



*Flavio Brusaporci*

		<i>Brulli</i>	<i>Brulli</i>	<i>Brusaporci</i>	
A	31.10.2025	013	013	093	Emissione per autorizzazione
REVISIONE	DATA	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
CODICE PRATICA C.P. 202201881 (e-distribuzione)					TIPOLOGIA IMPIANTO / POTENZA IN IMMISSIONE CP GRILLARA POTENZA IN IMMISSIONE ED IN PRELIEVO 33 MW
PROPONENTE ARIAN SOLAR Srl Piazza San Sepolcro, 1 20123 - Milano (MI)					IMPIANTO SE 132 kV GRILLARA
INGEGNERIA & COSTRUZIONI BRULLI trasmissione					TITOLO RACCORDI 132 kV ELEMENTI TECNICI DELLE OPERE
SCALA -	FORMATO A4	FOGLIO / DI 1 / 64		N. DOCUMENTO 5 1 0 7 7 1 A	

<div><div><div>BRULLI</div><div>trasmissione</div></div><div>Reggio nell' Emilia - ITALIA</div></div>		Progetto	SE 132 kV GRILLARA Raccordi 132 kV Elementi tecnici delle opere	Documento e revisione 510771A 2
	CODIFICA	DATA	OGGETTO	
	UX LK101	DIC. 2020	Cavi unipolari isolati in xlpe per sistemi con tensione massima Um=170 kV	
	ELC000TT001	DIC. 2024	Sezioni di posa	
	UX LC3922	FEB. 2008	Prescrizioni per la costruzione ed il collaudo delle scatole di giunzione per funi di guardia ottiche e cavi ottici dielettrici impiegati su linee A.T.	
	UXLK10	AGO. 2019	Cartello di segnalazione linea in cavo	
	UXLK11	AGO. 2019	Cartello di segnalazione linea in cavo AT a basso impatto visivo	
	UXLK12	OTT. 2023	Cartello di segnalazione linea in cavo AT a basso impatto visivo - versione bilingue	
	UXLK41	APR. 2018	Elementi prefabbricati in cemento armato per la realizzazione delle buche giunti dei cavidotti AT	

# CAVI UNIPOLARI ISOLATI IN XLPE PER SISTEMI CON TENSIONE MASSIMA $U_m=170$ kV

**Storia delle revisioni**

Rev. 00	del 10/05/2006	Prima emissione. Sostituisce la RQUT0CV101.
Rev. 01	del 20/02/2008	Revisionate le prescrizioni per l'imballo. Sostituisce la LK101 rev.00 del 10/05/2006.
Rev. 02	del 16/09/2010	Revisionato il capitolo 5 relativo alla marcatura della guaina esterna ed ampliate le tabelle con l'introduzione della capacità elettrica, delle matricole SAP, del raggio minimo di curvatura durante e dopo la posa. Introdotta la Certificazione Sanitaria sui materiali impiegati.
Rev. 03	del 11/03/2011	Introdotte le sezioni dei conduttori nella tabella delle caratteristiche funzionali. Eliminate le tipologie di cavo 101/32Al e 101/36Al relativi al cavo 2000mm <sup>2</sup> in alluminio.(Lavecchia-Posati-Rebolini)
Rev. 04	del 15/12/2015	Introdotta limite massimo per i gradienti elettrici. Aggiornamento tabelle delle caratteristiche funzionali e costruttive. Aggiornamento delle norme e prescrizioni di riferimento. Modifiche editoriali.
Rev. 05	del 05/09/2018	Modifiche introdotte ai sensi del Regolamento CPR (UE n.305/2011 e documentazione correlata). Modifiche editoriali. (Romano-Guizzo-Guizzo)
Rev. 06	del 21/12/2020	Introduzione nuove codifiche. Revisione tabelle delle caratteristiche elettriche, funzionali e costruttive. Precisazioni sulle modalità di marcatura. Introduzione della dichiarazione di prestazione (DoP). Aggiornamento della normativa di riferimento. Revisione generale.

Elaborato			Verificato		Approvato
M. Bocchieri RIT-TEC-LAC	F. Romano RIT-TEC-LAC		F. Romano RIT-TEC-LAC		L. Guizzo RIT-TEC-LAC

m05IO001SG-r00

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna SpA e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna SpA.

## 1 AMBITO DI APPLICAZIONE

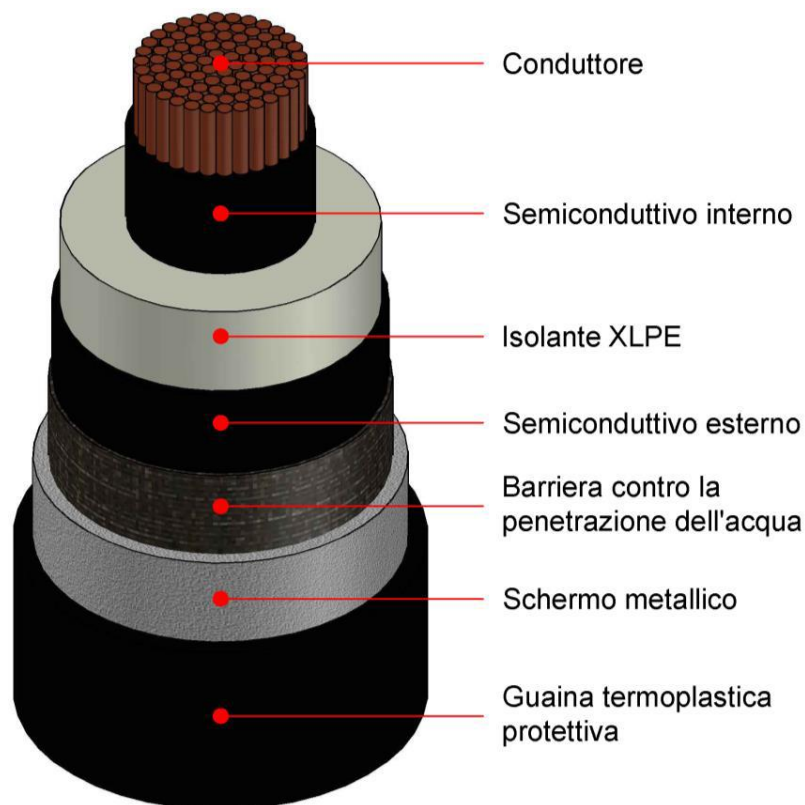
La presente tabella tecnica si applica ai cavi terrestri unipolari con isolamento estruso in XLPE ed aventi le seguenti caratteristiche:

- |   |                               |
|---|-------------------------------|
| – Tensione nominale:  | $U_0/U = 87/150 \text{ kV}$   |
| – Tensione massima del sistema:                                   | $U_m = 170 \text{ kV}$        |
| – Frequenza nominale:   | 50 Hz                         |
| – Tensione di tenuta di breve durata a frequenza industriale (*): | $325 \text{ kV}_{\text{rms}}$ |
| – Tensione nominale di tenuta a impulso atmosferico (*) (BIL):    | $750 \text{ kV}_{\text{cr}}$  |
| – Gradiente elettrico nominale sul conduttore:                    | $E_i \leq 8 \text{ kV/mm}$    |
| – Gradiente elettrico nominale sull'isolante:                     | $E_0 \leq 4 \text{ kV/mm}$    |

**Non sono accettati cavi con gradienti elettrici  $E_i > 8,0 \text{ kV/mm}$  ed  $E_0 > 4,0 \text{ kV/mm}$ .**

## 2 CARATTERISTICHE ELETTRICHE, FUNZIONALI E COSTRUTTIVE

Schema costruttivo (a titolo indicativo)



(\*) in accordo con la norma IEC 60071-1 tab.2.

## Tabella Tecnica

Codifica:

**UX LK101**

Rev. 06

Pag. **3** di 11

### CARATTERISTICHE ELETTRICHE E FUNZIONALI DEI CAVI CON CONDUTTORE IN RAME

Tipo Terna	Vecchio tipo Terna	Resistenza elettrica max a 20°C		Capacità elettrica max. a 20°C	Portata di riferimento	Portate calcolate posa interrata (3)		Corrente termica di corto circuito (4)		Gradiente nominale sul semicon. interno (5)	Gradiente nominale sull'isolante (5)	Raggio minimo di curvatura		Classe di reazione al fuoco (6)
		Conduttore (1)	Schermo (2)			Trifoglio	In piano	Conduttore	Schermo			Senza tiro	Sotto tiro	
		Ω/km	Ω/km		μF/km	A	A	A	kA			kA	kV/mm	
101/400CUF	101/9Cu				500				31.5					F <sub>ca</sub>
101/630CUF	101/10Cu				800				31.5					F <sub>ca</sub>
101/1000CUF	101/11Cu				1000				31.5					F <sub>ca</sub>
101/1200CUF	101/12Cu				1200				31.5					F <sub>ca</sub>
101/400CUE	101/13Cu				500				31.5					E <sub>ca</sub>
101/630CUE	101/14Cu				800				31.5					E <sub>ca</sub>
101/1000CUE	101/15Cu				1000				31.5					E <sub>ca</sub>
101/1200CUE	101/16Cu				1200				31.5					E <sub>ca</sub>

### CARATTERISTICHE ELETTRICHE E FUNZIONALI DEI CAVI CON CONDUTTORE IN ALLUMINIO

101/400ALF	101/29Al				500				31.5					F <sub>ca</sub>
101/1000ALF	101/30Al				800				31.5					F <sub>ca</sub>
101/1600ALF	101/31Al				1000				31.5					F <sub>ca</sub>
101/400ALE	101/33Al				500				31.5					E <sub>ca</sub>
101/1000ALE	101/34Al				800				31.5					E <sub>ca</sub>
101/1600ALE	101/35Al				1000				31.5					E <sub>ca</sub>

# Tabella Tecnica

Codifica:

**UX LK101**

Rev. 06

Pag. 4 di 11

## CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI CAVI CON CONDUTTORE IN RAME

Tipo Terna	Vecchio tipo Terna	Caratteristiche del conduttore (7)		Spessore semicon. interno	Spessore isolante $t_n$	Spessore semicon. esterno	Caratteristiche dello schermo (8)		Caratteristiche della guaina esterna		Diametro interno isolante $d_i$	Diametro esterno isolante $D_{io}$	Diametro sul semicon. esterno $D_{se}$	Diametro esterno D	Massa cavo
		Diametro e formazione	Sezione	nominale	minimo e nominale	nominale	Tipo, materiale e dimensioni [mm]	Sezione	Spessore minimo e nominale	Materiale	nominale tolleranza (+/-) (9)	nominale tolleranza (+/-) (9)	nominale tolleranza (+/-) (9)	nominale tolleranza (+/-) (9)	
		$\varnothing$ mm n° fili x $\varnothing$ mm	mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm		mm <sup>2</sup>	mm		mm	mm	mm	mm	
101/400CUF	101/9Cu		400							PE					
101/630CUF	101/10Cu		630							PE					
101/1000CUF	101/11Cu		1000							PE					
101/1200CUF	101/12Cu		1200							PE					
101/400CUE	101/13Cu		400							PVC PE-AN					
101/630CUE	101/14Cu		630							PVC PE-AN					
101/1000CUE	101/15Cu		1000							PVC PE-AN					
101/1200CUE	101/16Cu		1200							PVC PE-AN					

## CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI CAVI CON CONDUTTORE IN ALLUMINIO

101/400ALF	101/29Al		400							PE					
101/1000ALF	101/30Al		1000							PE					
101/1600ALF	101/31Al		1600							PE					
101/400ALE	101/33Al		400							PVC PE-AN					
101/1000ALE	101/34Al		1000							PVC PE-AN					
101/1600ALE	101/35Al		1600							PVC PE-AN					

Nelle tabelle sono riportati i valori delle caratteristiche dei cavi vincolanti per tutti i Fornitori; i campi liberi dovranno essere compilati da ciascun Fornitore.

