutivo dovrà contenere almeno le informazioni elencate di seguito, dove sono sottolineate quelle che dovranno essere incluse in versione definitiva già nella versione in bozza:

1. Consistenze di Rete Definitive (Kit List);
2. Piano di Realizzazione Esecutivo.
3. High Level Documentation:
 - a. Target release software degli apparati;
 - b. Piano indirizzamento IP pubblico per la configurazione delle interfacce dei servizi;
 - c. Piano indirizzamento IP privato per la configurazione delle interfacce di management.
4. Low Level Documentation:
 - a. Procedura di Verifica tecnico-funzionale degli apparati (Checklist tecnico-funzionale);
 - b. Configurazione degli apparati;
 - c. Schemi definitivi di equipaggiamento e installazione degli apparati (router layout);
 - d. Schemi di cablaggio dati e di collegamento elettrico.
5. Field trial per la verifica in rete delle funzionalità dichiarate:
 - a. Descrizione procedura di field trial;
 - b. Lista dei test e modalità di esecuzione.
6. Progetto di migrazione.

Il Fornitore è tenuto a produrre un Piano di Realizzazione Esecutivo sulla base dei sopralluoghi e della consistenza finale di rete, ovvero un aggiornamento del Piano di Realizzazione presentato con l'Offerta Tecnica. In particolare, si richiedono al Fornitore le seguenti informazioni:

- conversione in data dei tempi di completamento delle fasi di realizzazione;
- nominativi delle persone di contatto e escalation.

R168 [vincolante] Il Fornitore si impegna a presentare la versione preliminare del Progetto Tecnico Esecutivo entro 30 (trenta) giorni dalla data dell'Ordine di Acquisto secondo le indicazioni fornite.

Q168 Si richiede di confermare che la presentazione del Piano di Realizzazione Esecutivo definitivo verrà effettuata nei tempi indicati in R168.

R169 [vincolante] Il Fornitore si impegna a mantenere aggiornato il Progetto Tecnico Esecutivo indicando una figura tecnica responsabile di questa attività.

Q169 Si richiede di confermare, come indicato in R169, che il Progetto Tecnico Esecutivo verrà aggiornato durante tutta l'attività di rilascio, e di riportare attraverso quali figure si intende gestire l'aggiornamento della documentazione tecnica.

10.6.1 Cablaggio dati ed ottiche

Si richiede di riportare all'interno del Progetto Tecnico Esecutivo tutti i dettagli relativi agli schemi di collegamento effettivi dei cablaggi dati richiesti nei requisiti successivi.

R170 [vincolante] Si richiede la fornitura dei cablaggi e dei cassette necessari all'interconnessione degli apparati al resto della rete GARR, secondo le modalità indicate al capitolo 7, rispettando quanto richiesto in consistenza nel Capitolo 2.4.

Q170 Si richiede di confermare che si è preso atto di quanto richiesto in R170 e di descrivere lo schema di collegamento dei cablaggi di rete.

R171 [vincolante] Si richiede l'installazione dei moduli ottici nelle opportune porte degli apparati oggetto della fornitura, secondo la consistenza dettagliata nel capitolo 2.4.

Q171 Si richiede di confermare che si è preso atto di quanto richiesto in R171 e di descrivere la tipologia di modulo ottico installato in ciascuna porta.

10.6.2 Collegamento alla rete elettrica

R172 [vincolante] Si richiede il collegamento degli apparati alla rete di distribuzione dell'energia elettrica, già in essere all'interno del rack.

Q172 Si richiede di confermare che si è preso atto di quanto richiesto in R172 e di descrivere nel Progetto Tecnico Esecutivo lo schema di collegamento degli alimentatori alle PDU presenti nel rack.

10.7 Field Trial: Verifica in rete delle funzionalità dichiarate

Nell'ambito delle attività di rilascio della fornitura, il Fornitore sarà tenuto ad allestire un'ambiente di test e validazione in rete (field trial) allo scopo di verificare che tutte le componenti della soluzione tecnica offerta in gara, calati nel contesto reale all'interno del quale dovranno operare, rispondano ai requisiti vincolanti richiesti da GARR in questo documento.

GARR intende verificare durante il field trial:

- l'effettiva capacità della soluzione proposta di soddisfare i requisiti tecnici e funzionali, premianti e vincolanti, in un contesto di rete reale;
- l'effettiva capacità del Fornitore di completare l'attivazione nei tempi stabiliti e soddisfare i requisiti operativi richiesti.

L'intera procedura di verifica dovrà essere completata in un arco temporale di **90 (novanta) giorni** dall'Ordine di Acquisto. I siti GARR che saranno coinvolti dalla procedura di field trial sono MI1 (Milano-Lancetti), MI2 (Milano-Caldera), RM2 (Roma-Tizii), BO1 (Bologna-Morassutti). GARR potrà eventualmente concordare con il Fornitore siti differenti da quelli sopra indicati.

GARR si assume l'onere di garantire le condizioni che consentiranno al fornitore l'avvio delle attività di field trial (es.: supporto on-site, spazio rack, potenza elettrica, climatizzazione, connettività di rete, ecc.). Tutti gli oneri derivanti dalla predisposizione del field trial (materiali, trasporto, installazione, recupero materiali a fine attività, tempo persona fornitore, inclusi eventuali danni provocati ad apparati GARR, ecc.) saranno invece a carico del Fornitore.

Al fornitore è richiesto di includere nel Progetto Tecnico Esecutivo un capitolo che dovrà descrivere:

- il modello di rete implementato: topologia, architettura e servizi. Il disegno di rete da implementare in fase di field trial, così come le funzionalità e i servizi da sottoporre a verifica, dovranno essere gli stessi che già avranno subito il processo di verifica in ambiente di laboratorio (lab trial);
- le componenti hardware e software utilizzate. L'implementazione dell'ambiente di field trial dovrà avvenire con le stesse tipologie di hardware, la stessa Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete e sistema di DDoS mitigation, e con le stesse release software con cui verrà implementata la futura rete di produzione;
- la lista dei test a sostegno delle funzionalità dichiarate (vedi paragrafo 10.7.1);
- la procedura di ritiro materiale in caso di rigetto della fornitura (vedi paragrafo 10.7.2).

