

IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE ALLA TENSIONE DI 20 kV PER UNA POTENZA IN IMMISSIONE DI 5999 KW

**REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA CABINA DI CONSEGNA
COLLEGATA IN ANTENNA DA CABINA PRIMARIA AT/MT "ROSETO"
PER IMPIANTO FOTOVOLTAICO SITO NEL COMUNE DI ATRI (TE)
64032 IN LOC STRACCA**

PROGETTO DEFINITIVO

DENOMINAZIONE ELABORATO:

SPECIFICHE E-DISTRIBUZIONE CAVO AEREO

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

Livello progettazione	Cod. Rintracciabilità	Tipo docum.	N° elaborato	N° foglio	Tot. fogli	NOME FILE	DATA	SCALA
PD	221461413		18			18. Doc cavo aereo.pdf	Gennaio 20	--

REVISIONI

REV	REV	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
01	01	Aggiornamento normativa calcolo linea aerea	24/01/2020	24/01/2020	24/01/2020

Progettazione

SOLENA Srl

Via Faldella, 68-13044 Crescentino (VC)

PIVA 02462090024. Tel. 3318162045

Ing. Giorgio Salvatore Loccisano

Ord. Ing. Reggio Calabria N. 1656



Gestore Rete Elettrica

e-distribuzione

Infrastrutture e Reti Italia

Macro Area Territoriale Centro

Distribuzione Territoriale

Rete Lazio Abruzzo Molise

Richiedente

NextEnergy Capital Italia S.r.l.

Milano (MI) Via Orefici n° 2, CAP 20123

Partita IVA 09562920968

PEC: nextenergycapitalitalia-srl@legalmail.it

PARTE I

CRITERI GENERALI

1 ADEMPIMENTI E RIFERIMENTI NORMATIVI

L'attività di costruzione delle linee elettriche non è libera: essa è subordinata alla concessione, da parte dell'autorità amministrativa, di una apposita autorizzazione.

Il conseguimento di tale autorizzazione, volta alla salvaguardia della pubblica incolumità nonché dell'uso sicuro e pacifico delle cose, è regolamentato dalle seguenti disposizioni di legge:

- Regio Decreto 11.12.1933 n° 1775 recante il *"Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici"*;
- Legge Regionale, se vigente, in materia di autorizzazione per la costruzione di linee ed impianti elettrici fino a 150 kV.

Per quanto attiene l'aspetto tecnico, le norme elaborate dal Comitato Tecnico 11 del CEI che disciplinano la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle linee elettriche (Norma CEI 11-4 e relative varianti) costituiscono disposizioni di legge:

- Decreto Ministeriale 21.03.1988 *"Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne"* (Norma Linee);
- Decreto Ministeriale 16.01.1991 *"Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne"*;
- Decreto Ministeriale 05.08.1998 *"Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne"*.

La costruzione e l'esercizio delle linee elettriche resta inoltre subordinato alle:

- Norma CEI 103-6 per quanto attiene la compatibilità elettromagnetica nelle interferenze con linee di telecomunicazione;
- Norma CEI 11-61 *"Guida all'inserimento ambientale delle linee aeree esterne e delle stazioni elettriche"*;
- Norme del Ministero dell'Interno per quanto attiene le disposizioni di sicurezza antincendio.

Le soluzioni impiantistiche adottate nella presente unificazione sono conformi alle seguenti norme CEI e di legge:

- Norma CEI 11-1 *"Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata"*;
- Decreto del Presidente della Repubblica n° 547 *"Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro"* del 27 Aprile 1955;
- Norma CEI EN 50110 *"Esercizio degli impianti elettrici"* e Variante V1 (CEI 11-48 V1);
- Norma CEI 11-17 *"Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo"* ;
- DM 24/11/1984 *"Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8"*.

2 LINEE UNIFICATE

I cavi aerei unificati sono costituiti in conduttori di alluminio isolati e schermati singolarmente, riuniti ad elica visibile su fune portante.

Il cavo aereo MT trova applicazione, a seguito di attenta valutazione costi - benefici, per migliorare la qualità del servizio nelle aree con presenza di:

- vegetazione in prossimità della linea;
- sovraccarichi atmosferici consistenti (ghiaccio, vento, ecc.);
- inquinamento pesante;
- sovratensioni atmosferiche.

Accanto ai vantaggi di una migliore inseribilità ambientale, che facilita l'iter autorizzativo, occorre considerare che la riparazione del cavo MT aereo, in caso di guasto permanente richiede di norma tempi più lunghi.

2.1 Linee dorsali

Le formazioni previste ed il loro criterio di utilizzo è il seguente:

- **3x150+50Y**; da utilizzare in tutti i casi in cui si prevede la completa rialimentabilità dei carichi, in particolare per le reti MT totalmente in cavo al servizio di grandi centri urbani o industriali.
- **3x95+50Y**; da utilizzare solo se consente la completa rialimentabilità della congiungente, nelle reti miste e in aree a bassa densità di carico.
- **3x50+50Y**; da utilizzare solo in aree rurali a bassa densità di carico.

2.2 Linee in derivazione

La formazione prevista è **3x35+50Y**, da impiegare solo nei casi in cui la derivazione è destinata a rimanere tale a fronte delle previsioni di Piano Regolatore di Rete.

3 PROGETTAZIONE ELETTRICA

3.1 DIMENSIONAMENTO DEI CAVI DELLE LINEE MT

Una volta individuata la soluzione come in 2.1 e 2.2, occorre procedere alle seguenti verifiche elettriche del cavo scelto:

- portata in regime permanente;
- tenuta termica alle correnti di forte intensità e di breve durata;
- caduta di tensione.

3.1.1 Portata dei cavi

Occorre verificare che, nelle normali condizioni di esercizio, per i carichi attesi, non venga superata la portata al limite termico stabilita dall'unificazione (Tab. 1).

FORMAZIONE [n x mm ²]	PORTATA AL LIMITE TERMICO [A]	CORRENTE NOMINALE TERMICA DI CORTO CIRCUITO		
		CONDUTTORE [kA]	SCHERMO [kA]	SCHERMI E FUNE [kA]
3x35+50Y	140	4,6	1,9	8,8
3x50+50Y	170	6,5	2,0	9,0
3x95+50Y	255	12,5	2,2	9,5
3x150+50Y	340	19,5	2,5	10,5

Tab. 1

I valori di portata valgono in regime permanente per i cavi in aria leggermente mossa (2 km/h) esposti al sole, posati singolarmente, temperatura di riferimento ambiente 40°C, temperatura di riferimento dei conduttori 90°C.

3.1.2 Tenuta termica al cortocircuito

In caso di cortocircuito occorre verificare che le relative correnti non determinino temperature eccessive nei conduttori e nell'isolamento.

Le formazioni 3x150+50Y e 3x95+50Y sono caratterizzate da una corrente nominale termica di corto circuito (Tab. 1) massima ammissibile, per la durata di 0,5 s, superiore al valore unificato della corrente di cortocircuito trifase 12,5 kA assunto per la rete a 15 kV e 20 kV.

I valori della corrente nominale termica di corto circuito riportati in Tab. 1 valgono nelle seguenti condizioni:

- durata del corto circuito 0,5 s;
- temperatura iniziale e finale dei conduttori 90°C e 250°C, degli schermi 75°C e 150°C e della fune portante 60°C e 150°C.

Nella stessa Tab. 1 si può verificare che per le formazioni 3x35+50Y e 3x50+50Y la corrente nominale termica di cortocircuito massima ammissibile è inferiore a 12,5 kA. Per esse è quindi necessario, utilizzando il programma di calcolo automatico unificato "CTOCTO" disponibile nel M.E.P.R., verificare la tenuta termica rispetto alla effettiva corrente di cortocircuito trifase simmetrica nel punto di collegamento in rete del cavo stesso. La verifica deve essere effettuata con riferimento sia alla potenza del trasformatore AT/MT che alla consistenza di rete MT in atto. Tale verifica va poi anche ripetuta con riferimento alla potenza del trasformatore AT/MT e alla consistenza di rete MT previste nei Piani Regolatori di Rete AT e MT a cinque anni.

Nell'allegato 2 alla "Guida per la progettazione e costruzione delle linee aeree MT in conduttori nudi" sono illustrati i criteri seguiti dal M.E.P.R. per la determinazione della corrente nominale termica di corto circuito dei cavi e della corrente di cortocircuito in rete, ai fini della verifica alla tenuta termica dei cavi stessi.

Per quanto attiene il tempo della durata del cortocircuito, in talune situazioni si ritiene accettabile prendere in considerazione il valore di 0,3 s.

Inoltre, in considerazione delle modeste dimensioni della sezione elettrica dello schermo, nel caso particolare del doppio guasto monofase a terra, è determinante il contributo che viene offerto dalla fune portante in allumoweld (Tab. 1).

Di conseguenza, a parte i casi eccezionali previsti in 3.4, la fune portante deve essere sempre connessa in parallelo agli schermi dei cavi e collegata a terra.

Nelle tabelle che seguono, di pratico utilizzo per il progettista, sono riportate le distanze minime misurate in km sulla dorsale, che devono essere mantenute dalle Cabine Primarie, ai fini della tenuta termica al corto circuito, nella realizzazione di derivazioni con i cavi di sezione 3x35+50Y (Tab. 2) e 3x50+50Y (Tab. 3). I valori indicati sono stati calcolati in funzione della tensione di rete, della potenza del trasformatore AT/MT e del tipo di cavo costituente la linea dorsale.

CAVO DERIVAZIONE (FORMAZIONE)		3x35+50Y											
TENSIONE DI RETE [kV]		10				15				20			
TRASFORMATORE AT/MT [MVA]		16	25	40	63	16	25	40	63	16	25	40	63
CAVO DORSALE (FORMAZIONE)	3x150+50Y ARG7H5EXY o ARE4H5EXY	1.7	2.7	3.0	3.8	0	2.0	4.4	4.6	0	0	3.7	5.6
	3x95+50Y ARG7H5EXY o ARE4H5EXY	1.3	2.1	2.2	2.7	0	1.6	3.3	3.5	0	0	2.9	4.2
	3x1x150 ARC4HLRX	1.7	2.7	3.0	3.7	0	1.7	4.1	4.4	0	0	3.5	5.5
	3x1x240 ARC4HLRX	2.0	3.5	4.0	5.1	0	2.1	5.3	5.8	0	0	4.3	7.1
	3x1x120 ARG7H1RX o ARE4H1RX	1.5	2.4	2.6	3.2	0	1.6	3.6	3.9	0	0	3.2	4.8
	3x1x185 ARG7H1RX o ARE4H1RX	1.8	3.1	3.4	4.4	0	1.9	4.7	5.0	0	0	3.9	6.2
	3x1x95 RG7H1RX	1.6	2.7	3.0	3.8	0	1.7	4.1	4.4	0	0	3.4	5.4
	3x1x120 RG7H1RX	1.8	3.0	3.4	4.4	0	1.8	4.6	4.9	0	0	3.8	6.1
	1x95 RG7H1RX	1.3	2.3	2.5	3.3	0	1.3	3.4	3.7	0	0	2.8	4.5
	1x150 RG7H1RX	1.5	2.6	3.0	4.0	0	1.5	4.0	4.3	0	0	3.1	5.3
	3x1x95 ARC4HLRX	1.3	2.0	2.2	2.7	0	1.4	3.1	3.3	0	0	2.8	4.1

Tab. 2

CAVO DERIVAZIONE (FORMAZIONE)		3x50+50Y											
TENSIONE DI RETE [kV]		10				15				20			
TRASFORMATORE AT/MT [MVA]		16	25	40	63	16	25	40	63	16	25	40	63
CAVO DORSALE (FORMAZIONE)	3x150+50Y ARG7H5EXY o ARE4H5EXY	0	1.1	1.5	2.4	0	0	1.8	2.2	0	0	0	2.2
	3x95+50Y ARG7H5EXY o ARE4H5EXY	0	0.9	1.2	1.7	0	0	1.4	1.7	0	0	0	1.8
	3x1x150 ARC4HLRX	0	1.1	1.5	2.4	0	0	1.6	2.0	0	0	0	2.1
	3x1x240 ARC4HLRX	0	1.4	1.9	3.2	0	0	2.0	2.5	0	0	0	2.6
	3x1x120 ARG7H1RX o ARE4H1RX	0	1.0	1.3	2.1	0	0	1.5	1.8	0	0	0	1.9
	3x1x185 ARG7H1RX o ARE4H1RX	0	1.3	1.7	2.8	0	0	1.8	2.2	0	0	0	2.3
	3x1x95 ARC4HLRX	0	0.9	1.2	1.7	0	0	1.3	1.6	0	0	0	1.7
	3x1x120 RG7H1RX	0	1.2	1.6	2.7	0	0	1.7	2.1	0	0	0	2.2
	1x95 RG7H1RX	0	0.9	1.2	2.0	0	0	1.2	1.6	0	0	0	1.6
	1x150 RG7H1RX	0	1.0	1.4	2.5	0	0	1.4	1.8	0	0	0	1.8

Tab. 3

3.1.3 Caduta di tensione

Di seguito si riporta il calcolo della caduta di tensione, espressa in percentuale:

$$\Delta V \% = \frac{dv \cdot \ell \cdot I}{V} \cdot 100$$

dove:

V = tensione di linea [V];

dv = caduta di tensione specifica, $\sqrt{3}(r \cos \varphi + x \sin \varphi)$ [V/km A];

ℓ = lunghezza della linea [km];

I = corrente di carico [A].

e con:

r = resistenza specifica [Ω /km];

x = reattanza specifica [Ω /km].

$\cos \varphi = 0,9$

Nella Tab. 4 sono riportati i valori di caduta di tensione specifica, dv , per un chilometro di linea e per un ampère di carico per ciascuna formazione unificata di cavo.

FORMAZIONE (*) [n x mm²]	RESISTENZA a 20°C r [Ω/km]	REATTANZA x [Ω/km]	CADUTA DI TENSIONE SPECIFICA dv [V/km A]
3x35+50Y	0,868	0,149	1,466
3x50+50Y	0,641	0,140	1,105
3x95+50Y	0,320	0,126	0,594
3x150+50Y	0,206	0,118	0,410

(*) I valori di r , x e dv sono i medesimi sia per isolamento in **G7** che per isolamento in **E4**.

Tab. 4

3.2 COLLEGAMENTI A TERRA

I collegamenti a terra sulle reti di distribuzione servono a garantire l'integrità dell'impianto e in generale le condizioni di sicurezza in caso di guasto o anomalo funzionamento favorendo l'intervento delle protezioni.

Gli schermi dei cavi MT devono essere messi a terra ad entrambe le estremità di ogni tratta, in corrispondenza delle terminazioni (Vedi Tav. C1.3).

Qualora per le ragioni esposte al successivo punto 3.3 gli schermi siano collegati a terra solamente ad un estremo del cavo, come per altro consentito dalla norma CEI 11-1, ovvero sia stata realizzata l'interruzione della loro continuità, agli estremi del tronco di cavo stesso devono essere installati appositi cartelli di segnalazione.

La presenza di giunti di isolamento degli schermi ovvero di collegamento a terra in corrispondenza di un solo estremo di un tronco di cavo, deve essere altresì riportata sullo schema unifilare della rete MT.

Nel caso di impiego di terminali sconnettibili a "cono esterno" lo schermo in materiale semiconduttore deve essere reso equipotenziale con lo schermo del cavo tramite il filo di rame a corredo, come illustrato nella Tav. C3.9.

Tutti i sostegni delle linee MT ed il relativo mensolame devono essere collegati a terra (Tavole C1.1 e C1.2).

La fune portante deve essere collegata a terra, salvo le eccezioni riportate nel successivo punto 3.3, in corrispondenza di ogni sostegno. In particolare tale collegamento deve essere intenzionale nei sostegni di amarro dove la fune deve essere interrotta e i due capi interrotti devono essere collegati direttamente al supporto di amarro, tramite apposito capocorda (Tav. M7.2).

Nelle Tav. C2.1 e C2.2 sono illustrate le relative soluzioni costruttive.

3.3 CONTENIMENTO DEI POTENZIALI DI TERRA TRASFERITI SUI PUNTI ACCESSIBILI

Premesso che non possono essere trasferiti, su punti accessibili, potenziali con valori superiori alla tensione di contatto massima ammessa (U_{TP}), in fase di progettazione deve essere presa in considerazione la tensione totale di terra della cabina U_E e confrontata con la tensione di contatto ammissibile U_{TP} .

Si possono presentare i seguenti casi:

a) uscite in cavo aereo da cabina primaria: fatto salvo il caso che si tratti di impianto di terra globale, occorre:

- non collegare all'impianto di terra della cabina primaria gli schermi del cavo aereo (fig. 1) i quali devono essere comunque collegati a terra almeno in un punto lungo il tracciato della linea, al di fuori dell'area di influenza dell'impianto di terra della cabina primaria;

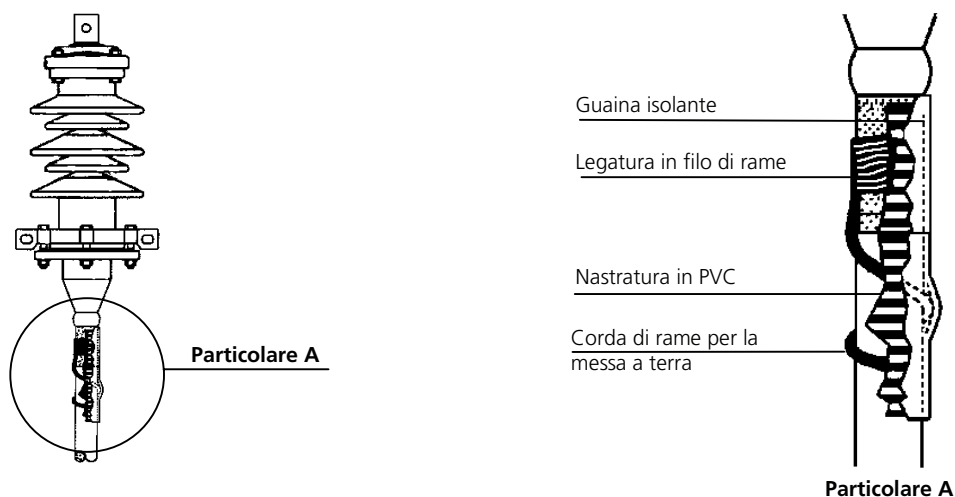


fig. 1

- interporre, in corrispondenza di ogni sostegno di amarro (Tav. C4.1) che si trovi entro l'area di influenza dell'impianto di terra della cabina primaria (fig. 2), l'apposita prolunga isolata di cui alla Tav. M4.15. I limiti dell'area d'influenza, a richiesta, saranno forniti dall'Unità Specialistica del Centro Alta Tensione.

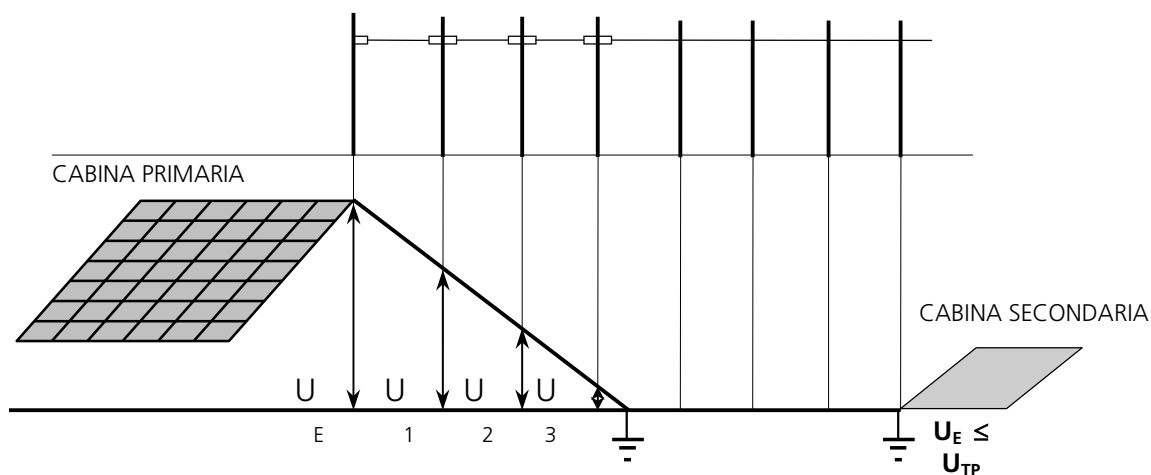


fig. 2

- b) uscite in cavo aereo da cabina secondaria:

- b₁) $U_E \leq U_{TP}$; si devono collegare gli schermi dei cavi e la fune portante all'impianto di terra della cabina (fig. 3);

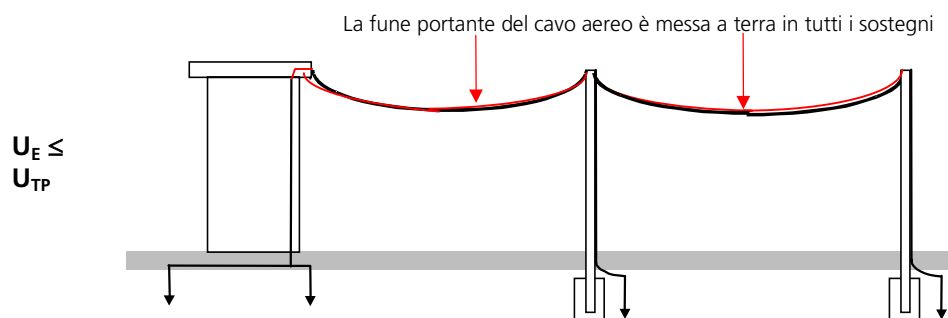


fig. 3

- b₂) $U_E > U_{TP}$; in via prioritaria si deve sempre cercare di ridurre il valore di U_E al di sotto del valore U_{TP} mediante interventi di potenziamento dell'impianto di terra della cabina o adottando la soluzione di fig. 3.5; "uscita dalla cabina con cavo sotterraneo" riducendo $U_E \leq U_{TP}$ con il contributo di una corda di rame da 35 mm² (di lunghezza adeguata) a diretto contatto con il terreno (non entro tubo). Nella Tav. C4.2 è illustrata l'esecuzione di tale provvedimento.

