

	<b>GLOBAL STANDARD</b>	Pagina 1 di 28
	<b>PRESCRIZIONI PER IL COLLAUDO DEL CAVO OTTICO DIELETTRICO AUTOPORTANTE (ADSS) PER LINEE ELETTRICHE AEREE MT E BT</b>	<b>GSCF010</b> Rev. 0 14/06/2016

**PRESCRIZIONI PER IL COLLAUDO DEL CAVO  
OTTICO DIELETTRICO AUTOPORTANTE (ADSS)  
PER LINEE ELETTRICHE AEREE MT E BT**

Revisione	Natura della modifica
0	Prima emissione

	Elaborated by	Verified by	Approved by
<b>Solution Development Center</b>		<b>L. Foddai R. Emma</b>	<b>I. Gentilini</b>
<b>Progetto Fibra Ottica</b>	<b>V. Spinelli</b>		<b>A. Birga</b>
<b>Global I&amp;N – NT/NCS</b>			<b>F. Giammanco</b>

Questo documento è proprietà intellettuale della società ENEL SpA; ogni riproduzione o divulgazione dello stesso dovrà avvenire con la preventiva autorizzazione della suddetta società la quale tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.  
Questo documento è ad Uso Interno

	<b>GLOBAL STANDARD</b>	Pagina 2 di 28
	<b>PRESCRIZIONI PER IL COLLAUDO DEL CAVO OTTICO DIELETTRICO AUTOPORTANTE (ADSS) PER LINEE ELETTRICHE AEREE MT E BT</b>	<b>GSCF010</b> Rev. 0 14/06/2016

## INDICE

### **1. GENERALITA'**

- 1.1 Scopo e campo di applicazione delle prescrizioni
- 1.3 Rispondenza a Norme e Unificazioni
- 1.3 Definizioni
- 1.4 Sistemi di qualità

### **2. REQUISITI FUNZIONALI**

- 2.1 Generalità
- 2.2 Cavo ottico
- 2.3 Fibre ottiche
- 2.4 Morsetteria e accessori
- 2.5 Diametro del cavo ottico
- 2.6 Caratteristiche dei materiali impiegati
- 2.7 Resistenza alla corrosione degli accessori realizzati in materiale metallico

### **3. COLLAUDO**

- 3.1 Elenco delle prove
- 3.2 Prove di tipo
- 3.3 Prove di accettazione
  - 3.3.1 Generalità
  - 3.3.2 Criteri di campionamento e d'accettazione
- 3.4 Ripetizione delle prove di tipo

### **4. PROCEDURA DI PROVA**

- 4.1 Esame visivo del cavo ottico e controllo delle caratteristiche costruttive
- 4.2 Verifica del diametro esterno del cavo ottico
- 4.3 Verifica della massa del cavo ottico
- 4.4 Verifica dei materiali del cavo ottico e degli accessori
- 4.5 Verifica dimensionale delle fibre ottiche
- 4.6 Verifica delle caratteristiche trasmissive delle fibre ottiche
- 4.7 Prove sulle guaine di polietilene
  - 4.7.1 Controllo delle caratteristiche meccaniche delle guaine con e senza invecchiamento in stufa ad aria

	<b>GLOBAL STANDARD</b>	Pagina 3 di 28
	<b>PRESCRIZIONI PER IL COLLAUDO DEL CAVO OTTICO DIELETTRICO AUTOPORTANTE (ADSS) PER LINEE ELETTRICHE AEREE MT E BT</b>	<b>GSCF010</b> Rev. 0 14/06/2016

- 4.7.2 Prova di flessibilità a bassa temperatura
- 4.7.3 Prova d'urto a bassa temperatura
- 4.7.4 Controllo della massa volumica
- 4.7.5 Controllo del contenuto di nerofumo
- 4.7.6 Prova di resistenza alle screpolature dovute alle sollecitazioni ambientali
- 4.7.7 Verifica dello spessore
- 4.8 Prove sui materiali dielettrici interni costituenti il cavo ottico
- 4.8.1 Verifica del rapporto peso/metro degli elementi di tenuta meccanica (filati aramidici) del cavo ottico
- 4.9 Prove sul cavo ottico completo
- 4.9.1 Prova d'abrasione del cavo ottico
- 4.9.2 Prova di tenuta alla penetrazione dell'acqua
- 4.9.3 Controllo del gocciolamento del tamponante (drip test)
- 4.9.4 Prova d'urto (impact test)
- 4.9.5 Prova di flessione ripetuta (repeated bending)
- 4.9.6 Prova di torsione (torsion test)
- 4.9.7 Prova di schiacciamento (crush test)
- 4.9.8 Controllo della durezza della stampigliatura
- 4.9.9 Prova di piegatura del cavo ottico (cable bend)
- 4.9.10 Prova di cappio (kink test)
- 4.9.11 Prova di trazione
- 4.9.11.a Prova di trazione a  $T_{avmax}$
- 4.9.12 Prova di resistenza alla penetrazione di pallini di piombo conseguenti a colpi di fucile
- 4.9.13 Rilievo del modulo elastico E
- 4.9.14 Prova di vibrazione eolica
- 4.9.15 Verifica dell'attenuazione delle fibre ottiche a prefissati carichi meccanici
- 4.9.16 Prova di passaggio in carrucola
- 4.9.17 Prova di installazione su una linea in esercizio

**APPENDICE A**

**APPENDICE B**

**ALLEGATO I**

	<b>GLOBAL STANDARD</b>	Pagina 4 di 28
	<b>PRESCRIZIONI PER IL COLLAUDO DEL CAVO OTTICO DIELETTRICO AUTOPORTANTE (ADSS) PER LINEE ELETTRICHE AEREE MT E BT</b>	<b>GSCF010</b> Rev. 0 14/06/2016

## 1. GENERALITÀ

### 1.1 Scopo e campo di applicazione delle prescrizioni

Le presenti prescrizioni hanno lo scopo di stabilire le modalità di collaudo dei cavi dielettrici autoportanti a fibre ottiche (ADSS), per linee elettriche aeree a media e bassa tensione nell'ambito del territorio Italia.

Esse devono essere applicate tenendo conto di quanto stabilito nel Global Standard GSCF001.

Le prescrizioni vengono corredate di una specifica (Allegato I) per la verifica dell'efficienza del collegamento ottico ad impianto ultimato.

### 1.2 Rispondenza a Norme e Unificazioni

- Unificazione ENEL (UE): GSCF001, GSCF011, GSCF012, DM 3295, DM 3300.
- CEI EN 50182 "Conductors for overhead lines -Round wire concentric lay stranded conductors"
- CEI EN 60794-1-1 "Optical fibre cables" - Part 1-1:Generic specification– General.
- CEI EN 60794-1-2 (2003) "Optical fibre cables"-Part 1-2:Generic specification–Basic optical cable test procedures.
- CEI EN 60794-1-2 (2014) "Optical fibre cables" -Part 1-2: Generic specification – Cross reference table for optical cable test procedures.
- IEC 60794-1-20 Optical fibre cables - Part 1-20: Generic specification - Basic optical cable test procedures - General and definitions.
- IEC 60794-1-22 Optical fibre cables - Part1-22: Generic specification - Basic optical cable test procedures - Environmental tests methods.
- CEI EN 60794-1-23 Optical fibre cables - Part 1-23: Generic specification - Basic optical cable test procedures - Cable element test methods.
- CEI EN 60794-3 Optical fibre cables - Part 3: Sectional specification - Outdoor cables.
- CEI EN 60794-3-10 Optical fibre cables - Part 3-10: Outdoor cables - Family specification for duct, directly buried and lashed aerial optical telecommunication cables.
- CEI EN 60794-4 Optical fibre cables - Part 4: Sectional specification - Aerial optical cables along electrical power lines.
- CEI EN 60794-4-20 Optical fibre cables - Part 4-20: Aerial optical cables along electrical power lines - Family specification for ADSS (All Dielectric Self Supported) optical cables.
- CEI EN 60793-1-1 Parte 1-1: Metodi di misura e procedure di prova - Generalità e guida.
- CEI EN 60793-1-20 Parte 1-20: Metodi di misura e procedure di prova - Geometria della fibra.
- CEI EN 60793-1-21 Parte 1-21: Metodi di misura e procedure di prova - Geometria del rivestimento.
- CEI EN 60793-1-40 Parte 1-40: Metodi di misura e procedure di prova – Attenuazione.
- CEI EN 60793-1-42 Parte 1- 42: Metodi di misura e procedure di prova -Dispersione cromatica.
- CEI EN 60793-1-44 Parte 1-44: Metodi di misura e procedure di prova - Lunghezza d'onda di taglio.

