

# **Capitolato Tecnico di Gara - 2003**

---

*Gara per l'affidamento della fornitura di apparati trasmissivi e relativi servizi di Assistenza Specialistica e Manutenzione*

**Direzione Consortium GARR**

Il presente documento informatico è stato firmato digitalmente ai sensi del D.Lgs 82/2005 s.m.i. e norme collegate.  
Sostituisce il documento cartaceo e la firma autografa.

*Questo documento descrive le specifiche tecniche richieste per la fornitura di apparati mediante i quali il GARR intende rinnovare la piattaforma ottico-trasmissiva dell'infrastruttura di dorsale della sua rete. Nel presente documento è contenuto anche lo schema di presentazione delle offerte e i criteri di valutazione delle stesse.*

## Sommario

Introduzione.....	7
1 Oggetto della fornitura e Procedura di Gara .....	8
1.1 Oggetto della Fornitura.....	8
1.2 Procedura di gara .....	9
1.3 Documenti Allegati al Capitolato di Gara.....	11
1.4 Definizioni .....	11
2 Il GARR e la sua Rete .....	14
2.1 Operatività della rete – il modello di gestione di GARR.....	14
3 Evoluzione della rete GARR.....	16
3.1 Architettura rete ottica GARR-T.....	16
3.2 Schema di Rete.....	19
3.2.1 Strato ottico e funzionalità nodi di rete .....	20
3.3 Matrici di traffico .....	21
3.4 Circuiti Client richiesti e criteri di instradamento .....	22
3.5 Alien Wavelength e Spectrum Sharing .....	25
3.6 Caratteristiche Generali della Fornitura .....	26
3.7 Caratteristiche dell’infrastruttura di laboratorio .....	27
3.7.1 Equipaggiamento di laboratorio .....	28
3.8 Prestazioni aggiuntive e apparati accessori incluse nella Fornitura .....	28
3.8.1 Cablaggi ottici.....	28
3.8.2 Impianti e Cablaggi per l’alimentazione elettrica .....	29
4 Specifiche Tecniche della Fornitura Richiesta.....	30
4.1 Resilienza ed Estendibilità.....	30
4.2 Disegno di Rete .....	31
4.3 Open Optical Line System .....	33
4.4 Network Interfaces – Transponders and DCI.....	37
4.5 Alien Wave e Spectrum Sharing.....	39
4.6 Architettura hardware e dei nodi .....	41
4.7 Spazi / Alimentazione.....	42
4.8 Control Plane.....	43
4.9 NMS – Design and Architecture .....	44

4.10	NMS – Hardware and Operating System .....	45
4.11	Software .....	47
4.12	API e SDN .....	47
4.13	Tools .....	49
4.14	Safety .....	49
4.15	Roadmap and Evolution .....	50
5	Specifiche dei servizi di Assistenza Specialistica e Manutenzione .....	51
5.1	Servizio di Assistenza Specialistica e Manutenzione .....	51
5.1.1	Servizio di risoluzione dei guasti .....	52
5.1.1.1	Classificazione dei guasti.....	53
5.1.1.2	Service Level Agreement.....	54
5.1.1.3	Risoluzione dei guasti tramite supporto tecnico del Costruttore degli apparati.....	54
5.1.1.4	Trouble Ticket System del Costruttore .....	56
5.1.1.5	Servizio di sostituzione dei componenti guasti e supporto tecnico in loco (on-site hardware support and replacement) .....	56
5.1.1.6	Servizio di garanzia e gestione delle scorte .....	56
5.1.2	Interventi di manutenzione programmata, ordinaria e straordinaria .....	57
5.1.2.1	Piano di manutenzione preventiva .....	58
5.1.2.2	Manutenzione straordinaria .....	58
5.1.3	Relazione sui Servizi di Supporto - Sistema per la raccolta di statistiche dei guasti e la verifica degli SLA .....	58
5.1.4	Servizio di aggiornamento software e firmware di componenti di rete e NMS .....	60
5.1.5	Servizio di testing e validazione di nuove release software e nuove funzionalità.....	60
5.2	Punti di contatto e di escalation .....	60
5.3	Servizio di Training .....	61
6	Verifiche Tecnico-Funzionali in Laboratorio .....	63
6.1	Lab Trial.....	63
6.1.1	Setup Lab trial .....	63
6.1.2	Verifiche necessarie per il precollaudo Tecnico-Funzionale in Laboratorio .....	65
7	Rilascio della Fornitura.....	67
7.1	Piano di Realizzazione .....	68
7.2	Sintesi dei Tempi Consegna della Fornitura.....	71
7.3	Consegna della Fornitura .....	71

7.3.1	Installazione e collaudo NMS.....	71
7.3.2	Field Trial.....	71
7.3.3	Rilascio per fasi della fornitura .....	72
7.3.4	Attività Propedeutiche alla Realizzazione .....	73
7.3.5	Sopralluoghi .....	73
7.3.6	Approvvigionamento del Materiale .....	74
7.3.7	Progettazione Esecutiva.....	75
7.4	Gestione dei Guasti in fase di Delivery e variazione della Fornitura Durante la Consegna.....	75
7.5	Gestione e aggiornamento della documentazione tecnica .....	76
7.6	Verifica avanzamento lavori .....	76
7.7	Struttura di Delivery del Fornitore.....	76
7.8	Installazione e Migrazione della Rete.....	76
7.8.1	Migrazione tratte hot swap .....	78
7.9	Collaudo .....	79
7.9.1	Collaudo Apparati On-Site .....	81
7.9.2	Collaudo di Tratta.....	81
7.9.3	Collaudo Servizi Client.....	82
8	Progetto Tecnico di Rete.....	83
9	Schema di Presentazione delle Offerte.....	86
9.1	Schema di redazione dell’Offerta Tecnica .....	86
9.2	Schema di redazione dell’Offerta Economica .....	87
9.2.1	Guida alla compilazione del Foglio di Analisi .....	87
9.2.2	Guida alla compilazione del Foglio di Sintesi dell’offerta economica.....	91
10	Criteri di Valutazione delle Offerte .....	92
10.1	Punteggio Tecnico.....	92
10.1.1	Elenco degli elementi premianti .....	93
10.2	Il Punteggio Economico.....	94
10.2.1	Costo spesa di investimento .....	95
10.2.2	Costo Spesa Operativa .....	95
10.3	Valutazione Offerta.....	95
Allegato A.	2003 - Dettaglio delle tratte.....	96
Allegato B.	2003 - Anagrafica dei siti.....	97

Allegato C.	2003 - Dettaglio migrazioni.....	98
Allegato D.	2003 - Informazioni Tecniche.....	99
Allegato E.	2003 - Dettaglio costi .....	100

## INDICE FIGURE

Figura 1: Rete parzialmente disaggregata .....	16
Figura 2: Cicli di vita reti trasmissive ottiche .....	17
Figura 3: Schema Architettura rete trasmissiva GARR-T .....	18
Figura 4: Schema topologico Rete Ottica Nazionale GARR.....	19
Figura 5: Schema laboratorio.....	28
Figura 6: Schema Setup Lab Trial .....	64

## INDICE TABELLE

Tabella 1: Valori della Base d'Asta .....	10
Tabella 2: Funzioni minime di Add/Drop dei nodi .....	20
Tabella 3: Matrice di Traffico BOL – 100GE .....	21
Tabella 4: Matrice di Traffico BOL – 400GE .....	22
Tabella 5: Lista circuiti client richiesti (BOL A/D Used Capacity) .....	24
Tabella 6: Classificazione dei guasti .....	53
Tabella 7: Valori di soglia dei livelli di servizio richiesti .....	54
Tabella 8: Quantitativo minimo di scorte .....	57
Tabella 9: Lista delle tratte per fasi di realizzazione .....	70
Tabella 10: Tempi di Consegna .....	71
Tabella 11: Informazioni preliminari sul piano di Migrazione .....	79
Tabella 12: Template tabella pianificazione migrazione tratte in hot swap.....	79
Tabella 13:Template Allestimento Siti .....	83
Tabella 14: Template per Kit List Nodo.....	83
Tabella 15: Template per Kit List intera Fornitura .....	84
Tabella 16: Template Dettaglio dei Servizi Client .....	84
Tabella 17: Elementi di costo del TCO .....	87
Tabella 18:Template per il Bill of Material.....	88
Tabella 19: Template per Riepilogo Apparati .....	88
Tabella 20: Template per Migrazione .....	89
Tabella 21: Template per Servizi .....	90
Tabella 22: Template per Training .....	90
Tabella 23: Template per TCO.....	90
Tabella 24: Template Foglio di Sintesi dell'Offerta Economica.....	91
Tabella 25: Template Foglio di Sintesi costi Indiretti .....	91

## INTRODUZIONE

Questo documento è il Capitolato Tecnico relativo alla procedura di Gara, riferimento 2003, indetta dal Consortium GARR per l'acquisizione di apparati ottici adeguati alla realizzazione della rete trasmissiva su scala nazionale denominata GARR-T.

Il Capitolo 1 del presente documento contiene la descrizione dell'oggetto della fornitura e della Procedura di Gara.

Nel Capitolo 2 viene presentato il GARR, descritta la rete attualmente operativa e il relativo modello di gestione.

Il Capitolo 3 contiene la descrizione della rete trasmissiva prevista da GARR per rinnovare ed evolvere la rete di trasporto geografico ad alta capacità per la comunità accademica e di ricerca. Vengono indicate le caratteristiche richieste per il disegno della soluzione ed elencati i requisiti fondamentali della fornitura (3.6), sono inoltre descritti la dotazione accessoria e le prestazioni aggiuntive richieste (3.7).

Nei capitoli successivi sono elencati i requisiti e le domande a cui i Fornitori sono chiamati a dare risposta nella loro offerta. Le specifiche tecniche ed i requisiti funzionali degli apparati richiesti sono indicati nel Capitolo 4, mentre quelli di Assistenza e Manutenzione nel Capitolo 5.

Nel Capitolo 6 vengono descritte le verifiche tecnico-funzionali in laboratorio richieste prima di procedere all'aggiudicazione definitiva della Fornitura, mentre il Capitolo 7 contiene le linee guida e le richieste che riguardano il Piano di Rilascio della Fornitura con specificati i vincoli temporali imposti.

Nel Capitolo 8 sono descritte le caratteristiche richieste da GARR per il Progetto di Rete che i Fornitori dovranno redigere e allegare alla loro offerta.

I Capitoli 9 e 10 infine spiegano lo schema di presentazione delle Offerte e i criteri che saranno adottati per la loro valutazione. In allegato sono inclusi i riferimenti ai Punti di Presenza (PoP) e siti, le caratteristiche tecniche delle tratte in fibra e i template forniti per la presentazione delle caratteristiche fondamentali della soluzione proposta.

## 1 OGGETTO DELLA FORNITURA E PROCEDURA DI GARA

### 1.1 Oggetto della Fornitura

Con questa procedura di gara il **Consortium GARR** (in seguito anche GARR) intende acquisire gli apparati necessari alla realizzazione dell'infrastruttura di trasporto ottica su scala nazionale, secondo il modello di rete ottica parzialmente disaggregata, in grado di illuminare l'infrastruttura in fibra di lunga distanza operata da GARR. Si intende inoltre realizzare un laboratorio da allestire nella sede GARR di Roma per la quale si richiede la fornitura di hardware e software abilitante per la verifica delle funzionalità e la realizzazione di prototipi.

GARR intende dotarsi di una piattaforma fotonica di linea OLS flessibile, che consenta di gestire nel medio e lungo periodo l'infrastruttura fisica e supportare sistemi di trasmissione ottica di generazione attuale e futura senza dover richiedere modifiche sostanziali. Il sistema di linea dovrà supportare nel modo più trasparente possibile segnali alieni senza vincoli sull'accesso o sulla disponibilità dello spettro, sia per consentire la condivisione di spettro con altri soggetti nazionali e internazionali che per favorire il rinnovamento e l'evoluzione delle componenti di trasmissione ottica anche con soluzioni di terze parti.

Inoltre, l'attuale richiesta di capacità e flessibilità impone a GARR di dotarsi dei più recenti sistemi di generazione del segnale basati su trasmissione coerente con l'obiettivo di massimizzare capacità, densità ed efficienza spettrale della soluzione. Al fine di poter adattare efficacemente le richieste di capacità sulla base della distanza dei collegamenti, GARR ritiene essenziale poter modificare dinamicamente le caratteristiche del segnale (bit e symbol rate, modulazione, occupazione spettrale e centratura della portante ottica).

Con l'obiettivo di operare la rete in modo agile e per realizzare servizi innovativi per l'utenza GARR, sono richiesti sistema di gestione (NMS) e controller centralizzato (SDN) evoluti e saranno valorizzate interfacce di controllo, gestione e performance monitoring programmabili e flessibili.

Si richiede la fornitura di:

- apparati per la realizzazione di una piattaforma ottica di linea aperta (Open Line System - OLS) in grado di gestire in modo flessibile il completo accesso allo spettro ottico sulla banda C estesa (4.8 THz), che consenta il monitoraggio dell'infrastruttura fisica in fibra e supporti la condivisione dello spettro ottico con segnali alieni. I nodi di rete dovranno essere ottimizzati per l'installazione in ambito data center e la soluzione dovrà costituire la piattaforma fotonica di linea per la rete GARR per un orizzonte temporale di 8/10 anni.
- apparati per trasmissione ottica basati su rice-trasmissione coerente di ultima generazione per realizzare servizi client di velocità 100GEth e 400GEth. Gli apparati richiesti dovranno inoltre essere riconfigurabili tramite interfacce di controllo e gestione aperte e integrabili in modalità aliena su sistemi di linea di terze parti.
- apparati per allestire un laboratorio nella sede GARR di Roma, per il quale si richiede la fornitura di hardware e software abilitante al controllo della rete secondo il paradigma SDN e un sistema di gestione NMS da dedicare al laboratorio.

Insieme alla fornitura degli apparati di rete dovranno essere inclusi:

- Il servizio di installazione hardware e software degli apparati nei PoP GARR, comprensiva di trasporto, installazione, configurazione e attivazione degli apparati in rete nonché del cablaggio. Per l'installazione della soluzione si richiede il servizio di supporto specialistico necessario all'attivazione e alla gestione della rete, che comprenda anche la progettazione completa della soluzione da realizzare, sulla base della topologia e delle caratteristiche della rete di trasporto geografica. Le informazioni necessarie alla progettazione della soluzione sono fornite dal GARR. Il Progetto Tecnico di rete a cura del Fornitore dovrà essere incluso nell'Offerta Tecnica;
- La fornitura di software di controllo, gestione e monitoraggio delle performance, al fine di permettere la gestione completa della soluzione identificata. La fornitura si intende comprensiva di installazione, configurazione e integrazione di tutti gli elementi di controllo e gestione;
- La fornitura della piattaforma software abilitante al controllo della rete secondo il paradigma SDN;
- La fornitura del cablaggio dei dispositivi comprensivo di installazione, collaudo e etichettatura;
- La fornitura delle scorte necessarie per l'erogazione del servizio di manutenzione.

dovranno inoltre essere inclusi:

- Il servizio di assistenza specialistica e di manutenzione degli apparati e sistema di gestione, per la durata di 6 anni consecutivi a decorrere dalla data del verbale di collaudo con esito positivo degli apparati.
- Il servizio di formazione (training) per personale GARR funzionale alla gestione e all'esercizio della specifica soluzione e della piattaforma SDN.

## 1.2 Procedura di gara

La Procedura di gara adottata, rientra nella fattispecie di cui all'Art. 15 del Codice degli Appalti D. Lgs. 50/2016 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. 2003 per affidamento fornitura apparati trasmissivi e relativi 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 9.

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

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 10 del presente documento ed è prevista una soglia minima sul punteggio tecnico di 40 punti sui 70 disponibili.

Le Basi d'Asta per la parte relativa al costo di investimento  $BdA_{inv}$  e al costo operativo ricorrente  $BdA_{ops}$ , al netto dell'IVA, sono riportate in Tabella 1.

$BdA_{inv}$	$BdA_{ops}$
10.000.000,00 €	3.600.000,00 €

*Tabella 1: Valori della Base d'Asta*

La fornitura sarà regolata dal **Contratto di Fornitura** (di seguito indicato come **Contratto**), che costituisce parte integrante e sostanziale della documentazione di gara.

### 1.3 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:

- **Allegato A. 2003 - Dettaglio delle tratte;**
- **Allegato B. 2003 - Anagrafica dei siti;**
- **Allegato C. 2003 - Dettaglio migrazioni;**
- **Allegato D. 2003 - Informazioni Tecniche;**
- **Allegato E. 2003 - Dettaglio costi.**

### 1.4 Definizioni

Di seguito vengono elencate le definizioni di alcuni termini utilizzati nel presente documento.

Termine	Definizione
NREN	National Research & Education Network. GARR è la NREN italiana.
Fornitore	Organizzazione responsabile della fornitura costituente l'oggetto della presente procedura di gara. Organizzazione che fornirà gli apparati trasmissivi ed i servizi necessari alla realizzazione del progetto.
Costruttore	Organizzazione produttrice degli apparati di trasmissione offerti dal Fornitore. È possibile per un costruttore rispondere al presente capitolato di gara nel duplice ruolo di Costruttore e Fornitore
Utilizzatore/Utente	Istituzione afferente alla comunità accademica e di ricerca italiana, le cui sedi sono collegate alla rete GARR e alle quali GARR fornisce i servizi di connettività e trasporto
POP	Punto di presenza. Sito che, nei punti di terminazione delle tratte in fibra ottica, presenta condizioni ambientali (alimentazione, condizionamento dell'aria, accesso ai rack, ecc.) idonee ad ospitare gli apparati di trasmissione della rete GARR-T. Si distinguono due tipologie di POP: <ul style="list-style-type: none"> <li>• POP presso sedi di enti istituzionali GARR (come ad esempio enti di ricerca e università);</li> <li>• POP presso sedi messe a disposizione dagli operatori di telecomunicazioni che forniscono le terminazioni delle fibre ottiche.</li> </ul>
Sito di amplificazione	Sito presente lungo una specifica tratta in fibra ottica idoneo ad ospitare gli apparati di amplificazione ottica del segnale (ILA/OLA). Tali siti non sono da considerarsi POP.

Termine	Definizione
Sito	Si intende genericamente un sito PoP o un sito di amplificazione.
Apparato trasmissivo	Insieme di shelf/chassis e schede tecnologicamente omogenei gestiti come una singola unità logica necessari a realizzare una parte delle funzioni di un nodo trasmissivo
Shelf/Chassis	Cestello del costruttore che consente di alloggiare al proprio interno i moduli di trasmissione
Nodo trasmissivo o di rete	Insieme di shelf/chassis che costituiscono una terminazione di trasmissione. Il nodo trasmissivo può essere costituito da uno o più shelf/chassis collocati e tra loro interconnessi, gestiti come un'unica unità logica
Open Optical Line System OOLS - OLS	Sistema ottico di linea necessario alla gestione dell'infrastruttura ottica in fibra e alle funzioni di multiplazione di lunghezza d'onda, amplificazione, wavelength switching.
Porta/Interfaccia client:	Porta dell'apparato da interconnettere all'apparato di rete dell'utilizzatore (router del backbone GARR, router dell'utilizzatore, switch Layer2 Ethernet, ecc...)
Porta/Interfaccia rete: ovvero Porta/Interfaccia network:	Porta dell'apparato di trasmissione deputata alla Rice/Trasmissione del singolo canale ottico immesso in rete.
Porta/Interfaccia linea: ovvero Porta/Interfaccia line:	Porta dell'apparato di trasmissione che si interfaccia con la linea geografica verso un altro nodo trasmissivo della rete.
Circuito /Servizio Client	Connessione logica punto-punto tra due porte client definita da un tipo di incapsulamento e una velocità di linea.
Lambda Aliena o <i>Alien Wavelength</i>	Segnale ottico la cui trasmissione e ricezione avviene su una piattaforma ottica di tecnologia diversa da quella dell'infrastruttura di trasporto.
Vie (o degree)	Numero di connessioni tra un nodo trasmissivo ed altri nodi trasmissivi adiacenti (connessioni internodali). Ogni nodo trasmissivo ha un numero di porte linea pari al numero di vie
DCI	Data Center Interconnect

Termine	Definizione
NOC (Network Operation Center)	Struttura operante presso la direzione del Consortium GARR in grado di gestire, controllare e supervisionare l'infrastruttura IP/MPLS e trasmissiva della rete GARR.
GARR-CERT	Struttura responsabile di gestire gli aspetti legati alla sicurezza della rete GARR.
GARR-PERT	Struttura responsabile di gestire gli aspetti legati alle problematiche di performance della rete GARR
BOL - Inizio vita (Beginning of Life)	Data in cui tutte le tratte sono state completate e quindi l'intera rete è operativa. Alla data BOL la rete dovrà essere in grado di supportare le matrici di traffico riportate in Tabella 3 e Tabella 4.
EOL – Fine vita (End of Life)	6 anni dalla data del Collaudo.
BOL A/D <u>used</u> capacity (capacità A/D <u>allocata</u> )	Quantità di capacità A/D (full duplex), in ciascun sito, utilizzata a inizio vita per realizzare e matrici di traffico - BOL.

## 2 IL GARR E LA SUA RETE

La NREN italiana GARR è l'organizzazione no-profit che gestisce la rete telematica dati per l'università italiana e gli enti di ricerca. Il suo obiettivo primario è quello di fornire connettività ad alte prestazioni e servizi avanzati alla comunità della ricerca e dell'istruzione, che ha oltre 500 siti e circa 2.500.000 utenti.

GARR-X è la rete operativa del GARR che è entrata in produzione nel periodo 2011-2012. Nel sud d'Italia e in particolare nelle regioni Sicilia, Calabria, Puglia e Campania, la rete ha subito nel 2015 una significativa espansione delle risorse infrastrutturali in fibra ottica e un potenziamento degli apparati trasmissivi e di routing. Nel 2017 un'ulteriore evoluzione nei siti di Roma, Bologna e Milano ha permesso un incremento della capacità della dorsale primaria della rete GARR nel centro-nord.

La maggior parte dei servizi di trasporto della rete GARR-X sono costruiti su un'infrastruttura in fibra ottica dedicata, fornita da vari operatori di telecomunicazioni e operata direttamente dal GARR attraverso il suo Centro Operativo (NOC).

La dorsale della rete ottica di GARR-X si basa su tecnologie di trasporto DWDM e utilizza due piattaforme distinte. Nell'Italia del centro-nord è operativa dal 2011 la piattaforma Huawei OptiX OSN 8800/6800, che ha raggiunto il suo naturale fine vita e va quindi sostituita anche perché la tecnologia su cui è basata, la trasmissione di segnali non-coerenti, non più in grado di erogare la capacità richiesta dalla rete GARR. Al sud è presente dal 2015 la piattaforma Infinera Intelligent Transport Network DTN-X, la cui tecnologia è ancora in grado di soddisfare le richieste di capacità di banda dell'area. Sulla dorsale primaria della rete del centro-nord la tecnica delle lambda aliene, realizzata nel 2017 con segnali Infinera su infrastruttura di trasporto Huawei, permette l'erogazione di segnali tributari a 100GE sui principali PoP della rete.

Con la presente procedura di acquisizione si intende rinnovare e sostituire la piattaforma trasmissiva GARR-X realizzata nel 2011 e aggiornare l'attuale implementazione con le lambda aliene. La tecnica di instradamento di segnali alieni su infrastruttura ottica, comunque, si è rivelata così efficace per GARR che la nuova soluzione ricercata mediante questa procedura, ha come uno dei suoi capisaldi la possibilità di utilizzare di questa tecnica.

L'infrastruttura ottica della dorsale del GARR fornisce accesso resiliente ai router IP/MPLS (uno o più per sito) che sono presenti nella maggior parte dei PoP. Questi sono i siti di raccolta del traffico dell'utenza GARR per l'accesso alla rete e i punti terminali dei circuiti punto-punto che servono la rete IP/MPLS. I servizi client configurati sulla rete trasmissiva forniscono principalmente i collegamenti tra i router IP/MPLS della dorsale del GARR, ossia l'infrastruttura di rete GARR di livello superiore, inoltre trasportano il traffico tra i principali centri di ricerca nazionali e i data center.

### 2.1 Operatività della rete – il modello di gestione di GARR

Il Network Operations Center di GARR (GARR-NOC) gestisce e monitora la rete nazionale italiana della Ricerca e dell'Accademia a livello trasmissivo, a livello IP e in generale vigila su tutti i servizi di connettività offerti da GARR ai propri utenti, risolvendo non solo problematiche dovute a guasti o interventi di manutenzione ma anche di sicurezza (in collaborazione con il GARR-CERT) o di prestazioni di rete (in collaborazione con GARR-PERT/Operations). Il GARR-NOC è a disposizione di tutti gli utenti GARR per i quali si occupa di soddisfare le richieste di adeguamento della connettività e dei servizi tecnici di supporto. Svolge la funzione di punto di contatto

sia verso gli utenti che verso gli operatori di telecomunicazioni che forniscono servizi a GARR, verso gli Internet Exchange Points e verso le altre NREN europee e mondiali con cui GARR è collegato.

Il NOC, composto da un NOC manager e da tecnici di rete, gestisce l'analisi dei guasti di primo livello mentre il gruppo delle Operations, composto da ingegneri di rete, costituisce il secondo livello per la risoluzione dei problemi. Il NOC opera dalle 08:00-20:00 nei giorni lavorativi, al di fuori di questa fascia oraria fornisce un supporto on-call.

Oltre agli NMS proprietari delle piattaforme attive in rete, GARR utilizza due sistemi software per la gestione e il controllo della rete, sviluppati internamente alla propria organizzazione:

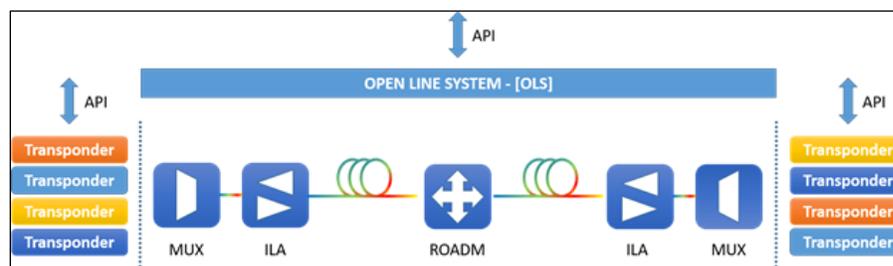
- GARR Integrated Networking Suite (GINS), costituito da:
  - Monitoraggio e archiviazione delle statistiche di traffico;
  - Sistema di Reportistica;
  - Trouble Ticket System (TTS);
  - Strumento di gestione dei cambiamenti (checklist system);
- Sistema Informativo di GARR (GARRxDB), che offre i servizi di:
  - Inventario apparati;
  - Archivio dei servizi erogati per tipologia e per utente;
  - Supporto ai sistemi di reportistica e Customer Care.

