

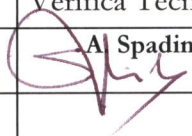
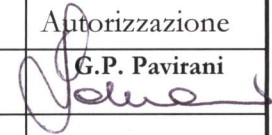
**Direzione Produzione
 Ingegneria di Manutenzione
 Trazione Elettrica e SSE**

 Codifica: **RFI DPRIM STF IFS TE086 A**
FOGLIO
 1 di 43

**CAVO IN LEGA DI ALLUMINIO AD ALTA TEMPERATURA CON
 PORTANTE IN ACCIAIO RIVESTITA DI ALLUMINIO TACSR Φ 19,62**

Parte	Titolo
PARTE I	GENERALITÀ
PARTE II	FUNZIONI, CARATTERISTICHE, REQUISITI E PRESCRIZIONI
PARTE III	REQUISITI DELLA QUALITÀ
PARTE IV	OMOLOGAZIONE DEL PRODOTTO
PARTE V	PROVE DI TIPO
PARTE VI	PROVE DI ACCETTAZIONE
PARTE VII	ALLEGATO TECNICO PER L'IMPIEGO DEL CAVO

A termine di legge la Rete Ferroviaria Italiana S.p.A. si riserva la proprietà di questo documento che non potrà essere copiato, riprodotto o comunicato ad altri senza esplicita autorizzazione.

Rev	DATA	Descrizione	Verifica Tecnica	Autorizzazione
A	14.09.2012	Emissione per Applicazione	 A. Spadini	 G.P. Pavirani

INDICE

PARTE I	GENERALITÀ.....	4
I.1	SCOPO.....	4
I.2	CAMPI DI APPLICAZIONE.....	4
I.2.1	Generalità.....	4
I.2.2	Campi di applicazione in impianti di Trazione Elettrica.....	4
I.3	DOCUMENTAZIONE CORRELATA.....	7
I.4	DEFINIZIONI.....	9
I.5	ABBREVIAZIONI E ACRONIMI	10
PARTE II	FUNZIONI, CARATTERISTICHE, REQUISITI E PRESCRIZIONI	11
II.1	FUNZIONI.....	11
II.2	CARATTERISTICHE	11
II.2.1	Classe di appartenenza del prodotto	11
II.2.2	Descrizione generale del prodotto.....	11
II.2.3	Resistenza, peso dimensioni e tolleranze	12
II.2.4	Portata di corrente	13
II.2.5	Materiali componenti e loro proprietà	14
II.2.5.1	Descrizione del nucleo del conduttore.....	14
II.2.5.2	Descrizione del mantello del conduttore	14
II.2.5.3	Descrizione dell'isolamento	14
II.2.5.4	Descrizione della guaina esterna	14
II.2.6	Tensione Nominale di isolamento.....	15
II.2.7	Aspetto, struttura, finitura	15
II.2.8	Sigla di designazione del cavo.....	15
II.2.9	Marchatura, contrassegni, simboli ed indicazioni	16
II.3	REQUISITI	16
II.3.1.1	Requisiti ambientali.....	16
II.3.2	Requisiti di applicazione e Sede Tecnica dell'oggetto della Specifica	17
II.3.3	Requisiti teorici di affidabilità, manutenibilità e disponibilità (clausole RAM).....	17
II.3.3.1	Requisiti teorici di Affidabilità.....	17
II.3.3.2	Requisiti teorici di Manutenibilità.....	17
II.3.3.3	Requisiti teorici di Disponibilità	17
II.3.4	Requisiti di Fabbricazione.....	17
II.4	IMBALLAGGI E PROTEZIONI	17
PARTE III	REQUISITI DELLA QUALITÀ	19
III.1	ASSICURAZIONE DI QUALITÀ.....	19
III.2	PIANI DELLA QUALITÀ.....	19
PARTE IV	OMOLOGAZIONE DEL PRODOTTO	20
IV.1	PROCEDURA DI OMOLOGAZIONE	20
PARTE V	PROVE DI TIPO.....	22
V.1	GENERALITÀ, NUMERO DEI CAMPIONI, CONDIZIONI DI PROVA, ELENCO DELLE PROVE.....	22
V.1.1	Generalità.....	22
V.1.2	Numerosità dei prodotti da sottoporre alle prove di tipo	22
V.1.3	Condizioni ambientali per le prove di tipo	22
V.1.4	Elenco delle prove di tipo in laboratorio.....	22
V.2	MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELLE PROVE DI TIPO	23
V.3	PROVE DI TIPO	24
V.3.1	Certificato relativo alle caratteristiche delle materie prime	24
V.3.2	Controllo visivo e dimensionale	24

V.3.3	Verifica della resistività elettrica dei fili in lega TAL.....	24
V.3.4	Prove elettriche sulle pezzature	25
V.3.4.1	Prova di tensione	25
V.3.4.2	Resistenza di isolamento	25
V.3.4.3	Verifica della resistenza elettrica del conduttore.....	25
V.3.5	Verifica della massa del conduttore nudo	25
V.3.6	Prova di tenuta al corto circuito.....	25
V.3.7	Le prove di resistenza meccanica a trazione	26
V.3.8	Prove per la verifica del materiale isolante e della guaina.....	26
V.3.8.1	Prova di vita	26
V.3.8.2	Prova di riscaldamento	26
V.3.8.3	Prova di lacerazione	26
V.3.9	Prova di Portata	27
V.3.10	Prove di non propagazione della fiamma.....	28
V.3.11	Verifica del materiale isolante e della guaina tramite analisi Termogravimetrica TGA e FTIR.....	28
V.4	PROVE D'APPELLO	28
V.5	PROVE E VERIFICHE INTEGRATIVE.....	28
PARTE VI	ACCETTAZIONE DEL PRODOTTO.....	29
VI.1	CONDIZIONI DI ACCETTAZIONE	29
VI.2	MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELLE PROVE DI ACCETTAZIONE.....	29
VI.3	PROVE DI ACCETTAZIONE.....	29
VI.3.1	Numerosità dei prodotti da sottoporre alle prove di accettazione	29
VI.3.2	Elenco delle prove di accettazione	29
VI.4	PROVE DI APPELLO	30
VI.5	PROVE E VERIFICHE DI ACCETTAZIONE INTEGRATIVE	30
VI.6	PROVE DI ACCETTAZIONE IN REGIME DI FORNITURA CON COLLAUDO	30
PARTE VII	ALLEGATO TECNICO PER L'IMPIEGO DEL CAVO.....	31
VII.1	INTERCAMBIABILITÀ DI CAVI TRADIZIONALI CON IL CAVO TACSR Φ 19,62	31
VII.2	CAPICORDA DI COLLEGAMENTO DEL CAVO.....	33
VII.2.1	Tipologia e dimensioni dei capicorda	33
VII.2.2	Corretta installazione dei capicorda in alluminio su cavi e corde in alluminio, lega di alluminio con portante in acciaio tipo TACSR.....	37
VII.3	INTERCAMBIABILITÀ DI CAVI TRADIZIONALI E NUOVI IMPIEGHI DEL CAVO TACSR Φ 19,62 IN IMPIANTI ELETTRICI DIVERSI DAGLI IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA.....	40
VII.3.1	Generalità	40
VII.3.2	Tensione Nominale degli impianti elettrici nei quali può essere utilizzato il cavo.....	40
VII.3.3	Corrente Nominale degli impianti elettrici nei quali può essere utilizzato il cavo.....	41
VII.3.4	Caduta di tensione alle utenze	41
VII.3.5	Verifica dell'interruttore dell'impianto elettrico e comportamento del cavo durante il corto circuito	41
VII.4	REQUISITI DI PROGETTO DEL CAVO	42
VII.4.1	Requisiti Tecnici di Progetto	42
VII.4.1.1	Requisiti del conduttore del cavo	42
VII.4.1.2	Requisiti dell'isolamento e della guaina protettiva del cavo	43

PARTE I GENERALITÀ

I.1 SCOPO

Lo scopo della presente Specifica Tecnica di Fornitura è quello di definire le caratteristiche costruttive e funzionali del cavo TACSR Φ 19,62 (cat./prog. 803/901) atto a condurre la corrente di ritorno e quella di corto circuito degli impianti delle linee di trazione elettrica della Rete Ferroviaria Italiana, nonché di disciplinare le procedure per le prove di omologazione e di accettazione cui il prodotto stesso deve essere sottoposto.

In particolare lo scopo è quello di definire:

- le funzioni;
- i requisiti e le clausole RAM;
- le caratteristiche tecniche fisiche e chimiche (peso, dimensioni, materiali utilizzati, proprietà meccaniche ed elettriche, etc.);
- le caratteristiche e le tolleranze costruttive;
- l'appartenenza del prodotto alla classe, precisando le condizioni d'impiego prevalente del prodotto a cui fa riferimento la Classe di appartenenza fissata;
- le modalità di omologazione (prove di tipo);
- le modalità di accettazione (prove di accettazione e selezione, ove previste);
- le modalità di imballaggio, protezione, movimentazione e spedizione;
- la documentazione e la normativa di riferimento;
- le informazioni all'utilizzatore, con particolare riguardo all'utilizzo del cavo ed alla intercambiabilità dello stesso rispetto a conduttori tradizionali in rame.

I.2 CAMPI DI APPLICAZIONE

I.2.1 Generalità

Il cavo può essere installato sia negli impianti per la trazione elettrica ferroviaria con tensione pari a 3 kV c.c. che in quelli a 2 x 25 kV c.a..

Il Cavo può essere installato anche in galleria.

I.2.2 Campi di applicazione in impianti di Trazione Elettrica

Il cavo può essere usato per la realizzazione dei:

- collegamenti tra il gambo delle rotaie dei binari e le connessioni induttive situate negli impianti a 3 kV cc con sistemi di segnalamento ferroviario a Blocco Automatico a Correnti Codificate in cui entrambe le rotaie sono isolate e la continuità elettrica del circuito di ritorno è garantita dalle connessioni induttive;
- collegamenti tra le rotaie e le connessioni induttive di ritorno TE (elaborato E72269) negli impianti di TE elettrificati con il sistema 2 x 25 kV c.a.
- collegamenti tra i terminali centrali delle due connessioni induttive che separano due circuiti di binario consecutivi (impianti a 3 kV cc);

- collegamenti trasversali e longitudinali che si realizzano, negli impianti a 3 kV, in corrispondenza dei deviatori (impianti a 3 kV cc)
- collegamenti tra il centro della connessione induttiva di ritorno TE e la sbarra del negativo ubicata nello scomparto/cella misure delle SSE;
- collegamento tra il dispositivo motorizzato bipolare di c/c e la rotaia e collegamento tra il convertitore 3 kV e la rotaia;
- collegamenti, negli impianti a 3 kV cc, tra i diodi/limitatori di tensione dell'impianto di protezione di terra della linea di contatto ed il centro delle casse induttive (posizione n. 23 della figura 1);
- collegamento, negli impianti a 2x25 kV ca, tra le due fughe di rotaie e la CI di sbarramento (posizione 8 elaborato E72367);
- collegamenti tra i sostegni della ldc e il dispersore interrato (impianti a 2x25 kV ca).
- collegamenti tra le masse metalliche (es. ringhiere) in zona di rispetto TE con l'impianto di protezione e di messa a terra della linea di contatto (sia per impianti a 3 kV cc che a 25 kV ca).

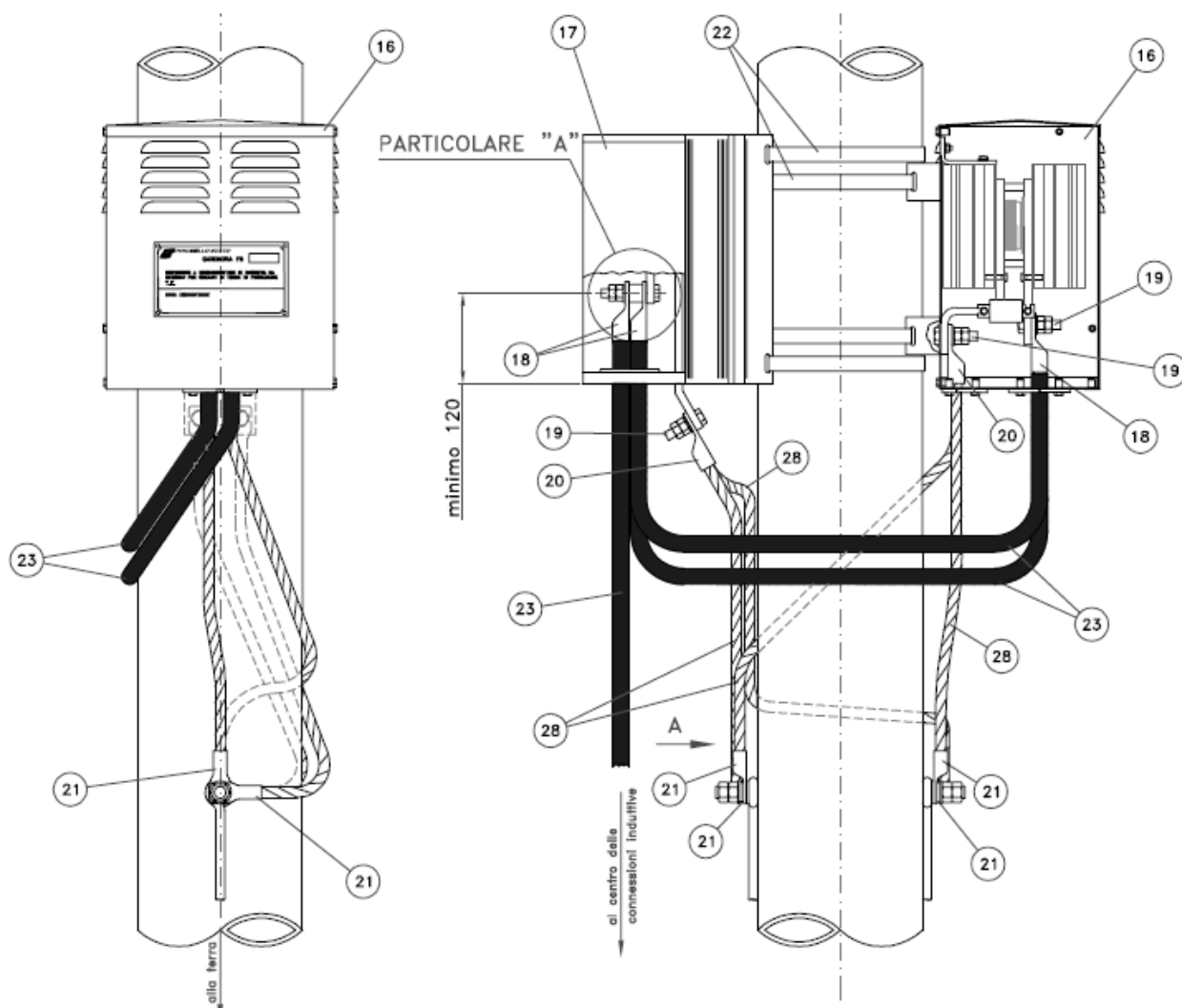


Figura 1: Diodo con dispositivo unidirezionale.