	<b>GLOBAL STANDARD</b>	Pagina 5 di 28
	<b>PRESCRIZIONI PER IL COLLAUDO DEL CAVO OTTICO DIELETTRICO AUTOPORTANTE (ADSS) PER LINEE ELETTRICHE AEREE MT E BT</b>	<b>GSCF010</b> Rev. 0 14/06/2016

- CEI EN 60793-1-45 Parte 1-45: Metodi di misura e procedure di prova - Diametro del campo modale.
  - CEI EN 60793-2 Parte 2: Specifiche di prodotto – Generalità.
  - CEI EN 60793-2-50 Parte 2-50: Specifiche di prodotto - Specifica settoriale per fibre monomodo di classe B.
  - IEC 60708 Low-frequency cables with polyolefin insulation and moisture barrier polyolefin sheath..
  - CEI 7-6: “Prove sulla zincatura”
  - CEI 20-34/1: “Metodi di prova per materiali isolanti e di guaina dei cavi elettrici - Parte 1: Metodi di prova per applicazioni generali”
  - CEI 20-34/4: “Metodi di prova per materiali isolanti e di guaina dei cavi elettrici - Parte 4: Metodi di prova per mescole di polietilene e di polipropilene”
  - CEI 20-34/5: “Metodi di prova per materiali isolanti e di guaina dei cavi elettrici - Parte 5: Metodi specifici per le miscele tamponanti”
  - CEI 42-4” Tecniche di prova ad alta tensione. Parte 1: Definizioni e prescrizioni generali relative alle prove”
  - IEC 304/HD 402S2 (1984): “Standard colours for insulation for low-frequency cables and wires”.
  - IEC 1284:“Overhead lines - Requirements and tests for fittings”
  - ISO 9001:“Sistemi qualità - Criteri per l’assicurazione (o garanzia) della qualità nella progettazione, sviluppo, fabbricazione, installazione ed assistenza”.
  - ITU-T/G.650:“Definition and test method for the relevant parameters of single mode fibres”.
  - ITU-T/G.652:“Characteristics of a single mode optical fibre cables”
  - ASTM D518-86: Rubber deterioration surface cracking
  - ASTM D745-87:Test metod for brittleness temperature of plastic and elastomers by impact
- Inoltre, per quanto non specificato, valgono le relative prescrizioni ENEL e CEI.

### 1.3 Definizioni

Nel seguito il cavo ottico dielettrico autoportante a fibre ottiche (ADSS) viene brevemente denominato cavo ottico. Nel seguito per accessori si intendono tutti quei componenti metallici e non (dispositivi ausiliari di fissaggio, scatole di giunzione da installare sui sostegni, tubi di protezione lungo le calate, ecc.) utilizzati per fissare i cavi ottici ai sostegni di linea.

### 1.4 Sistemi di qualità

Il Sistema di qualità utilizzato dai Costruttori dei cavi ottici deve essere conforme alla Norma ISO 9001.

## 2. REQUISITI FUNZIONALI

### 2.1 Generalità

Il cavo ottico deve mantenere inalterate nel tempo, ed in tutte le condizioni di esercizio e manutenzione, le prestazioni nominali. Esso deve essere in grado di sopportare, senza danneggiarsi né danneggiare i

	<b>GLOBAL STANDARD</b>	Pagina 6 di 28
	<b>PRESCRIZIONI PER IL COLLAUDO DEL CAVO OTTICO DIELETTRICO AUTOPORTANTE (ADSS) PER LINEE ELETTRICHE AEREE MT E BT</b>	<b>GSCF010</b> Rev. 0 14/06/2016

componenti delle linee elettriche aeree, le sollecitazioni derivanti dalle condizioni d'esercizio e manutenzione, quali:

- i carichi meccanici statici e dinamici;
- le sollecitazioni elettriche dovute sia alla tensione a frequenza industriale applicata continuamente, sia a sovratensioni di origine interna ed esterna;
- le temperature di esercizio;
- l'azione degli agenti atmosferici (vento , ghiaccio, ecc);
- le azioni derivanti dall'impatto di pallini di piombo conseguenti a colpi di fucile.

## **2.2 Cavo ottico**

Il cavo ottico deve essere conforme a quanto riportato nel Global Standard GSCF001 e deve essere opportunamente progettato per resistere alla penetrazione da pallini di piombo conseguenti a colpi di fucile. Esso deve essere idoneo ad essere installato lungo le linee elettriche aeree a media e bassa tensione.

Deve essere fornito completo di morsetteria idonea di tipo preformato e da tutti gli accessori (dispositivi ausiliari di fissaggio, scatole di giunzione da installare sui sostegni, tubi di protezione lungo le calate, ecc.).

Il cavo, in prossimità delle scatole di giunzione installate sui sostegni, deve essere ulteriormente e opportunamente protetto contro colpi di fucile e atti di vandalismo.

Le modalità di discesa devono essere conformi con quanto riportato nel Global Standard GSCF001, per quanto applicabile. Le scatole di giunzione devono essere conformi alla Tabella UE DM 3295, per quanto applicabile. Il cavo deve essere tale da sopportare le azioni specificate al punto 2.1 delle presenti prescrizioni, senza danneggiarsi, allentarsi, festionarsi e subire variazioni alcuna nelle caratteristiche trasmissive delle fibre ottiche.

Il colore della guaina del cavo deve essere uniforme e deve essere resistente agli agenti atmosferici ed ai raggi UV in accordo con quanto riportato nella Norma IEC 60708-1, par. 6.2.

## **2.3 Fibre ottiche**

La colorazione delle fibre ottiche dovrà essere immediatamente rilevabile durante tutta la vita del cavo, e dovrà essere conforme a quanto riportato nelle norme CEI EN 60794-2.

## **2.4 Morsetteria e Accessori**

Deve essere utilizzata unicamente morsetteria di tipo preformato. Tutti gli accessori del cavo ottico non devono danneggiare, sia meccanicamente che otticamente, il cavo ottico e la relativa morsetteria.

Se gli accessori sono costituiti di materiale polimerico, tale materiale deve essere inerte e non deve interagire con gli altri componenti delle linee elettriche.

Non è ammesso l'uso di fascette regolabili. Nel caso gli accessori comprendessero dei morsetti a bullone, questi devono avere stampigliato il valore della coppia di serraggio in Nm. La bulloneria deve essere

	<b>GLOBAL STANDARD</b>	Pagina 7 di 28
	<b>PRESCRIZIONI PER IL COLLAUDO DEL CAVO OTTICO DIELETTRICO AUTOPORTANTE (ADSS) PER LINEE ELETTRICHE AEREE MT E BT</b>	<b>GSCF010</b> Rev. 0 14/06/2016

realizzata in materiale metallico resistente o reso resistente alla corrosione. Le marcature devono essere apposte prima dell'eventuale zincatura.

La morsetteria deve essere conforme a quanto riportato nei Global Standard GSCF011 e GSCF012.

## **2.5 Idoneità del cavo ottico alle condizioni d'impiego**

E' richiesta la verifica di idoneità del cavo ottico in relazione alla spinta del vento e alla presenza di ghiaccio, in modo tale da verificare: l'assenza di interferenza meccanica tra il cavo ottico e i conduttori di fase, la variazione della freccia del cavo ottico e dei franchi da terra, l'assenza di attenuazione ottica al di fuori della precisione di misura di ( $\leq 0,1\text{dB}$ ).

## **2.6 Caratteristiche dei materiali impiegati**

Tutti i materiali costituenti il cavo ottico, la morsetteria preformata e gli accessori devono avere una composizione chiaramente definita, attestata da certificati di origine che devono essere esibiti ad ENEL.

Non sono ammessi materiali rigenerati, recuperati da un precedente utilizzo.

Il Fornitore, in relazione alle caratteristiche del cavo ottico, deve fornire tutti i dati evidenziati nel Global Standard GSCF001 (di formazione del cavo).

Il Fornitore, inoltre, in relazione alle caratteristiche delle guaine del cavo ottico, deve fornire:

- i valori medi del carico di rottura a trazione e dell'allungamento a trazione relativi alla prova descritta nel par. 4.7.1.

## **2.7 Resistenza alla corrosione degli accessori realizzati in materiale metallico**

Tutti gli accessori devono essere costruiti con materiali resistenti o resi resistenti alla corrosione mediante:

- zincatura a caldo secondo le norme CEI 7-6 per i materiali ferrosi
- trattamento specifico di protezione verificato con idonee prove dal Fornitore per gli altri materiali che non abbiano una sufficiente resistenza intrinseca alla corrosione.

Inoltre, salvo accorgimenti particolari, non devono mai essere messi a contatto materiali per i quali la differenza di potenziale di contatto possa dar luogo a corrosioni di natura galvanica.

Tutte le viti e i dadi di materiale ferroso zincati a caldo devono essere completamente rifiniti prima della zincatura; dopo la zincatura essi non devono subire alcuna ripassatura, ma possono essere soltanto centrifugati. Per altri componenti filettati valgono le Norme CEI 7-6.