R173 [vincolante] Il fornitore è tenuto a completare l'installazione del field trial entro 75 (settantacinque) giorni solari dalla data di emissione dell'Ordine di Acquisto. Entro i successivi 15 (quindici) giorni solari, GARR si impegna con il supporto congiunto del Fornitore e del Costruttore ad eseguire dei test volti a verificare sul campo la rispondenza ai requisiti tecnico-funzionali della soluzione proposta.

Q173 Si richiede di confermare che si è preso atto di quanto richiesto nel requisito R173 e di riportare nel Progetto Tecnico Esecutivo l'intera descrizione del field trial.

10.7.1 Lista dei test e modalità di esecuzione

Il field trial avverrà in stretta collaborazione con il personale tecnico indicato dal GARR, ed ha come obiettivo quello di evidenziare che, in un contesto operativo reale, le funzionalità supportate dagli apparati e dai sistemi software offerti in gara (Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete e sistema di DDoS mitigation), corrispondano ed operino nel rispetto dei requisiti vincolanti richiesti da GARR.

A tal proposito il fornitore è tenuto a compilare una **lista di test**, nella quale devono essere descritte le procedure e le attività necessarie per la verifica delle specifiche tecniche della fornitura. Nell'ambito di tutte le funzionalità hardware e software che il fornitore dichiara per gli apparati offerti in gara, GARR potrà richiedere la rimodulazione della lista di test, includendo le funzionalità per le quali occorre un'analisi più approfondita.

La durata dei test non dovrà superare **15 (quindici) giorni solari**. Durante l'esecuzione del field trial sarà responsabilità del fornitore documentare dettagliatamente ogni risultato atto a dimostrare il corretto funzionamento di apparati e sistemi. La documentazione costituirà una base per la qualificazione degli apparati e verrà presentata al personale tecnico del GARR che ne verificherà la congruenza.

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 richiesto 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 12.1) e nei tempi indicati nella Tabella 12.

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

10.8 Gestione dei guasti in fase di delivery

Il Piano di Realizzazione della Fornitura deve tenere in considerazione eventuali guasti in fase di delivery.

R174 [vincolante] Si richiede di prevedere una strategia per la gestione dei guasti in fase di delivery nel Piano di Realizzazione.

Q174 Si richiede di confermare che si è preso atto di quanto richiesto in R174 e di riportare all'interno del Piano di Realizzazione la strategia per la gestione dei guasti in fase di delivery.

R175 [premiante] Al fine di fornire una infrastruttura funzionante nei tempi richiesti, il Fornitore è tenuto a prevedere una scorta di materiale e componenti degli apparati in grado di:

- a. gestire i guasti in fase di installazione (dead on arrival);**
- b. mettere in atto una strategia per mitigare eventuali problemi;**

Q175 In base a quanto espresso in R175, specificare il dimensionamento delle scorte e descrivere la strategia complessiva per mitigare i guasti in fase di attivazione. Indicare inoltre i tempi necessari alla consegna di componenti ordinati in modo non pianificato.

11 VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE DEI SISTEMI (COLLAUDO)

La verifica tecnico-funzionale delle componenti hardware e software degli apparati, del VRR, della Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete e del sistema di mitigazione dei DDoS, dovrà essere eseguita da personale incaricato dal Fornitore e in possesso di idonea qualifica professionale, ed avrà lo scopo di valutare il corretto funzionamento degli apparati installati.

Saranno rifiutate le forniture che risultino difettose o in qualsiasi modo non rispondenti alle specifiche tecniche richieste.

La verifica tecnico-funzionale della fornitura avverrà in 3 fasi, da completare entro i termini temporali indicati nella Tabella 12:

1. Il collaudo dei sistemi e dei cablaggi installati in ciascun PoP;
2. Collaudo hardware e software della Suite e del sistema di DDoS mitigation;
3. Collaudo generale della rete.

11.1 Collaudo dei sistemi e dei cablaggi installati in ciascun PoP

Il collaudo dei sistemi installati in ciascun PoP da parte del Fornitore e con l'eventuale supporto del Costruttore si considererà concluso solo dopo che GARR avrà ricevuto la documentazione che attesti l'esecuzione di tutti gli adempimenti, ovvero:

- Il verbale di verifica tecnico-funzionale, con esito positivo, di tutti gli apparati installati nel PoP;
- La documentazione con l'esito della misurazione dei livelli ottici;
- La documentazione di trasporto dei materiali di imballo dismessi.

Il Fornitore dovrà proporre, come parte del Piano di Realizzazione (paragrafo 10.1), un documento di Checklist Tecnico-Funzionale che dovrà essere sottoposto all'approvazione di GARR. Al tecnico incaricato della verifica tecnico-funzionale dovrà essere fornito il documento di Checklist Tecnico-Funzionale contenente tutti i test da eseguire. Il tecnico incaricato dovrà redigere un verbale di verifica con l'esito di ciascun test ed eventuali note. Gli sarà inoltre richiesto di scattare alcune foto per documentare i lavori eseguiti. 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 il verbale sarà firmato dagli esecutori e da personale tecnico indicato da GARR, che ne verificherà la congruenza.

La verifica del cablaggio dati e dei moduli ottici è parte della verifica tecnico-funzionale dell'hardware degli apparati forniti. Il documento di Checklist Tecnico-Funzionale dovrà contenere anche una procedura specifica per il test dei cablaggi e delle ottiche che non richieda uno specifico intervento di GARR, e che consenta a GARR di poter immettere gli apparati in produzione successivamente al collaudo.