- (1) In linea con quanto prescritto dalle IEC 60228.
- (2) Va considerata la sezione utile ai fini del trasporto della corrente di corto circuito.
- (3) I valori di portata dovranno essere calcolati in regime permanente per una terna di cavi posati in piano e a trifoglio con schermi collegati con il sistema *cross bonding*, temperatura del conduttore non superiore a 90°C, profondità di posa 1,20 m, temperatura del terreno 20°C, resistività termica del terreno 1 K·m/W. Nella disposizione a trifoglio i cavi sono a contatto, nella disposizione in piano la distanza fra le generatrici affacciate è 50 mm.  
Le portate nominali dovranno essere calcolate con il metodo riportato nelle Norme IEC 60287 e dovrà essere data evidenza formale del calcolo.  
Oltre ai valori di portata devono essere forniti anche i diagrammi della corrente ammissibile in condizioni di sovraccarico in funzione del tempo; essi devono essere calcolati con corrente iniziale pari all'80% della portata sopra calcolata in accordo alla norma IEC 60853; la temperatura massima ammissibile per il conduttore è 100°C. I diagrammi di sovraccarico devono essere redatti per ciascuna tipologia di cavo e per una durata di 48 ore; le condizioni di posa da considerare sono quelle descritte per il calcolo della portata.  
Il Fornitore deve fornire per ciascun cavo anche le tabelle dei Rating Factors in linea con quanto specificato al paragrafo 6.
- (4) Le correnti di corto circuito nel conduttore e nello schermo devono essere calcolate nelle seguenti condizioni: durata del corto circuito 0,5 s; temperatura iniziale del conduttore pari alla temperatura massima ammissibile in regime permanente (90°C); temperatura finale del conduttore 250°C; temperatura iniziale dello schermo 80°C; temperatura finale dello schermo 250°C. I valori calcolati delle correnti di corto circuito nello schermo non devono essere inferiori ai valori indicati.
- (5) I valori dei gradienti devono soddisfare le limitazioni di cui al paragrafo 1. I valori devono essere calcolati mediante l'espressione  
$$E(x) = 2 \cdot U_0 / (x \cdot \ln(D_{io}/d_{ii})) \text{ [ kV/mm ]}$$
 dove:
  - $U_0$  è il valore della tensione fase-terra in kV;
  - $D_{io}$  è il diametro nominale calcolato sull'isolante, escluso il semiconduttivo esterno, in mm;
  - $d_{ii}$  è il diametro nominale interno dell'isolante, in mm;
  - $x$  assume il valore di  $D_{io}$  o  $d_{ii}$  a seconda che si voglia calcolare il gradiente sull'isolante o sul semiconduttivo interno.
- (6) Classe di prestazione di reazione al fuoco secondo norma UNI EN 13501-6 e CEI EN 50575.
- (7) In linea con quanto previsto dalle IEC 60228 per quanto applicabili.
  - Per i conduttori a corda compatta circolare deve essere riportato il diametro del conduttore, il numero dei fili elementari ed il relativo diametro;
  - Per i conduttori tipo Milliken deve essere riportato il diametro del conduttore, il numero di settori, il numero ed il diametro dei fili elementari del singolo settore e dell'eventuale tondino centrale.
- (8) Nel caso di schermi tipo SD, realizzati da fili metallici e barriera alla penetrazione dell'acqua, si deve indicare il contributo alla sezione totale dei singoli componenti dello schermo stesso, riportando il numero e il diametro dei singoli fili e lo spessore nominale della barriera alla penetrazione dell'acqua.  
Per schermi metallici laminati o estrusi tipo CD si deve riportare lo spessore nominale.
- (9) Il Fornitore dovrà dichiarare le tolleranze in valore assoluto rispetto al valore nominale. Tali valori saranno di riferimento per le prove di accettazione.

**Conduttore**

Il conduttore deve essere a corda compatta circolare o settoriale Milliken, di rame ricotto non stagnato o di alluminio, tamponato e con una superficie esterna priva di imperfezioni visibili ad occhio nudo (ad esempio dentellature, tacche, rugosità non conformi ad un adeguato processo produttivo).

Le sezioni normalizzate dovranno essere conformi alla norma CEI EN 60228 (conduttori di classe 2).

Non sono ammessi conduttori con fili rivestiti (smaltati o simili).

**Isolamento**

L'isolamento del cavo deve essere composto da un unico strato di mescola di polietilene reticolato (XLPE) estruso e dovrà avere un basso fattore di perdite dielettriche. Lo strato isolante e gli strati semiconduttivi devono essere estrusi in una sola operazione attraverso una testa di estrusione tripla.

L'isolamento deve soddisfare i requisiti richiesti nel paragrafo 10.6 della Norma IEC 60840 (ed.5.0 2020-05).

**Strati semiconduttivi interno ed esterno**

Gli strati semiconduttivi interno ed esterno devono essere composti ciascuno da un unico strato di mescola estrusa. Tale strato deve essere continuo, con uno spessore medio costante, non dovrà presentare alcuna irregolarità superficiale e dovrà essere perfettamente aderente all'intera superficie dell'isolamento in qualsiasi condizione di lavoro.

Gli schermi semiconduttivi non devono produrre alcun danno di tipo chimico sugli elementi del cavo con i quali sono a contatto. In particolare, non devono includere alcuna sostanza dannosa incline a diffondere all'interno dell'isolante.

Lo strato di semiconduttivo esterno dovrà essere del tipo non pelabile.

Il Fornitore deve dichiarare la marca e la sigla commerciale delle mescole utilizzate per la realizzazione dei pacchetti isolanti (isolamento e strati semiconduttivi).

**Schermo metallico**

Lo schermo metallico deve essere realizzato per assolvere alle seguenti funzioni:

- contribuire ad assicurare la protezione meccanica del cavo;
- assicurare la tenuta ermetica radiale;
- consentire il passaggio delle correnti corto circuito e della corrente capacitiva;
- contenere il campo elettrico all'interno dell'isolante.

Lo schermo può essere realizzato utilizzando i seguenti elementi costitutivi:

- a) fili di rame ricotto non stagnato;
- b) fili di alluminio o lega di alluminio;
- c) guaina metallica realizzata con foglio laminato di rame o di alluminio di tipo liscio o corrugato (CD – combined design)<sup>1</sup>;

Gli schermi metallici a) e b) devono essere utilizzati in combinazione con una guaina metallica richiusa a tubo (SD – separate design) al fine di garantire la tenuta ermetica radiale che deve essere assicurata mediante processi di saldatura o incollaggio dei lembi sovrapposti della guaina. Per quanto riguarda la tipologia di schermo di cui al guaina metallica realizzata con

---

<sup>1</sup> Per le definizioni di SD e CD si faccia riferimento al paragrafo 4.3 della Norma IEC 60840.



foglio laminato di rame o di alluminio di tipo liscio o corrugato (CD – combined design);, esso deve essere realizzato mediante processi di saldatura testa-testa delle parti metalliche.

Si dovrà inoltre prevedere un'adeguata tamponatura per limitare la propagazione longitudinale dell'acqua al di sotto della guaina metallica.

Il costruttore deve indicare la natura dei materiali impiegati, le modalità di costruzione, le dimensioni di ciascuna parte dello schermo metallico e le misure adottate per il tamponamento longitudinale.

### **Guaina esterna**

La guaina termoplastica deve impedire l'ingresso di acqua evitando in tal modo possibili corrosioni dello schermo metallico sottostante; pertanto lo spessore dovrà essere opportunamente dimensionato e tale da prevenire qualsiasi danneggiamento dovuto alle sollecitazioni meccaniche durante le operazioni in fabbrica, il trasporto e la posa in opera del cavo e da resistere alle condizioni ambientali di installazione per tutta la vita utile del cavo.

Se al cavo non sono richieste particolari proprietà di reazione al fuoco, il rivestimento protettivo esterno deve essere costituito da una guaina termoplastica in PE tipo ST<sub>7</sub> nera ricoperta da grafite oppure da un sottile strato di polietilene semiconduttivo.

Laddove sia necessario evitare che il cavo partecipi al propagarsi della fiamma, la guaina potrà essere costituita da:

- PVC tipo ST<sub>2</sub> nero non propagante la fiamma;
- PE tipo ST<sub>7</sub> nero opportunamente additivato (PE-AN);
- due strati sovrapposti di PE ST<sub>7</sub> e PE opportunamente additivato.

In questo caso la guaina esterna dovrà essere ricoperta da un sottile strato di polietilene semiconduttivo.

## **3 SISTEMA DI QUALITÀ**

Il sistema di qualità adottato deve essere conforme alla Norma UNI EN ISO 9001.

## **4 VITA ATTESA DEL CAVO**

La vita attesa del cavo è di 40 anni.

## **5 MARCATURA GUAINA ESTERNA**

Sulla guaina esterna deve essere riportata per "impressione in rilievo" una stampigliatura ripetuta almeno ogni metro, recante nell'ordine indicato le seguenti iscrizioni:

- a) La sigla di proprietà seguita dall'identificativo della codifica TERNA;
- b) La sigla di caratterizzazione costituita da:
  - la sigla UNEL (completa di tensione);
  - il nome o il marchio del costruttore "XXXXX";
  - la lettera identificante lo stabilimento di produzione tra parentesi (X).
- c) L'anno e il trimestre di fabbricazione;

- d) Classe di reazione al fuoco;
- e) codice del costruttore identificativo del lotto di fabbricazione per la tracciabilità del cavo "YYYYY".