Uscita in cavo sotterraneo-potenziamento dell'impianto di terra fino ad ottenere $U_E \leq U_{TP}$

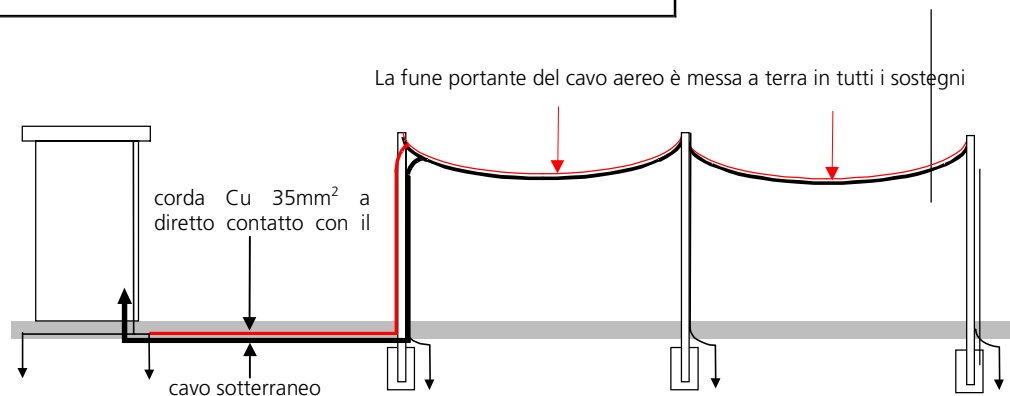


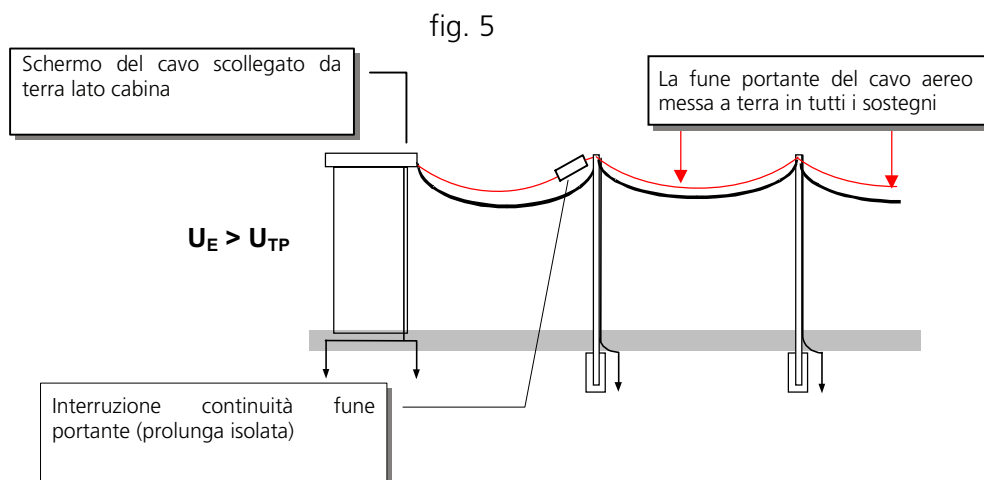
fig. 4

Qualora risulti comunque impossibile ricondursi alle condizioni di cui al precedente punto b₂) ($U_E \leq U_{TP}$), per impedire il trasferimento della tensione totale di terra si può realizzare in alternativa il primo tratto in uscita dalla cabina in linea aerea con conduttori nudi e procedere come sotto riportato.

- b.2a) Uscite in cavo aereo amarrato direttamente alla cabina (fig. 5).

Si devono adottare i seguenti due provvedimenti:

- 1) interrompere la fune portante ed inserire, al posto della prolunga metallica della morsa di amarro del cavo, l'apposita prolunga isolata;
- 2) interrompere la continuità elettrica degli schermi dei cavi mantenendo scollegati dall'impianto di terra della cabina gli schermi stessi in corrispondenza dei terminali.



b.2b) Cavo aereo collegato alla cabina mediante tratto sotterraneo (fig. 6).

Si devono adottare i seguenti due provvedimenti:

- 1) il palo capolinea deve essere ubicato in posizione indipendente dall'influenza dell'impianto di terra della cabina (indicativamente ad almeno 30 m); nel tratto di cavo interrato fra la cabina ed il palo capolinea non deve essere interrato né la fune portante né effettuata la posa del dispersore orizzontale di cui al punto b₂ che colleghi l'impianto di terra della cabina al dispersore del palo;
- 2) mantenere scollegati dall'impianto di terra della cabina gli schermi stessi in corrispondenza dei terminali.

Quando non sia possibile ubicare il sostegno fuori dall'area d'influenza dell'impianto di terra della cabina oltre a quanto appena sopra esposto deve essere adottato anche il provvedimento di cui al precedente punto b.2a)1).

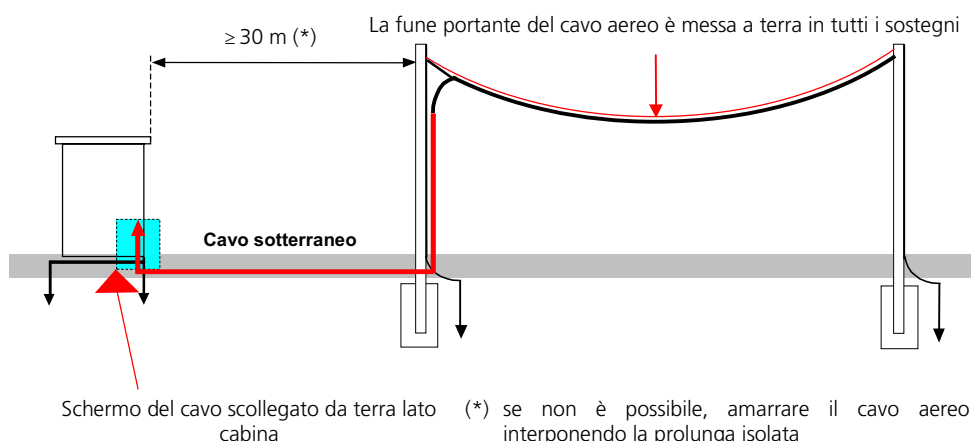


fig. 6

3.4 UBICAZIONE E CARATTERISTICHE DEI SEZIONAMENTI DELLE LINEE MT

3.4.1 Sezionamento di dorsali in cavo aereo o miste (fig. 7)

Di norma deve essere effettuato nelle cabine in muratura e, in assenza di tali sezionamenti, mediante I.M.S. da palo isolati in SF₆. In quest'ultimo caso deve essere previsto l'IMS da palo tipo DY 806, con passanti per terminali di tipo retraibile. Per lavori deve essere utilizzato un dispositivo di messa a terra mobile (Fig. 7.a). Tale I.M.S. è disponibile anche nella versione motorizzata, fornita con un trasformatore di tensione 20.000/230 V o 15.000/230 V per l'alimentazione dell'unità periferica di telecontrollo (Fig. 7.b).

Nelle zone con un elevato livello di inquinamento atmosferico può essere previsto l'I.M.S. tipo DY 807 con terminali sconnettibili a "cono esterno" (fig. 7c).

Le disposizioni soluzioni costruttive sono illustrate nelle Tavole C3.1÷C3.5

Fig. 7a
I.M.S. tipo DY806/1
a comando manuale

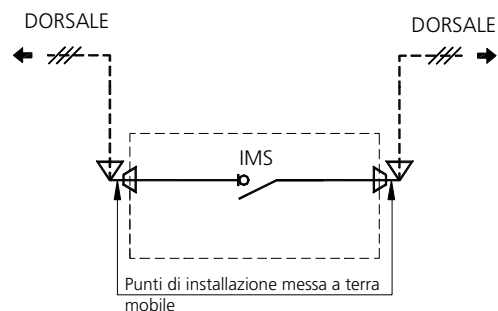


Fig. 7b
I.M.S. tipo DY806/2
a comando motorizzato
Connessione con linea in
conduttori nudi

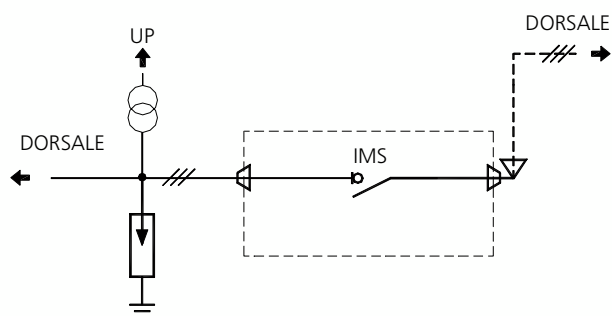
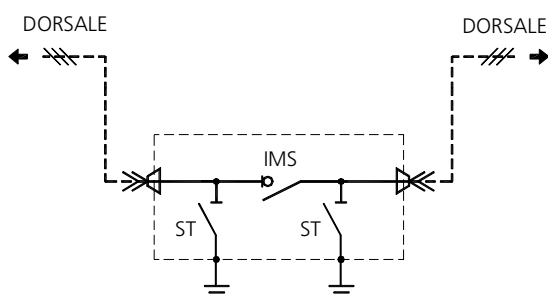


Fig. 7c
I.M.S. tipo DY807
a comando manuale



 ST = sezionatore di terra
 Linea in conduttori nudi
 Linea in cavo aereo

Fig. 7

3.4.2 Sezionamento di una derivazione in cavo aereo o mista (fig. 8)

Nelle derivazioni particolarmente estese il sezionamento, se non può essere realizzato nelle cabine, può essere previsto come indicato nello schema di fig. 8a con l'I.M.S. da palo isolato in SF₆ tipo DY806 o, nelle zone con un elevato livello di inquinamento atmosferico, con l'I.M.S. tipo DY807 di fig. 8.b.

Per derivazioni da dorsale con cavo di sezione inferiore o uguale a 95 mm² si può ricorrere alle giunzioni di derivazione unipolari sconnettibili di cui allo schema di fig. 8c.

Nelle Tavole C3.6 ÷ C3.9 sono riportate le relative soluzioni costruttive.

Fig. 8a
I.M.S. tipo DY806/1
a comando manuale

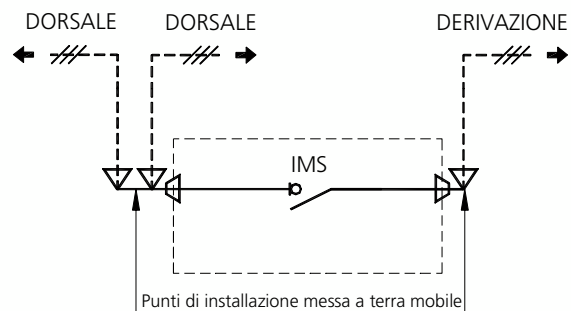


Fig. 8b
I.M.S. tipo DY807
a comando manuale

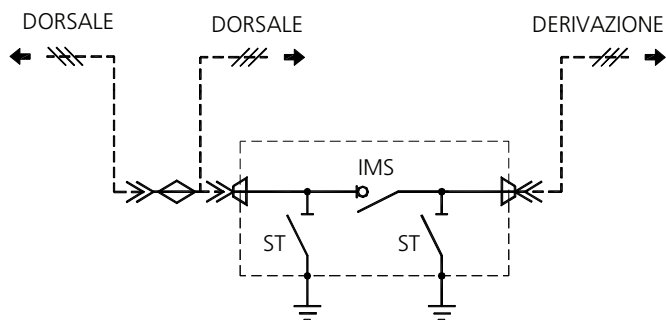
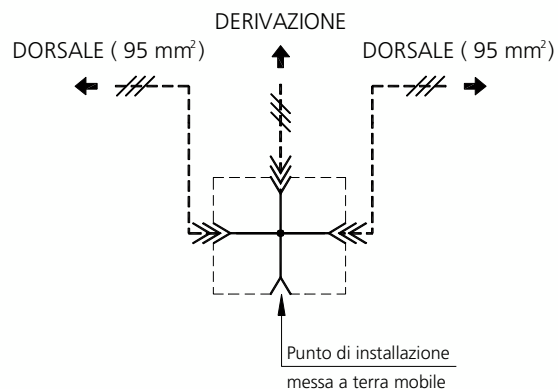


Fig. 8c
Giunzioni di derivazione
unipolari sconnettibili
Derivazione da una linea dorsale
in cavo aereo sezione $\leq 95 \text{ mm}^2$

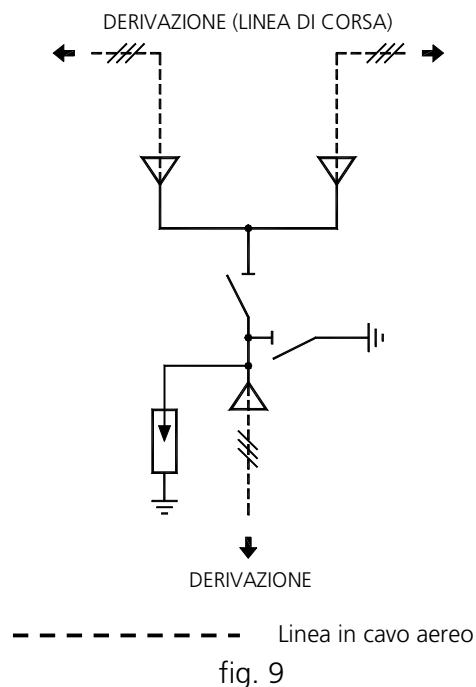


 ST = sezionatore di terra
 Linea in conduttori nudi
 Linea in cavo aereo

fig. 8

3.4.3 Sezionamento di una derivazione in cavo aereo da una derivazione in cavo aereo (fig. 9)

Il sezionamento si effettua mediante sezionatore tripolare per esterno di tipo verticale come riportato nella disposizione costruttiva di cui alla Tav. C3.10. Sulla derivazione che costituisce la linea di corsa deve essere prevista la connessione rigida con terminali unipolari per esterno e cavi "ammazzettati".



3.4.4 Sezionamento di una derivazione in cavo aereo da una dorsale o derivazione in conduttori nudi (fig. 10)

Si effettua mediante l'impiego di un sezionatore tripolare per esterno di tipo verticale come da disposizione costruttiva di cui alla Tav. C3.11.

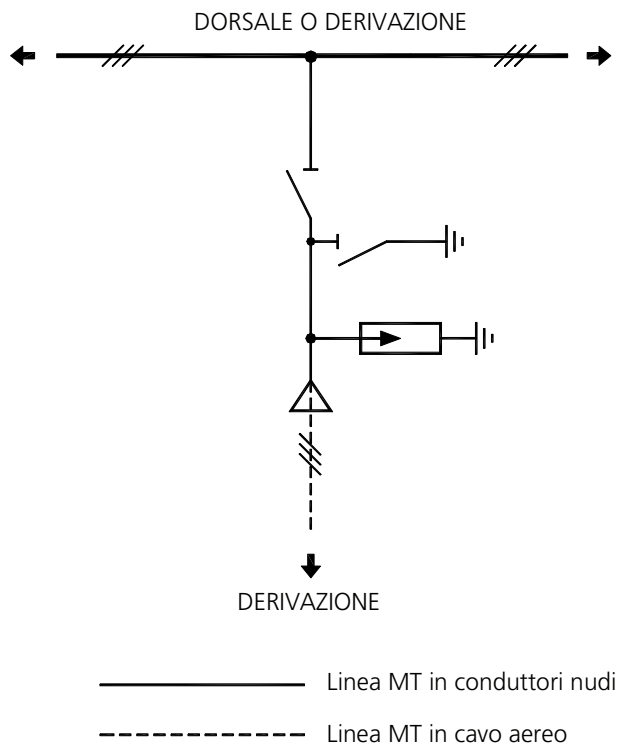


Fig. 10

3.4.5 Sezionamento (ovvero connessione rigida) di una derivazione in cavo aereo nel punto di connessione con linea in conduttori nudi (fig. 11)

Si effettua mediante sezionatore tripolare per esterno di tipo verticale come da disposizione costruttiva di cui alla Tav. C3.12.

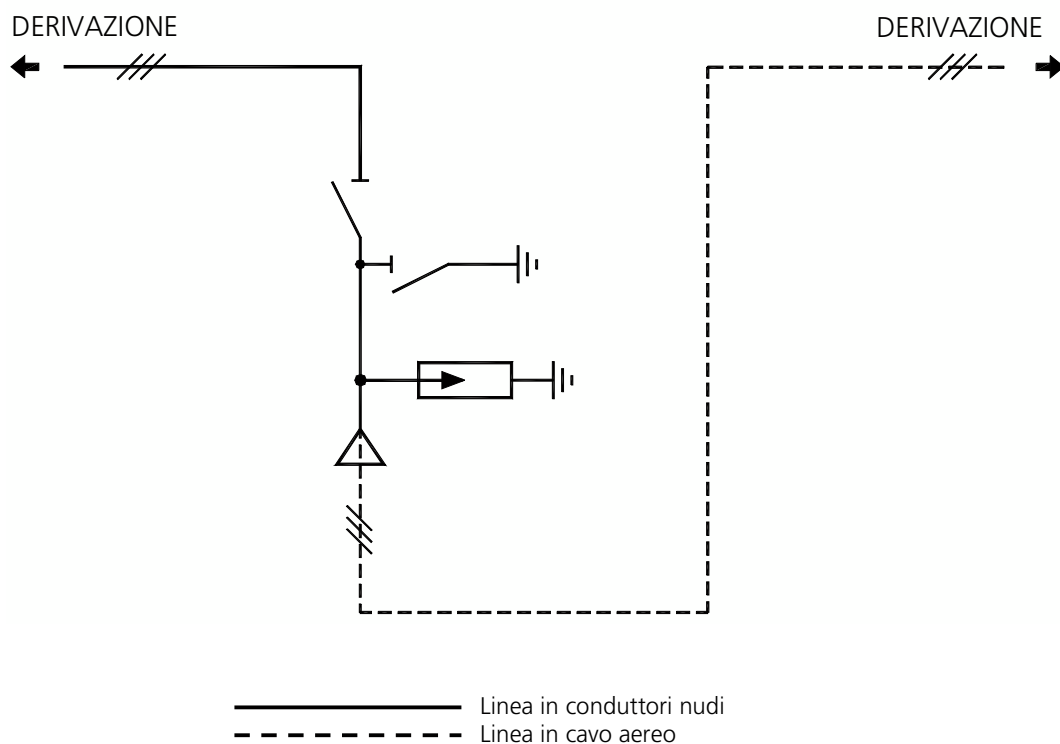


fig. 11

3.4.6 Sezionamento di una derivazione in cavo aereo da una dorsale in cavo sotterraneo

Si effettua mediante gli stessi I.M.S. da palo isolati in SF₆ tipo DY 806 o DY 807 di cui agli schemi di fig. 8a e 8b. Esempi di soluzioni costruttive sono rappresentati nelle Tav. C3.13 e C3.14.

3.4.7 Sezionamento di una derivazione in cavo aereo da una derivazione in cavo sotterraneo

Si effettua mediante l'impiego delle giunzioni di derivazione unipolari sconnettibili (250 A), analogamente a quanto previsto alla fig. 8c. La soluzione costruttiva è rappresentata nella Tav. C3.15.

3.5 PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI NELLE LINEE MT

Le terminazioni dei cavi MT che si trovano nei punti di connessione con linee aeree in conduttori nudi e nei posti di trasformazione su palo devono essere protetti contro le sovratensioni mediante scaricatori. Le disposizioni costruttive per il collegamento alla calata e la messa a terra degli scaricatori sono rappresentate nella tavola C3.16.

4 PROGETTAZIONE MECCANICA

Il calcolo meccanico delle linee è stato effettuato con il criterio di mantenere costante, al variare della campata equivalente, il tiro nello stato EDS (15 °C, conduttore scarico). Sulla base di questo criterio sono stati determinati i dati necessari ad eseguire il progetto delle singole linee. A questo riguardo si precisa che i dati forniti per ciascun tipo di cavo sono validi sia per linee di Zona A che per linee di Zona B.

La progettazione meccanica della linea comprende le seguenti fasi:

- scelta del tracciato;
- dislocazione dei sostegni;
- scelta dei componenti unificati per ciascun picchetto.