11.2 Collaudo della Suite e del sistema di DDoS mitigation

La verifica tecnico-funzionale delle componenti della Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete e del sistema di DDoS mitigation dovranno essere eseguite da personale incaricato dal Fornitore e in possesso di idonea qualifica professionale, ed avrà lo scopo di valutare il corretto funzionamento delle componenti installate e la corretta presa in gestione della rete e

del sistema di DDoS mitigation. Il Fornitore dovrà proporre, come parte del processo di rilascio, un documento di Checklist Tecnico-Funzionale che dovrà essere sottoposto all'approvazione di GARR.

11.3 Collaudo generale della rete

Una volta completati il collaudo dei sistemi e dei cablaggi installati in ciascun PoP ed il collaudo della Suite di strumenti e del sistema di DDoS mitigation e del VRR, il personale incaricato dal Fornitore dovrà dimostrare la funzionalità generale della rete e la capacità di erogarne correttamente i servizi. Il Fornitore dovrà proporre, come parte del processo di rilascio, un documento di Checklist Tecnico-Funzionale, suddiviso in due parti, router e sistemi, che dovrà essere sottoposto all'approvazione di GARR.

R176 [vincolante] L'attività di verifica tecnico-funzionale, che GARR potrà richiedere di supervisionare, verrà considerata conclusa positivamente se:

- a. tutti i test indicati sui documenti di checklist avranno ottenuto un esito positivo;**
- b. terminata ogni sessione di verifica, il tecnico incaricato dei test, dopo aver compilato il verbale e averlo vidimato, lo avrà inviato via e-mail al GARR insieme all'eventuale materiale fotografico;**
- c. GARR, dopo aver visionato il verbale di verifica e le foto, avrà controfirmato per accettazione i documenti.**

Q176 Si richiede di confermare che si è preso atto di quanto richiesto in R176.

R177 [vincolante] Qualora l'esito di ciascuna fase delle verifiche funzionali evidenzi un malfunzionamento, si richiede che il Fornitore proceda alla sostituzione delle componenti difettose e all'esecuzione di una nuova sessione di verifica tecnico-funzionale con le stesse modalità. La nuova sessione di test dovrà avvenire non oltre 15 (quindici) giorni solari dalla conclusione della fase di test precedente che ha avuto esito negativo.

Q177 Si richiede di confermare che si è preso atto di quanto richiesto in R177.

12 SCHEMA DI PRESENTAZIONE DELLE OFFERTE

Le offerte dovranno essere strutturate secondo gli schemi illustrati di seguito e saranno valutate complessivamente secondo il criterio dell'Offerta economicamente più vantaggiosa.

Ogni Fornitore è tenuto a presentare, secondo le direttive contenute nell'Avviso di Gara:

- un'Offerta Tecnica;
- un'Offerta Economica.

La documentazione, scritta espressamente per GARR in risposta al Bando di Gara n. 2004, dovrà essere redatta in **lingua italiana** e presentata sia in formato **cartaceo** che in formato **elettronico** su supporto non riscrivibile. La documentazione tecnica standard del Costruttore (datasheet, manuali, ecc.) richiesta, o che il Fornitore deciderà di includere per fornire maggiori informazioni sulla soluzione proposta, potrà essere scritta in italiano o inglese dovrà essere presentata solo in formato elettronico.

12.1 Schema di redazione dell'Offerta Tecnica

Nel redigere l'Offerta Tecnica il Fornitore dovrà assicurarsi di aver fornito:

- Il documento contenente le risposte, complete e pertinenti, a ciascuna delle domande numerate presenti nel Capitolato di Gara;
- L'Offerta dei Servizi di Assistenza e Supporto (specifiche e linee guida al Capitolo 8);
- Il documento che descrive il *LAB-trial* (specifiche e linee guida al Capitolo 9);
- Il Piano di Realizzazione (specifiche e linee guida al Capitolo 10);
- Il Progetto di Rete (specifiche e linee guida al successivo paragrafo 12.2);
- La Consistenza della Fornitura (specifiche e linee guida al Capitolo 2.4).

Si ricorda come ai Fornitori sia richiesto non di descrivere direttamente la modalità in cui la soluzione proposta soddisfi i requisiti di GARR, bensì di rispondere alle domande che GARR ha redatto per richiedere i chiarimenti necessari alla valutazione dei requisiti. GARR ha predisposto schemi predefiniti (template) per fornire molte delle informazioni richieste. Si richiede che il Fornitore utilizzi gli schemi proposti.

Le Offerte Tecniche saranno valutate secondo i criteri specificati nel Capitolo 13.

È essenziale che la documentazione fornita, le risposte a ciascuna delle richieste, contengano unicamente informazioni rilevanti e relative alla soluzione proposta nella offerta e non ad altri servizi che il Fornitore può anche avere a disposizione.

La soluzione proposta dovrà rispettare i requisiti minimi e le specifiche funzionalità richieste. Qualora ciò non dovesse accadere la relativa offerta sarà rigettata. I requisiti minimi sono identificati dall'etichetta **[vincolante]** dopo il numero (per esempio: R1 [vincolante]).

I requisiti identificati dall'etichetta **[premiante]** sono soggetti a valutazione tecnica e determineranno il punteggio tecnico che verrà assegnato alla soluzione.

Il Fornitore deve, all'interno del documento *Risposta ai requisiti di Gara*, descrivere sinteticamente le caratteristiche della soluzione proposta, rispondendo a tutte le domande relative ai requisiti vincolanti e premianti. Il riferimento alla documentazione ufficiale del Costruttore è di supporto e nel fare riferimento a questa documentazione il Fornitore deve evidenziare il riferimento (nome cartella/nome file/pagina o paragrafo). Il contenuto informativo di riferimenti troppo vagamente identificati potrebbe non venir preso in considerazione nella fase di valutazione.