	<b>GLOBAL STANDARD</b>	Pagina 8 di 28
	<b>PRESCRIZIONI PER IL COLLAUDO DEL CAVO OTTICO DIELETTICO AUTOPORTANTE (ADSS) PER LINEE ELETTRICHE AEREE MT E BT</b>	<b>GSCF010</b> Rev. 0 14/06/2016

### 3. COLLAUDO

#### 3.1 Elenco delle prove

- A Esame visivo del cavo ottico e controllo delle caratteristiche costruttive (par 4.1)
- B Verifica del diametro esterno del cavo ottico (par 4.2)
- C Verifica della massa del cavo ottico (par 4.3)
- D Verifica dei materiali e degli accessori del cavo ottico (par 4.4)
- E Verifica dimensionale delle fibre ottiche (dati forniti dal costruttore) (par 4.5)
- F Verifica delle caratteristiche trasmissive delle fibre ottiche (par 4.6)

#### *Prove sulle guaine di polietilene*

- G Controllo delle caratteristiche meccaniche delle guaine con e senza invecchiamento in stufa ad aria (par 4.7.1)
- H Prova di flessibilità a bassa temperatura (par 4.7.2)
- I Prova d'urto a bassa temperatura (par 4.7.3)
- L Controllo della massa volumica (par 4.7.4)
- M Controllo del contenuto di nerofumo (par 4.7.6)
- N Prova di resistenza alle screpolature dovute alle sollecitazioni ambientali (par 4.7.7)
- P Verifica dello spessore (par 4.7.8)

#### *Prove sui materiali dielettrici interni costituenti il cavo ottico*

- R Verifica del rapporto peso/metro degli elementi di tenuta meccanica (filati aramidici) del cavo ottico (dTex = decitex) (par 4.8.1)

#### *Prove sul cavo ottico completo*

- AA Prova d'abrasione del cavo ottico (par 4.9.1)
- AB Prova di tenuta alla penetrazione dell'acqua (par 4.9.2)
- AC Controllo del gocciolamento del tamponante (drip test) (par 4.9.3)
- AD Prova d'urto (impact test) (par 4.9.4)
- AE Prova di flessione ripetuta (repeated bending) (par 4.9.5)
- AF Prova di torsione (torsion test) (par 4.9.6)
- AG Prova di schiacciamento (crush test) (par 4.9.7)
- AH Controllo della durezza della stampigliatura (par 4.9.8)
- AI Prova di piegatura (cable bend) (par 4.9.9)
- AL Prova di cappio (kink test) (par 4.9.10)
- AM Prova di trazione (par 4.9.11)



	<b>GLOBAL STANDARD</b>	Pagina 9 di 28
	<b>PRESCRIZIONI PER IL COLLAUDO DEL CAVO OTTICO DIELETTRICO AUTOPORTANTE (ADSS) PER LINEE ELETTRICHE AEREE MT E BT</b>	<b>GSCF010</b> Rev. 0 14/06/2016

- AN Prova di resistenza alla penetrazione di pallini di piombo conseguenti a colpi di fucile (par 4.9.12)
- AP Prova di vibrazione eolica (par 4.9.14)
- AQ Verifica dell'attenuazione delle fibre ottiche a prefissati carichi meccanici (par 4.9.15)
- AR Prova di passaggio in carrucola (par 4.9.16)
- AS Prova di installazione su una linea in esercizio (par 4.9.17)

### 3.2 Prove di tipo

Le prove di tipo sono tutte quelle riportate al paragrafo 3.1. Esse vanno eseguite su campioni scelti, di regola, dalla normale produzione preconditionati per almeno 24 h alla temperatura di  $23 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

Le prove, se non diversamente specificato nelle relative procedure di prova, devono essere eseguite a temperatura ambiente di  $23 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

Per ciascuna prova, se non diversamente riportato nelle presenti Prescrizioni, deve essere utilizzato un campione nuovo.

Il numero dei campioni da utilizzare per le diverse prove, se non diversamente precisato nella relativa modalità di esecuzione, è 1.

Non è ammesso esito negativo in alcuna prova.

### 3.3 Prove di accettazione

#### 3.3.1 Generalità

Le prove di accettazione sono tutte quelle di seguito elencate:

#### **A, B, C, D, F, P, R, AM**

Esse vengono individuate facendo riferimento alla corrispondente lettera del paragrafo 3.1.

I campioni devono essere preconditionati per almeno 24 h alla temperatura di  $23 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

Le prove, se non diversamente specificato nelle relative procedure di prova, devono essere eseguite a temperatura ambiente di  $23 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

Prima dell'esecuzione delle prove d'accettazione il Fornitore deve mettere a disposizione di ENEL:

- il piano di produzione delle bobine;
- i dati relativi alle caratteristiche dimensionali di tutte le fibre impiegate in ciascuna bobina riportate nel relativo prospetto del Global Standard GSCF001, conformemente alla Tab. I delle presenti prescrizioni; può essere fornita la certificazione del costruttore delle fibre ottiche utilizzate.
- i dati relativi alle caratteristiche trasmissive di tutte le fibre impiegate in ciascuna bobina di cui ai punti d), e), f), g) di Tab. II; può essere fornita la certificazione del costruttore delle fibre ottiche utilizzate.
- i dati relativi alle caratteristiche trasmissive di tutte le fibre impiegate in ciascuna bobina di cui ai punti a), b), c) di Tab. II, ottenuti mediante misure effettuate dal Fornitore a cavo ottico ultimato.

	<b>GLOBAL STANDARD</b>	Pagina 10 di 28
	<b>PRESCRIZIONI PER IL COLLAUDO DEL CAVO OTTICO DIELETTRICO AUTOPORTANTE (ADSS) PER LINEE ELETTRICHE AEREE MT E BT</b>	<b>GSCF010</b> Rev. 0 14/06/2016

Il Fornitore, nel fissare la lunghezza delle bobine costituenti il lotto presentato al collaudo, deve tenere conto della lunghezza degli spezzoni di cavo che saranno prelevati per le prove.

### 3.3.2 Criteri di campionamento e d'accettazione

Ciascuna prova deve essere effettuata sul 10% delle bobine presentate al collaudo con un minimo di due bobine; da tali bobine si prelevano i campioni per le prove stesse.

Con riferimento a ciascun tipo di prova:

- qualora si abbia un risultato negativo per due bobine, il lotto è da considerare non conforme alle presenti prescrizioni.
- qualora si abbia un risultato negativo per una sola bobina, si scarta la bobina e si estende la suddetta prova a tutte le bobine del lotto. Qualora si abbia un ulteriore esito negativo, il lotto è da considerare non conforme alle presenti prescrizioni.

### 3.4 Ripetizione delle prove di tipo

Resta facoltà di ENEL richiedere in qualsiasi momento, a sue spese, la ripetizione di tutte le prove di tipo o parte delle stesse.

Nel caso di esito negativo di una o più prove ENEL dispone gli accertamenti che ritiene necessari e si riserva di adottare, nei riguardi delle forniture in corso, i provvedimenti più idonei, ivi incluso l'eventuale annullamento delle forniture stesse. Qualora a seguito dei suddetti accertamenti ENEL disponesse la ripetizione di una o più prove, queste saranno a carico del Fornitore.

## 4. PROCEDURA DI PROVA

Quando richiesto dalla procedura di prova, la misura di attenuazione e la caratterizzazione trasmissiva delle fibre ottiche devono essere effettuate in accordo con quanto stabilito nelle IEC 60793-1-40 metodo C.

La misura di attenuazione deve essere eseguita alla lunghezza d'onda di 1550 nm, mentre la caratterizzazione trasmissiva deve essere effettuata a 1310 nm e 1550 nm.

Con l'espressione "nessuna variazione di attenuazione" si intende una variazione del segnale misurato inferiore a 0.05 dB (al di fuori della precisione di misura di 0.02 dB).

### 4.1 Esame visivo del cavo ottico e controllo delle caratteristiche costruttive

Inizialmente viene esaminata esternamente l'intera bobina di cavo senza svolgerla; successivamente viene condotto un esame particolareggiato su uno spezzone di cavo lungo circa 5 m svolto dalla suddetta bobina.

L'esame è superato se:

- il cavo ottico è conforme ai disegni costruttivi, preventivamente approvati da ENEL;
- la guaina è liscia esternamente, ben aderente alla struttura ottica e priva di intacchi;
- sono riportate le prescritte marcature sulla bobina e sul cavo ottico (par. 7, Global Standard GSCF001).

	<b>GLOBAL STANDARD</b>	Pagina 11 di 28
	<b>PRESCRIZIONI PER IL COLLAUDO DEL CAVO OTTICO DIELETTRICO AUTOPORTANTE (ADSS) PER LINEE ELETTRICHE AEREE MT E BT</b>	<b>GSCF010</b> Rev. 0 14/06/2016

#### 4.2 Verifica del diametro esterno del cavo ottico

Le misure del diametro devono essere effettuate in tre posizioni, distanti almeno 1 m l'una dall'altra, per mezzo di un ingranditore a proiezione che dia un ingrandimento di almeno 10 volte o per mezzo di un micrometro centesimale.

In corrispondenza di ogni posizione si prendono in esame due direzioni, perpendicolari l'una all'altra; la media aritmetica dei 6 valori ottenuti è considerata come diametro esterno medio.

Le letture, espresse in mm, devono essere effettuate con due cifre decimali.

La verifica è positiva se:

- il diametro esterno medio, misurato come sopra descritto, rientra nei limiti riportati nei disegni costruttivi preventivamente approvati da ENEL.
- la differenza tra i due valori del diametro esterno in una stessa sezione (ovalizzazione) non supera il 15% del valore massimo nominale preventivamente approvato da ENEL per il diametro esterno.

#### 4.3 Verifica della massa del cavo ottico

Le misure devono essere effettuate su 3 campioni di 50 cm di cavo ottico prelevati da una bobina in tre posizioni distanti 1 m l'una dall'altra; per le misure deve essere utilizzata una bilancia con precisione non inferiore a 0.1 gr.

La verifica è positiva se la massa di ciascun campione rientra nei limiti riportati nei disegni costruttivi preventivamente approvati dall'ENEL.

#### 4.4 Verifica dei materiali e degli accessori del cavo ottico

I materiali costituenti il cavo e gli accessori devono essere conformi a quanto riportato nei disegni costruttivi preventivamente approvati da ENEL.

La verifica viene effettuata esaminando i certificati di origine dei materiali utilizzati.

#### 4.5 Verifica delle caratteristiche dimensionali delle fibre ottiche

Vengono verificate le caratteristiche dimensionali riportate nel relativo prospetto del Global Standard GSCF001 con le modalità specificate nella Normativa di riferimento elencate in Tabella I.