Esempio di stampigliatura:

TERNA 101/1600ALF – ARE4H5E 87/150kV – XXXXX (X) – 2020 T4 – Fca – YYYYY

La sigla UNEL di designazione del cavo deve essere determinata sulla base delle indicazioni riportate nella tabella CEI UNEL 35011. La successione di simboli che individua le varie componenti del cavo va scelta procedendo dal conduttore verso l'esterno del cavo stesso, secondo l'ordine specificato nella tabella CEI UNEL di riferimento. In particolare, per le tipologie di cavo AT di più comuni impiego nella rete elettrica Terna, i simboli da utilizzare sono quelli riportati nella seguente tabella:

ELEMENTO COSTITUTIVO DEL CAVO	DESCRIZIONE	SIMBOLO
CONDUTTORE	Conduttore in rame	Nessun simbolo
	Conduttore in alluminio	A
	Conduttore a corda compatta circolare	R
	Conduttore a corda settoriale Milliken	S
ISOLANTE	Mescola a base di polietilene reticolato (XLPE)	E4
SCHERMO	A nastri o piattine o fili di rame	H1
	A nastri o piattine o fili di alluminio	HA <sup>2</sup>
	A nastro liscio longitudinale di alluminio ricoperto	H5
	A nastro di alluminio corrugato	A1
GUAINA ESTERNA	Termoplastica di qualità Ez	E
	Polietilene reticolato di qualità E4M	E4
	A base di polivinilcloruro, qualità TM1, TM2 e Rz	R

Tabella 1 – Sigle UNEL per la designazione del cavo

<sup>2</sup> Simbolo non presente nella tabella CEI UNEL 35011 e relative varianti, in quanto non previsto lo schermo a nastri o piattine o fili di alluminio.

## 6 DOCUMENTAZIONE TECNICA E RICONOSCIMENTO DELL'OGGETTO

Il Fornitore deve approntare una documentazione tecnica completa, costituita da quanto è necessario per la completa identificazione del tipo di cavo, delle metodologie di posa e schemi di montaggio.

Con riferimento alla certificazione di prodotto tale documentazione dovrà essere predisposta in conformità alla Prescrizione Tecnica TERNA PT500ST "Prescrizioni tecniche per la verifica della conformità dei prodotti approvvigionati". La documentazione dovrà essere redatta con un livello dettaglio tale da permettere in modo inequivocabile il riconoscimento del cavo.

Tale documentazione deve contenere almeno:

- l'elenco generale della documentazione tecnica;
- tutti gli elementi richiesti dalle Tabelle e Prescrizioni Tecniche;
- la documentazione tecnica richiesta al paragrafo 6 della Norma IEC 60840 Ed.05 con particolare riferimento alle informazioni che devono consentire la tracciabilità del prodotto quali: identificativo del lotto di produzione, linea di estrusione dell'isolamento, marca e tipo dei materiali costituenti il cavo;
- le istruzioni per il trasporto, il magazzinaggio e l'installazione;
- tutti gli elementi che, essendo lasciati alla scelta del Fornitore, non sono stati definiti nelle Tabelle e Prescrizioni Tecniche, ma di cui è peraltro indispensabile che TERNA sia a conoscenza;
- una sigla scelta dal Fornitore atta ad individuare completamente il tipo di cavo;
- un elenco di tutti i documenti relativi alle metodologie e agli schemi di montaggio, utilizzati per la posa del cavo, classificati con numero, titolo e data, contraddistinto con la sigla del Fornitore sopra menzionata.
- evidenza formale della determinazione delle portate calcolate in conformità alle norme IEC 60287 con indicazione dei parametri caratteristici dei materiali impiegati dal Fornitore e dei relativi valori utilizzati per il calcolo nonché del calcolo delle correnti termiche di corto circuito.
- tabelle "Rating Factors" atte a determinare agevolmente le portate nominali dei cavi in condizioni di posa differenti rispetto a quelle indicate nella nota (3) in calce alle tabelle delle caratteristiche elettriche, funzionali e costruttive. Devono essere calcolati i parametri di conversione per le seguenti variabili:
  - profondità di posa: da 0,8 m a 1,7 m, con intervallo 10 cm;
  - temperatura terreno: da 10°C a 45°C con intervallo 5°C;
  - resistività termica terreno: da 0,75 K·m/W a 3,0 K·m/W con intervallo 0,25 K·m/W;
  - distanza tra le fasi: da 50 mm a 500 mm tra le generatrici affiancate di due fasi affiancate, con intervallo 50 mm (per la sola posa in piano);
  - distanza tra due terne a trifoglio e in piano: interasse (tra le linee) da 500 mm a 4000 mm con intervallo di 500 mm;
  - tabella di conversione da posa interrata a posa in aria: temperature aria da 5°C a 55°C con intervallo di 5°C per le due configurazioni di cui alla nota 3 della tabella delle caratteristiche funzionali.

## **7 DOCUMENTAZIONE DI SICUREZZA SUI MATERIALI IMPIEGATI**

Il Fornitore deve produrre la documentazione di sicurezza sui materiali impiegati conformemente a quanto riportato nel regolamento CE n.1907/2006 (regolamento REACH) e successive modifiche ed integrazioni. Il Fornitore deve preparare:

- le schede di sicurezza SDS (Safety Data Sheet) sulle materie prime e sul prodotto finito in conformità al regolamento REACH. Dette schede devono contenere informazioni sulle sostanze chimiche e loro miscele, le informazioni necessarie sulle proprietà fisico-chimiche, tossicologiche e di pericolo per l'ambiente, per una corretta e sicura manipolazione delle sostanze e miscele.

La documentazione fornita deve permettere:

- al datore di lavoro di determinare se sul luogo di lavoro vengono manipolate sostanze chimiche pericolose e di valutare quindi ogni rischio per la salute e la sicurezza dei lavoratori derivanti dal loro uso;
- agli utilizzatori di adottare le misure necessarie in materia di tutela della salute, dell'ambiente e della sicurezza sul luogo di lavoro.
- le istruzioni per la manipolazione, il montaggio, la manutenzione del prodotto finito;
- l'elenco dei Dispositivi di Protezione Individuale (DPI) necessari agli operatori per l'installazione e la manutenzione.

Il Fornitore deve produrre anche una Dichiarazione di Prestazione (DoP) redatta ai sensi del regolamento europeo UE n.305/2011 del 9 marzo 2011 (Regolamento CPR) e tutta la documentazione correlata in linea con la normativa vigente. Tale documentazione deve essere resa disponibile in fase di accettazione del cavo o, se richiesto da Terna, durante la fase di certificazione di prodotto.

## **8 IMBALLAGGIO E PEZZATURE**

Per la spedizione devono essere impiegate speciali bobine in ferro, chiuse lungo la circonferenza con tavole in legno di adeguato spessore (2-3 cm) o mediante lamiere di acciaio zincato o alluminio bloccate sulle flange della bobina mediante rivettatura o viti. Quest'ultima applicazione dovrà tenere debitamente conto gli aspetti termici connessi al riscaldamento delle lamiere quando esposte alla radiazione solare, al fine di non arrecare alcun danno al cavo avvolto sulla bobina. Il legname utilizzato deve essere stato preventivamente sottoposto ad un adeguato trattamento anti-putrescente.

Il Fornitore, dopo il collaudo positivo di ogni singola bobina, dovrà porre sull'imballaggio della stessa una targa contenente tutti i dati per consentire la tracciabilità del cavo. Tale targa deve essere in metallo o in plastica antistrappo e tale da garantire la resistenza, la durabilità e leggibilità nel tempo anche se esposta ad agenti atmosferici (poggia, umidità, insolazione diretta).

Il Fornitore dovrà fornire anche tutte le informazioni per la corretta movimentazione ed il corretto immagazzinamento delle bobine di cavo.

Sulla lunghezza nominale di ciascuna pezzatura, che viene definita in funzione dei collegamenti da realizzare, non è ammessa tolleranza in difetto.

## **9    NORME E PRESCRIZIONI DI RIFERIMENTO**

<u>Costruzione:</u>	CEI EN 60228; CEI 20-13 per quanto applicabile; IEC 60840 per quanto applicabile;
<u>Collaudo:</u>	Prescrizioni TERN A UX LK102;
<u>Documentazione di sicurezza:</u>	Regolamento (REACH) CE n.1907/2006 e s.m.i.; Regolamento (CPR) UE n.305/2011.

## **10   UNITÀ DI MISURA**

L'unità di misura è il metro (m).

## **11   DESIGNAZIONE ABBREVIATA**

Esempio di designazione abbreviata: *CAVO 170KV XLPE TIPO 101/1600ALF 31.5kA*

**Prescrizioni Tecniche**

Collegamenti in cavo interrato  
con tensione massima  $U_m=170-245-420$  kV

**SEZIONI DI POSA**

Codifica:

**ELC000TT001**

Rev. **00**

Del **02/12/2024**

Pag. **1** di **22**

**SEZIONI DI POSA**

Collegamenti in cavo interrato  
con tensione massima  $U_m=170-245-420$  kV

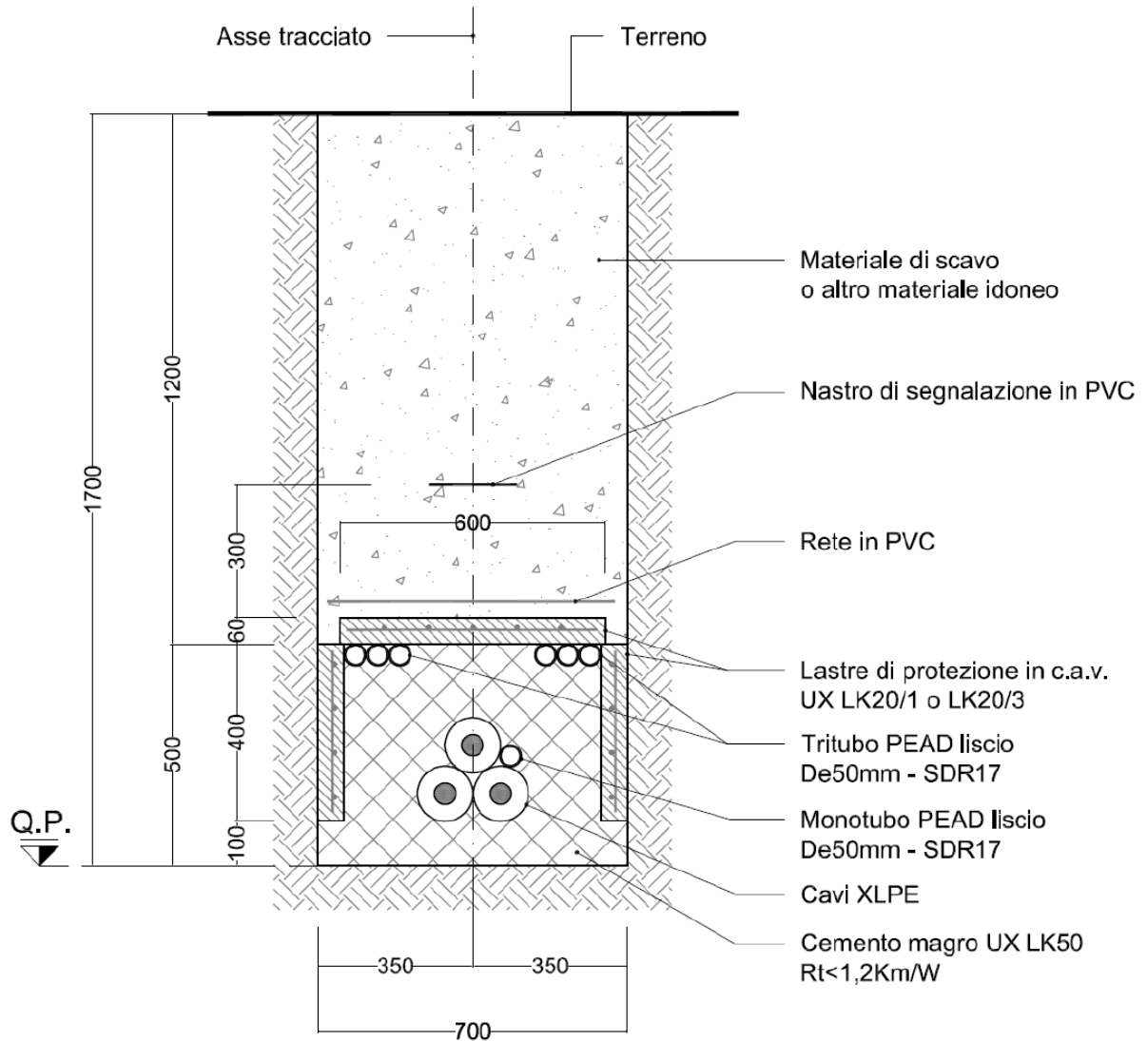
**Storia delle revisioni**

Rev. 00	del 02/12/2024	Prima emissione.
---------	----------------	------------------

Elaborato		Verificato		Approvato
SSD-SVP IRP-PRAC		SSD-SVP IRP-PRAC		SSD-SVP IRP-PRAC

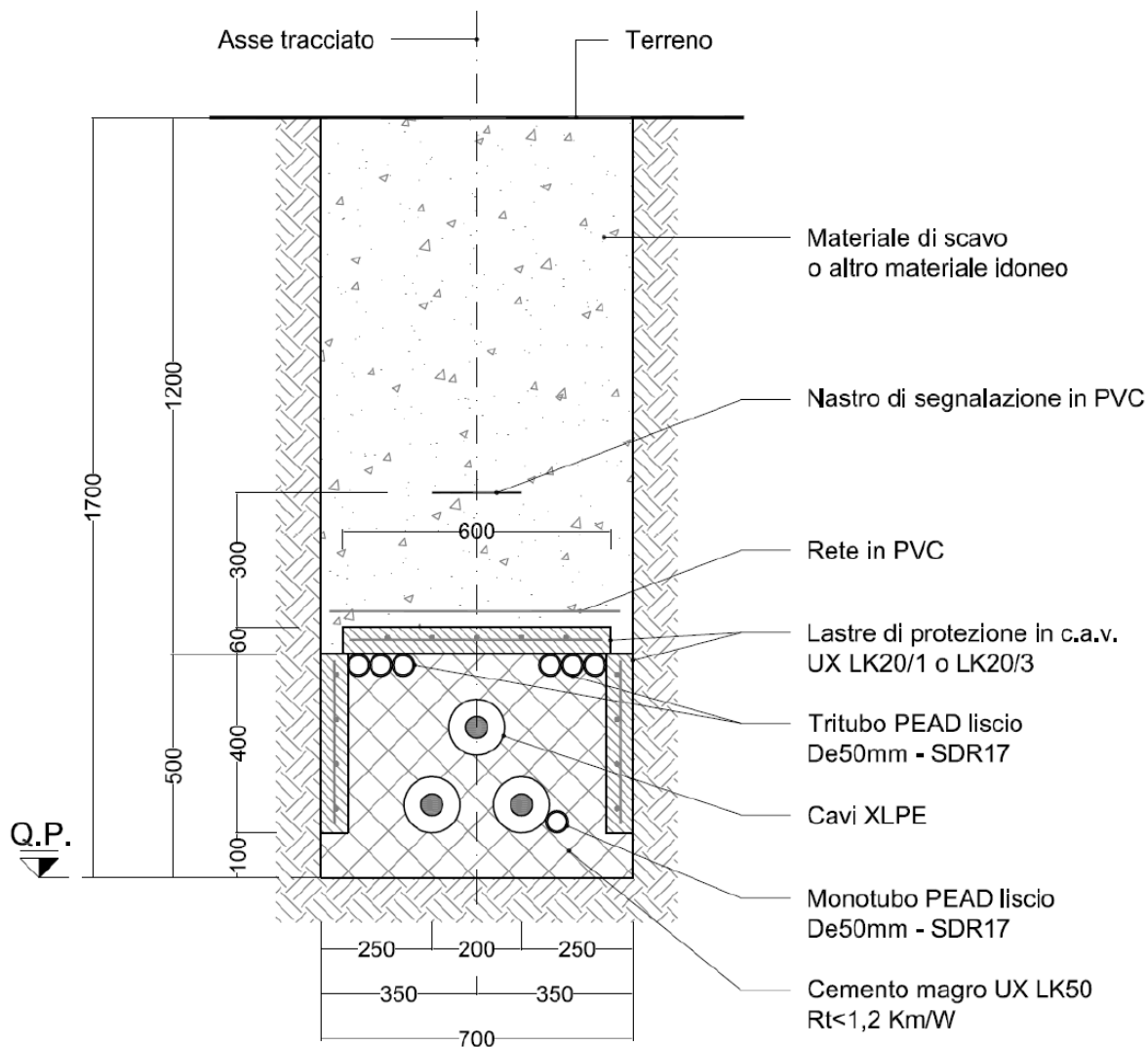
## SEZIONI DI POSA

### A1 - Posa in terreno agricolo – cavo 170 kV e 245 kV a trifoglio



Elaborato		Verificato		Approvato
SSD-SVP		SSD-SVP		SSD-SVP
IRP-PRAC		IRP-PRAC		IRP-PRAC

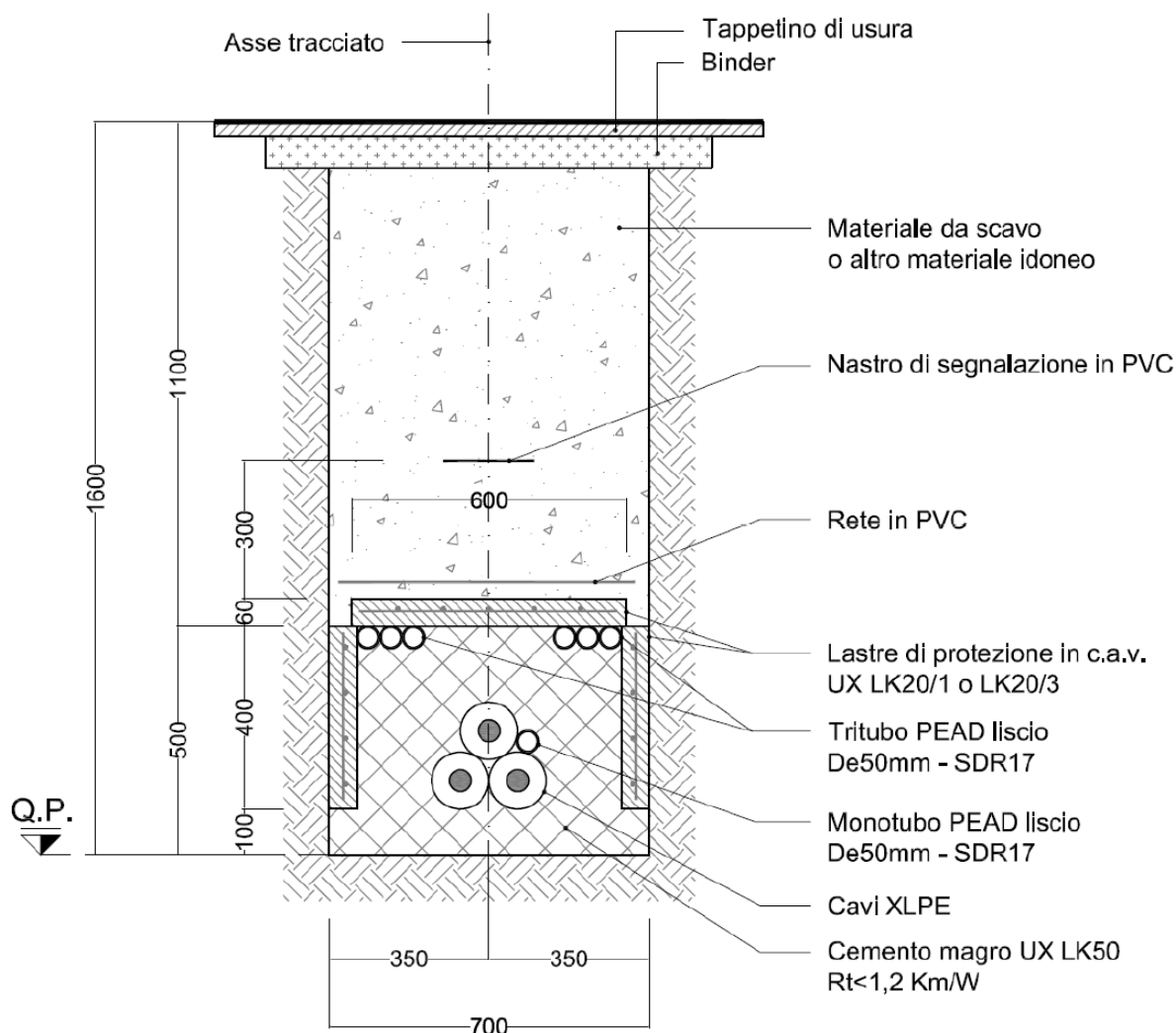
**A2 - Posa in terreno agricolo – cavo 170 kV e 245 kV a trifoglio allargato**



Elaborato		Verificato		Approvato
SSD-SVP		SSD-SVP		SSD-SVP
IRP-PRAC		IRP-PRAC		IRP-PRAC