12.1.1 Guida alla compilazione del file AllegatoB

In fase di presentazione dell'Offerta Tecnica, il fornitore dovrà compilare il file **AllegatoB-2004-Schema-Offerta-Tecnico-Economica**, valorizzando i soli campi relativi alla parte tecnica. La compilazione andrà fatta in base alle seguenti indicazioni:

- Sezione Tipologia Apparati. Riportare l'associazione tra la tipologia degli apparati ed il relativo modello offerto in gara. Indicare, inoltre, le quantità dei vari modelli offerti.
- Sezione Kit-List (rete). Valorizzare le sole colonne delle tabelle (colore blu) con le informazioni di natura tecnica e quantitativa incluso tutte le licenze necessarie (Product Part Number, Descrizione, Quantità).
- Sezione Kit-List (Suite e sistema DDoS). Valorizzare le sole colonne delle tabelle (colore blu) con le informazioni di natura tecnica e quantitativa incluso tutte le licenze necessarie per la configurazione e attivazione delle funzionalità vincolanti e premianti qualora proposte (Product Part Number, Descrizione, Quantità). La colonna Product Part Number dovrà riportare in dettaglio tutte le componenti della Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete e del sistema di mitigazione DDoS (software, licenze, hardware, ecc).
- Sezione Scorte. Valorizzare le sole colonne della tabella (colore blu) con le informazioni di natura tecnica e quantitativa (Product Part Number, Descrizione, Quantità).
- Sezione Consumi e Occupazione. Valorizzare le colonne con i consumi elettrici (espressi in kw) e gli ingombri (espressi in Rack Unit) degli apparati offerti in gara, indicando consumo e ingombro totale della fornitura.
- Sezione Capacità. Valorizzare la capacità di ciascun apparato proposto e la capacità complessiva, in particolare per gli apparati di Leaf e Edge nel calcolo del valore complessivo dovranno essere considerati i soli apparati presenti in Tabella 2.
- Sezione Consumi e Occupazione. Valorizzare le colonne con i consumi elettrici (espressi in kw) e gli ingombri (espressi in Rack Unit) degli apparati offerti in gara, indicando anche consumo e ingombro totale della fornitura.
- Sezioni relative ai vari PoP della rete. Ciascuna sezione contiene:
 - Le tabelle relative agli apparati di rete (SPINE, EDGE, LEAF, VRR e server dei sistemi);
 - La tabella relativa alla fornitura delle ottiche;
 - La tabella relativa alla fornitura del cablaggio.

Relativamente ai soli apparati di rete, il fornitore dovrà compilare le tabelle con gli apparati previsti nel PoP ed eliminare le tabelle di quelli non previsti. Ad esempio: se per un determinato PoP è previsto un apparato SPINE ed un apparato LEAF, in fase di offerta il fornitore dovrà compilare le tabelle "SPINE" e "LEAF" e rimuovere le rimanenti. Resta inteso che le tabelle con i dettagli delle ottiche e del cablaggio, vanno compilate per tutti i PoP. In ciascuna delle tabelle andranno valorizzate le sole colonne (colore blu) con le informazioni di natura tecnica e quantitativa (Product Part Number, Descrizione, Quantità).

12.2 Progetto di rete

Nell'Offerta Tecnica il Fornitore dovrà presentare il documento denominato "Progetto di Rete". Il Progetto di rete, redatto ad alto livello, dovrà recepire le indicazioni sui servizi e le modalità di accesso utente

attualmente implementati sulla rete di produzione (cfr. paragrafo 1.3), e le indicazioni sul nuovo modello architetturale illustrato nel paragrafo 1.4.

Nel progetto di rete dovranno inoltre essere dettagliati completamente i seguenti aspetti:

- a. proposta della nuova architettura di rete;
- b. descrizione delle piattaforme hardware proposte, con dettagli sulle possibilità di utilizzo delle porte sugli apparati e sulla ridondanza proposta;
- c. descrizione dello stack protocollare proposto, con dettagli sulle implementazioni di ciascun protocollo componente il piano di controllo della nuova rete;
- d. descrizione delle principali feature abilitanti per affidabilità e prestazioni;
- e. architettura dei servizi supportati dalla nuova rete;
- f. architettura delle modalità di collegamento degli utenti;
- g. descrizione dei singoli elementi e dell'architettura d'insieme della Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete e delle modalità operative di utilizzo;
- h. descrizione dei singoli elementi e dell'architettura del sistema di mitigazione DDoS e delle modalità operative di utilizzo;
- i. specifiche tecniche di tutte le componenti della soluzione per il cablaggio dati all'interno dei PoP.

Il Progetto di rete, redatto dal Fornitore sarà oggetto di valutazione [EP7] nell'ambito dell'Offerta Tecnica e dovrà contenere nel dettaglio tutte le informazioni e la documentazione necessaria a GARR per la valutazione della soluzione proposta. Saranno valutati in particolare:

- conformità con l'architettura e il disegno di rete delineati nel Capitolo 1;
- chiarezza e completezza nelle descrizioni degli elementi architeturali e degli aspetti funzionali;
- chiarezza e completezza nella descrizione dettagliata degli aspetti implementativi e operativi;
- chiarezza nella presentazione delle potenzialità della soluzione in termini di performance, scalabilità e capacità supportata;
- esaustività dei riferimenti tecnici rispetto alla soluzione proposta e alla documentazione presentata.

12.3 Schema di redazione dell'Offerta Economica

La compilazione del documento elettronico **AllegatoB-2004-Schema-Offerta-Tecnico-Economica**, con i dati relativi alla valorizzazione economica degli apparati, della Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete e dei servizi di assistenza specialistica e manutenzione, rappresenta la modalità con la quale il Fornitore dovrà presentare l'Offerta Economica.

Il Fornitore è tenuto ad aggiungere tutte le righe necessarie a contenere l'informazione completa sull'Offerta. Tutti i costi riportati nelle varie tabelle si intendono al netto dell'IVA.

12.3.1 Guida alla compilazione file AllegatoB (sezione Riepilogo Costi)

La sezione **Riepilogo Costi** del file **AllegatoB-2004-Schema Offerta Tecnico-Economica** contiene un prospetto riassuntivo dei costi dell'intera fornitura, suddiviso per tipologie: apparati, servizi, ecc.