**Tabella I - Verifiche delle caratteristiche dimensionali**

Grandezza in misura	Normativa di riferimento
Diametro del rivestimento primario fibra	CEI EN 60793-1-21
Errore di concentricità del nucleo	CEI EN 60793-1-20
Diametro mantello	CEI EN 60793-1-20
Non circolarità del mantello	CEI EN 60793-1-20

	<b>GLOBAL STANDARD</b>	Pagina 12 di 28
	<b>PRESCRIZIONI PER IL COLLAUDO DEL CAVO OTTICO DIELETTRICO AUTOPORTANTE (ADSS) PER LINEE ELETTRICHE AEREE MT E BT</b>	<b>GSCF010</b> Rev. 0 14/06/2016

#### 4.6 Verifica delle caratteristiche trasmissive delle fibre ottiche

Devono essere verificate le caratteristiche trasmissive riportate nel relativo prospetto del Global Standard GSCF001 e l'andamento del coefficiente di attenuazione in funzione della temperatura (cicli termici) con le modalità specificate nella Normativa di riferimento elencate in Tabella II.

Per quanto riguarda la verifica di uniformità longitudinale di retrodiffusione la modalità di esecuzione della verifica stessa è la seguente: mediante metodo riflettometrico si effettua la rilevazione della caratteristica di attenuazione su ciascuna fibra del cavo ottico; si determina, quindi, la retta interpolante i punti della summenzionata caratteristica e si verifica che tutti i punti stessiano nella fascia delimitata da due rette ottenute traslando di  $\pm 0.05$  dB in direzione verticale la retta interpolante.

Le verifiche vengono eseguite su spezzoni di cavo ottico di lunghezza non inferiore a 1000 metri.

**Tabella II - Verifica delle caratteristiche trasmissive**

Grandezza in misura	Normativa di riferimento
a) Coefficiente di attenuazione	CEI EN 60793-1-40
b) Centri di scattering	CEI EN 60793-1-40
c) Numero massimo di centri di attenuazione	CEI EN 60793-1-40
d) Uniformità longitudinale di retrodiffusione	par. 4.6
e) Diametro del campo modale	CEI EN 60793-1-45
f) Dispersione cromatica	CEI EN 60793-1-42
g) Lunghezza d'onda di taglio	CEI EN 60793-1-44
h) Andamento del coefficiente di attenuazione in funzione della temperatura (cicli termici)	Appendice B

**NOTA**

*Per la rilevazione della caratteristica di attenuazione (punto a) della precedente tabella II sono sufficienti le misure effettuate con tecnica di retrodiffusione effettuate in un solo senso di propagazione e con impulsi luminosi di durata compresa fra 100 e 1000 ns (CEI EN 60793-1-40 metodo C).*

*I risultati di misura sono memorizzati e registrati e le caratteristiche così ottenute vengono esaminate per verificare che gli altri parametri intrinseci alle caratteristiche stesse siano rispondenti ai requisiti richiesti. Nel caso di contestazioni relative all'attenuazione/km si farà ricorso alla misura con tecnica del taglio (CEI EN 60793-1-40 metodo A) che farà fede.*

#### 4.7 Prove sulle guaine di polietilene

##### 4.7.1 Controllo delle caratteristiche meccaniche delle guaine con e senza invecchiamento in stufa ad aria

	<b>GLOBAL STANDARD</b>	Pagina 13 di 28
	<b>PRESCRIZIONI PER IL COLLAUDO DEL CAVO OTTICO DIELETTRICO AUTOPORTANTE (ADSS) PER LINEE ELETTRICHE AEREE MT E BT</b>	<b>GSCF010</b> Rev. 0 14/06/2016

Il controllo deve essere effettuato su entrambe le guaine (interna ed esterna) del cavo ottico. Da ciascuna guaina (interna ed esterna) devono essere ricavati i provini da utilizzare sia per le prove dopo invecchiamento che per le prove senza invecchiamento. Il prelievo dei campioni, la preparazione dei provini, nonché le modalità di prova, devono essere conformi al paragrafo 9.2 della Norma CEI 20-34 § 1-1.

I trattamenti di invecchiamento in stufa ad aria devono essere eseguiti con le modalità stabilite nel paragrafo 8.1 della Norma CEI 20-34 § 1-2 e al punto 1 della Tab. I di seguito riportata.

La prova è superata se le caratteristiche meccaniche delle guaine con e senza invecchiamento soddisfano i requisiti di Tab. I

Tab. 1

CARATTERISTICHE	UNITÀ DI MISURA	VALORE PRESCRITTO
1. CARICO DI ROTTURA E ALLUNGAMENTO A TRAZIONE		
Senza invecchiamento		
Valore mediano del carico di rottura	N/mm <sup>2</sup>	≥10
Valore dell'allungamento a rottura	%	≥350
Dopo invecchiamento in stufa ad aria		
Condizioni di invecchiamento		
Temperatura	°C	100±2
Durata del trattamento	h	240
Valore mediano del carico di rottura	N/mm <sup>2</sup>	≥10
Valore dell'allungamento a rottura	%	≥350
2. PRESSIONE AD ALTA TEMPERATURA		
Temperatura di prova	°C	100±2
Valore mediano della profondità di penetrazione (*)	%	≤50
3. FLESSIBILITÀ A BASSA TEMPERATURA		
Temperatura di prova	°C	-25±2
4. PROVA D'URTO A BASSA TEMPERATURA		
Temperatura di prova	°C	-25±2
5. MASSA VOLUMICA	g/cm <sup>3</sup>	≥ 0,94 (HD) ≤ 0,93 (LLD)
6. CONTENUTO DI NEROFUOMO	%	2,5±0,6
7. RESISTENZA ALLE SOLLECITAZIONI AMBIENTALI	h	≥48

	<b>GLOBAL STANDARD</b>	Pagina 14 di 28
	<b>PRESCRIZIONI PER IL COLLAUDO DEL CAVO OTTICO DIELETTRICO AUTOPORTANTE (ADSS) PER LINEE ELETTRICHE AEREE MT E BT</b>	<b>GSCF010</b> Rev. 0 14/06/2016

(\*) Espresso in % dello spessore medio effettivo.

#### 4.7.2 Prova di flessibilità a bassa temperatura

La prova deve essere effettuata su due provini prelevati da campioni artificialmente invecchiati come al paragrafo 4.7.1.

Questi provini insieme agli attrezzi per eseguire la piegatura, vengono tenuti inizialmente per 2 ore in un ambiente a temperatura di  $-25 \pm 2$  (Tab. I punto 3). Successivamente e sempre in detto ambiente, ciascun provino deve essere piegato ad U intorno ad un mandrino metallico (CEI 20-34 § 1-4 fig. 1) del diametro pari a circa 10 volte lo spessore del provino, quindi raddrizzato, piegato ancora ad U nell'altro senso e di nuovo raddrizzato.

Alla fine del procedimento di prova i provini devono essere esaminati mentre sono ancora sul mandrino: entrambi i provini non devono presentare alcuna screpolatura al loro esame a vista (senza ingrandimento).

#### 4.7.3 Prova d'urto a bassa temperatura

Si prelevano due spezzoni di cavo lunghi circa 10 cm e distanti almeno 50 cm tra di loro e dalle estremità della pezzatura.

Ciascuno spezzone viene appoggiato sulla piastra metallica piana dell'apparecchiatura di prova illustrata in fig. 5 della Norma EN 187000 e posto, insieme all'apparecchiatura, in un ambiente alla temperatura di  $-25 \pm 2$  °C. Il raggio di curvatura del cilindro da appoggiare allo spezzone deve essere di 10 mm. Dopo 2 ore di permanenza nel suddetto ambiente si lascia cadere il martello con una energia di 0,5 J; a seguito di questa operazione la guaina non deve rompersi o scoppiare.

#### 4.7.4 Controllo della massa volumica

Il controllo deve essere effettuato su entrambe le guaine componenti il cavo ottico. Il prelievo dei campioni la preparazione dei provini nonché le modalità di prova devono essere conformi a quanto riportato al paragrafo 8.1 della norma CEI 20-34 § 1-3 oppure ad altro metodo equivalente (ad es. ASTM 792-91 metodo A) preventivamente approvato da ENEL. La massa volumica a 23° C deve soddisfare quanto riportato in Tab. I.

#### 4.7.5 Controllo del contenuto di nerofumo

Il controllo deve essere effettuato su entrambe le guaine componenti il cavo ottico. Il prelievo dei campioni, la preparazione dei provini nonché le modalità di prova devono essere conformi al paragrafo 11 della norma CEI 20-34 § 4-1. Il risultato della prova deve soddisfare quanto riportato in Tab. I.

#### 4.7.6 Prova di resistenza alle screpolature dovute alle sollecitazioni ambientali

	<b>GLOBAL STANDARD</b>	Pagina 15 di 28
	<b>PRESCRIZIONI PER IL COLLAUDO DEL CAVO OTTICO DIELETTRICO AUTOPORTANTE (ADSS) PER LINEE ELETTRICHE AEREE MT E BT</b>	<b>GSCF010</b> Rev. 0 14/06/2016

Il controllo deve essere effettuato su entrambe le guaine componenti il cavo ottico. Il prelievo dei campioni, la preparazione dei provini nonché le modalità di prova devono essere conformi al paragrafo 8 della norma CEI 20-34 § 4-1, procedimento B. La prova è superata se su nessuno dei provini si rilevano, ad un esame a vista senza ingrandimento, segni di screpolature.

