

ST-03-Z1

Specifiche tecniche per la fornitura e messa in opera della rete

*Collaudi
Rete in fibra ottica*

Redatto	Verificato	Approvato
Data:	Data:	Data:
Firma: Vito Loguercio Franco Merlo Silvia Nicastro Andrea Odorizzi	Firma: Andrea Odorizzi	Firma: Cristiano Passerini

Revisione

Certificazione della rete in fibra ottica

Collaudo in fabbrica

Pre-collaudo

Diagramma della potenza retrodiffusa

Lunghezza ottica del collegamento

Attenuazione totale di sezione

Tenuta pneumatica delle muffole

Datasheet di collaudo del kit CWDM

Materiale da consegnare alla Committente

Analisi delle misure da parte della Committente

Collaudo

Ispezioni visive

Rilievo a campione del diagramma di retrodiffusione

Misure a campione di attenuazione di sezione

Misure a campione dell'attenuazione dei giunti

Rilievi a campione della tenuta pneumatica delle muffole

Schemi di misura per la certificazione

Modelli di reportistica per la certificazione

Revisione

Revisioni			
N°	Data	Descrizione	Rif. Paragr.
100	12/08/2020	Emissione documento	

Certificazione della rete in fibra ottica

Di seguito si forniscono le prescrizioni inerenti le misure di collaudo mirate alla verifica della perfetta esecuzione dei lavori relativi ai portanti ottici.

All'inizio e al termine delle opere di realizzazione delle reti verrà su richiesta della Committente effettuata una serie di collaudi sui cavi ottici.

I collaudi saranno articolati come segue:

- collaudo delle bobine di cavo ottico prima della posa (**collaudo in fabbrica** dei cavi oggetto di fornitura) alla presenza della Committente
- misure sui cavi ottici e relative certificazioni fornite dalla ditta appaltatrice a fine lavori e verificate dalla Committente (**pre-collaudo**)
- **collaudo** dell'installato alla presenza della Committente

Di seguito si riportano le modalità che verranno applicate per lo svolgimento delle tre fasi.

Segue un elenco non esaustivo della tipologia dei principali strumenti e accessori di cui l'Appaltatore dovrà disporre per l'esecuzione delle misure richieste sia in fase di Precollaudo che di Collaudo. Si precisa che per ogni strumento di misura utilizzato durante tutte le fasi di collaudo l'Appaltatore dovrà fornire alla Committente i certificati di taratura.

- OTDR con modulo monomodale alla lunghezza d'onda di 1550 nm
- Power meter con TX monomodale alla lunghezza d'onda di 1550 nm
- bobina di lancio con lunghezza $\geq 300\text{m}$
- Kit di pulizia per connettori
- bombola di gas elio, rilevatore di gas elio con sensibilità minima di 50 ppm

In caso di impianti predisposti per veicolare lunghezze d'onda conformi alla griglia ITU G.694.2 è altresì richiesto

- OTDR con moduli atti a misurare i parametri caratteristici del portante ottico descritti di seguito alle lunghezze d'onda previste sull'impianto

Collaudo in fabbrica

La ditta appaltatrice, una volta in possesso delle bobine di cavo ottico (certificate dal costruttore) deve tempestivamente comunicare la disponibilità del materiale al Committente.

Il Committente si riserva di procedere al collaudo presso il Fornitore dei cavi nelle modalità descritte nell'apposito documento della presente Norma.

Il collaudo sarà effettuato analizzando le certificazioni fornite dal costruttore e il diagramma della potenza retrodiffusa ottenuto mediante l'utilizzo di uno strumento OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) con sorgente LD (Laser Diode) operante in seconda e terza finestra ottica, che la ditta appaltatrice deve mettere a disposizione.

In caso di esito positivo, le misure effettuate verranno acquisite dalla Committente e dalla ditta appaltatrice e si potrà procedere alla posa dei cavi ottici.

In caso di esito negativo, su ad esempio una bobina, la stessa dovrà essere sostituita dalla ditta appaltatrice con una equivalente e conforme a quanto previsto nella presente Specifica Tecnica, senza che nessun onere aggiuntivo, di qualsiasi natura, possa essere richiesto alla Committente. Eventuali ritardi sulla consegna dei lavori dovuti a questa causa non saranno ritenuti giustificati.