La Tabella 13 mostra la struttura dati all'interno della quale inserire i costi della fornitura di hardware, software, licenze e servizio di manutenzione, sia annuale che per 5 anni degli apparati offerti in gara.

colonna1	colonna2	colonna3	colonna4	colonna5	colonna6	colonna7
APPARATO	Quantità	Costo Unitario per Apparato (EURO, IVA esclusa)	Costo Totale per Apparato (EURO, IVA esclusa)	Costo Unitario per Manutenzione Annuo (EURO, IVA esclusa)	Costo Totale Manutenzione Annuo (EURO, IVA esclusa)	Costo Totale Manutenzione per 5 Anni (EURO, IVA esclusa)
<small>(inserire ulteriori righe se necessario, mantenendo la formattazione)</small>						
TOTALE	sommare		sommare		sommare	sommare

Tabella 13: Riepilogo dei costi di fornitura degli APPARATI e SERVIZIO DI MANUTENZIONE

I campi in Tabella 13 dovranno contenere, per ogni tipologia di apparato, le seguenti informazioni:

- **colonna1:** modello di apparato, PoP ed indicazione della tipologia (es: SPINE, LEAF, EDGE, VRR), comprensivo delle componenti software, licenze, modelli di card con cui è equipaggiato e servizio di manutenzione;
- **colonna2:** quantità offerte;
- **colonna3:** costo unitario;
- **colonna4:** costo totale;
- **colonna5:** costo unitario annuo del servizio di manutenzione;
- **colonna6:** costo totale annuo del servizio di manutenzione;
- **colonna7:** costo, per la durata di 5 anni, del servizio di manutenzione.

L'ultima riga della tabella dovrà visualizzare le somme dei valori riportati nelle rispettive colonne 2,4,6 e 7.

La Tabella 14 mostra la struttura dati all'interno della quale inserire i costi delle scorte offerte in gara.

colonna1	colonna2	colonna3	colonna4
SCORTE	Quantità	Costo Unitario (EURO, IVA esclusa)	Costo Totale (EURO, IVA esclusa)
<small>(inserire ulteriori righe se necessario, mantenendo la formattazione)</small>			
TOTALE			sommare

Tabella 14: Riepilogo dei costi di fornitura delle SCORTE

I campi in Tabella 14 dovranno contenere le seguenti informazioni:

- **colonna1:** Part Number dell'elemento scorta;
- **colonna2:** quantità offerte;
- **colonna3:** costo unitario;
- **colonna4:** costo totale.

L'ultima riga della tabella dovrà visualizzare la somma dei valori riportati nella colonna 4.

La Tabella 15 mostra la struttura dati all'interno della quale inserire i costi dei transceiver ottici offerti in gara.

colonna1	colonna2	colonna3	colonna4
OTTICHE	Quantità	Costo Unitario (EURO, IVA esclusa)	Costo Totale (EURO, IVA esclusa)
<small>(inserire ulteriori righe se necessario, mantenendo la formattazione)</small>			
TOTALE			sommare

Tabella 15: Riepilogo dei costi di fornitura delle OTTICHE

I campi in Tabella 15 dovranno contenere le seguenti informazioni:

- **colonna1:** tipologia di transceiver (es: QSFP-100GBASE-SR4, QSFP-4X10GE-SR, ecc.);
- **colonna2:** quantità offerte;
- **colonna3:** costo unitario;
- **colonna4:** costo totale.

L'ultima riga della tabella dovrà visualizzare la somma dei valori riportati nella colonna 4.

La Tabella 16 mostra la struttura dati all'interno della quale inserire i costi di tutto il materiale occorrente per la realizzazione del cablaggio all'interno dei PoP GARR.

colonna1	colonna2	colonna3	colonna4
CABLAGGIO	Quantità	Costo Unitario (EURO, IVA esclusa)	Costo Totale (EURO, IVA esclusa)
<small>(inserire ulteriori righe se necessario, mantenendo la formattazione)</small>			
TOTALE			<i>sommare</i>

Tabella 16: Riepilogo dei costi di fornitura del cablaggio ottico

I campi in Tabella 16 dovranno contenere le seguenti informazioni:

- **colonna1:** descrizione del materiale (es: moduli MPO-LC, bretelle ottiche, cassette, ecc.);
- **colonna2:** quantità offerte;
- **colonna3:** costo unitario;
- **colonna4:** costo totale.

L'ultima riga della tabella dovrà visualizzare la somma dei valori riportati nella colonna 4.

La Tabella 17 mostra la struttura dati all'interno della quale inserire i costi della Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete e del sistema di DDoS mitigation offerti in gara.

colonna1	colonna2	colonna3
SUITE DI STRUMENTI PER LA GESTIONE E DDOS MITIGATION	Costo (EURO, IVA esclusa)	Costo Manutenzione Annua (EURO, IVA esclusa)
Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete		
Sistema di DDOS mitigation		
TOTALE	<i>sommare</i>	<i>sommare</i>

Tabella 17: Riepilogo costi di fornitura della Suite per l'automazione della rete e sistema DDoS mitigation

I campi in Tabella 17 dovranno contenere le seguenti informazioni:

- **colonna2:** costo della Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete e sistema di mitigazione DDoS, comprensivi di hardware, software e licenze;
- **colonna3:** costo di manutenzione annua.

L'ultima riga della tabella dovrà visualizzare la somma dei valori riportati nelle colonne 2 e 3.

La Tabella 18 mostra la struttura dati all'interno della quale inserire i costi relativi all'installazione della fornitura.

<i>colonna1</i>	<i>colonna2</i>
COSTI DI INSTALLAZIONE	Costo Totale (EURO, IVA esclusa)
Costi di Installazione	

Tabella 18: Riepilogo dei costi di INSTALLAZIONE

I campi in Tabella 18 dovranno contenere le seguenti informazioni:

- **colonna2:** costo comprensivo di:
 - trasporto e consegna al PoP;
 - montaggio a rack degli apparati;
 - realizzazione del cablaggio;
 - collegamento degli apparati alle reti elettrica e dati;
 - collaudo apparati e cablaggio;
 - smaltimento imballaggi.