Con riferimento al Sistema Informativo per la Gestione della manutenzione, il cavo TACSR Φ 20,62 è ubicato nelle seguenti Sedi Tecniche:

- LO0000-AB-AB01 Binario n. centralizzato di una località
- LO0000-AB-AB01-RC1 Raccordo ferroviario di un Binario centralizzato in località
- LO0000-AF-AF01 Binario/fascio n. di un binario non centralizzato in località
- LO0000-AF-AF01-RC1 Raccordo ferroviario di un Binario non centralizzato in località
- LO0000-BC-BC01 Binario n. di corsa di una località
- LO0000-BC-BC01-RC1 Raccordo ferroviario di un binario di corsa in località
- LO0000-SM-B001 Binario impianto smistamento in località
- TR0000-BC-BC01 Binario di corsa in tratta
- TR0000-BC-BC01-RC1 Raccordo ferroviario di un binario di corsa in tratta
- TR0000-PI-BC01 Binario (per un PI)
- LO0000-AB-AB01-CDB-C01 CdB n. in Binari Centralizzati
- LO0000-AF-AF01-CDB-C01 CdB n. in Binari non Centralizzati
- LO0000-BC-BC01-CDB-C01 CdB n. in Binari di corsa di Località
- LO0000-BC-BC01-RC1-CDB-C01 CdB n. in binari di corsa dei raccordi ferroviari di località
- LO0000-PL-SP01-PL1-C01 CdB n. di un Circuito relativo ad un PL di località
- LO0000-PL-SP01-POG-C01 CdB n. di un Circuito relativo ad un Apparato PL/PG di un PL di Località
- LO0000-SM-B001-CDB-C01 CdB n. CdB n. in Binari di smistamento di Località
- TR0000-BC-BC01-B01-C01 CdB n. della sezione di BA in binari di piena linea
- TR0000-PI-BC01-CDB-C01 CdB n. in binari di piena linea (per un PI)
- TR0000-PL-SP01-PL1-C01 CdB n. di un Circuito relativo ad un PL di località
- TR0000-PL-SP01-POG-C01 CdB n. di un Circuito relativo ad un Apparato PL/PG di un PL di tratta

che individuano un binario, un raccordo ferroviario o un circuito di binario, ovvero una regolazione automatica in località o in tratta.

In particolare il cavo TACSR Φ 20,62 è presente come Componente nei seguenti Profili Catalogo:

- FS0000SE1, con il nome di *treccia* che si trova all'interno della Parte Oggetto CIRC.RITE *Circuito di Ritorno TE*;
- FS FS0000IS3, con il nome di *conduttore/treccia* che si trova all'interno della Parte Oggetto COLLEGAM *Collegamento/attacchi alla rotaia*.
- FS000TE01, con il nome di *fune* che si trova all'interno della Parte Oggetto CIRC.TER *Circuito di Terra*.

I.3 DOCUMENTAZIONE CORRELATA

Per gli aspetti non disciplinati dalla presente STF si dovrà fare riferimento alle sotto elencate Norme:

- Procedura Subdirezionale RFI DMA PS IFS 44 A “Attività di Verifica dei requisiti di affidabilità, manutenibilità e disponibilità nella fase di omologazione di prodotto” emessa dalla già Direzione Manutenzione il 07/02/2007
- UNI EN ISO 9001:2008 Sistemi di gestione per la qualità – Requisiti
- UNI ISO 9000 Regole riguardanti la conduzione aziendale per la qualità e l'assicurazione della qualità
- RFI QA SP AQ 004A
- UNI CEI EN ISO/IEC 17025 Criteri generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura
- UNI CEI EN ISO/IEC 70011 Guida per la presentazione dei risultati di prova
- CEI EN 50122-1 Applicazioni ferroviarie - Installazioni fisse. Parte 1: Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra
- CEI EN 50125-2 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Condizioni ambientali per gli equipaggiamenti. Parte 2: Impianti elettrici fissi
- CEI EN 50182 Conduttori a fili circolari cordati a strati concentrici
- CEI EN 50182/Ec Conduttori a fili circolari cordati a strati concentrici
- CEI EN 50183 Conduttori per linee aeree - Fili in lega d'alluminio-magnesio-silicio
- CEI EN 50189 Conduttori per linee aeree - Fili di acciaio zincato
- CEI EN 50305 Applicazioni Ferroviarie, tramviarie, filoviarie e metropolitane – Cavi aventi speciali requisiti in condizioni d'incendio – Metodi di prova
- CEI EN 50306 Serie: Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane Cavi per materiale rotabile aventi speciali caratteristiche di comportamento al fuoco - Spessore isolante sottile
- CEI EN 60266-2-4 Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio - Prova di propagazione della fiamma verticale di fili o cavi montati verticalmente a fascio. Parte 2-4 Procedure: Categoria C
- CEI EN 60811 Serie: Metodi di prova per materiali isolanti e di guaina dei cavi elettrici
- CEI EN 61034-1 Misure della densità del fumo emesso dai cavi che bruciano in condizioni definite: Parte 1: Apparecchiature di Prova
- CEI EN 61034-2 Misure della densità del fumo emesso dai cavi che bruciano in condizioni definite: Parte 2: Procedure di prova e prescrizioni
- CEI EN 61232 Fili d'acciaio rivestiti di alluminio per utilizzo elettrico
- CEI EN 62219 Conduttori per linee elettriche aeree – Conduttori cordati, a strati concentrici, con fili sagomati
- UNI EN 10264-1 Fili e prodotti trafilati di acciaio - Filo di acciaio per funi - Requisiti generali;

- UNI EN 10264-2 Fili e prodotti trafilati di acciaio - Filo di acciaio per funi - Filo di acciaio non legato trafilato a freddo per funi per applicazioni generali;
- UNI EN 1715-2 Alluminio e leghe di alluminio - Vergella - Requisiti specifici per applicazioni elettriche
- UNI ISO 2859-1 Procedimenti di campionamento nell'ispezione per attributi. Parte 1: schemi di campionamento indicizzati secondo il limite di qualità accettabile (AQL) nelle ispezioni per lotto
- UNI EN 4620 Serie aerospaziale - Processo di marcatura a laser UV per fili e cavi
- ISO 1407 Rubber – Determination of solvent extract
- HD 605 Electric cables - Additional test methods
- IEC 60502-2 Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV) - Part 2: Cables for rated voltages from 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV)
- IEC 62004: 2007-02 Thermal-resistant aluminium alloy wire for overhead line conductor
- IEC/TR 61597 Overhead electrical conductors – Calculation methods for stranded bare conductors
- CEI 7-2 Conduttori di alluminio, alluminio-acciaio, lega di alluminio e lega di alluminio-acciaio per linee elettriche aeree
- CEI 20-21 Serie di norme CEI sul calcolo della portata di corrente, che recepiscono la normativa internazionale IEC 60287.
- CEI 64-8 Serie di norme CEI sugli Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
- E56000/12s Impianti di Terra
- CEI-UNEL 09812 Bobine di legno per cavi elettrici - Dimensioni- n. 3 tabelle
- CEI UNEL 35011 Cavi per energia e segnalamento. Sigle di designazione.
- CEI 20-27 Cavi per energia e per segnalamento – Sistema di designazione
- CEI 20-92 Guida per la movimentazione ed il deposito delle bobine in legno per cavi elettrici
- CEI EN 50382-1 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Cavi per materiale rotabile per alte temperature aventi speciali caratteristiche di comportamento al fuoco. Prescrizioni Generali
- CEI EN 50382-2 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Cavi per materiale rotabile per alte temperature aventi speciali caratteristiche di comportamento al fuoco. Cavi unipolari isolati con gomma siliconica per temperature di 120 °C o 150 °C
- CEI EN 60332-3-24 Prova per la propagazione verticale della fiamma su fili o cavi montati verticalmente a fascio - Categoria C¹

¹ Il metodo di prova è anche riportato sulla norma CEI EN 50266-2-4 (classificata anche come CEI 20-22/3-4). La CEI EN 50266-2-4 è sostituita dalla CEI EN 60332-3-24, ma è applicabile fino 01-08-2012. La normativa IEC di riferimento che descrive il metodo di prova in questione è la IEC 60332-3-24.

- Circolare I.E. 5.211/29271 del 30/06/1982 “Linee con blocco automatico a correnti codificate. Condizioni tecniche alle quali devono soddisfare gli impianti di sicurezza, segnalamento, blocco e P.L.
- Istruzione Tecnica IS A00 77 Edizione 1988 “Notizia Tecnica - Apparecchiature per impianti di segnalamento – unificazione delle caratteristiche delle connessioni induttive per cdb con due fughe di rotaia isolate
- Elaborato E72269 – Connessione Induttiva di Ritorno TE (PPD – PPS – SSE)
- Norma Tecnica IS 415 Edizione 1993 – Norme Tecniche per la fornitura ed il collaudo delle connessioni induttive per i circuiti di binario con due fughe di rotaia isolate

I.4 DEFINIZIONI

Ai fini della presente Specifica Tecnica di Fornitura, valgono le seguenti definizioni.

Prodotti Ferroviari Tipo o Prodotti Tipo: è il prodotto che, avendo superato una serie di controlli e verifiche, ha caratteristiche tecniche confacenti con quelle della relativa STF. Viene anche denominato *Tipologico* o *Campione*.

Prove di tipo: Le prove di tipo sono quell'insieme di controlli e prove tecniche mirate alla verifica della rispondenza delle caratteristiche tecniche del Prodotto Tipo alle caratteristiche tecniche indicate nella relativa STF (e in generale alla normativa tecnica di riferimento) nonché alla verifica della capacità complessiva del fornitore, della bontà dei materiali impiegati e dell'adeguatezza del ciclo produttivo.

Prove Investigative: Sono Prove mirate all'acquisizione di informazioni di carattere tecnico relative alle caratteristiche e alle prestazioni raggiungibili dal prodotto. Le prove investigative sono generalmente a cura e spese di RFI.

Prove di accettazione: Sono prove mirate all'accertamento della conformità di un lotto di produzione e, conseguentemente, all'accettazione da parte di RFI dello stesso.

Prove di Selezione (o Prove Selettive): Sono prove mirate all'accertamento della qualità del processo produttivo.

Prodotto Ferroviario di classe A: Sono prodotti la cui difettosità o guasto provoca la perdita della sicurezza (dell'esercizio ferroviario e/o del lavoro e/o dell'ambiente) con possibilità di danni fisici per le persone.

Prodotto Ferroviario di classe B: Sono prodotti la cui difettosità o guasto non provoca la perdita della sicurezza (dell'esercizio ferroviario e/o del lavoro e/o dell'ambiente) con possibilità di danni fisici per le persone, ma conduce a condizioni di trasporto degradate, direttamente percepite e subite dall'utente finale; oppure, pur non conducendo a condizioni di trasporto degradate, direttamente percepite e subite dall'utente finale, è di costo rilevante.

Prodotto Ferroviario di classe C: Sono prodotti la cui difettosità o guasto non provoca la perdita della sicurezza (dell'esercizio ferroviario e/o del lavoro e/o dell'ambiente) con possibilità di danni fisici per le persone, non conduce a condizioni di trasporto degradate, direttamente percepite e subite dall'utente finale e non è di costo rilevante.

Qualificazione del Fornitore di un Prodotto: insieme di attività di un processo che hanno come obiettivo quello di dimostrare che la Ditta Fornitrice del Prodotto ha le capacità tecniche idonee alla produzione di quel Prodotto.

Omologazione del Prodotto di un Fornitore: insieme di attività di un processo che hanno come obiettivo quello di dimostrare che il Prodotto Tipo della Ditta Fornitrice ha le caratteristiche tecniche indicate nella STF del Prodotto. Questo insieme di attività vengono anche chiamate, per brevità, Omologazione del Prodotto oppure Omologazione Tecnica del Prodotto.

Tensione Nominale di progetto (CEI EN 50382-1): è la tensione di riferimento per la quale il cavo deve essere progettato, e che serve a definire le prove elettriche.

I.5 ABBREVIAZIONI E ACRONIMI

ACRONIMI e ABBREVIAZIONI	DEFINIZIONE
Conduttore	Parte Conduttrice nuda TACSR Φ 15,82
Cavo	Cavo completo TACSR Φ 20,62
FTIR	Fourier Transformed Infra Red (Spettroscopia a infrarosso in trasformata di Fourier)
MTBF	Mean Time Between Failure
MTTR	Mean Time To Repair – Tempo medio di ripristino
OMFS	Organismo di Omologazione Ferrovie dello Stato
RAM	Reliability, Availability, Maintenance (Affidabilità, Disponibilità, Manutenibilità)
RFI	Rete Ferroviaria Italiana S.p.A.
STF	Specifica Tecnica di Fornitura
TACSR	Thermal-resistant Aluminum-alloy Conductor Steel Reinforced
TAL	Thermal resistant Aluminium alloy (AT1 della IEC 62004)
TGA	Analisi Termogravimetrica

PARTE II FUNZIONI, CARATTERISTICHE, REQUISITI E PRESCRIZIONI

II.1 FUNZIONI

Il cavo TACSR Φ 20,62 ha la funzione, negli impianti di trazione elettrica della Rete Ferroviaria Italiana S.p.A., di condurre la corrente di ritorno (nei tratti in cui detta corrente non può attraversare i binari) e quella di corto circuito.

Nella applicazione degli impianti a 3 kV c.c. relativa alla connessione tra la rotaia e la Connessione Induttiva, il cavo fa anche parte dell'impianto elettrico di segnalamento ferroviario e quindi ha anche la funzione di trasportare la corrente del circuito di binario.

II.2 CARATTERISTICHE

II.2.1 Classe di appartenenza del prodotto

Il cavo oggetto della presente STF, è un prodotto che, con riferimento alla sua funzione e relativamente al suo campo di applicazione tecnica prevista al punto I.2, è di classe B.

II.2.2 Descrizione generale del prodotto

I cavi devono essere costruiti sulla base del disegno in figura 2.