#### 4.7.7 Verifica dello spessore

Dopo aver asportato tutti i componenti interni ad uno spezzone di cavo ottico, vengono ricavati 3 provini di guaina interna ed esterna (fig. 1) da 3 posizioni distanti almeno 1 m l'una dall'altra. Tali provini si ottengono tagliando con uno strumento adatto (coltello affilato, lama di rasoio, ecc.) una sottile fetta di guaina secondo un piano perpendicolare all'asse del cavo.

Se necessario, si levigano con cura i piani dei tagli.

Ciascun provino deve essere sistemato su un ingranditore a proiezione (ingrandimento pari ad almeno 10 volte) con il piano di taglio perpendicolare all'asse ottico.

Quando il profilo interno del provino è circolare e liscio, si devono eseguire 6 misure radiali uniformemente ripartite, per quanto possibile, lungo la circonferenza.

Se il profilo interno, praticamente di forma circolare, non è regolare o liscio, le sei misure devono essere effettuate radialmente nelle posizioni in cui il rivestimento protettivo è assottigliato, sistemando il reticolo dell'ingranditore come indicato nella figura 1.

In tutti i casi, la prima misura deve essere effettuata nel punto in cui lo spessore si presenta minimo.

Le letture, espresse in mm, devono essere effettuate con due decimali.

Per ciascun provino, la media aritmetica, in millimetri, dei 6 valori ottenuti calcolata con 2 decimali è considerata come valore medio dello spessore in misura.

La verifica è positiva se, per tutti i 3 provini:

- il valore medio dello spessore della guaina rientra nei limiti riportati nei disegni costruttivi preventivamente approvati dall'ENEL;
- la differenza fra i due valori estremi dello spessore non supera il 25% del valore medio misurato.

#### **4.8 Prove sui materiali dielettrici interni costituenti il cavo ottico**

##### 4.8.1 Verifica del rapporto peso/metro degli elementi di tenuta meccanica (filati aramidici) del cavo ottico

Il valore del rapporto peso/metro non deve essere inferiore a quello riportato nella tabella di unificazione del cavo espresso in dTex (dTex = decitex).

#### **4.9 Prove sul cavo ottico completo**

	<b>GLOBAL STANDARD</b>	Pagina 16 di 28
	<b>PRESCRIZIONI PER IL COLLAUDO DEL CAVO OTTICO DIELETTRICO AUTOPORTANTE (ADSS) PER LINEE ELETTRICHE AEREE MT E BT</b>	<b>GSCF010</b> Rev. 0 14/06/2016

#### 4.9.1 Prova di abrasione del cavo ottico

La prova deve essere effettuata secondo le procedure riportate nella normativa CEI EN60794-1-2, metodo E2A .

Il diametro della testa abrasiva deve essere di 1 mm.

Il peso da applicare alla testa abrasiva deve essere di 0,5 daN.

Il numero di cicli della prova deve essere pari a 100.000.

La prova è superata se al suo termine la guaina esterna non è completamente abrasa e non vengono scoperti i componenti interni del cavo ottico.

#### 4.9.2 Prova di tenuta alla penetrazione dell'acqua

La prova deve essere effettuata secondo le procedure riportate nella normativa CEI EN60794-1-2, metodo F5B.

#### 4.9.3 Controllo del gocciolamento del tamponante (drip test)

La prova deve essere effettuata alla temperatura di 65° C secondo la procedura riportata nella normativa CEI EN 60794-1-2, metodo E14 . La prova è superata solo se non vengono registrati gocciolamenti del tamponante in accordo al paragrafo 3.16.5 della summenzionata procedura.

#### 4.9.4 Prova d'urto (impact test)

La prova deve essere effettuata secondo le procedure riportate nella normativa CEI EN 60794-1-2, metodo E4.ed utilizzando i parametri di prova riportati nella normativa CEI EN 60794-3-20, par. 4.4.2.4 .

L'energia del martello deve essere pari a 5 J. Il raggio di curvatura del cilindro da porre a contatto con il cavo deve essere di 10 mm. Lo spezzone del cavo in esame deve avere una lunghezza, per ciascuna estremità,  $\geq 10$  m fuori prova.

Il cavo deve essere sottoposto a 3 urti che devono interessare differenti zone del provino distanti tra loro non meno di 500 mm.

Prima, durante e dopo l'esecuzione della prova vengono effettuate le misure della attenuazione delle fibre ottiche secondo la procedura riportata in appendice A delle presenti prescrizioni.

La prova è superata se, ad un esame visivo, la guaina non presenta lacerazioni o fessurazioni e se non si rileva alcuna variazione permanente o temporanea dell'attenuazione ottica ( $\leq 0.1$  dB).

#### 4.9.5 Prova di flessione ripetuta (repeated bending)

La prova deve essere effettuata secondo le procedure riportate nella normativa CEI EN 60794-1-2, metodo E6 ed utilizzando i parametri di prova riportati nella normativa CEI EN 60794-3-20, par. 4.4.2.3 e nella figura 3 delle presenti prescrizioni.

Lo spezzone di cavo in esame deve avere, per ciascuna estremità, una lunghezza  $\geq 10$  m fuori prova.



	<b>GLOBAL STANDARD</b>	Pagina 17 di 28
	<b>PRESCRIZIONI PER IL COLLAUDO DEL CAVO OTTICO DIELETTRICO AUTOPORTANTE (ADSS) PER LINEE ELETTRICHE AEREE MT E BT</b>	<b>GSCF010</b> Rev. 0 14/06/2016

Il campione in esame deve essere sottoposto a 25 cicli.

Prima, durante e dopo l'esecuzione della prova vengono effettuate le misure dell'attenuazione delle fibre ottiche.

La prova è superata se, ad un esame visivo, la guaina non presenta lacerazioni o fessurazioni e se non si rileva alcuna variazione permanente o temporanea della attenuazione ottica ( $\leq 0.1$  dB).

#### 4.9.6 Prova di torsione (torsion test)

La prova deve essere effettuata secondo le procedure riportate nella normativa CEI EN60794-1-2, metodo E7 ed utilizzando i parametri di prova riportati nella normativa CEI EN60794-3-20, par. 4.4.2.5.

Lo spezzone di cavo in esame deve avere, per ciascuna estremità, una lunghezza  $\geq 10$  m fuori prova.

Prima, durante e dopo l'esecuzione della prova vengono effettuate le misure della attenuazione delle fibre ottiche.

La prova è superata se, ad un esame visivo, la guaina non presenta lacerazioni o fessurazioni e se non si rileva alcuna variazione permanente o temporanea della attenuazione ottica ( $\leq 0.1$  dB).

#### 4.9.7 Prova di schiacciamento (crush test)

La prova deve essere effettuata secondo le procedure riportate nella normativa CEI EN60794-1-2, metodo E3 ed utilizzando i parametri di prova riportati nella normativa CEI EN60794-3-20, par. 4.4.2.7.

Lo spezzone di cavo in esame deve avere, per ciascuna estremità, una lunghezza  $\geq 10$  m fuori prova.

Il carico massimo di schiacciamento da applicare deve essere pari a 1500 N. Il tempo di permanenza del suddetto carico deve essere di 15 min.

Prima, durante e dopo l'esecuzione della prova vengono effettuate le misure della attenuazione delle fibre ottiche.

La prova è superata se, ad un esame visivo, la guaina non presenta lacerazioni o fessurazioni e se non si rileva alcuna variazione permanente o temporanea della attenuazione ottica ( $\leq 0.1$  dB).

#### 4.9.8 Controllo della durezza della stampigliatura

La prova viene effettuata secondo le procedure riportate nella normativa CEI EN 60794-1-2, metodo E2B.

Il numero di cicli di prova è 500, il diametro della testa abrasiva di 1 mm ed il peso applicato alla stessa di 0.5 daN.

#### 4.9.9 Prova di piegatura (cable bend)

La prova deve essere effettuata secondo le procedure riportate nelle norme CEI EN 60794-1-2, metodo E11A e CEI EN 60794-3-20, par. 4.4.2.6 sia a temperatura ambiente sia a temperatura di  $-20^{\circ}\text{C}$ .

	<b>GLOBAL STANDARD</b>	Pagina 18 di 28
	<b>PRESCRIZIONI PER IL COLLAUDO DEL CAVO OTTICO DIELETTRICO AUTOPORTANTE (ADSS) PER LINEE ELETTRICHE AEREE MT E BT</b>	<b>GSCF010</b> Rev. 0 14/06/2016

Il diametro del mandrino da utilizzare deve essere uguale al diametro minimo di curvatura del cavo (Global Standard GSCF001).

Prima, durante e dopo l'esecuzione delle prove di piegatura a temperatura ambiente e a bassa temperatura vengono effettuate le misure della attenuazione delle fibre ottiche.

La prova è superata se, ad un esame visivo, la guaina non presenta lacerazioni o fessurazioni e se non si rileva alcuna variazione permanente o temporanea della attenuazione ( $\leq 0.1$  dB).

#### 4.9.10 Prova di cappio (kink test)

La prova deve essere effettuata secondo le procedure riportate nella norma CEI EN60794-1-2, metodo E10.

La prova è superata se il cavo non presenta una cuspidi per diametri del cappio maggiori o uguali a 15 volte il diametro del cavo.