La Tabella 19 mostra la struttura dati all'interno della quale inserire i costi relativi ai servizi di assistenza specialistica e di manutenzione della fornitura.

<i>colonna1</i>	<i>colonna2</i>	<i>colonna3</i>
SERVIZIO DI ASSISTENZA SPECIALISTICA E MANUTENZIONE	Costo Totale Annuo (EURO, IVA esclusa)	Costo Totale per 5 Anni (EURO, IVA esclusa)
Servizi di Assistenza e Supporto Apparati (servizio di assistenza specialistica e manutenzione, servizio di risoluzione dei guasti, servizio di manutenzione ordinaria e straordinaria, servizio di aggiornamento software.)		
Servizio di garanzia e gestione delle scorte		
Servizio di manutenzione della Suite di strumenti hardware e software per la gestione della rete		
Servizio di manutenzione del Sistema di mitigazione DDoS		
Servizio di consulenza professionale		
TOTALE	<i>sommare</i>	<i>sommare</i>

Tabella 19: Riepilogo dei costi dei SERVIZI di ASSISTENZA

I campi in Tabella 19 dovranno contenere le seguenti informazioni:

- **colonna2:** costo annuo dei servizi indicati in colonna1;
- **colonna3:** costo dei servizi indicati in colonna1, per una durata contrattuale pari a 5 anni.

Nell'ultima riga della tabella dovranno essere visualizzate le somme dei valori riportati nelle colonne 2 e 3.

La Tabella 20 mostra la struttura dati all'interno della quale inserire i costi relativi ai servizi professionali.

<i>colonna1</i>	<i>colonna2</i>	<i>colonna3</i>	<i>colonna4</i>	<i>colonna5</i>
SERVIZI PROFESSIONALI	Quantità (mesi)	Costo UT (EURO, IVA esclusa)	Costo Totale ANNUO (EURO, IVA esclusa)	Costo Totale per 5 ANNI (EURO, IVA esclusa)
Servizio di Supporto Professionale				
Servizio di redazione del progetto di migrazione e di attivazione della rete				
Servizio di attivazione, gestione, supervisione e controllo della Suite di gestione hardware e software per l'automazione della rete				
Servizio di attivazione, gestione, supervisione e controllo del sistema di DDoS Mitigation				
Servizio di supporto per la Suite di strumenti hardware e software per la gestione della rete				
Servizio di supporto per il sistema di mitigazione DDoS				
Servizio di formazione				
TOTALE		<i>sommare</i>	<i>sommare</i>	<i>sommare</i>

Tabella 20: Riepilogo dei costi dei SERVIZI PROFESSIONALI

I campi in Tabella 20 dovranno contenere le seguenti informazioni:

- **colonna2:** durata (in mesi) del servizio offerto;
- **colonna3:** costo Una Tantum dei servizi indicati in colonna1;
- **colonna4:** costo annuale dei servizi indicati in colonna1;
- **colonna5:** costo dei servizi indicati in colonna1, per una durata contrattuale pari a 5 anni.

Nell'ultima riga della tabella dovranno essere visualizzate le somme dei valori riportati nelle colonne 3, 4 e 5.

La Tabella 21 mostra la struttura dati all'interno della quale inserire il riepilogo dei costi dell'intera fornitura di gara.

colonna1	colonna2	colonna3	colonna4
RIEPILOGO DELLA FORNITURA	Costo Una Tantum (EURO, IVA esclusa)	Costo Annuale Ricorrente (EURO, IVA esclusa)	Costo Ricorrente per 5 ANNI (EURO, IVA esclusa)
APPARATI			
SCORTE			
OTTICHE			
CABLAGGIO			
SUITE DI STRUMENTI HARDWARE E SOFTWARE PER LA GESTIONE OPERATIVA E L'AUTOMAZIONE DEI PROCESSI GESTIONALI IN RETE			
SISTEMA DI DDOS MITIGATION			
COSTI DI INSTALLAZIONE			
SERVIZIO DI ASSISTENZA SPECIALISTICA E MANUTENZIONE			
SERVIZI PROFESSIONALI			
TOTALE (per voci di costo)	C_{INV}	C_{ANN}	C_{OPS} = 5 x C_{ANN}
TOTALE FORNITURA	C_{TCO} = C_{INV} + C_{OPS}		

Tabella 21: Riepilogo costi dell'intera fornitura

I campi in Tabella 21 dovranno contenere, per ciascun elemento indicato in colonna1, le seguenti informazioni:

- **colonna2:** costo Una Tantum;
- **colonna3:** costo annuale (eventuale);
- **colonna4:** costo per una durata contrattuale pari a 5 anni.

Le ultime due righe della tabella dovranno visualizzare il totale per le varie tipologie di costo, C_{INV} , C_{ANN} e $C_{OPS} = 5 \times C_{ANN}$ e inoltre il costo totale della fornitura $C_{TCO} = C_{INV} + C_{OPS}$.

L'assegnazione del punteggio economico verrà fatta sulla base della tabella di sintesi dei costi (Tabella 21: riepilogo costi dell'intera fornitura).

12.3.2 Guida alla compilazione file AllegatoB (altre sezioni)

In fase di presentazione dell'Offerta Economica, il fornitore dovrà compilare il file **AllegatoB-2004-Schema-Offerta-Tecnico-Economica**, valorizzando i campi relativi alla parte economica. La compilazione andrà fatta in base alle seguenti indicazioni: all'interno delle sezioni **Kit-List (Suite di Gestione e sistema DDoS)**, **Kit-List (rete)**, **Scorte** e tutte quelle relative ai **PoP**, occorrerà valorizzare le colonne delle tabelle (di colore rosso), con le informazioni di natura economica: costo apparati, manutenzione annuale e manutenzione per una durata contrattuale pari a 5 anni.