4.1 SCELTA DEI TRACCIATI

Allo scopo di evitare l'insorgere di tensioni indotte pericolose nella fune portante del cavo si devono evitare tracciati che risultino paralleli ad una linea AT per tratti di lunghezza superiore a 400 m quando la distanza tra le linee è inferiore a 15 m (fig. 12).

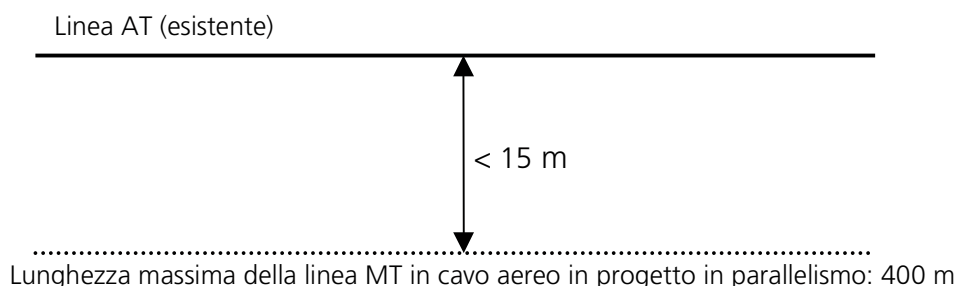


fig. 12

Anche se le linee in cavo aereo si caratterizzano per un modesto impatto ambientale e si prestano particolarmente per l'attraversamento dei parchi naturali, delle aree monumentali e di interesse storico ed archeologico e di quelle boschive, la crescente sensibilità verso i valori ambientali impone particolare accuratezza nella scelta del tracciato. Va tenuto presente che una linea aerea determina, nei confronti dell'ambiente immediatamente circostante, comunque due interferenze:

- occupazione fisica di spazio intorno ai cavi ed in corrispondenza dei sostegni, se pur ridotta rispetto alle linee in conduttori nudi;
- impatto visivo.

In linea generale quindi nell'individuazione del tracciato si deve tenere conto principalmente di:

- arrecare il minor disturbo possibile al paesaggio, nonché agli usi presenti e futuri del territorio;
- contenere il taglio delle piante in relazione alle diverse possibilità di sbandamento dei cavi;
- interessare, nelle regioni montuose, le selle e i punti più nascosti anziché le creste collinari che rendono la linea più evidente;
- utilizzare preferibilmente gli spazi disponibili lungo gli assi tecnologici già attrezzati, esistenti o pianificati;
- utilizzare sostegni tubolari, di altezza contenuta, riducendo, comunque non sotto la soglia della convenienza economica, la lunghezza delle campate.

4.1.1 Dislocazione dei sostegni sul tracciato

La dislocazione dei sostegni viene effettuata preliminarmente su una planimetria della zona ove è stato riportato il tracciato della linea⁽⁶⁾. Tale operazione, che consiste nel fissare le posizioni (picchetti) ove andranno installati i sostegni e nel determinare le altezze dei sostegni stessi, deve essere eseguita tenendo presenti le distanze di rispetto prescritte dalla Norma linee e riportate alle Tavole T10.1÷T10.15.

Si devono inoltre tenere presenti i seguenti valori di campata:

- campata normale di rettifilo (L_n): quel valore di campata che consente di realizzare la massima economia dei tratti normali di linea, cioè in quei tratti di linea in rettifilo, in assenza di attraversamenti ed ostacoli e in terreno pianeggiante; i relativi valori, per le varie formazioni di cavo, sono riportati nelle Tavole S1.1 e S8.1;
- campata equivalente (L_{eq}): valore fittizio di quella campata che in ogni condizione di stato presenta lo stesso tiro che si instaura nella tratta.

Nelle appena dette Tavole S1.1 e S8.1 sono anche riportati gli intervalli ottimi di campata equivalente compatibili con i franchi minimi di progetto attesi rispettando i valori di campata L_n e i dislivelli massimi per non superare le sollecitazioni ammissibili nei punti di attacco.

L'espressione per il calcolo di L_{eq} è:

$$L_{eq} = \sqrt{\frac{L_1^3 + L_2^3 + \dots L_n^3}{L_1 + L_2 + \dots L_n}}$$

Dove $L_1, L_2, \dots, L_n$ sono la lunghezza delle n campate reali comprese fra due amarri ⁽⁷⁾.

4.2 DISTRIBUZIONE DEI SOSTEGNI DELLE LINEE MT SU DI UN PROFILO FORTEMENTE IRREGOLARE

Per procedere alla distribuzione dei sostegni, in questo caso, occorre disporre del profilo altimetrico del tracciato (scala 1:1000 per le distanze e 1:250 per le altezze), dove siano riportate le seguenti posizioni (fig. 13):

- sostegni di amarro in vertice di inizio e fine tratta, indicati con δ_i e δ_f ;
- sostegni di vertice che, in via di prima approssimazione, si prevede di equipaggiare in sospensione, δ_s ;
- sostegni in rettifilo da infiggere in posizione obbligata per ragioni di asservimento ovvero per vincoli derivanti dalla necessità di rispettare le distanze prescritte nei confronti di opere interferite, δ_o ;
- zone impraticabili segnalate dal rilevatore come non idonee all'infissione dei sostegni.

⁽⁶⁾ La planimetria risulta, a questo scopo, sufficiente quando si tratta di dislocare i sostegni delle linee MT in terreno pianeggiante almeno per tutte le campate che non attraversano opere speciali. Per quel che riguarda il franco sul terreno, la Norma Linee prescrive 5 m. Tuttavia, in linea generale, si deve adottare un valore non inferiore a 5,5 m per tenere conto degli eventuali errori introdotti dalle rilevazioni topografiche, dal graficismo delle catenarie riportate sul profilo e dalle approssimazioni insite nella costruzione della linea.

Nella scelta del franco ottimo, il progettista dovrà valutare il tipo di lavorazione agricola o di impianti annessi, al fine di conseguire un adeguato livello di sicurezza. In terreni incolti possono essere adottati anche franchi appena superiori ai limiti di legge.

⁽⁷⁾ Nel caso di forti dislivelli (>20%) si applica la formula riportata nella Tav. T1.1 della "Guida per la progettazione e costruzione delle linee aeree MT in conduttori nudi".

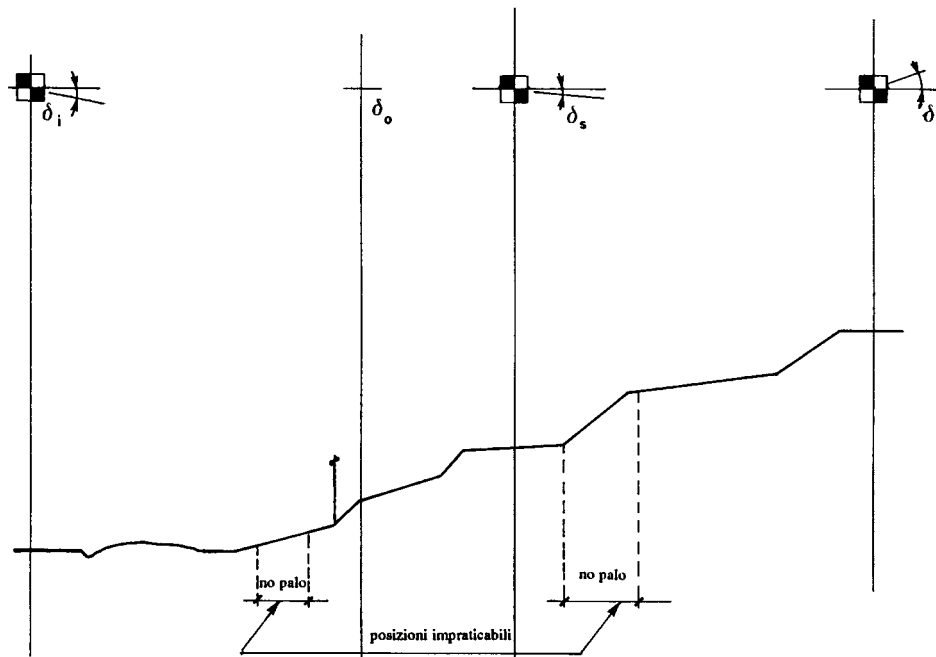


fig. 4.1

Per un certo valore di campata equivalente l'unificazione fornisce, sotto forma di grafici o tabelle, il valore del parametro nello stato MF (Massima Freccia) corrispondente (Tav. T2.4, T3.4, T4.4, T5.4, T6.4, T7.4, T8.4. e T9.4 della Parte V).

I diagrammi rappresentano andamenti discreti delle variazioni del parametro al variare della campata equivalente (fig. 14).

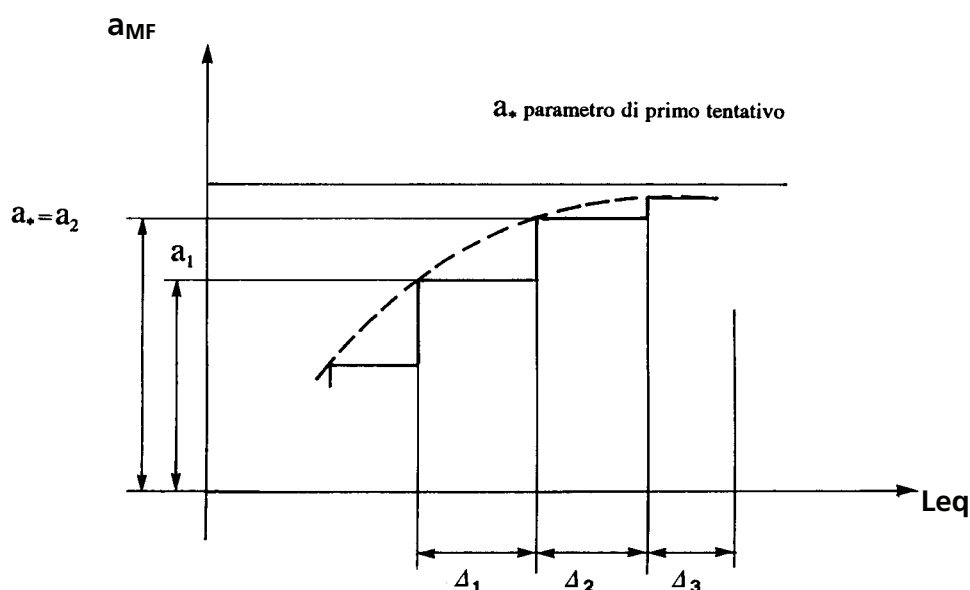


fig. 14

Viene cioè mantenuto costante il parametro per un certo intervallo di valori di campata equivalente. In realtà la funzione $a = f(L_{eq})$ è continua e ad ogni valore di campata equivalente corrisponde un solo valore di parametro. L'approssimazione, come vedremo, è accettabile purché Δ_1 , Δ_2 , ecc. non siano assunti troppo elevati. Non conoscendo a priori il valore della campata equivalente, si deve procedere per tentativi. La prima distribuzione si esegue utilizzando la dima⁽⁸⁾ relativa al parametro di primo tentativo, a_* , come da fig. 14.

Esso corrisponde ad una campata equivalente molto prossima alla campata normale di rettilo.

⁽⁸⁾ Per la costruzione di dime con parametri diversi da quelli previsti dalla presente normalizzazione si rimanda all'allegato 1 alla "Guida per la progettazione e costruzione delle linee aeree MT in conduttori nudi".

Fissata sul profilo la linea del franco di progetto di 5,5 m, con la dima di primo tentativo (corrispondente al parametro a^*), si ricavano le posizioni dei sostegni di rettilo i , l , ed m (fig. 15), che restano determinate dalle verticali sul profilo condotte dai punti di intersezione delle curve di catenaria prodotte sulla scorta della dima scelta.

Accertato che le altezze utili risultanti h_u (Tav. S2.1) rientrino fra quelle previste dall'unificazione per i sostegni disponibili, si ricavano subito i valori delle campate topografiche L_1, L_2, L_3 ecc. Conseguentemente si può calcolare la campata equivalente L_{eq} con l'espressione riportata al punto 4.1.1.

Se L_{eq} ricade nell'intervallo Δ_2 (che compete al parametro di primo tentativo), la distribuzione ottenuta è quella definitiva. Diversamente deve essere prodotta una nuova distribuzione dei sostegni sul profilo con una nuova dima, fino a far rientrare la campata equivalente, che ne scaturisce, nell'intervallo Δ che compete al parametro di secondo tentativo.

Tale ottimizzazione è indispensabile in quanto:

- se L_{eq} ricade entro Δ_3 , la campata equivalente effettiva è superiore a quella iniziale ipotizzata e la tratta avrà conseguentemente tiri superiori nei cavi e quindi altezze utili esuberanti per i pali;
- se L_{eq} ricade invece entro Δ_1 , la campata equivalente effettiva è minore di quella inizialmente ipotizzata e la tratta avrà conseguentemente tiri inferiori dai quali possono discendere franchi insufficienti sul terreno e sulle opere attraversate.

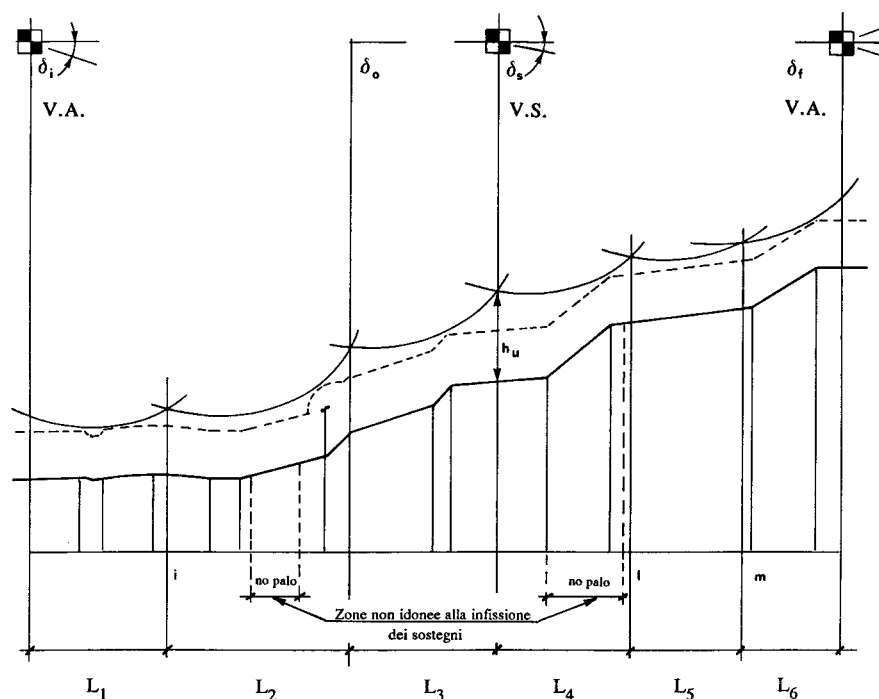


fig. 15

La distribuzione dei sostegni deve essere ultimata verificando:

- analiticamente il franco sulle opere speciali attraversate (Tavole T10.1÷T10.15);
- le condizioni di stabilità degli attacchi in sospensione sulla base della costante altimetrica del picchetto (Tavole S16.2÷S16.5).

La **costante altimetrica K** è definita dall'espressione: $h_1/L_1 + h_2/L_2$, dove h_1 e h_2 rappresentano i dislivelli dei picchetti adiacenti rispetto a quello in esame (il dislivello ha segno positivo o negativo secondo lo schema di Fig. 16).

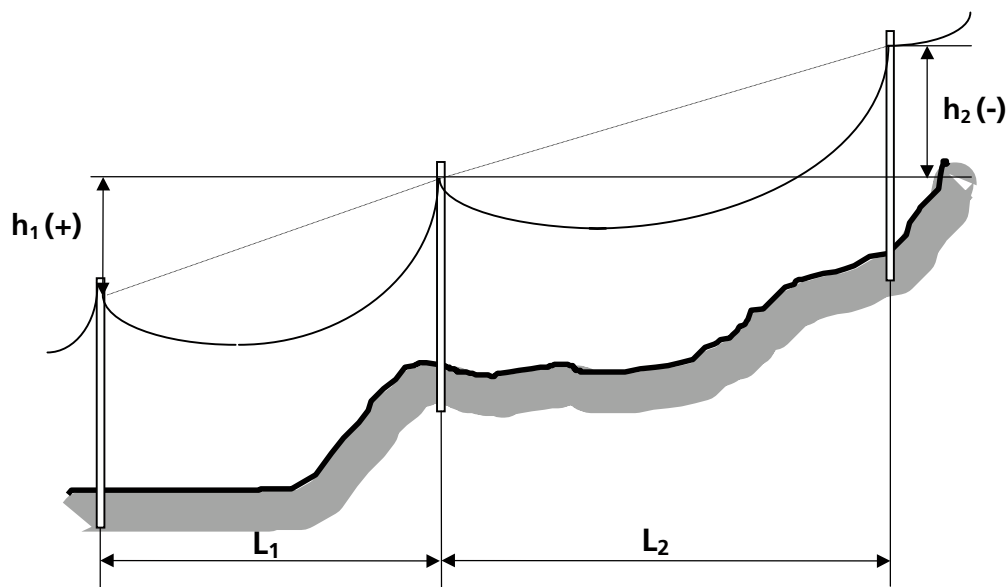


fig. 16

4.3 DISTRIBUZIONE DEI SOSTEGNI DELLE LINEE MT SU DI UN PROFILO PIANEGGIANTE

In tal caso, per effettuare la dislocazione dei sostegni è conveniente fare a meno del profilo altimetrico nonché dell'uso delle dime e procedere per via analitica in corrispondenza delle sole campate di attraversamento di opere speciali, utilizzando le tabelle delle frecce nelle condizioni di massima freccia a metà campata (Tavole T2.2, T3.2, T4.2, T5.2, T6.2, T7.2, T8.2 e T9.2) in funzione della campata reale e della campata equivalente della tratta nel caso si tratti di sostegni in sospensione, ovvero della sola campata reale nel caso di sostegni in amarro.

Le espressioni di calcolo per le verifiche analitiche dei franchi sulle opere speciali interferite, anche per il procedimento di cui al punto 4.2, sono riportate nell'allegato 1 alla "Guida per la progettazione e costruzione delle linee aeree MT in conduttori nudi".

4.4 SCELTA DEI SOSTEGNI DI LINEA E DI DERIVAZIONE DELLE LINEE MT

I tipi di sostegni unificati da utilizzare sono i seguenti:

- tubolari di acciaio a tronco unico (fino alla prestazione H e altezze fino a 12 m);
- tubolari di acciaio in tronchi innestabili (per le prestazioni da D a J e altezza maggiore di 12m e, solo per il tipo J, altezza 12 m);
- tubolari in cemento armato centrifugato (fino alla prestazione G e altezze fino a 12 m)
- tubolari misti ad innesto con base in c.a.c. e prolunga in lamiera saldata (fino alla prestazione G e altezze fino a 18 m).

I sostegni di altezza superiore a 12 m dovranno essere solo quelli tubolari di acciaio in tronchi innestabili (tavole M8.2 e M8.3). L'utilizzo dei sostegni in cemento armato è previsto in sostituzione di quelli in acciaio a stelo unico in relazione all'andamento dei costi di fornitura al momento della costruzione.

Ogni tipo di sostegno è stato caratterizzato, per ciascun tipo di linea, da un diagramma in un piano C_m, δ (ove $C_m = L_1/2 + L_2/2$ e δ = angolo deviazione linea).

Tale diagramma, del tipo illustrato in Fig. 17, delimita un insieme di punti ai quali corrispondono azioni sul palo non superiori alle sue prestazioni utili⁽¹¹⁾.

⁽¹¹⁾ Per le prestazioni utili dei vari tipi di sostegni previsti nella presente normalizzazione, vedasi quanto riportato nelle Tav. S2.1 e S10.2÷S10.4. Tali prestazioni sono state calcolate in conformità a quanto previsto dall'art. 2.2.06 della Norma Linee.

Pertanto, affinché un palo avente un determinato diagramma di utilizzazione possa essere impiegato in un determinato picchetto di caratteristiche geometriche Cm' e δ' , è necessario che il punto P' , di coordinate di progetto Cm' , δ' , sia compreso nel diagramma suddetto. I diagrammi di utilizzazione relativi ai diversi tipi di palo per uno stesso tipo di linea sono stati riportati in un unico sistema di assi (Cm , $2\text{sen}\delta/2$), di modo che risulti agevole scegliere per ciascun picchetto, in funzione delle caratteristiche geometriche Cm e δ , il sostegno che ha la minima prestazione meccanica compatibile con quella richiesta dal picchetto stesso.

Nella Fig. 18 si vede chiaramente come nel caso del picchetto di caratteristiche (Cm_1 , δ_1) sia da impiegare il sostegno di tipo F (punto P_1 interno al campo delimitato dal diagramma F), mentre nel caso del picchetto di caratteristiche (Cm_2 , δ_2) sia necessario passare al tipo H (punto P_2 esterno al campo delimitato dal diagramma G ed interno al campo delimitato dal diagramma H).