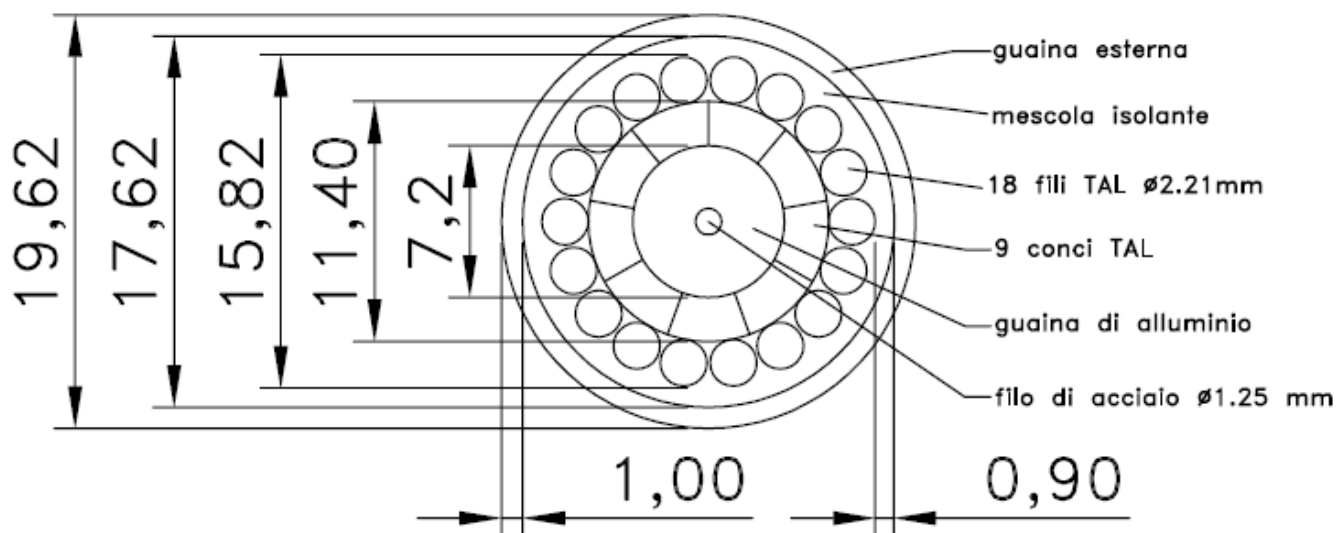


Figura 2 – Sezione trasversale del cavo.

Il cavo è un conduttore costituito da un solo conduttore, da un isolamento e da una guaina esterna protettiva.

Il conduttore ha un diametro esterno di 15,82 mm costituito da un **nucleo** centrale interno e da un **mantello** esterno. Il nucleo è costituito a sua volta da un filo di acciaio ricoperto da una guaina estrusa di alluminio. Il mantello è costituito da due corone, una di 9 concetti e l'altra di 18 fili tondi.

II.2.3 Resistenza, peso dimensioni e tolleranze

DIAMETRO NOMINALE ESTERNO DEL CONDUTTORE	mm	15,82
DIAMETRO MASSIMO ESTERNO DEL CONDUTTORE	mm	16,07
DIAMETRO MINIMO ESTERNO DEL CONDUTTORE	mm	15,67
DIAMETRO NOMINALE ESTERNO DEL CAVO	mm	19,62
SPESSORE NOMINALE DELL'ISOLAMENTO E DELLA GUAINA	mm	1,90
SPESSORE NOMINALE DELL'ISOLAMENTO	mm	0,90
SPESSORE NOMINALE DELLA GUAINA ESTERNA	mm	1,00
SPESSORE MASSIMO DELL'ISOLAMENTO E DELLA GUAINA (RAGGIUNGIBILE IN SOLO PUNTO IN 1 m)	mm	2,46
SPESSORE MINIMO DELL'ISOLAMENTO E DELLA GUAINA (RAGGIUNGIBILE IN SOLO PUNTO IN 1 m)	mm	1,9
DIAMETRO MASSIMO ESTERNO DEL CAVO	mm	21,00
DIAMETRO MINIMO ESTERNO DEL CAVO	mm	19,47
FORMAZIONE CONDUTTORE	N° x mm	1 x 1,25 mm Acciaio + guaina alluminio + una corona di 9 conci TAL + una corona di 18 fili TAL Φ 2.21 mm
TIPO DI MATERIALE	Acc. Classe B+All. +TAL + EI111 + EM106	
SEZIONE NOMINALE DEL SINGOLO FILO DI ACCIAIO	mm ²	1,23
DIAMETRO NOMINALE DEL FILO DI ACCIAIO	mm	1,25
DIAMETRO MASSIMO DEL FILO DI ACCIAIO	mm	2,00
SEZIONE NOMINALE GUAINA DI ALLUMINIO	mm ²	39,49
DIAMETRO NOMINALE GUAINA DI ALLUMINIO	mm	7,20
SEZIONE NOMINALE DEL SINGOLO FILO DI LEGA TAL	mm ²	3,84
DIAMETRO NOMINALE DEL SINGOLO FILO DI LEGA	mm	2,21
SEZIONE NOMINALE TOTALE FILI DI LEGA TAL	mm ²	69,05
SEZIONE NOMINALE TOTALE CONCI DI LEGA TAL	mm ²	59,30
SEZIONE NOMINALE TOTALE LEGA TAL (CONCI +	mm ²	128,35
SEZIONE TOTALE NOMINALE ALLUMINIO E LEGA TAL	mm ²	167,84
SEZIONE TEORICA TOTALE DEL CONDUTTORE	mm ²	169,09
SEZIONE NOMINALE TOTALE DEL CONDUTTORE	mm ²	170
MASSA FILO DI ACCIAIO	kg/km	9,59
MASSA GUAINA DI ALLUMINIO	kg/km	106,92
MASSA TOTALE LEGA TAL (CONCI + FILI)	kg/km	351,7
MASSA TEORICA TOTALE DEL CONDUTTORE	kg/km	468,2
MASSA TEORICA TOTALE DEL CAVO	kg/km	605,00
MASSA DELL'ISOLANTE E GUAINA	kg/km	123,09
RESISTENZA ELETTRICA IN D.C. A 20°C	Ω /km	0,18
PORTATA MASSIMA DI CORRENTE A 20 °C PER POSA IN	A	735
ENERGIA SPECIFICA MASSIMA PASSANTE NEL CORTO CIRCUITO (K ² S ²)	A ² · s.	160 × 10 ⁶
CARICO DI ROTTURA	daN	2.335
MODULO DI ELASTICITÀ	daN/mm ²	5.190
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA	1/°C	22,7 · 10 ⁻⁶
COLORE DELLA MESCOLA SILICONICA ISOLANTE	-	Neutro
COLORE DELLA GUAINA	-	Rosso
TENSIONE NOMINALE DI ISOLAMENTO U ₀ /U (U _m)	V	300/500

Tabella 1: Caratteristiche geometriche, meccaniche ed elettriche del cavo

II.2.4 Portata di corrente

La portata di corrente massima del cavo è indicata nella tabella 2 e nella figura 3 seguenti.

Temperatura del conduttore [°C]	Portata di corrente (A)		
	T ambiente 20°C	T ambiente 30°C	T ambiente 40°C
30	81		
40	229	80	
50	317	225	78
60	385	311	221
70	443	379	306
80	493	436	373
90	538	485	429
100	578	530	478
110	615	569	522
120	648	606	561
130	679	639	597
140	708	670	630
150	735	698	661

Tabella 2 – Portata di corrente massima del cavo (valori efficaci) per posa del conduttore in aria libera

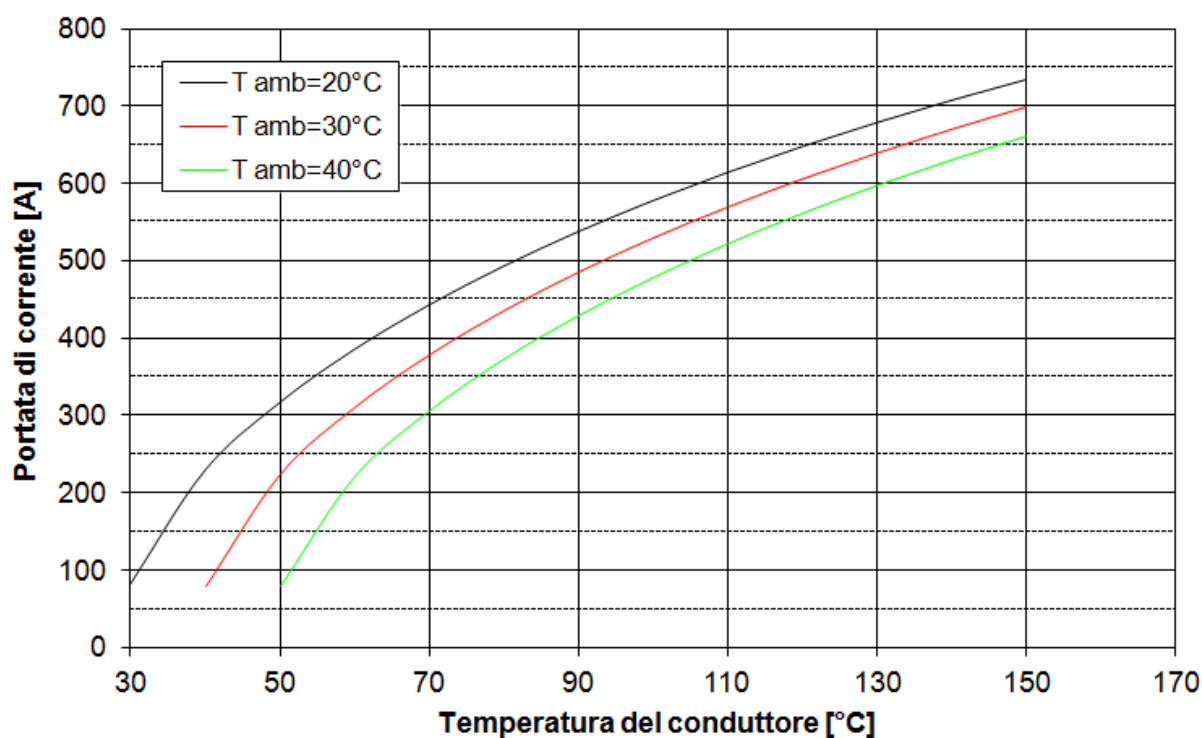


Figura 3- Curve Portata di corrente massima del cavo (valori efficaci) per posa del conduttore in aria libera

II.2.5 Materiali componenti e loro proprietà

Il filo interno centrale del conduttore è in acciaio. La guaina che la ricopre è di alluminio. Le due corone costituenti il mantello sono in lega di alluminio.

L'isolamento interno è costituito da una miscela a base di gomma siliconica reticolata (SiR).

La guaina esterna protettiva è costituita da copolimero di etilene reticolato.

II.2.5.1 Descrizione del nucleo del conduttore

Il materiale che costituisce il filo del nucleo deve essere acciaio lucido con classe di resistenza a trazione 2160 MPa, tipo UNI EN 10264-2 classe B.

Il materiale della guaina estrusa deve essere alluminio tipo EN AW 1350, con riferimento alla norma UNI EN 1715-2.

Il filo del nucleo deve avere, di norma, un diametro nominale di 1,25 mm e dovrà essere annegato in una guaina inscindibile di alluminio. Il diametro nominale del filo di acciaio può essere aumentato, purché, il diametro nominale, sommato alla tolleranza costruttiva, sia minore o uguale a 2 mm (diametro massimo del filo pari a 2 mm).

In caso di aumento del diametro nominale del filo di acciaio, deve comunque essere dimostrata, tramite l'effettuazione delle prove di tipo previste dalla presente STF, la rispondenza tra le caratteristiche tecniche costruttive e dimensionali del cavo e i requisiti di progetto.

II.2.5.2 Descrizione del mantello del conduttore

Il mantello in lega di alluminio sarà costruito in accordo con la Norma CEI EN 62219, per quanto applicabile.

Il mantello deve essere costituito da due corone. La prima corona più interna dovrà essere costituita da 9 fili sagomati (o conci, aventi una sezione retta a forma trapezoidale), mentre la corona più esterna sarà formata da 18 fili non sagomati (tondi), per un totale di 27 fili.

I fili non sagomati dovranno avere un diametro di 2,21 mm ciascuno.

Il materiale dei fili, che costituiscono le due corone del mantello, deve essere una lega Al-Zr TAL tipo AT1 IEC 62004 (TAL).

II.2.5.3 Descrizione dell'isolamento

Il materiale dell'isolamento, di colore neutro, deve essere realizzato con miscela EI111 siliconica in accordo con la norma CEI EN 50382-1.

Può essere presente una pellicola di separazione tra l'isolamento e la corona esterna di fili TAL. Detta pellicola (o separatore), se presente, non deve essere trasparente (ovvero deve essere facilmente identificabile a occhio nudo).

Lo spessore nominale dell'isolante deve essere di 0,9 mm

II.2.5.4 Descrizione della guaina esterna

Il materiale della guaina esterna, di colore rosso, è costituito da miscela EM106 siliconica in accordo con la norma CEI EN 50382-1.

Lo spessore nominale della guaina esterna deve essere di 1 mm

II.2.6 Tensione Nominale di isolamento

La Tensione Nominale di isolamento del cavo è espressa dalla combinazione di tre valori U_0 , U , U_m riportati nella seguente Tabella 3:

	Tensioni per impianti in c.a. Valori Efficaci [V]	Tensioni per impianti in c.c. [V]
U_0	300	424
U	500	N.A.
U_m	600	509

Tabella 3: Valori delle tensioni di isolamento del conduttore del cavo

U_0 è il valore efficace nominale della tensione di isolamento che si ha tra il conduttore e la terra, oppure è il valore nominale della tensione di isolamento che si ha tra il conduttore e la terra.

U è il valore efficace nominale della tensione di isolamento che si ha tra due conduttori di fase diverse.

U_m è il valore efficace massimo della tensione di isolamento che si ha tra il conduttore e la terra, oppure è il valore massimo della tensione di isolamento che si ha tra il conduttore e la terra. Viene ottenuto aumentando del 20% il valore della U .

II.2.7 Aspetto, struttura, finitura

Guardando ad occhio nudo il cavo non vi devono essere irregolarità geometriche sulla superficie dell'isolamento come, *imbozzamenti* superficiali o rigonfiamenti, che denotano dissesti della geometria del conduttore interno.

II.2.8 Sigla di designazione del cavo

Il sistema di designazione adottato per il cavo è quello previsto per i cavi non armonizzati dalla norma CEI-UNEL 35011, utilizzando, per le mescole dell'isolamento e della guaina, anche i simboli della norma CEI 20-27.

Il cavo oggetto della presente STF è quindi designato con simboli che indicano:

- 1) La denominazione del cavo
- 2) Il numero dei conduttori di cui è composto il cavo,
- 3) la sezione nominale del conduttore,
- 4) il grado di flessibilità del conduttore,
- 5) il tipo di isolante del conduttore,
- 6) il tipo di rivestimento del conduttore,
- 7) La tensione nominale del cavo,
- 8) La norma di riferimento del cavo

Il cavo oggetto della presente STF ha la seguente designazione

TACSR Φ 20,62 1x170 ASZ 300/500 V

Dove:

TACSR Φ 20,62 indica la denominazione del cavo

1 indica che il cavo ha un solo conduttore (Cavo unipolare)

170 indica che la sezione nominale del cavo è di 170 mm²

A indica il grado di flessibilità del cavo (che è quella dei conduttori in alluminio)

S indica che il materiale dell'isolante (EI111)

Z indica che il materiale della guaina (EM106)

300/500 kV indica la tensione nominale di isolamento del cavo (U_0/U in corrente alternata)

II.2.9 Marcatura, contrassegni, simboli ed indicazioni

La marcatura dovrà contenere:

- la designazione completa del cavo
- cat./prog. ferroviario
- il nome del costruttore
- il codice di rintracciabilità del prodotto completo di anno e mesi di costruzione,

Inoltre deve essere riportata la scritta: "NO COPPER INSIDE NON CONTIENE RAME". Tale scritta deve avere la dimensione maggiore possibile e deve essere ben evidente.