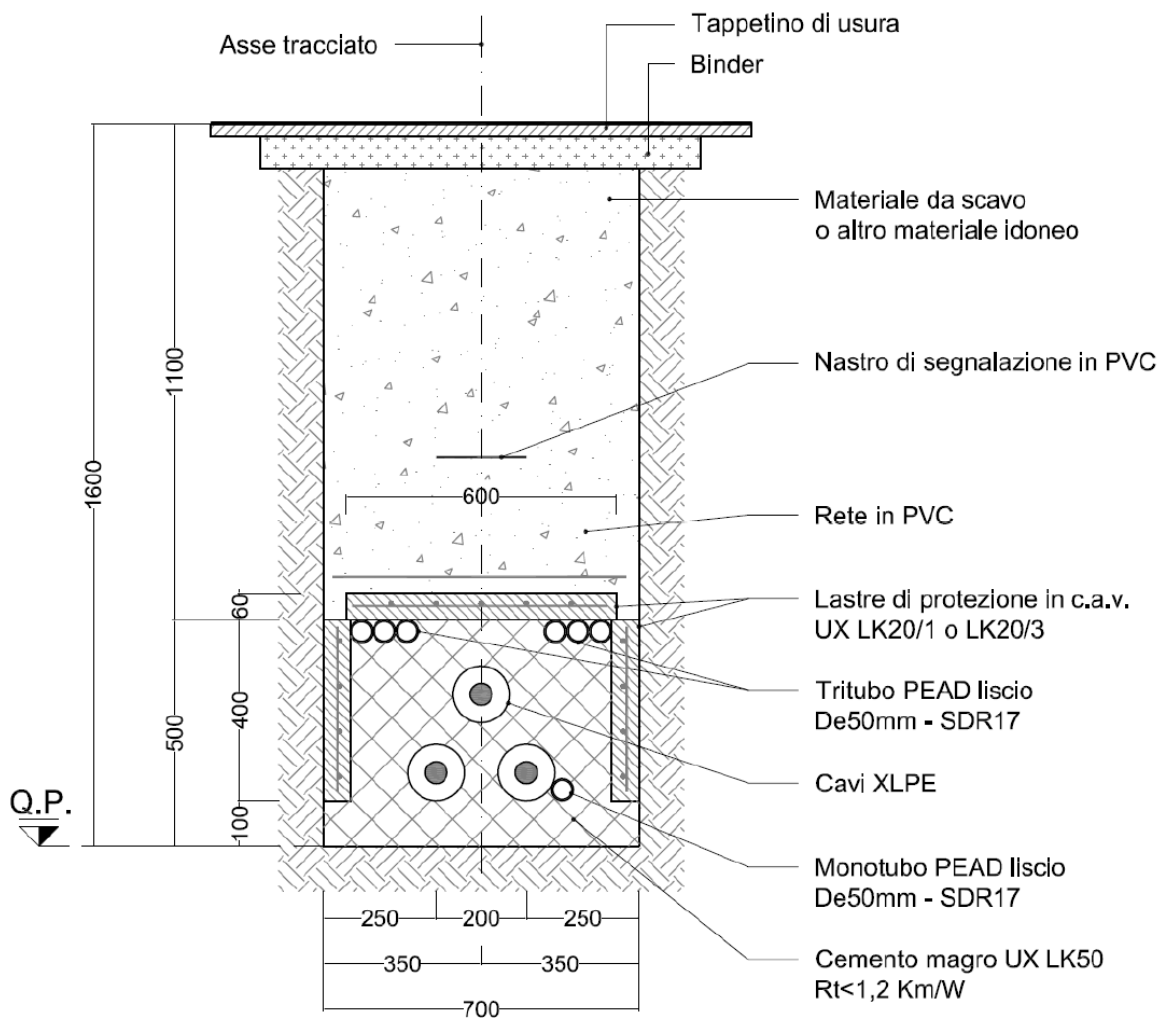


**B1 - Posa su strade urbane ed extraurbane – cavo 170 kV e 245 kV a trifoglio**



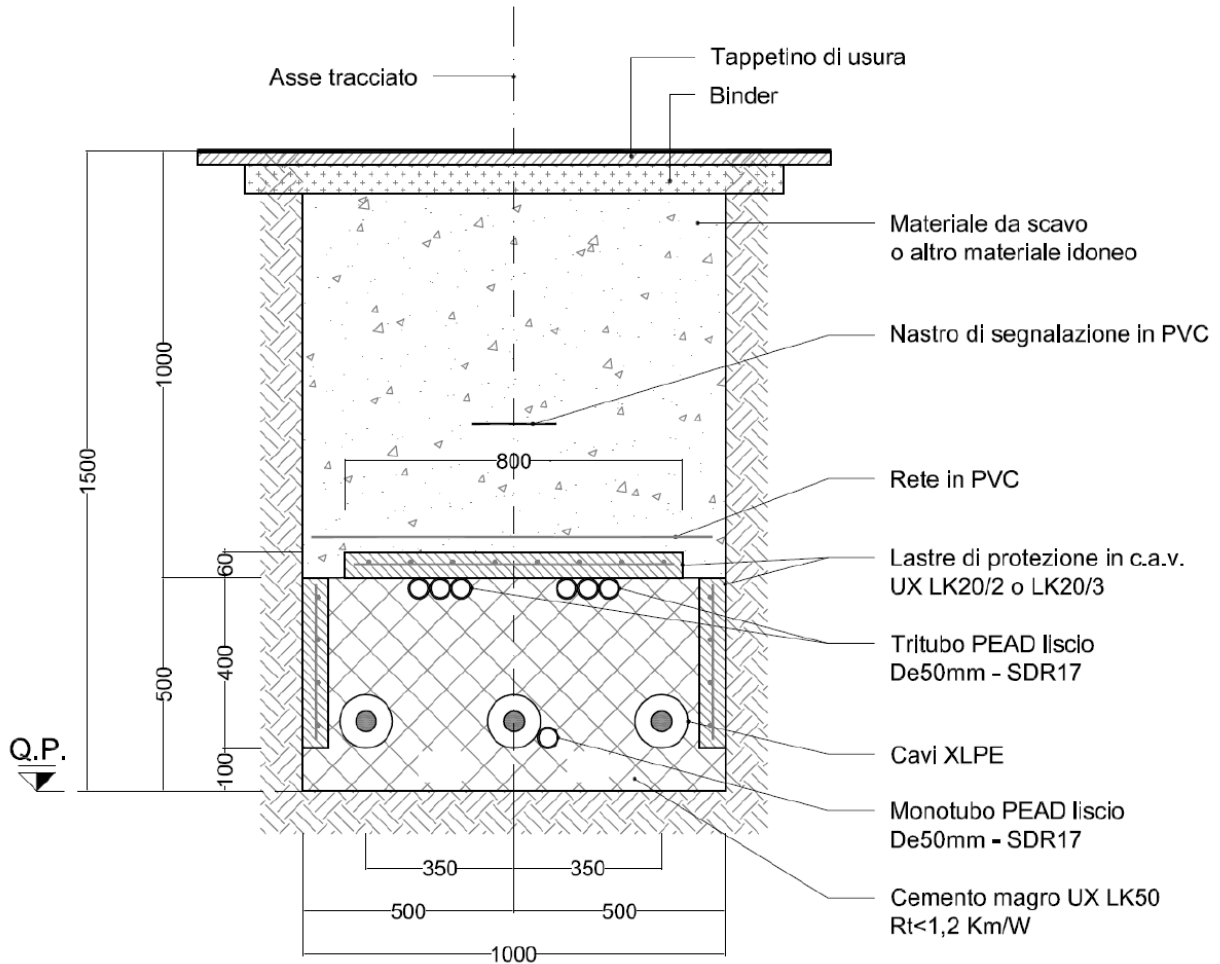
Elaborato		Verificato		Approvato
SSD-SVP IRP-PRAC		SSD-SVP IRP-PRAC		SSD-SVP IRP-PRAC

**B2 - Posa su strade urbane ed extraurbane – cavo 170 kV e 245 kV a trifoglio allargato**



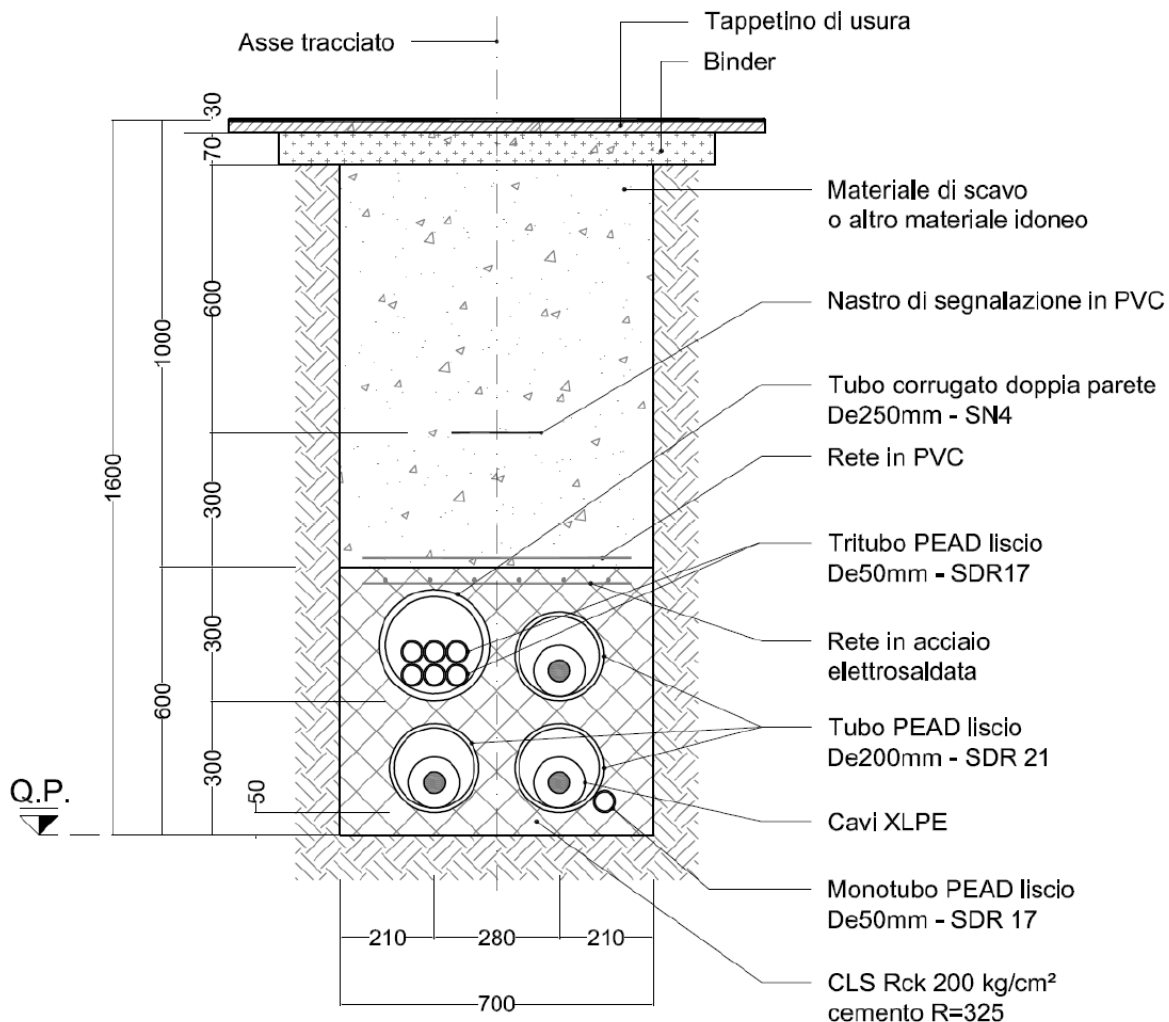
Elaborato		Verificato		Approvato
SSD-SVP		SSD-SVP		SSD-SVP
IRP-PRAC		IRP-PRAC		IRP-PRAC