Il TTS è anche usato per fornire agli utenti della rete, via e-mail o tramite web, una visione in tempo reale di eventuali interruzioni che hanno impatto sulla connettività degli utenti GARR. Le informazioni inserite nei TTS sono tempestive e accurate. In aggiunta agli strumenti forniti da GINS, il NOC utilizza per il monitoraggio degli allarmi anche i sistemi proprietari dei costruttori di apparati di rete.

### 3 EVOLUZIONE DELLA RETE GARR

#### 3.1 Architettura rete ottica GARR-T

GARR mira a far evolvere la propria infrastruttura di rete ottica nazionale rinnovando la piattaforma ottica per la trasmissione dati al fine di garantire una presenza capillare e potenziare l'offerta dei servizi a disposizione della propria utenza. GARR intende realizzare una **rete ottica flessibile** completamente **coerente** secondo il **modello di rete parzialmente disaggregato** che prevede il disaccoppiamento degli elementi fotonici di linea (Line System) dai transponder. Questo approccio si sta affermando nelle moderne architetture di rete ottica, dove si sta passando da un approccio tradizionale di tipo "monolitico" e integrato a un approccio disaggregato e multivendor, aprendo di fatto alla realizzazione di infrastrutture aperte attraverso la definizione di interfacce standard e di protocolli comuni di comunicazione, gestione e controllo. La transizione verso un modello completamente disaggregato si delinea come ancora lunga e allo stato attuale sembra portare a una complessità non sostenibile. Un approccio ibrido come quello parzialmente disaggregato garantisce i benefici in termini di apertura dell'infrastruttura, realizzando un ambiente multivendor in cui elementi di linea e elementi di traffico risultano disaccoppiati, mantenendo però al contempo gestibile la complessità della rete. Il modello di rete parzialmente disaggregata si può rappresentare come nello schema in Figura 1.

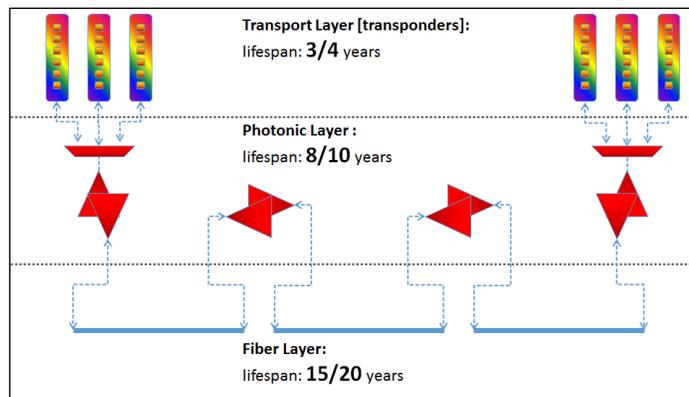


*Figura 1: Rete parzialmente disaggregata*

Il sistema si compone dei seguenti elementi:

- Open Line System: elementi fotonici di linea per il trattamento del segnale ottico e la gestione di infrastruttura e topologia fisica come amplificatori, mux/demux, ROADMs, OTDR, WSS.
- Elementi di Rice/Trasmissione (DCI/Transponder): interfacce di Rice/Trasmissione del segnale ottico colorato all'interno della rete ottica e del suo adattamento verso le interfacce client.
- Interfacce Programmabili: gli elementi della rete ottica espongono verso l'esterno delle interfacce programmabili per il controllo, la gestione e il monitoraggio.
- Elementi di Controllo, Gestione e Monitoraggio: piattaforme software per il controllo e la gestione dell'infrastruttura e per il monitoraggio delle performance ottiche.

Tra le principali motivazioni che portano GARR a realizzare un disegno di rete ottica parzialmente disaggregato si sottolinea l'opportunità di disaccoppiare la componente fotonica di linea da quella di trasmissione dati, questi elementi hanno infatti cicli di vita completamente differenti: 8/10 anni per gli elementi di linea e 3/4 anni per gli elementi di trasmissione dati, come rappresentato nella Figura 2. La realizzazione di un Open Line System consente di aggiornare più agevolmente i componenti di trasmissione dati mantenendo l'infrastruttura fotonica alla base della rete ottica stabile e inalterata.



*Figura 2: Cicli di vita reti trasmissive ottiche*

GARR è da sempre stato promotore di un approccio aperto al networking e tra i primi utilizzatori di servizi basati sulle Alien Wavelength, in questo senso gli Open Line System rappresentano l'adozione sistematica di questo approccio, aprendo al trasporto di segnali esterni sia provenienti da transponder terze parti (rispetto alla soluzione) che di segnali generati direttamente dagli utenti o da altri domini operativi.

Per gestire efficacemente l'accesso allo spettro ottico e realizzare canali di comunicazione sempre a più elevata capacità, i sistemi di linea devono consentire la gestione dinamica dello spettro ottico (flexgrid) con elevata flessibilità e il pieno utilizzo della banda C estesa (4.8Thz). Questi elementi contribuiscono ad ottenere elevati throughput in termini sia di capacità dei singoli segnali (elevate frequenze di simbolo e modulazioni avanzate) sia di capacità del sistema complessivo, raggiungendo una più elevata ed efficiente organizzazione dello spettro.

Per quanto riguarda la gestione dell'infrastruttura fisica in fibra, GARR intende dotarsi di tecnologie che consentano di monitorare lo stato della fibra e identificare rapidamente i guasti tramite l'uso di OTDR integrati con l'infrastruttura.

Per accomodare le richieste di capacità e beneficiare delle più avanzate tecnologie di trasmissione in fibra ottica si intende basare l'evoluzione di rete su segnali coerenti e quindi senza l'impiego di moduli per la compensazione cromatica.

Il piano di evoluzione di rete prevede la realizzazione di un Open Line System, corredato dei transponder necessari a soddisfare la richiesta di capacità espresse nel presente documento. Gli elementi di trasmissione dati dovranno essere in grado di erogare servizi 100GEth e 400GEth attraverso interfacce di rete con modulazione, frequenza di simbolo e ampiezza di canale riconfigurabili.

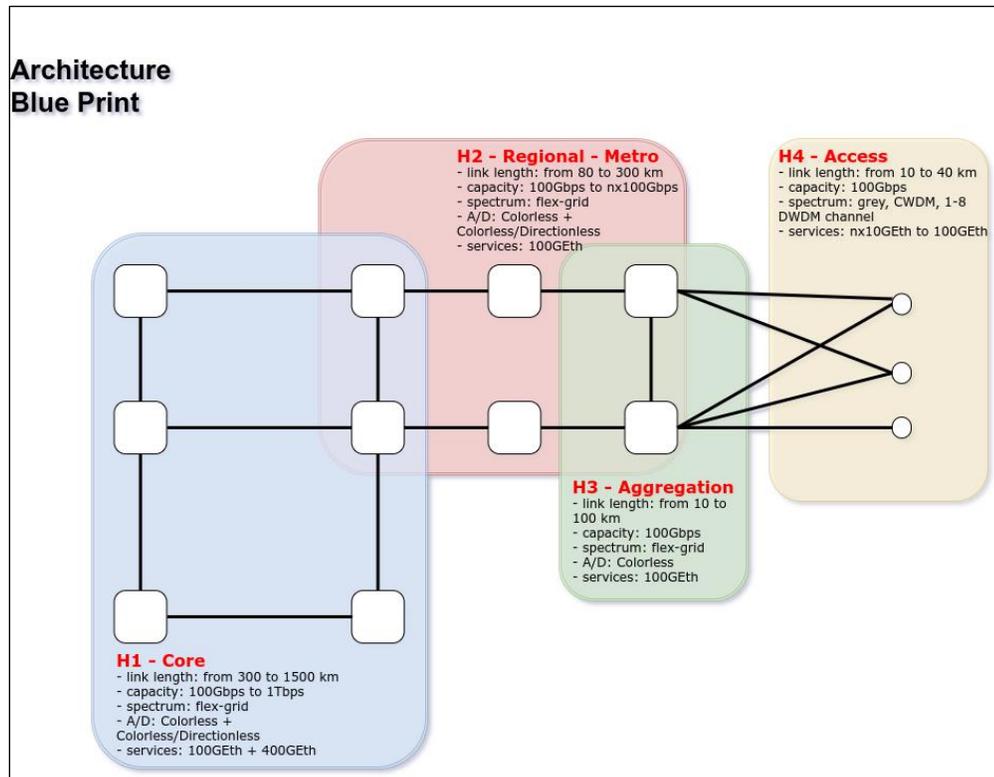
Il nuovo disegno di rete mira a realizzare un'infrastruttura che riduca gli spazi richiesti e i consumi dei nodi di rete. Oltre a voler minimizzare lo spazio richiesto dai dispositivi e prevedere l'installazione negli stessi armadi degli apparati a pacchetto, si intende adattare il più possibile l'installazione ad un ambiente di tipo Data Center.

Il livello di programmabilità della piattaforma e la capacità di integrarsi attraverso API con piattaforme esterne di controllo, monitoraggio e gestione saranno elementi fondamentali, in grado di abilitare alla definizione di nuovi servizi riconfigurabili e dinamici direttamente sul livello ottico di rete. Inoltre questi elementi saranno fondamentali anche per poter integrare la piattaforma trasmissiva con applicazioni ed elementi su layer superiori.

In questo senso sarà posta particolare attenzione a identificare soluzioni, controller e API di ultima generazione che consentano sviluppo e integrazione in modalità “agile”.

Il disegno di rete prevede la classificazione dei nodi di rete in gruppi gerarchici che definiscono le funzioni dei singoli nodi (paragrafo 3.2.1) e le relazioni di traffico (paragrafo 3.3).

Per completezza e per condividere una visione complessiva del disegno architetturale alla base delle richieste e dei requisiti contenuti nel presente capitolato tecnico, in Figura 3 sono rappresentate ad alto livello le caratteristiche principali delle varie gerarchie e la loro relazione.



*Figura 3: Schema Architettura rete trasmissiva GARR-T*

### 3.2 Schema di Rete

GARR richiede la fornitura di apparati trasmissivi necessari per illuminare l'infrastruttura in fibra riportata nella topologia illustrata in Figura 4.

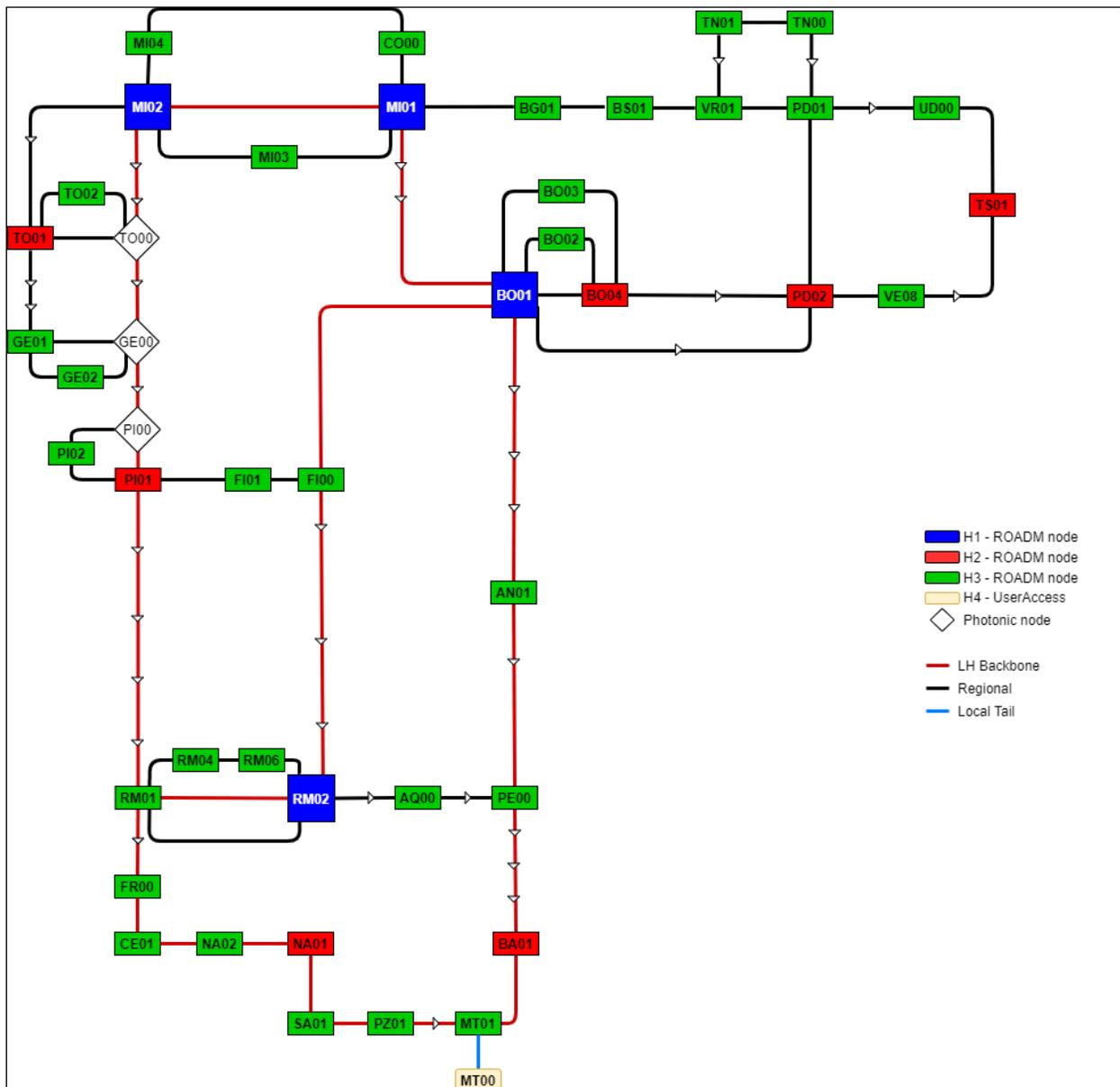


Figura 4: Schema topologico Rete Ottica Nazionale GARR

Le caratteristiche delle tratte in fibra sono riportate nell'allegato **Allegato A 2003 - Dettaglio delle tratte**. L'anagrafica delle sedi è reperibile nell'allegato **Allegato B 2003 - Anagrafica dei siti**.

In merito allo schema in Figura 4 i collegamenti rossi rappresentano i link di lunga distanza, i collegamenti neri i link regionali i blu i rilegamenti delle sedi utente verso i nodi trasmissivi.

Come già indicato in Figura 3 i nodi sono classificabili in quattro tipologie funzionali:

- **H1** – nodi di dorsale (Core Sites)
- **H2** – nodi regionali (Regional Sites)
- **H3** – nodi di aggregazione (Aggregation Sites)
- **H4** – siti utente (User Sites)

Nello schema in Figura 4 i nodi H1 sono rappresentati in colore blu, i nodi H2 in colore rosso, i nodi H3 in colore verde e i siti utente H4 in colore giallo. I nodi puramente fotonici e gli amplificatori sono rappresentati da nodi bianchi.

Da punto di vista topologico i nodi sono invece classificabili in 3 tipologie:

- **ROADM**: nodo ROADM con funzioni di A/D
- **Pass Through**: ROADM senza funzioni di A/D
- **In Line Amplifiers**: siti di amplificazione ottica

Ciascun nodo sarà definito e classificato sia secondo le caratteristiche funzionale sia secondo quelle topologiche, come indicato in **Allegato B. 2003 - Anagrafica dei siti**.

### 3.2.1 Strato ottico e funzionalità nodi di rete

Il disegno di rete deve prevedere un unico dominio fotonico, deve pertanto essere in linea di principio possibile (a meno delle performance dei transponder) realizzare percorsi completamente ottici tra qualsiasi coppia di nodi del disegno di rete. Deve inoltre essere previsto l'utilizzo completo della banda C estesa (extended C-Band 4.8THz) su tutto il disegno di rete.

Tutti i nodi di rete di tipo ROADM devono essere in grado di gestire, instradare e accedere localmente a tutta la banda disponibile (extended C-Band 4.8THz) in modalità flessibile (flexgrid ITU-T G.694.1).

Le funzioni di Add/Drop richieste non devono limitare la flessibilità delle interfacce di rete in termini di lunghezza d'onda, pertanto si richiede di escludere della proposta sezioni di Add/Drop di tipo Colored. La Tabella 2 indica le funzionalità Add/Drop minime richieste per i nodi delle diverse gerarchie, indicando per quale tipologia di servizi devono essere garantite ciascuna delle funzionalità richieste:

- C = Colorless
- CD = Colorless/Directionless
- CDC = Colorless/Directionless/Contentionless

Nodo	Servizi verso nodi H1	Servizi verso nodi H2	Servizi verso nodi H3	Supporto AW
<b>H1</b>	CD	C	C	CD
<b>H2</b>	C	C	C	CD
<b>H3</b>	C	C	/	C

*Tabella 2: Funzioni minime di Add/Drop dei nodi*

Si precisa che lo schema riportato in Tabella 2 indica i requisiti minimi funzionali per le sezioni di Add/Drop. I servizi possono condividere la stessa sezione di Add/Drop nel rispetto dei requisiti minimi funzionali e dei requisiti di diversificazione indicati nella sezione 3.4.

I nodi devono poter evolvere in termini di funzionalità in continuità di servizio, ovvero potenzialmente ad ogni nodo della soluzione proposta deve poter essere aggiunta una funzionalità Add/Drop più complessa (CD/CDC) senza impatto operativo o modifiche radicali dell'apparato.

### 3.3 Matrici di traffico

Nelle seguenti tabelle sono riportate le matrici di traffico richieste per l'inizio vita (Begin of Life – BOL) della rete GARR-T. Le tabelle riportano, in termini di numero di circuiti punto-punto di capacità pari a 100GE (IEEE 802.3ba) e 400GE (IEEE 802.3bs) le relazioni di traffico tra i PoP della rete.

100GE	AN01	AQ00	BA01	BG01	BO01	BO02	BO03	BO04	BS01	CO00	FI00	FI01	GE01	GE02	MI01	MI02	MI03	MI04	MT00	NA01	NA02	PD01	PD02	PE00	PI01	PI02	PZ01	RM01	RM02	RM04	RM06	TN00	TN01	TO01	TO02	TS01	UD00	VE08	VR01					
AN01					1																																							
AQ00					1																																							
BA01					2														2	6	1							1																
BG01															1							1						1																
BO01						1	1	4			1	1			3	2								1				2	2	2														
BO02								1																																				
BO03															1																													
BO04															4																													
BS01															1							1																						
CO00															1	1																												
FI00																																												
FI01																																												
GE01																																												
GE02																																												
MI01																6	4	1											4					1	1									1
MI02																4	1												1	8														
MI03																																												
MI04																																												
MT00																					2																							
NA01																					1																							
NA02																																												
PD01																																												
PD02																																												
PE00																																												
PI01																																												
PI02																																												
PZ01																																												
RM01																																												
RM02																																												
RM04																																												
RM06																																												
TN00																																												
TN01																																												
TO01																																												
TO02																																												
TS01																																												
UD00																																												
VE08																																												
VR01																																												

Tabella 3: Matrice di Traffico BOL – 100GE

400GE	BO01	MI01	MI02	PD01	PD02	RM02
BO01		2			1	2
MI01			2	1		
MI02						2
PD01					1	
PD02						
RM02						

Tabella 4: Matrice di Traffico BOL – 400GE

### 3.4 Circuiti Client richiesti e criteri di instradamento

In accordo con le matrici di traffico riportate in precedenza si elencano le relazioni di traffico richieste in termini di flussi aggregati tra i PoP della rete GARR-T. Ogni flusso tra una coppia di PoP della rete GARR-T (*node\_A*, *node\_B*) possiede un identificativo univoco (*id\_flusso*), ed è composto da uno o più servizi ottici (*N\_link*) che trasportano un determinato payload Ethernet (*payload*): in particolare 100GE o 400GE. In tabella viene indicata l'appartenenza dei flussi ai gruppi di diversificazione per indicare i vincoli di instradamento e diversificazione hardware. Per completezza di documentazione interna viene riportata in tabella anche la tipologia di link in base all'architettura dello strato a pacchetto (*link\_type*), non rilevante per questo capitolato.

id_flusso	node_A	node_B	link_type	payload	N_link	Gruppo di diversificazione
f1	VE08	PD02	l-s	100GE	2	1
f2	VE08	PD01	l-s	100GE	2	1
f3	UD00	PD02	l-s	100GE	1	2
f4	UD00	PD01	l-s	100GE	1	2
f5	TS01	PD02	l-s	100GE	2	3
f6	TS01	PD01	l-s	100GE	2	3
f7	PD02	PD01	l-s	100GE	1	4
f8	PD01	PD02	l-s	100GE	1	5
f9	TN01	PD01	l-s	100GE	1	6
f10	TN01	MI01	l-s	100GE	1	6
f11	TN00	PD01	l-s	100GE	1	7
f12	TN00	MI01	l-s	100GE	1	7
f13	VR01	PD01	l-s	100GE	1	8
f14	VR01	MI01	l-s	100GE	1	8
f15	BG01	PD01	l-s	100GE	1	9
f16	BG01	MI01	l-s	100GE	1	9
f17	BS01	PD01	l-s	100GE	1	10
f18	BS01	MI01	l-s	100GE	1	10
f19	BO04	MI01	l-s	100GE	4	11

id_flusso	node_A	node_B	link_type	payload	N_link	Gruppo di diversificazione
f20	BO04	BO01	l-s	100GE	4	11
f21	BO03	MI01	l-s	100GE	1	12
f22	BO03	BO01	l-s	100GE	1	12
f23	BO02	BO04	l-s	100GE	1	13
f24	BO02	BO01	l-s	100GE	1	13
f25	BO01	MI01	l-s	100GE	1	14
f26	MI01	MI02	l-s	100GE	1	15
f27	MI02	MI01	l-s	100GE	1	16
f28	MI03	MI01	l-s	100GE	4	17
f29	MI03	MI02	l-s	100GE	4	17
f30	MI04	MI01	l-s	100GE	1	18
f31	MI04	MI02	l-s	100GE	1	18
f32	CO00	MI01	l-s	100GE	1	19
f33	CO00	MI02	l-s	100GE	1	19
f34	TO01	PI01	l-s	100GE	1	20
f35	TO02	TO01	l-s	100GE	1	21
f36	TO02	PI01	l-s	100GE	1	21
f37	GE01	TO01	l-s	100GE	2	22
f38	GE01	PI01	l-s	100GE	2	22
f39	GE02	TO01	l-s	100GE	1	23
f40	GE02	PI01	l-s	100GE	1	23
f41	PI01	TO01	l-s	100GE	1	24
f42	PI02	PI01	l-s	100GE	2	25
f43	PI02	TO01	l-s	100GE	2	25
f44	RM01	MI02	l-s	100GE	1	26
f45	RM01	RM02	l-s	100GE	1	26
f46	RM04	BO01	l-s	100GE	2	27
f47	RM04	RM02	l-s	100GE	2	27
f48	RM06	BO01	l-s	100GE	2	28
f49	RM06	RM02	l-s	100GE	2	28
f50	RM02	MI02	l-s	100GE	4	29
f51	FI01	RM02	l-s	100GE	1	30
f52	FI01	BO01	l-s	100GE	1	30
f53	FI00	BO01	l-s	100GE	1	31
f54	FI00	RM02	l-s	100GE	1	31
f55	NA02	NA01	l-s	100GE	1	32
f56	NA02	BA01	l-s	100GE	1	32
f57	NA01	BA01	l-s	100GE	2	33
f58	BA01	NA01	l-s	100GE	2	34
f59	PZ01	NA01	l-s	100GE	1	35
f60	PZ01	BA01	l-s	100GE	1	35

id_flusso	node_A	node_B	link_type	payload	N_link	Gruppo di diversificazione
f61	MT00	NA01	l-s	100GE	2	36
f62	MT00	BA01	l-s	100GE	2	36
f63	AQ00	RM02	l-s	100GE	1	37
f64	AQ00	BO01	l-s	100GE	1	38
f65	PE00	RM02	l-s	100GE	1	39
f66	PE00	BO01	l-s	100GE	1	39
f67	AN01	RM02	l-s	100GE	1	40
f68	AN01	BO01	l-s	100GE	1	40
f69	MI01	MI02	s-s	400GE	2	41,45
f70	MI01	BO01	s-s	400GE	2	41,42,46,47
f71	BO01	RM02	s-s	400GE	2	41,44,50
f72	RM02	MI02	s-s	400GE	2	41,48,49
f73	PD01	MI01	s-s	400GE	1	42
f74	PD01	PD02	s-s	400GE	1	42
f75	PD02	BO01	s-s	400GE	1	42
f76	MI02	TO01	s-s	100GE	2	43
f77	TO01	PI01	s-s	100GE	2	43
f78	PI01	RM02	s-s	100GE	2	43
f79	RM02	NA01	s-s	100GE	2	44
f80	NA01	BA01	s-s	100GE	2	44
f81	BA01	BO01	s-s	100GE	2	44
f82	MI01	MI02	e-s	100GE	2	45
f83	MI02	MI01	e-s	100GE	2	45
f84	MI01	BO01	e-s	100GE	2	46
f85	MI02	BO01	e-s	100GE	2	47
f86	MI01	RM02	e-s	100GE	2	48
f87	MI02	RM02	e-s	100GE	2	49
f88	RM02	BO01	e-s	100GE	2	50
f89	RM02	MI01	e-s	100GE	2	51
f90	RM02	MI02	e-s	100GE	2	52

*Tabella 5: Lista circuiti client richiesti (BOL A/D Used Capacity)*

Si evidenzia che il concetto di flusso è indipendente dall'effettiva portante ottica che trasporta i circuiti, ma è una rappresentazione sintetica delle relazioni di traffico.

Si richiede di compilare la lista dei circuiti ottici che compongono i flussi aggregati in base alla soluzione proposta e di riportarla nel foglio Dettaglio Servizi Client dell'Allegato D (Allegato D. 2003 - Informazioni Tecniche.xlsx), come richiesto per la compilazione del Progetto Tecnico per raccogliere i dati sui circuiti (si veda Capitolo 7, Tabella 16).

Gli identificativi dei singoli circuiti devono essere costruiti a partire dall'identificativo di flusso (es. f1) aggiungendo un suffisso incrementale (non univoco) per il circuito i-esimo all'interno del flusso.

$$\text{id\_circuito} = \text{f}<\text{id\_flusso}>\text{c}<\text{i}>$$

Per i flussi aggregati f1 e f2 entrambi composti da due circuiti gli identificativi di circuito saranno:

- *f1c1*
- *f1c2*
- *f2c1*
- *f2c2*

Per il flusso f3, composto da un unico circuito, l'identificativo sarà *f3c1*.

I gruppi di diversificazione rappresentano i criteri da seguire in fase di progettazione, per l'instradamento in rete e l'allocazione delle risorse hardware nei nodi. Sulla base di questi gruppi dovranno essere rispettati i criteri sotto riportati.

#### Diversificazione di hardware interno al nodo:

Si richiede che due o più flussi aggregati appartenenti allo stesso gruppo di diversificazione abbiano percorsi all'interno del nodo tali che il fallimento di qualunque componente hardware o fibra interna al nodo non possa coinvolgere più di un flusso aggregato.