TACSR Φ 20,62 1x170 ASZ 300/500 kV cat./prog. FS 803/901 NO COPPER INSIDE NON CONTIENE RAME - *Ditta Fornitrice* 12345678 – *lotto di produzione e/o codice di rintracciabilità del lotto completo di anno e mese di costruzione.*

L'intervallo tra la fine di un tratto stampigliato e l'inizio del successivo non deve essere maggiore di 1 metro.

II.3 REQUISITI

II.3.1.1 Requisiti ambientali

II.3.1.1.1 Requisiti in ambienti esterni (aria libera)

- ambiente : salino/polveroso
- Grado di Inquinamento: PD4
- Altitudine (Classe AX): ≤ 2000 s.l.m.
- temperatura ambiente : $-25^{\circ}\text{C} \div +40^{\circ}\text{C}$
- Velocità del vento (SW1): ≤ 60 cm/s
- Radiazione solare ≤ 700 W/m²

- Intensità Pioggia ≤ 6 mm/min
- temperatura di trasporto e/o immagazzinaggio : $-25^{\circ}\text{C} \div +70^{\circ}\text{C}$
- umidità : $\leq 95\%$

II.3.1.1.2 Requisiti in ambienti interni (gallerie)

- Grado di Inquinamento: PD4
- Altitudine (Classe AX): ≤ 2000 s.l.m.
- Sovrapressione: ≤ 5 kPa
- temperatura ambiente : $-5^{\circ}\text{C} \div +35^{\circ}\text{C}$
- temperatura di trasporto e/o immagazzinaggio : $-25^{\circ}\text{C} \div +70^{\circ}\text{C}$
- umidità : $\leq 70\%$

II.3.2 Requisiti di applicazione e Sede Tecnica dell'oggetto della Specifica

Vedasi punto I.2.

II.3.3 Requisiti teorici di affidabilità, manutenibilità e disponibilità (clausole RAM)

II.3.3.1 Requisiti teorici di Affidabilità

Il cavo deve essere teoricamente in grado di svolgere la sua funzione senza guasti per un tempo pari a 20 anni, a meno di eventi naturali eccezionali, urti e danneggiamenti improvvisi di carattere doloso dovuti ad eventi esterni.

II.3.3.2 Requisiti teorici di Manutenibilità

Il Prodotto ferroviario oggetto della presente STF deve avere una manutenibilità teorica MTTR pari a 15 minuti.

II.3.3.3 Requisiti teorici di Disponibilità

Il Prodotto ferroviario oggetto della presente STF, dopo 8.760 ore di funzionamento, deve avere una disponibilità teorica $A = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$ pari ad 1,000.

II.3.4 Requisiti di Fabbricazione

La guaina che ricopre il filo centrale portante in acciaio deve essere ottenuta per estrusione a caldo diretta dell'alluminio sul filo di acciaio in modo da garantire l'aderenza fra alluminio e acciaio. Durante il processo di estrusione a caldo, l'alluminio della guaina subisce una ricottura.

Il filo di acciaio deve essere centrato rispetto alla guaina di alluminio.

II.4 IMBALLAGGI E PROTEZIONI

Ogni cavo TACSR Φ 20,62 deve essere imballato in modo tale che venga assicurata una idonea protezione durante il trasporto e movimentazione. A tal fine le corde devono essere avvolte in bobine conformi alle tabelle CEI-UNEL 09812, con tamburo di diametro superiore a 30 volte il diametro del conduttore.

Bobine diverse da quella prescritta possono essere utilizzate, purché il diametro del tamburo sia sempre superiore a 30 volte il diametro del conduttore.

Tutte le pezzature devono essere avvolte su bobine e queste devono essere accuratamente confezionate e chiuse con doghe affiancate e continue.

Il cavo deve essere avvolto in modo ordinato e lineare strato per strato, ossia non in modo casuale (random) e deve rimanere un franco libero col bordo della bobina di almeno 5 cm.

Le teste del cavo devono essere chiuse con appositi cappellotti termorestringenti e bene assicurate sui fianchi della bobina in modo che siano evitati danneggiamenti durante il trasporto.

Sulla superficie esterna di entrambe le flange della bobina di trasporto devono essere riportati, su apposita targhetta, con caratteri chiaramente leggibili ed indelebili, oltre a quanto previsto nell'ordine, i seguenti dati:

- categoria e progressivo del materiale;
- nome del costruttore del cavo contenuto;
- il nome o il marchio della ditta proprietaria della bobina;
- l'identificativo del cavo contenuto;
- il tipo e la matricola della bobina;
- il numero del contratto e della specifica d'ordine
- il peso netto;
- la lunghezza effettiva della pezzatura;
- gli estremi dell'ordine.

In ogni caso gli utilizzatori delle bobine di avvolgimento ed i fornitori sono tenuti al rispetto della linea guida sulla movimentazione delle bobine in legno presenti sulla norma CEI 20-92.

PARTE III REQUISITI DELLA QUALITÀ

III.1 ASSICURAZIONE DI QUALITÀ

I Fornitori del cavo oggetto della presente STF devono possedere le necessarie capacità tecnico organizzative ed operare in regime di Assicurazione di Qualità conformemente a quanto previsto dalle Prescrizioni per la Gestione degli Appalti di Lavori, Manutenzione, opere e forniture in opera sulla base di documenti di Pianificazione della Qualità SP AQ 004 A e, per quanto non contenuto nella precedente, nella UNI EN ISO 9001/2000. L'organizzazione Aziendale per la Qualità del Fornitore deve essere certificata da un Organismo accreditato dalle competenti autorità di Certificazione del Paese di appartenenza.

III.2 PIANI DELLA QUALITÀ

Fermo restante quanto prescritto dalla Normativa richiamata al punto precedente si precisa, che, il Piano della Qualità dovrà contenere, in caso di prima fornitura, anche:

- Piano delle prove di tipo, nel quale devono essere indicate le modalità d'esecuzione delle prove, sui prodotti tipo, e i laboratori riconosciuti operanti secondo la Norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025, dove saranno eseguite le stesse o presso i laboratori del Fornitore se l'attrezzatura è ritenuta idonea da RFI. I rapporti comprovanti il superamento delle prove, ed il Prodotto Tipo che è stato sottoposto alle prove, devono essere conservati presso il Fornitore.
- In caso di prima fornitura, dovrà essere previsto che, l'inizio della fabbricazione potrà avvenire solo dopo aver acquisito l'esito positivo delle prove di tipo sul/i prodotti/i tipo.
- Piano di Approvvigionamento, nel quale devono essere indicate le modalità e le fonti di approvvigionamento dei materiali;
- Piano di Fabbricazione e Controllo, nel quale devono essere descritti le principali fasi di fabbricazione, controllo e collaudo fino all'imballaggio del prodotto.
- Piano di Controllo Qualità relativo ai Test redatto sulla base delle caratteristiche generali elettriche e/o meccaniche, nonché del relativo interfacciamento elettrico e meccanico dei componenti, al fine di descrivere le prove, sia di tipo che di accettazione, che saranno effettuate.

PARTE IV OMOLOGAZIONE DEL PRODOTTO

IV.1 Procedura di Omologazione

La fornitura dei cavi sarà subordinata al preventivo conseguimento dell'omologazione del prodotto da parte di RFI S.p.A.

Il processo di omologazione ha lo scopo di dimostrare la rispondenza del Prodotto Tipo alla presente STF nonché di verificare la capacità complessiva del Fornitore, la bontà dei materiali impiegati e l'adeguatezza dei cicli produttivi.

I costi conseguenti allo svolgimento dell'attività del suddetto processo sono completamente a carico del Fornitore.

Le prove previste per l'omologazione dovranno essere eseguite presso laboratori legalmente riconosciuti, oppure in alternativa, previa autorizzazione da parte di R.F.I. S.p.A., presso altre strutture ivi comprese quelle della Ditta fornitrice.

A proprio insindacabile giudizio R.F.I. S.p.A. si riserva di effettuare sul prodotto qualsiasi tipo di prove e di controlli presso qualsiasi Ente o laboratorio.

I campioni accettati (Prodotti Tipo) saranno considerati campioni base di riferimento per le future forniture indette entro dieci anni a partire dalla data di comunicazione dell'omologazione, salvo eventuali modifiche e/o integrazioni alle Specifiche Tecniche.

La Ditta deve comunque impegnarsi a conservare la documentazione completa relativa al conseguimento dell'omologazione per un periodo non inferiore a dieci anni, ed a fornirne copia integrale e conforme su richiesta di R.F.I. S.p.A.

Il processo di omologazione prevede due fasi.

1^ Fase - Qualificazione del Prodotto

Tale fase prevede l'approntamento delle campionature previste dalla normativa richiamata corredate della seguente documentazione:

- Un Piano di Fabbricazione e Controllo che in accordo con la presente STF dovrà:
 - essere redatto, identificato e gestito dal fornitore in regime di assicurazione di qualità;
 - contenere un diagramma di flusso delle fasi costruttive;
 - contenere in forma tabellare, le fasi di fabbricazione e controllo con gli interventi dove il cliente può indicare le fasi notificanti (N) o vincolanti (V)
- Tale Piano approvato dovrà essere utilizzato come riferimento per la redazione del successivo Piano della Qualità delle forniture future
- Un Piano di Gestione della Fornitura
- Una procedura di prove per dimostrare la rispondenza del prodotto al parte V (Prove di Tipo) della presente STF
- Un programma temporale delle prove di cui sopra che, previa approvazione, sarà utilizzato per i rilievi sulle campionature approntate.
- Documentazione tecnico/progettuale del prodotto, disegni costruttivi di dettaglio, viste di assieme e ingombri sia esterne che interne.

Tutta la sopra citata documentazione può essere distinta in:

- documentazione pubblica;
- documentazione riservata.

La documentazione di tipo pubblica è quella parte di documentazione di cui il Fornitore autorizza la libera riproduzione e diffusione e che pertanto viene consegnata ad RFI.

La documentazione riservata è quella parte di documentazione considerata di proprietà del Fornitore non riproducibile e/o distribuibile da RFI.

Detta documentazione, esaminata e vistata da RFI, rimarrà presso il Fornitore a disposizione però per eventuali controlli e verifiche.

Tutta la documentazione di cui sopra deve essere redatta in lingua italiana.

Al termine di questa fase, superata con esito positivo tutte le prove prescritte, R.F.I. S.p.A. rilascerà un Certificato di Qualificazione del Prodotto.

2^ Fase - Omologazione del prodotto

Tale fase, che può essere avviata solo dopo il rilascio del suddetto certificato di Qualificazione del Prodotto, prevede il monitoraggio della produzione e il collaudo della prima fornitura (Prove di Accettazione).

Al termine di questa fase, superata con esito positivo, R.F.I. S.p.A. rilascerà un Certificato di Omologazione del Prodotto.

Nel caso in cui il Fornitore ritenga necessario apportare modifiche ancorché migliorative all'apparecchiatura, è obbligato a comunicarle tempestivamente alla Struttura Tecnica competente di RFI per l'approvazione.

Per modifiche significative si devono intendere, tra le altre, quelle modifiche che, se introdotte:

- diminuiscono il range di utilizzo del prodotto;
- variano la configurazione geometrica e/o la collocazione del prodotto sull'impianto pregiudicando le caratteristiche di stabilità meccanica e/o termica;
- variano, in ogni caso, le risposte del prodotto in modo peggiorativo rispetto a quelle certificate nel piano di prove adottato.

Pertanto non dovranno intendersi significative in generale tutte quelle modifiche dovute a sostituzione di componentistica per obsolescenza o miglioramento intrinseco delle caratteristiche.

Comunque anche in questo caso il Fornitore è tenuto a:

- comunicare ad RFI l'avvenuta variazione;
- concordare con RFI l'eventuale necessità di una nuova certificazione e con essa le eventuali prove da effettuare.

PARTE V PROVE DI TIPO

V.1 GENERALITÀ, NUMERO DEI CAMPIONI, CONDIZIONI DI PROVA, ELENCO DELLE PROVE

V.1.1 Generalità

Le prove di tipo da eseguire su campionature, hanno lo scopo di verificare che i campioni dei cavi scelti quali *Prodotti Tipo* siano conformi alle prescrizioni della presente STF.

I criteri da seguire sono illustrati nella presente STF.

Le prove di tipo hanno validità per 3 anni, fatta eccezione della prova per la determinazione della curva di vita termica del materiale isolante della guaina EM106, in accordo con la norma IEC 60216 (curva di Arrhenius) e la prova di Corto Circuito, in accordo al punto V.3.6 della presente STF.

Le prove di tipo di seguito riportate devono essere eseguite a cura del Fornitore. Queste possono essere effettuate anche presso il laboratorio del Fornitore, se ritenuto idoneo da RFI. S.p.A.

V.1.2 Numerosità dei prodotti da sottoporre alle prove di tipo

Ogni prova di tipo prevista dalla presente STF dovrà essere effettuata su un solo campione del cavo. La numerosità totale dei campioni è dunque pari a quella delle prove di tipo. Ogni campione dovrà essere di lunghezza sufficiente per permettere l'esecuzione della prova cui il campione è sottoposto. Tutti i campioni devono essere prelevati dalla medesima bobina designata per l'effettuazione delle prove di tipo.

V.1.3 Condizioni ambientali per le prove di tipo

Se non diversamente specificato, le prove devono essere eseguite alle condizioni ambientali di laboratorio come appresso indicato:

- temperatura: $15\text{ }^{\circ}\text{C} \div 35\text{ }^{\circ}\text{C}$
- umidità relativa: $25\% \div 75\%$
- pressione atmosferica: $86 \div 106\text{ kPa}$

Le effettive condizioni ambientali di prova devono comunque essere riportate sui documenti relativi.