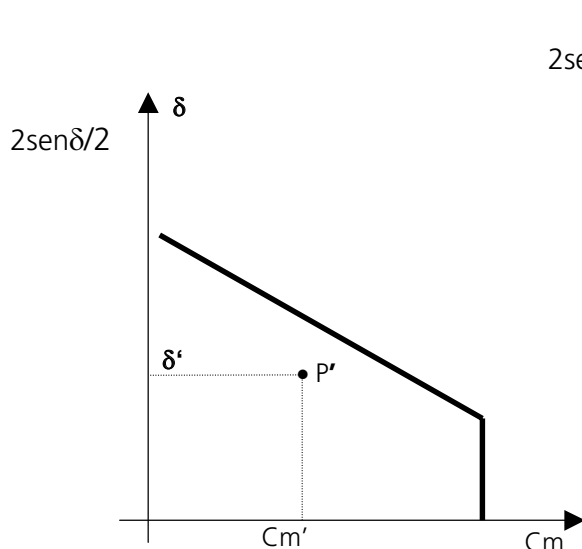


fig. 17

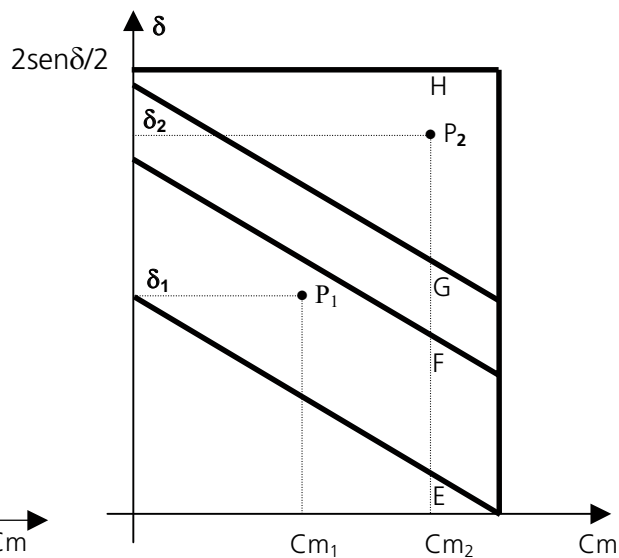


fig. 18

Per i sostegni di derivazione, i diagrammi analoghi a quelli descritti in precedenza sono stati tracciati, nel piano (Cm ; δ), per tutti i tipi di linea e, per ciascun tipo di linea, per tutte le derivazioni previste⁽¹²⁾.

La scelta del tipo di palo da impiegare andrà effettuata "entrando" nei suddetti diagrammi con le caratteristiche geometriche (Cm , δ) della linea principale, avendo fissato per la linea derivata il valore del tiro nelle condizioni di massima sollecitazione nonché una lunghezza di campata L ed un angolo α compresi entro determinati valori, essendo α l'angolo rispetto alla normale (n) all'asse longitudinale della linea principale (fig. 19).

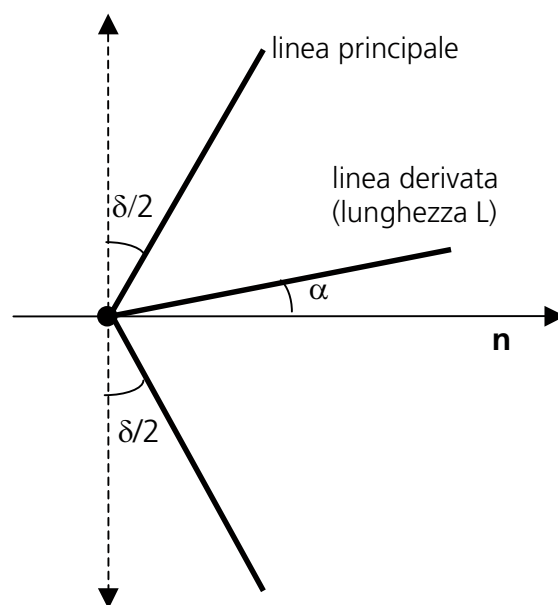


Fig. 19

⁽¹²⁾ Anche in questo caso sono state prese in considerazione le sole ipotesi di calcolo 1) e 3) richiamate dall'art. 2.4.05bis della Norma Linee. Nel tracciare i diagrammi sono stati messi in conto gli stessi valori di squilibrio di tiro longitudinale assunti per i diagrammi in assenza di derivazione.

4.5 LINEA MT E BT O DUE LINEE MT SULLA MEDESIMA PALIFICAZIONE

Per far fronte alle crescenti difficoltà derivanti dalla opposizione dei proprietari dei fondi privati o delle autorità competenti nel caso di fondi ad uso pubblico, è possibile realizzare sulla stessa palificazione una linea in cavo MT ed una in cavo BT.

Tale soluzione è fra l'altro esplicitamente prevista all'art. 2.4.03 della Norma Linee.

Nei suddetti casi i due cavi devono essere preferibilmente montati in posizione opposta, rispetto la cima del palo, garantendo un franco fra gli stessi superiore a 60 cm (fig. 20), distanza questa di buona tecnica costruttiva ma non prevista dalle Norme CEI.

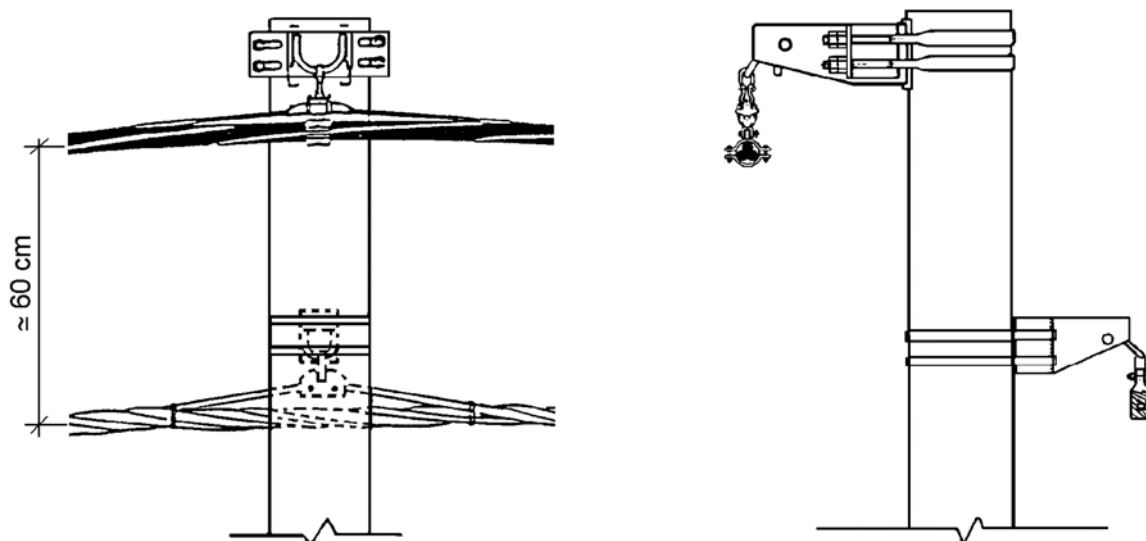


Fig. 20

Inoltre, se in presenza di notevoli difficoltà di asservimento, si possono prevedere brevi tratti di linea in cavo MT in doppia terna sulla stessa palificazione (soluzione costruttiva di Tav. .4) nelle uscite da cabine primarie o di sezionamento.

Per non dover ricorrere a palificazioni di elevata prestazione può essere conveniente prevedere la tesatura a tiro ridotto (vedasi 4.10.1).

I diagrammi di utilizzazione dei sostegni, per i casi seguenti, sono riportati nelle tavole appresso indicate:

- n° 2 cavi MT 3x150+50Y (tesatura a "tiro pieno"): Tav. S7.1;
- n° 2 cavi MT 3x150+50Y (tesatura a "tiro ridotto"): Tav. S15.1;
- n° 1 cavo MT 3x35+50Y (tesatura a "tiro ridotto") e n° 1 cavo BT 3x70+1x54,6 mm²: Tav. S16.1.

In ogni caso, i sostegni vanno calcolati di volta in volta prendendo in considerazione le sole ipotesi 1) e 3) richiamate dall'art. 2.4.05bis della Norma CEI 11-4.

4.6 VERIFICA DEI SOSTEGNI ESISTENTI PER LA TRASFORMAZIONE DELLE LINEE IN CONDUTTORI NUDI MT IN CAVO AEREO

Per consentire, in caso di rifacimenti di linee con conduttori nudi di rame da 16 o 25 mm², l'utilizzazione della maggior parte delle palificazioni esistenti, anche di vertice, è stata prevista la tesatura a tiro ridotto (vedasi 4.9.1).

Per questo motivo è stata presa in considerazione anche l'utilizzazione meccanica di pali di precedenti unifazioni, compreso i sostegni da 11 m, non previsti nella vigente normalizzazione, in quanto presenti su linee esistenti. Non è stato invece previsto il riutilizzo di pali da 9 m in quanto, in relazione al ridotto tiro di tesatura, le campate reali limite non risultano economicamente convenienti (inferiori a 50 m).

Per l'utilizzazione dei pali esistenti sul tracciato si deve verificare innanzitutto che tali pali non presentino segni evidenti di danneggiamento, provvedendo eventualmente alla loro sostituzione.

Per meglio sfruttare le caratteristiche dei pali esistenti sul tracciato sono state inoltre ipotizzate anche tre differenti condizioni di attacco del cavo e precisamente con i supporti (di sospensione o di amarro) fissati a:

- 5 cm da cima palo;
- 50 cm da cima palo;
- 100 cm da cima palo.

I valori dei tiri utili, nelle suddette ipotesi, sono riportati nelle Tav. S10.2÷S10.4, rispettivamente per le tre condizioni di attacco citate.

Nella tabelle di Tav. S8.2 e S8.3 sono inoltre riportate, nelle colonne 3, rispettivamente per le tre condizioni di attacco previste, le campate di rettifilo massime realizzabili.

Va tenuto anche presente che per:

- i dislivelli massimi: in presenza di campate (L) con dislivelli (h) elevati è necessario verificare che $h/L \leq 1,3$ ⁽¹³⁾;
- le campate equivalenti: tutti i diagrammi di utilizzazione meccanica dei pali sono validi per tratte aventi $L_{eq} \geq 40$ m.

Un esempio di verifica di una palificazione esistente per la posa di cavo aereo è riportata alla Tav. S11.27.

4.7 SCELTA DEL TIPO DI ARMAMENTO

La scelta del tipo d'armamento in amarro ovvero in sospensione, dipende dai dati geometrici del picchetto (K; C_m ; δ) in particolare dal valore dell'angolo (δ) di deviazione della linea.

Oltre ad un certo valore di δ , ovvero oltre il campo d'impiego di un predeterminato sostegno, l'armamento è sempre in amarro; mentre per valori di δ inferiori l'armamento può essere indifferentemente in sospensione o in amarro in relazione: al valore della costante altimetrica K, come definita in 4.2, e al valore della campata media C_m , definita come la media aritmetica delle campate reali L_1 e L_2 adiacenti al sostegno di cui si deve definire il tipo di armamento.

Nelle Tavole S16.2, S16.3, S16.4 e S16.5 sono riportati i diagrammi, da utilizzare per la scelta dell'armamento, del tipo di quello rappresentato in fig. 21.

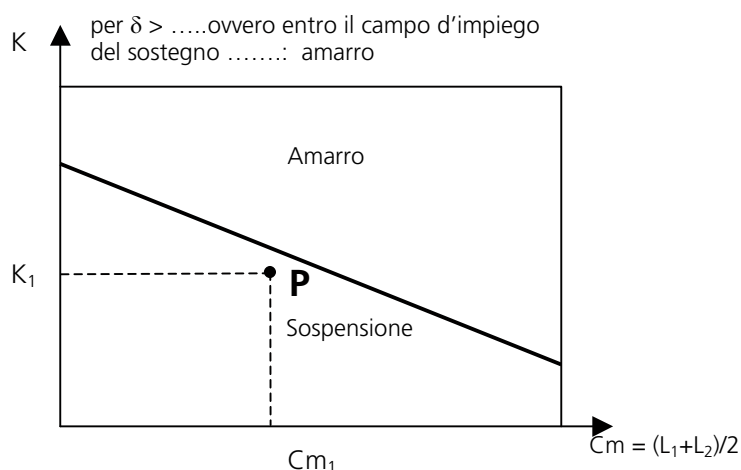


fig. 21

⁽¹³⁾ Tale valore assicura in ogni caso che non sia superato il tiro massimo delle morse di amarro.

4.8 FONDAZIONI

Il progetto unificato delle linee aeree MT in cavo aereo cordato, come già evidenziato al punto 4, è stato studiato assumendo per il calcolo di verifica dei sostegni e delle fondazioni le sole ipotesi previste per i cavi (conduttori) integri.

Pertanto devono essere impiegate le sole fondazioni di tipo normale.

Fatta eccezione per i casi di attraversamento delle opere speciali di cui alla norma linee e per i terreni di scarsa compattezza (pressione ammissibile inferiore a 3 kg/cm^2), i sostegni 12/B in rettilineo devono essere direttamente infissi nel terreno, avendo cura di effettuare il riempimento dello scavo con strati alterni, accuratamente costipati, di terra e ciottolame, in modo da garantire che lo stato di consolidamento nel terreno costipato rimanga inalterato nel tempo. La profondità di infissione minima deve essere pari a 1,75 m.

4.8.1 Scelta del tipo di fondazione in relazione alla natura del terreno

E' previsto l'impiego di fondazioni a blocco monolitico in calcestruzzo non armato.

In relazione alla natura del terreno, sono disponibili le seguenti alternative:

- Fondazioni M1, dimensionate mettendo in conto il contributo del terreno laterale. Devono essere impiegate nei terreni asciutti⁽¹⁵⁾ e compatti: normali terreni vegetali, terreni ghiaiosi, argillosi, ecc.
- Fondazioni M2, dimensionate senza tenere conto del contributo del terreno laterale. Devono essere impiegate nei terreni di scarsa compattezza (terreni di riporto, terreni sabbiosi, particolari torbe, ecc.) ed in tutti i casi in cui non si possa fare affidamento sulla presenza di una sufficiente massa di terreno compatto. Particolare attenzione, per esempio, occorre prestare al caso di fondazioni in pendio o mezza costa, ove non sia possibile o economico scendere a profondità sufficienti ad assicurare da ogni lato la presenza o la compattezza del terreno⁽¹⁶⁾.
- Fondazioni M3, dimensionate considerando la spinta verso l'alto dell'acqua. Devono essere impiegate nei terreni in acqua.

Di norma con la fondazione di tipo M1 deve essere prevista la versione interrata; di conseguenza per i sostegni tubolari in acciaio, deve essere prevista una fasciatura protettiva di 60 cm, secondo gli schemi delle tavole M9.1 e M9.3, allo scopo di evitare un contatto diretto della zincatura con il terreno.

Le dimensioni delle fondazioni per i vari tipi di sostegni utilizzabili sono riportati nelle Tavole M9.1÷M9.8.

4.9 CRITERIO DI TESATURA UNIFICATO DEI CAVI AEREI MT (TIRO PIENO)

Al fine di semplificare la fase operativa della tesatura viene assunto un solo stato di posa con il tiro costante al variare della campata equivalente.

Tale tiro di posa è stato considerato valido in un intervallo di temperatura $0\div 40^\circ\text{C}$. A partire dal suddetto tiro sono stati determinati i tiri negli altri stati che interessano il progetto della linea e che sono:

- Stati di massima sollecitazione (MS)

{	-5°C, vento a 100 km/h (stato MSA)
	-20°C, vento a 50 km/h manicotto di ghiaccio di 8 mm (stato MSB)

⁽¹⁵⁾ Per terreni asciutti si intendono i terreni in cui, in nessuna stagione dell'anno, la falda freatica si porta a meno di 1,50÷2,00 metri dal piano di campagna.

⁽¹⁶⁾ Sussiste naturalmente, in questi casi, la necessità di assicurare alla base della fondazione un piano di appoggio sufficientemente valido.

- Stati di massima freccia⁽¹⁸⁾ (MF)

+55°C, cavo senza sovraccarico
(stato MFA)

+40°C, cavo senza sovraccarico
(stato MFB)

Per tali stati sono stati tracciati i diagrammi, $T=T(Leq)$, che rappresentano l'andamento del tiro orizzontale in funzione della campata equivalente.

Tali diagrammi di stato sono riportati nelle Tavole T2.3, T3.3, T4.3 e T5.3, mentre nelle Tavole T3.1, T3.1, T4.1 e T5.1 sono riportate le frecce di posa.

Il suddetto criterio costituisce una scelta conservativa a favore della sicurezza in quanto i tiri nelle condizioni di verifica per la stabilità dei sostegni, MSA e MSB, e i tiri per la verifica dei franchi sulle opere attraversate, MFA e MFB, sono stati assunti considerando che il tiro di posa costante venga effettuato (fig. 22):

- per gli stati MSA e MSB; alla temperatura di 35°C anche se effettuato a temperature inferiori (involuppo dei massimi);
- per gli stati MFA e MFB; alla temperatura di 5°C anche se effettuato a temperature superiori (involuppo dei minimi).

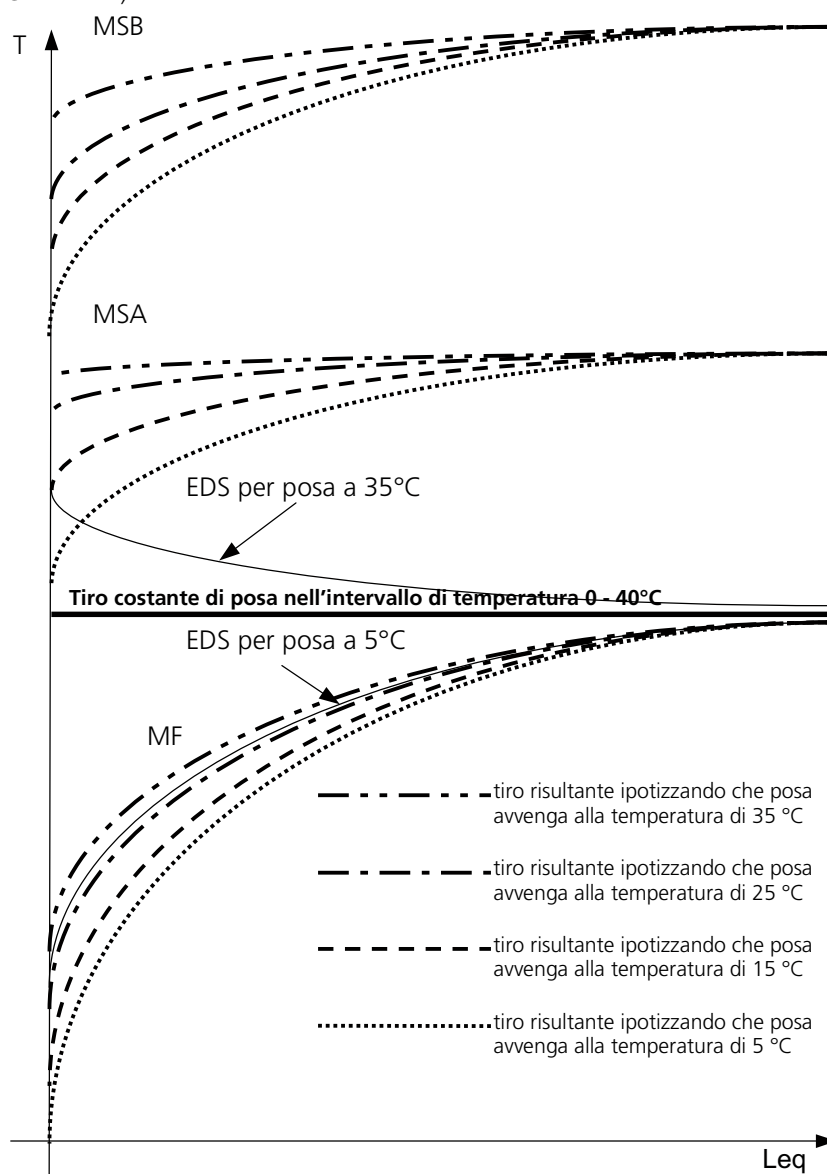


fig. 22

⁽¹⁸⁾ Per il calcolo dei diagrammi di stato e delle frecce di verifica riportati nella parte T, lo stato di massima freccia MF è stato fatto coincidere con lo stato MFA (+55°C). Infatti, non tenendo conto della distinzione fra Zona A e Zona B, questa è la condizione che risulta sempre più conservativa.

4.9.1 Tesatura ridotta dei cavi aerei MT prevista per agevolare le operazioni di posa in opera nei tracciati caratterizzati da forti dislivelli o da molti angoli di deviazione e per la trasformazione delle linee MT esistenti

Il criterio è il medesimo visto al punto precedente nel quale però è stato previsto un valore di tiro costante di posa ridotto.

La tesatura a tiro ridotto è stata introdotta per agevolare le operazioni di posa in opera nei casi di tracciati con forti dislivelli o con molti angoli di deviazione; inoltre, essa può essere convenientemente utilizzata nei casi in cui, per condizionamenti esterni, non sia possibile realizzare le campate ottimali consentite dalla tesatura a tiro pieno.