#### Diversificazione di percorso e nodi attraversati:

Si richiede che due o più flussi aggregati appartenenti allo stesso gruppo di diversificazione, abbiano un percorso di rete senza punti di fallimento comuni, ossia che l'interruzione di qualsiasi fibra della rete o di qualunque nodo di transito non possa coinvolgere più di un flusso.

I circuiti appartenenti allo stesso flusso non devono soddisfare requisiti di diversificazione e possono condividere le stesse risorse hardware e gli stessi transiti in rete.

Come criterio generale di instradamento si ritengono preferibili percorsi che minimizzino la latenza di rete pur rispettando di vincoli di diversificazione.

### **3.5 Alien Wavelength e Spectrum Sharing**

GARR, attraverso la propria infrastruttura di rete, intende fornire alla sua comunità di riferimento e alla comunità europea delle reti della ricerca, servizi di trasporto ottico in modalità alien wavelength e condivisione di spettro. La soluzione ricercata deve quindi consentire la realizzazione di questo tipo di servizi in modo agevole, flessibile e programmabile. Verrà posta particolare attenzione a come la soluzione proposta sia in grado di gestire questi servizi.

Si richiede che ogni nodo della soluzione proposta possa offrire servizi di tipo spectrum sharing o alien wavelength senza la necessità di utilizzare schede o setup appositi o difforni da quanto previsto per i segnali nativi e/o non

standard e che il 25% dello spettro sia utilizzabile in modalità aliena o in condivisione di spettro su tutti i link della rete, senza restrizioni o vincoli.

GARR richiede l'accesso senza vincoli o limitazioni ad almeno il 25% dello spettro su ogni link della rete.

Per **Alien Wavelength** si intende un servizio basato su un'unica sorgente esterna da trasportare all'interno del sistema di linea e basata sulla griglia ITU-T G.694.1. Tipicamente un servizio Alien Wavelength include la gestione automatica dell'equalizzazione di canale e dei guadagni degli amplificatori. Inoltre devono essere garantite tutte le funzionalità di monitoraggio della potenza ottica lungo il percorso all'interno del sistema di linea.

Per **condivisione di spettro** si intende un servizio che metta a disposizione una porzione contigua dello spettro ottico a più sorgenti esterne, immesse nel sistema di linea attraverso un'unica porta del nodo e trasportate lungo la linea. Tipicamente la porzione di spettro è definita come slice da 12.5GHz all'interno della griglia ITU-T G.694.1. È compito degli utilizzatori concordare le caratteristiche dei segnali trasportati come larghezza dei canali, modulazione e centratura del segnale.

### 3.6 Caratteristiche Generali della Fornitura

Nel presente paragrafo sono descritti i requisiti generali degli apparati trasmissivi oggetto della fornitura. Il dettaglio dei requisiti Tecnici e Operativi della soluzione richiesta sono riportati nei Capitoli 4 e 5 rispettivamente.

#### Unico Costruttore

Si richiede che la soluzione proposta dal Fornitore sia basata su apparati di un unico Costruttore.

#### Relazione diretta tra GARR e Costruttore

Il GARR ritiene indispensabile mantenere invariato il rapporto diretto con il Costruttore degli apparati, relativamente alla gestione della operatività sull'infrastruttura. 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 guaste dal Costruttore. Anche nell'erogazione dei Servizi di Supporto Specialistico è richiesto il rapporto diretto tra il Costruttore degli apparati e il GARR. La descrizione dettagliata delle modalità di erogazione del servizio di Manutenzione, Assistenza e Supporto Specialistico è riportata nel Capitolo 5.

#### Margini Operativi

La soluzione proposta deve essere in grado di operare sull'infrastruttura in fibra i cui dettagli sono indicati nell'Allegato A. 2003 - Dettaglio delle tratte, considerando un margine minimo di almeno 3 dB per span sull'EOL come maggiormente dettagliato nel paragrafo 4.2.

#### Rete ottica parzialmente disaggregata

La soluzione proposta deve essere basata su un sistema ottico di linea aperto (Open Optical Line System – OOLS) per le funzionalità fotoniche di trasporto dei segnali ottici di e da componenti transponder/DCI per soddisfare le richieste delle matrici di traffico. Il sistema di linea deve essere in grado di gestire lo spettro ottico in modo flessibile (flexgrid ITU-T G.694.1) e supportare nativamente Alien Wavelength e la condivisione dello spettro nel modo più efficiente e trasparente possibile.

### **Unico dominio fotonico**

Tutti i nodi devono appartenere allo stesso dominio fotonico, deve pertanto essere in linea di principio possibile (a meno delle performance dei transponder) la definizione di percorsi completamente ottici tra qualsiasi coppia di nodi del disegno di rete.

### **Soluzione scalabile e future-proof**

La soluzione proposta deve basarsi su tecnologie all'avanguardia e scalabili. Tutti gli elementi che la compongono, l'architettura dei nodi e il disegno complessivo di rete devono consentire all'infrastruttura di scalare in termini di capacità, numero di servizi e funzionalità.

### **Uniformità Tecnologica**

Si richiede uniformità tecnologica per tutti gli elementi della fornitura in termini di funzionalità e di omogeneità operativa (hardware, firmware e software) e per tutte le componenti sui diversi apparati, pur se differenziati in termini di dimensionamento e livello di prestazioni raggiungibili. Si richiede inoltre che per ciascuna tipologia di apparato venga utilizzata la medesima release hardware e software.

### **Unico Sistema di Gestione**

La soluzione proposta deve prevedere l'utilizzo di un unico sistema di gestione per tutti gli elementi previsti nel disegno di rete.

### **Fornitura delle Licenze Software e Hardware e Aggiornamenti Software**

Nella fornitura richiesta si intende incluso, senza limitazioni, tutto il software necessario a rendere operativa la soluzione proposta e a mantenere la stessa nelle corrette condizioni di esercizio. Le componenti software e le relative licenze si considerano parte integrante dell'infrastruttura hardware oggetto della fornitura. Inoltre, le licenze fornite devono rendere disponibile la completa funzionalità dei nodi senza alcuna limitazione.

Gli aggiornamenti software degli elementi di rete e del sistema di gestione devono essere garantiti per tutta la durata del Contratto senza costi aggiuntivi rispetto alla spesa iniziale. La release software in esercizio non deve rimanere significativamente indietro rispetto a quella ufficialmente rilasciata dal Costruttore (paragrafo 4.11) al fine di evitare inefficienze in fase operativa o di upgrade del software. Infine, durante le fasi di upgrade il costruttore deve assicurare il necessario supporto specialistico (paragrafo 5.1.4).

### **Fornitura delle Piattaforma SDN**

Nella richiesta del software si intendono inclusi anche gli elementi per il controllo centralizzato della rete secondo il paradigma SDN, comprensivi del set di interfacce aperte (open API) necessarie a rendere la gestione della rete programmabile e automatizzabile.

## **3.7 Caratteristiche dell'infrastruttura di laboratorio**

GARR intende allestire, nella propria sede di Roma, un laboratorio per la progettazione e la validazione di servizi di rete di nuova generazione in grado di sfruttare le nuove opportunità rese disponibili da un approccio SDN e da dispositivi hardware con elementi programmabili a livello ottico, adatti a fornire anche all'utente finale la possibilità di automatizzare e programmare le funzionalità di rete.

Il laboratorio richiesto può essere schematizzato nei seguenti macro blocchi:

- Layer fotonico realizzato con gli stessi componenti della soluzione proposta per la rete GARR-T;
- Elementi Transponder/DCI;
- Layer di gestione e controllo composto da una componente SDN e da un NMS tradizionale.

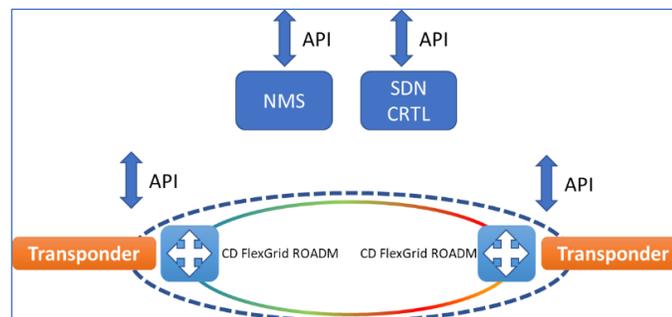
### 3.7.1 Equipaggiamento di laboratorio

Per la realizzazione del laboratorio GARR, si richiede la fornitura di:

- un layer fotonico composto da:
  - Due nodi ROADM equipaggiati con due direzioni e una sezione A/D ciascuno con la funzionalità colorless-directionless equivalenti ad un nodo H2 della soluzione proposta;
  - Un nodo di amplificazione EDFA;
- due elementi Transponder/DCI in grado di erogare due servizi 100GE su interfacce di rete con modulazione flessibile;
- un layer di gestione e controllo in grado di permettere l'integrazione dell'ambiente di laboratorio con gli apparati operativi sulla rete in produzione al fine di poter testate, con prove realistiche realizzate sul campo, soluzioni adatte all'evoluzione progressiva della rete e dei servizi. Il layer di gestione deve essere composto da:
  - un'istanza del sistema di gestione NMS ad uso esclusivo del laboratorio;
  - un ambiente software per applicazioni SDN in grado di interagire con le componenti del laboratorio e con l'ambiente di produzione previsto nella soluzione proposta.

Le istanze di controllo e gestione devono poter essere eseguite in ambiente virtualizzato su risorse GARR (VMWare), non si richiede pertanto hardware dedicato per il layer di controllo e gestione del laboratorio.

Inoltre si intendono incluse nella fornitura tutte le interfacce programmabili NBI/API disponibili sugli apparati e su controller SDN e sistema di gestione.



*Figura 5: Schema laboratorio*

## 3.8 Prestazioni aggiuntive e apparati accessori incluse nella Fornitura

### 3.8.1 Cablaggi ottici

Si richiede la fornitura dei cablaggi client di tipo MPO per tutte le porte client incluse nella fornitura. Il cablaggio MPO dovrà essere conforme alla specifica interfaccia client. In particolare, dovranno essere forniti cavi MPO type B multi-modali per le interfacce 100GBASE-SR4 e mono-modali per le interfacce 400GBASE-DR4. I cavi dovranno

realizzare interconnessioni all'interno dello stesso rack verso un cassetto di presentazione MPO o direttamente verso l'apparato di consegna del servizio. Nella fornitura devono essere inclusi la posa in opera del cablaggio e l'etichettatura secondo un formato concordato con GARR in fase di progettazione esecutiva.

### 3.8.2 Impianti e Cablaggi per l'alimentazione elettrica

L'allestimento presente nei PoP per quanto riguarda l'alimentazione elettrica è riassunto in [Allegato B 2003 - Anagrafica dei siti.xlsx](#)

In generale per i siti GARR sarà predisposta una doppia linea di alimentazione in AC, mentre per i siti in housing si dovranno alimentare gli apparati tramite una doppia linea di alimentazione in DC.

Non si richiede la fornitura di stazioni di energia e sistemi di continuità elettrica. Inoltre, gli apparati nei siti in cui è prevista l'alimentazione in AC dovranno poter essere alimentati senza l'utilizzo di raddrizzatori esterni collegando direttamente la linea AC ai feed degli apparati

Incluse nella fornitura dovranno essere tutte le opere (materiali e prestazioni) necessarie al collegamento dell'apparato trasmissivo al punto di consegna dell'alimentazione di sala o predisposto da GARR. In particolare il Fornitore dovrà essere in grado di fornire i materiali riportati di seguito per realizzare l'allacciamento al quadro elettrico di sala:

- Fusibili;
- Cavi elettrici;
- Interruttori <sup>1</sup>;
- Power Distribution Units;
- Canaline o corrugati per il transito dei cavi di alimentazione all'interno della sala.

Si stima che la distanza media tra il punto di consegna delle linee di alimentazione e il rack degli apparati trasmissivi sia di circa 10 metri. La realizzazione dei collegamenti elettrici e la fornitura del materiale necessario sono a carico del Fornitore.

---

<sup>1</sup> magnetotermici o sezionatori per alimentazioni in corrente alternata o in continua

## 4 SPECIFICHE TECNICHE DELLA FORNITURA RICHIESTA

Nel seguente capitolo i capoversi indicati da un numero con il prefisso "R" e evidenziati in grassetto identificano i requisiti posti da GARR. Dopo il numero, un'etichetta tra parentesi distingue requisiti vincolanti, premianti e informativi.

Si richiede che i Fornitori non descrivano direttamente come la soluzione da loro proposta soddisfi i requisiti, bensì rispondano alle domande, numerate ed aventi il prefisso "Q", che GARR ha redatto per richiedere i chiarimenti necessari alla valutazione del requisito corrispondente.

### 4.1 Resilienza ed Estendibilità

**R1 [vincolante] Deve essere garantita l'alta disponibilità del sistema secondo il requisito "five nines availability". Resilienza e robustezza devono essere garantite dall'architettura complessiva del sistema che deve assicurare il funzionamento e l'operatività anche in caso di fallimento di singoli componenti che lo costituiscono.**

Q1 - Illustrare l'architettura dei nodi e come sono garantite affidabilità, robustezza e alta affidabilità del sistema.

Q2 - Illustrare e indicare la presenza di singoli punti di fallimento per il data plane, per il control plane, e per il management plane.

**R2 [vincolante] Si richiede che i moduli di alimentazione su ogni elemento di rete siano ridondati in modo da mantenere funzionanti i nodi anche a fronte della perdita completa di funzionalità di un alimentatore o di un'intera linea di alimentazione.**

Q3 - Indicare tutti gli elementi ridondati e non all'interno degli apparati di rete proposti.

Q4 - Descrivere come è realizzata la ridondanza dell'alimentazione e degli altri elementi ridondati previsti nella piattaforma.

**R3 [vincolante] Le funzionalità di ciascun nodo devono essere in grado di rimanere operative anche nel caso di fault del modulo di controllo.**

Q5 - Indicare l'impatto sul traffico in caso di fault completo del modulo di controllo del nodo.

**R4 [vincolante] La soluzione proposta deve essere composta da un sistema di linea aperto e da elementi Transponder o DCI come da modello di rete ottica parzialmente disaggregato (Figura 1).**

Q6 - Indicare l'architettura della soluzione proposta, sottolineando gli elementi caratterizzanti l'Open Line System e il modello parzialmente disaggregato.

**R5 [vincolante] La soluzione proposta deve garantire l'utilizzo trasparente di transponder e DCI di terze parti senza richiedere schede di adattamento dedicate, né richiedere particolari accorgimenti o vincoli.**

Q7 - Indicare come nella soluzione proposta sia possibile integrare e rendere operativi transponder e DCI di terze parti.

Q8 - Indicare eventuali accorgimenti o vincoli per l'installazione e la massa in produzione di transponder o DCI di terze parti.

## 4.2 Disegno di Rete

R6 **[vincolante]** Si richiede un disegno di rete ottimizzato per il trasporto di segnali ottici coerenti.

Q9 - Si prega di confermare quanto richiesto in R6, specificando dove la documentazione fornita tratta questo aspetto.

R7 **[vincolante]** Si richiede un disegno di rete basato su un sistema di linea aperto e che includa la capacità richiesta al Day1 attraverso elementi integrati a livello di gestione e controllo.

Q10 - Si prega di indicare le piattaforme utilizzate nella soluzione proposta.

Q11 - Descrivere l'architettura di gestione e controllo per gli elementi della soluzione proposta.

R8 **[vincolante]** Nel disegno e nella progettazione della soluzione proposta deve essere considerato un margine d'attenuazione di almeno 3dB per span, in modo da garantire il funzionamento della rete (EOL pari a 6 anni) anche a fronte del deterioramento per invecchiamento della fibra. Il margine di 3dB per span è da considerarsi come requisito minimo.

Q12 - Indicare il margine di progetto previsto sull'attenuazione di ciascun span e tratta.

R9 **[vincolante]** Si richiede che il disegno di rete preveda il pieno utilizzo della banda C estesa di 4.8 THz (equivalente a 96 canali a 50GHz) e supporti la gestione flessibile dello spettro - flexgrid (ITU-T G.694.1).

Q13 - Si prega di confermare quanto richiesto in R9, indicando gli aspetti di dimensionamento relativi alla richiesta e specificando dove la documentazione fornita tratta questo aspetto.

Q14 - Descrivere come la soluzione proposta gestisca lo spettro flessibile (flexgrid) in conformità alla raccomandazione ITU-T G.694.1.

R10 **[vincolante]** Si richiede che il disegno di rete e la soluzione tecnologia proposta siano in grado di realizzare un unico dominio fotonico per tutto lo spettro disponibile. In altri termini la soluzione deve poter consentire (a meno delle performance dei transponder) l'attraversamento del segnale ottico senza punti di riconversione elettrica tra qualsiasi coppia di nodi di rete.

Q15 - Descrivere come la soluzione proposta soddisfa il requisito R10.

R11 **[premiante]** GARR ritiene preferibili soluzioni in grado di realizzare i servizi richiesti nelle matrici di traffico indicate nella sezione 3.3 senza la necessità di effettuare rigenerazione 3R, ossia senza rigenerare il segnale attraverso transponder posti in punti intermedi rispetto agli end-point.

Q16 - Si prega di indicare se nella soluzione proposta, per i servizi richiesti, sono previste rigenerazioni di tipo "3R" tramite transponder in punti intermedi.

R12 **[premiante]** GARR ritiene preferibili soluzioni in grado di realizzare un disegno ottico ad alta capacità con performance in grado di offrire adeguati margini operativi senza l'impiego di rigenerazione "3R". Verranno premiate le soluzioni in grado di offrire il disegno a più alta capacità di rete sui tre link, di particolare rilevanza dell'infrastruttura, di seguito elencati:

- a. RM02-MI02 (path RM01-PI01-PI00-GE00-TO00);
- b. BA01-MI01 (path PE00-AN01-BO01);
- c. NA01-BO01 (path NA02-CE01-FR00-RM01-RM02-FI00).

Q17 - Si richiede di indicare, per i link punto-punto elencati in R12, la massima capacità potenzialmente ottenibile nel disegno di rete proposto, considerando il completo utilizzo dello spettro e il solo impiego degli elementi di rete previsti nella soluzione proposta. Si richiede di specificare le caratteristiche dei segnali utilizzabili per ottenere la massima capacità prevista, indicando bit rate, modulazione, baud-rate e occupazione spettrale. Devono inoltre essere indicate le performance ottenibili in termini di OSNR al ricevitore e il relativo margine di funzionamento.

R13 **[premiante]** GARR richiede un sistema limitato alla banda C estesa, tuttavia si ritiene preferibile una soluzione che supporti l'eventuale estensione alla banda L per alcuni segmenti di rete, attraverso un limitato numero di modifiche hardware. In particolare, sono preferibili soluzioni con il pieno supporto delle funzioni di rete (discovery, monitoraggio, equalizzazione automatica, OTDR, etc.) esteso anche per la banda L.

Q18 - Descrivere le azioni e l'hardware necessario per equipaggiare i sistemi di linea per il supporto della banda L durante il ciclo di vita della soluzione.

Q19 - Indicare vincoli e penalità per realizzare l'estensione alla banda L con o senza discontinuità di servizio.

Q20 - Descrivere il supporto nella banda L delle funzionalità di rete previste per la banda C estesa, indicando eventuali limitazioni su monitoraggio, equalizzazione automatica e impiego OTDR.

R14 **[vincolante]** GARR al fine di minimizzare spazi, consumi e evitare di replicare funzionalità previste in altri layer di rete, intende evitare il più possibile l'impiego di uno strato di commutazione basato su OTN (ITU-G.709). Si richiede pertanto che la soluzione proposta non preveda switching o grooming basato su OTN. Il framing OTN lato rete è invece ritenuto elemento essenziale per le interfacce di linea.

Q21 - Si prega di descrivere se la soluzione proposta prevede l'utilizzo di matrici OTN indicando la piattaforma che implementa queste funzionalità e dove è impiegata.

R15 **[vincolante]** Si richiede che la soluzione proposta sia in grado di operare su un'infrastruttura ottica basata su fibre ITU G.652, G.655 e anche di tratte di fibra in cui le due tipologie sono miste.

Q22 - Si prega di confermare quanto richiesto in R15, specificando dove la documentazione fornita tratta questo aspetto. Indicare se sono presenti penalità o particolari accorgimenti da seguire in caso di tratte G.655 o miste.

### 4.3 Open Optical Line System

**R16 [vincolante] La soluzione proposta deve essere ottimizzata per l'instradamento di segnali ottici coerenti e basata su griglia flessibile (ITU-T G.694.1), inoltre deve supportare su tutto il disegno di rete l'extended C-band (4.8 THz).**

Q23 - Per la soluzione proposta si richiede di indicare il disegno dei sistemi di linea per il trasporto di segnali coerenti.

Q24 - Si richiede di indicare le caratteristiche della soluzione proposta nella gestione flessibile dello spettro. In particolare, si richiede di indicare la larghezza dei canali realizzabili, la granularità della spaziatura, la granularità della centratura del canale, chiarendo eventuali limitazioni.

Q25 - Per la soluzione proposta si richiede di indicare lo spettro supportato sia in termini di Hz che in numero di canali equivalenti a 50GHz.

Q26 - Indicare il livello di granularità gestibile a livello software in termini di larghezza e centratura del canale dal sistema di linea proposto.

**R17 [vincolante] GARR richiede che la soluzione proposta sia in grado di gestire in modo flessibile e dinamico la potenza ottica e sia in grado di offrire funzionalità automatiche di equalizzazione di linea e canale anche per segnali su griglia flessibile (ITU-T G.694.1). La funzionalità deve essere disponibile sia per canali "nativi" (schede di rete della stessa piattaforma) che per alien wavelength (schede di rete di terze parti).**

Q27 - Indicare quali parametri degli amplificatori ottici sono modificabili automaticamente e quali richiedono un intervento via NMS. Descrivere i meccanismi di notifica all'operatore degli aggiustamenti automatici.

Q28 - Descrivere i meccanismi di equalizzazione automatica dei canali ottici impiegati nei seguenti scenari:

- a. Creazione di un nuovo canale ottico.
- b. Ottimizzazione del percorso.

Q29 - Descrivere se e come il processo di equalizzazione gestisca l'attenuazione effettiva (insertion loss) delle schede attraversate dal canale ottico. Evidenziare eventuali operazioni preliminari e/o non automatiche necessarie ad una corretta equalizzazione.

Q30 - Se disponibili, descrivere i meccanismi di adattamento e tuning dei parametri degli amplificatori ottici in grado di gestire variazioni dell'attenuazione di linea.

Q31 - Con particolare riferimento alle operazioni di troubleshooting, descrivere come i livelli di potenza di ciascun canale ottico sono monitorati lungo la rete. Indicare dove sono collocate le componenti per l'analisi dello spettro ottico nella soluzione proposta.

Q32 - Indicare come il sistema e in particolare il processo di equalizzazione reagisce in caso di rapida di variazione o di fault (eliminazione) di un uno o più canali sulla linea.

**R18 [premiante] GARR ritiene preferibili sistemi di linea in grado di offrire un'ampia flessibilità nella gestione dello spettro, in termini di larghezza e centratura del canale.**

Q33 - Per la soluzione proposta si richiede di descrivere il processo di configurazione di un canale flexgrid, indicando tutti i parametri che è necessario/possibile configurare. Inoltre, indicare quali larghezze di canale è possibile configurare e con quale granularità, chiarendo a cosa sono legate eventuali limitazioni.

**R19 [vincolante] GARR richiede una soluzione basata su ROADM con architettura in grado di scalare in numero di degree e di porte di Add/Drop. Inoltre, richiede di poter funzionalmente supportare le configurazioni Colorless (C), Colorless-Directionless (CD) e Colorless-Directionless-Contentionless (CDC) su tutti i nodi di rete. L'architettura della soluzione proposta deve essere tale che ciascun nodo della rete possa essere trasformato, in continuità operativa, da una configurazione più semplice ad una con maggiore numero di degree e/o funzionalità Add/Drop più complessa.**

Q34 - Illustrare le architetture di nodi ROADM previste nella soluzione proposta, sottolineando caratteristiche, benefici e limitazioni

Q35 - Illustrare l'architettura di nodo ROADM in grado di poter operare in tutte e tre le modalità operative elencate (C, CD, CDC).

Q36 - Indicare il numero massimo di direzioni supportate da ciascuna modalità operative C, CD, CDC considerando di non avere singoli punti di fallimento nella sezione di Add/Drop.

Q37 - Indicare il numero massimo di porte di Add/Drop per ciascuno delle modalità operative C, CD, CDC.

Q38 - Indicare come un nodo con Add/Drop di tipo C possa evolvere in uno con funzionalità CD e CDC.

Q39 - Indicare come i nodi della soluzione proposta possono scalare in termini di numero di porte di Add/Drop.

**R20 [vincolante] GARR richiede che i nodi della soluzione soddisfino i requisiti funzionali minimi espressi nelle sezioni 3.2 e 3.2.1 e in Tabella 2.**

**R21 [premiante] GARR ritiene preferibili soluzioni che prevedano sezioni di Add/Drop di tipo CDC (Colorless-Directionless-Contentionless) nei nodi di gerarchia H1 (Figura 4).**

Q40 - Descrivere come la soluzione proposta soddisfa il requisito R20.

Q41 - Descrivere l'architettura dei nodi per le varie tipologie di nodi richieste nella soluzione e la struttura delle sezioni di Add/Drop previste.

**R22 [premiante] GARR ritiene preferibili soluzioni che prevedano un alto numero di porte Colorless disponibili sulle sezioni di Add/Drop.**

Q42 - Indicare il numero complessivo di porte di Add/Drop previste nella soluzione proposta e il numero complessivo di porte di Add/Drop rimaste disponibili per l'attivazione di nuovi servizi.

Q43 - Indicare per le diverse gerarchie di nodo il numero tipico di porte di Add/Drop sia complessivo che disponibile per l'attivazione di nuovi servizi.

**R23 [vincolante] GARR richiede che la soluzione proposta utilizzi, per tutti i nodi della rete, schede WSS di un'unica tipologia (unico part-number) con funzionalità ROADM route-and-select.**

Q44 - Descrivere le architetture ROADM previste nel disegno di rete proposto.

Q45 - Illustrare gli schemi funzionali delle schede ROADM previste nel disegno di rete proposto.

Q46 - Indicare i part-number delle schede ROADM/WSS previste nella soluzione proposta.

**R24 [premiante] GARR ritiene preferibili soluzioni che prevedano schede ROADM/WSS con un alto numero di porte per supportare un elevato numero di direzioni. Inoltre sono preferibili dispositivi le cui porte siano indistintamente utilizzabili per la funzionalità Add/Drop e per il transito dei segnali attraverso il nodo (pass-thought).**

Q47 - Indicare il numero di porte delle schede ROADM/WSS nella soluzione proposta.

Q48 - Confermare che le porte delle schede ROADM proposte possano essere utilizzate indistintamente per funzioni di Add/Drop e pass-thought.