V.1.4 Elenco delle prove di tipo in laboratorio

Le prove di tipo richieste sono le seguenti:

- certificato delle caratteristiche delle materie prime;
- controllo visivo e dimensionale;
- verifica della resistività elettrica dei fili di lega TAL;
- Prove elettriche sulle pezzature
- Prova di tensione;
- Prova di resistenza di isolamento;
- verifica della resistenza elettrica del conduttore;
- verifica della massa del conduttore nudo;

- prova di tenuta al corto circuito;
- prove di resistenza meccanica a trazione del cavo;
- prove di resistenza meccanica sul filo di acciaio;
- prova di resistenza meccanica sui fili di lega TAL;
- prove per la verifica del materiale isolante e della guaina;
- prova di portata;
- prova di non propagazione della fiamma;
- verifica materiale isolante tramite analisi Termogravimetrica TGA e FTIR;
- verifica materiale guaina tramite analisi Termogravimetrica TGA e FTIR.

V.2 MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELLE PROVE DI TIPO

Le prove di tipo si intendono eseguite su cavi completi, in assetto di funzionamento ed alle condizioni ambientali previste e dovranno essere effettuate secondo le modalità indicate nelle Norme richiamate, in vigore alla data di presentazione dell'offerta.

Scelti un limitato numero di campioni all'interno di un lotto di produzione, indicato nella presente STF, si effettuano prove sui Prodotti Tipo che dovranno essere marcati e immagazzinati a regola d'arte dal fornitore, in modo da mantenere, ove possibile, nel tempo le caratteristiche e le funzionalità del prodotto. In caso di richiesta da parte di RFI, il fornitore sarà tenuto a consegnare e/o mettere a disposizione i Prodotti Tipo.

Qualora il prodotto da fornire, o parte di esso, sia già stato oggetto di analogo procedimento da parte di altro Ente, è facoltà di RFI S.p.A. accettare la documentazione relativa all'esecuzione delle prove di tipo.

Ai fini della eventuale accettazione da parte di RFI della documentazione relativa a prove di tipo eseguite in regime di qualità, le seguenti condizioni devono essere verificate:

- le prove sono state eseguite da un organismo legalmente riconosciuto,
- i documenti delle prove siano rilasciati da un organismo legalmente riconosciuto,
- la documentazione risulti esaustiva, rispondente alla presente STF.

Gli organismi legalmente riconosciuti sono quelli di certificazione e di ispezione e i laboratori di prova accreditati presso l'Ente Italiano di Accreditamento ACCREDIA (Ente previsto dal Regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio n. 765 del 9 luglio 2008), operanti secondo la Norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025.

Se le prove di tipo sono eseguite dal Fornitore e certificate dall'OMFS di RFI, dette prove devono essere effettuate in presenza del personale della S.O. dell'OMFS di RFI, che certifica l'esecuzione delle prove di tipo ed il loro esito. A conclusione del procedimento di verifica dell'idoneità tecnica, in caso di esito positivo, l'OMFS di RFI S.p.A. restituirà una copia vistata di tutta la documentazione approvata. Detta documentazione dovrà rimanere presso il Fornitore per essere esibita in qualsiasi momento a richiesta di RFI S.p.A. e costituirà la documentazione di riferimento per le forniture, unitamente ai Prodotti Tipo opportunamente immagazzinati dal Fornitore stesso.

V.3 PROVE DI TIPO

V.3.1 Certificato relativo alle caratteristiche delle materie prime

La ditta costruttrice deve presentare il certificato relativo alle caratteristiche delle materie prime impiegate per il conduttore e per l'isolamento.

In particolare, nel certificato devono comparire le seguenti indicazioni:

- ditta/e fornitrice/i dei materiali;
- composizione chimica dei materiali;
- ogni altro elemento che individui inequivocabilmente il prodotto impiegato.

V.3.2 Controllo visivo e dimensionale

Il controllo visivo e dimensionale deve essere effettuato su tutti i campioni prelevati per le prove di tipo e su tutti i campioni prelevati per le prove di accettazione.

Tale controllo consiste nel riscontrare:

- che l'aspetto esterno del filo di acciaio, prima che esso sia inguainato nell'alluminio, sia conforme alla norma UNI EN 10264-2 - Cap. 4;
- che il diametro del filo di acciaio sia conforme alla norma UNI EN 10264-2 Cap 6.2;
- che il nucleo estruso, dopo la sua estrusione, abbia aspetto omogeneo e superficie liscia, cilindrica regolare, esente da rigature, paglie, screpolature, sbavature, ammanchi di materia, inclusioni o altri difetti. Non sono ammesse saldature dopo l'estrusione;
- che il conduttore del cavo oggetto della presente specifica sia conforme alla norma CEI EN 62219 - Cap. 5.4 e che sia costruito in modo tale che i singoli fili ed i singoli conci componenti siano perfettamente aderenti al fine di evitare che il conduttore stesso presenti rigonfiature o fiaschi;
- che il rapporto di cordatura dei fili tondi e dei conci in lega TAL siano conformi rispettivamente alla norma CEI EN 50182 - Cap. 5.5 ed alla norma CEI EN 62219 - Cap. 5.5.
- che il diametro del filo di acciaio del nucleo ed il diametro del conduttore siano conformi alla tabella 1 della presente Specifica e, rispettivamente, alla norma UNI EN 10264-2 Cap 6.2 ed alla norma CEI EN 62219 - Cap. 6.6.2.
- che il diametro esterno del cavo sia quello previsto dalla tabella 1 della presente Specifica.

V.3.3 Verifica della resistività elettrica dei fili in lega TAL

Sui fili (sagomati e non) in lega di alluminio TAL va effettuata la verifica della rispondenza della resistività elettrica ai valori riportati nella norma IEC 62004.

La misura va effettuata con temperatura ambiente compresa tra 10 e 30 °C; il valore della resistività va riportato a 20°C mediante la formula approssimata:

$$\rho_{20} = \frac{\rho_{\theta}}{[1 + \alpha(\theta - 20)]}$$

dove siano:

ρ_{20} la resistività a 20°C

- ρ_0 la resistività alla temperatura ambiente
 θ la temperatura ambiente
 α il coefficiente di aumento della resistività con la temperatura

V.3.4 Prove elettriche sulle pezzature

V.3.4.1 Prova di tensione

La prova di tensione dovrà essere eseguita secondo le modalità descritte nella CEI 20-13 e nella CEI EN 50306-2 (CEI 20-17/2-1), sul 100% delle anime di tutte le pezzature in H₂O applicando un tensione in Corrente Alternata di 2 kV (o in corrente continua di 4,8 kV) per 5 minuti tra conduttore verso acqua.

La frequenza della tensione alternata deve essere tra 49 ÷ 51 Hz

La tensione di prova deve essere applicata gradualmente, arrivando al valore prescritto in circa 1 minuto e mantenuto per la durata prescritta.

Non deve avvenire alcuna perforazione dell'isolante.

V.3.4.2 Resistenza di isolamento

La misura della resistenza di isolamento deve essere eseguita sul 10% delle pezzature del lotto secondo le modalità descritte sulle Norma CEI 20 -13.

La resistenza di isolamento deve essere misurata dopo la prova di tensione.

Si deve usare una tensione continua di 500 V; i risultati delle misure eseguite ad una data temperatura devono essere riportati alla temperatura di 20 °C applicando i coefficienti di correzione prescritti dalla norma CEI 20-13.

V.3.4.3 Verifica della resistenza elettrica del conduttore

La misura della resistenza elettrica del conduttore deve essere eseguita sul 20% delle pezzature secondo le modalità descritte dalle Norme CEI 20-13.

La resistenza elettrica deve essere misurata su tutti i conduttori isolati di ognuna delle pezzature costituenti il campione fino ad un massimo di 5 conduttori per pezzatura.

Il conduttore del cavo deve avere una resistenza elettrica minore di quella prescritta nella tabella 1 della presente specifica tecnica di fornitura, incrementata del 2%.

V.3.5 Verifica della massa del conduttore nudo

La massa del conduttore nudo deve essere conforme al valore indicato in tabella 1, con tolleranza prescritta nella norma CEI EN 50182 – Cap. 5.7.3.

V.3.6 Prova di tenuta al corto circuito

La verifica di tenuta al corto circuito dovrà essere effettuata facendo transitare per una durata di 0,25 s una corrente alternata generata da un corto circuito. Durante la prova dovrà essere misurato il valore efficace della componente simmetrica della corrente di corto circuito (I_{cc}).

Il campione di conduttore deve avere inizialmente una temperatura di 150 °C, ottenuta mediante la circolazione di una corrente alternata permanente che riscaldi il conduttore.

La verifica si può ritenere superata se:

- Il valore dell'energia specifica assorbita dal conduttore $I_{cc}^2 t$ durante il corto circuito è maggiore o uguale a $160 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \cdot \text{s}$ e la temperatura esterna del conduttore non ha superato il valore di 250°C , e
- il cavo risulta integro, privo di segni di bruciature e/o privo di segni di deperimento del materiale di cui esso è costituito.

V.3.7 Le prove di resistenza meccanica a trazione

La prova di resistenza meccanica a trazione va eseguita:

- sul filo di acciaio del nucleo, secondo quanto indicato nella norma UNI EN 10264-2 e con le modalità prescritte nella norma CEI EN 50189 – Cap. 11;
- sui fili (sagomati e non sagomati) in lega di alluminio TAL costituenti il mantello, secondo quanto indicato nella norma IEC 62004 e con modalità prescritte nella norma CEI EN 50183 – Cap. 11.3;
- sul cavo completo, secondo quanto indicato nella tabella 1 e con le modalità prescritte dalla norma CEI EN 50182 – Cap. 6.4.8.

V.3.8 Prove per la verifica del materiale isolante e della guaina

L'isolamento e la guaina devono essere sottoposte a tutte le prove previste dalla normativa CEI EN 50382-1 e CEI EN 50382-2, alla prova di riscaldamento prevista al punto 18.1.6 dalla norma IEC 60502-2 e alla prova di lacerazione prevista dalla CEI 60811.

V.3.8.1 Prova di vita

In fase di omologazione la ditta dovrà costruire sulla miscela impiegata nella costruzione dei cavi la curva di vita termica del materiale isolante della guaina EM106 in accordo con la norma IEC 60216 (curva di Arrhenius) che dovrà evidenziare un indice di temperatura non inferiore a 150°C in corrispondenza ad una durata di vita termica di 20.000 ore.

Per la prova di vita si impiegherà il metodo di valutazione semplificato e grafico (IEC 60216-1 par. 4.2). Il parametro preso in considerazione sarà il valore medio dell'allungamento a rottura il cui valore assoluto non deve essere inferiore al 50%.

V.3.8.2 Prova di riscaldamento

La prova di riscaldamento prevista al punto 18.1.6 dalla norma IEC 60502-2, deve eseguirsi facendo riscaldare il conduttore mediante circolazione di corrente (continua o alternata) in un campione lungo almeno 5 m, interamente disposto a contatto con il pavimento del laboratorio di prova. Il campione da sottoporre a prova di riscaldamento (o quella parte di esso con lunghezza superiore a 5 m e disposto a contatto con il suolo) non deve essere disposto a spirale né deve avere parti a contatto tra loro. Il conduttore deve essere sottoposto ad un ciclo termico di riscaldamento composto da tre fasi, riportate nella seguente figura, ove sulle ordinate si riporta la temperatura all'interno del conduttore nudo del cavo (temperatura del conduttore).

Il ciclo termico deve essere ripetuto 20 volte e la prova si ritiene superata se l'isolante e la guaina, oltre a non presentare segni di bruciatura visibili a occhio nudo, mantengono la propria durezza originale.

V.3.8.3 Prova di lacerazione

Per la prova di lacerazione da eseguirsi solo sulla guaina EM106, la prova si riterrà superata se la lacerazione del materiale avviene per un valore di carico maggiore di 3 N/mm.

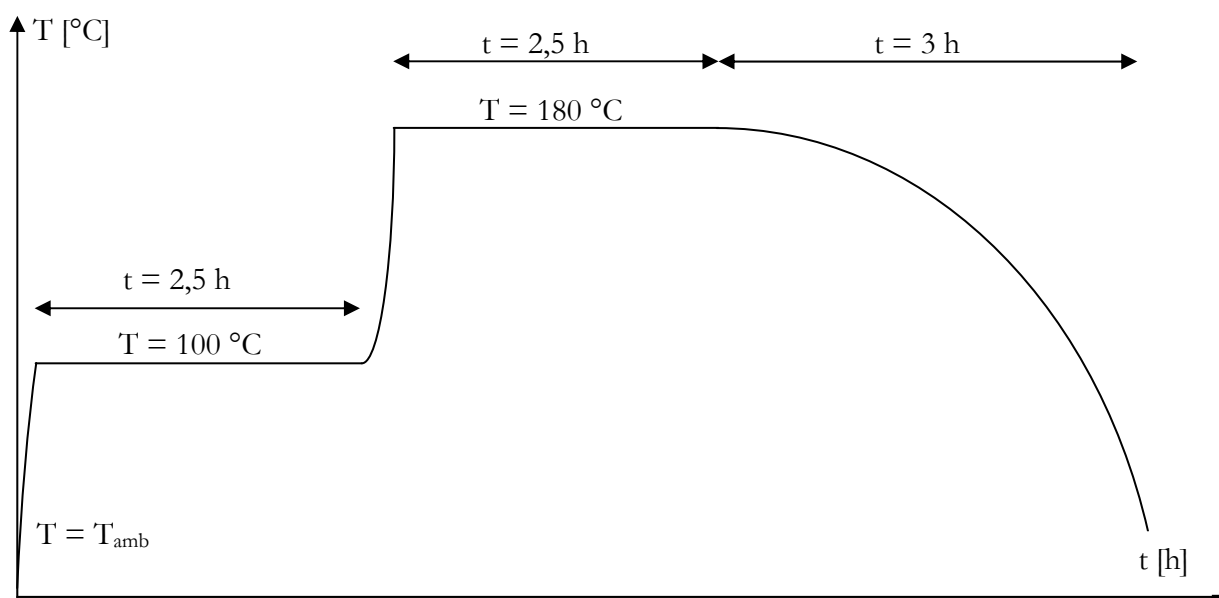


Fig. 4 – Ciclo termico di prova, da iterare 20 volte.

V.3.9 Prova di Portata

La Prova di portata deve essere eseguita con la medesima attrezzatura, configurazione e metodologia utilizzata per la prova di riscaldamento prevista al punto 18.1.6 dalla norma IEC 60502 e deve essere eseguita con corrente continua o alternata, con valori di correnti efficaci. Anche il campione sul quale eseguire la prova di portata deve essere lo stesso di quello che ha superato la prova di riscaldamento.