Infine, per il cavo $3 \times 35 \text{ mm}^2$, tale tesatura consente di economizzare sui rifacimenti di linee in conduttori nudi di rame $3 \times 16 \text{ mm}^2$ e $3 \times 25 \text{ mm}^2$, in quanto possono essere parzialmente riutilizzati i sostegni già esistenti.

Nelle Tavole T5.3, T6.3, T7.3 e T8.3 sono riportati i diagrammi di stato per i tre tipi di cavo unificati, mentre nelle Tavole T6.1, T7.1, T8.1 e T9.1 sono riportate le frecce di posa.

4.10 INTERRAMENTO DI UN TRATTO DI LINEA

Per il superamento di ostacoli o per l'ingresso in cabina è consentito, per brevi tratti, l'interramento del cavo aereo MT.

La protezione meccanica supplementare del cavo è da realizzarsi tramite tubo in materiale plastico (Fig. 23).

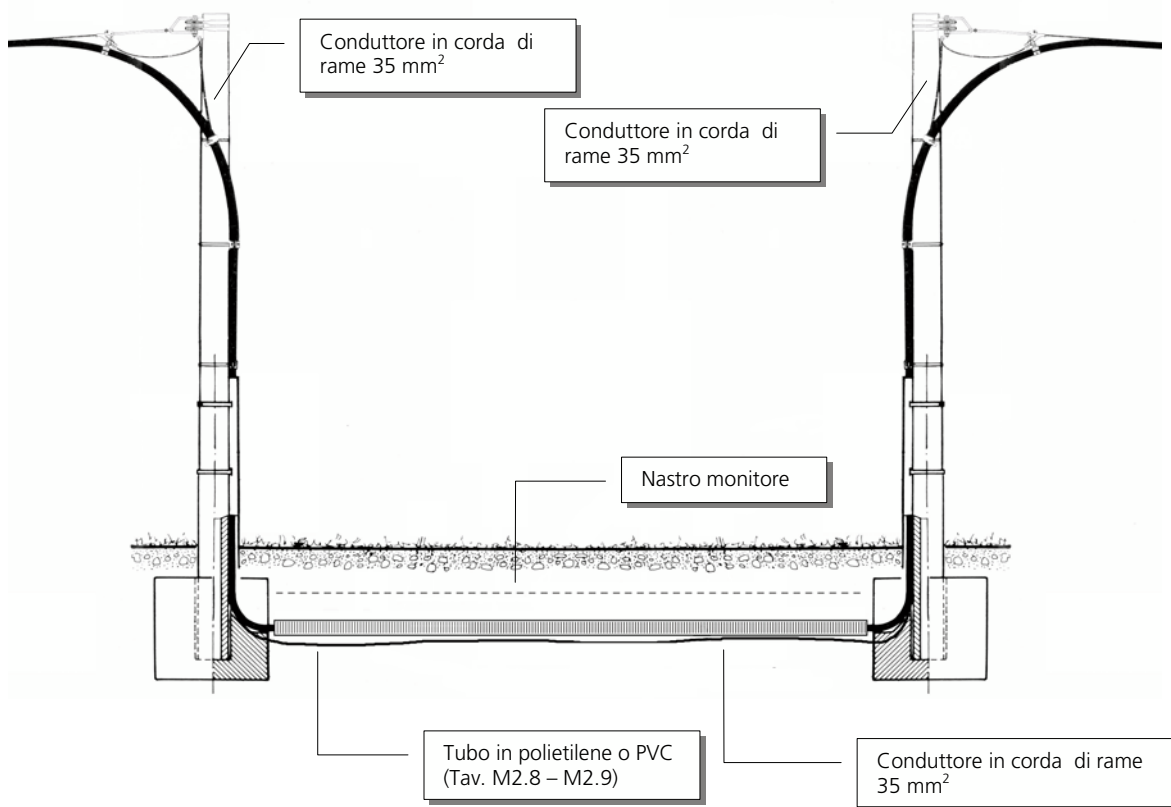


fig. 23

Salvo le condizioni espresse al punto 3.3 è da prevedere, per il tratto interrato, lo stendimento di una corda in rame da 35 mm^2 , da posare esternamente ed a fianco del tubo protettivo, per il raccordo delle funi portanti (superamento di ostacoli) o per il collegamento di queste ultime con l'impianto di terra delle cabine secondarie, dove necessario (Vedi punto 3.3.b2).

Nei passaggi da linea in cavo aereo a linea in cavo interrato mediante giunti di transizione (Tav. C7.1) occorre prevedere l'interramento della corda di rame da 35 mm^2 , da collegare alle trecce di rame stagnato che fuoriescono dai giunti (Tav. M 4.1).

4.11 GIUNZIONI IN LINEA

L'esecuzione di giunti sul cavo aereo MT può essere effettuata su sostegno oppure direttamente in campata.

Entrambe le soluzioni sono alternativamente valide tenendo presenti alcune considerazioni.

La soluzione della giunzione su palo (Tav. C2.3) va effettuata su un sostegno di caratteristiche meccaniche adeguate (deve essere previsto necessariamente l'armamento di amarro) e potrebbe comportare uno sfrido di cavo; per contro in caso di guasto sulla giunzione ne risulta più agevole la riparazione.

La giunzione in campata (Tav. C2.3), di minore impatto visivo rispetto alla precedente comporta in caso di guasto del giunto tempi di riparazione più lunghi.

5 FASCIA DI ASSERVIMENTO DELLE LINEE MT

Per quanto possibile occorre costituire servitù inamovibili, perfezionate in forma opponibile a terzi (trascrizione), nei tratti in uscita dalle cabine primarie, per i sostegni di attraversamento di opere speciali e comunque nei casi in cui un eventuale spostamento comporterebbe oneri rilevanti.

Il Decreto 5/8/98 ha modificato l'art. 2.1.06 h) della Norma linee specificando che nessuna distanza è prescritta fra i cavi aerei e i rami degli alberi, al pari di quanto disposto dal Decreto 16/1/91 nei confronti dei fabbricati.

Di conseguenza la fascia di asservimento D (fig. 24) da considerare per i cavi aerei è assai ridotta. E' sufficiente considerare la proiezione a terra della catenaria inclinata, rispetto alla verticale, di 30° , assumendo per la stessa il valore della freccia nelle condizioni ordinarie (EDS, $+15^\circ\text{C}$).

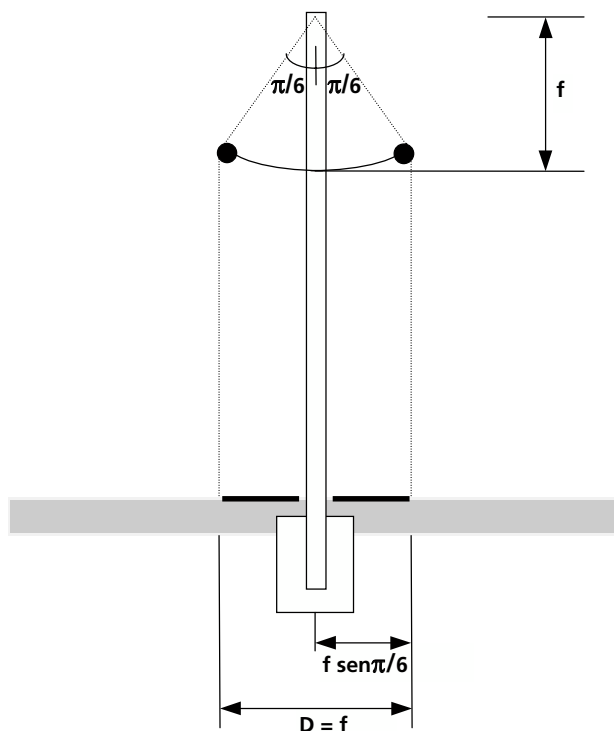


fig. 24

Di conseguenza il valore della fascia di asservimento, intesa come l'area entro la quale non possono essere condotte attività ed elevate costruzioni, impianti e alberature incompatibili con l'elettrodotto, risulta pari al valore della freccia (f) della campata.

Nella generalità dei casi, considerato che la campata media è dell'ordine di $90 \div 100$ metri e che la freccia non assume valori molto diversi per le varie formazioni unificate di cavo, il valore da utilizzare, in presenza di tiro pieno, può essere standardizzato in circa 3,5 metri.

In altri casi particolari il valore può essere calcolato di volta in volta con i criteri di cui sopra.

PARTE II

SOLUZIONI COSTRUTTIVE

INDICE DEL DOCUMENTO

	Pag.
1 – PREMESSA E SCELTA DELLE CONDIZIONI DI PROGETTO	2
2 - GRAFICI E TABELLE	2
3 - DIAGRAMMA DI STATO $T=T(L)$ RELATIVO AL CONDUTTORE (3X150)+50Y	4
4 – DIAGRAMMI PARAMETRO – CAMPATA EQUIVALENTE IN MFA E MPB	5
5 - SCELTA E POSIZIONAMENTO DEI PALI SUL TRACCIATO	
5.1 – SCELTA DELLE ALTEZZE DEI PALI	8
5.2 - DETERMINAZIONE DELLE CAMPATE MASSIME REALIZZABILI IN FUNZIONE DELLE ALTEZZE DEI PALI.	
6 - DIAGRAMMI DI UTILIZZAZIONE DEI PALI (CON ARMAMENTO IN SOSPENSIONE ED IN AMARRO)	10
7 – VALORI DELLE MASSIME CAMPATE REALIZZABILI IN RETTIFILO IN FUNZIONE DELL'ALTEZZA DEI SOSTEGNI E DELLE LORO PRESTAZIONI	12
8 - DISLIVELLI MASSIMI NON SUPERABILI (H/L) IN FUNZIONE DELLA CAMPATA	12
9 – SCELTA DELL'ARMAMENTO IN RELAZIONE AI VALORI DELLA COSTANTE ALTIMETRICA E DELL'ANGOLO DI DEVIAZIONE	13
10 - DIAGRAMMI DI UTILIZZAZIONE DI PALI DI DERIVAZIONE	14
11 – FRECCHE DI POSA	17
12 – COEFFICIENTI CORRETTIVI DELLE FRECCHE	16

1 – PREMESSA E SCELTA DELLE CONDIZIONI DI PROGETTO

La preparazione dei documenti necessari alla progettazione di linee elettriche aeree con cavi precordati – le cui caratteristiche sono definite nella tabella di unificazione DC 4390 Ed.I dell'ottobre 2006 – è stata fatta secondo i seguenti criteri:

- unico tiro di posa (valore di tesatura) costante al variare della campata equivalente – entro i valori limiti (30÷150)m – e della temperatura di posa purché compresa nei limiti (0÷40) °C.

Tenendo conto di tale criterio il rispetto delle norme CEI 11-4 conduce pertanto a definire gli stati che sono importanti per la progettazione. Essi sono:

- stati di massima sollecitazione, necessari alle verifiche strutturali di tutti i componenti della linea
- stati di massima freccia e di massimo parametro, necessari per tutte le verifiche di rispetto dei franchi del cavo nei confronti delle opere interferenti con tale linea.

E' stato inoltre definito un unico valore di tesatura, valido sia per la zona A che per la zona B.

Risulta pertanto indispensabile – per ovvie ragioni di conservatività di calcolo - riferire un valore di tesatura costante al variare della campata equivalente secondo quanto segue:

- per gli stati di massima sollecitazione (MSA ed MSB) il valore dei tiri costanti saranno riferiti al valore della massima temperatura di posa (40 °C);
- per lo stato di massima freccia - a 55 °C in quanto il documento è valido sia per la zona A che per la zona B - il valore di tiro costante sarà riferito al valore della minima temperatura di posa (0 °C);
- per lo stato di massimo parametro – a -20 °C per la stessa ragione di cui sopra - il valore di tiro costante sarà riferito al valore della massima temperatura di posa (40 °C).

Da quanto detto - essendo gli stati sopra menzionati definiti da parametri in accordo alla norma CEI – risulta altresì evidente che sarà necessario considerare entrambi gli stati di massima sollecitazione (MSA e MSB) mentre per lo stato di massima freccia sarà sufficiente considerare solamente lo stato relativo a 55 °C (MFA) come pure per lo stato di massimo parametro sarà sufficiente considerare lo stato relativo a -20 °C (MPB).

Ciò detto il valore del tiro EDS viene stabilito con la condizione supplementare di avere valori di freccia in MFA che siano confrontabili con quelli definiti nella precedente unificazione di linee con cavi ad elica visibile (le specifiche tecniche relative alla precedente unificazione sono contenute nella tabella DC4389 Ed.I del febbraio 1994 e la cui unificazione delle linee è relativa al 1995/96). La tesatura EDS a tiro pieno EDS – per il cavo (3x150)+50Y descritto nella tabella DC4390 sopracitata è stata fissata al seguente valore: **17,59%·R = 1052 daN**.

2 - GRAFICI E TABELLE

Nella **Tabella I** (pag.3) sono riportate tutte le caratteristiche meccaniche relative ai quattro cavi di cui alla tabella di unificazione in vigore DC4390 – Ed.I – Ott. 2006.

Le caratteristiche meccaniche del cavo interessante la presente unificazione sono quelle riportate nella quarta colonna (in grassetto, matricola 33 22 65)

Nel **Grafico I** (pag. 4) viene riportato il diagramma di stato relativo alle condizioni interessanti ai fini delle verifiche

Nel **Grafico II** (pag. 5) e nel **Grafico III** (pag. 5) sono riportati i diagrammi (parametro – campata equivalente) rispettivamente alle condizioni di massima freccia (MFA) e massimo parametro (MPB).

Nelle **Tabella II** (pag. 6) e nella **Tabella III** (pag. 7) sono riportati i valori delle frecce (in funzione delle campate equivalenti e delle campate reali) per le condizioni MFA ed MPB

DATI CARATTERISTICI DEI CAVI CORDATI SU FUNE PORTANTE PER LINEE AEREE MT

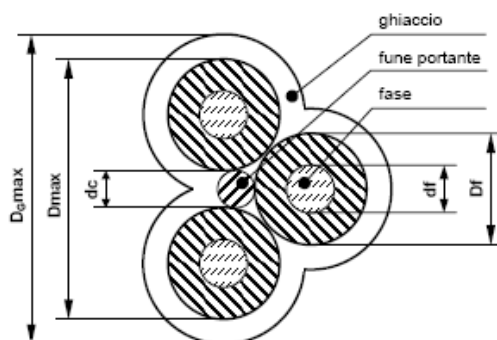


Tabella unificazione	DC4390 (Ed.1 – Ottobre 2006)			
Matricola	33 22 62	33 22 63	33 22 64	33 22 65
Tipi unificati	DC4390/1	DC4390/2	DC4390/3	DC4390/4
Formazione	3x35+50Y	3x50+50Y	3x95+50Y	3x150+50Y
Massa fascio scarico [kg/m]	1,600	1,800	2,400	3,100
Peso fascio scarico [daN/m]	1,5696	1,7658	2,3544	3,0411
Peso ghiaccio [daN/m]	1,3674	1,4335	1,6233	1,7806
Carico verticale totale [daN/m]	2,9370	3,1993	3,9777	4,8217
Diametro del conduttore d_f [mm]	6,8	7,9	11,2	13,8
Diametro esterno medio fase D_f [mm]	22,50	23,65	27,10	30,00
Diametro max fascio [mm]	54,0	56,0	63,0	69,0
Diametro esterno medio fase [mm]	22,5	23,65	27,1	30,0
Diametro max fascio + manicotto [mm]	70,0	72,0	79,0	85,0
Spinta vento a 100 km/h (MSA) [daN/m]	2,2569	2,3405	2,6330	2,8838
Spinta vento a 50 km/h (MSB) [daN/m]	0,7314	0,7523	0,8254	0,8881
Carico risultante in MSA [daN/m]	2,7490	2,9319	3,5321	4,1910
Carico risultante in MSB [daN/m]	3,0267	3,2866	4,0624	4,9028
Diametro fune portante d_c [mm]	9,0			
Sezione fune portante [mm²]	49,48			
Carico rottura min. fune portante [daN]	5980			
Modulo elastico fune [daN/mm²]	15200			
Coefficiente dilatazione lineare [°C⁻¹]	0,000013			

Tabella I

3 - DIAGRAMMA DI STATO $T=T(L)$ RELATIVO AL CONDUTTORE (3X150)+50Y

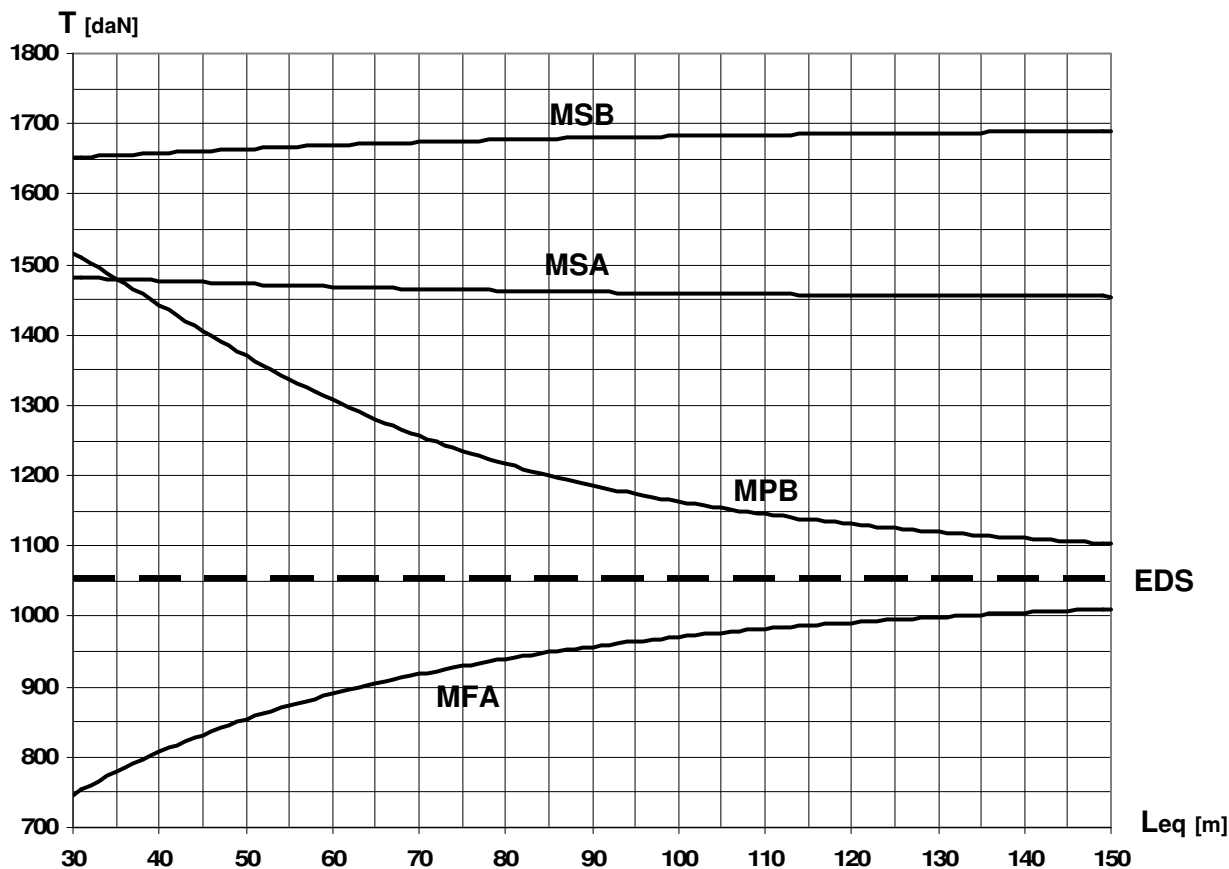


Grafico I – Diagrammi di stato

Stati derivati di massima sollecitazione:

- zone A e B:
 - MSA (temperatura: -5°C; velocità del vento: 100km/h);
 - MSB (temperatura: -20°C; velocità del vento: 50 km/h; manicotto di ghiaccio di 8 mm di spessore).

Stati derivati per calcoli dei franchi:

- zona A: MFA (temperatura: 55°C; conduttore scarico) per il calcolo dei valori delle massime frecce;
- zona B: MPB (temperatura: 40°C; conduttore scarico) per il calcolo dei valori delle minime frecce (sottopassi);

Ai fini della conservatività dei calcoli i diagrammi rappresentati sono pertanto relativi alle seguenti condizioni:

- MSA, MSB e MPB: tesatura a tiro costante ($EDS = 8,91\% \cdot R = 533 \text{ daN}$) ad una temperatura base (temperatura di posa) di 40°C
- MFA: tesatura a tiro costante ($EDS = 17,59\% \cdot R = 1482 \text{ daN}$) ad una temperatura base (temperatura di posa) di 0°C.