#### 4.9.11 Prova di trazione

La prova deve essere effettuata secondo le procedure riportate nella normativa CEI EN 60794-1-2, metodo E1. Lo spezzone di cavo in esame deve avere, all'uscita dei rocchetti, una lunghezza  $> 10$  m fuori prova. Il diametro dei rocchetti e delle pulegge deve essere  $>$  al diametro minimo di curvatura per il cavo in esame (Global Standard GSCF001). Il tiro dello spezzone del cavo, pretensionato con un carico  $T_0 = 250$  N, viene incrementato per gradini [ 250 N sino al valore di tiro pari a 1,5 volte il carico massimo applicabile ( $T_{max}$ ) (Global Standard GSCF001).

Ad ogni gradino di carico vengono rilevati il tiro, l'allungamento del cavo e l'attenuazione (quest'ultima con una delle metodologie indicate ai punti 2.1 o 2.2 di Appendice A).

La prova è superata se:

- per valori di tiro  $< T_{max}$  non si verificano incrementi di attenuazione ( $\leq 0.05$  dB) rispetto al valore evidenziato a inizio prova;
- per valori di tiro compresi tra  $T_{max}$  e  $1,5 T_{max}$  gli eventuali incrementi d'attenuazione ottica sono reversibili: al termine della prova, per un carico uguale a  $T_0$ , non si devono rilevare variazioni d'attenuazione ottica ( $\leq 0.1$  dB) alla corrispondente misura effettuata a inizio prova.

#### 4.9.11.a Prova di trazione a $T_{av max}$

Durante la certificazione la prova di trazione si porterà fino al valore  $T_{avmax}$  previsto dalla specifica del cavo per verificare che l'attenuazione delle fibre in queste condizioni di carico siano  $\leq 0.1$  dB.

#### 4.9.12 Prova di resistenza alla penetrazione di pallini di piombo conseguenti a colpi di fucile

La prova deve essere effettuata secondo le procedure riportate nella normativa CEI EN 60794-1-2 Metodo E13, con le varianti sotto elencate.

	<b>GLOBAL STANDARD</b>	Pagina 19 di 28
	<b>PRESCRIZIONI PER IL COLLAUDO DEL CAVO OTTICO DIELETTRICO AUTOPORTANTE (ADSS) PER LINEE ELETTRICHE AEREE MT E BT</b>	<b>GSCF010</b> Rev. 0 14/06/2016

Quattro spezzoni di cavo ottico della lunghezza minima di 3 metri vengono fissati orizzontalmente tramite opportuni sostegni, ad una distanza tra loro di 15 cm. Un tabellone in legno deve essere posizionato immediatamente dietro ai cavi, onde valutare la densità di pallini per cm<sup>2</sup> presenti. Successivamente, con un fucile da caccia si sparano, da una distanza di 15 m, cartucce aventi le seguenti caratteristiche:

- calibro cartuccia n°: 12
- tipo di pallini: n° 9 (diametro 2.1 mm)
- quantità di piombo per cartuccia: 36 gr

Il numero di cartucce da sparare deve essere tale che il numero minimo di pallini che colpisce ciascun spezzone di cavo ottico sia 10. Tale numero viene rilevato contando le impronte lasciate dai pallini sul cavo. In subordine, lo stesso numero può essere rilevato facendo riferimento alla densità di pallini per cm<sup>2</sup> presenti sul tabellone nelle zone superiori e inferiori immediatamente a ridosso degli spezzoni.

Prima, durante e dopo l'esecuzione della prova vengono effettuate le misure della attenuazione delle fibre ottiche.

La prova è superata se non si verifica foratura alcuna della guaina interna di polietilene del cavo ottico e se non si rileva alcuna variazione permanente o temporanea della attenuazione ottica ( $\leq 0.1$  dB).

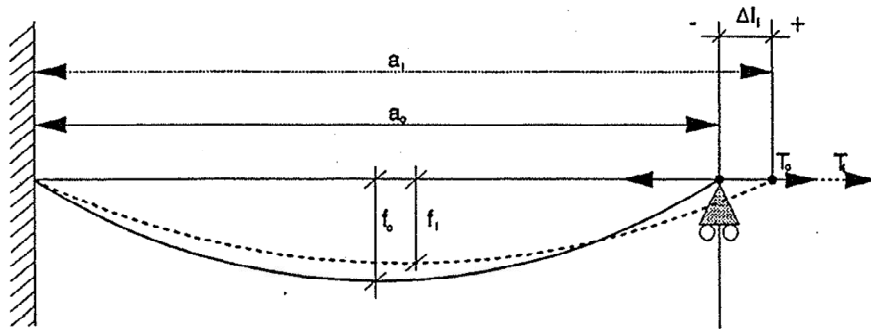
#### 4.9.13 Definizione del modulo elastico E del cavo [daN/mm<sup>2</sup>]

*Metodologia da utilizzare per il rilievo del modulo elastico in alternativa a quella riportata nella norma CEI EN 50182.*

La prova deve essere effettuata su una campata di lunghezza di almeno 50 m provvista di sostegni di amarro di estremità. Uno di tali sostegni deve essere equipaggiato di un opportuno strumento per il movimento traslatorio (vite, cerniera, ecc.) che permetta la variazione di lunghezza della campata e consenta variazioni della forza di tiro.

Il cavo in prova viene fissato alle due estremità della campata con le morse del tipo previsto per l'utilizzo in esercizio. Quindi viene sottoposto, attraverso n. 5 gradini di carico, a forze di tiro  $T_i$  crescenti fino ad un tiro max uguale al carico massimo applicabile  $T_{max}$ . Dopo ciascun gradino di carico il tiro viene mantenuto costante per il tempo necessario all'effettuazione delle misure descritte nel prosieguo. Successivamente si riduce gradualmente il carico meccanico sul cavo riportandosi agli stessi valori di tito utilizzati durante la fase di incremento della trazione. Si ripete per almeno due volte il ciclo meccanico completo salita-discesa appena descritto. All'estremità mobile di uno dei sostegni di amarro viene posto lo strumento per la misura della variazione di lunghezza della campata ( $Dl_i$ ), variazione che deve essere rilevata per ogni gradino di carico contemporaneamente al rilievo della freccia al centro campata ( $f_i$ ) e del tiro ( $T_i$ ).

Con riferimento all'ultimo ciclo meccanico il modulo elastico si ottiene facendo la media dei valori di  $E_i$  per carichi decrescenti tra il 5° e il 4° gradino, tra il 4° e il 3° gradino e il 3° e il 2° gradino calcolati come nella figura A2.



Grandezze:

- $a_0, f_0, T_0$  = valori iniziali della lunghezza di campata (m), della freccia (m) e del tiro (daN).  
 $\Delta l_i$  = distanza orizzontale (m) tra la posizione iniziale dell'appoggio mobile e la posizione dell'appoggio stesso al gradino  $i$ esimo.  
 $T_i$  = tiro misurato (daN) dopo il gradino di carico  $i$ esimo  
 $f_i$  = freccia (m) misurata al gradino  $i$ esimo  
 $p$  = peso della fune per unità per unità di lunghezza (kg/m).  
 $A$  = sezione totale del conduttore (mm<sup>2</sup>)

Elaborazione

$$a_i = a_0 + \Delta l_i$$

$$\delta_i = \frac{\Delta l_i - \Delta l_{i-1}}{a_0 + \Delta l_i}$$

$$\sigma_i = \frac{T_i}{A}$$

$E_i$  al gradino  $i$ esimo

$$E_i = \frac{\sigma_i - \sigma_{i-1}}{\frac{p^2 a_i^2}{24 T_i^2} - \frac{p^2 a_{i-1}^2}{24 T_{i-1}^2} + \delta_i}$$

Fig. A2 - Rilievo del modulo elastico

4.9.14 Prova di vibrazione eolica

La prova viene effettuata secondo le procedure riportate nella normativa CEI EN 60794-1-2 metodo E19 considerando:

- numero cicli:  $10^7$

	<b>GLOBAL STANDARD</b>	Pagina 21 di 28
	<b>PRESCRIZIONI PER IL COLLAUDO DEL CAVO OTTICO DIELETTRICO AUTOPORTANTE (ADSS) PER LINEE ELETTRICHE AEREE MT E BT</b>	<b>GSCF010</b> Rev. 0 14/06/2016

- carico da applicare al cavo: 25 % del MAT (Massimo sforzo di trazione applicabile) riportato nella specifica di riferimento del cavo.

Prima, durante e al termine della prova saranno effettuate le misure dell'attenuazione ottica con la metodologia indicata al punto 2.1 o 2.2 dell'Appendice A.

#### 4.9.15 Verifica dell'attenuazione delle fibre ottiche a prefissati carichi meccanici

La prova viene effettuata secondo le procedure riportate nella specifica Enel DC3909 (Appendice A, prova Q) avendo come riferimento il 70 % del MAT (Massimo sforzo di trazione applicabile) riportato nella specifica di riferimento del cavo che comunque non deve superare il valore di 9kN.

Durante i diversi valori del tiro fino a quello massimo ammissibile previsto in esercizio, gli angoli a sinistra e a destra tra il cavo e il morsetto di sospensione devono essere di 10°.

Prima, durante e al termine della prova saranno effettuate le misure dell'attenuazione ottica con la metodologia indicata al punto 2.1 o 2.2 dell'Appendice A.

#### 4.9.16 Prova di passaggio in carrucola

La prova viene effettuata secondo la norma IEC60794-1-2 metodo E18, procedura 4 (raggio carrucole : 0,4 m, angolo  $\Theta$  : 60°, numero cicli : 10 e velocità : 60+/-10 m/min) .