Nota: va precisato che, in fase di presentazione dell'Offerta Economica, il file ***AllegatoB-2004-Schema-Offerta-Tecnico-Economica*** dovrà contenere tutte le informazioni; sia quelle di natura tecnica, già inserite in fase di Offerta Tecnica, che quelle di natura economica.

13 CRITERI DI VALUTAZIONE DELLE OFFERTE

L'aggiudicazione sarà effettuata con il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa, attribuendo a ciascun concorrente un punteggio tecnico fino ad un massimo di **70 punti** (PTmax) ed un punteggio economico fino ad un massimo di **30 punti**.

Risulta aggiudicataria l'Impresa che, sommando i punti della Offerta Tecnica all'Offerta Economica, avrà ottenuto il valore massimo.

Eventuali valori decimali del punteggio saranno arrotondati alla terza cifra nel seguente modo:

- se la quarta cifra è uguale o superiore a 5, l'arrotondamento al centesimo va effettuato per eccesso (10,9555 arrotondato diventa 10,956);
- se la quarta cifra è inferiore a 5, l'arrotondamento va effettuato per difetto (10,9552 arrotondato diventa 10,955).

13.1 Punteggio Tecnico

L'assegnazione del punteggio tecnico complessivo, fino al massimo di 70 punti, sarà ottenuta mediante la somma pesata dei punteggi assegnati separatamente nella valutazione degli elementi premianti relativi alle **Specifiche Tecniche e Funzionali**, ai **Servizi di Assistenza Specialistica e Manutenzione**, ai **Servizi di Supporto Professionale** e descritti nella documentazione di Offerta e nella valutazione del **Progetto di rete**.

Il punteggio tecnico (**PT**) per l'offerta (**a**) sarà così calcolato:

$$PT(a) = \sum_{i=1}^n EP_i \times V_i(a)$$

Dove:

- **PT(a)** è il punteggio attribuito all'offerta (**a**);
- **EP_i** è il peso, ovvero il punteggio attribuito all'elemento premiante (**i**);
- **n = 7** è il numero totale degli elementi premianti;
- **V_i(a)** è il coefficiente di prestazione dell'offerta (**a**) rispetto all'elemento premiante (**i**) variabile tra zero e uno, ovvero,

$$V_i(a) = \frac{PT_i(a)}{\text{MAX}[PT_i(a), PT_i(b), \dots, PT_i(k)]}$$

dove si sono indicati con **PT_i(a)** il punteggio ottenuto per l'elemento premiante **i**-esimo dall'offerta (**a**), e **MAX[PT_i(a), PT_i(b), ..., PT_i(k)]** il massimo valore ottenuto per il medesimo elemento premiante **i**-esimo fra tutte le offerte.

Il punteggio tecnico normalizzato **PTn(a)** attribuito all'offerta (**a**) viene calcolato come:

$$PTn(a) = \frac{PT(a)}{\text{MAX}[PT(a), PT(b), \dots, PT(k)]} \times PTmax$$

dove con **MAX[PT(a), PT(b), ..., PT(k)]** si è indicato il massimo punteggio tecnico ottenuto fra tutte le offerte valide pervenute.

La soluzione proposta dovrà ottenere un punteggio tecnico superiore ad una soglia minima, come di seguito specificato. La soluzione che non soddisfa questo requisito sarà scartata senza procedere alla valutazione

dell'offerta economica corrispondente, che non sarà esaminata. Un'offerta, per essere accettata, deve ottenere un valore di punteggio tecnico normalizzato $PTn(a) \geq 40$.

13.1.1 Peso degli elementi premianti

Di seguito sono elencati gli elementi tecnici premianti (EP) che contribuiscono all'assegnazione del punteggio con il loro peso.

EP1 Elementi migliorativi relativi agli apparati con funzione di LEAF e EDGE [totale 15 punti]

Valutati sulla base dei requisiti opzionali contenuti nel par. 4.4.

- 4.4.1, R39, Requisiti sui chipset (0 o 2 punti);
- 4.4.2, R40, Requisiti di capacità (da 0 a 5 punti);

Il punteggio tecnico premiante della singola offerta sarà calcolato secondo la formula:

$$P_{\text{throughput}}(a) = \frac{T(a)}{\text{MAX}[T(a), T(b), \dots, T(k)]} \times P_{\text{throughput}}$$

con $T(a)$ il throughput complessivo dell'offerta (a) espresso in Tbps e $P_{\text{throughput}} = 5$.

- 4.4.3, R41, Requisiti di ridondanza (0 o 3 punti);

Il punteggio tecnico premiante sarà attribuito solo alle soluzioni che propongano apparati completamente ridondati per i nodi riportati in Tabella 3.

- 4.4.4 Requisiti opzionali di aggregazione:
 - R42, Supporto di bundle Ethernet a velocità differenti (0 o 1 punto);
 - R43, Supporto di meccanismi di bilanciamento del traffico per le interfacce aggregate (0 o 1 punto);
- 4.4.5 Requisiti di prestazioni:
 - R44, Numero entry FIB e RIB (da 0 a 2 punti);
 - R45, Memoria totale di buffer (da 0 a 1 punto).

EP2 Elementi migliorativi relativi agli apparati con funzione di SPINE [totale 10 punti]

Valutati sulla base dei requisiti opzionali contenuti nel par. 4.6.

- 4.6.1, R72, Requisiti sui chipset (0 o 1 punto);
- 4.6.2, R73, Requisiti di capacità (da 0 a 4 punti);

Il punteggio tecnico premiante della singola offerta sarà calcolato secondo la formula:

$$P_{\text{throughput}}(a) = \frac{T(a)}{\text{MAX}[T(a), T(b), \dots, T(k)]} \times P_{\text{throughput}}$$

con $T(a)$ il throughput complessivo dell'offerta (a) espresso in Tbps e $P_{\text{throughput}} = 4$.