Pre-collaud

Al termine della posa, dell'attestazione e terminazione di ogni segmento di cavo ottico, la ditta appaltatrice deve provvedere alla **certificazione del 100% delle fibre ottiche** di ogni cavo.

La certificazione consiste nell'effettuare, per ogni fibra del cavo, le seguenti misure:

- diagramma della potenza retrodiffusa
- lunghezza ottica del collegamento
- attenuazione totale di sezione (solo per le fibre ottiche terminate)
- Tenuta pneumatica delle muffole

Tutte le misure devono essere effettuate nelle idonee frequenze di lavoro (seconda finestra, lunghezza d'onda di 1310 nm, terza finestra ottica ,lunghezza d'onda di 1550 nm, lunghezze ottiche specificate nella raccomandazione ITU G.694.2 a seconda delle indicazioni della Committente) e IOR idoneo ad effettuare la corretta misura. Per le misure su lunghezze ottiche specificate in G.694.2 va utilizzato IOR pari a 1,46750.

Deve inoltre essere certificata la tenuta pneumatica di ogni muffola.

Diagramma della potenza retrodiffusa

Il diagramma della potenza retrodiffusa deve essere ottenuto mediante l'utilizzo di uno strumento OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) con sorgente LD (Laser Diode) operante alle lunghezze d'onda necessarie ad effettuare le misure richieste.

L'uscita dello strumento di misura (OTDR) deve essere collegata alla bussola del patch-panel di permutazione relativa alla fibra da misurare tramite una bobina di lancio, di lunghezza non inferiore a 300 metri, e connettorizzata lato patch-panel con un connettore SC.

La fibra ottica della bobina di lancio deve avere le stesse specifiche trasmissive delle fibre che equipaggiano i segmenti di cavo ottico.

Il diagramma della tratta sotto misura, una volta visualizzato per l'intero percorso (compresa la bobina di lancio) deve essere utilizzato per verificare che l'attenuazione della fibra sia **uniformemente distribuita**, a meno dei punti interessati dalle giunzioni fra fibre ottiche. La mancanza di eventuali attenuazioni concentrate, non giustificabili da

terminazioni o giunti, confermerà la esecuzione della posa a regola d'arte e la qualità della fibra.

I diagrammi dovranno essere anche riportati su appositi modelli forniti dalla Committente che costituiranno parte integrante della certificazione di collaudo.

Per quanto riguarda l'allegare immagini dei diagrammi al modello fornito dalla committente si precisa che

- la traccia OTDR del diagramma della potenza retrodiffusa dovrà essere rappresentata utilizzando una **scala appropriata** mediante il metodo grafico della curva rappresentante il diagramma di retrodiffusione;
- i marker utilizzati per le misure di cui sopra dovranno essere opportunamente evidenziati

Ogni singolo diagramma di retrodiffusione dovrà essere corredato da una tabella in cui vi siano specificati tutti parametri in misura richiesti dalla presente Norma comprendendo, oltre che la data in cui è stata eseguita la misura e il numero di fibra in misura di cui fa parte la fibra misurata. La tabella deve essere sempre riportata in un foglio unico unitamente al relativo diagramma di retrodiffusione

Lunghezza ottica del collegamento

La lunghezza ottica del collegamento deve essere rilevata sul diagramma di retrodiffusione posizionando il **primo marker** (M1) di misura immediatamente prima del picco di Fresnel creato dal connettore di inizio segmento e il **secondo marker** (M2) di misura immediatamente prima del picco di Fresnel relativo al connettore di fine tratta o del giunto a fusione (questo nei casi in cui le fibre non terminate di un segmento vengano tra loro giuntate per creare un loop ottico).

Per ogni tratta, sarà sufficiente caratterizzare gli elementi di una sola fibra ottica la quale sarà opportunamente scelta per ogni rilievo.

I diagrammi dovranno essere riportati su appositi modelli forniti dalla Committente che costituiranno parte integrante della certificazione di collaudo.

Attenuazione totale di sezione

La misura deve essere effettuata esclusivamente per le fibre ottiche terminate ai due estremi.

Tale misura deve essere realizzata bidirezionalmente misurando la potenza retrodiffusa con un OTDR adeguato ad operare a tutte le lunghezze d'onda richieste per verificare l'impianto.