**R25 [premiante] GARR ritiene preferibili soluzioni che prevedano schede ROADM/WSS che supportino con le migliori performance segnali ad alta capacità. In particolare, sono ritenute preferibili schede ROADM/WSS con:**

- a. **basso *insertion loss*;**
- b. **elevato *blocking extinction* (attenuazione in caso di cross-connesione chiusa);**
- c. **elevato *isolation factor* (attenuazione del canale in transito nelle porte adiacenti);**
- d. **assenza di vincoli per modulazioni complesse e alti baud-rate.**

Q49 - Per i ROADM della soluzione proposta indicare *insertion loss*, *blocking extinction* e *isolation factor*.

Q50 - Indicare le modulazioni e i baud-supportati dalle schede ROADM proposte, indicando eventuali vincoli.

Q51 - Indicare eventuali limitazioni dovuto a effetti di cross-talk.

**R26 [vincolante] GARR richiede che la soluzione preveda nodi ROADM con direzioni completamente indipendenti in modo tale che il guasto di uno chassis associato ad una direzione non abbia alcun impatto su una qualunque delle altre direzioni.**

Q52 - Illustrare gli schemi funzionali dei nodi, descrivendo come viene soddisfatto il requisito R26.

**R27 [premiante] GARR ritiene preferibili soluzioni che minimizzino il numero di bretelle e fibra di patch tra i componenti del ROADM**

Q53 - Si prega di descrivere e dettagliare come sono realizzate le interconnessioni in fibra interne ai nodi della soluzione proposta, indicando anche il tipo di connettori utilizzati.

Q54 - Descrivere e documentare i connettori per connessioni tributarie esterne (client).

Q55 - Descrivere e documentare i connettori per connessioni esterne di linea (collegamenti geografici).

Q56 - Indicare e descrivere l'eventuale utilizzo di connettori MPO o pannelli/card di distribuzione delle fibre ottiche utilizzati nella soluzione proposta.

**R28 [premiante] GARR ritiene preferibile una soluzione il cui control plane sia in grado di effettuare la restoration automatica dei servizi in caso di taglio fibra.**

Q57 - Descrivere i meccanismi di restoration automatica disponibili nella soluzione proposta, indicando i tempi di ripristino.

**R29 [vincolante] GARR intende identificare una soluzione in grado di pianificare, aggiungere ed eliminare lambda in modo semplice e flessibile. In particolare la soluzione dovrà essere in grado di configurare cammini ottici anche in assenza del segnale.**

Q58 - Si richiede di descrivere i passi necessari a pianificare, configurare e rimuovere canali ottici nella soluzione proposta.

Q59 - Si richiede di descrivere come la soluzione proposta consenta di configurare cammini ottici in assenza di segnale, indicando i passi necessari.

**R30 [vincolante] GARR richiede una soluzione che preveda In-Line Amplifiers (ILA) a basso rumore in grado di operare su fibra G.652, G.655 e mista. Inoltre i siti ILA devono poter essere installati in rack profondi 30 cm con airflow laterale o esclusivamente frontale.**

Q60 - Si richiede di descrivere gli amplificatori disponibili di tipo EDFA, RAMAN e ibridi con particolare riferimento a quelli previsti per la soluzione proposta.

Q61 - Indicare i range di potenza di ingresso, uscita e di guadagno per gli amplificatori proposti.

Q62 - Indicare spazio e consumi richiesti per un sito di amplificazione.

Q63 - Indicare il range di temperatura di funzionamento per un ILA.

Q64 - Indicare le opzioni di installazione per gli apparati ILA: montaggio a rack 19" o 21", profondità, flusso d'aria.

**R31 [vincolante] GARR richiede che la soluzione proposta includa il monitoraggio di tutte le tratte ottiche tramite OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) ad eccezione delle tratte inferiori o uguali a 20km. I dispositivi OTDR devono essere integrati nella soluzione proposta e nel sistema di gestione e consentire sia di individuare i punti di taglio fibra sia di monitorare lo stato e gli eventuali degradi delle tratte ottiche.**

Q65 - Si prega di descrivere il sistema di monitoraggio delle tratte ottiche basato su OTDR.

Q66 - Illustrare come i dispositivi OTDR sono integrati nei nodi proposti.

Q67 - Indicare le caratteristiche tecniche e funzionali degli OTDR integrati nella soluzione.

Q68 - Descrivere come i dati delle misure sono resi disponibili dal sistema di gestione, le opzioni per l'export e per il salvataggio dei dati e la storicizzazione.

Q69 - Illustrare eventuali tool di supporto all'analisi dei dati OTDR e a individuare tagli fibra e degradi sulle tratte.

**R32 [premiante] GARR ritiene preferibili sistemi OTDR con parametri di misura configurabili (es. risoluzione, durata e larghezza dell'impulso) e che consentano sia misura on-demand che pianificate.**

Q70 - Si prega di indicare quali parametri dell'OTDR sono configurabili.

Q71 - Indicare se la misura può essere effettuata senza impatto sul traffico (in-service) e quali opzioni di lancio della misura sono disponibili (pianificata, on-demand etc.).

Q72 - Indicare se e con quali vincoli è possibile effettuare misure in-service in tratte con amplificazione RAMAN.

**R33 [premiante] GARR richiedere una soluzione dotata di sistemi di monitoraggio delle potenze ottiche e sistemi di gestione automatica dei livelli di potenza ottica sui link. Il monitoraggio dello spettro deve potersi adattare anche per segnali su griglia flessibile (ITU-T G.694.1). La funzionalità deve essere disponibile sia per canali “nativi” (schede di rete della stessa piattaforma) che per alien wavelength (schede di rete di terze parti).**

Q73 - Si prega di descrivere come viene effettuato il monitoraggio dello spettro e delle potenze ottiche nella soluzione proposta, indicando in quali punti è possibile monitorare le potenze sull'intero spettro, di ciascun canale anche in caso di griglia flessibile.

Q74 - Si prega di dichiarare la granularità e l'accuratezza del monitoraggio del segnale ottico.

Q75 - Descrivere gli strumenti di visualizzazione, storicizzazione e analisi dello spettro e della potenza ottica disponibili nella soluzione proposta.

Q76 - Si prega di indicare se sono presenti dispositivi OSA (optical spectrum analyzer) e descriverne le caratteristiche.

Q77 - Illustrare come la soluzione proposta realizza il controllo e aggiustamento delle potenze ottiche e quali meccanismi di allarmistica sono disponibili per segnalare variazioni e anomalie.

Q78 - Illustrare le funzioni di monitoraggio e controllo dei margini sulle potenze e sulle performance del segnale e come sono gestibili le soglie di allarme.

#### **4.4 Network Interfaces – Transponders and DCI**

**R34 [vincolante] GARR richiede che tutte le interfacce di rete previste nella soluzione proposta consentano almeno la riconfigurazione flessibile di lunghezza d'onda e modulazione. Inoltre, GARR deve poter disporre del pieno utilizzo della capacità ottenibile dalle interfacce di rete e di tutte le opzioni flessibili e riconfigurabili senza limitazioni o vincoli di alcun tipo.**

Q79 - Si prega di descrivere le interfacce lato rete e le modulazioni supportate dai transponder/DCI per la soluzione proposta. Descrivere anche le tecniche utilizzate per raggiungere per performance migliori.

Q80 - Indicare la granularità nella configurazione delle frequenze ottiche all'interno della griglia flessibile, chiarendo i minimi incrementi realizzabili sia in termini di larghezza del canale che di centratura del segnale.

Q81 - Descrivere le opzioni lato linea disponibili sui transponder/DCI per la soluzione proposta in termini di:

- c. tipo di modulazione;
- d. baud-rate;
- e. utilizzazione dello spettro;
- f. opzioni di FEC.

Q82 - Indicare le prestazioni in termini di OSRN per le interfacce previste nella soluzione proposta.

Q83 - Descrivere, se presenti, le diverse opzioni di interfacce *pluggable*.

**R35 [premiante] GARR ritiene preferibili soluzioni che facciano largo uso di interfacce di rete con modulazione flessibile, in grado di ottimizzare, attraverso un ampio insieme di bit-rate e reach, le performance dei collegamenti realizzabili.**

Q84 - Si richiede di fornire dettagli sulle performance ottenibili dalle interfacce proposte in termini di reach e bit-rate nelle diverse possibili configurazioni.

**R36 [premiante] GARR ritiene preferibile che la soluzione proposta includa interfacce di rete riconfigurabili anche in termini di centratura del segnale, larghezza di canale e ritmo di simbolo (baud-rate) in grado di realizzare canali ad alta capacità (600Gbps su singolo canale). Saranno preferite le soluzioni con maggiore flessibilità e ampio set di configurazioni realizzabili.**

Q85 - Indicare le caratteristiche e le opzioni disponibili in termini di modulazione, baud-rate, occupazione spettrale e FEC disponibili per ogni interfaccia di rete nella soluzione proposta

Q86 - Specificare il numero di interfacce di rete per ciascuna tipologia.

**R37 [premiante] GARR ritiene preferibili le soluzioni che includono il maggior numero di transponder/DCI dotate di interfacce di rete di tipo avanzato che consentano la riconfigurazione flessibile di baud-rate, centratura del segnale e larghezza del canale.**

Q87 - Indicare il numero di interfacce di tipo avanzato previste nella soluzione proposta.

**R38 [vincolante] La soluzione deve essere basata su interfacce tributarie Ethernet e supportare Jumbo Frame. I payload Client devono essere trasportati in modo trasparente sulla rete. Tutti i servizi 100GE devono essere consegnati con interfacce client 100GBASE-SR4, mentre i servizi a 400GE devono essere equipaggiati con interfacce client 400BASE-DR4.**

Q88 - Specificare se la rete proposta è trasparente o no per il traffico client.

Q89 - Specificare se le interfacce client sono in grado di monitorare il livello di potenza del segnale ricevuto e trasmesso specificando il grado di accuratezza.

Q90 - Fornire la lista dei parametri configurabili sulle interfacce client: Ethernet framing, negoziazione, MTU, supporto Jumbo Frame, loopback ecc.

Q91 - Indicare se è presente la funzionalità di automatic laser shutdown sulle porte client.

Q92 - Illustrare le tipologie di ottiche client sia 100GE che 400GE disponibili sulla piattaforma proposta.

**R39 [vincolante] GARR intende adottare soluzioni che prevedano interfacce client di tipo QSFP-28 e QSFP-DD o che consentano densità paragonabili o migliori.**

Q93 - Illustrare le tipologie di ottiche e moduli *pluggable* disponibili sulla piattaforma proposta.

R40 **[vincolante]** Si richiede che in ciascun nodo non più del 50% delle porte client sia fornito su un singolo chassis.

Q94 - Descrivere il signal flow per un servizio client dalle porte tributarie alla linea, mettendo in luce, se presenti i singoli punti di fallimento (con l'esclusione della scheda tributaria) per i servizi terminati sul nodo.

R41 **[premiante]** GARR intende adottare una soluzione che consenta di realizzare in modo semplice servizi completamente diversificati all'interno del nodo stesso (anche a livello di chassis).

Q95 - Si richiede di illustrare il signal flow dei servizi interni al nodo e come sia possibile realizzare una completa diversificazione dei servizi all'interno del nodo sia per i servizi 100GE che per i servizi 400GE.

R42 **[vincolante]** Si richiede che gli chassis previsti per i transponder/DCI abbiano complessivamente almeno il 25% degli slot disponibili per future espansioni.

Q96 - Descrivere come la soluzione proposta soddisfi il requisito R41

R43 **[vincolante]** GARR richiede una soluzione che preveda schede network transponder/DCI che si integrino con la piattaforma OLS e con NMS proposti.

Q97 - Si richiede di descrivere come i transponder/DCI siano integrati con il sistema di linea e con il sistema di gestione della soluzione proposta.

R44 **[premiante]** GARR richiede una soluzione che preveda schede network transponder/DCI ottimizzate per installazioni in ambiente Data Center.

Q98 - Descrivere gli aspetti installativi degli elementi transponder/DCI con riferimento ad ambiente di tipo Data Center, rack 60x60cm, flusso d'aria fronte-retro alimentazione in AC.

R45 **[premiante]** GARR ritiene preferibili soluzioni che prevedano schede network transponder/DCI ad alta densità. In particolare, saranno considerati come fattori di merito la capacità di rete e il numero di servizi 100GE e 400GE normalizzati per unità rack (considerando un'installazione Data Center).

Q99 - Si richiede di indicare il throughput ottenibile e il massimo numero di interfacce con cui è possibile equipaggiare uno chassis transponder/DCI, considerando gli elementi previsti nella soluzione proposta.

## 4.5 Alien Wave e Spectrum Sharing

R46 **[vincolante]** GARR richiede una soluzione in grado di supportare Alien Wavelength e condivisione di spettro su ogni porta di Add/Drop della soluzione proposta. In particolare, i segnali generati da dispositivi di terze parti devono poter essere trasportati e interconnessi a ogni porta della soluzione proposta senza necessità di hardware specifico rispetto al setup previsto per i segnali nativi.

- Q100 - Descrivere come la soluzione proposta supporta le Alien Wavelength generate da transponder/DCI di terze parti.
- Q101 - Descrivere il setup del nodo e le interconnessioni necessarie per il trasporto di una Alien Wavelength generata da un transponder di terze parti.
- Q102 - Descrivere come la soluzione proposta supporti la condivisione di porzioni di spettro contiguo con granularità 12.5 GHz, al fine di poter essere utilizzata da segnali provenienti da transponder/DCI o domini amministrativi esterni.
- Q103 - Descrivere il setup del nodo e le interconnessioni necessarie alla condivisione di porzioni contigue di spettro con granularità 12.5GHz.
- R47 **[vincolante] GARR richiede l'accesso senza vincoli o limitazioni ad almeno il 25% dello spettro in modalità alien (Alien Wavelength o Spectrum).**
- Q104 - Si richiede di confermare quanto richiesto nel requisito R47.
- Q105 - Indicare se, nella soluzione proposta, sono previsti vincoli al completo utilizzo dello spettro ed eventualmente elencarli, chiarendo gli aspetti tecnici e economici di eventuali schemi basati su licenze o diritto d'uso
- R48 **[premiante] Si ritengono preferibili soluzioni in grado di supportare Alien Wavelength o Spectrum Sharing in modo efficiente, minimizzando la complessità del setup.**
- Q106 - Descrivere le modalità di interconnessione *Alien* disponibili e realizzabili nella soluzione proposta.
- Q107 - Descrivere le modalità di interconnessione disponibili e realizzabili per la condivisione di spettro nella soluzione proposta.
- R49 **[premiante] GARR ritiene preferibili soluzioni in grado supportare servizi Alien Wavelength o Spectrum Sharing con le stesse funzionalità di pianificazione, configurazione, monitoraggio e troubleshooting disponibili per i servizi tradizionali.**
- Q108 - Descrivere come la soluzione proposta sia in grado di supportare i seguenti aspetti per Alien Wavelength e Spectrum Sharing
- g. pianificazione;
  - h. configurazione;
  - i. provisioning.
- Q109 - Descrivere come la soluzione proposta supporta l'equalizzazione di una Alien Wavelength attraverso il line system specificando se questo processo è automatico.
- Q110 - Descrivere come la soluzione proposta rappresenta i servizi di tipo Alien Wavelength e Spectrum Sharing all'interno degli inventory del sistema di gestione.
- Q111 - Descrivere quali funzioni di performance monitoring e troubleshooting per Alien Wavelength e Spectrum Sharing sono disponibili nella soluzione proposta.
- Q112 - Descrivere le funzionalità disponibili sul sistema per monitorare le potenze e l'OSNR dei segnali Alien.
- Q113 - Descrivere come vengono gestite del sistema proposto le variazioni di potenza legate a introduzione o l'eliminazione di un segnale *alien*.

**R50 [premiante] GARR ritiene preferibili soluzioni in grado supportare e gestire servizi Alien Wavelength o Spectrum Sharing attraverso interfacce programmabili e API.**

Q114 - Descrivere le funzionalità programmabili offerte dal sistema per la gestione delle Alien Wavelength o Spectrum Sharing. Si prega di includere nella descrizione tutte le fasi di pianificazione, configurazione, monitoraggio, troubleshooting e rilascio.

Q115 - Descrivere quali API sono offerte dal sistema per la gestione delle Alien Wavelength o Spectrum Sharing. Si prega di includere nella descrizione tutte le fasi di pianificazione, configurazione, monitoraggio, troubleshooting e rilascio.

Q116 - Descrivere quali interfacce software e/o tool possono essere utilizzati per esportare verso sistemi esterni le performance e i dati di monitoraggio (es. potenze, OSNR, allarmi) relativi a servizi Alien Wavelength o Spectrum Sharing.

**R51 [vincolante] GARR richiede una soluzione in grado di veicolare segnali su infrastrutture di rete di terze parti che mettono a disposizione di GARR servizi di Spectrum Sharing. Il sistema deve quindi consentire di immettere segnali (uno o più canali) all'interno di sistemi di linea esterni, e di essere da questi trasportati.**

Q117 - Descrivere come i nodi di rete posso interconnettersi a infrastrutture di rete esterne per sfruttare parte dello spettro condiviso.

Q118 - Descrivere come i transponder/DCI della soluzione proposta posso interconnettersi a infrastrutture di rete esterne ed essere trasportati in modalità *Alien* o per sfruttare parte dello spettro condiviso.

**R52 [premiante] GARR intende usufruire di servizi di spettro o alien wavelength per link di tipo sottomarino, pertanto ritiene preferibili piattaforme che prevedano a portfolio il supporto in modo efficiente di questa modalità operativa. Si considerano preferibili piattaforme in grado di integrare le direzioni sottomarine all'interno di un nodo ROADM con direzioni terrestri, senza perdita di funzionalità e consentendo l'instradamento dei canali ottici senza vincoli.**

Q119 - Descrivere come i nodi di rete posso interconnettersi a infrastrutture di rete esterne per sfruttare parte dello spettro condiviso per link sottomarini.

Q120 - Descrivere come i transponder/DCI della soluzione proposta posso interconnettersi a infrastrutture di rete esterne ed essere trasportati in modalità *Alien* o per sfruttare parte dello spettro condiviso su link sottomarini.

## **4.6 Architettura hardware e dei nodi**

**R53 [premiante] Saranno premiate le soluzioni che minimizzano lo spazio richiesto e possano essere ottimizzate per installazioni di tipo Data Center in termini di direzione del flusso d'aria di raffreddamento (fronte-retro), di alimentazione (AC) e di layout di rack (60x60cm o 60x80cm).**

Q121 - Specificare come la piattaforma possa essere adattata a una installazione di tipo Data Center, quali opzioni sono disponibili e quali accorgimenti sono richiesti per questo tipo di setup.

Q122 - Specificare il flusso d'aria di raffreddamento previsto dagli apparati e quali accorgimenti sono necessari per ottenere un flusso d'aria di tipo fronte-retro.

Q123 - Specificare le tipologie di alimentazione disponibili (AC/DC) e se sono necessari eventuali convertitori o elementi esterni. Indicare inoltre come viene realizzata la distribuzione dell'alimentazione in una installazione di riferimento in ambito Data Center

**R54 [vincolante] Tutte le componenti della rete trasmissiva aventi lo stesso part-number devono appartenere alla stessa release hardware, inoltre tale release deve essere la più recente disponibile e quella con le migliori prestazioni.**

Q124 - Si richiede che la kit-list (da fornire nel Progetto Tecnico come chiesto al Capitolo 6) sia completa di release hardware per tutti i componenti.

**R55 [vincolante] Alla data di presentazione dell'Offerta, nessuna delle componenti hardware della soluzione proposta può essere dichiarata o prevista come end of life/end of support dal Costruttore.**

Q125 - Si prega di confermare che la soluzione proposta soddisfa il requisito R55.

**R56 [vincolante] Tutti gli elementi hardware e software inclusi nella soluzione proposta devono essere pienamente disponibili (*Generally Available*) alla data del 1 luglio 2020.**

Q126 - Si prega di confermare che la soluzione proposta soddisfa il requisito R56.

**R57 [premiante] GARR ritiene preferibili soluzioni basate su un'architettura semplice da riconfigurare in termini di alloggiamento delle schede, direzione e tipologia del segnale.**

Q127 - Indicare se nella soluzione proposta sono presenti diverse product families o piattaforme. Specificare il livello di intercambiabilità dei componenti delle diverse famiglie.

Q128 - I fornitori devono sottolineare eventuali vincoli nell'allocazione e posizionamento delle schede all'interno degli chassis, chiarire la possibilità di scambio e riposizionamento delle schede all'interno degli slot.

Q129 - Elencare eventuali schede o moduli NON estraibili/inseribili a caldo.

**R58 [premiante] GARR ritiene preferibili soluzioni che consentano l'installazione di dispositivi transponder/DCI e dei collettori (mux/demux) nello stesso rack previsto per gli apparati dello strato a pacchetto (non oggetto della presente Fornitura), ottimizzando l'utilizzazione di spazio e minimizzando il numero di connessioni in fibra verso gli apparati di linea.**

Q130 - Descrivere un'installazione che preveda gli elementi transponder/DCI ed eventuali collettori passivi in un rack separato rispetto al rack previsto per il sistema di linea. Si richiede di specificare gli spazi richiesti e il numero di connessioni in fibra ottica tra i due rack.

## 4.7 Spazi / Alimentazione

**R59 [vincolante] Si richiede la fornitura dei rack necessari all'installazione degli apparati in ogni nodo di rete di tipologia ROADM e per 10 siti di amplificazione. Lo spazio disponibile è il seguente**

- a. **siti di amplificazione - 60x30x220 (WxDxH cm);**
- b. **siti nodo ROADM presso operatore - 60x60x220 (WxDxH cm);**
- c. **siti nodo ROADM presso sedi GARR – 60x80x220 (WxDxH cm).**

Q131 - Si richiede di includere le schede tecniche dei rack forniti nella soluzione proposta.

R60 **[vincolante]** Si richiede al Fornitore di predisporre l'alimentazione degli apparati secondo le caratteristiche dei diversi siti, come riportati in Allegato B.2003 - Anagrafica dei siti.

Q132 - Si richiede al Fornitore di confermare di aver progettato la soluzione tenendo conto di quanto richiesto in R60.

R61 **[premiante]** GARR intende realizzare un disegno di rete che consenta di contenere i consumi energetici e gli spazi richiesti. Ritiene quindi preferibili soluzioni che richiedano basso consumo energetico. In particolare, si ritengono preferibili soluzioni che prevedano l'impiego di trasponder/DCI efficienti dal punto di vista energetico.

Q133 - Fornire le specifiche di alimentazione e il dettaglio dei consumi, per i siti della soluzione proposta. I consumi devono essere forniti sia per temperatura pari a 25°C (condizioni di esercizio) sia a 40°C.

Q134 - Indicare il consumo energetico normalizzato per servizio 100GE per tutti i trasponder/DCI previsti nella soluzione proposta (Watt/100G).

Q135 - Indicare il consumo energetico normalizzato per servizio 400GE per tutti i trasponder/DCI previsti nella soluzione proposta (Watt/400G).

Q136 - Fornire le specifiche riguardo al range di temperature di funzionamento

R62 **[vincolante]** Per i siti dove è prevista l'alimentazione in corrente alternata (Allegato B.2003 - Anagrafica dei siti) è richiesto l'utilizzo di feed di alimentazione direttamente alimentati in AC.

Q137 - Descrivere e dettagliare le opzioni di alimentazione in AC e in DC

R63 **[vincolante]** Per ogni nodo ROADM dove è prevista l'installazione di trasponder/DCI, si richiede la sola posa in opera ed etichettatura del cablaggio tra le porte client dei trasponder/DCI e gli apparati di terminazione a pacchetto. Si intenderanno invece inclusi nella fornitura tutti i cablaggi interni al nodo e tra il line system e le porte di rete degli elementi Transponder/DCI anche se alloggiati in rack differenti.

Q138 - Si richiede conferma di quanto richiesto, se disponibili fornire dettagli su fornitura e installazione di quanto richiesto.

## 4.8 Control Plane

R64 **[vincolante]** Il piano di controllo deve offrire funzionalità di discovery topologico e provisioning dinamico dei servizi end-to-end.

Q139 - Descrivere in dettaglio architettura, implementazione e funzionalità del piano di controllo.

Q140 - Fornire dettagli e riferimenti sulla conformità del piano di controllo con i principali standard.

Q141 - Illustrare quali protocolli sono utilizzati per effettuare routing, auto discovery e segnalazione.

Q142 - Descrivere il funzionamento del topology discovery.

Q143 - Descrivere come è realizzata la creazione e la cancellazione di circuiti e connessioni attraverso il piano di controllo.

**R65 [premiante] GARR ritiene preferibili soluzioni in grado di effettuare il discovery automatico delle schede di rete interne al nodo e che non richiedano la configurazione manuale delle connessioni tra le schede interne al nodo stesso.**

Q144 - Descrivere come il piano di controllo e il sistema di gestione acquisiscono le informazioni sulle interconnessioni tra le schede interne al nodo.

Q145 - Indicare la presenza e descrivere i meccanismi automatici di discovery delle interconnessioni interne al nodo.

**R66 [vincolante] I nodi devono disporre di un canale di controllo Optical Supervisor Channel (OSC) in grado di trasportare tutte le informazioni di gestione e controllo dei Network Element attraverso la rete ottica.**

Q146 - Descrivere le caratteristiche del canale OSC.

Q147 - Indicare quali altri canali sono disponibili in alternativa al OSC per lo scambio di segnalazione di rete.

## 4.9 NMS – Design and Architecture

**R67 [vincolante] La soluzione proposta deve avere un unico Network Management System (NMS).**

**R68 [premiante] Il sistema NMS deve fornire le funzionalità FCAPS in modo reattivo, resiliente e ridondato.**

Q148 - Si richiede di documentare l'architettura del NMS previsto per la soluzione proposta. Specificare elementi e componenti chiave e la loro relazione.

Q149 - Si richiede di descrivere e documentare i componenti funzionali del NMS proposto con riferimento al modello FCAPS (ISO).

Q150 - Si richiede di descrivere le funzionalità di provisioning dinamico dei servizi e la loro implementazione all'interno del NMS. Chiarire l'interazione con il piano di controllo.

Q151 - Si richiede di descrivere le funzionalità del NMS a supporto della riconfigurazione e del reindirizzamento dei servizi client.

Q152 - Si richiede di descrivere le funzionalità di gestione di fault e allarmi e la loro implementazione all'interno del NMS (e.g. correlazione allarmi, soppressione allarmi, gestione severità, ecc.)

Q153 - Descrivere le funzionalità di archiviazione storica degli allarmi.

Q154 - Descrivere l'interfaccia e l'interazione tra NMS e la DCN di gestione dei nodi.

Q155 - Elencare e descrivere le funzionalità di export dei dati, chiarendo quali parametri sono esportabili, in quale formato (txt, xml, csv, xls, snmp, gRPC, streaming telemetry ecc.) e con quali modalità (sincrona/asincrona). Indicare come il sistema può essere integrato con sistemi esterni per il monitoring e fornire i relativi riferimenti documentali alle API del sistema.

Q156 - Descrivere le funzionalità offerte dal NMS a supporto dell'autenticazione e dell'accounting.