- 4.6.3 R74, Requisiti di ridondanza (0 o 2 punti);

Il punteggio tecnico premiante sarà attribuito solo alle soluzioni che propongano apparati completamente ridondati per i nodi riportati in Tabella 4.

- 4.6.4 Requisiti opzionali di aggregazione:
 - R75, Supporto di bundle Ethernet a velocità differenti (0 o 2 punto);
- 4.6.5 Requisiti opzionali di prestazione:
 - R76, Memoria totale di buffer (da 0 a 1 punto).

EP3 Elementi migliorativi reativi ai consumi elettrici e spazi [totale 2 punti]

Valutati sulla base dei requisiti opzionali contenuti al Capitolo 4.8.

- R83, Consumo elettrico complessivo minimo (da 0 a 1 punto);

Il punteggio tecnico premiante della singola offerta sarà calcolato secondo la formula:

$$P_{\text{consumo}}(a) = \frac{\text{MIN}[C(a), C(b), \dots, C(k)]}{C(a)} \times P_{\text{consumo}}$$

con $C(a)$ il consumo complessivo dell'offerta (a) e $P_{\text{consumo}} = 1$. Nel caso in cui $C(a)$ della singola offerta eccede il 20% di $C_{\text{min}} = \text{MIN}[C(a), C(b), \dots, C(k)]$

$C(a) \geq 1,2 \times C_{\text{min}}$ punteggio assegnato sarà pari a 0.

- R84, Occupazione di spazio complessivo minimo (da 0 a 1 punto).

Il punteggio tecnico premiante della singola offerta sarà calcolato secondo la formula:

$$P_{\text{spazio}}(a) = \frac{\text{MIN}[S(a), S(b), \dots, S(k)]}{S(a)} \times P_{\text{spazio}}$$

con $S(a)$ lo spazio complessivo dell'offerta (a) espresso in rack unit e $P_{\text{spazio}} = 1$.

EP4 Elementi migliorativi relativi alla Suite di Gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete [totale 8 punti]

Valutati sulla base dei requisiti opzionali contenuti nel par. 5.4.

- R108, Supporto di un ambiente di sviluppo basato su Python (0 o 1 punto);
- R109, Ciclo di formazione sull'adozione degli strumenti di programmabilità degli apparati (da 0 a 1 punto);
- R110, Aspetti migliorativi per la consistenza di apparati (0 o 2 punti);
- R111 e R112, Supporto della funzionalità di analisi offline (0 o 3 punti);
- R113, Analisi dei dati acquisiti su base KPI (0 o 1 punto).

EP5 Offerta dei servizi di assistenza specialistica e manutenzione e servizi di supporto professionale [totale 9 punti]

Valutati sulla base dei requisiti premianti contenuti al Capitolo 8.

- R146, Crediti per consulenze professionali (da 0 a 4 punti);
- R149, Aspetti migliorativi per il servizio di supporto per l'attivazione della rete (da 0 a 2 punti);

- R151, Aspetti migliorativi per il servizio di supporto della Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete (da 0 a 2 punti);
- R155, Aspetti migliorativi per il servizio di formazione (0 o 1 punto).

EP6 Piano di realizzazione [totale 1 punto]

Valutati sulla base dei requisiti contenuti al Capitolo 10.

- R175, Scorte per gli apparati e i sistemi per la gestione dei guasti in fase di installazione (0 o 1 punto).

EP7 Progetto di rete [totale 25 punti]

Il Progetto di rete sarà valutato sulla base degli elementi inducati al par. 12.2.

- Progetto di rete (da 0 a 25 punti).

13.2 Il Punteggio Economico

Il punteggio economico viene calcolato a partire dal TCO (Total Cost of Ownership) che, oltre al costo di acquisto e installazione degli apparati e degli elementi hardware e software aggiuntivi, comprende anche il costo complessivo per la durata di **5 (cinque) anni** del servizio di assistenza specialistica e del servizio di manutenzione hardware e software degli apparati e della Suite di strumenti hardware e software per la gestione operativa e l'automazione dei processi gestionali della rete e per la mitigazione dei DDoS.

I 30 punti economici totali saranno assegnati nel seguente modo:

30 punti per il costo complessivo ($PE_{TCO} = 30$)

Il calcolo del punteggio economico complessivo $PE_{TCO}(a)$ dell'offerta a-esima, relativo al costo del servizio per l'intera durata del contratto, sarà calcolato secondo la formula:

$$PE_{TCO}(a) = \frac{C_{TCO}^{min}}{C_{TCO}(a)} \times PE_{TCO}$$

con $C_{TCO}(a)$ il costo complessivo dell'offerta a-esima relativo all'intera durata del contratto calcolato come

$$C_{TCO}(a) = C_{INV}(a) + C_{OPS}(a)$$

e

- $C_{INV}(a)$ il costo d'investimento dell'offerta a-esima, comprendente anche i costi di installazione;
- $C_{OPS}(a)$ il costo operativo dell'offerta a-esima calcolata su 5 anni;
- C_{TCO}^{min} il costo minimo complessivo tra tutte le offerte.

L'assegnazione del punteggio economico verrà fatta sulla base della tabella di sintesi dei costi (Tabella 21: riepilogo costi dell'intera fornitura) descritta al paragrafo 12.3.

13.2.1 Costo di Investimento

Il costo di investimento $C_{INV}(a)$ dell'offerta a-esima dovrà essere, pena l'esclusione, inferiore alla Base d'Asta relativa ai costi di investimento (BdA_{INV}) indicata in (Tabella 1):

$$C_{INV}(a) < BdA_{INV}$$

13.2.2 Costo Spesa Operativa

Il Costo per l'operatività $C_{OPS}(a)$ dell'offerta a-esima dovrà essere, pena l'esclusione, compreso nel seguente intervallo di valori:

$$\frac{1}{2} \times BdA_{OPS} < C_{OPS}(a) < BdA_{OPS}$$