**B3 - Posa su strade urbane ed extraurbane – cavo 245 kV (420 kV) in piano**



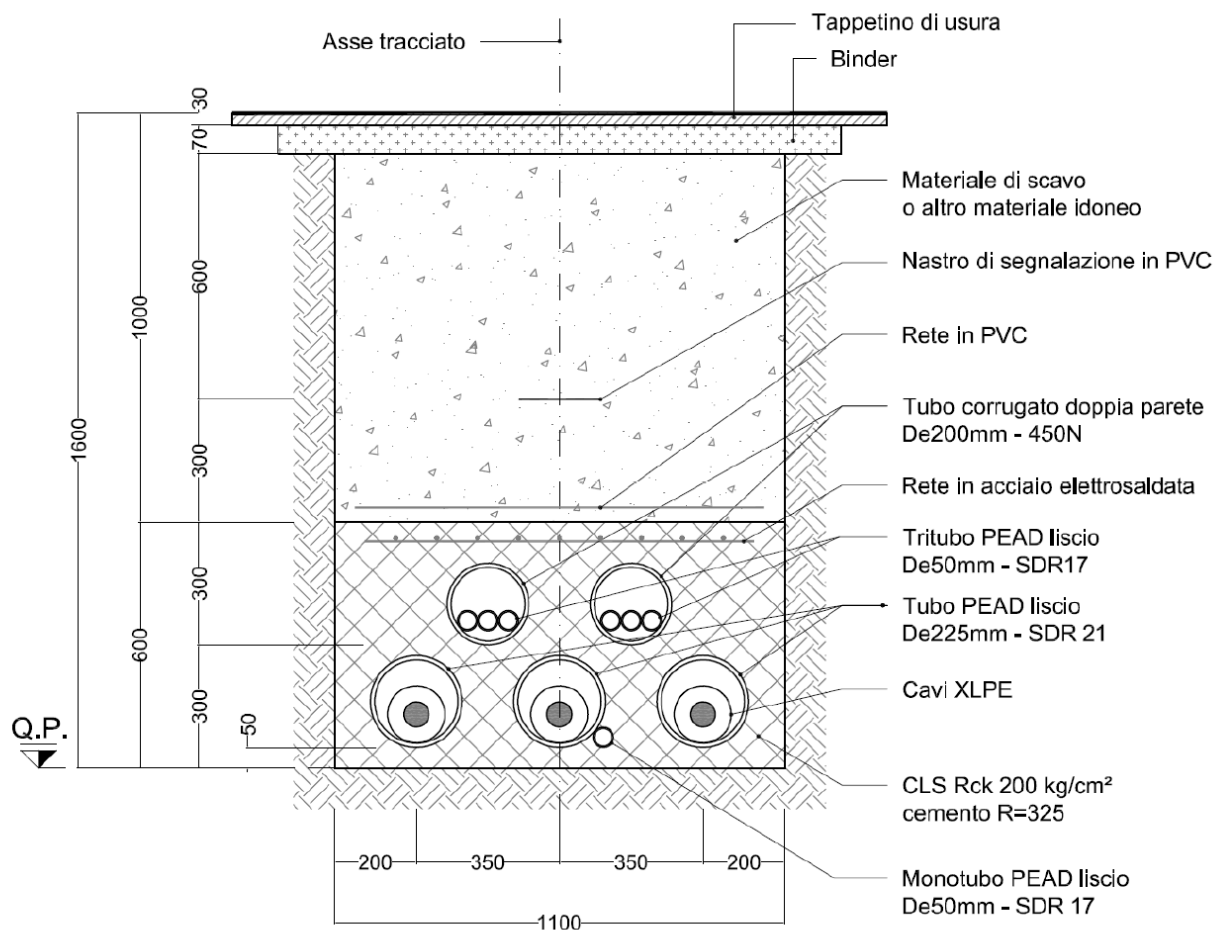
Elaborato		Verificato		Approvato
SSD-SVP		SSD-SVP		SSD-SVP
IRP-PRAC		IRP-PRAC		IRP-PRAC

**C1 - Posa in tubazione – cavo 170 kV e 245 kV a trifoglio**



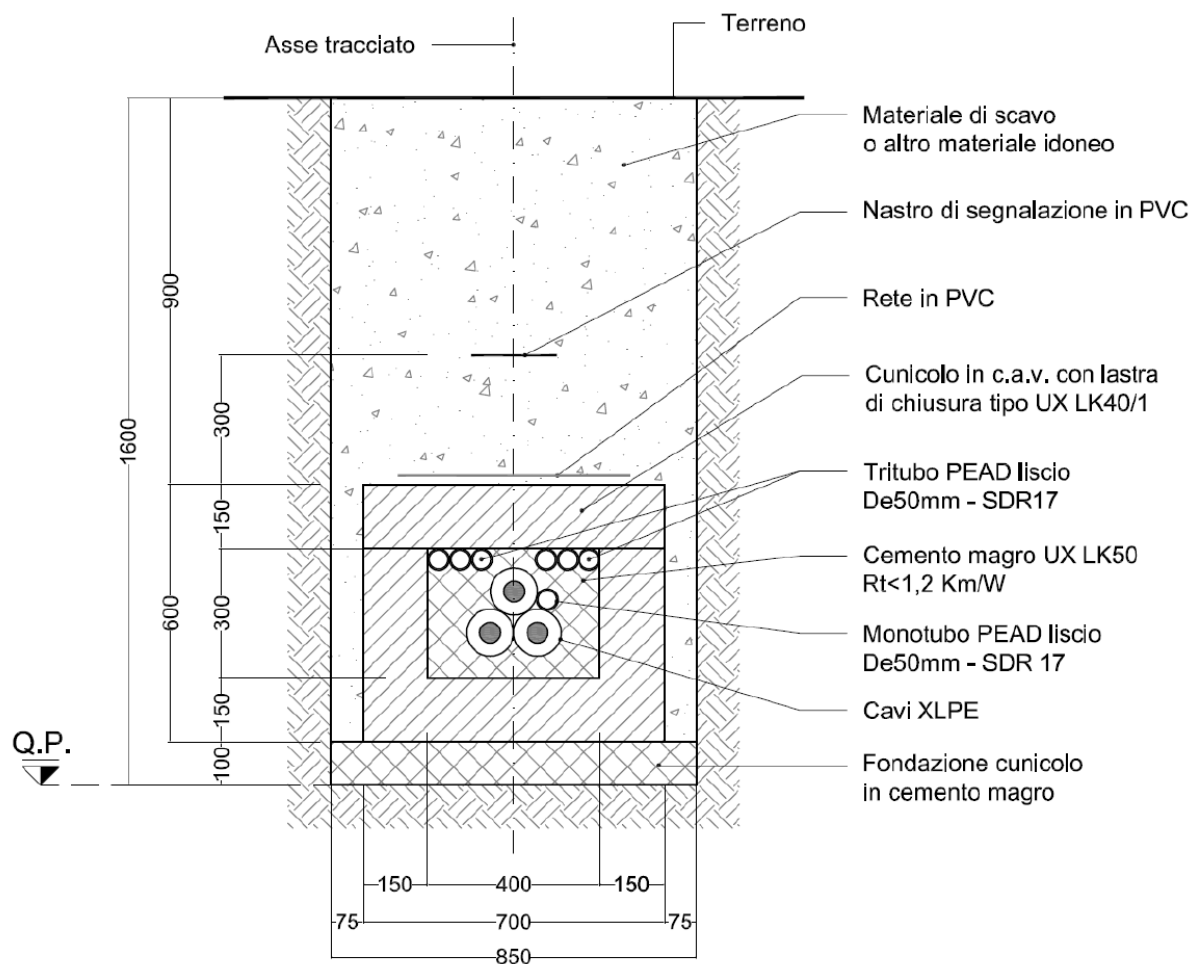
Elaborato		Verificato		Approvato
SSD-SVP		SSD-SVP		SSD-SVP
IRP-PRAC		IRP-PRAC		IRP-PRAC