**R69 [premiante] Il monitoring delle performance a livello ottico ed elettrico deve consentire a GARR una gestione efficiente dei servizi e delle risorse ottiche.**

Q157 - Si richiede di descrivere le funzionalità di monitoring del NMS proposto relativamente al piano ottico. Specificare quali elementi nella soluzione proposta consentono la misura dei livelli di potenza ottica, dell'OSNR e di analisi dello spettro WDM. In particolare, specificare dove sono implementate le funzionalità di Optical Spectrum Analyzer all'interno del disegno di rete.

Q158 - Si richiede di descrivere le funzionalità di monitoring del NMS proposto relativamente alle interfacce ottiche. Specificare quali elementi nella soluzione proposta offrono contatori di errore PRE/AFTER FEC e contatori dei blocchi corrotti.

Q159 - Specificare se le interfacce client consentono l'acquisizione di statistiche, contatori Ethernet e monitoring dei livelli ottici. Elencare quali statistiche è possibile acquisire sul traffico dati client.

Q160 - Descrivere le funzionalità di acquisizione e registrazione delle performance. Chiarire i seguenti aspetti nella acquisizione dei dati:

- a. Intervallo temporale di disponibilità dei dati di performance all'interno del NMS,
- b. Intervallo temporale di disponibilità dei log all'interno del NMS,
- c. Formato e modalità di archiviazione dei dati di performance,
- d. Formato e modalità di archiviazione dei file di log,
- e. Disponibilità dei log relativi a soglie definite sulle performance,
- f. Possibilità di export, modalità (sincrona/asincrona), formati, eventuale interfacciamento con sistemi esterni (riferimenti alle API).

#### **4.10 NMS – Hardware and Operating System**

**R70 [vincolante] La fornitura del NMS deve considerarsi comprensiva della piattaforma hardware e del software necessario alla gestione e al controllo degli apparati DWDM della soluzione proposta. Si richiede che la soluzione offerta sia in grado di garantire la scalabilità del NMS per supportare un incremento del numero dei siti pari almeno al 30%.**

Q161 - Indicare relativamente alla soluzione proposta il numero massimo di nodi gestibili dal NMS, esplicitando il numero di nodi presenti nella soluzione proposta.

**R71 [vincolante] Il sistema NMS per la soluzione proposta deve poter essere installato on-premises presso i Data Center GARR e si richiede che sia prevista la sua esecuzione su sistemi operativi noti e documentati (Linux open source distributions, RHL, Sun Solaris).**

**R72 [premiante] La componente server del sistema di gestione NMS deve operare in ambiente \*NIX (ad esempio: Sun Solaris, Linux, Unix o altri) e preferenzialmente essere costituita da software di tipo modulare e open-source. Inoltre si ritiene preferibile un sistema di gestione che possa essere reso disponibile in ambiente virtualizzato (es. vmware, kvm, xen)**

R73 [premiante] Il sistema NMS proposto deve essere strutturato e implementato per garantire la funzionalità di disaster recovery su differenti siti geografici. Tutte le funzionalità del sito primario devono essere replicate in tempo reale sul sito secondario, al fine di minimizzare eventuali disservizi.

Server:

Q162 - Indicare le risorse necessarie al sistema di gestione per la soluzione proposta.

Q163 - Descrivere i dettagli tecnici e operativi dell'installazione del Server NMS, specificare vincoli e requisiti relativi a:

- a. Sistema Operativo,
- b. Database,
- c. Hardware,
- d. Gestione delle Licenze Software,
- e. Numero di Server necessari nella soluzione proposta,
- f. Possibilità di implementazione in un ambiente virtuale.

Q164 - Descrivere l'implementazione dei seguenti aspetti:

- a. User management,
- b. Supporto a sistemi di autenticazione centralizzata (RADIUS, LDAP, AD),
- c. Invio dei log a sistema centralizzato,
- d. Sicurezza nelle comunicazioni,
- e. Firewall,
- f. Meccanismi di Intrusion Detection,

Q165 - Descrivere policy e procedure relative a:

- g. applicazione di aggiornamenti di sicurezza del Sistema Operativo che ospita la piattaforma NMS,
- h. applicazione di aggiornamenti software relativi al rilascio di nuove funzionalità del sistema NMS.

Q166 - Descrivere i meccanismi di alta disponibilità del NMS. Specificare se in alcuni scenari di fault sono necessari interventi manuali per ripristinare la funzionalità del sistema, se necessari descriverli brevemente.

Q167 - Indicare su quali ambienti di virtualizzazione il sistema di gestione può essere eseguito indicando le risorse richieste.

Client:

Q168 - Descrivere i dettagli tecnici e operativi dell'installazione dei Client NMS e specificare vincoli e requisiti relativi a:

- i. sistemi operativi con supporto ufficiale, fornire un'indicazione del supporto necessario per l'aggiornamento a nuove versioni dei sistemi operativi elencati.
- j. nel caso in cui il Client NMS sia web-based elencare i browser e i plug-in supportati.
- k. nel caso in cui il Client NMS sia java-based elencare tutte le versioni di java supportate, fornire un'indicazione del supporto necessario per l'upgrade a nuove versioni di java.

## 4.11 Software

R74 **[vincolante]** Gli upgrade software non devono comportare costi extra oltre a quelli iniziali. Ugualmente in occasione degli upgrade software il supporto specialistico deve essere fornito senza costi extra rispetto a quelli iniziali.

R75 **[vincolante]** Deve essere garantito che la release software installata su NE e NMS nella rete non rimanga indietro più di una Major Software Release ufficialmente rilasciata dal Costruttore.

Q169 - Si prega di confermare che per tutta la durata della fornitura, non saranno attribuiti a GARR costi extra per licenze software o hardware rispetto al costo iniziale.

Q170 - Si prega di confermare che per tutta la durata della fornitura, non saranno attribuiti a GARR costi extra per upgrade software di NE e NMS rispetto al costo iniziale. Inoltre, si richiede di confermare che sarà garantito l'allineamento di release software secondo quanto richiesto in R75.

## 4.12 API e SDN

R76 **[vincolante]** Si richiede la fornitura di elementi di controllo centralizzato (controller SDN) flessibili e in grado di gestire in modo dinamico e programmabile la soluzione proposta, offrendo funzionalità avanzate come banda/circuiti su richiesta, virtualizzazione della topologia e dei servizi di rete e funzionalità di self-provisioning per l'utente finale.

Q171 - Si prega di confermare e di dettagliare le soluzioni tecniche in grado di abilitare quanto richiesta in R76.

R77 **[premiante]** GARR ritiene preferibili soluzioni che includano controller SDN con estensioni per dispositivi di terze parti ed espongano interfacce programmabili (API) di nuova generazione (Restconf, T-API, ONF, OpenCONFIG).

Q172 - Descrivere come il controller SDN supporta dispositivi di terze parti.

Q173 - Descrivere le API disponibili sul controller SDN sia in termini di tipologia di interfaccia, sia in termini di funzionalità esposte.

R78 **[vincolante]** La soluzione proposta deve includere un Application Programming Interface (API) anche detta NorthBound Interface (NBI) in grado di interfacciare NE, NMS e controller SDN con applicazioni esterne. Le licenze per l'utilizzo senza restrizioni di ogni API devono essere garantite per l'intera durata della fornitura senza costi aggiuntivi rispetto a quelli iniziali.

Q174 - Si prega di confermare che per tutta la durata della fornitura, non saranno attribuiti a GARR costi extra per licenze software relative alle API rispetto al costo iniziale.

R79 **[premiante]** Le API (NE, NMS e SDN controller) e la relativa documentazione devono consentire lo sviluppo di applicazioni autonome da parte di GARR e l'integrazione con software di terze parti per almeno le seguenti funzionalità:

- a. **event/alarm monitoring;**
- b. **performance monitoring;**
- c. **service monitoring;**
- d. **accounting e storicizzazione delle statistiche di traffico ethernet dei servizi cliente;**
- e. **equipment inventory;**
- f. **service provisioning.**

Q175 - Per la soluzione proposta, descrivere le diverse tipologie di API (SNMP, Rest, Restconf, Netconf o altro) supportate a livello di singolo elemento di rete per le funzionalità di monitoring, provisioning dei servizi e inventario.

Q176 - Per la soluzione proposta, descrivere le diverse tipologie di API (SNMP, Rest, Restconf, Netconf o altro) supportate a livello di rete per le funzionalità di monitoring, provisioning dei servizi e inventario.

Q177 - Fornire la lista completa delle funzionalità di controllo e gestione della rete implementate dalle diverse API a livello di singolo elemento.

Q178 - Fornire la lista completa delle funzionalità di controllo e gestione della rete implementate dalle diverse API a livello di rete ed esposte da NMS o da controller SDN.

Q179 - Illustrare come è possibile esportare tramite API dati di performance monitoring di rete e dei singoli servizi.

Q180 - Specificare se è possibile esportare le statistiche e i dettagli di utilizzo della banda sulle interfacce client, specificare inoltre tramite quale API.

**R80 [premiante] GARR ritiene preferibili soluzioni che prevedano API di nuova generazione (e.g. REST, streaming Telemetry) implementate sul NMS che consentano il recupero degli allarmi, delle performance e dell'inventario.**

Q181 - Descrivere le API esposte dal NMS indicando le funzionalità offerte.

**R81 [premiante] GARR ritiene preferibili soluzioni che prevedano API di nuova generazione (e.g. RESTCONF, NETCONF, gRPC) implementate direttamente sui dispositivi transponder/DCI per consentire la programmazione e l'automazione di questi elementi per applicazioni specifiche.**

Q182 - Descrivere le API esposte dagli elementi transponder/DCI indicando le funzionalità offerte.

**R82 [vincolante] Si richiede che nel periodo di implementazione e start-up della rete le API vengano rese operative consentendo l'esportazione dei dati, in particolare si dovrà rendere subito disponibile l'esportazione delle statistiche di traffico.**

Q183 - Si prega di confermare che nel periodo di implementazione e start-up della rete le NBI verranno rese operative con esportazione dei dati e delle statistiche di traffico.

**R83 [premiante] GARR ritiene preferibile che le API si basino su data-model documentati e che facciano riferimento a standard o framework.**

Q184 - Si richiede di descrivere e documentare i data-model utilizzati a livello di singolo elemento di rete, specificando i riferimenti a standard o framework.

Q185 - Si richiede di descrivere e documentare i data-model utilizzati a livello di rete complessiva, specificando i riferimenti a standard o framework.

**R84 [premiante] La componente server della piattaforma SDN deve operare in ambiente \*NIX (ad esempio: Sun Solaris, Linux, Unix o altri) e preferenzialmente essere costituita da software di tipo modulare e open-source. Inoltre si ritiene preferibile una piattaforma SDN che possa essere resa disponibile in ambiente virtualizzato (es. vmware, kvm, xen)**

Q186 - Descrivere il sistema operativo richiesto della piattaforma SDN, la sua architettura e il supporto in ambiente virtualizzato.

**R85 [premiante] GARR ritiene preferibili API con un supporto all'autenticazione affidabile.**

Q187 - Descrivere i meccanismi di autenticazione supportati dalle API nella soluzione proposta.

#### **4.13 Tools**

**R86 [vincolante] GARR intende avere la completa gestione e il controllo operativo sugli apparati di rete e sul software necessario all'esercizio della soluzione proposta. Dopo il periodo di implementazione e start-up della rete, tutte le fasi operative e le attività di manutenzione saranno gestite direttamente dal GARR Network Operation Centre (GARR-NOC). Nella fornitura devono essere inclusi tutti i tool necessari all'operatività di rete, incluso il monitoraggio anche per servizi Alien Wavelength e Spectrum Sharing.**

Q188 - Si prega di confermare che i tool necessari all'operatività della rete sono inclusi nella fornitura.

Q189 - Si prega di confermare che per tutta la durata della fornitura, non saranno attribuiti a GARR costi extra rispetto al costo iniziale per licenze software relative ai tool.

**R87 [premiante] GARR ritiene preferibile avere a disposizione funzionalità o tool per la valutazione delle performance, la pianificazione e il design di rete.**

Q190 - Si prega di descrivere le funzionalità richieste, chiarendo se sono fornite da tool esterni, chiarendo se sono supportati anche elementi di terze parti.

#### **4.14 Safety**

La soluzione proposta deve essere conforme alla normativa di sicurezza e protezione del personale.

**R88 [vincolante] GARR ritiene preferibili sistemi dotati di meccanismi di laser shutdown automatico lato rete in caso di disconnessione dei connettori o taglio fibra.**

Q191 - Descrivere il meccanismo di shutdown dei laser lato rete in caso di interruzione della continuità ottica. Descriverne il funzionamento sia nel caso di interruzione unidirezionale che bidirezionale.

Sicurezza componenti ottici.

R89 **[vincolante]** La soluzione proposta deve soddisfare le norme vigenti in ambito di sicurezza di apparati e componenti ottici e fotonici.

Q192 - Si prega di elencare le norme di sicurezza ottica soddisfatte dalla soluzione proposta.

Sicurezza componenti elettrici e elettronici.

R90 **[vincolante]** La soluzione proposta deve soddisfare le norme vigenti in ambito di sicurezza di apparati e componenti elettronici e elettrici.

Q193 - Si prega di elencare le norme di sicurezza elettronica e elettrica soddisfatte dalla soluzione proposta.

Compatibilità elettromagnetica.

R91 **[vincolante]** La soluzione proposta deve soddisfare le norme vigenti di compatibilità elettromagnetica (Electromagnetic Compatibility-EMC)

Q194 - Si prega di elencare le norme di compatibilità elettromagnetica soddisfatte dalla soluzione proposta.

Labeling

R92 **[vincolante]** Il fornitore deve garantire che ogni connessione con laser ad alta potenza sia etichettata opportunamente. Le etichettature devono indicare chiaramente i rischi legati alla presenza di laser ad alta potenza.

Q195 - Si prega di elencare quale formato o standard di etichettatura verrà adottato.

## 4.15 Roadmap and Evolution

R93 **[informativo]** GARR richiede di documentare la roadmap di evoluzione per le piattaforme previste nella proposta sia dal punto di vista hardware che software.

Q196 - Si prega di descrivere la roadmap.

## 5 SPECIFICHE DEI SERVIZI DI ASSISTENZA SPECIALISTICA E MANUTENZIONE

Nel seguente capitolo 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 requisiti vincolanti, premianti e informativi.

Si richiede che i Fornitori non descrivano direttamente come la soluzione da loro proposta soddisfi i requisiti, bensì rispondano alle domande, numerate ed aventi il prefisso "Q", che GARR ha redatto per richiedere i chiarimenti necessari alla valutazione del requisito corrispondente.

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

- Servizio di Assistenza Specialistica e Manutenzione;
- Servizio di supporto all'automazione e all'integrazione di telemetria e analitica;
- Servizio di Training.

### 5.1 Servizio di Assistenza Specialistica e Manutenzione

Uno dei vantaggi previsti dall'adozione di un'architettura parzialmente disaggregata è la possibilità di disaccoppiare i cicli di vita dell'infrastruttura fotonica da quella ottica. Nell'ambito del presente capitolato si richiede comunque la fornitura del Servizio di Assistenza Specialistica e Manutenzione per un periodo pari a 6 anni per l'intera infrastruttura offerta.

**R94 [vincolante] Il Fornitore in collaborazione con il Costruttore degli apparati deve prevedere e offrire, per un periodo pari a 6 anni a partire dalla data di accettazione del Verbale di Collaudo degli apparati da parte del GARR, un servizio di Assistenza Specialistica e Manutenzione che assicuri il mantenimento nel tempo degli apparati della presente fornitura in uno stato di funzionamento idoneo allo svolgimento delle funzioni cui sono preposti. Il Fornitore deve considerare come vincolanti le specifiche tecniche e operative illustrate nella presente sezione 5.1 (inclusi paragrafi da 5.1.1 a 5.1.5)**

Q197 - Si prega di confermare di aver recepito i requisiti minimi a cui si fa riferimento in R94.

**R95 [vincolante] Si richiede di documentare i servizi di assistenza specialistica e manutenzione offerti (di seguito indicato come "Offerta Servizi Assistenza Specialistica e Manutenzione"). Si richiede una descrizione accurata della struttura di supporto, includendo nella documentazione:**

- a. Flow Chart del servizio di Assistenza 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 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 su apparati oggetto della fornitura;**
- i. **Documentazione su eventuali Sub-Fornitori.**

Q198 - Si richiede di confermare che in risposta al presente Capitolato di Gara sia inclusa la documentazione dell'Offerta Servizi Assistenza Specialistica e Manutenzione. Indicare il riferimento alla documentazione (nome cartella/nome file/pagina o paragrafo). L'Offerta Servizi Assistenza Specialistica e Manutenzione sarà oggetto di valutazione nell'ambito dell'offerta tecnica.

R96 **[premiante] Ogni aspetto migliorativo rispetto ai requisiti minimi richiesti da GARR sarà considerato premiante in fase di valutazione dell'Offerta Tecnica.**

Q199 - Si richiede di indicare sinteticamente gli aspetti migliorativi rispetto ai requisiti minimi presenti nell'offerta (in particolare rispetto a SLA, logistica e reintegro delle scorte).

La durata del Servizio di Assistenza Specialistica e Manutenzione degli apparati è pari a 6 anni a partire dalla data di accettazione del Verbale di Collaudo degli apparati da parte del GARR.

Il servizio di Assistenza Specialistica e Manutenzione degli apparati erogato dal Fornitore in collaborazione con il Costruttore dovrà includere:

- Servizio di risoluzione dei guasti;
- Interventi di Manutenzione Ordinaria e Straordinaria;
- Servizio di aggiornamento software e firmware dei componenti di rete;
- Servizio di testing e validazione software;
- Servizio di Reportistica sui servizi di Assistenza Specialistica e Manutenzione;
- Servizio di supporto all'automazione e all'utilizzo di telemetria e analitica.

### 5.1.1 Servizio di risoluzione dei guasti

Il Fornitore in collaborazione con il Costruttore è tenuto a ripristinare la perfetta 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. Il servizio di risoluzione dei guasti, altrimenti detto servizio di **Manutenzione Correttiva**, avrà una durata pari a 6 anni dalla data di accettazione del Verbale di Collaudo degli apparati da parte del GARR.

Il Fornitore in collaborazione con il Costruttore sarà tenuto a riparare eventuali guasti di tipo bloccante (vedere la classificazione dei guasti in 5.1.1.1) 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 trasmissivi. 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 perfetta funzionalità degli apparati trasmissivi con le modalità descritte in 5.1.2.

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 descritto nel Contratto.

Nei paragrafi 5.1.1.1 e 5.1.1.2 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 5.1.1.3, 5.1.1.4, 5.1.1.5 e 5.1.1.6.

#### **5.1.1.1 Classificazione dei guasti**

I guasti e/o anomalie Hardware e/o Software riguardanti gli apparati trasmissivi oggetto della presente fornitura possono essere classificati secondo le definizioni di Tabella 6.

Tipologia Guasto	Definizione
<b>Guasto Bloccante (Critical)</b>	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.
<b>Guasto Non Bloccante (Major)</b>	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.
<b>Guasto Non Bloccante (Minor)</b>	Qualsiasi tipo di anomalia Hardware/Software relativa al funzionamento degli apparati di produzione che non comporta 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.
<b>Richiesta di informazioni (Informational)</b>	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 6: Classificazione dei guasti*

### 5.1.1.2 Service Level Agreement

GARR richiede le tipologie di livelli di servizio o Service Level Agreement (SLA) riportate in Tabella 7. 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. Nella valutazione dell'Offerta Tecnica sarà considerata premiante una proposta migliorativa rispetto ai valori minimi dei livelli di servizio richiesti.

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

*Tabella 7: 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 GARR-NOC alla TAC del Costruttore fino al ripristino completo della funzionalità degli apparati.

### 5.1.1.3 Risoluzione dei guasti tramite supporto tecnico del Costruttore degli apparati

Il GARR, tenendo conto dell'esperienza maturata dal personale tecnico del GARR-NOC nel corso del tempo e del modello di 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<sup>2</sup>) per l'attività di analisi e di diagnosi nel processo di gestione di guasti e malfunzionamenti.

Il servizio di risoluzione dei guasti, mediante supporto specialistico di assistenza erogato direttamente dal Costruttore, avrà una durata pari a 6 anni dalla data di collaudo con esito positivo degli apparati.

Il servizio deve prevedere l'accesso diretto da parte del GARR-NOC al centro di supporto tecnico del Costruttore per l'apertura di segnalazioni di guasti e malfunzionamenti degli apparati. 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.

In caso di guasto e/o anomalia hardware e/o software, il GARR-NOC, dopo una prima fase di troubleshooting condotta in autonomia, provvederà ad aprire una segnalazione alla TAC del Costruttore mediante Trouble Ticket System (vedere paragrafo 5.1.1.4 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 5.1.1.1.

Per le segnalazioni di tipo bloccante il GARR avrà accesso diretto alla TAC di secondo e terzo livello del Costruttore, in tutti gli altri casi le anomalie potranno essere gestite attraverso il primo livello di TAC. Il personale del Costruttore coinvolto nella TAC di secondo e terzo livello dovrà essere personale specializzato e dedicato alla risoluzione delle problematiche, dovrà quindi possedere una conoscenza puntuale e aggiornata di quanto in produzione nella rete GARR. I nominativi e i punti di contatto del personale della TAC di secondo e terzo livello, oltre alle relative procedure di escalation, dovranno essere forniti in sede di sottoscrizione del Contratto.

Tutte le attività di diagnosi della problematica saranno condotte congiuntamente dal GARR-NOC e dalla TAC del Costruttore. Il GARR-NOC 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 5.1.1.5 e 5.1.1.6.

Nel caso in cui invece non sia richiesto un intervento on-site, il GARR-NOC 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 GARR-NOC, dichiarare concluso l'intervento di ripristino.

---

<sup>2</sup> TAC : Technical Assistance Center

#### ***5.1.1.4 Trouble Ticket System del Costruttore***

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 GARR-NOC tramite interfaccia web e dovrà riportare tutte le informazioni relative ai vari TT in modo da poterne verificare lo stato di avanzamento.

Oltre al sistema software TTS, dovrà essere possibile per il GARR-NOC aprire una segnalazione alla TAC del Costruttore telefonicamente e via email.

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

Il servizio di sostituzione in loco dei componenti guasti e/o mal funzionanti è a carico del Fornitore e avrà la durata di 6 anni dalla data di collaudo con esito positivo degli apparati.

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

- Fornitura, consegna e installazione di eventuali parti di ricambio in sostituzione di quelle difettose o guaste. La sostituzione delle parti hardware deve avvenire secondo i livelli di servizio (SLA - Service Level Agreement) specificati nella Tabella 7 e dovrà essere coordinata dal GARR-NOC 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 GARR-NOC si potrà dichiarare concluso l'intervento di ripristino.

Inoltre, a discrezione del GARR, potrà essere richiesto l'intervento on-site di un tecnico specializzato nella tecnologia degli apparati entro 4 ore dall'apertura della segnalazione in caso di guasti di tipo critical (vedi Tabella 6) o di guasti che compromettano il corretto funzionamento degli apparati e che richiedano attività di troubleshooting o upgrade hardware e/o software non eseguibili da remoto.

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

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

Il servizio di garanzia e manutenzione delle scorte dovrà essere erogato dal Fornitore degli apparati per la durata di 6 anni dalla data di collaudo con esito positivo degli apparati.

**R97 [vincolante] Per ogni elemento attivo o passivo previsto nella soluzione proposta sono richiesti elementi di scorta secondo lo schema illustrato in tabella. La richiesta non si applica ai part-number relativi ad eventuali bundle composti da elementi già considerati come part-numer singoli, nel mantenimento delle porzioni richieste per quanto riguarda la numerosità.**

Numerosità part-number	1-25	26-50	51-100	101-200	>201
Numero minimo di scorte	3	4	5	6	7

*Tabella 8: Quantitativo minimo di scorte*

Q200 - Si richiede di indicare sinteticamente se aspetti migliorativi rispetto al requisito minimo sono presenti nell'offerta.

Il servizio prevede la spedizione e sostituzione dei componenti non funzionanti con quelli di scorta, a seguito di individuazione di parti guaste sugli apparati installati. È compito del Fornitore garantire la riparazione delle parti guaste sostituite e il ripristino della quantità minima di scorte entro un tempo massimo pari a 30 giorni solari. La gestione e i costi della movimentazione della componentistica sono totalmente affidati e a carico del Fornitore. Il Fornitore è il diretto responsabile dello stato dei materiali di scorta 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, consultabile via web in tempo reale, indicando anche i siti dove tali scorte sono localizzate. Il GARR potrà richiedere, in qualsiasi momento, la verifica della disponibilità delle scorte e la visita dei siti di stoccaggio delle stesse.

Nell'Offerta Servizi Assistenza Specialistica e Manutenzione il Fornitore è tenuto ad illustrare l'organizzazione logistica per la gestione delle scorte e precisare per ciascun sito GARR, il magazzino di stoccaggio più prossimo in cui queste vengono conservate. Qualora in qualunque momento nel corso della durata del servizio la distribuzione delle scorte non sia ritenuta adeguata a soddisfare gli SLA di riparazione (vedi par. 5.1.1.2), sarà facoltà del GARR richiederne una diversa distribuzione, senza alcun onere.

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

Il servizio di manutenzione programmata, ordinaria e straordinaria avrà la durata di 6 anni dalla data di collaudo con esito positivo degli apparati.

Gli interventi di manutenzione programmata dovranno essere pianificati e concordati con il responsabile della struttura tecnica del GARR previa comunicazione inviata via e-mail al GARR-NOC con un preavviso di almeno 15 giorni solari. Il Fornitore è tenuto ad illustrarne la motivazione, la durata temporale e il tipo di intervento (non bloccante/bloccante, secondo la classificazione riportata di in Tabella 6) e l'estensione (apparati coinvolti nell'intervento). Il Fornitore è tenuto altresì a presentare sia un report dettagliato preventivo atto a spiegare le motivazioni e la natura dell'intervento che un report conclusivo riportante l'esito dell'intervento (risolutivo/parzialmente risolutivo/non risolutivo).

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

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

#### **5.1.2.1 Piano di manutenzione preventiva**

Il Fornitore, in collaborazione con il Costruttore, deve assicurare attraverso una serie di operazioni periodiche, che rientrano nelle attività di **manutenzione preventiva**, la corretta funzionalità degli apparati. Le modalità di esecuzione di tali operazioni dovranno escludere ogni intervento che sia intrusivo rispetto ai servizi erogati dal GARR attraverso gli apparati. Questa tipologia di interventi rientra nelle attività di manutenzione programmata.

Il servizio di manutenzione preventiva avrà la durata di 6 anni dalla data di collaudo con esito positivo degli apparati.

Il Fornitore è tenuto a presentare annualmente il piano di manutenzione preventiva che dovrà prevedere interventi sistematici e periodici (con cadenza minima semestrale) sugli apparati trasmissivi, 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 come documentazione esecutiva da presentare successivamente alla sottoscrizione del Contratto. Il piano dovrà essere approvato dal responsabile della struttura tecnica del GARR, che potrà richiedere delle variazioni ove lo ritenesse necessario.