La prova consiste nel fare scorrere alternativamente, per 10 volte [10x(andata+ritorno)] e con una velocità di  $60 \pm 10$  m/min, un complesso di 3 carrucole del diametro di 800 mm su un tratto di cavo ottico, tesato con un tiro uguale al 10% del suo carico di rottura nominale, fra due supporti situati ad una distanza tra loro  $\geq 50$  m. Il cavo deve avere due code di almeno 10 m dopo i due supporti di amarro. Le gole delle carrucole devono essere del tipo concordato tra l'ENEL ed il Fornitore in relazione al tipo di cavo.

Prima, durante e al termine della prova saranno effettuate le misure dell'attenuazione ottica con la metodologia indicata al punto 2.1 o 2.2 dell'Appendice A.

La prova è superata se:

- non risulta ovalizzazione del cavo ottico;
- non vi sono tracce di danneggiamento di alcun tipo sulle varie parti del cavo ottico;
- non si sono verificate variazioni permanenti o temporanee dell'attenuazione ( $\leq 0.1$ dB).

#### 4.9.17 Prova di installazione su una linea in esercizio

ENEL si riserva la facoltà di richiedere una prova completa di installazione del cavo su una prescelta sezione di linea.

La richiesta sarà formulata specificatamente al Fornitore.

A impianto ultimato si deve verificare l'efficienza del collegamento ottico secondo le modalità riportate in allegato I.

	GLOBAL STANDARD	Pagina 22 di 28
	<b>PRESCRIZIONI PER IL COLLAUDO DEL CAVO OTTICO DIELETTRICO AUTOPORTANTE (ADSS) PER LINEE ELETTRICHE AEREE MT E BT</b>	<b>GSCF010</b> Rev. 0 14/06/2016

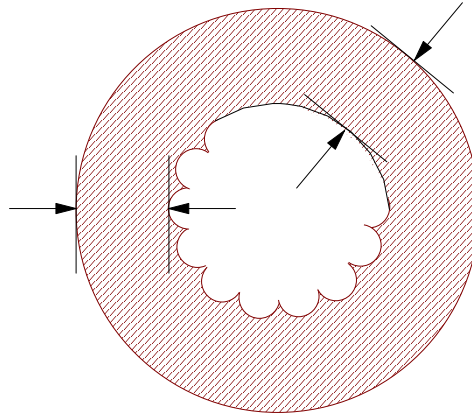
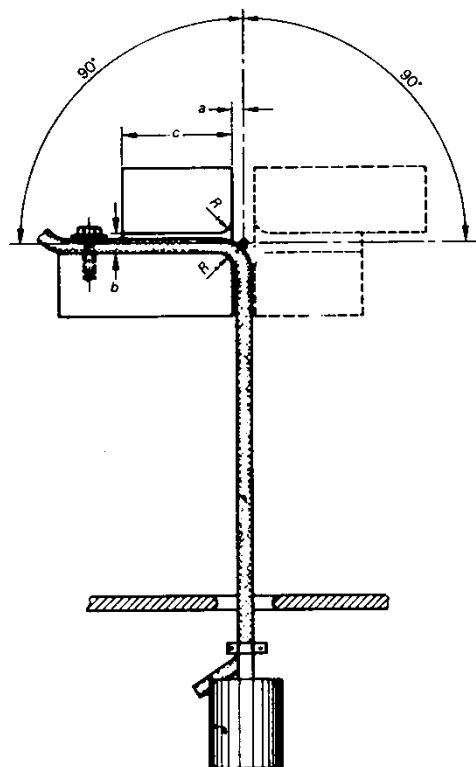


Fig. 1 - Verifica dello spessore della guaina del cavo ottico: punti di misura



**$R = 10 \times$  diametro del cavo**

Fig. 3 - Prova di flessione ripetuta: configurazione e parametri di prova

	<b>GLOBAL STANDARD</b>	Pagina 23 di 28
	<b>PRESCRIZIONI PER IL COLLAUDO DEL CAVO OTTICO DIELETTRICO AUTOPORTANTE (ADSS) PER LINEE ELETTRICHE AEREE MT E BT</b>	<b>GSCF010</b> Rev. 0 14/06/2016

## APPENDICE A

### 1. Generalità

La presente Appendice descrive la metodologia da utilizzare nella effettuazione di misure ottiche durante la realizzazione di prove meccaniche su spezzoni di cavo ottico.

Le misure riguardano il rilievo dell'eventuale variazione d'attenuazione dei tratti di fibre coinvolte dalle prove meccaniche, ottenuta come differenza fra i valori d'attenuazione ad inizio prova, durante e/o fine prova (attenuazione residua).

Trattandosi normalmente di spezzoni di cavo ottico di lunghezza ridotta (10÷300 m) e quindi con valori di attenuazione rilevabili, ad inizio prova, ed ammissibili, come variazione a fine prova, di modesta entità, le metodologie di prova e gli strumenti di misura devono garantire le necessarie stabilità e precisione per assicurare l'attendibilità delle misure stesse.

### 2. Metodologie di misura

#### 2.1. Misure riflettometriche

Applicabili a spezzoni, interessati dalle prove, di lunghezza  $\geq 100$  m e con code di estremità fuori prova  $> 10$  m.

Le misure sono mirate ad individuare eventuali punti d'attenuazione concentrate, e la loro posizione sul campione in prova; di conseguenza la durata degli impulsi luminosi deve essere tale da consentire una definizione di misura atta a tale scopo.

Ciascuna fibra è di norma preceduta da una coda di lancio, giuntata a fusione con la fibra stessa, tale da evitare che la "zona morta di misura" coinvolga il tratto di fibra interessato dalle prove.

Si prevede, in alternativa, che tutte le fibre contenute nello spezzone di cavo ottico siano giuntate a fusione fra loro in modo da realizzare un "loop ottico" e quindi consentire l'inserzione di due sole code di lancio.

In ogni caso la qualità dei giunti fra le singole fibre deve essere tale da garantire la linearità della caratteristica di attenuazione di ciascuna fibra nella zona interessata dalle prove (valori di giunzione stimati 0.04 dB).

Le rilevazioni devono essere registrate e memorizzate; la precisione di misura dell'attenuazione ottica fra i due punti estremi del tratto di fibra interessato dalle prove deve essere di almeno 0.05 dB.

#### 2.2 Misura della potenza ottica trasmessa

Applicabile a spezzoni, interessati dalle prove, di lunghezza  $\leq 100$  m o con code di estremità fuori prova di circa 10 m.

La misura consiste nell'iniettare una potenza ottica di valore noto ad un capo della fibra in esame, e nel rilevarne il valore all'altro capo.

Trattandosi di spezzoni di cavo ottico di lunghezze molto modeste tutte le fibre coinvolte devono essere giuntate a fusione fra loro così da configurare un "loop ottico" i cui estremi devono essere terminati da "semibretelle" connettorizzate giuntate a fusione con tali fibre di estremità.

	<b>GLOBAL STANDARD</b>	Pagina 24 di 28
	<b>PRESCRIZIONI PER IL COLLAUDO DEL CAVO OTTICO DIELETTRICO AUTOPORTANTE (ADSS) PER LINEE ELETTRICHE AEREE MT E BT</b>	<b>GSCF010</b> Rev. 0 14/06/2016

Per evitare che eventuali variazioni di potenza generata dalla sorgente influenzino i risultati di misura si ritiene opportuno che la potenza iniettata sia monitorata con l'uso di un "coupler" inserito fra la sorgente ed il capo di inserzione oppure che la sorgente ottica ed il fotowattmetro siano posti in un ambiente termostato.

Le misure hanno l'unico scopo di verificare che durante e/o al termine delle prove le variazioni di potenza ricevuta rientrino fra i valori indicati nella presente relazione.

La precisione di misura deve essere di almeno 0.05 dB.



	<b>GLOBAL STANDARD</b>	Pagina 25 di 28
	<b>PRESCRIZIONI PER IL COLLAUDO DEL CAVO OTTICO DIELETTRICO AUTOPORTANTE (ADSS) PER LINEE ELETTRICHE AEREE MT E BT</b>	<b>GSCF010</b> Rev. 0 14/06/2016

## APPENDICE B

### 1. Generalità

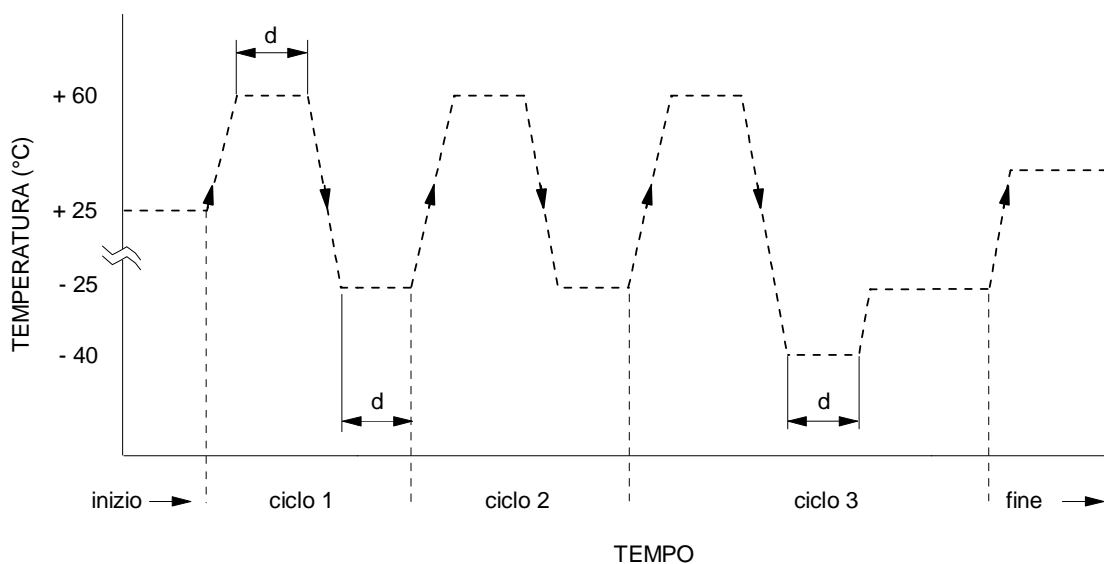
La presente Appendice riporta le modalità per effettuare la misura della attenuazione in funzione della temperatura prevista nel paragrafo 4.6 della presente prescrizione.