**C2 - Posa in tubazione – cavo 245 kV (420 kV) in piano**



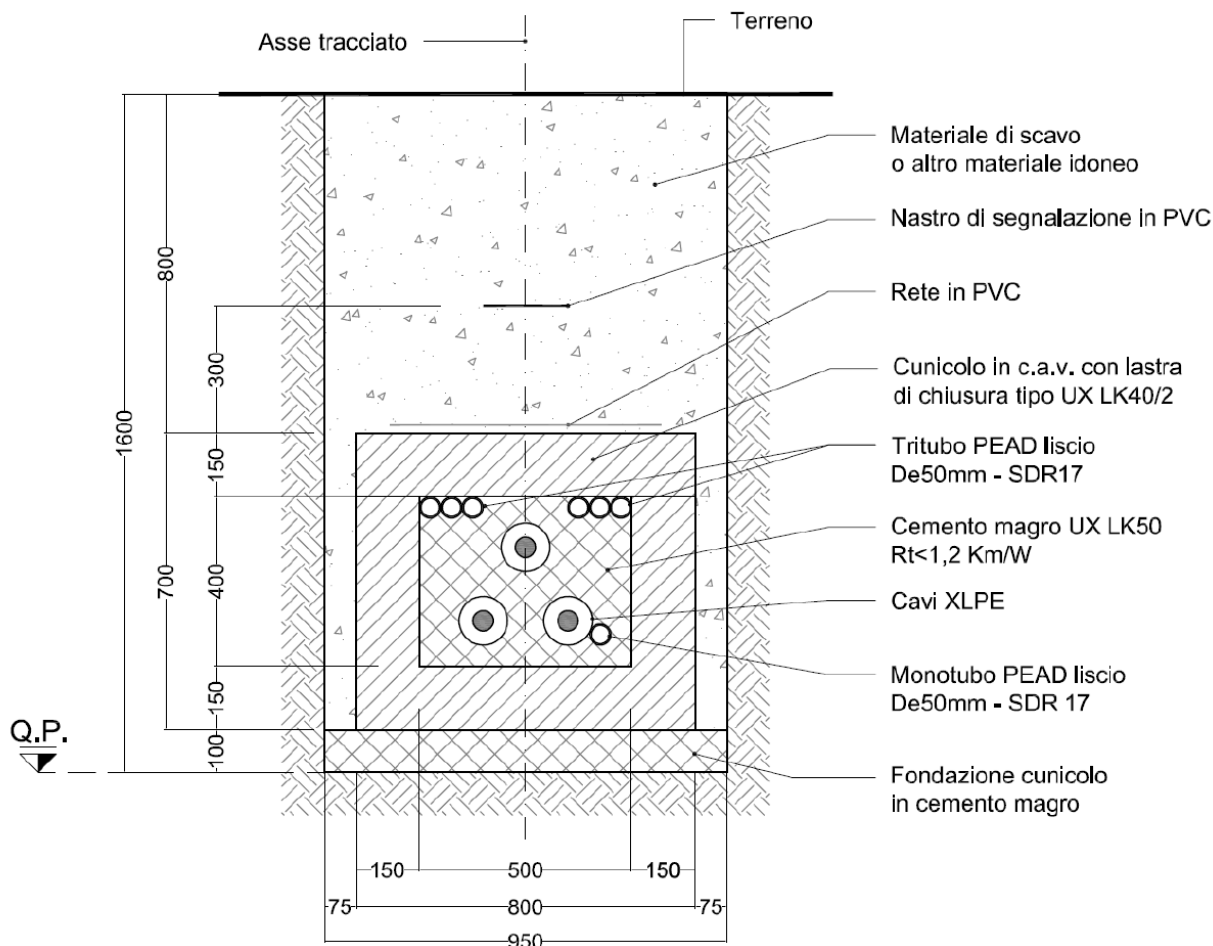
Elaborato		Verificato		Approvato
SSD-SVP		SSD-SVP		SSD-SVP
IRP-PRAC		IRP-PRAC		IRP-PRAC

**D1a - Posa in cunicolo in cemento armato – cavo 170 kV e 245 kV a trifoglio**



Elaborato		Verificato		Approvato
SSD-SVP		SSD-SVP		SSD-SVP
IRP-PRAC		IRP-PRAC		IRP-PRAC

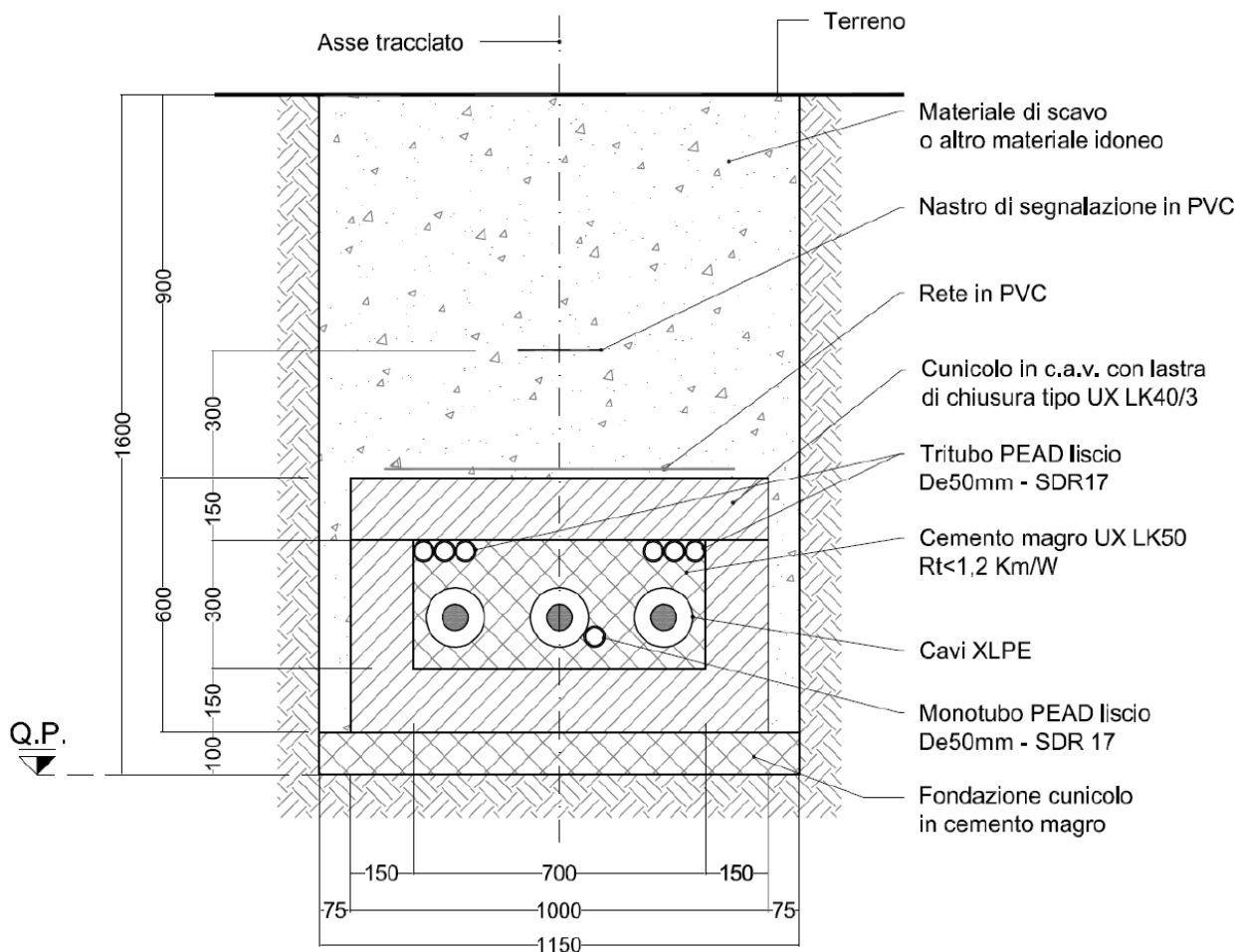
**D1b - Posa in cunicolo in cemento armato – cavo 170 kV e 245 kV a trifoglio**



Elaborato		Verificato		Approvato
SSD-SVP		SSD-SVP		SSD-SVP
IRP-PRAC		IRP-PRAC		IRP-PRAC



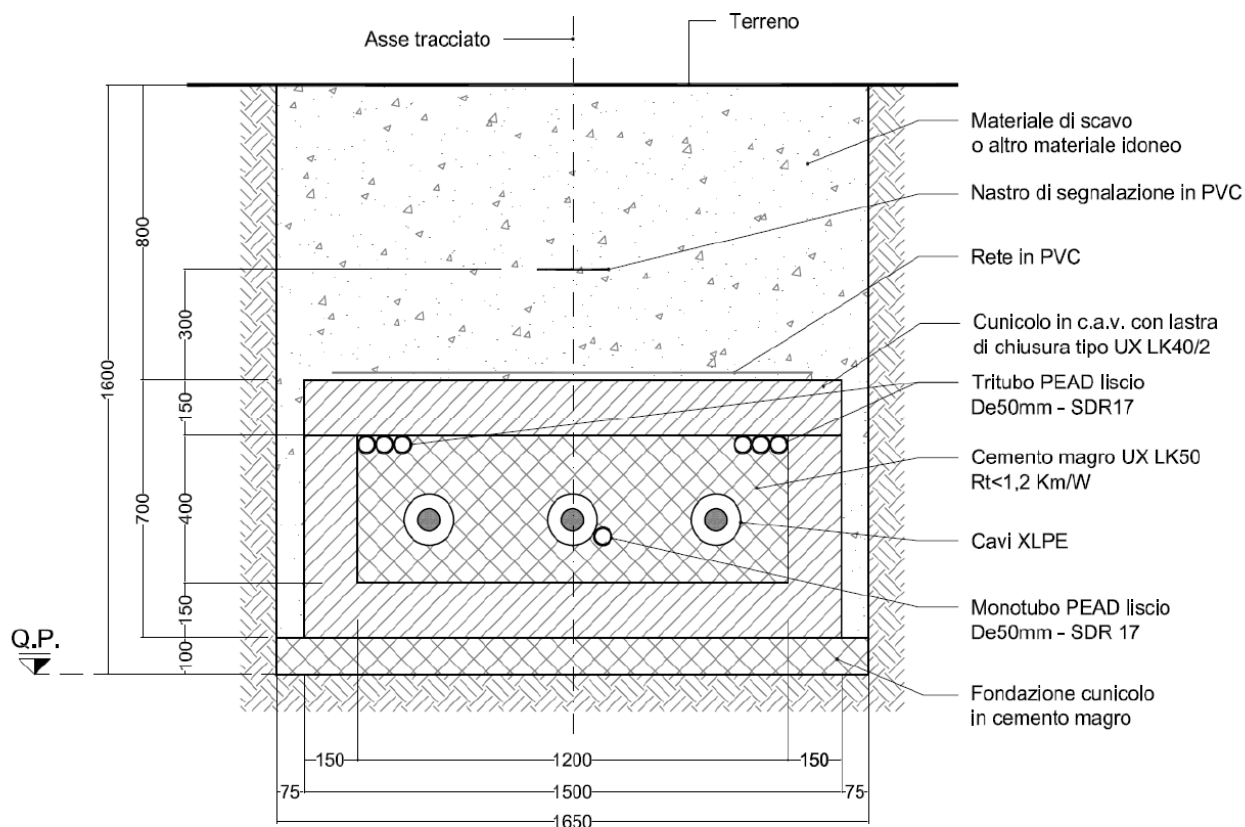
**D2a - Posa in cunicolo in cemento armato – cavo 245 kV (420 kV) in piano**



Elaborato		Verificato		Approvato
SSD-SVP IRP-PRAC		SSD-SVP IRP-PRAC		SSD-SVP IRP-PRAC