#### **5.1.2.2 Manutenzione straordinaria**

È ammessa infine la possibilità che vengano effettuati interventi di manutenzione straordinaria, dovuti a cause tecniche non pianificabili, atti a garantire il buon funzionamento della rete. Come per gli interventi di manutenzione ordinaria, la finestra utile sarà [08:00; 20:00 GMT+1]. 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 nella fascia oraria [00:00; 06:00 GMT+1].

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

Il Fornitore sarà tenuto a produrre, su base semestrale, una **"Relazione sui Servizi di Supporto"** contenente la reportistica dei guasti e l'analisi dei livelli di servizio di manutenzione e assistenza erogati nel periodo.

Nella Relazione sui Servizi di Supporto dovranno essere riportati tutti i guasti e malfunzionamenti che si sono verificati nel periodo. Per ciascun guasto o malfunzionamento dovranno essere indicati: l'identificativo dell'apparato e del PoP in cui si è verificato il guasto, una breve descrizione del guasto, la diagnosi e la procedura di ripristino individuata e infine la durata (fino al completo ripristino delle funzionalità). Dovranno inoltre essere indicati, per ciascun guasto, i valori di riferimento del livello di servizio previsto per la manutenzione e assistenza dell'apparato oggetto del guasto (indicato nel paragrafo 5.1.1.2) o quello dichiarato dal Fornitore nell'Offerta Servizi Assistenza Specialistica e Manutenzione se migliorativo) e il livello di servizio effettivamente erogato.

A tal fine sarà cura del Fornitore decidere se utilizzare il sistema di Trouble Ticket, messo a disposizione dal Costruttore (vedi paragrafo 5.1.1.4) o altro sistema in grado di registrare e tracciare malfunzionamenti e guasti hardware che possa rispondere a tali specifiche.

Il Costruttore sarà tenuto pertanto a fornire report periodici, almeno su base semestrale, relativi alla gestione di tutte le segnalazioni aperte, al fine di contribuire alla stesura, della "Relazione sui Servizi di Supporto".

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

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

Sarà considerato premiante un sistema in grado di fornire indicazioni, per famiglia di componenti (shelf, controller, matrici, moduli, interfacce, transponder, ecc.), su:

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

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

Il sistema dovrà includere preferibilmente un'interfaccia per l'esportazione dei dati relativi ai guasti avvenuti, in un intervallo di tempo impostabile, su uno specifico nodo o in un gruppo di nodi. L'esportazione potrà avvenire o tramite file o tramite accesso al database (nel qual caso il Fornitore dovrà rendere noto a GARR la struttura dei dati).

#### **5.1.4 Servizio di aggiornamento software e firmware di componenti di rete e NMS**

Il servizio di aggiornamento del software, del firmware (nuove release) e di rilascio delle patch per l'eliminazione di malfunzionamenti noti sulle componenti di rete e sul sistema NMS dovrà avere una durata pari a 6 anni dalla data di collaudo con esito positivo degli apparati.

L'aggiornamento software (minor e major release) dovrà essere incluso nella valorizzazione economica del Servizio di Assistenza Specialistica e Manutenzione. In particolare, al fine di supportare l'introduzione di nuovi componenti hardware così come eventuali funzionalità software aggiuntive che si rendessero disponibili nel corso del contratto, il Fornitore dovrà rendere disponibile, in maniera diretta o attraverso il Costruttore degli apparati, l'aggiornamento (software e/o firmware) necessario come richiesto nel paragrafo 4.11.

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

#### **5.1.5 Servizio di testing e validazione di nuove release software e nuove funzionalità.**

Qualora venga stabilito il passaggio ad una nuova release o l'introduzione di nuove funzionalità in rete, dovranno essere effettuate tutte le opportune validazioni del caso (non regression test). La durata del servizio di testing e validazione di nuove release software dovrà essere pari a 6 anni dalla data di collaudo con esito positivo degli apparati. Il Fornitore, se richiesto da GARR, sarà tenuto a garantire l'accesso entro 3 mesi ad un laboratorio del costruttore per poter prendere parte ai test suddetti.

Nell'Offerta Servizi Assistenza Specialistica e Manutenzione il Fornitore dovrà descrivere le facility di laboratorio, inclusa la loro dislocazione geografica, che potranno essere messe a disposizione di GARR nei casi suddetti.

## **5.2 Punti di contatto e di escalation**

In fase di presentazione dell'offerta, il Fornitore sarà tenuto ad indicare:

- Un punto di contatto unico per le questioni amministrative;
- Un punto di contatto unico per le problematiche di delivery;
- Un punto di contatto unico per le problematiche tecniche;
- Tre liste di escalation di contatti, una per le questioni amministrative, una per le problematiche di delivery e una per le questioni tecniche.

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.

### 5.3 Servizio di Training

R98 [vincolante] 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 trasmissiva di I livello:** capacità di effettuare attività di attivazione e manutenzione ordinaria (utilizzo della piattaforma di gestione per l'individuazione di guasti, di condizioni di degrado delle fibre, per la diagnostica sui nodi di rete e per l'attivazione di nuovi circuiti). La competenza di I livello deve comprendere inoltre la gestione dell'elemento di rete (Network Element) mediante console/craft terminal.
- **competenza trasmissiva di II livello:** include tutte le attività di I livello ed in aggiunta l'acquisizione di una conoscenza di funzioni avanzate quali azioni preventive (es. monitoring proattivo) e correttive (reinstradamento dei segnali a fronte di guasti in rete).
- **competenza sviluppo e integrazione:** conoscenza della piattaforma di automazione fornita dal Costruttore; capacità di integrare e interfacciare la piattaforma trasmissiva con controller o applicazioni terze attraverso le NBI/API. La formazione deve fornire gli strumenti di sviluppo software sulle specifiche NBI/API della soluzione proposta. Dovranno essere forniti gli strumenti per sviluppare in autonomia applicazioni per:
  - export di dati di inventario, configurazioni, performance e statistiche;
  - monitoraggio;
  - telemetria e analitica;
  - configurazione e provisioning.
- **competenza sistemistica:** capacità di amministrare il sistema di gestione (NMS) e la piattaforma di automazione. Il personale con tali competenze dovrà essere in grado di installare il sistema NMS 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 trasmissione. Il personale addetto all'amministrazione del sistema dovrà essere in grado di effettuare il testing di nuove versioni software, effettuare testing di nuove funzionalità del centro di gestione, effettuare backup e snapshot del centro di gestione in modo da ripristinare il sistema NMS in caso di fault degli host su cui è installato. Dovrà inoltre essere in grado di installare e configurare il software della piattaforma di automazione, acquisire le competenze necessarie a coadiuvare il personale GARR coinvolto nello sviluppo di applicativi software che utilizzano interfacce NBI o API.

Almeno per il training mirato allo sviluppo delle competenze trasmissive di primo livello, si richiede l'erogazione di due sessioni distinte per consentire a tutto il personale in turno presso il GARR-NOC di partecipare.

Il piano di formazione dovrà consentire, entro **12 mesi** solari dalla sottoscrizione del Contratto, la piena ed autonoma gestione della rete trasmissiva da parte del personale GARR. Il numero di ore di training per singola persona dovrà essere adeguato al raggiungimento del livello di competenza atteso. 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.

**R99 [premiante] Il Fornitore è tenuto a presentare una proposta relativa ad un percorso di training e certificazione specificando: il piano formativo, il numero di persone da formare e il monte ore per singola persona utile alla creazione delle necessarie competenze interne come richiesto nel paragrafo 5.2. Si richiede di fornire la documentazione all'interno dell'Offerta Servizi di Assistenza Specialistica e Manutenzione.**

Q201 - Si richiede di confermare che in risposta al presente Capitolato di Gara sia inclusa la documentazione sul piano di training. Indicare il riferimento alla documentazione (nome cartella/nome file/pagina o paragrafo).

## 6 VERIFICHE TECNICO-FUNZIONALI IN LABORATORIO

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

### 6.1 Lab Trial

Durante il Lab Trial saranno eseguite le prove di qualificazione degli apparati di trasmissione descritte in una test list proposta dal Fornitore come parte del Progetto Tecnico. GARR si riserva il diritto di ampliare la test list proposta dal Fornitore e, per guidare la stesura della test list, nel paragrafo 6.1.2 si elencano gli ambiti di verifica ritenuti essenziali.

I test dovranno essere eseguiti presso un laboratorio messo a disposizione dal Fornitore, dal Costruttore o in modo congiunto, alla presenza di personale tecnico del Fornitore, del Costruttore e di GARR. Il laboratorio scelto per l'esecuzione dei test dovrà essere concordato con GARR e dovrà essere in Europa. Il setup di test deve essere costituito da soli elementi presenti nella soluzione proposta sia in termini di release hardware che software.

Le verifiche si dovranno svolgere presso il laboratorio, o in alternativa da remoto tramite sessioni di video-conferenza 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 (R115a, R115b, R115c) 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 e sull'infrastruttura in fibra ottica a disposizione.

#### 6.1.1 Setup Lab trial

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.

Si richiede la realizzazione di un ring composto da 3 nodi ROADM uno per tipologia di nodo incluso nella soluzione proposta (H1, H2, H3) ciascuno con 2 porte di Add/Drop. Per ciascun nodo ROADM si deve predisporre un elemento Transponder/DCI, ciascuno con 2 interfacce di linea. Si richiede che gli elementi Transponder/DCI includano tutte le diverse tipologie di interfacce di linea e client previsti nella fornitura. Nel ring si richiede di includere almeno una stazione di amplificazione ILA. Inoltre, almeno uno dei nodi ROADM deve includere il componente OTDR per il monitoraggio della fibra.

Le tratte devono essere realizzate con attenuatori fissi o variabili (20dB) ad esclusione di una tratta a scelta del costruttore realizzata con 100km di fiber pool.

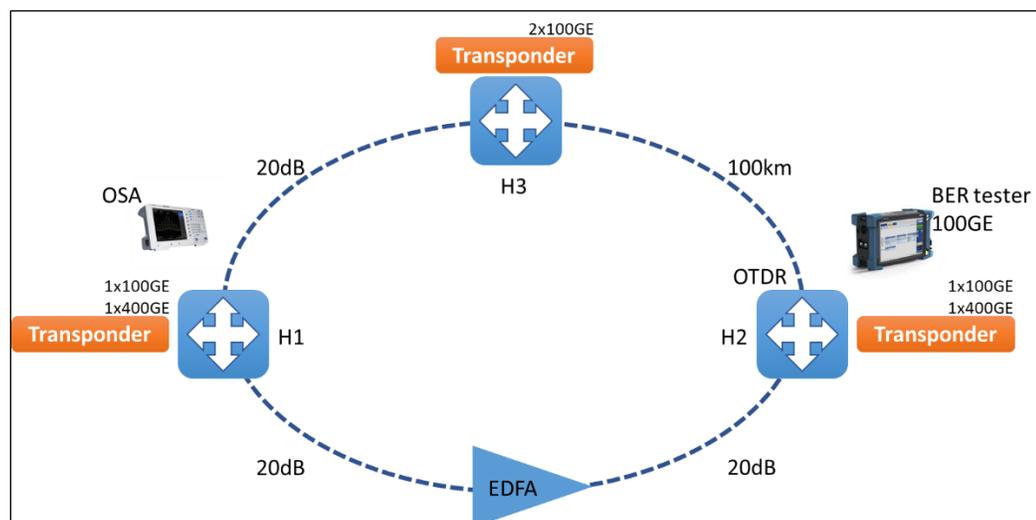
Il laboratorio deve includere un'istanza di NMS uguale a quello previsto per la soluzione proposta.

Si richiede inoltre che il laboratorio sia equipaggiato di un tester BER 100GE, di una Optical Spectrum Analyzer utilizzabili da remoto e con un setup che li renda visualizzabili anche da video-conferenza.

Il setup deve essere proposto dal Fornitore in fase di riposta di Gara, GARR si riserva di proporre e concordare modifiche (minori) al setup.

La validazione funzionale riguarderà gli elementi riportati in sezione 6.1.2, il dettaglio dei test sarà concordato prima della sessione di Lab Trial anche sulla base delle valutazioni della Commissione di Valutazione.

In Figura 6 è riportato un possibile schema di laboratorio per il Lab Trial.



*Figura 6: Schema Setup Lab Trial*

### **6.1.2 Verifiche necessarie per il precollaudo Tecnico-Funzionale in Laboratorio**

GARR si riserva il diritto di ampliare sulla base delle indicazioni della Commissione di Valutazione la test list proposta dal fornitore aggiudicatario nell'offerta tecnica. Si devono comunque considerare come necessarie le verifiche sui seguenti aspetti:

#### **Verifica Funzionalità del Nodo:**

- Controllo tramite NMS via DCN (navigazione, inventory, query su versione software);
- Ricezione Allarmistica;
- Accesso in configurazione tramite NMS via DCN;
- Inserimento ed estrazione di una board a caldo;
- Power Failure (verifiche su ridondanza linee);
- Fan Failure;
- Spegnimento Nodo causa interruzione alimentazione e successivo riavvio;
- Switchover elementi ridondati;
- Board Reset tramite NMS via DCN;
- Sincronizzazione Allarmi del nodo;
- Sincronizzazione Log del nodo;
- Backup configurazione nodo;
- Verifiche su punti di monitoraggio dei livelli ottici e dell'equalizzazione;
- Verifiche su monitoraggio performance del nodo;

#### **Verifica Funzionalità Servizi Client:**

- Configurazione Servizi Client end-to-end (via NMS) in tutti gli scenari di rete e di trasporto presenti nella soluzione proposta;
- Configurazione interfacce Client;
- Test di loop near-end e far-end;
- Ottimizzazione percorso durante esercizio;
- Test di Reset via NMS di porte client e rete;
- Sincronizzazione Allarmi del servizio;
- Sincronizzazione Log;
- Verifiche su monitoraggio performance del servizio;
- Verifiche su monitoraggio livelli ottici del servizio;
- Eliminazione Servizi Client;

#### **Verifica Funzionalità NMS:**

- Installazione Client;
- Creazione NE in NMS;
- Navigazione nella topologia;
- Gestione in configurazione dei nodi;
- Gestione utenze;

- Gestione sistema NMS;
- Gestione Backup NMS;
- Export dei dati;
- Verifica e test su ridondanza NMS;
- Gestione allarmi ed eventi (verrà richiesto il test in diversi scenari):
  - Sincronizzazione (sincrona e asincrona);
  - Visualizzazione dettagli Allarmi;
  - Correlazione;
  - Gestione severità;
  - Storicizzazione;
  - Esportazione;
  - Personalizzazione vista degli allarmi;
- Performance Monitoring (verranno richiesti diversi scenari di utilizzo a differenti livelli di rete):
  - Abilitazione;
  - Analisi;
  - Acquisizione dei dati;
  - Storicizzazione;
  - Export;
  - Superamento di soglie;
  - Equalizzazione;
  - Monitoring BER;
  - Utilizzazione banda Client.

**Verifica Funzionalità Control Plane:**

- Verifica Resilienza DCN esterna e interna;
- Verifica Segnalazione Restoration e Protection;
- Verifica auto-discovery topologia e risorse.

## 7 RILASCIO DELLA FORNITURA

Nel seguente capitolo 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 requisiti vincolanti, premianti e informativi.

Si richiede che i Fornitori non descrivano direttamente come la soluzione da loro proposta soddisfi i requisiti, bensì rispondano alle domande, numerate ed aventi il prefisso "Q", che GARR ha redatto per richiedere i chiarimenti necessari alla valutazione del requisito corrispondente.

Nel presente capitolo sono presentati i requisiti e le modalità con cui dovrà avvenire il Rilascio della Fornitura (**Processo di Delivery**) richiesta nel presente Capitolato.

**R100 [vincolante] Il Fornitore deve presentare un documento 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 per valutare nel suo complesso il Processo di Delivery che intende mettere in atto per consegnare nei termini richiesti la fornitura offerta. Si richiede una descrizione di:**

- a. **Struttura organizzativa del delivery del Fornitore sia a livello centrale che territoriale (da redigere secondo quanto riportato nel paragrafo 7.7).**
- b. **Work flow che descriva la struttura del processo di delivery nelle sue varie fasi (es. attività propedeutiche, realizzazione, collaudo, consegna) corredato dalle relative tempistiche.**
- c. **Diagrammi Gantt e date previste dei sopralluoghi, delle installazioni, del collaudo e della messa in esercizio della rete, coerenti con le richieste contenute nel paragrafo 7.2.**
- d. **Strategie che si intende adottare per rispettare i tempi di consegna del presente capitolato e gestire possibili ritardi dovuti a necessità di redesign delle tratte come descritto nel paragrafo 7.4.**
- e. **Strategie che si intende adottare per rispettare i tempi di consegna del presente capitolato e gestire possibili ritardi dovuti a imprevisti**

Q202 - 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 a, b, c, d, e, della richiesta R100. Indicare il riferimento alla documentazione (nome cartella/nome file/pagina o paragrafo). Il Piano di Realizzazione sarà oggetto di valutazione nell'ambito dell'Offerta Tecnica.

**R101 [vincolante] Il Fornitore si impegna a dare evidenza a GARR del completamento delle Attività Propedeutiche alla Realizzazione come richieste nel paragrafo 7.3.4 e nei tempi indicati nel paragrafo 7.2.**

Q203 - Si richiede di confermare che si è preso atto di quanto richiesto in R101.

R102 **[vincolante]** Durante la fase esecutiva di delivery della Fornitura, verrà condotto da parte di GARR un monitoraggio costante dello stato di avanzamento lavori (come previsto dal Contratto), allo scopo di verificare il rispetto delle modalità di esecuzione e delle scadenze temporali (riportate in Tabella 10). A tal fine GARR richiede report periodici sullo stato di avanzamento delle varie attività.

Q204 - Si richiede di confermare che si è preso atto di quanto richiesto in R102.

Q205 - Si richiede di confermare l'assenza di criticità nell'adempimento delle richieste presentate nei requisiti R100, R101, R103, R102. Dove il Fornitore invece ravvisasse possibili criticità e/o impedimenti, si richiede una descrizione il più possibile dettagliata di questi, una stima del ritardo temporale eventualmente indotto e della probabilità di verificarsi dell'evento.

## 7.1 Piano di Realizzazione

GARR richiede che la realizzazione della soluzione proposta sia articolata in fasi (Tabella 9), per ciascuna delle quali saranno indicati dei vincoli temporali di rilascio (paragrafo 7.3).

R103 **[vincolante]** Il Fornitore si impegna a presentare, per ogni fase, la versione aggiornata del Piano di Realizzazione della soluzione proposta prevista per la fase in esecuzione (Piano di Realizzazione esecutiva) e il Progetto Tecnico Esecutivo come indicato nel paragrafo 7.3.7. La documentazione esecutiva deve essere fornita entro 30 giorni solari dalla Data Inizio Fase, come riportato in Tabella 10.

Q206 - Si richiede di confermare che si è preso atto di quanto richiesto in R103.

Le attività previste per i rilasci durante la realizzazione dell'infrastruttura sono schematizzate come segue:

1. **Installazione** hardware degli apparati trasmissivi e dei cablaggi necessari. Per ciascun PoP l'installazione dovrà essere completa per tutte le componenti previste nel Progetto Tecnico Esecutivo. Gli apparati trasmissivi devono essere accessi al termine dell'installazione.
2. **Collaudo e Configurazione On-Site:** quest'attività prevede la configurazione iniziale del nodo e la verifica completa di tutte le componenti hardware e software previste nel Progetto Tecnico Esecutivo. Dettagli nel paragrafo 7.9.1.
3. **Collaudo e Configurazione di Tratta:** questa attività prevede l'interconnessione di tutti i nodi alla fibra geografica, la presa in carico dei nodi da parte del sistema NMS e la messa in esercizio della tratta. Dettagli nel paragrafo 7.9.2.
4. **Configurazione e Collaudo dei Servizi:** questa attività prevede la configurazione di tutti i servizi client che si rendono attivabili. Dettagli nel paragrafo 7.9.3.

Prima di cominciare una nuova attività devono essere stati completati tutti i passi precedenti. Le installazioni si intendono complete di tutte le componenti e funzionalità previste dal Progetto Tecnico Esecutivo.

Si considera completo il **Collaudo e la Configurazione On-Site** per gli apparati appartenenti a una tratta, quando sono state completate le attività 1 e 2 per i PoP terminali e per tutti i siti di Amplificazione.

Una tratta si considera **rilasciata** quando si sono completate le attività 3 e 4 ad essa relative.

Il piano di Rilascio è articolato suddividendo l'insieme delle tratte in 7 fasi come indicato in Tabella 9.

Fase	ID Tratta	PoP_A	PoP_B	Nr. siti Amplificazione	Nota
Fase 0 <sup>3</sup>	T-86	PD02	BO04	1	nuova fibra
	T-92	BO04	BO01	0	nuova fibra
	T-87	UD00	TS01	0	nuova fibra
	T-88	UD00	PD01	2	nuova fibra
	T-89	TN00	PD01	1	nuova fibra
	T-90	TN00	TN01	0	nuova fibra
	T-91	TN01	VR01	1	nuova fibra
Fase 1	T-08r1	PD02	PD01	0	nuova fibra
	T-08r2	PD01	VR01	0	nuova fibra
	T-08r3	VR01	BS01	0	nuova fibra
	T-08r4	BS01	BG01	0	nuova fibra
	T-08r5	BG01	MI01	0	nuova fibra
	T-09r2	PD02	VE08	0	nuova fibra
	T-09r1	VE08	TS01	1	nuova fibra
Fase 2	T-10	PD02	BO01	1	hot swap
	T-05	MI01	MI02	0	hot swap
	T-06	MI03	MI01	0	hot swap
	T-07	MI03	MI02	0	hot swap
Fase 3	T-11	BO01	MI01	2	hot swap
	T-13r2	TO00	MI02	2	nuova fibra
	T-13r1	GE00	TO00	2	nuova fibra
	T-15r2	GE00	PI00	1	nuova fibra
	T-15r1	PI00	PI01	0	nuova fibra
	T-16	PI01	FI01	1	nuova fibra
	T-17	PI01	RM01	4	nuova fibra
	T-24r2	FI00	BO01	1	nuova fibra
	T-24r1	FI00	FI01	0	nuova fibra
	T-29	FI00	RM2	4	nuova fibra
Fase 4	T-30	RM01	RM02	0	hot swap
	T-01	TO01	MI02	1	hot swap
	T-12	GE01	TO01	2	hot swap
	T-14	GE00	GE01	0	hot swap

<sup>3</sup> Dalle tratte di Fase 0 ne verrà scelto un sottoinsieme per il Field Trial. GARR comunicherà al Fornitore le tratte scelte in fase di ordine della Fornitura

Fase	ID Tratta	PoP_A	PoP_B	Nr. siti Amplificazione	Nota
Fase 5	T-25	AN01	BO01	3	nuova fibra
	T-26	PE00	AN01	1	nuova fibra
	T-27	AQ00	PE00	1	hot swap
	T-28	AQ00	RM02	1	hot swap
	T-36	PE00	BA01	3	nuova fibra
	T-20r1	BO03	BO04	0	nuova fibra
	T-21	BO03	BO01	0	hot swap
	T-22r1	BO02	BO04	0	nuova fibra
	T-23	BO02	BO01	0	hot swap
	T-33	RM04	RM01	0	hot swap
	T-34	RM04	RM06	0	hot swap
	T-35	RM06	RM02	0	hot swap
	T-02	MI04	MI02	0	hot swap
	T-03	CO00	MI04	0	hot swap
	T-04	CO00	MI01	0	hot swap
	tbd	TO00	TO01	0	nuova fibra
	tbd	TO02	TO00	0	nuova fibra
	tbd	TO02	TO01	0	nuova fibra
	tbd	GE02	GE00	0	nuova fibra
	tbd	GE02	GE01	0	nuova fibra
tbd	PI02	PI00	0	nuova fibra	
tbd	PI02	PI01	0	nuova fibra	
Fase 6	T-37	MT01	BA01	0	hot swap
	T-38	MT00	MT01	0	hot swap
	T-39r1	MT01	PZ01	1	nuova fibra
	T-39r2	PZ01	SA01	0	nuova fibra
	T-39r3	SA01	NA01	0	nuova fibra
	T-40r1	NA01	NA02	0	nuova fibra
	T-40r2	NA02	CE01	0	nuova fibra
	T-40r3	CE01	FR00	0	nuova fibra
	T-40r4	FR00	RM01	1	nuova fibra

*Tabella 9: Lista delle tratte per fasi di realizzazione*

La messa in esercizio degli apparati sull'infrastruttura in fibra di GARR dovrà avvenire con modalità diverse per le tratte realizzate con *nuova fibra* o per quelle per cui è previsto un *hot swap* della fibra tra i vecchi e i nuovi apparati. Per le tratte *nuova fibra* la presenza di una seconda coppia di fibra ottica geografica tra i siti permetterà la pianificazione del lavoro con le modalità previste dal Fornitore, purché nel rispetto dei tempi di realizzazione delle

fasi definiti da GARR. Per le tratte *hot swap* invece, l'esigenza di mantenere l'operatività della rete e minimizzare il disservizio dovuto alla migrazione richiede particolari accorgimenti per l'attestazione dell'unica fibra geografica a disposizione dai vecchi ai nuovi apparati trasmissivi e il collaudo di tratta dovrà avvenire previa pianificazione dettagliata ed efficace dei tempi totali dell'operazione. Gli interventi dovranno essere svolti in contemporanea sui vari punti di presenza sulla tratta, in un unico periodo di manutenzione comprensivo delle ore notturne per limitare l'impatto sugli utenti della rete. I dettagli sui requisiti per il processo di migrazione su fibra operativa sono riportati nel paragrafo 7.8.1.

Per garantire la realizzazione dell'infrastruttura nei tempi richiesti potrà essere necessario procedere alle attivazioni e ai rilasci delle tratte con un elevato grado di parallelismo.

## 7.2 Sintesi dei Tempi Consegna della Fornitura

La Tabella 10 riporta i termini temporali entro cui il Fornitore dovrà aver completato le varie azioni necessarie per completare il rilascio della fornitura.

Task	Data inizio	Durata Fase (mesi)	Termine (mesi) a partire dalla data di emissione dell'Ordine di Acquisto
Installazione e collaudo Sistema di Gestione	Data Ordine d'Acquisto	1	1
Field Trial	Data Ordine d'Acquisto	3	3
Esito Field Trial	Data Ordine d'Acquisto + 3 mesi	1	4
Fase 0	Data Ordine d'Acquisto + 4 mesi	2	6
Fase 1 + Fase 2	Data Ordine d'Acquisto + 6 mesi	3	9
Fase 3	Data Ordine d'Acquisto + 9 mesi	6	15
Fase 4	Data Ordine d'Acquisto + 15 mesi	3	18
Fase 5	Data Ordine d'Acquisto + 18 mesi	3	21
Fase 6	Data Ordine d'Acquisto + 21 mesi	3	24

*Tabella 10: Tempi di Consegna*

## 7.3 Consegna della Fornitura

Prima del rilascio per fasi della fornitura sono previste le attività di **installazione e collaudo del sistema di gestione** (paragrafo 7.3.1) e di rilascio delle tratte di **Field Trial** (paragrafo 7.3.2) mediante il quale GARR verificherà la rispondenza della soluzione proposta nel contesto reale di una sua porzione di rete nonché la capacità del Fornitore di rispettare i tempi di consegna previsti.