La Prova di portata consiste nell'eseguire un nuovo ciclo termico (dopo i primi 20 della prova di riscaldamento) caratterizzato dal seguente grafico

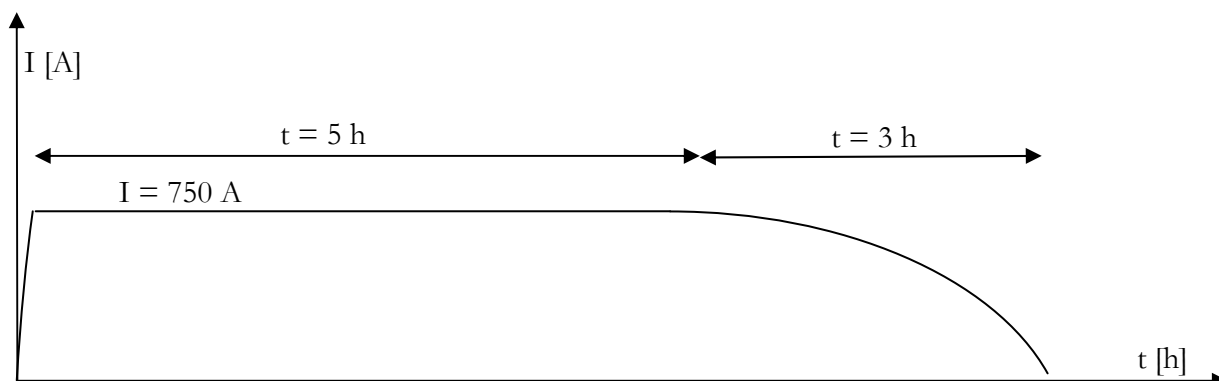


Fig. 5 – Corrente continua per la prova di portata.

La prova di portata è superata se, al termine delle cinque ore, la temperatura esterna del cavo è minore o uguale a 150 °C.

V.3.10 Prove di non propagazione della fiamma

Il cavo deve essere sottoposto alle prove di non propagazione della fiamma verticale di fili o cavi montati verticalmente a fascio con categoria di installazione C. Il metodo di prova è descritto nella normativa CEI EN 60332-3-24.

V.3.11 Verifica del materiale isolante e della guaina tramite analisi Termogravimetrica TGA e FTIR

Il materiale della guaina e quello del materiale isolante dovrà essere identificato mediante analisi Termogravimetrica (TGA) e ulteriore verifica eseguita con Spettrofotometro FTIR.

La Misura del contenuto di nero fumo per analisi termogravimetrica (TGA) deve avvenire secondo il metodo indicato dalla norma CEI EN 60811-4-1 e secondo le modalità prescritte dalla norma HD 605.

La Verifica della qualità dell'isolante e della guaina con spettrofotometro (FTIR) dovrà avvenire in accordo alle norme UNI EN 4650 ed ISO 1407.

V.4 PROVE D'APPELLO

Nel caso in cui una delle prove di tipo abbia esito sfavorevole, è concessa una prova d'appello consistente nel ripetere tale prova applicata ad un numero doppio di campioni di quelli previsti.

V.5 PROVE E VERIFICHE INTEGRATIVE

RFI S.p.A. si riserva comunque, a propria cura e spese, la facoltà di richiedere l'effettuazione di ulteriori prove e/o verifiche anche non comprese fra quelle specificate nella presente STF.

PARTE VI ACCETTAZIONE DEL PRODOTTO

VI.1 CONDIZIONI DI ACCETTAZIONE

Le prove di accettazione in relazione ad ogni determinato ordine per verificare le forniture, vengono effettuate secondo i piani di campionamento stabiliti dalla presente STF.

Il materiale oggetto della fornitura, oltre a possedere i requisiti richiesti nella presente STF, deve essere del tutto identico al prodotto approvato nel processo di omologazione.

Affinché la fornitura possa essere dichiarata accettabile il Fornitore deve:

- presentare una dichiarazione di conformità che attesti la rispondenza del prodotto a quello approvato nel processo di omologazione;
- superare le prove previste al punto VI.3, eseguite da collaudatore RFI o dal Fornitore stesso così come previsto nel piano della Qualità in caso di fornitura in Assicurazione di Qualità.

I costi conseguenti allo svolgimento dell'attività del processo di accettazione sono completamente a carico del Fornitore.

VI.2 MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELLE PROVE DI ACCETTAZIONE

Il Fornitore è tenuto ad informare per iscritto con almeno 15 giorni di anticipo la data d'inizio delle prove per consentire, ove ritenuto necessario, la partecipazione di un incaricato RFI.

In ogni caso RFI S.p.A. si riserva il diritto di sorvegliare la lavorazione dei materiali in questione e delle parti che compongono il prodotto, sia nello stabilimento della ditta fornitrice che in quello di eventuali subfornitori.

Le prove di accettazione di seguito indicate devono essere eseguite sui prodotti nuovi, puliti e completamente assemblati.

Indipendentemente dall'esito delle prove di accettazione, RFI si riserva il diritto richiedere sostituzioni e/o varianti che in base alle suddette prove e verifiche fossero ritenute necessarie ai fini dell'accettazione del prodotto.

VI.3 PROVE DI ACCETTAZIONE

VI.3.1 Numerosità dei prodotti da sottoporre alle prove di accettazione

La numerosità dei prodotti da sottoporre alle prove di accettazione è indicata nella norma CEI 20-13.

VI.3.2 Elenco delle prove di accettazione

Le prove di accettazione sono le seguenti:

- certificato delle caratteristiche delle materie prime;
- controllo visivo e dimensionale;
- prove di resistenza meccanica a trazione sul conduttore completo (lunghezza del campione m 10 o inferiore);
- verifica della resistenza elettrica del conduttore completo;
- verifica della massa del cavo completo.

- prova di tensione in c.a.
- misura della resistenza isolamento a 20°C
- verifica caratteristiche meccaniche dell'isolante allo s.i.
- verifica allungamento a caldo dell'isolante
- verifica materiale isolante tramite analisi Termogravimetrica TGA
- verifica materiale isolante tramite analisi FTIR
- verifica caratteristiche meccaniche della guaina allo s.i.
- verifica allungamento a caldo della guaina
- verifica caratteristiche meccaniche della guaina d.i. in olio
- verifica materiale guaina tramite analisi Termogravimetrica TGA
- verifica materiale guaina tramite analisi FTIR
- prova di lacerazione sulla guaina

VI.4 PROVE DI APPELLO

Nel caso in cui una delle prove abbia esito sfavorevole è concessa una prova d'appello consistente nel ripetere tale prova applicata ad un numero doppio di campioni di quelli previsti.

Se due o più corde non soddisfano una qualsiasi delle prove di accettazione, o se anche un solo risultato delle prove di appello sulle corde o parti di esse non è soddisfacente, l'intero lotto deve essere considerato non conforme alla presente STF e deve essere ritirato dalla ditta costruttrice.

VI.5 PROVE E VERIFICHE DI ACCETTAZIONE INTEGRATIVE

RFI si riserva il diritto di prelevare, in qualsiasi momento ed a loro insindacabile giudizio, campioni dei materiali utilizzati nella fornitura per eseguire prove e verifiche presso laboratori di RFI, altri istituti o enti certificati.

VI.6 PROVE DI ACCETTAZIONE IN REGIME DI FORNITURA CON COLLAUDO

Per forniture in cui è previsto il collaudo presenziato da parte di RFI, la rispondenza della fornitura alle prescrizioni della presente norma, deve essere accertata mediante un procedimento di collaudo statistico per attributi secondo quanto prescritto dalla norma UNI ISO 2859-1 con le seguenti precisazioni:

- a) **piano di campionamento:** semplice, collaudo ridotto con LQA = 2,5% livello di collaudo II
- b) **Unità di prodotto:** una singola pezzatura
- c) **Lotto:** l'insieme delle pezzature presentate contemporaneamente al collaudo ed aventi lo stesso numero di conduttori e la stessa sezione nominale

La determinazione delle quantità di pezzature o le modalità di prelevamento degli elementi (spezzoni o componenti di cavo) da sottoporre a prove di accettazione deve essere fatta in accordo con la Norma CEI 20-13.

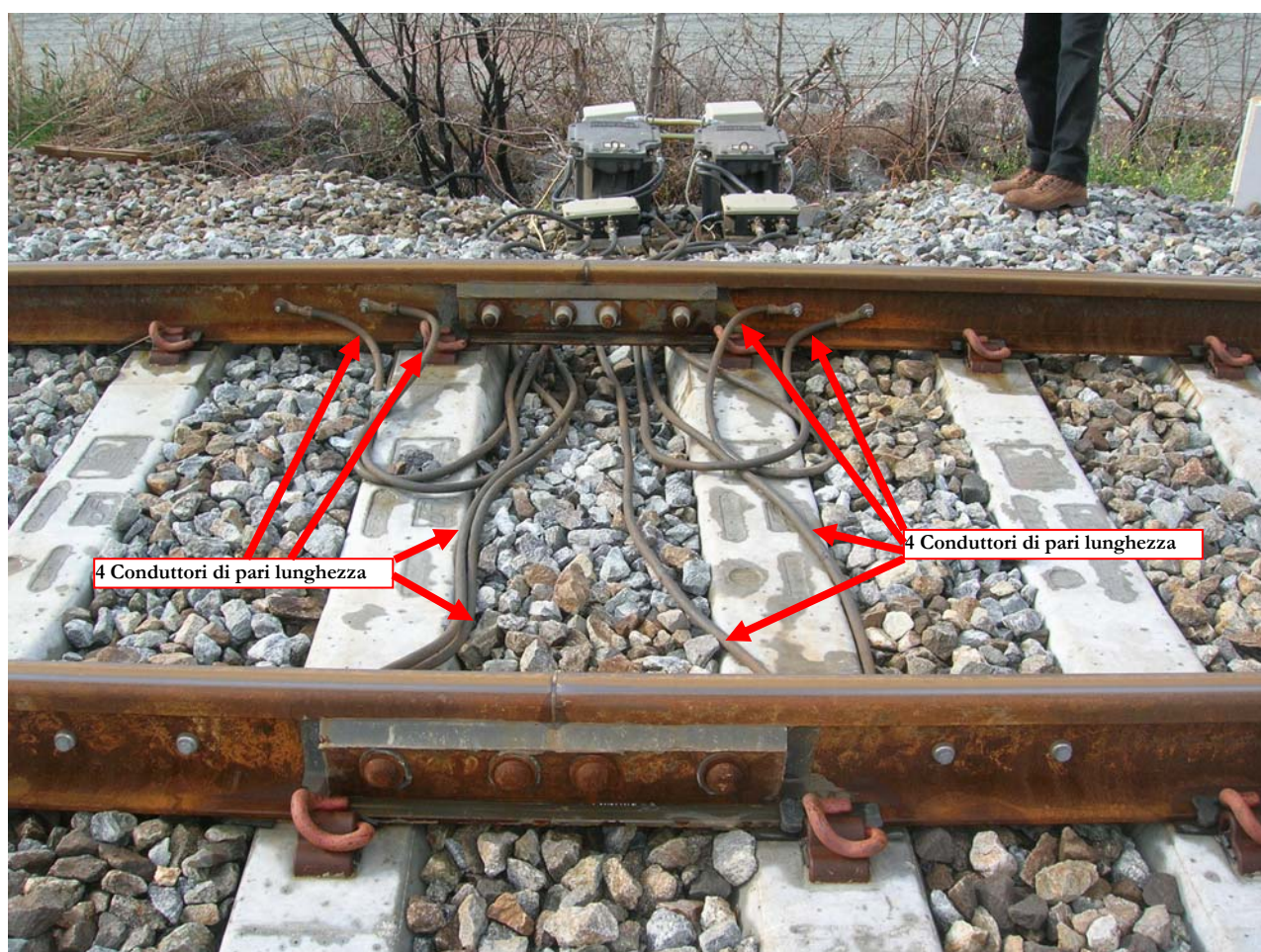
Al superamento delle prove di accettazione in regime di collaudo RFI emetterà un CRE (Certificato di Regolare Esecuzione).

PARTE VII ALLEGATO TECNICO PER L'IMPIEGO DEL CAVO

VII.1 INTERCAMBIABILITÀ DI CAVI TRADIZIONALI CON IL CAVO TACSR Φ 19,62

Nei campi di applicazione ferroviaria di Trazione Elettrica, indicati al punto I.2.2 della presente STF, l'intercambiabilità del conduttore è regolato dalla seguente tabella 4, dove si riporta l'elenco dei conduttori tradizionali sostituibili con il cavo TACSR Φ 19,62 ed il rapporto di sostituzione (ovvero quanti cavi tipo TACSR Φ 19,62 bisogna posare in caso di rimozione dei cavi tradizionali).

Come indicato al punto II-7-03 (pag. 12) della circolare n. 22 I.E. 5.211/29271 del 30.06.1982 emessa dal già Servizio Impianti Elettrici relativa a "Linee con blocco automatico a correnti codificate; condizioni tecniche alle quali devono soddisfare gli impianti di sicurezza, segnalamento, blocco e P.L.", collegare ogni connessione induttiva alle rotaie mediante quattro conduttori (due per ogni rotaia), tutti di pari lunghezza, indipendentemente dalla rotaia alla quale sono collegati.



CORDE E CAVI TRADIZIONALI				APPLICAZIONI		N conduttori tradizionali /N conduttori innovativi
STF FS o Normativa Standard	cat/prog	Nome breve prodotto	designazione secondo normativa	Impiego corde e cavi Tradizionali		
				Descrizione breve	Tensioni sistema TE	
CEI UNEL 35752	803/160	cavo flessibile in rame da 95 mm ²	N07V9-K 1x95	rotaie - CI (cdb con due rotaie isolate); ritorno TE sui cuori di scambi in acciaio fuso al manganese	3 kV cc	2/2
CEI UNEL 35752	803/161	cavo flessibile in rame da 120 mm ²	N07V-K 1x120	rotaie - CI (cdb con due rotaie isolate); ritorno TE sui cuori di scambi in acciaio fuso al manganese	3 kV cc	2/2
CEI UNEL 35752	803/163	cavo flessibile in rame da 185 mm ²	N07V-K 1x185	CI - CI	3 kV cc	1/1
CEI UNEL 35368	803/164	cavo flessibile in rame da 240 mm ²	N07G9 K 1X240	<u>3 kV</u> : rotaie - CI (per CI di ritorno in SSE da 750 A o 1000 A); CI - CI; Centro CI - sbarra colletttrice SSE. <u>2x25 kV</u> : rotaie - CI di SSE; CI di SSE - trasformatori di SSE (o autotrasformatori di PPD e PPS)	3 kV cc e 2x25 kV ca	2/4
CEI UNEL 35376	N.D.	cavo rigido in rame da 300 mm ²	RG7R - 0,6/1 kV	sbarra colletttrice SSE - sbarra negativo SSE della cella misure	3 kV cc	10/12
CEI UNEL 35376	803/855	cavo rigido tripolare in rame 3 x 120 mm ²	RG7OR - 0,6/1 kV	sbarra colletttrice SSE - sbarra negativo SSE della cella misure	3 kV cc	6/12
RFI/TC. TE. STF. LP 017 - Ed. 09/2001	785/142	corda alluminio acciaio da 148,5 mm ² in corrugato	19 + 12 + 6 + 1	rotaie - CI (cdb con due rotaie isolate); CI - CI	3 kV cc	2/2
RFI/TC. TE. STF. LP 017 - Ed. 09/2001	785/142	corda alluminio acciaio da 148,5 mm ² in corrugato	19 + 12 + 6 + 1	rotaia - rotaia del CdR TE (Z e Deviatoi)	3 kV cc	2/2
NT TE 25	785/125	corda rigida di rame da 120 mm ²	12+6+1	rotaia - rotaia del CdR TE (Z e Deviatoi)	3 kV cc	2/2

Tabella 4: Corde e Cavi tradizionali intercambiabili con il cavo TACSR Φ 20,62

VII.2 CAPICORDA DI COLLEGAMENTO DEL CAVO

VII.2.1 Tipologia e dimensioni dei capicorda

I capicorda tradizionali approvati con nota RFI-DMA-IM-ETE/P/2008/0000074 del 6 maggio 2008 utilizzati per gli attacchi alla rotaia e per gli attacchi alla connessione induttiva della corda bimetallica cat./prog. 785/142 possono essere utilizzati anche per il conduttore innovativo isolato cat. 803/901, ma solo fino ad esaurimento scorte previa verifica della svasatura presente sul capocorda lato isolante.