Il valore di misura ottenuto per ogni fibra deve essere riportato sul modello fornito dalla

committente. A fianco ad ogni misura deve essere inoltre riportato il valore massimo atteso, che deve essere calcolato come di seguito

L'attenuazione totale di sezione $A(\lambda)$, relativa ad ogni fibra ottica terminata, è definita come

$$A(\lambda) = 2 \cdot A_{Con} + \sum_{Giunti} A_G + \sum_{Mux} A_{Mux}^{(\lambda)} + \alpha(\lambda) \cdot L$$

Misurata in dB. Essa deve essere sempre inferiore al al valore dell'attenuazione di sezione massima, $A_{MAX}(\lambda)$, calcolato attraverso la seguente formula:

$$A_{MAX}(\lambda) = 2 \cdot A_{Con}^{MAX} + N_G \cdot A_G^{MAX} + N_{Mux}^{Pass} \cdot A_{Mux}^{MAX Pass} + N_{Mux}^{AD} \cdot A_{Mux}^{MAX AD} + \alpha(\lambda) \cdot L$$

ove

- A_{Con}^{MAX} è la attenuazione prevista per un connettore sempre inferiore a $A_{Con}^{MAX} = 0,5 \text{ dB}$
- N_G è il numero di giunti **non allestiti con kit CWDM** della tratta
- A_G è la attenuazione prevista per un giunto sempre inferiore a $A_G^{MAX} = 0,07 \text{ dB}$
- N_{Mux}^{Pass} è il numero di giunti della tratta da misurare **allestiti con kit CWDM** e in cui la specifica λ in esame non viene estratta dal percorso di dorsale
- $A_{Mux}^{MAX Pass}$ è la attenuazione massima prevista per un giunto **allestito con kit CWDM** in cui la specifica λ in esame non viene estratta dal percorso di dorsale. Il suo valore è pari a $0,7 \text{ dB}$
- N_{Mux}^{AD} è il numero di giunti della tratta da misurare **allestiti con kit CWDM** e in cui la specifica λ in esame viene estratta dal percorso di dorsale
- $A_{Mux}^{MAX AD}$ è la attenuazione massima prevista per un giunto **allestito con kit CWDM** in cui la specifica λ in esame viene estratta dal percorso di dorsale. Il suo valore è pari a $0,4 \text{ dB}$
- $\alpha(\lambda)$ è la attenuazione specifica della fibra alla λ oggetto di misura
- L è la lunghezza ottica del collegamento

Ne consegue che l'attenuazione totale di sezione sarà accettabile se

$$A(\lambda) \leq A_{MAX}(\lambda) = 1 + N_G \cdot 0,07 + N_{Mux}^{Pass} \cdot 0,7 + N_{Mux}^{AD} \cdot 0,4 + \alpha(\lambda) \cdot L$$

Ove l'attenuazione specifica deve essere calcolata come da tabella che segue

α dB/Km	λ nm
0,28	1610
0,28	1590

0,26	1570
0,25	1550
0,27	1530
0,28	1510
0,30	1490
0,32	1470
0,37	1310

Tenuta pneumatica delle muffole

La ditta Appaltatrice dovrà garantire che tutte le muffole presenti nell'impianto siano a tenuta stagna.

A tal fine si dovrà immettere in ogni muffola gas elio alla sovrappressione di 500 hPa e verificare dopo circa 15 minuti che non vi siano delle perdite con l'ausilio di un rilevatore d'elio.

Datasheet di collaudo del kit CWDM

In caso di presenza di kit CWDM nell'impianto è necessario riportare nella documentazione copia scansionata del modello di collaudo relativo ad ogni singolo kit

Materiale da consegnare alla Committente

Una volta terminate le misure, l'Appaltatore consegnerà alla Committente la documentazione completa delle certificate di collaudo prodotte, su supporto elettronico, con allegate le curve misurate in formato SOR.

I moduli relativi a questa documentazione sono pubblicati sul sito di Lepida

Analisi delle misure da parte della Committente

La Committente, in questa fase, analizzerà la documentazione consegnata dalla ditta appaltatrice per effettuare le opportune valutazioni sull'esecuzione a regola d'arte delle opere di posa, di giunzione e di terminazione dei cavi ottici.