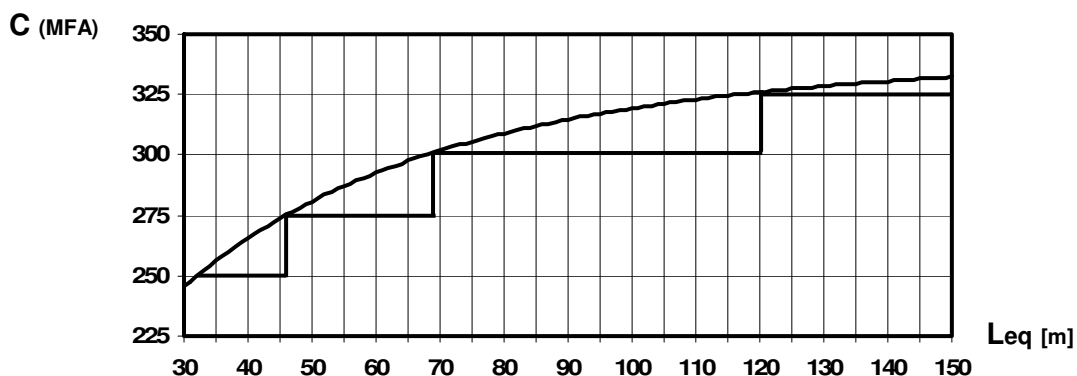
I valori dei rappresentativi delle verifiche di resistenza sono state effettuate considerando i seguenti valori dei tiri nelle condizioni di massima sollecitazione:

- | | | |
|---|--|---|
| - $T_{0\text{-MSA-30m}} = 1482 \text{ daN}$; | - $T_{0\text{-MSA-150m}} = 1455 \text{ daN}$; | - $\Delta T_{\text{MSA (30÷150) m}} = 27 \text{ daN}$ |
| - $T_{0\text{-MSB-30m}} = 1652 \text{ daN}$; | - $T_{0\text{-MSB-150m}} = 1689 \text{ daN}$; | - $\Delta T_{\text{MSB (30-150) m}} = 37 \text{ daN}$ |

4 – DIAGRAMMI PARAMETRO – CAMPATA EQUIVALENTE:

Nei due grafici II e III sono indicati i valori dei parametri nelle due condizioni di MFA e di MPB in funzione della campata equivalente

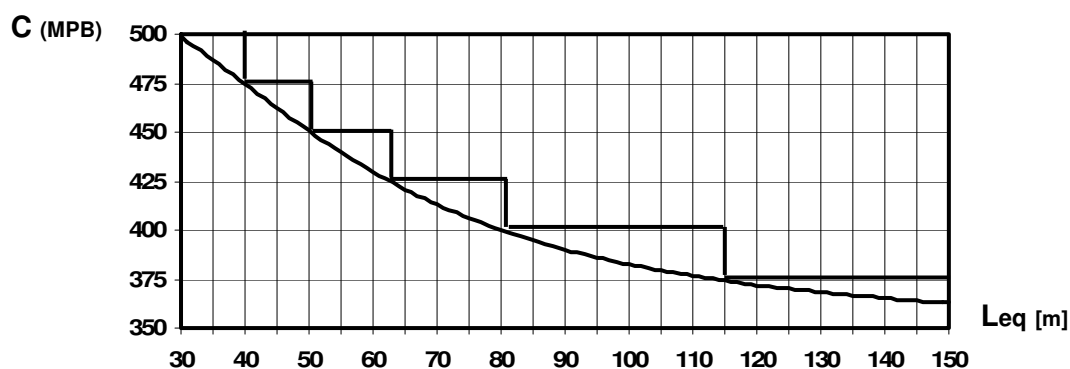
4.1 – CONDIZIONE DI MASSIMA FRECCIA



Campata equivalente		Parametro [m]
da	a	
32	46	250
46	69	275
69	120	300
> 120		325

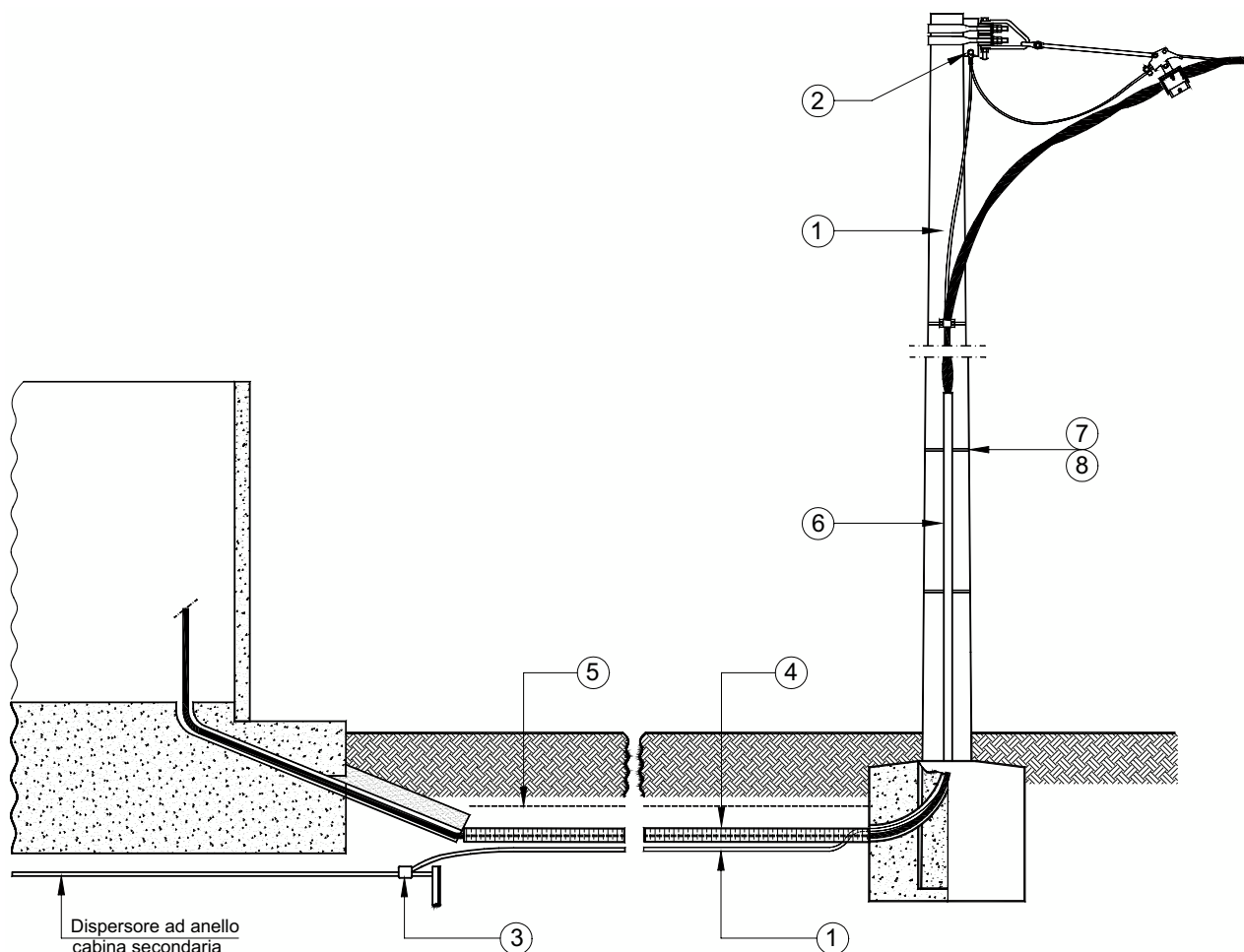
Grafico II

4.2 – CONDIZIONE DI MASSIMO PARAMETRO

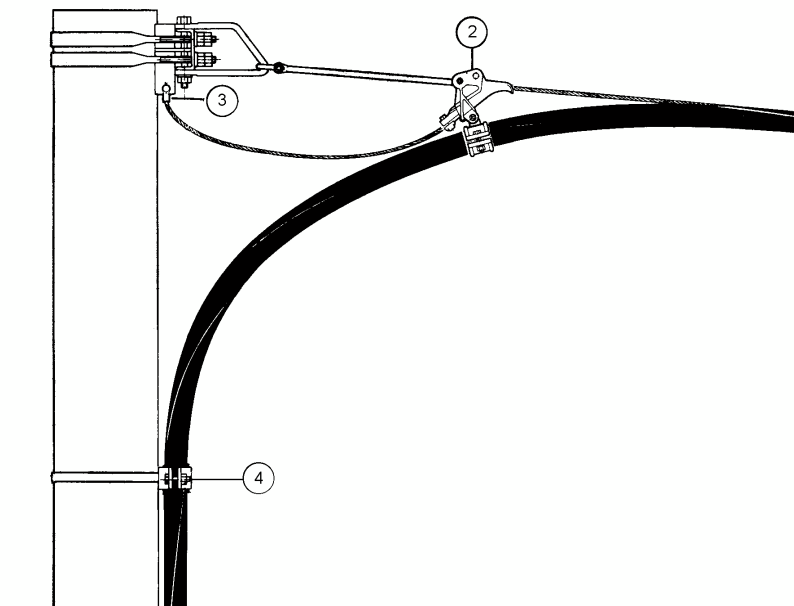
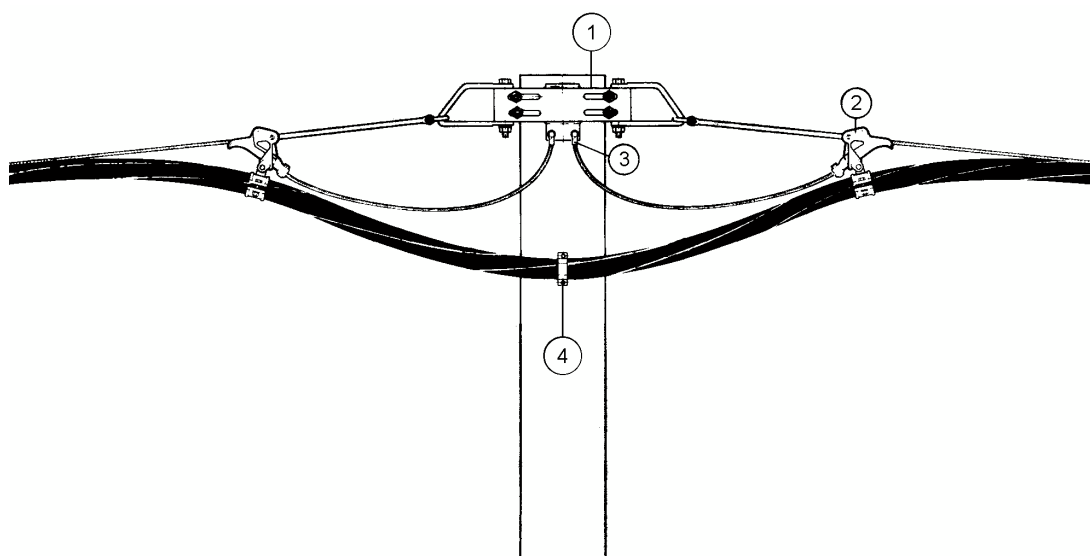


Campata equivalente		Parametro [m]
da	a	
30	40	500
40	50	475
50	63	450
63	81	425
81	115	400
> 115		375

Grafico III

b) Uscita in cavo aereo da cabina secondaria

ELENCO MATERIALI

Rif.	Descrizione	Tavola
1	Conduttore in corda di rame 35 mm ²	M7.1
2	Capocorda a compressione per conduttore in corda di rame 35 mm ²	M7.2
3	Connettore di derivazione parallelo a "C" a compressione C35-C35	M7.2
4	Tubo in polietilene tipo "corrugato" Ø 160 mm	M2.8
5	Nastro monitore	--
6	Canaletta in resina sintetica R = 50 mm	M2.10
7	Piastrina per fissaggio a palo della canaletta in resina sintetica a = 104 mm	M2.10
8	Nastro di acciaio inox tipo 9,5	M2.7
9	Graffa di serraggio per nastro di acciaio inox tipo 9,5	M2.7

Armamento di amarro semplice

Armamento di amarro doppio

ELENCO MATERIALI

Rif.	Descrizione	Tavola
1	Supporto di amarro	M2.1
2	Morsa di amarro	M3.1
3	Capocorda a compressione per fune portante di acciaio rivestito di alluminio diametro 9 mm	M7.2
4	Collare per fissaggio cavi	M2.7
	Nastro di acciaio inox tipo 9,5	M2.7
	Graffa di serraggio per nastro di acciaio inox tipo 9,5	M2.7

PARTE III

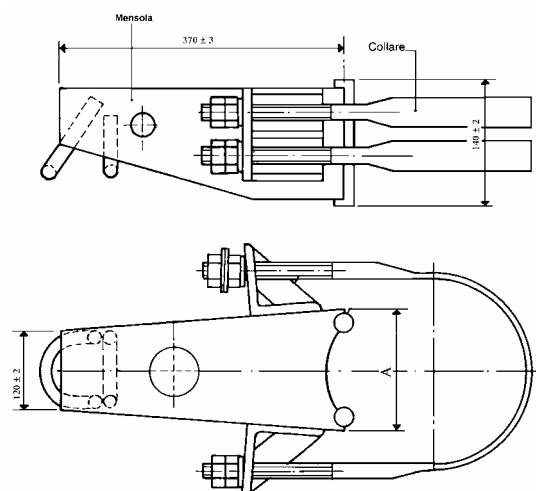
MATERIALI

MATERIALI STRUTTURE DI SOSTEGNO E PROTEZIONE

M2.1

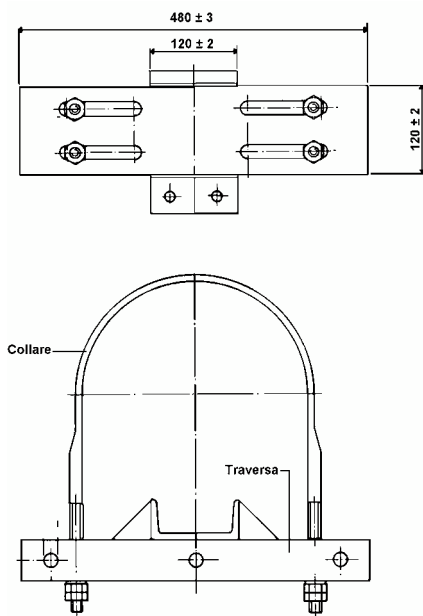
Ed. 1 Giugno 2003

Supporti di sospensione

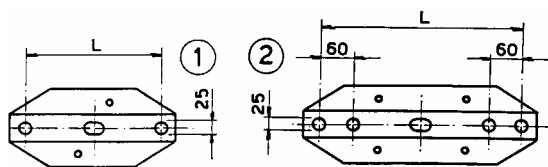
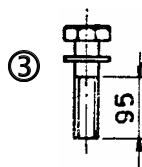


Matricola	Tipo	A [mm]	Diametri di accoppiamento [cm]	Collare tipo	Massa [kg]	Tabella
24 40 51	S1	130	21 ÷ 14	210	12	DS 3062 (2440 K)
24 40 52	S2	170	28 ÷ 20	280	12,5	

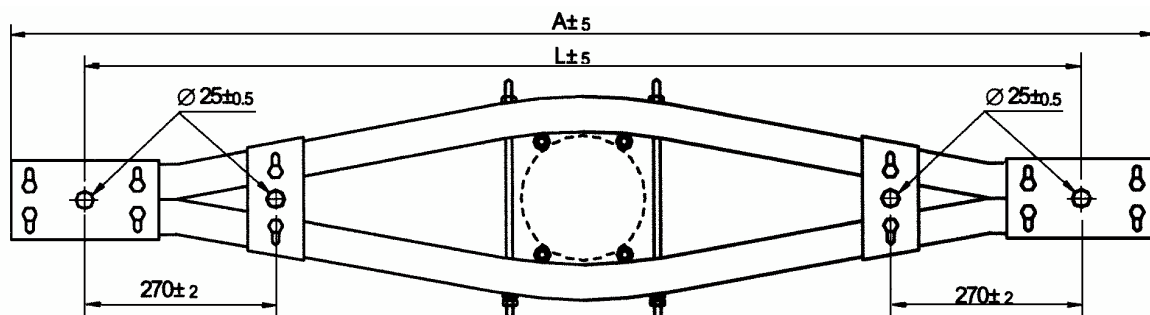
Supporto di amarro



Matricola.	Tipo	Diametri di accoppiamento [cm]	Collare tipo	Massa [kg]	Tabella
25 00 81	A1	21 ÷ 14	210	11,5	DS 3064 (2500 H)
25 00 82	A2	28 ÷ 20	280	12	
25 00 83	A3	34 ÷ 26	340	12,5	

Cimelli

Vite di fissaggio cimelli


Rif.	Tipo	Matricola	L [mm]	Diametri testa palo di accoppiamento [cm]	Massa [kg]	Tabella
1	C1	244060	270	12 ÷ 18	4,0	DS 3090 (2440 G)
2	C2	244061	390	20 ÷ 31	5,5	
3		244064				DS 3095 (2440 H)

Traverse


Tipo sigla / diametro	Matricola	A mm	L mm	Massa kg	Tabella
L1/14 - 10	244040	1720	1520	26	DS 3060
L23/21 - 14	244043	1720	1520	29	
P1/21 - 17	244045	1800	1600	33	
P2/28 - 24	244046	1900	1700	35	
P3/31 - 27	244047	1900	1700	35,5	
P4/35 - 31	244048	1900	1700	36	
CA/35 - 31	244049	2300	2100	53	

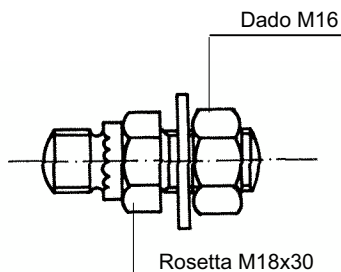
Quote in mm

MATERIALI MATERIALI PER COLLEGAMENTI DI MESSA A TERRA

M7.1

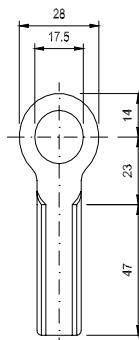
Ed. 1 Giugno 2003

Morsetto per collegamenti di terra



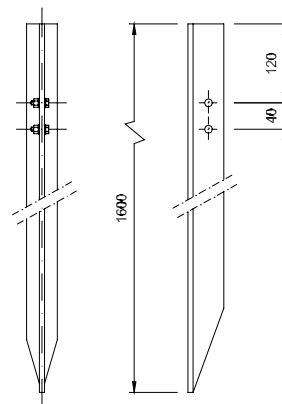
Matricola	Tabella
23 98 01	DR 1025 (2398 M)

Capocorda a compressione per morsetto di terra



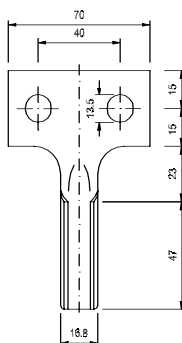
Matricola	Tabella
23 98 01	DR 1025 (2398 M)

Paletto di terra in profilato di acciaio



Matricola	Tabella
21 70 00	DR 1015 (2170 C)

Capocorda a compressione diritto con attacco piatto a due fori per paletto di terra



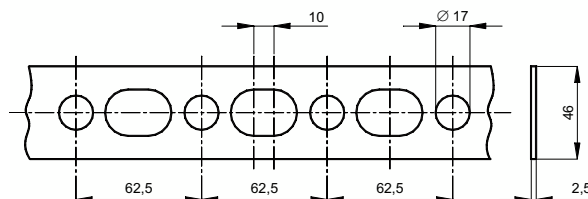
Matricola	Tabella
21 77 03	DR 1020 (2177 B)

Conduttori in corda di rame



Matricola	Sezione [mm ²]	Tabella
31 04 02	25	DC 7 (3104 B)
31 04 04	35	DC 8 (3104 C)

Piattina di zinco



Matricola	Tabella
23 98 05	DR 1010 (2398 L)

Quote in mm

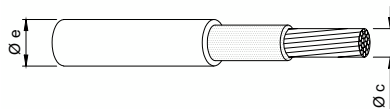
MATERIALI

MATERIALI PER COLLEGAMENTI DI MESSA A TERRA

M7.2

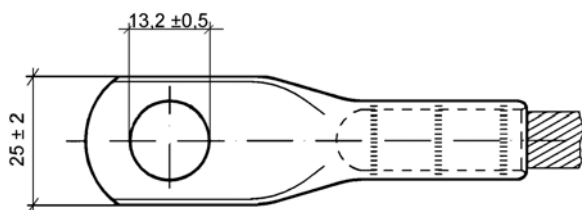
Ed. 1 Giugno 2003

Cavi RG7(E4)R - 0.6/1 kV



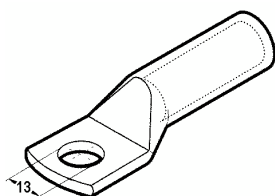
Matricola	Sezione [mm ²]	φc [mm]	φe [mm]	Tabella
33 00 05	16	5,1	10	DC 4141 (3300 A)
33 00 04	25	6.4	12	
33 00 05	50	8.1	14	

Capocorda a compressione per fune portante di acciaio rivestito di alluminio diametro 9 mm

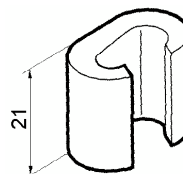


Matricola	Tabella	Riferimenti per la compressione	
		Pressa	Matrice
23 98 61	DR 1035 (2398 P)	50 kN	E-140