I Capicorda da utilizzare per il corretto collegamento del cavo oggetto della presente STF dovranno essere di alluminio 99,5 tipo EN AW 1050 A secondo la norma EN 573-3.

Il materiale dovrà essere protetto da una stagnatura elettrolitica di spessore pari a 15 μ m per evitare che fenomeni di corrosione galvanica dell'alluminio con i terminali in rame delle connessioni induttive e con le boccole in rame degli attacchi alla rotaia possano, in breve tempo, compromettere l'efficienza della collegamento elettrico.

Si riportano di seguito i disegni di massima dei capicorda, ed una tabella che riporta le quote minime e massime delle varie tipologia di forma previste.

Tipologia di forma	Sigla della Tipologia di forma	Diametro Vite/i [mm ²]	Caratteristiche geometriche														Caratteristiche Fisiche			
			diametro interno della estremità del colletto - (Φ _c) [mm]	diametro interno del colletto - (Φ _i) [mm]	diametro del/i fori (d) [mm]		Lunghezza (L) [mm]		Larghezza flangia forata (B) [mm]		centro foro - estremità della piastra (N) [mm]		interasse del/i fori (E) [mm]		Lunghezza dell'asola del foro (A) [mm]		Inclinazione flangia (α) [°]	Peso teorico [g]		
			valore limite minimo	valore limite minimo	valore nominale o valori limiti															
1 foro	A	12	20,5	16,3	min 12,8	max 13,6	min 95	max 108	min 30	max 37	min 13	max 16	N.A.		N.A.		N.A.		min 60	max 75
1 foro	A _s	12	20,5	16,3	min 12,8	max 13,6	min 90	max 106	min 27	max 33	min 13	max 16	N.A.		N.A.		N.A.		min 60	max 85
inclinato a 1 foro	B	12	20,5	16,3	min 12,8	max 13,6	N.A.		min 30	max 37	min 13	max 16	N.A.		N.A.		min 43	max 55	min 60	max 75
inclinato a 1 foro	B _s	12	20,5	16,3	min 12,8	max 13,6	N.A.		min 27	max 34	min 13	max 16	N.A.		N.A.		min 43	max 55	min 70	max 95
1 foro e 1 asola	C	10	20,5	16,3	min 10,3	max 11,0	min 128	max 147	min 30	max 37	min 10	max 16	min 28,50	max 40	min 22	max 24	N.A.		min 80	max 100
Giunzione Elettrica	D	N.A.	20,5	16,3	N.A.		min 90	max 112	N.A.		N.A.		N.A.		N.A.		N.A.		min 60	max 75
2 fori	E	10	20,5	16,3	min 10,3	max 11,0	min 128	max 147	min 30	max 37	min 10	max 16	40		N.A.		N.A.		min 80	max 100
1 foro e 1 asola	F	10	20,5	16,3	min 10,3	max 11,0	min 121	max 138	min 30	max 37	min 10	max 16	min 29,25	max 30	min 12	max 14	N.A.		min 80	max 95
N.B. il Pedice s indica che il capocorda è ottenuto mediante stampeggio a partire da un profilato tondo. La forma dei capicorda tipo A, e B, è uguale a quella di tipo A e B																				

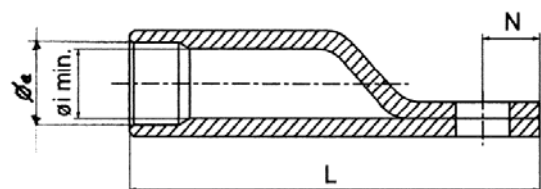
N.B. il Pedice s indica che il capocorda è ottenuto mediante stampaggio a partire da un profilato tondo. La forma dei capicorda tipo A_s e B_s è uguale a quella di tipo A e B

Tabella 5 – Caratteristiche dimensionali dei capicorda del cavo TACSR Φ 19,62

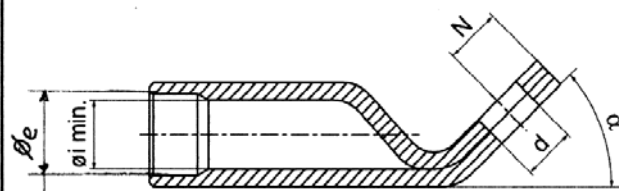
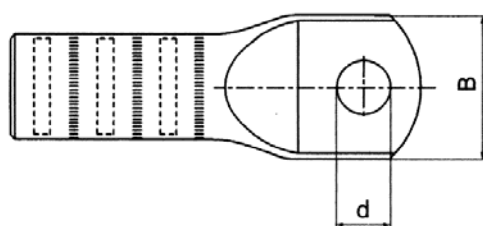
SPECIFICA TECNICA DI
FORNITURA

Codifica: RFI DPRIM STF IFS TE086 A

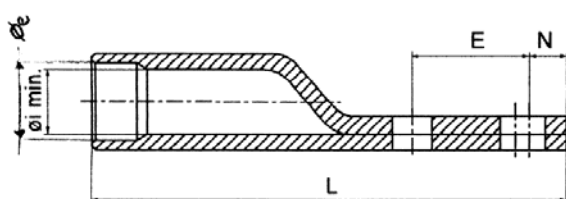
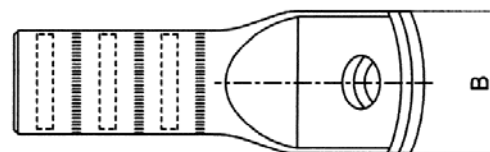
FOGLIO
34 di 43



TIPO A

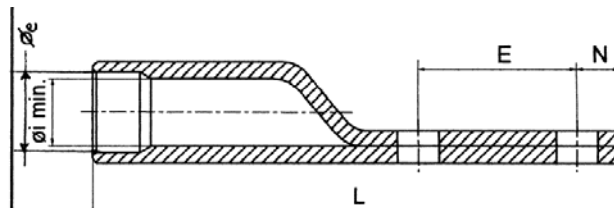
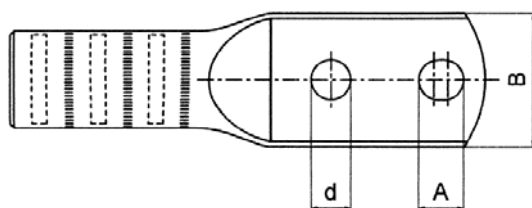


TIPO B



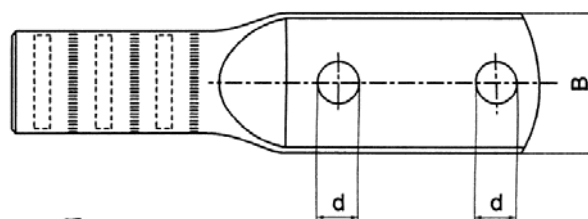
TIPO

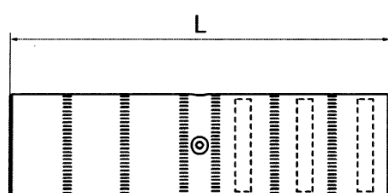
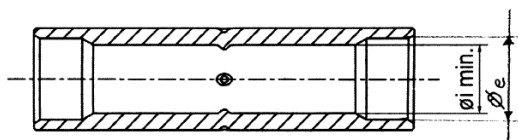
F



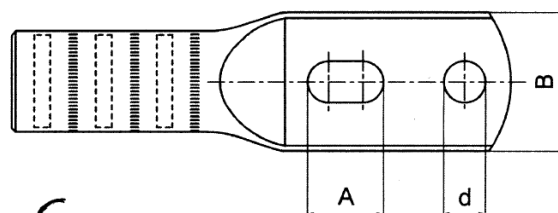
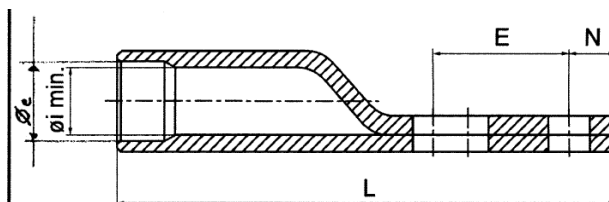
TIPO

E





TIPO *D*



TIPO *C*

Le Giunzione Elettriche (tipologia D) non devono essere utilizzate per giuntare corde o cavi sottoposti ad un tiro meccanico, ma solo per giuntare cavi e corde appoggiate per tutta la loro lunghezza. Dette Giunzioni garantiscono, infatti, solo la continuità elettrica.

Le tipologia di capicorda sopra citate dovranno essere utilizzate per la connessione del cavo oggetto della presente STF nei punti indicati dalla seguente tabella

**CAVO IN LEGA DI ALLUMINIO AD ALTA
TEMPERATURA CON PORTANTE IN ACCIAIO
RIVESTITA DI ALLUMINIO TACSR Φ 19,62**

**SPECIFICA TECNICA DI
FORNITURA**

Codifica: RFI DPRIM STF IFS TE086 A

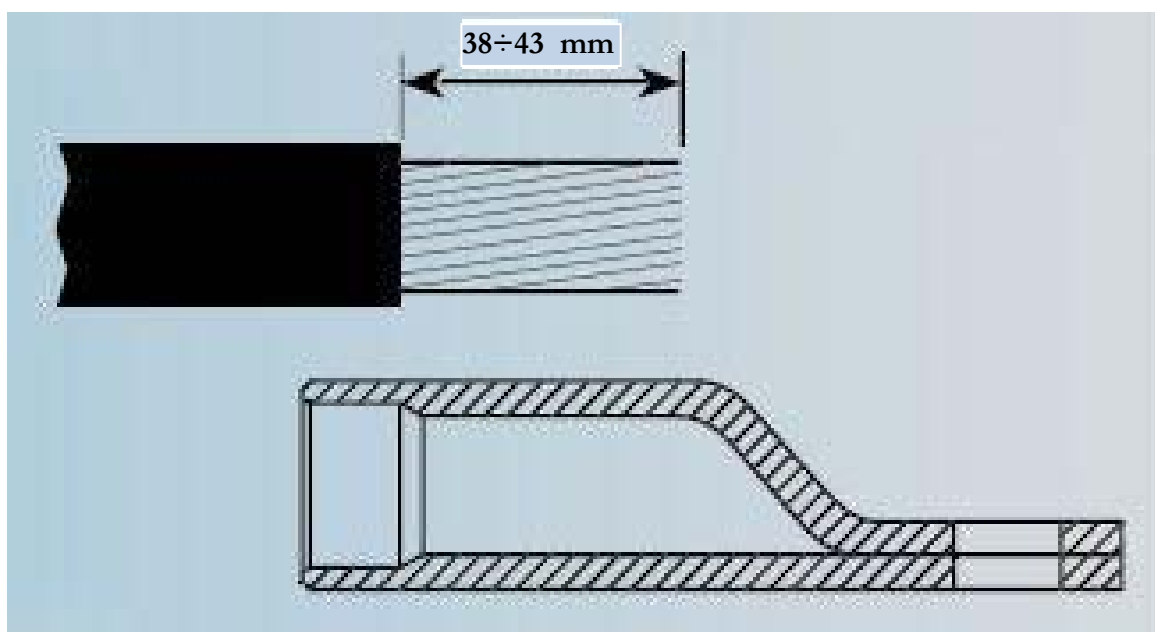
FOGLIO
36 di 43

PUNTI SUL QUALE COLLEGARE IL CAPOCORDA	PROVENIENZA DEL CONDUTTORE	Sigla Tipologia di forma	Tensioni del sistema TE
terminali esterni della CI di linea/stazione	rotaia	C	3 kV c.c.
terminali esterni della CI di sbarramento	rotaia	A, A _S	2 x 25 kV c.a.
terminali esterni della CI di SSE	rotaia	C	3 kV c.c. e 2 x 25 kV c.a.
limitatore di tensione/diodo	terminale centrale della CI di linea/stazione	A, A _S	3 kV c.c.
limitatore di tensione/diodo	palo TE	A, A _S	3 kV c.c.
rotaia	rotaia	A, A _S B, B _S	3 kV c.c.
rotaia	terminali esterni della CI di linea/stazione	A, A _S B, B _S	3 kV c.c.
rotaia	terminali esterni della CI di sbarramento	A, A _S B, B _S	2 x 25 kV c.a.
rotaia	terminali esterni della CI di SSE	A, A _S B, B _S	2 x 25 kV c.a.
sbarra colletttrice di ritorno in SSE	sbarra del negativo della SSE	A, A _S B, B _S	3 kV c.c. e 2 x 25 kV c.a.
sbarra colletttrice di ritorno in SSE	terminale centrale delle CI di SSE	A, A _S B, B _S	3 kV c.c. e 2 x 25 kV c.a.
sbarra del negativo della SSE	sbarra colletttrice di ritorno in SSE	A, A _S B, B _S	3 kV c.c. e 2 x 25 kV c.a.
contatti di strutture metalliche	Picchetti di dispersione del CdMT TE	A, A _S B, B _S	3 kV c.c.
morsetto di sospensione per il collegamento equipotenziale tra i pali TE	palo TE	C	3 kV c.c.
terminale centrale della CI di linea/stazione	limitatore di tensione/diodo	C	3 kV c.c.
terminale centrale della CI di sbarramento	palo TE	A, A _S	2 x 25 kV c.a.
terminale centrale della CI di SSE	sbarra colletttrice di ritorno in SSE	C	3 kV c.c. e 2 x 25 kV c.a.
terminale centrale della CI di linea/stazione	terminale centrale della CI di linea/stazione	C	3 kV c.c.
palo TE	terminale centrale della CI di sbarramento	A, A _S	2 x 25 kV c.a.
palo TE	limitatore di tensione/diodo	A, A _S	3 kV c.c.
palo TE	morsetto di sospensione per il collegamento equipotenziale tra i pali TE	A, A _S	3 kV c.c.
dispositivo motorizzato bipolare di c/c o convertitore 3 kV	rotaia	A, A _S	3 kV c.c. e 2 x 25 kV c.a.
rotaia	dispositivo motorizzato bipolare di c/c o convertitore 3 kV	A, A _S B, B _S	3 kV c.c. e 2 x 25 kV c.a.
terminale centrale della CI di SSE	terminale centrale delle CI di SSE	C	3 kV c.c.