Si precisa che, qualora vengano riscontrati dalla Committente **condizioni fuori specifica di collaudo**, qualunque ne sia la causa, l'Appaltatore dovrà sostituire l'intera pezzatura di cavo e/o rigiuntarla e terminarla senza pretendere nessun compenso di qualsiasi natura.

Collaudo

Il collaudo funzionale definitivo verrà effettuato alla presenza della Committente o di un suo incaricato e della ditta appaltatrice.

Le fasi previste per il collaudo sono:

- ispezione visiva delle terminazioni e attestazione delle fibre agli armadi di nodo e all'interno delle muffole
- rilievo a campione del diagramma di retrodiffusione
- misure a campione dell'attenuazione di sezione
- misure a campione dell'attenuazione dei giunti
- rilievi a campione della tenuta pneumatica delle muffole

Per le infrastrutture civili il collaudo verrà eseguito a richiesta della Committente verificando la corretta installazione dei manufatti di nuova posa e la rispondenza alle indicazioni e alle specifiche del presente documento. Potranno essere oggetto dell'ispezione visiva:

- pozzetti e chiusini di nuova posa
- tubazioni o manufatti esistenti che sono stati utilizzati previo ripristino
- tubazioni e canalette di nuova posa
- infrastrutture civili all'interno degli edifici
- Armadi e borchie di giunzione/terminazione

Di seguito si riportano le modalità di collaudo dei materiali ottici.

Ispezioni visive

Successivamente all'analisi delle misure, saranno effettuati dei sopralluoghi all'interno dei locali delle sedi interessate alla connessione in rete, dove sono posizionati gli armadi di nodo, e all'esterno, dove sono posizionate i giunti di giunzione/spillamento/derivazione dei cavi ottici; per questi ultimi, i sopralluoghi saranno effettuati a campione e comunque a discrezione del collaudatore e/o della Committente.

Durante i vari sopralluoghi, sarà verificata l'avvenuta realizzazione a regola d'arte di quanto segue:

- l'ingresso dei cavi ottici negli armadi e nei giunti
- Il fissaggio dei minitubi alle tubazioni che li contengono quindi il fissaggio dei minicavi al minitubi che li ospitano
- La protezione meccanica delle scorte cavo
- la ricchezza dei cavi ottici e loro fissaggio all'interno degli armadi e dei giunti
- la sguainatura e attestazione dei cavi ottici
- l'allocatione delle ricchezze delle fibre ottiche entro i cassette ottici e all'interno dei moduli di giunzione dei giunti

- la protezione del giunto tra ogni fibra e la relativa semibretella

Sarà verificato infine che i cavi ottici in ingresso e/o uscita dai giunti, nonché i cassetti ottici di terminazione e i relativi connettori siano identificati con **idonee etichette** poste sulla parte visibile del singolo componente. Al termine del collaudo sarà redatto congiuntamente un apposito verbale che attesti la conformità dell'impianto alle Specifiche Tecniche.

In caso di collaudo con esito negativo, l'Appaltatore sarà tenuto, a regolarizzare le anomalie riscontrate e ad eseguire le misure che attestino la rimozione delle non conformità, nei tempi e modi concordati con la Committente.

Rilievo a campione del diagramma di retrodiffusione

La Committente richiederà alla ditta di eseguire a campione rilievi del diagramma di retrodiffusione in ogni segmento di cavo ottico interessato, con OTDR di proprietà della ditta appaltatrice. I rilievi potranno essere richiesti sia per le fibre terminate che per le fibre in pig-tail. Il numero di campioni rilevati sarà minore o uguale al 20% delle fibre ottiche di ogni segmento di cavo e sarà a discrezione della Committente.

Anche le fibre ottiche da sottoporre a misura saranno scelte incondizionatamente della Committente.

Misure a campione di attenuazione di sezione

Il Committente richiederà alla ditta di eseguire a campione una serie di misure di attenuazione di sezione per ogni segmento di cavo ottico.

Il numero di campioni misurati sarà minore o uguale al 20% delle fibre ottiche terminate di ogni segmento di cavo e sarà a discrezione del Committente.

Anche le fibre ottiche terminate da sottoporre a misura saranno scelte incondizionatamente del Committente. Le misure dovranno essere effettuate dalla ditta, in presenza del Committente o da un suo incaricato secondo le modalità precedentemente descritte.