Capicorda a compressione per conduttori nudi e cavi di rame



Connettore di derivazione a "C" a compressione



Matricola	Impiego	Sezione [mm ²]	Tabella
21 05 45	Conduttore nudo	25 mm ²	DM 3155
21 05 73		35 mm ²	
21 05 39	Cavo	25 mm ²	DM 4134
21 05 78		50 mm ²	

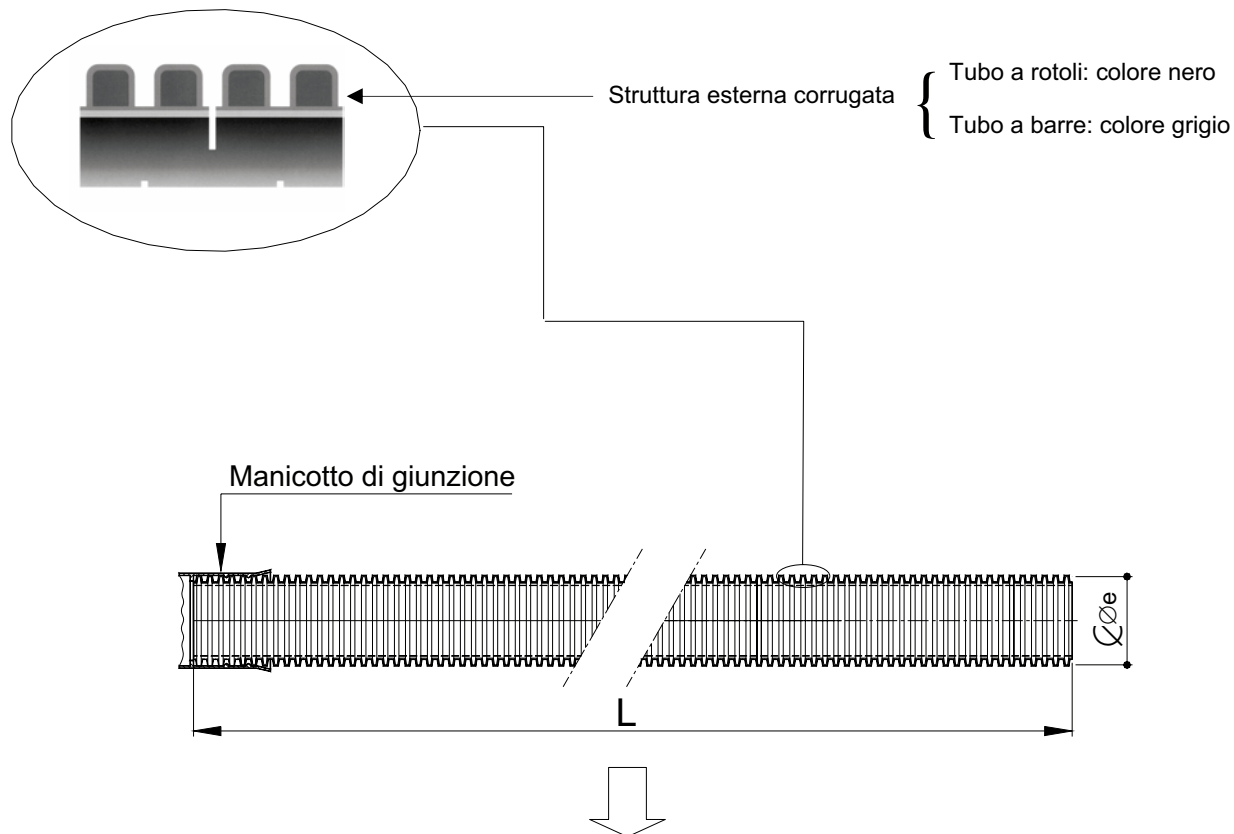
Matricola	Impiego	Tabella
27 50 37	C25-C25	DM 4121
27 50 38	C35-C35	

Quote in mm

MATERIALI
STRUTTURE DI SOSTEGNO E PROTEZIONE
M2.8

Ed. 1

Giugno 2003

Protezioni meccaniche: tubi in polietilene

Conformi alle Norme CEI EN 50086-2-4 (23-46) (tubo "N" normale)

- resistenza all'urto:
 - tubo Øe 25450 mm: 15 J;
 - tubo Øe 63 mm: 20 J;
 - tubo Øe 125 mm: 28 J;
 - tubo Øe 160 mm: 40 J.

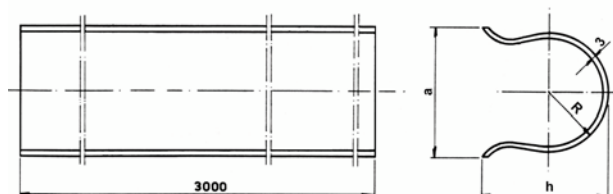
Tipo	Diametro esterno [mm]	L [m]	Marcature	Matricola ⁽¹⁾	Tabella
Tubo "corrugato" in rotoli	25	50	(da applicare alle estremità del tubo) - sigla o marchio del costruttore - materiale impiegato - anno di fabbricazione - CEI EN 50086-2-2 CEI EN 50086-2-4/tipo "N"	295510	DS 4247
	32	50		295511	
	50	50		295512	
	63	50		295513	
	125	50		295514	
	160	25		295515	
Tubo "corrugato" in barre	125	6	(da applicare sulla superficie esterna con passo ≤ 1 m) - sigla o marchio del costruttore - diametro nominale esterno in mm	295526	DS 4235

⁽¹⁾ Materiale di fornitura impresa o acquistabile a catalogo on-line (piattaforma Ariba-Buyer).

Protezioni meccaniche

1. Canaletta in resina sintetica

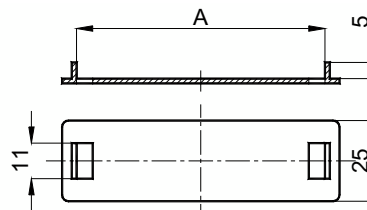
N.B.: materiale di fornitura impresa



Matricola	R [mm]	h [mm]	a [mm]	Tabella
27 60 74	26	56	56	DS 4237
27 60 75	50	100	100	

2. Piastrina per fissaggio a palo della canaletta in resina sintetica

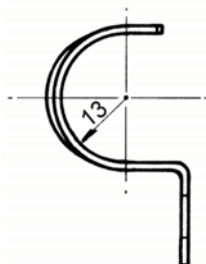
N.B.: materiale di fornitura impresa



Matricola	a [mm]	Tabella
27 78 20	60	DS 4253
27 78 21	104	

3. Gambretta ad una sola ala per fissaggio di cavi e tubi

N.B.: materiale di fornitura impresa



Matricola	Tabella
27 70 20	DS 4244

MATERIALI

STRUTTURE DI SOSTEGNO E PROTEZIONE

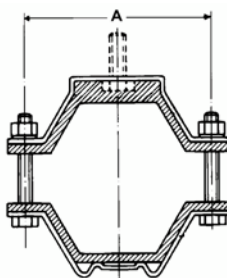
M2.7

Ed. 1 Giugno 2003

Altri supporti

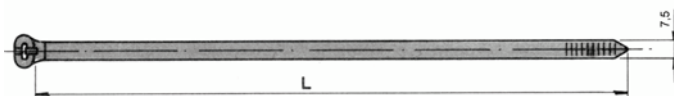
N.B.: materiali di fornitura impresa o acquistabili a catalogo on-line.

1. Collari per fissaggio cavi



Matricola	Tipo	A [mm]	Adatto per fissaggio cavi	Tabella
24 53 63	CMT 55÷65	100	(sezione 35 ÷ 150 mm ²)	DS 3112 (2453 E)

2. Fascette reggicavo isolanti

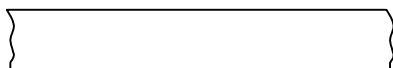


Matricola	L [mm]	Diametro di impiego [mm]	Tabella
27 70 71	210	≥ 50	DS 3380
27 70 72	750	≥ 220	

Materiali per fissaggio supporti e accessori

1. Nastri di acciaio inox

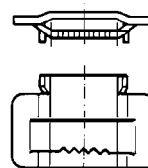
N.B.: materiali di fornitura impresa



Matricola	Tipo	Tabella
84 76 03	9,5	DS 3230 (8476 A)
84 76 13	19	

2. Graffe di serraggio

N.B.: materiali di fornitura impresa

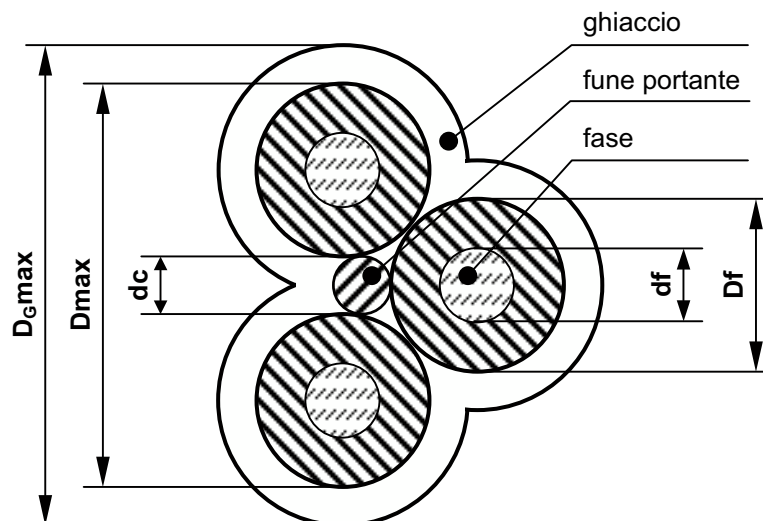


Matricola	Tipo	Tabella
84 76 50	9,5	DS 3240
84 76 51	19	

TESATURA DEI CAVI
DATI CARATTERISTICI DEI CAVI CORDATI
SU FUNE PORTANTE

T1.1

Ed. 1 Giugno 2003



Formazione	[n x mm ²]	3x35+1x50	3x50+1x50	3x95+1x50	3x150+1x50
Fase					
Diametro conduttore (df)	[mm]	7,1	8,1	11,4	14,2
Diametro isolante (Df)	[mm]	25,2	26,1	29,7	32,7
Fune portante					
Diametro (dc)	[mm]	9,0			
Carico rottura		60,96			
Modulo elastico		155,0			
Coefficiente di dilatazione		13x10 ⁻⁶			
Fascio					
Diametro (Dmax)	[mm]	59,3	61,4	67,8	73,3
Diametro con ghiaccio (D _G max)	[mm]	75,3	77,4	83,8	89,3
Peso	[kg/m]	2,100	2,300	3,000	3,700
Spinta vento 100 km/h	[kg/m]	2,525	2,615	2,888	3,122
Carico risultante Zona A	[kg/m]	3,284	3,483	4,164	4,841
Peso ghiaccio	[kg/m]	1,516	1,576	1,762	1,924
Carico verticale	[kg/m]	3,616	3,876	4,762	5,624
Spinta vento 50 km/h	[kg/m]	0,802	0,824	0,892	0,951
Carico risultante Zona B	[kg/m]	3,703	3,963	4,845	5,704

	SPECIFICA DI COSTRUZIONE	Pagina 1 di 11
	Cavi MT tripolari ad elica visibile per posa aerea con conduttori in Al , isolamento in XLPE a spessore ridotto, schermo in tubo di Al, guaina in PE e fune portante in acciaio con o senza fibra ottica Sigla designazione cavi: ARE4H5EXY-12/20 kV	DC 4390 Rev. 2 del Settembre 2008

Il presente documento è di proprietà intellettuale della società ENEL DISTRIBUZIONE S.p.A. ; 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.

This document is intellectual property of ENEL DISTRIBUZIONE S.p.A. ; reproduction or distribution of its contents in any way or by any means whatsoever is subject to the prior approval of the above mentioned company which will safeguard its rights under the civil and penal codes.

INDICE

1. Scopo	pag 2
2. Campo di applicazione	“ ” 2
3. Componenti	“ ” 2/3
4. Prescrizioni di riferimento	“ ” 4
5. Unità di misura	“ ” 4
6. Caratteristiche tecniche	“ ” 4/5
7. Caratteristiche costruttive	“ ” 6/7
8. Pezzature e imballi di fornitura	“ ” 8÷11

Revisione	Natura della modifica
1	Prima emissione
2	Introduzione matricole per cavi con fune portante provvista di fibre ottiche

	Emissione	Collaborazioni e verifiche				Approvazione
Ente	DIS-IUN-UML	DIS-IUN-UML	DIS-IUN-EIR			DIS-IUN
Firmato	E.Cesari V.Spinelli	R.Grimaldi	F.Marini			E. Di Marino

	SPECIFICA DI COSTRUZIONE	Pagina 2 di 11
	Cavi MT tripolari ad elica visibile per posa aerea con conduttori in Al , isolamento in XLPE a spessore ridotto, schermo in tubo di Al, guaina in PE e fune portante in acciaio con o senza fibra ottica Sigla designazione cavi: ARE4H5EXY-12/20 kV	DC 4390 Rev. 2 del Settembre 2008

1. Scopo

Le presenti prescrizioni hanno lo scopo di indicare le caratteristiche dei cavi MT ad elica visibile per posa aerea con conduttori in Al, isolamento estruso in XLPE a spessore, schermo in tubo di Al guaina in PE e fune portante in acciaio rivestito in alluminio con o senza fibra ottica.

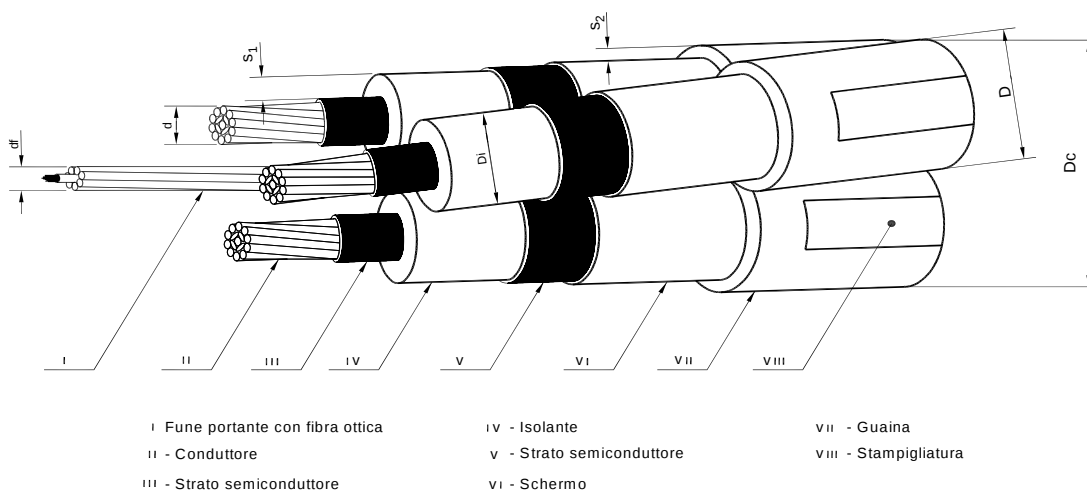
2. Campo di applicazione

I cavi previsti in specifica sono destinati a sistemi elettrici di distribuzione con $U_0/U=12/20$ kV e tensione massima $U_m=24$ kV.

3. Componenti

I cavi previsti in specifica (tipo DC 4390/1,2,3,4 con fune portante senza fibra ottica e tipo DC 4390/5,6,7,8 con fune portante munita di fibra ottica) sono di seguito illustrati:

CAVO COMPLETO CON FIBRA OTTICA



CAVO COMPLETO SENZA FIBRA OTTICA

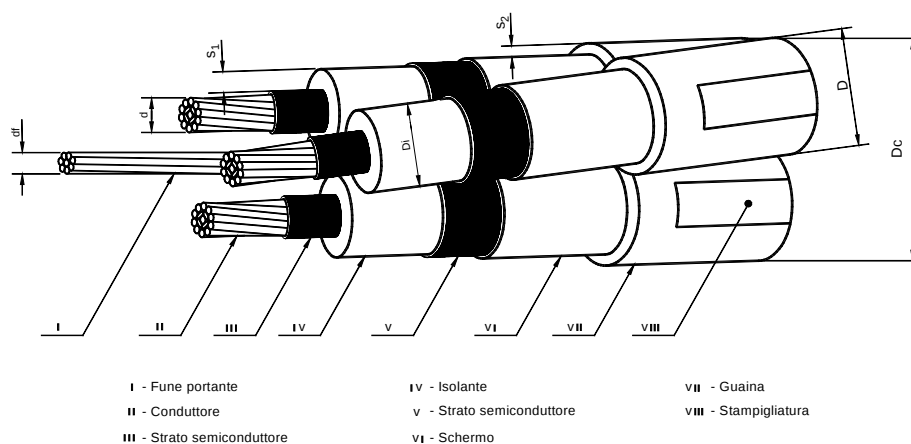
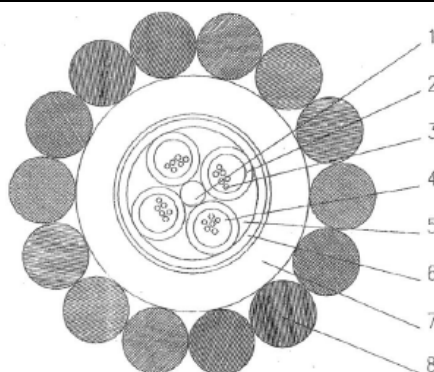


Fig. 1

 L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA. Enel Distribuzione	SPECIFICA DI COSTRUZIONE	Pagina 3 di 11
	Cavi MT tripolari ad elica visibile per posa aerea con conduttori in Al, isolamento in XLPE a spessore ridotto, schermo in tubo di Al, guaina in PE e fune portante in acciaio con o senza fibra ottica Sigla designazione cavi: ARE4H5EXY-12/20 kV	DC 4390 Rev. 2 del Settembre 2008

ESEMPIO DI FUNE PORTANTE CON FIBRA OTTICA



- 1- Elemento centrale dielettrico 2- Tubetto plastico 3- Fibre ottiche 4- Tamponante
5- Composto accettore di idrogeno 6- Fasciature 7- Guaina di alluminio estrusa 8- Aramatura a fili di acciaio rivestito di alluminio

Fig 2

PROSPETTO I - Caratteristiche dei cavi

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Matricola	Tipo	Formazione (n x mm ²)	Diametro cirscritto nominale Dc (mm)	Massa Nominale (Kg/Km)	Portata (1) (A)	Corrente nominale termica di corto circuito (2)		
						Conduttore (kA)	Schermo (kA)	Schermi e fune (kA)
33 22 62	DC 4390/1	3x35+50Y	54	1600	140	4,6	1,9	8,8
33 22 63	DC 4390/4	3x50+50Y	56	1800	170	6,5	2,0	9,0
33 22 64	DC 4390/2	3x95+50Y	63	2400	255	12,5	2,2	9,5
33 22 65	DC 4390/3	3x150+50Y	69	3100	340	19,5	2,5	10,5
33 25 10	DC 4390/5	3x35+50Y	57	1730	140	4,6	1,9	8,8
33 25 12	DC 4390/6	3x50+50Y	59	1930	170	6,5	2,0	9,0
33 25 14	DC 4390/7	3x95+50Y	66	2530	255	12,5	2,2	9,5
33 25 16	DC 4390/8	3x150+50Y	72	3230	340	19,5	2,5	10,5
(1) I valori di portata valgono in regime permanente per i cavi in aria leggermente mossa (2 km/h) esposti al sole posati singolarmente, temperatura di riferimento ambiente 40° C, temperatura di riferimento dei conduttori 90° C. (2) I valori della corrente nominale termica di corto circuito valgono nelle seguenti condizioni : durata del corto circuito 0,5s temperatura iniziale e finale dei conduttori 90° C e 250° C, degli schermi 75° C e 150° C e della fune portante 60° C e 150° C.								

Esempio di descrizione ridotta:

C A V - M T - 3 x 1 5 0 + 5 0 A R E 4 H 5 E X Y - I S O - R I D O

 L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA. Enel Distribuzione	SPECIFICA DI COSTRUZIONE	Pagina 4 di 11
	Cavi MT tripolari ad elica visibile per posa aerea con conduttori in Al , isolamento in XLPE a spessore ridotto, schermo in tubo di Al, guaina in PE e fune portante in acciaio con o senza fibra ottica Sigla designazione cavi: ARE4H5EXY-12/20 kV	DC 4390 Rev. 2 del Settembre 2008

4. Prescrizioni di riferimento

Per quanto applicabili, valgono i riferimenti normativi di seguito riportati:

COSTRUZIONE :

- cavo: Norme CENELEC HD 620 S1: 1996
- fune portante: CENELEC HD 620 S1 parte 9 sez. I-1, CEI-EN 60794, specifiche Enel LC 3907 Ed.2 Aprile 1996 ed LC 3909 Bozza Giugno 1998.

COLLAUDO :

- cavo: Prescrizione ENEL DC 4585
- fune portante: CENELEC HD 620 S1 parte 9 sez. I-1, CEI-EN 60794, specifiche Enel LC 3907 Ed.2 Aprile 1996 ed LC 3909 Bozza Giugno 1998.