### 7.3.1 Installazione e collaudo NMS

L'installazione e collaudo del sistema di gestione dovrà svolgersi entro **30 giorni** dall'emissione dell'Ordine di Acquisto. All'installazione e al collaudo dovrà essere presente personale GARR.

### 7.3.2 Field Trial

Il **Field Trial** realizzato su una porzione della rete GARR, su un sottoinsieme delle tratte previste in Fase 0 le quali saranno comunicate al Fornitore alla data di emissione dell'Ordine di Acquisto, dovrà svolgersi in un arco temporale di **90 giorni**.

R104 **[vincolante]** Il fornitore è tenuto a completare la fase di Field Trial, compiendo tutte le azioni previste per le fasi e a concluderne positivamente il collaudo, mediante la trasmissione a GARR del relativo Verbale, entro 90 giorni solari dalla data di emissione dell'Ordine di Acquisto. A partire dalla data di ricezione del Verbale di collaudo, entro i successivi 30 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. 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.

Q207 - Si richiede di confermare che si è preso atto di quanto richiesto in R104

Il Fornitore dovrà garantire a GARR il supporto tecnico e specialistico per valutare l'esito del Field Trial. A tal fine il Fornitore dovrà garantire il supporto diretto della propria struttura tecnica e delle strutture tecniche (TAC, R&D e Progettazione) del Costruttore per la completa configurazione della porzione di rete interessata dal Field Trial e per la verifica di caratteristiche, funzionalità e prestazioni richieste da GARR e descritte nell'Offerta.

In caso di mancato rispetto dei termini di consegna previsti per il Field Trial o nel caso che si riscontrassero limiti nella soluzione proposta è facoltà del GARR procedere alla risoluzione del Contratto senza oneri, in quanto la soluzione proposta risulta non idonea o non conforme a quanto richiesto nel presente capitolato.

### 7.3.3 Rilascio per fasi della fornitura

A conclusione del Field Trial e in caso di esito positivo, si potrà procedere al rilascio per fasi della fornitura.

R105 **[vincolante]** Il rilascio di ciascuna fase e i relativi collaudi da parte del Fornitore dovrà avvenire entro i termini illustrati in Tabella 10 e secondo le modalità riportate nel paragrafo 7.1. 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 (Tabella 10) o in alternativa applicare le penali previste dal Contratto.

Q208 - Si richiede di confermare l'assenza di criticità all'adempimento delle richieste presentate nel requisito R105. Dove invece fossero presenti, si richiede una descrizione dettagliata di possibili criticità e impedimenti.

Per ogni fase dovrà essere completato il rilascio di ciascuna tratta di appartenenza secondo quanto elencato in Tabella 9, effettuando le attività previste nei punti 1, 2, 3 e 4 del Paragrafo 7.1 e trasmettendo i relativi verbali (Nota: i tempi indicati sono sempre da intendersi come **mesi solari** a partire dalla data di emissione dell'Ordine di Acquisto).

Il GARR si riserva la facoltà di rigettare, secondo quanto previsto dal contratto, la fornitura delle tratte la cui consegna risulti in ritardo rispetto ai termini temporali suddetti o applicare le penali di ritardata consegna previste dal Contratto.

I rilasci delle varie fasi verranno considerati completi secondo quanto indicato nel paragrafo 7.1 e secondo le modalità dettagliate nella procedura di collaudo illustrata nel paragrafo 7.9. Al rilascio di ciascuna tratta dovranno essere attivati i servizi client che risultano configurabili sulla porzione di rete resa disponibile dall'avanzamento dei lavori.

### 7.3.4 Attività Propedeutiche alla Realizzazione

Il Fornitore a partire dall'emissione dell'Ordine di Acquisto e seguendo l'avanzamento per fasi, è tenuto a svolgere tutte le attività propedeutiche alla realizzazione della rete trasmissiva oggetto della fornitura entro limiti temporali definiti nel Contratto stesso e nel paragrafo 7.2. Dovranno essere completati i sopralluoghi dei siti PoP e di amplificazione, prodotta la documentazione del Progetto Tecnico Esecutivo e acquisito il materiale accessorio necessario a realizzare l'installazione. 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**) con riferimento, per ciascuna fase di realizzazione, al valore riportato in Tabella 10 alla colonna **Data inizio**:

1. fornire entro **7 giorni** dettagliate informazioni sui rischi specifici e la lista completa ed esaustiva delle documentazioni e delle autorizzazioni necessarie a procedere alla installazione su tutti i PoP e i siti di amplificazione relativi alla fase in esecuzione.
2. invio entro **30 giorni** di una copia dei verbali redatti durante i sopralluoghi propedeutici all'installazione degli apparati oggetto della fornitura presso i siti PoP e i siti di Amplificazione relativi alla fase in esecuzione;
3. avvio entro **30 giorni** e secondo le modalità concordate con GARR della procedura di approvvigionamento dei materiali necessari all'installazione della infrastruttura fornendo, l'evidenza dei tempi di consegna degli apparati oggetto della fornitura e di tutto il materiale accessorio necessario all'installazione relativo alla fase in esecuzione;
4. invio entro **30 giorni** dalla copia completa del Progetto Tecnico Esecutivo relativo alla fase in esecuzione.

### 7.3.5 Sopralluoghi

Il Fornitore sarà tenuto a svolgere tutti i sopralluoghi presso i PoP e i siti di Amplificazione dove saranno installati gli apparati 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. La necessità di dovere eseguire ulteriori sopralluoghi dovrà essere debitamente motivata dal Fornitore e sarà soggetto ad autorizzazione da parte del GARR;
2. prendere contatto autonomamente con referenti della sede indicati da GARR in modo da fissare la data del sopralluogo. Qualora non si riuscisse a prendere contatto con i referenti si dovrà darne sollecita comunicazione alla struttura di delivery del GARR, che potrà quindi facilitare il contatto;
3. dare comunicazione alla struttura di delivery di GARR con un preavviso di almeno **5 giorni lavorativi** dello svolgimento di un sopralluogo;

4. inviare entro **2 giorni lavorativi** dallo svolgimento 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. coordinate di installazione di apparati;
  - f. coordinate di terminazioni delle fibre ottiche;
  - g. dettagli su realizzazione bretella di rilancio da terminazione fibra di linea ad apparato;
  - h. connettori richiesti per le bretelle suddette;
  - i. schema di dettaglio dei cablaggi elettrici di alimentazione;
  - j. firma per accettazione del personale della sede che ha seguito il sopralluogo;
  - k. 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 tempestiva alla struttura di delivery di GARR.

### 7.3.6 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. A 30 giorni dalla data indicata nella colonna **Data Inizio** di Tabella 10 dovrà essere documentato 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.

Oltre a quanto richiesto dovrà essere fornita la consistenza di tutto il materiale accessorio all'installazione degli apparati in ogni sito, nello specifico:

1. armadi rack;
2. cablaggio interno al nodo;
3. cablaggio elettrico;
4. cablaggio ottico come richiesto in paragrafo 3.8.1;
5. cablaggio di management.

Entro il termine previsto per il completamento delle attività propedeutiche alla fornitura, si richiede il dettaglio di come tali materiali verranno reperiti e i loro tempi di consegna.

**R106 [vincolante] Si richiede che presso un qualunque sito, alla data di inizio lavori di installazione tutto il materiale necessario sia a disposizione, senza restrizioni, dell'installatore, sia esso Fornitore, Costruttore o eventuale Partner deputato all'installazione.**

Q209 - Si richiede di confermare che si è preso atto di quanto richiesto in R106.

### 7.3.7 Progettazione Esecutiva

Sulla base dei sopralluoghi e della consistenza finale di rete il Fornitore è tenuto a produrre il documento denominato Progetto Tecnico Esecutivo articolato come illustrato di seguito:

1. Consistenze di Rete Definitive (Kit List).
2. Piano di Realizzazione Esecutivo.
3. Piano di Migrazione Esecutivo.
4. High Level Documentation:
  - a. documentazione definitiva schematica di tratta che include i dettagli di linea e delle catene di amplificazione;
  - b. documentazione definitiva del piano di colore in rete;
  - c. consistenza definitiva dei servizi client con relativo instradamento;
  - d. pianificazione per fasi dei servizi client configurabili e attivabili;
  - e. definizione identificativi degli elementi di rete e degli IP per il sistema di gestione;
  - f. definizione identificativi degli elementi di rete e degli IP per la DCN;
  - g. definizione convenzioni per gli allarmi ambientali.
5. Low Level Documentation:
  - a. schemi definitivi di equipaggiamento e installazione degli apparati trasmissivi (rack layout);
  - b. schemi definitivi dei collegamenti di alimentazione degli apparati;
  - c. schemi completi del cablaggio interno al nodo;
  - d. schemi completi del cablaggio porte client (tributari);
  - e. schema di corrispondenza tra servizi client in consistenza e porte di terminazione;
  - f. schemi di cablaggio elettrico;
  - g. schema cablaggio DCN;
  - h. schema cablaggio per remotizzazione allarmi ambientali.

## 7.4 Gestione dei Guasti in fase di Delivery e variazione della Fornitura Durante la Consegna

Il Piano di Realizzazione della Fornitura deve tenere in considerazione eventuali guasti in fase di Delivery e possibili variazioni della fornitura dovute alla necessità di reingegnerizzazione delle tratte. Va ribadito infatti che le tratte in fibra ottica di nuova realizzazione possono differire anche in modo non trascurabile dai valori di progetto riportati in **Allegato A 2003 - Dettaglio delle tratte.xlsx**

**R107 [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 che potrebbero insorgere a causa della discrepanza tra valori reali e dichiarati delle caratteristiche ottiche delle fibre.**

Q210 - Specificare il dimensionamento delle scorte e descrivere la strategia complessiva per mitigare i guasti in attivazione e i possibili redesign delle tratte.

Q211 - Indicare i tempi necessari alla consegna di componenti ordinati in modo non pianificato.

## 7.5 Gestione e aggiornamento della documentazione tecnica

R108 **[vincolante]** È richiesto al Fornitore di mantenere aggiornata la documentazione tecnica del progetto esecutivo indicando una figura tecnica responsabile di questa attività.

Q212 - Indicare come e attraverso quali figure si intende gestire l'aggiornamento della documentazione tecnica.

## 7.6 Verifica avanzamento lavori

R109 **[vincolante]** Il Fornitore dovrà documentare con report settimanali al GARR lo stato di avanzamento dei lavori (SAL).

Q213 - Si richiede di confermare che si è preso atto di quanto richiesto in R109.

## 7.7 Struttura di Delivery del Fornitore

Come indicato nel requisito R100a, il Fornitore dovrà descrivere la propria struttura organizzativa deputata alla realizzazione e 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 delivery), ma si aspetta che la struttura sottostante sia articolata in zone per poter soddisfare alla richiesta di operare in parallelo su più aree per velocizzare le operazioni. Si richiede di quantificare il numero di risorse umane messe a disposizione (in totale e in ciascuna area – indicando, se lo si ritenesse opportuno, eventuali punti di contatto intermedi dislocati sul territorio)

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 nel Progetto Tecnico Esecutivo da redigere dopo la data di emissione dell'Ordine di Acquisto.

## 7.8 Installazione e Migrazione della Rete.

GARR è un'organizzazione priva di risorse on-site, è quindi richiesta al Fornitore una soluzione completa di tutte le attività di trasporto, installazione, configurazione, commissioning, collaudo e attivazione per realizzare e mettere in funzione l'infrastruttura trasmissiva. L'infrastruttura in fibra ottica da equipaggiare consiste di due tipologie diverse di tratte: quelle per le quali sarà a disposizione una coppia di fibre ottiche parallele a quelle attualmente in esercizio (che identificheremo come *tratte di migrazione con nuova fibra*), e quelle in cui l'unica coppia di fibre a disposizione dovrà passare in fase di migrazione dal vecchio apparato al nuovo (che identificheremo come *tratte di migrazione in hot swap*). L'esecuzione dei lavori di installazione e migrazione di queste due diverse tipologie di tratta dovrà essere eseguito con l'idonea modalità. Il supporto richiesto per le

tratte di migrazione in hot swap deve garantire il completamento dell'infrastruttura in modo da minimizzare il tempo di interruzione (down-time) dei collegamenti dell'infrastruttura fisica che devono passare dalla rete attualmente in esercizio alla nuova rete trasmissiva (si veda Tabella 9 per l'elenco delle tratte in modalità hot swap).

**R110 [vincolante] L'attivazione di tutta l'infrastruttura di rete trasmissiva è affidata congiuntamente al Fornitore e al Costruttore sotto il coordinamento del GARR. Il Fornitore ha la completa responsabilità del trasporto, consegna, installazione, configurazione e attivazione della fornitura presso i siti previsti dal disegno di rete.**

**R111 [premiante] Fornitore e Costruttore sono tenuti a garantire una Struttura di Supporto all'Installazione a partire dall'inizio dell'installazione fino dalla conclusione del processo di messa in esercizio della fornitura. Deve essere messa a disposizione di GARR una figura tecnica di riferimento di comprovata esperienza nelle attività previste. Fornitore e Costruttore sono inoltre tenuti a garantire 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'Installazione per la risoluzione di casi critici. La proposta e i dettagli della Struttura di Supporto all'Installazione devono essere documentati all'interno del "Piano di Realizzazione".**

Q214 - Specificare il numero di unità tecniche da distaccare presso la Direzione del GARR che opereranno all'interno della Struttura Operativa di Supporto all'Attivazione. Per ciascuna risorsa dovranno essere indicate la mansione e le qualifiche professionali richieste per coprire il ruolo. Verranno premiate le proposte che offrono un'elevata competenza tecnica del personale.

Q215 - Specificare la struttura di supporto TAC e i riferimenti di R&D e Progettazione da utilizzare come escalation per i casi critici durante l'installazione e l'attivazione della fornitura. Si richiede di specificare i punti di contatto. Saranno premiate proposte che prevedano l'interazione diretta tra personale tecnico GARR con le strutture di supporto elencate, a tutti i livelli di escalation.

Q216 - Specificare se è prevista la presenza di personale specialistico del Costruttore on-site durante installazione e attivazione. Indicare l'organizzazione e la struttura di questo tipo di supporto.

Q217 - Descrivere il processo che si intende utilizzare per l'aggiornamento della documentazione Esecutiva e di Progetto durante l'installazione e l'attivazione della soluzione proposta.

Q218 - Si richiede di confermare che all'interno del "Piano di Realizzazione" sia presente la documentazione della Struttura di Supporto all'Installazione. Indicare il riferimento alla documentazione (nome cartella/nome file/pagina o paragrafo).

La Struttura di Supporto all'Attivazione deve cooperare attivamente con il GARR-NOC per tutte le fasi di installazione, migrazione, configurazione e attivazione dei servizi.

**R112 [vincolante] Entro 20 giorni dall'emissione dell'Ordine di Acquisto devono essere forniti al GARR i nominativi del personale della Struttura di Supporto all'Attivazione, i loro curriculum vitae (comprensivi di corsi di certificazione attinenti all'attività di competenza) con l'assegnazione del ruolo che andranno a**

ricoprire. GARR si riserva la facoltà di effettuare un colloquio al personale proposto e eventualmente richiedere cambiamenti o integrazioni qualora i profili professionali offerti non siano reputati sufficienti a svolgere le mansioni del ruolo assegnato.

Q219 - Si richiede di confermare che si è preso atto di quanto richiesto in R112.

Il personale della Struttura di Supporto all'Attivazione 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 richiesti.

### 7.8.1 Migrazione tratte hot swap

Come già indicato, le tratte per cui è richiesta la migrazione in esercizio, su cui insiste traffico in produzione nella rete GARR-X, dovranno essere migrate verso la nuova infrastruttura minimizzando l'impatto sui servizi attualmente operativi.

Nella fase di migrazione non si potrà fare affidamento su coppie di fibra ottica supplementari. Per minimizzare l'impatto sull'utenza GARR si richiede di effettuare la migrazione in orario notturno (20:00 – 7:00).

Si noti che, in molti siti, può non essere disponibile né spazio né alimentazione extra rispetto a quella utilizzate per gli attuali apparati di rete e a quella prevista per la nuova installazione, si dovranno pertanto discutere e valutare congiuntamente con GARR le possibili alternative e soluzioni in fase di progettazione esecutiva.

**R113 [vincolante] La migrazione delle tratte hot swap attualmente in esercizio verso la nuova rete trasmissiva è affidata congiuntamente al Fornitore e al Costruttore sotto il coordinamento del GARR. Il Fornitore deve essere in grado di garantire la migrazione dalla rete esistente verso la soluzione proposta. Si richiede che la migrazione, da effettuare in orario notturno (20:00-7:00) sia pianificata nei minimi particolari e che la relativa documentazione esecutiva sia messa a disposizione di GARR entro i 30 giorni precedenti alla attività operativa.**

Q220 - Si richiede di confermare che si è preso atto di quanto richiesto in R113.

**R114 [premiante]. Si richiede di fornire un piano di migrazione delle tratte hot swap attualmente in esercizio sulla rete (dettagli in Tabella 9 e paragrafo 7.8.1) fornendo la relativa documentazione all'interno del "Piano di Realizzazione". Il piano deve contenere i dettagli operativi, tecnici e le tempistiche relative alla migrazione così da consentire a GARR di valutare la capacità di completare la migrazione nei tempi e nelle modalità richieste.**

Q221 - Descrivere il metodo che si intende impiegare per la migrazione delle tratte indicate.

Q222 - Indicare se ed eventualmente dove può essere richiesto l'installazione e l'utilizzo di apparati temporanei.

Q223 - Si richiede di confermare che all'interno del "Piano di Realizzazione" sia presente la documentazione del piano di migrazione. Indicare il riferimento alla documentazione (nome cartella/nome file/pagina o paragrafo).

Q224 - Completare secondo le definizioni di seguito riportate le informazioni relative alle migrazioni richieste nella Tabella 12.

Termine	Definizione
Finestra di Manutenzione	Quantità e durata degli intervalli temporali necessari a completare la manutenzione. Es. 2 finestre di 8 ore.
Accessi al Sito per predisposizione	Numero di accessi al sito (PoP e Amplificazione) richiesti per predisporre la migrazione. Es. 2 accessi per sito.
Interruzione tratta	Numero di interruzioni sulla tratta per completare la migrazione. Es. 2 migrazioni per tratta
Durata totale di disservizio	Durata di interruzione dei servizi presenti sullo specifico link (espresso in ore).

*Tabella 11: Informazioni preliminari sul piano di Migrazione*

Fase	ID Tratta	PoP_A	PoP_B	Nr. siti Amplificazione	Finestra di Manutenzione	Accessi al Sito per Predisposizione	Interruzione di Tratta	Durata totale del Disservizio (ore)
Fase 1	T-10	PD02	BO01	1				
	T-05	MI01	MI02	0				
Fase 2	T-06	MI03	MI01	0				
	T-07	MI03	MI02	0				
	T-11	BO01	MI01	2				
Fase 3	T-30	RM01	RM02	0				
Fase 4	T-01	TO01	MI02	1				
	T-12	GE01	TO01	2				
Fase 5	T-14	GE00	GE01	0				
	T-27	AQ00	PE00	1				
	T-28	AQ00	RM02	1				
	T-21	BO03	BO01	0				
	T-23	BO02	BO01	0				
	T-33	RM04	RM01	0				
	T-34	RM04	RM06	0				
	T-35	RM06	RM02	0				
	T-02	MI04	MI02	0				
	T-03	CO00	MI04	0				
Fase 6	T-04	CO00	MI01	0				
	T-37	MT01	BA01	0				
	T-38	MT00	MT01	0				

*Tabella 12: Template tabella pianificazione migrazione tratte in hot swap*

Il template in Tabella 12 è riportato anche nell'Allegato C 2003 - Dettaglio migrazioni.

## 7.9 Collaudo

R115 [vincolante] Per tutti gli apparati trasmissivi previsti, il Fornitore è tenuto ad effettuare con proprio personale, tutte le attività necessarie alla verifica delle specifiche tecniche, funzionali e operative. Il collaudo è inteso a verificare che le apparecchiature, le funzionalità e i lavori d'installazione eseguiti siano

**conformi a quanto richiesto nel presente documento e a quanto dichiarato dal Fornitore nell'Offerta Tecnica. Sono richiesti i seguenti passi di collaudo**

- a. Collaudo Apparati On-Site**
- b. Collaudo di Tratta**
- c. Collaudo Servizi Client**

Q225 - Si richiede di confermare che si è preso atto di quanto richiesto in R115.

**R116 [premiante] Si richiede di presentare all'interno del "Piano di Realizzazione" una procedura di collaudo e le relative test list per i collaudi previsti durante il rilascio della fornitura e descritti del Requisito R115. GARR si riserva il diritto di ampliare e approfondire la procedura di collaudo definitiva discutendola con il Fornitore.**

Q226 - Si richiede inoltre di confermare, indicando i riferimenti nel "Piano di Realizzazione" (nome cartella/nome file/pagina o paragrafo), di aver incluso nella Procedura di Collaudo proposta tutti i passi di collaudo (R115 a, b, c).

I verbali per i vari livelli di collaudo, dovranno documentare tutte le verifiche e test previsti. I dettagli e i criteri di accettazioni saranno concordati tra GARR, il Costruttore e il Fornitore prima dell'inizio delle installazioni.

Oltre a prendere parte al Collaudo Funzionale in Laboratorio il GARR deve avere la facoltà di partecipare a tutte le fasi di collaudo in rete degli apparati e deve poter accedere, senza limitazione alcuna, a tutte le componenti hardware e software compreso il sistema NMS ed eventuali tool ausiliari.

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

Saranno rifiutate le forniture che risultino difettose o in qualsiasi modo non rispondenti alle specifiche tecniche richieste. Possono essere dichiarate accettabili le forniture non perfettamente conformi alle specifiche tecniche e che presentino difetti di lieve entità a cui si possa eventualmente rimediare, salvo l'applicazione delle penali per carenza qualitativa o ritardata consegna come previsto nel Contratto.

Qualora le apparecchiature o parti di esse o i lavori di installazione non superino i collaudi, le prove saranno ripetute alle stesse condizioni e modalità entro **15 giorni** solari, in caso di mancato adempimento è prevista l'applicazione delle penali a carico del Fornitore o la risoluzione del Contratto, come riportato nel Contratto stesso.

Durante l'esecuzione dei test sarà responsabilità del Fornitore documentare ogni risultato atto a dimostrare il corretto funzionamento degli apparati. La documentazione costituirà una base per la qualificazione degli apparati e verrà presentata al responsabile della struttura tecnica di GARR che ne verificherà la congruenza.

Nei successivi paragrafi sono riportati i dettagli per ciascuna delle fasi di collaudo richieste.

### 7.9.1 Collaudo Apparati On-Site

Il collaudo on-site degli apparati avrà luogo contestualmente all'installazione. In particolare deve essere eseguito appena conclusi il set-up e la configurazione locale degli apparati di rete completi di tutto l'equipaggiamento previsto nel Progetto Tecnico Esecutivo. Per questa attività non è richiesto che il nodo sia collegato alle tratte di rete, ovvero il collaudo on-site si può concludere prima dell'effettiva attestazione delle fibre di linea.

Si ricorda che il completo rilascio e collaudo avverrà secondo il Piano di Realizzazione Esecutivo (paragrafo 7.1) delineato dal Fornitore nel Piano di Realizzazione presentato come parte dell'Offerta Tecnica.

Le procedure di collaudo verranno eseguite dal personale incaricato dal Fornitore immediatamente dopo il termine dell'installazione del nodo. È necessario seguire la Procedura di Collaudo concordata con GARR basandosi sulla proposta presentata in risposta al presente Capitolato. Al collaudo potrà essere presente personale GARR o personale da questo incaricato. A seguito del collaudo di ciascun apparato sarà redatto uno specifico verbale, firmato dagli esecutori e da personale tecnico indicato da GARR che ne verificherà la congruenza.

La Procedura di Collaudo on-site deve includere verifiche e test sui seguenti aspetti:

- Verifica modalità di trasporto del Materiale e posizionamento nella sala dati;
- Verifica equipaggiamento fornitura del nodo trasmissivo e del cablaggio;
- Verifica Alimentazione con prove di distacco da linee rete elettrica;
- Verifica configurazioni necessarie per raggiungibilità nodo trasmissivo; devono essere riportati indirizzi e identificativi per la gestione remota;
- Verifica gestione apparati tramite terminale locale;
- Verifica versioni software e release hardware delle schede installate;
- Scambio active/standby tra elementi del nodo ridondati (matrice, controllore, etc);
- Verifica funzionamento ventole;
- Certificazione cablaggio client.

Ogni verifica effettuata in fase di collaudo dovrà essere documentata all'interno del relativo verbale di collaudo on-site.

### 7.9.2 Collaudo di Tratta

Il Fornitore deve garantire che la Struttura di Supporto all'Attivazione (paragrafo 7.8) completi il collaudo di ogni tratta attivata documentando nel relativo verbale i seguenti aspetti:

- Valori ottici significativi dello span (OSC, Canali, ecc.);
- Attenuazioni di linea misurata da NMS per ogni span;
- Documentazione completa di eventuali attenuatori fissi utilizzati in ciascuno span o nodo;
- Valore di gain configurato su ciascun amplificatore;
- Valore attenuatori variabili se presenti nella tratta;
- Differenza tra attenuazione di progetto e quella misurata da NMS.

I dettagli del verbale richiesto saranno discussi tra GARR e Fornitore prima dell'inizio delle attivazioni e comprenderanno tutte le verifiche effettuate durante il collaudo di tratta.

### 7.9.3 Collaudo Servizi Client

Si richiede, a completamento delle attività di attivazione delle tratte, di garantire il collaudo dei servizi client configurati in rete. I collaudi dei servizi client dovranno essere effettuati dal personale della Struttura di Supporto all'Attivazione congiuntamente con il personale GARR.

In particolare si richiedono due modalità:

1. Collaudo mediante strumentazione dedicata per la misura del Bit Error Rate nel numero di 1 test per ciascuna fase di rilascio della Rete. Si richiede di eseguire i test per servizi a 100G.
2. Collaudo mediante Sistema di Gestione NMS di **ogni** servizio configurato, in particolare la Procedura di Collaudo deve includere almeno i seguenti elementi:
  - a. BER PRE/AFTER-FEC;
  - b. PRBS test se disponibile;
  - c. Verifica di fault propagation su interfacce client.

I dettagli del verbale richiesto saranno discussi tra GARR e Fornitore prima dell'inizio delle attivazioni. Saranno incluse nel verbale tutte le verifiche effettuate durante il collaudo dei servizi oltre ai seguenti:

- BER PRE/AFTER-FEC;
- OSNR canale ottico;
- Verifica equalizzazione del canale ottico;
- Livelli ottici ai ricevitori delle porte rete nei siti terminali;
- Livelli ottici nei nodi di transito;

## 8 PROGETTO TECNICO DI RETE

A ciascun Fornitore è richiesto di presentare un Progetto Tecnico di rete contenente la descrizione dettagliata della soluzione offerta.