Misure a campione dell'attenuazione dei giunti

Il Committente richiederà alla ditta appaltatrice di eseguire a campione misure bidirezionali dei giunti con la tecnica della retrodiffusione con OTDR di proprietà della stessa ditta appaltatrice.

Le misure potranno essere richieste sia per le fibre terminate che per le fibre non terminate. Il numero di misure da effettuare sarà minore o uguale al 20% delle fibre ottiche di ogni segmento di cavo contenente il giunto e sarà a discrezione del Committente.

Anche le fibre ottiche da sottoporre a misura saranno scelte incondizionatamente del Committente.

La maschera d'accettazione delle misure di attenuazione di giunti prevede

% misure	Ag, Attenuazione evidenziata dalla misura monodirezionale dei giunti
70%	$Ag (db) \leq 0,07 db$
20%	$0,07 < Ag (db) \leq 0,15$
10%	$0,15 < Ag (db) \leq 0,30$

Le percentuali di cui sopra sono riferite considerando come 100% la totalità delle fibre ottiche prese in esame per singola tratta in misura.

Saranno ritenute non accettabili e quindi invalideranno il collaudo le percentuali riferite alla sommatoria delle misure effettuate considerando fibre ottiche rilevate da più tratte.

La verifica di quanto sopra per ogni giunto conferma l'esecuzione a regola d'arte del giunto stesso.

Rilievi a campione della tenuta pneumatica delle muffole

Verrà effettuata una misura a campione della tenuta pneumatica su un numero di muffole che verrà stabilito a discrezione della Committente.

Verrà considerata non regolare la rilevazione di una perdita di almeno 100 ppm. rilevata con uno rivelatore d'elio con sensibilità pari a 50 ppm.

Schemi di misura per la certificazione

Di seguito si rappresenta lo schema da adottare per l'esecuzione delle misure di cui sopra, con evidenza dei dei marker da utilizzare.

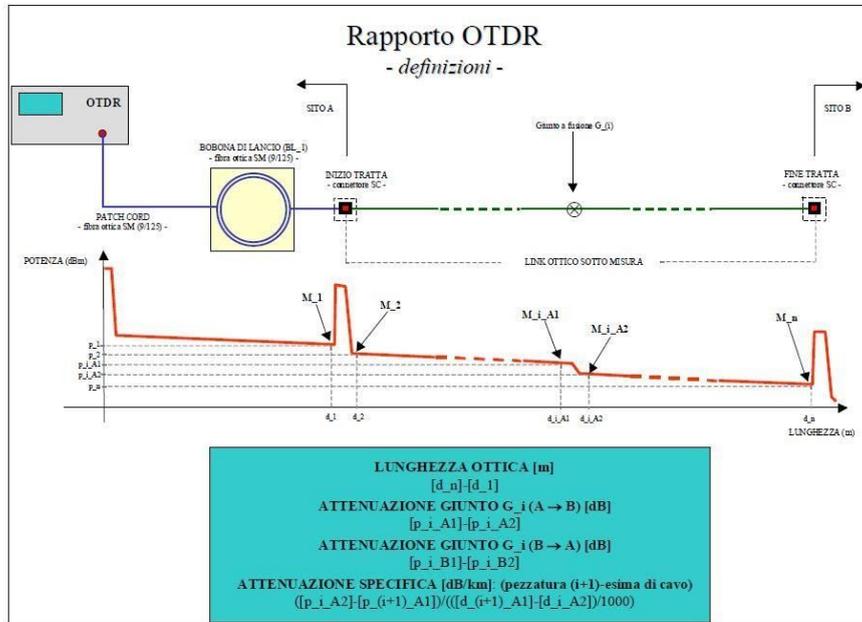


Figura 1 – Schema di misura: report OTDR

Modelli di reportistica per la certificazione

I modelli di reportistica per la certificazione devono riportare in maniera chiara le seguenti informazioni minime:

Data della certifica	gg/mm/aaaa
Collegamento	es. punto iniziale (A) – punto finale (B)
Direzione della misura	es. A -> B
Fibra ottica	es. 1
Lunghezza d'onda	es. 1550 nm
Scala di misura	es. 25 km
Indice di rifrazione	1.46750
Ampiezza dell'impulso	es. 100 ns
Strumento utilizzato	Marca e modello