**VII.2.2 Corretta installazione dei capicorda in alluminio su cavi e corde in alluminio,
lega di alluminio con portante in acciaio tipo TACSR**

Si raccomanda di seguire scrupolosamente i seguenti cenni per una installazione “a regola d’arte” che contribuiscono alla durata dell’efficienza della connessione elettrica e quindi all’equilibrio tra le correnti di trazione, distribuita sulle due fughe di rotaia.

1. Rimuovere l’isolante del cavo per una lunghezza compresa tra i 38 ed i 43 mm:



2. Rimuovere l’eventuale pellicola di separazione tra l’isolamento e la corona esterna di fili.



3. Ravvivare **sempre e in ogni caso** con una spazzola di metallo il conduttore (anche se ad occhio nudo non si ravvedono tracce di ossido o polveri e tracce di sporco).



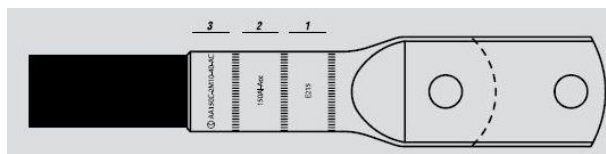
4. Accertarsi che l'interno del colletto sia ingrassato. Se l'interno del colletto dovesse essere privo di grasso, scartare il capocorda e non utilizzarlo.



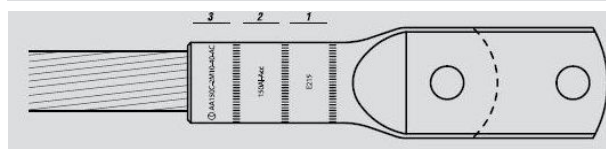
5. Inserire **a fondo** il conduttore all'interno del colletto del capocorda.
6. Effettuare, sia per la corda nuda che per il cavo isolato, **tre compressioni** partendo dalla parte più vicina alla flangia del capocorda (lato foro). Utilizzare la matrice avente codice riportato sul colletto del capocorda.



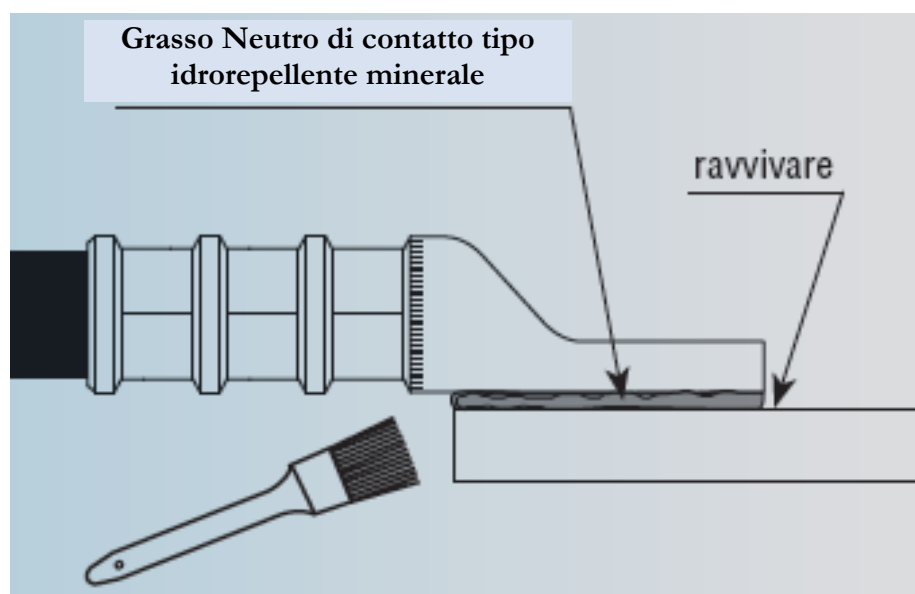
Cavo



Corda



7. Ingrassare la superficie della flangia di contatto del capocorda con idoneo grasso idrorepellente minerale neutro di contatto. Non utilizzare grassi diversi da quelli indicati dal Costruttore del Capocorda.



8. Per l'attacco del capocorda alla rotaia, applicare al bullone M12 la coppia di serraggio indicata dal Costruttore del Capocorda. In linea generale la coppia di serraggio ottimale va dai 50 ai 70 N·m
9. Dopo avere effettuato il serraggio, proteggere la superficie esterna utilizzando idoneo spray protettivo. Non utilizzare spray protettivi diversi da quelli indicati dal Costruttore del Capocorda.

N.B. Per installare il capocorda su una corda, non eseguire le fasi 1 e 2 e procedere l'installazione completando tutte le fasi.

VII.3 INTERCAMBIABILITÀ DI CAVI TRADIZIONALI E NUOVI IMPIEGHI DEL CAVO TACSR Φ 19,62 IN IMPIANTI ELETTRICI DIVERSI DAGLI IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA

VII.3.1 Generalità

L'intercambiabilità di cavi in rame utilizzati in altre applicazioni del settore Luce e Forza Motrice va analizzata caso per caso in funzione della tensione nominale dell'impianto elettrico, della corrente di impiego assorbita dalle utenze e della caduta di tensione alle utenze.

Il cavo, oltre ai campi di applicazione propri degli impianti elettrici per la trazione dei treni indicati nella presente Specifica, può essere utilizzato anche in altri impianti elettrici, purché:

- il cavo non venga mai sottoposto a tensioni maggiori a quelle consentite dal suo grado di isolamento.
- il cavo non venga mai sottoposto a correnti maggiori a quelle consentite dalla sua capacità di portata di corrente (corrente di impiego alle utenze minore della corrente di massima portata del cavo)
- la caduta di tensione alle utenze sia minore o uguale a quella che si aveva in presenza del vecchio cavo.

VII.3.2 Tensione Nominale degli impianti elettrici nei quali può essere utilizzato il cavo

In generale, i valori delle tensioni nominali degli impianti elettrici devono essere minori o uguali alle rispettive tensioni di isolamento del cavo.

Il cavo oggetto della presente STF è caratterizzato dalle tensioni di isolamento indicate al punto II.2.6.

Per gli impianti elettrici trifase in corrente alternata, il valore efficace della tensione nominale dell'impianto deve essere minore o uguale a $500 V^2$, mentre quella efficace massima permanente deve essere minore o uguale a $600 V^3$.

Per gli impianti elettrici in corrente continua, il valore della tensione nominale dell'impianto deve essere minore o uguale a $424 V^4$, mentre quella massima permanente deve essere minore o uguale a $509 V$.

La Tabella 6 mostra i valori massimi entro i quali devono ricadere le tensioni nominali degli impianti elettrici per poter utilizzare il cavo.

2 La tensione nominale di un impianto elettrico è quella concatenata, cioè la differenza di potenziale tra due fasi.

3 La tensione massima permanente è posta pari al 20% di quella nominale

4 La tensione nominale di un impianto elettrico a corrente continua può raggiungere anche il valore massimo della tensione nominale efficace della corrente alternata, pari al valore nominale efficace moltiplicato per la radice quadrata di 2.

	impianti elettrici in corrente alternata. Valori efficaci [V]	impianti elettrici in corrente continua [V]
U_0	300	424
U	500	N.A.
U_m	600	509

Tabella 6: valori massimi delle tensioni degli impianti elettrici di applicazione del cavo

U_0 è il valore efficace nominale della tensione dell'impianto elettrico che si ha tra una delle fasi e la terra (tensione *stellata*), oppure è il valore nominale della tensione della corrente continua dell'impianto elettrico.

U è il valore efficace nominale della tensione dell'impianto elettrico che si ha tra due conduttori di fase diverse (tensione *concatenata*).

U_m è il valore efficace massimo che può assumere permanentemente la tensione dell'impianto elettrico tra due conduttori di fasi diverse (massima tensione *concatenata* permanente), oppure è il valore massimo che può assumere permanentemente la tensione della corrente continua. Viene ottenuto aumentando del 20% il valore della U .

VII.3.3 Corrente Nominale degli impianti elettrici nei quali può essere utilizzato il cavo

Il cavo può essere impiegato, oltre ai campi di applicazione indicati nella presente Specifica, anche in impianti elettrici purché, in fase di progettazione e dimensionamento dell'impianto si tenga in considerazione la quantità massima di corrente che il cavo può trasportare, indicati al punto II.2.4.

I dati riportati al punto II.2.4 si riferiscono alla posa in aria libera.

Pertanto, laddove il campo di applicazione non fosse quello indicato nella presente Specifica, bisogna seguire le prescrizioni indicate nella norma CEI 64-8 parte 5 e ridurre la portata massima di un cavo indicata nella tabella 2 in funzione del tipo di posa.

In ogni caso, la temperatura del conduttore non può superare i 150 °C durante il suo regolare esercizio.

VII.3.4 Caduta di tensione alle utenze

Sostituendo un cavo vecchio di un impianto elettrico con un cavo nuovo diverso dal precedente, occorre verificare che la caduta di tensione alle utenze sia minore o uguale a quella che si aveva in presenza del vecchio cavo. Se la resistenza elettrica del cavo nuovo è maggiore di quella del cavo vecchio, occorre quindi prevedere che, per ogni singolo cavo vecchio, vengano posati più di 1 cavo nuovo, in modo tale che la resistenza elettrica equivalente tra l'interruttore e l'utenza, in presenza dei cavi nuovi (in parallelo), sia minore o uguale a quella precedente.

VII.3.5 Verifica dell'interruttore dell'impianto elettrico e comportamento del cavo durante il corto circuito

Nel caso venga sostituito il cavo vecchio con il cavo nuovo, occorre verificare se, oltre al cavo, è necessario o meno sostituire anche l'interruttore di protezione dell'impianto. L'interruttore di protezione deve essere idoneo ad intervenire in un tempo inferiore a quello che farebbe superare al conduttore la massima temperatura ammessa.

L'interruttore vecchio deve essere sostituito con un altro interruttore se:

- la corrente nominale di impiego dell'interruttore vecchio è maggiore della corrente di massima portata del cavo (verifica del sovraccarico)
- l'energia specifica $I_{cc}^2 t$ assorbita dal vecchio interruttore durante un corto circuito è minore della massima energia specifica assorbibile dal nuovo cavo (verifica del corto circuito), ovvero

$$I_{cc}^2 t \leq K^2 S^2$$

dove:

t = tempo in secondi della durata del corto circuito

I_{cc} = Valore efficace, in Ampère, della componente simmetrica della corrente di corto circuito.

K = costante dipendente dalla temperatura iniziale e finale del corto circuito e dal materiale del cavo. All'inizio del corto circuito si suppone che il cavo sia nelle peggiori condizioni di lavoro e quindi ad una temperatura di 150 °C. Alla fine del corto circuito, la temperatura è quella massima possibile per conduttori in alluminio e cioè pari a 250 °C. Nel caso del cavo in oggetto si può assumere K pari a 75 (A · s^{1/2})/mm²

S = sezione del cavo in mm²

In altri termini, il cavo in oggetto è caratterizzato da una energia specifica massima dissipabile durante il corto circuito pari a 160 · 10⁶ A² · s.

VII.4 REQUISITI DI PROGETTO DEL CAVO

VII.4.1 Requisiti Tecnici di Progetto

VII.4.1.1 Requisiti del conduttore del cavo

Con riferimento ai requisiti ambientali impostati come input di progetto, il conduttore è stato dimensionato considerando i requisiti ambientali riportati al punto II.3.1.1. In particolare il progetto è stato sviluppato ipotizzando una temperatura esterna di 30 °C ed una temperatura del conduttore sulla sua superficie esterna non maggiore di 150 °C.

Inoltre il progetto è stato sviluppato ipotizzando:

- una portata massima di corrente in regime permanente: compresa tra 750 A (valore relativo al carico massimo che si può verificare in esercizio) e 675 A (corrente ridotta del 10% rispetto a quella permanente massima nominale);
- un coefficiente di emissione termica superficiale = 0,5.

In ottemperanza alla norma IEC 62004 (che prescrive una temperatura di esercizio massima della lega TAL pari a 150 °C), il conduttore è stato dimensionato in modo da non superare la detta temperatura di 150 °C (sovratemperatura ammessa di 120 °C rispetto alla temperatura di 30 °C) in presenza di una portata massima di corrente in regime permanente scelta all'interno dell'intervallo 675-750 A sopra citato. I calcoli numerici per la progettazione del conduttore sono stati effettuati in ottemperanza alla norma IEC/TR 61597 ed in ottemperanza alla serie di norme IEC 60287, recepite come CEI 20-21.

La corrente di cortocircuito che è stata utilizzata per il dimensionamento del conduttore ha una durata di 0,25 s ed una intensità di 25 kA (valore efficace della componente simmetrica della corrente di cortocircuito). Il conduttore è stato progettato per poter resistere a detta corrente senza subire danno alcuno e raggiungendo una temperatura, alla fine del corto circuito, minore o uguale a 250 °C. Ai fini del calcolo della temperatura che raggiunge il conduttore alla fine del corto circuito, si è ipotizzato che la temperatura esterna sia di 30 °C, che la velocità del vento sia di 60 cm/s, che l'irradiazione solare sia di 700 W/m² e che la temperatura iniziale del conduttore nell'istante in cui inizia il corto circuito sia di 50 °C.

Il conduttore è stato progettato per poter essere curvato senza subire danni residui permanenti, fino ad un raggio di curvatura pari a 158 mm (10 volte il diametro esterno massimo del conduttore).

VII.4.1.2 Requisiti dell'isolamento e della guaina protettiva del cavo

VII.4.1.2.1 Requisiti generali

In ottemperanza della norma CEI EN 50382-1, la temperatura di esercizio massima della miscela siliconica dell'isolamento è di 150 °C, mentre la temperatura di esercizio massima della guaina è di 120 °C.

L'isolamento e la guaina devono poter resistere, senza subire danno alcuno, ad un picco di temperatura pari a 250 °C, in caso di corto circuito.

Il cavo (isolamento e guaina) deve essere antifiamma (non propagante l'incendio), halogen free e a bassa emissione di fumi (applicabilità del cavo anche in galleria ferroviaria).

VII.4.1.2.2 Tensione di progetto dell'isolamento

La Tensione di progetto dell'isolamento del cavo, espressa dalla combinazione dei valori U_0/U (U_m) è la seguente:

$$U_0 = 300 \text{ V ca}$$

$$U = 500 \text{ V ca}$$

$$U_m = 600 \text{ V ca (} U_m = U + 20\% \text{)}$$