Il Progetto Tecnico, redatto dal Fornitore sarà oggetto di valutazione 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.

In particolare si richiede, in modo vincolante, di produrre la documentazione sotto descritta e di utilizzare i template forniti (**Allegato D. 2003 - Informazioni Tecniche**). Il Fornitore è libero di ampliare la documentazione richiesta con l'aggiunta di materiale addizionale, se lo ritenesse necessario.

**Allestimento Siti:** devono essere riportati in forma tabellare le caratteristiche dell'installazione prevista per ciascun sito della soluzione proposta. Si devono includere le informazioni riportate nel seguente template:

Allestimento Siti						
ID Sito	Numero Rack (60x60x220cm)	Numero Rack (60x30x220cm)	Consumi @25°C (kW)	Consumi @40°C (kW)	Tipologia Apparati	Numero Shelf/Tipologia Apparato

*Tabella 13: Template Allestimento Siti*

**Documentazione Componenti della soluzione proposta:** il Fornitore è tenuto a presentare tutta la documentazione dei componenti previsti nella soluzione proposta. Si richiede la documentazione funzionale, tecnica e i datasheet completi per ogni componente, scheda ed elemento degli apparati trasmissivi e degli apparati accessori.

**Kit List:** Per la descrizione completa dell'equipaggiamento, il Fornitore è tenuto a presentare l'elenco di tutti i componenti delle sedi, inclusi schede di servizio, alimentatori, fan, shelf ecc; si richiede:

- Kit List di dettaglio per sede;
- Kit List delle parti spare;
- Kit List complessiva della fornitura.

Si devono includere le informazioni riportate nel seguente template:

Kit List Nodo			
<NOME Sito/Spare>			
Part Number	Nome Prodotto	Descrizione Prodotto	Quantità

*Tabella 14: Template per Kit List Nodo*

*Note:* Nella descrizione del Prodotto si richiede di indicare la funzionalità implementata dal componente, se presenti indicare la molteplicità delle porte (client o rete).

Kit List Intera Fornitura						
Part Number	Nome Prodotto	Descrizione Prodotto	Quantità Totale	Quantità Installata	Quantità Spare	Riferimento a Documentazione (file, pag.)

*Tabella 15: Template per Kit List intera Fornitura*

*Note:* Nel campo “Riferimento a Documentazione” si richiede di riportare il puntatore al datasheet e ai riferimenti funzionali del componente indicato, si devono riportare nome del file e pagina.

**Rack Layout:** si richiede di fornire schemi di progetto sull’equipaggiamento e l’installazione degli apparati trasmissivi per ciascun nodo di rete della soluzione proposta. Negli schemi deve essere indicato il posizionamento degli shelf all’interno di ciascun rack e internamente a ciascuno shelf deve essere indicato il posizionamento (id slot) di ciascuna scheda contrassegnata con il relativo nome o codice identificativo. Lo schema richiesto deve essere esaustivo e contenere tutte le indicazioni necessarie all’installazione hardware sul campo. Si richiede di includere il dettaglio del cablaggio interno al nodo e quello di alimentazione.

**Layout di Tratta:** si richiede di fornire schemi di progetto di ciascuna tratta da sito a sito della soluzione proposta. In particolare devono essere incluse le caratteristiche di ciascuno span in fibra e il dettaglio della completa catena di amplificazione. I dettagli richiesti sono:

- Nomi PoP terminali e siti amplificazione attraversati
- Lunghezza span (km)
- Attenuazioni per span (dB)
- Dispersione Cromatica per span ( $ps/(nm \times km)$ )
- PMD per span ( $ps/\sqrt{km}$ )
- Modello Amplificatore (identificativo e codice prodotto)
- Guadagno sulla tratta da progetto (dB)
- Guadano massimo e minimo amplificatore (dB).

**Progetto Servizi Client:** si richiede di completare, per i circuiti in consistenza di rete, i dettagli richiesti nel foglio Dettaglio Servizi Client dell’Allegato D (Allegato D. 2003 - Informazioni Tecniche.xlsx). Nella Tabella 16 è mostrato il template. Le colonne in colore blu sono complete della lista dei circuiti richiesti, mentre le colonne in rosso dovranno essere completate dal Fornitore con le informazioni su ciascun servizio

					SERVICE PATH							
ID_flusso	ID_client	SRC	DST	payload	path - traversed nodes	path - distance (km)	carrier_channel	carrier_modulation	carrier_freq_width	carrier_baudrate	OSNR/Q-value	BER
f1	f1c1	PoPA	PoPB	100GE								
f1	f1c2	PoPA	PoPB	100GE								
f2	f2c1	PoPA	PoPC	100GE								
f2	f2c2	PoPA	PoPC	100GE								

*Tabella 16: Template Dettaglio dei Servizi Client*

Per entrambi i percorsi i dettagli richiesti sono i seguenti:

- **path – traversed nodes:** lista di PoP attraversati;

- **path distance (km):** distanza del percorso;
- **carrier\_channel:** indicazione del carrier ottico di trasporto;
- **carrier\_modulation:** indicazione della modulazione del carrier ottico di trasporto;
- **carrier\_freq\_width:** indicazione della larghezza spettrale del carrier ottico di trasporto;
- **carrier\_baudrate:** baud-rate del carrier ottico di trasporto;
- **OSNR/Q-value:** Rapporto Segnale/Rumore del circuito oppure Q-value;
- **BER:** Bit Error Rate del circuito.

**Schema Topologico Instradamento Servizi Client:** si richiede uno schema grafico degli instradamenti topologici dei servizi client.

**Criteri di Progetto DCN:** si richiede a integrazione del progetto tecnico di illustrare le linee guida per la progettazione della DCN. Devono essere inclusi i seguenti dettagli:

- Numero di Gateway Network Element (GNE) previsti per la soluzione proposta
- Massimo numero di NE per ogni GNE
- Numero massimo di NE all'interno della stessa sottorete di gestione
- Banda richiesta tra GNE e NMS nella soluzione proposta.

**Manuali e Documentazione API/NBI:** si richiedono i manuali, le guide all'implementazione e la documentazione tecnica di tutte le API/NBI disponibili per la soluzione proposta.

**Specifiche tecniche per l'installazione della piattaforma SDN:** si richiede il dettaglio delle specifiche tecniche per l'installazione della suite SDN su hardware o piattaforma virtuale.

**Manuali e Documentazione piattaforma SDN:** si richiedono i manuali, le guide all'implementazione e la documentazione tecnica relativa alla piattaforma SDN per la soluzione proposta.

## 9 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-Modalità di Partecipazione:

- un'**Offerta Tecnica**,
- un'**Offerta Economica**.

La documentazione dovrà essere redatta in **lingua italiana**.

### 9.1 Schema di redazione dell'Offerta Tecnica

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

- Il documento contenete le risposte, complete e pertinenti, a ciascuna delle domande numerate presenti nel Capitolato di Gara da Q1 a Q226;
- L'Offerta Servizi Assistenza Specialistica e Manutenzione (linee guida al Capitolo 5);
- Il Piano di Realizzazione (linee guida al Capitolo 7);
- Il Progetto Tecnico (linee guida al Capitolo 8);

Si ricorda inoltre 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.

Il Progetto Tecnico, l'Offerta Servizi Assistenza Specialistica e Manutenzione, il Piano di Realizzazione e le risposte dei Fornitori saranno valutate secondo i criteri specificati nel Capitolo 10. GARR ha predisposto schemi predefiniti (template) per fornire molte delle informazioni richieste. Si richiede che il Fornitore utilizzi gli schemi proposti.

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

La soluzione proposta deve riferirsi a hardware e software che è generalmente disponibile sul mercato o che lo sarà non successivamente al **1 luglio 2020**.

Le soluzioni proposte dovranno rispettare i requisiti minimi e le specifiche funzionalità richieste o la loro offerta sarà rigettata. I requisiti minimi sono identificati dall'etichetta **[vincolante]** dopo il numero (per esempio: R1 [vincolante]).

I requisiti identificati dall'etichetta **[premiante]** (per esempio: R2 [premiante]) sono soggetti a valutazione tecnica e determineranno il punteggio tecnico che verrà assegnato alla soluzione.

L'etichetta **[informativo]** è assegnata alle richieste che non vincolano e non premiano la soluzione ma che sono utili a GARR per formarsi un quadro generale dell'offerta del Fornitore o della futura evoluzione della tecnologia proposta.

Il Fornitore, nel rispondere all'Offerta Tecnica, può ritenere opportuno includere e fare riferimento alla documentazione standard della tecnologia proposta. Nel fare riferimento a questa documentazione nel Progetto Tecnico o nelle risposte alle domande, 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.

## 9.2 Schema di redazione dell'Offerta Economica

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

- Un Foglio di Analisi dei costi della soluzione proposta (Allegato E 2003 - Dettaglio costi.xlsx)
- Un Foglio di Sintesi dei costi dell'offerta economica (paragrafo 9.2.2)

Il foglio elettronico dell'allegato (Allegato E 2003 - Dettaglio costi.xlsx) si basa sul costo totale di possesso (Total Cost of Ownership - TCO) della soluzione proposta.

In Tabella 17 sono elencati le voci di costo considerate nel calcolo del TCO della infrastruttura proposta.

Categoria	Elemento	
<b>Costo apparati</b>	TCO 1.	Apparati
	TCO 2.	Software
	TCO 3.	Spare
<b>Costo di installazione</b>	TCO 4.	Installazione
	TCO 5.	Migrazione
	TCO 6.	Training
<b>Costo di gestione e manutenzione</b>	TCO 7.	Costo di manutenzione HW e SW
<b>Costo operativo Indiretto</b>	TCO 8.	Costo energetico
	TCO 9.	Costo spazio rack

*Tabella 17: Elementi di costo del TCO*

Nella compilazione dei costi nel foglio elettronico indicare:

- costi espressi in euro, al netto dell'IVA;
- i prezzi indicati devono rimanere validi per 36 mesi dalla firma del Contratto;
- le spese ricorrenti devono essere espresse come costi annuali. I calcoli del TCO saranno fatti sul periodo di durata del progetto che è di 6 anni.

### 9.2.1 Guida alla compilazione del Foglio di Analisi

Si richiede a ciascun Fornitore di includere nell'Offerta Economica il foglio elettronico denominato **Allegato E 2003 - Dettaglio costi.xlsx** compilando i singoli fogli che lo compongono.

Il template del foglio elettronico contiene le seguenti 8 tabelle:

- Istruzioni
- Bill Of Material
- Riepilogo Apparati
- Migrazione
- Servizi
- Training
- TCO
- Network Upgrade

Il foglio di **Istruzioni** è semplicemente una introduzione e descrive i punti fondamentali da tener presente nella compilazione dei restanti fogli.

Il Foglio **Bill of Material** contiene le stesse informazioni richieste nella Kit List per l'intera fornitura dell'Offerta Tecnica con l'aggiunta di due colonne per indicare i costi relativi agli apparati, come riportato in Tabella 18.

Bill Of Material							
Part Number	Nome Prodotto	Descrizione Prodotto	Quantità Totale	Quantità Installata	Quantità Spare	Costo Unitario	Costo Complessivo
						€ -	€ -

*Tabella 18: Template per il Bill of Material*

Il foglio **Riepilogo Apparati** contiene delle macro aree che identificano le varie tipologie di equipment:

- Nodi di rete nei POP: ciascuna riga identifica un nodo trasmissivo indicato col nome del PoP GARR in cui dovrà essere installato;
- Catena di amplificatori per tratta: ciascuna riga dovrà contenere l'informazione relativa alla somma dei costi della catena di amplificazione completa della tratta;
- Componenti sistema NMS: le righe di questa macro area dovranno essere riempite a cura del fornitore con le componenti del sistema NMS della soluzione proposta.
- Componenti piattaforma SDN: le righe di questa macro area dovranno essere riempite a cura del fornitore con le componenti della piattaforma SDN della soluzione proposta.

Come mostrato in Tabella 19 le prime due colonne contengono l'identificativo e una breve descrizione dell'apparato.

Costo apparati Rete - € 0's									
Tipologia	Breve descrizione apparato riferimento al TCO =>	Costo apparati			Costo Servizi per Anno		Costo Energia	Costo housing	Installazione
		HW	Licenze SW	HW Spare	Hardware Maintenance	Software Maintenance			
		TCO 1	TCO 2	TCO 3	TCO 7	TCO 7	TCO 8	TCO 9	TCO 4
Nodo di rete nei PoP									
PoP-01		€ -	€ -		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -

*Tabella 19: Template per Riepilogo Apparati*

Per ogni elemento i costi andranno ripartiti secondo le seguenti voci:

- Costo apparati:
  - HW (voce TCO 1): Costo hardware dell'apparato;
  - Licenze SW (voce TCO 2): Costo delle licenze software imputabili all'apparato;
  - HW spare (voce TCO 3): Costo degli apparati spare, dovrà essere compilate solo per questi (ultima riga di ciascuna macro area).
- Costo Servizi per Anno
  - Hardware Maintenance (voce TCO 7): costo annuo del servizio di manutenzione hardware;
  - Software Maintenance (voce TCO 7): costo annuo del servizio di manutenzione software.
- Costo Energia (voce TCO 8): il costo energetico annuo, che sarà sostenuto da GARR, deve essere stimato in base ai consumi degli apparati a 25°C come dichiarati nella documentazione richiesta per l'Offerta Tecnica e al valore di riferimento di 0.50€ al kWh.
- Costo housing (voce TCO 9): il costo annuo di Housing, che sarà sostenuto da GARR, deve essere stimato in base allo spazio rack necessario e al costo di riferimento di 1000€/anno per ogni spazio 60x30x220 cm e 2000€/anno per ogni spazio 60x60x220 cm.
- Installazione, collaudo e attivazione (voce TCO 4): questa voce deve comprendere il costo totale dell'installazione degli apparati nei siti, comprensivo di spese di trasporto, cablaggi, servizio specialistico per l'installazione, collaudo e attivazione dei servizi. Si noti che gli apparati devono essere spediti alla loro destinazione finale (PoP e siti GARR);

Si noti che per la macro-area relativa ai costi del sistema NMS e del controller SDN, è richiesto il dettaglio di costo per la parte di energia ma non si richiede la spesa per apparati spare, per il costo di housing.

Il foglio **Hot-swap Tratte** (template in Tabella 20) richiede di essere compilato con i costi aggiuntivi rispetto all'installazione standard, necessari a migrare le tratte operative della rete GARR-X sulla nuova infrastruttura.

Costi di hot swap tratte - € 0's		
Riferimento TCO 5		
Fase	Tratte	Total cost
Fase1	T-10	€ -
Fase2	T-05,T-06,T-07,T-11	€ -

*Tabella 20: Template per Migrazione*

Il foglio **Servizi** (template in Tabella 21) richiede di specificare il costo annuale e per i 6 anni di progetto (voce TCO 7) delle voci relative alle manutenzioni.

Costo dei servizi - € 0's					
Servizi di supporto	Riferimento TCO	Breve descrizione del Servizio	installazione	ricorrente annuale	ricorrente totale per 6 anni
Hardware Maintenance	TCO 7		€ -	€ -	€ -
Software Maintenance	TCO 7		€ -	€ -	€ -

**Tabella 21: Template per Servizi**

Il foglio **Training** (template in Tabella 22) dovrà essere compilato con i costi relativi ai corsi di formazione proposti e forniti dal Costruttore e necessari al personale GARR per operare l'infrastruttura fornita (voce TCO 6).

Training - € 0's					
TCO 6					
Nome corso di formazione	Breve descrizione	n. Max partecipanti	N. cicli	Costo per corso	Total Cost
				€ -	€ -

**Tabella 22: Template per Training**

Il foglio **TCO** (template in Tabella 23) è il riepilogo dei costi della fornitura. Contiene 5 macro-aree di costo:

- Apparati
- Sistema NMS
- Piattaforma SDN
- Progetto
- Maintenance
- Energia e spazio.

Come mostrato nel template in Tabella 23 le colonne indicano:

- elemento di costo (apparato, servizio ecc.);
- riferimento al TCO della voce di costo (*Categoria TCO*);
- caratteristica di spesa di investimento (C) o operativa (O);

Per i costi di investimento (Capex) i totali parziali sono riportati come Una Tantum, mentre per i costi operativi (Opex) si chiede di indicare l'importo annuale e per i 6 anni di progetto.

Calcolo TCO - sommario						
	Categoria TCO	C - Capex O - Opex	Installazione	ricorrente annuale	ricorrente totale per 6 anni	Cost Of Ownership per 6 anni
<b>Apparati</b>						
Nodi di PoP	TCO 1	C				€ 0
Catene Amplificatori	TCO 1	C				€ 0
Licenze	TCO 2	C				€ 0
Spare (di proprietà GARR)	TCO 3	C				€ 0

**Tabella 23: Template per TCO**

Infine, il foglio **Network Upgrade** richiede di fornire l'informazione relativa ai possibili costi di upgrade di alcune configurazioni di nodi. In particolare, si richiede di fornire il costo di upgrade di:

- un nodo con Add/Drop Colorless a uno Add/Drop Colorless/Directionless in un nodo a tre direzioni;

- un nodo di amplificazione in un nodo a due direzioni con sezione A/D;
- un nodo di rete di tipo Pass-Through in un nodo A/D.

### 9.2.2 Guida alla compilazione del Foglio di Sintesi dell'offerta economica

Si richiede di fornire (in pdf e xls) il seguente foglio di sintesi (secondo i Template riportati in Tabella 24 e Tabella 25) che rappresenteranno l'Offerta Economica considerata in fase di aggiudicazione.

Voci di Costo	Tipologia Costo	Tipologia Spesa	Costo (€)
1. <b>Apparati</b>	<b>INV</b>	una tantum	
2. <b>Software</b>	<b>INV</b>	una tantum	
3. <b>Spare</b>	<b>INV</b>	una tantum	
4. <b>Installazione e Migrazione</b>	<b>INV</b>	una tantum	
5. <b>Supporto per installazione e migrazione</b>	<b>INV</b>	una tantum	
<b>COSTO INVESTIMENTO</b>			
6. <b>Training</b>	<b>OPS</b>	una tantum	
7. <b>Costo di manutenzione HW e SW (6 anni)</b>	<b>OPS</b>	ricorrente	
<b>COSTO OPERATIVO (6 anni)</b>			
<b>COSTO TOTALE DELLA FORNITURA</b>			

*Tabella 24: Template Foglio di Sintesi dell'Offerta Economica*

Voci di Costo INDIRETTO	Tipologia Costo	Tipologia Spesa	Costo (€)
8. <b>Costo energetico (6 anni)</b>	<b>OPS</b>	ricorrente	
9. <b>Costo spazio Rack (6 anni)</b>	<b>OPS</b>	ricorrente	
<b>COSTO OPERATIVO INDIRETTO (6 anni)</b>			

*Tabella 25: Template Foglio di Sintesi costi Indiretti*

## 10 CRITERI DI VALUTAZIONE DELLE OFFERTE

### 10.1 Punteggio Tecnico

L'assegnazione del punteggio tecnico complessivo sarà ottenuta mediante la somma pesata dei punteggi aggiudicati separatamente al progetto tecnico nel suo insieme e a sottoinsiemi di requisiti che chiameremo aree tematiche. Il peso complessivo del punteggio tecnico **PT** è di 70 punti.

Il punteggio tecnico verrà attribuito in base al valore tecnologico della soluzione proposta. La soluzione dovrà ottenere un punteggio tecnico superiore ad una soglia minima, come di seguito specificato. La soluzione che non soddisfa questo requisito sarà scartata senza che si sia proceduto alla valutazione dell'offerta economica corrispondente, che non sarà esaminata.

Il punteggio tecnico **P** per dell'offerta (**a**) sarà così calcolato:

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

Dove:

- **P(a)** è il punteggio tecnico non ancora normalizzato attribuito all'offerta (**a**);
- **n** è il numero totale degli elementi premianti (progetto tecnico e aree tematiche);
- **EP<sub>i</sub>** è il peso, ovvero il punteggio attribuito all'elemento premiante (**i**);
- **V<sub>i</sub>(a)** è il coefficiente di prestazione dell'offerta (**a**) rispetto all'elemento premiante (**i**) variabile tra zero e uno, ovvero,

$$V_i(a) = \frac{\sum_{j=1}^m RP_j(a)}{\text{MAX}[\sum_{j=1}^m RP_j(a), \sum_{j=1}^m RP_j(b), \dots, \sum_{j=1}^m RP_j(k)]}$$

Dove:

- **RP<sub>j</sub>(a)** è il punteggio ottenuto per il requisito premiante j-esimo dall'offerta (**a**);
- **m** è il numero totale dei requisiti premianti dell'i-esima area tematica;
- **MAX[ $\sum_{j=1}^m RP_j(a), \sum_{j=1}^m RP_j(b), \dots, \sum_{j=1}^m RP_j(k)$ ]** è il massimo valore ottenuto per il medesimo elemento premiante j-esimo fra tutte le offerte.

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

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

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

Un'offerta, per essere accettata, deve ottenere un valore di punteggio tecnico normalizzato **PT(a) ≥ 40**.

### 10.1.1 Elenco degli elementi premianti

Gli elementi tecnici premianti sono il Progetto Tecnico nel suo insieme e le aree tematiche. Di seguito sono elencati gli elementi che contribuiscono all'assegnazione del punteggio con il loro peso. Nel caso delle aree tematiche, per ciascuna di esse è elencata la lista dei requisiti che ne fanno parte. Per completezza sono elencati tutti i requisiti, siano essi premianti, vincolanti o informativi. Resta inteso che solo i requisiti etichettati come premianti partecipano alla somma del punteggio. I requisiti vincolanti devono essere soddisfatti pena l'esclusione dalla competizione. Quelli informativi, pur essendo importanti per chiarire il contesto della soluzione proposta, non partecipano all'assegnazione del punteggio.

**EP1** Progetto Tecnico **[totale 20 punti]**

**EP2** Funzionalità di Rete **[totale 25 punti]**

Requisiti: da R1 a R63.

**EP3** Gestione della Rete **[totale 15 punti]**

Requisiti: da R64 a R87.

**EP4** Piano di Realizzazione e Offerta Servizi **[totale 10 punti]**

Requisiti: da R94 a R116.

Per quanto riguarda il progetto tecnico (**EP1**) saranno valutate la chiarezza e la completezza della proposta e in particolare:

1. conformità con l'architettura e il disegno di rete presentato nel Capitolo 3;
2. aderenza al modello organizzativo, operativo e al contesto GARR riportato in Capitolo 2;
3. riscontro su gli elementi architetture e sul modello di rete indicati nel paragrafo 3.1;
4. aderenza agli elementi tecnici illustrati nel Capitolo 4;
5. completezza nelle descrizioni degli elementi architetture;
6. completezza nelle descrizioni degli aspetti funzionali;
7. completezza nei dettagli implementativi e operativi;
8. chiarezza nella presentazione delle potenzialità della soluzione in termini di performance, scalabilità e capacità supportata;
9. chiarezza nella presentazione dei margini operativi previsti;
10. esaustività dei riferimenti tecnici rispetto alla soluzione proposta e alla documentazione.

Qui di seguito si riportano le aree tematiche indirizzate all'interno di ciascun elemento premiante.

#### **Funzionalità di Rete – EP2**

- Resilienza ed Estendibilità
- Disegno di Rete
- Open Optical Line System
- Network Interfaces – Transponders and DCI

- Alien Wave e Spectrum Sharing
- Architettura hardware e dei nodi
- Spazi / Alimentazione

### **Gestione della rete – EP3**

- Control Plane
- NMS – Design and Architecture
- NMS – Hardware and Operating System
- Software
- API e SDN
- Tools

### **Piano di Realizzazione e Offerta Servizi – EP4**

- Servizi Assistenza Specialistica e Manutenzione
- Training
- Supporto all'installazione
- Hot-swap tratte in esercizio

## **10.2 Il Punteggio Economico**

Il punteggio economico verrà attribuito in base ai costi presentati dai Fornitori nel Foglio di Sintesi dell'Offerta Economica (paragrafo 9.2.2).

Il peso del punteggio economico **PE** è di 30 punti.

$$PE = 30$$

Il calcolo del punteggio economico normalizzato complessivo **PE(a)** dell'offerta a-esima sarà calcolato secondo la formula:

$$PE(a) = \frac{C_{tco}^{min}}{C_{tco}(a)} \times PE$$

Il total cost ownership (TCO) **C<sub>tco</sub>(a)** dell'offerta a-esima sarà calcolato secondo la seguente formula:

$$C_{tco}(a) = C_{inv}(a) + C_{ops}(a) + C_{energia}(a) + C_{spazio}(a)$$

dove si è indicato con:

- **C<sub>inv</sub>(a)** il costo di investimento dell'offerta a-esima
- **C<sub>ops</sub>(a)** il costo operativo dell'offerta a-esima calcolata su 6 anni
- **C<sub>energia</sub>(a)** il costo dell'energia imputabile all'offerta a-esima calcolata su 6 anni
- **C<sub>spazio</sub>(a)** il costo dello spazio rack imputabile all'offerta a-esima calcolata su 6 anni
- **C<sub>tco</sub><sup>min</sup>** il total cost of ownership totale minimo tra tutte le offerte.

Nei paragrafi successivi è riportato il dettaglio sui vincoli per i costi di investimento e operativi.

### 10.2.1 Costo spesa 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):

$$C_{inv}(a) < BdA_{inv}.$$

### 10.2.2 Costo Spesa Operativa

Il Costo per l'operatività  $C_{ops}(a)$  dell'offerta a-esima calcolata su 6 anni dovrà essere, pena l'esclusione, inferiore alla Base d'Asta relativa ai costi operativi ( $BdA_{ops}$ ) indicata in (Tabella 1):

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

## 10.3 Valutazione Offerta

Il punteggio complessivo per ogni offerta è pari alla somma del Punteggio Tecnico normalizzato (paragrafo 10.1) e del Punteggio Economico normalizzato (paragrafo 10.2).

$$P_{complessivo}(a) = PT(a) + PE(a)$$

Allegato A. **2003 - DETTAGLIO DELLE TRATTE**

Il file **Allegato A 2003 - Dettaglio delle tratte.xlsx** contiene le informazioni sulle tratte in fibra da equipaggiare con gli apparati oggetto della presente fornitura.

## Allegato B. ***2003 - ANAGRAFICA DEI SITI***

Il file **Allegato B 2003 - Anagrafica dei siti.xlsx** contiene le informazioni sull'ubicazione dei siti GARR interessati all'ampliamento di rete.

### Allegato C. **2003 - DETTAGLIO MIGRAZIONI**

Nel file **Allegato C 2003 - Dettaglio migrazioni.xlsx** contiene il template per fornire i dettagli sull'attività di migrazione delle tratte previste dal piano di realizzazione.

## Allegato D. **2003 - INFORMAZIONI TECNICHE**

Il file **Allegato D 2003 - Informazioni Tecniche.xlsx** contiene il template per fornire i dettagli da allegare al Progetto Tecnico.

## Allegato E. *2003 - DETTAGLIO COSTI*

Il file **Allegato E 2003 - Dettaglio costi.xlsx** contiene il template per fornire i dettagli da allegare alla Offerta Economica.