5. Unità' di misura

L'unità di misura con la quale deve essere espressa la quantità di cavo è il metro.

6. Caratteristiche tecniche

Le principali caratteristiche tecniche dei cavi sono riportate nei prospetti seguenti :

PROSPETTO II – Caratteristiche della fune portante

			FUNE CON FIBRA OTTICA	FUNE SENZA FIBRA OTTICA
GUAINA DI ALLUMINO ESTRUSA:				
SPESSORE NOMINALE (indicativo) (*) (mm)			1,25	-
DIAMETRO ESTERNO (mm)			8,0	-
SEZIONE NOMINALE (indicativo) (*) (mm ²)			26,5	-
ARMATURA DI ACCIAIO:				
FORMAZIONE			14 x 2 ,24	7 x3
SEZIONE TEORICA FUNE (*) (mm ²)			55	49,48
DIAMETRO FUNE (*) (mm)			12,48	9,0
DIAMETRO FILO ACCIAIO (mm)			2,24 ^{± 1,5%}	3 ^{± 1,5%}
MASSA TEORICA (Kg/m)			0,464 ^{+2%} ^{-3%}	0,3293 ^{+2%} ^{-3%}
RESISTENZA ELETTRICA A 20° C max (Ω/km)			0,604	1,77
CARICO DI ROTTURA min. (kN)			88,90	59,80
MODULO ELASTICO(*) (kN/mm ²)			117,31	152,0
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE (*) (1/°C)			14,6 X 10 ⁻⁶	13 X 10 ⁻⁶
FIBRE OTTICHE SM-R (SINGLE MODE REDUCED)	NUMERO (n°)		24	-
	ATTENUAZIONE	a 1310 nm (dB/km)	≤ 0,43	-
		a 1550 nm (dB/km)	≤ 0,26	-
	DISPERSIONE CROMATICA	a 1310 nm (ps/nm x km)	≤ 0,3,5	-
		a 1550 nm (ps/nm x km)	≤ 20	-

(*) valori non soggetti a collaudo



L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

Enel Distribuzione

SPECIFICA DI COSTRUZIONE

Pagina 5 di 11

Cavi MT tripolari ad elica visibile per posa aerea con conduttori in Al, isolamento in XLPE a spessore ridotto, schermo in tubo di Al, guaina in PE e fune portante in acciaio con o senza fibra ottica

DC 4390

Rev. 2
del Settembre 2008

Sigla designazione cavi:

ARE4H5EXY-12/20 kV

PROSPETTO III – Caratteristiche delle anime

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Sezione nominal e dei condutt ori (*) (mm ²)	Numero dei fili dei condutt ori	Diametr o sul condutt ore d (mm)	Spessor e Dell'isolante S ₁ min. (mm)	Spessore medio Della guaina S ₂	Diametro sull'isolante Di		Diametro esterno medio D		Resistenza elettrica a 20° C max. (Ω / km)	Sezione nominal e (*) (mm ²)	Spessore (mm)	Resistenza elettrica a 20° C max. (Ω / km)
35	6	-0,1 6,8 +0,3	4,3	1,8	min. (mm)	max. (mm)	min. (mm)	max. (mm)	0,868	11,25	0,19 ^{±0,01}	2,69
50	6	-0,1 7,9 +0,2	4,3	1,8	min. (mm)	max. (mm)	min. (mm)	max. (mm)	0,641	12,0	0,19 ^{±0,01}	2,52
95	15	-0,1 11,2 +0,3	4,3	1,9	min. (mm)	max. (mm)	min. (mm)	max. (mm)	0,320	13,5	0,19 ^{±0,01}	2,24
150	15	-0,1 13,8 +0,4	4,3	2,0	min. (mm)	max. (mm)	min. (mm)	max. (mm)	0,206	15,0	0,19 ^{±0,01}	2,02

	SPECIFICA DI COSTRUZIONE	Pagina 6 di 11
	Cavi MT tripolari ad elica visibile per posa aerea con conduttori in Al , isolamento in XLPE a spessore ridotto, schermo in tubo di Al, guaina in PE e fune portante in acciaio con o senza fibra ottica Sigla designazione cavi: ARE4H5EXY-12/20 kV	DC 4390 Rev. 2 del Settembre 2008

7. Caratteristiche costruttive

7.1 Anime (prosp. III) (CENELEC HD 620 S1 parte 5 sez. C)

- Conduttori di alluminio a corda rigida rotonda compatta; i conduttori devono essere regolari e privi di difetti superficiali.
- Strato semiconduttore estruso sul conduttore, di spessore minimo 0.3 mm; esso deve costituire un involucro cilindrico compatto e deve potersi separare facilmente dal conduttore.
- Isolante : Polietilene reticolato (XLPE) di qualità DIX8, con caratteristiche tali da soddisfare tutte le prove stabilite nelle prescrizioni di collaudo. L'isolante deve essere applicato con procedimenti di estrusione a secco in unico strato e deve costituire un involucro cilindrico compatto.
- Strato semiconduttore estruso sopra l'isolante, di spessore compreso fra 0.3 e 0.6 mm, con caratteristiche tali da soddisfare tutte le prove stabilite nelle prescrizioni di collaudo; esso deve costituire un involucro cilindrico compatto .

7.2 Schermi e rivestimenti protettivi (CENELEC HD 620 S1 parte 9 sez. I-1)

- Schermo : nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale, con bordi sovrapposti ed incollato al rivestimento protettivo.
- Rivestimento protettivo : guaina di polietilene lineare a media densità di qualità DMP5 di colore grigio chiaro RAL 7001, con caratteristiche tali da soddisfare tutte le prove stabilite nelle prescrizioni di collaudo; esso deve essere uniforme, compatto e privo di difetti.

7.3 Fune portante (prosp.II)

Fune portante con fibra ottica: (CENELEC HD 620 S1 parte 9 sez. I-1 per quanto applicabile e CEI-EN 60794)

La fune deve essere realizzata mediante un'armatura di fili di acciaio rivestito di alluminio e una protezione adeguata per i tubi che contengono le 24 fibre ottiche (La soluzioni costruttiva illustrata in fig. 2 è da intendere come esempio pratico di possibile realizzazione.

Il Costruttore può presentare soluzioni alternative funzionalmente equivalenti, che dovranno essere preventivamente approvate dall'ENEL).

La fune deve avere caratteristiche tali da soddisfare tutte le prove stabilite nelle prescrizioni di collaudo. Non sono ammesse saldature di nessuno dei fili elementari della corda.

La fune deve essere regolare e priva di difetti superficiali.

Fune portante senza fibra ottica: (CENELEC HD 620 S1 parte 9 sez. I-1)

Fune di acciaio rivestito di alluminio con caratteristiche tali da soddisfare tutte le prove stabilite nelle prescrizioni di collaudo. Non sono ammesse saldature di nessuno dei fili elementari della corda.

La fune deve essere regolare e priva di difetti superficiali. Il senso di cordatura deve essere destro ed il passo di cordatura deve essere compreso fra 90 mm e 144 mm.

	SPECIFICA DI COSTRUZIONE	Pagina 7 di 11
	Cavi MT tripolari ad elica visibile per posa aerea con conduttori in Al, isolamento in XLPE a spessore ridotto, schermo in tubo di Al, guaina in PE e fune portante in acciaio con o senza fibra ottica Sigla designazione cavi: ARE4H5EXY-12/20 kV	DC 4390 Rev. 2 del Settembre 2008

7.4 Riunione delle anime e della fune portante

Anime riunite ad elica visibile sulla fune portante con senso di cordatura sinistro e passo di riunione pari a :

- 850 ± 50 mm per il cavo 3x35+50 Y
- 850 ± 50 mm per il cavo 3x50+50 Y
- 950 ± 70 mm per il cavo 3x95+50 Y
- 1000 ± 70 mm per il cavo 3x150+50 Y

7.5 Stampigliatura

Sulla guaina esterna deve essere riportata per impressione in rilievo una stampigliatura, con **CARATTERI INCOLONNATI O AFFIANCATI** secondo quanto riportato in figura 1:

h: 4,0 ± 1,0 mm

L: 2,0 ± 0,5 mm

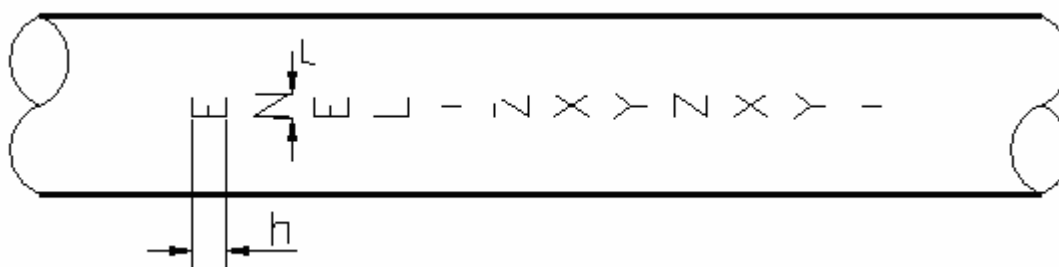


figura 1

La distanza tra la fine della marcatura e l'inizio della marcatura identica successiva deve essere conforme al documento HD 620 Part.1.3 contenente le seguenti iscrizioni nell'ordine indicato :

- a) la sigla di proprietà seguita da :
 - la sigla UNEL (completa di tensione)
 - la sezione
 - il nome o il marchio del Costruttore
 - la lettera identificante lo stabilimento di costruzione
 - l' indice di progetto
 - l' anno e mese di fabbricazione
 - l'identificazione della fase, ripetuta almeno ogni 100 mm, negli intervalli tra due successive serie di iscrizioni;
- b) la metricatura, solo sulla fase 1; è ammessa anche la stampigliatura ad inchiostro

In alternativa alla suddetta modalità è ammesso riportare la stampigliatura di cui sopra con passo di 1 m.

Esempio di stampigliatura sull'anima di fase 1 :

ENEL ARE4H5EXY 12/20kV 150 XXXXXX B 01 2006 12 0000 FASE 1 ... FASE 1 ...)

	SPECIFICA DI COSTRUZIONE	Pagina 8 di 11
	Cavi MT tripolari ad elica visibile per posa aerea con conduttori in Al, isolamento in XLPE a spessore ridotto, schermo in tubo di Al, guaina in PE e fune portante in acciaio con o senza fibra ottica Sigla designazione cavi: ARE4H5EXY-12/20 kV	DC 4390 Rev. 2 del Settembre 2008

8. Pezzature e imballi di fornitura

8.1 Pezzature

Pezzatura e grandezza delle bobine UNEL 09812-74 da impiegare:

- cavo 3x35+50 Y 750 m su bobina 25
- cavo 3x50+50 Y 750 m su bobina 25
- cavo 3x95+50 Y 600 m su bobina 25
- cavo 3x150+50 Y 500 m su bobina 25

Le estremità libere del cavo devono essere opportunamente protette contro l'umidità.

8.2 Imballi

Le bobine da utilizzare per la consegna dei cavi MT possono essere:

- a norma UNI-CEI 2-1 e 2-2 (Tipo "A" - RIUTILIZZABILI)
- non a norma UNI-CEI 2-1 e 2-2 (Tipo "B" - NON RIUTILIZZABILI)

Sulla parete esterna della flangia deve essere riportata, in aggiunta a quanto prescritto dal § 8.4 "Targature" della presente specifica, la dicitura **"TIPO A"** o **"TIPO B"**.

Per entrambe le tipologie, nel caso di bobine in legno prodotti al di fuori della Comunità Europea, è necessario che tali imballi siano realizzati nel rispetto di quanto stabilito nella direttiva 2000/29/CE e successive modifiche "Misure di protezione contro l'introduzione nella Comunità di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali e contro la loro diffusione nella comunità" e risultino conformi alla nota ISPM 15 del 18/03/2002.

8.2.1 Bobine a norma UNI-CEI 2-1 e 2-2 (Tipo "A" - RIUTILIZZABILI)

Bobine conformi alle prescrizioni della norma UNI-CEI 2-1 e 2-2 e rispondenti ai requisiti riportati nel PROSPETTO seguente:

BOBINE UNI-CEI 2-1				PEZZATURE	CAVI
Tipo	Diametro minimo della flangia	Diametro minimo del tamburo	Larghezza max della bobina	Lunghezza pezzature max	
(#)	(mm)	(mm)	(mm) (4)	(m)	
25 (2)	2500	1500	1400	750	3x35+50 Y
				750	3x95+50 Y
				600	3x95+50 Y
				500	3x150+50 Y

(#) La consegna delle pezzature "corte" definite al § 8.1 è possibile anche su bobine (dimensione) inferiore a quello prescritto, purchè sia rispettata ogni altra prescrizione.

(2) Bobina provvista di chiocciola su una faccia interna della flangia atta a portare la testa interna del cavo all'esterno.

	SPECIFICA DI COSTRUZIONE	Pagina 9 di 11
	Cavi MT tripolari ad elica visibile per posa aerea con conduttori in Al, isolamento in XLPE a spessore ridotto, schermo in tubo di Al, guaina in PE e fune portante in acciaio con o senza fibra ottica Sigla designazione cavi: ARE4H5EXY-12/20 kV	DC 4390 Rev. 2 del Settembre 2008

8.2.2 Bobine non a norma UNI-CEI 2-1 e 2-2 (Tipo “B” – NON RIUTILIZZABILI)

In alternativa al tipo “A” si possono utilizzare bobine non riconducibili alla norma di cui sopra purché venga presentata ad ENEL in fase di certificazione o nel corso dell'iter di gara, una relazione tecnica (di seguito “RT”) strutturata secondo le linee guida descritte nel seguito.

Le bobine si intenderanno accettate in prova per un periodo di sei mesi a partire dalla data di prima consegna. Qualora ENEL non richieda di apportare modifiche, le bobine costruite in conformità alla RT si intenderanno Approvate.

In caso contrario, ed in ogni caso di aggiornamento della RT, il periodo di prova decorrerà nuovamente dalla data di prima consegna delle bobine oggetto di modifiche.

Relazione tecnica (RT)

La relazione tecnica (RT) deve essere composta dai documenti di seguito descritti.

Si precisa che nei seguenti paragrafi alcuni requisiti sono preceduti dalla dicitura “Prescrizione”, ed altri dalla dicitura “Indicazione”. Nel primo caso i requisiti sono prescrittivi e pertanto la rispondenza agli stessi si intende condizione necessaria (non sufficiente) per l'accettazione in prova. Nel secondo caso, invece, il contenuto delle informazioni richieste non risulta vincolante per l'accettazione in prova.

- Documento tecnico: disegno tecnico costruttivo della bobina, comprendente la rappresentazione delle due sezioni (longitudinale e trasversale) completo di tutte le misure dimensionali e dell'evidenza (schema ingrandito del particolare) dei punti di ancoraggio del tamburo alle flange.

Devono essere riportate le seguenti caratteristiche dimensionali:

- parti in legno

- per la flangia	- per il tamburo
o larghezza tavole	o larghezza tavole
o diametro	o diametro
o spessore	o larghezza
o diametro del foro assiale	o spessore doghe
o spessore contro-flange	- per i tiranti
	o numero
- larghezza della bobina	o diametro
	o lunghezza

- parti metalliche

dimensioni e numero dei componenti metallici (tiranti, piastre di supporto e di fissaggio)

- Documentazione fotografica:

	SPECIFICA DI COSTRUZIONE	Pagina 10 di 11
	Cavi MT tripolari ad elica visibile per posa aerea con conduttori in Al, isolamento in XLPE a spessore ridotto, schermo in tubo di Al, guaina in PE e fune portante in acciaio con o senza fibra ottica Sigla designazione cavi: ARE4H5EXY-12/20 kV	DC 4390 Rev. 2 del Settembre 2008

una foto vista laterale ed una vista frontale raffigurante la bobina vuota, la bobina con cavo avvolto priva di copertura esterna, la bobina completa di copertura esterna (per un totale di almeno 6 foto) ed il particolare relativo alla targa identificativa dove sono riportati i dati della bobina e della fornitura (ad un livello di ingrandimento tale da consentire la lettura delle informazioni ritratte).

- Scheda tecnica del legname:

Prescrizioni:

devono essere impiegate specie legnose provenienti dalle conifere o altro legname di documentate caratteristiche prestazionali equivalenti.

Il legname utilizzato deve essere esente da attacchi di funghi e di insetti; le tavole devono essere prive di smussi e nodi non aderenti (morti)

Indicazioni:

riportare la percentuale di umidità massima del legname al termine del processo di fabbricazione della bobina.

Riportare la descrizione degli eventuali trattamenti cui è stato sottoposto il legname

- Scheda tecnica dei metalli:

Indicazioni:

indicare il tipo di materiale utilizzato

- Modalità costruttive

Prescrizioni:

le bobine non devono in nessun caso presentare sporgenze metalliche di alcun genere (queste potrebbero infatti procurare tagli o lesioni in fase di movimentazione).

Le eventuali parti in legno non devono essere verniciate.

La superficie esterna del tamburo e quella interna delle flange devono essere piallate e le tavole costituenti le flange devono essere accostate; la chiodatura delle tavole per le flange deve essere ribadita all'esterno e la testa del chiodo deve penetrare, con apposita ribaditura, all'interno delle tavole.

Le tavole del tamburo devono avere i bordi smussati ed essere accostate; non sono ammesse tavole sconnesse o gradini tra tavola e tavola o tra tavole e tiranti metallici.

Indicazioni:

riportare la tipologia/tecnica di saldatura (ove presente) e i trattamenti anti-ossidazione.

- Dichiarazione sintetica

Deve essere riportato il testo che segue: "Si dichiara che le bobine descritte nel presente documento sono equivalenti, dal punto di vista funzionale, a quelle descritte dalla norma **UNI-CEI 2-1 e 2-2** e rispondono ai medesimi requisiti in termini di sicurezza nella movimentazione e nella posa/svolgimento del cavo. Inoltre, si dichiara che le bobine hanno una solidità strutturale tale da garantire la tenuta di almeno 24 mesi, anche se esposte agli agenti atmosferici"

8.3 Protezioni

I cavi devono essere protetti in modo da evitare danneggiamenti o manomissioni durante i trasporti e le movimentazioni, ivi compresi quelli in ambito ENEL.

Nel caso si intenda utilizzare un tipo di protezione in alternativa alle doghe, questo non dovrà essere realizzato con materiali che, in fase di smaltimento, risultino classificabili come rifiuti pericolosi; in ogni caso tutte le protezioni alternative alle doghe dovranno essere esplicitamente approvate da ENEL in fase di certificazione o nel corso dell'iter di gara.

	SPECIFICA DI COSTRUZIONE	Pagina 11 di 11
	Cavi MT tripolari ad elica visibile per posa aerea con conduttori in Al, isolamento in XLPE a spessore ridotto, schermo in tubo di Al, guaina in PE e fune portante in acciaio con o senza fibra ottica Sigla designazione cavi: ARE4H5EXY-12/20 kV	DC 4390 Rev. 2 del Settembre 2008

Le estremità libere del cavo devono essere opportunamente protette contro la penetrazione di acqua e di umidità durante il trasporto, l'immagazzinamento, che può essere anche all'aperto, e la posa.

Presso il Costruttore le bobine di cavo finito e collaudato non possono essere parcheggiate senza doghe o protezioni equivalenti in zone esposte alle intemperie (sole, pioggia, etc.) e ad urti accidentali se non per il tempo necessario alla loro dogatura o protezione similare.

Salvo diversamente previsto nella lettera d'ordine, la protezione (dogatura o altro) delle bobine deve essere effettuata al 100%.

Il distanziamento tra lo strato esterno del cavo e la dogatura deve essere sufficiente ad evitare danneggiamenti al cavo stesso e, comunque, mai inferiore a **50 mm**; per ottemperare a detta prescrizione si possono privilegiare, se necessario, pezzature di lunghezza ridotta fino alla minima ammessa.

8.4 Targature

Sulla superficie esterna di almeno una delle **flange della bobina** di trasporto, , devono essere riportati, con caratteri chiaramente leggibili ed indelebili, oltre a quant'altro previsto nell'ordine, almeno i seguenti dati, ove applicabile:

- la matricola ENEL del cavo (qualora la fune portante contiene fibra ottica deve essere specificato)
- il nome o il marchio della ditta proprietaria della bobina;
- il nome del Costruttore del cavo;
- la sigla e la formazione del cavo;
- il tipo e la matricola della bobina;
- il peso complessivo lordo (soltanto per le pezzature su bobina)
- il peso netto;
- il peso di un metro di cavo;
- la lunghezza effettiva della pezzatura;
- gli estremi dell'ordinazione ENEL;
- il numero e la data dell'avviso di spedizione

N.B. Sulle due facce esterne delle flange per bobine realizzate in legno, deve essere riportato il marchio che dimostri come il legno utilizzato per la loro costruzione sia stato sottoposto a trattamento come stabilito nella direttiva 2000/29/CE richiamata nel § 8.2.

8.5 Trasporto

Al fine di agevolare le operazioni di scarico, le bobine devono essere disposte sugli automezzi mantenendo tra le flange la distanza necessaria per inserire i mezzi di sollevamento, ovvero in modo tale da consentire lo scarico con idonei mezzi di movimentazione a forche.