### 2. Modalità di prova

La prova viene effettuata secondo le modalità prescritte nella normativa CEI EN 60794-1-22, metodo F1.

### 3. Esecuzione della prova

Il campione in esame di lunghezza  $>$  di 1000 metri viene preconditionato per almeno 4 ore a  $25 \pm 3^\circ\text{C}$  e riportato a tale temperatura a fine prova. La procedura di prova prevede tre cicli di temperatura definiti dal seguente diagramma:



La durata  $d$  di ogni gradino di temperatura ( $+60/-25/-40^\circ\text{C}$ ) non deve essere inferiore a 4 ore.

Durante la prova vengono registrati i valori di temperatura rilevati in almeno due punti della guaina esterna del cavo ottico.

Sono effettuate misure ottiche a  $+25^\circ\text{C}$  ad inizio e fine prova ed al termine di ciascun gradino di temperatura di ogni ciclo.

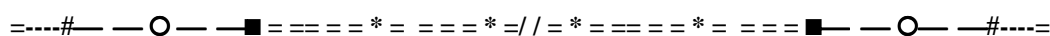
La prova è superata se:

- non si rileva alcuna variazione di attenuazione ( $\leq 0.05\text{dB}$ ) tra i valori misurati a  $-25^\circ\text{C}$  e  $+60^\circ\text{C}$ ;
- non si rileva alcuna variazione di attenuazione ( $\leq 0.1\text{dB}$ ) tra i valori misurati ad inizio e fine prova.

	<b>GLOBAL STANDARD</b>	Pagina 26 di 28
	<b>PRESCRIZIONI PER IL COLLAUDO DEL CAVO OTTICO DIELETTRICO AUTOPORTANTE (ADSS) PER LINEE ELETTRICHE AEREE MT E BT</b>	<b>GSCF010</b> Rev. 0 14/06/2016

### ALLEGATO I

A impianto ultimato si deve verificare l'efficienza del collegamento ottico. Le verifiche di seguito specificate si applicano a ciascun percorso continuo di fibra costituente un collegamento punto a punto (fra due locali telecomunicazioni) terminato ad ambo i lati con connettori e quindi comprendente anche i tratti di collegamento realizzati con fibre ottiche contenute in cavi dielettrici o monofibra, come indicato nel seguente schema:



dove:

- =---- : MONOFIBRA CONNETTORIZZATA
- : GIUNZIONE CAVO OTTICO DIELETTRICO TERRESTRE - FUNE OTTICA
- # : GIUNZIONE TERMINALE
- === : TRATTA IN ADSS
- — — : TRATTA CON CAVO OTTICO DIELETTRICO TERRESTRE
- \* : GIUNZIONE FRA TRATTE IN ADSS
- : GIUNZIONE FRA TRATTE IN CAVO OTTICO DIELETTRICO TERRESTRE

La sezione di linea deve essere caratterizzata, alle lunghezze d'onda di 1310 nm e 1550 nm, dai risultati delle seguenti misure:

#### Lunghezza ottica

Le misure vengono eseguite con tecnica di retrodiffusione, utilizzando come indice di rifrazione della fibra il valore 1.467.

#### Perdita delle giunzioni

Le misure vengono eseguite con tecnica di retrodiffusione.

La valutazione della perdita di giunzione è ricavata dalla semisomma algebrica dei due valori ottenuti dalle misure effettuate nei due sensi di propagazione.

In relazione ai valori d'attenuazione delle giunzioni vale quanto segue:

- quando in una generica tratta il numero delle giunzioni ottiche risulti maggiore o uguale a 16, il valore medio di perdita (attenuazione) introdotto dal singolo giunto, deve essere  $\leq 0.04$  dB (solo per fibre ottiche ITU-T / G.652).
- quando in una generica tratta il numero delle giunzioni ottiche sia minore di 16, è ammesso che il valore della perdita introdotto da ciascuna giunzione ottica sia  $\leq 0.1$  dB.

#### Diagramma della potenza retrodiffusa

	<b>GLOBAL STANDARD</b>	Pagina 27 di 28
	<b>PRESCRIZIONI PER IL COLLAUDO DEL CAVO OTTICO DIELETTRICO AUTOPORTANTE (ADSS) PER LINEE ELETTRICHE AEREE MT E BT</b>	<b>GSCF010</b> Rev. 0 14/06/2016

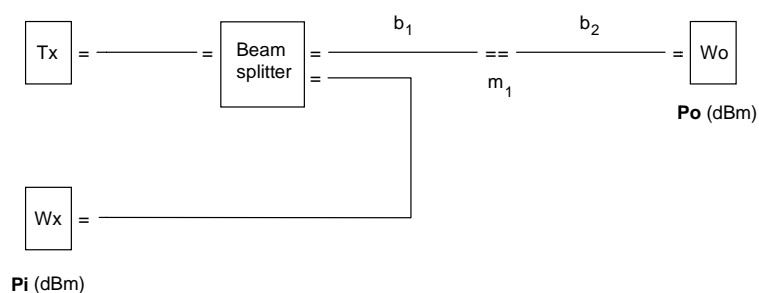
L'andamento della attenuazione delle fibre, rilevato con tecnica riflettometrica e rappresentato graficamente, deve risultare regolarmente distribuito su ogni pezzatura costituente la sezione.

Eventuali variazioni di pendenza o punti di attenuazione concentrata devono corrispondere ai relativi risultati delle misure di collaudo in fabbrica.

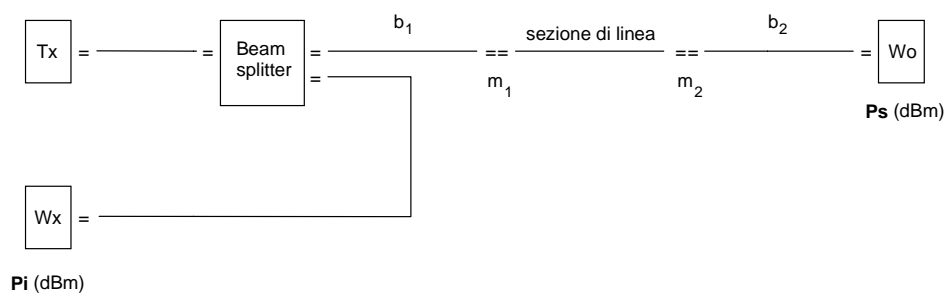
#### Attenuazione totale di sezione

L'attenuazione totale di sezione deve essere misurata secondo lo schema e le modalità riportate di seguito.

#### FASE 1 : MISURA DI RIFERIMENTO



#### FASE 2 : MISURA DELLA SEZIONE



$b_1$  ,  $b_2$  : bretelle selezionate di riferimento

$m_1$  ,  $m_2$  : bussole selezionate

La precisione di misura garantita dalla strumentazione impiegata deve essere migliore di  $\pm 0.05$  dB.

Il valore di  $P_o$  è calcolato come media dei valori rilevati con 8 inserzioni diverse delle bretelle  $b_1$  e  $b_2$  nella bussola  $m_1$  ed è ritenuto accettabile se i valori massimo e minimo rilevati differiscono dal valore medio di  $\pm 0.2$  dB max.

	<b>GLOBAL STANDARD</b>	Pagina 28 di 28
	<b>PRESCRIZIONI PER IL COLLAUDO DEL CAVO OTTICO DIELETTRICO AUTOPORTANTE (ADSS) PER LINEE ELETTRICHE AEREE MT E BT</b>	<b>GSCF010</b> Rev. 0 14/06/2016

Il valore  $P_s$  è calcolato come media dei valori rilevati con 4 inserzioni diverse delle bretelle  $b_1$  e  $b_2$  nelle rispettive bussole  $m_1$  e  $m_2$ .

Eventuali variazioni di  $P_i > \pm 0.05$  dB ( $dP_i$ ) intercorrenti fra le rilevazioni di  $P_s$  e  $P_o$  devono essere tenuti in conto nella valutazione dell'attenuazione di sezione.

L'attenuazione totale di sezione  $A = (P_o + dP_i) - P_s$  deve soddisfare la seguente relazione:

$$A \leq \alpha L + n ag + ac$$

dove:

- $\alpha$  = attenuazione (dB/km) della fibra di sezione
- $L$  = lunghezza della sezione (km)
- $ag$  = attenuazione media ipotizzata per una giunzione
- $n$  = numero delle giunzioni
- $ac$  = perdita convenzionale relativa all'inserzione di un connettore, pari a 0.5 dB, rispetto alla misura di riferimento
- $P_o$  = potenza di riferimento (dBm)
- $P_s$  = potenza ricevuta (dBm)
- $dP_i$  = variazione della potenza del generatore nel tempo (dB)