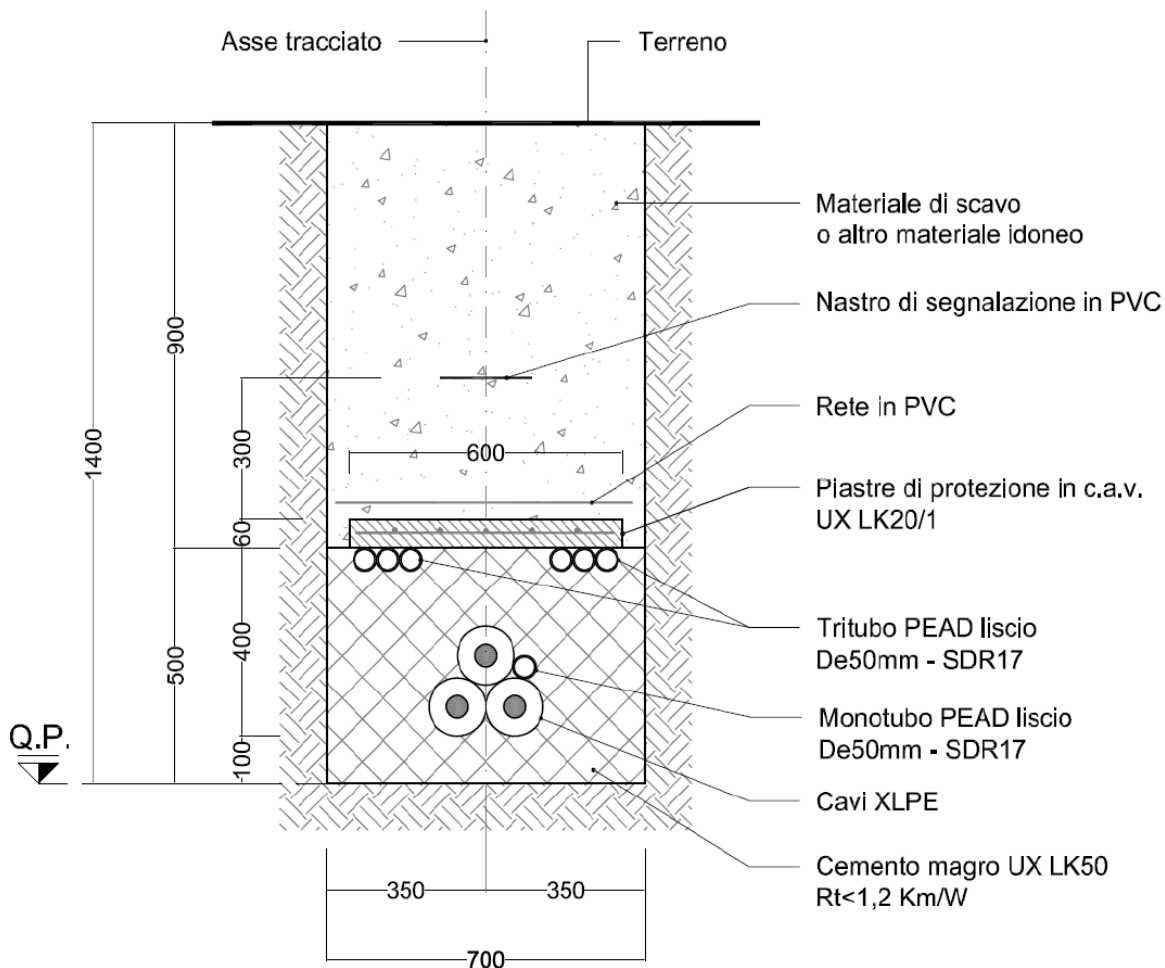


**D2b - Posa in cunicolo in cemento armato – cavo 245 kV (420 kV) in piano**



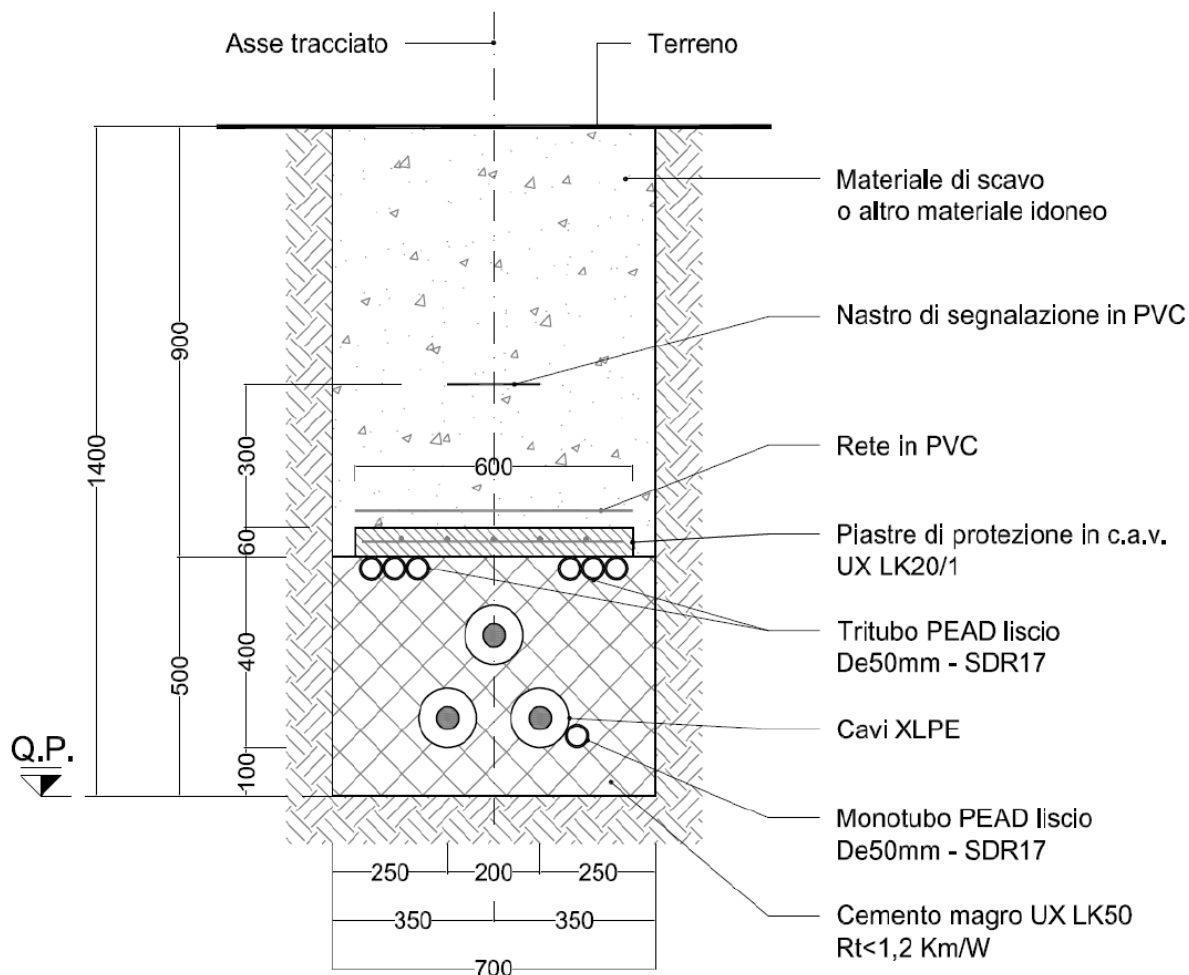
Elaborato		Verificato		Approvato
SSD-SVP		SSD-SVP		SSD-SVP
IRP-PRAC		IRP-PRAC		IRP-PRAC

**E1 - Posa in roccia – cavo 170 kV e 245 kV a trifoglio**



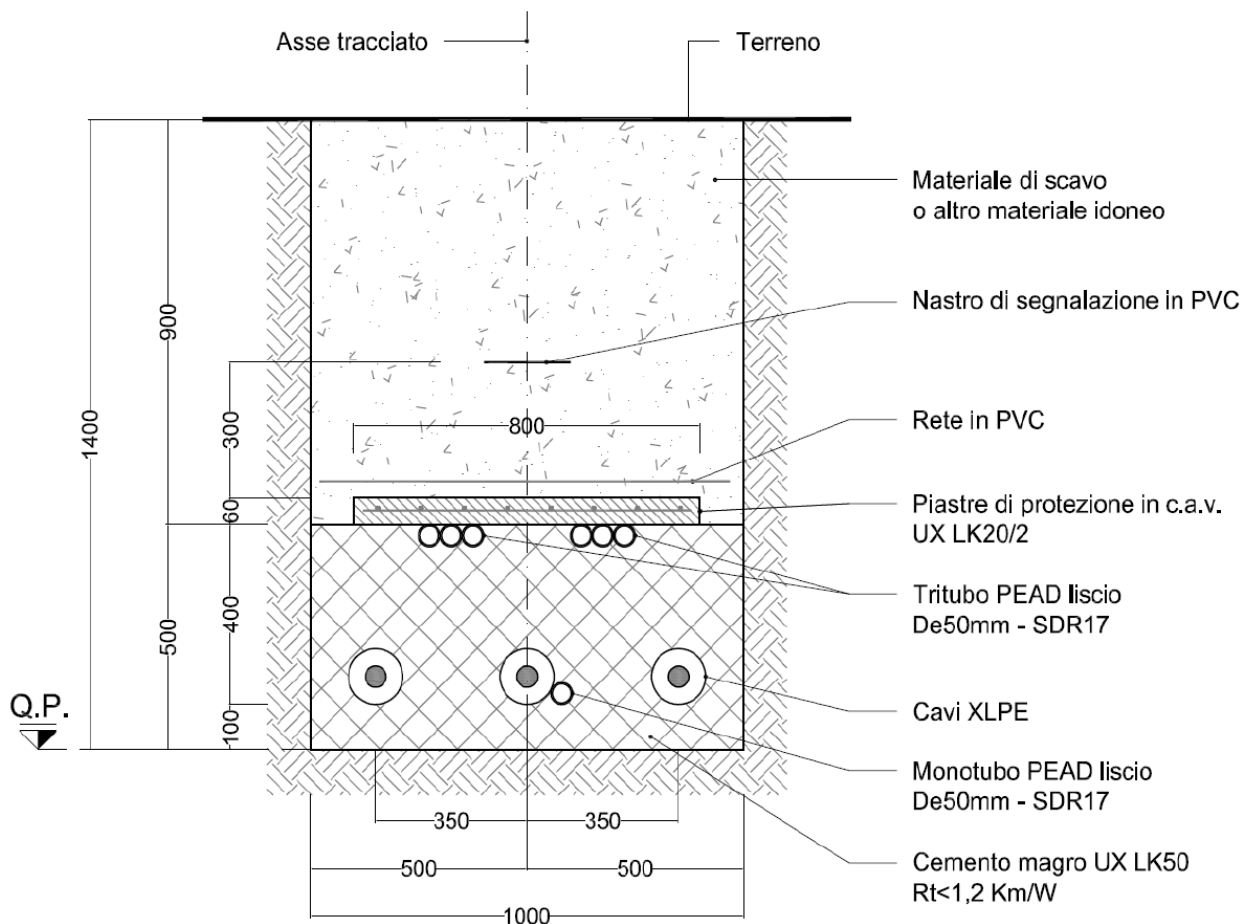
Elaborato		Verificato		Approvato
SSD-SVP IRP-PRAC		SSD-SVP IRP-PRAC		SSD-SVP IRP-PRAC

**E2 - Posa in roccia – cavo 170 kV e 245 kV a trifoglio allargato**



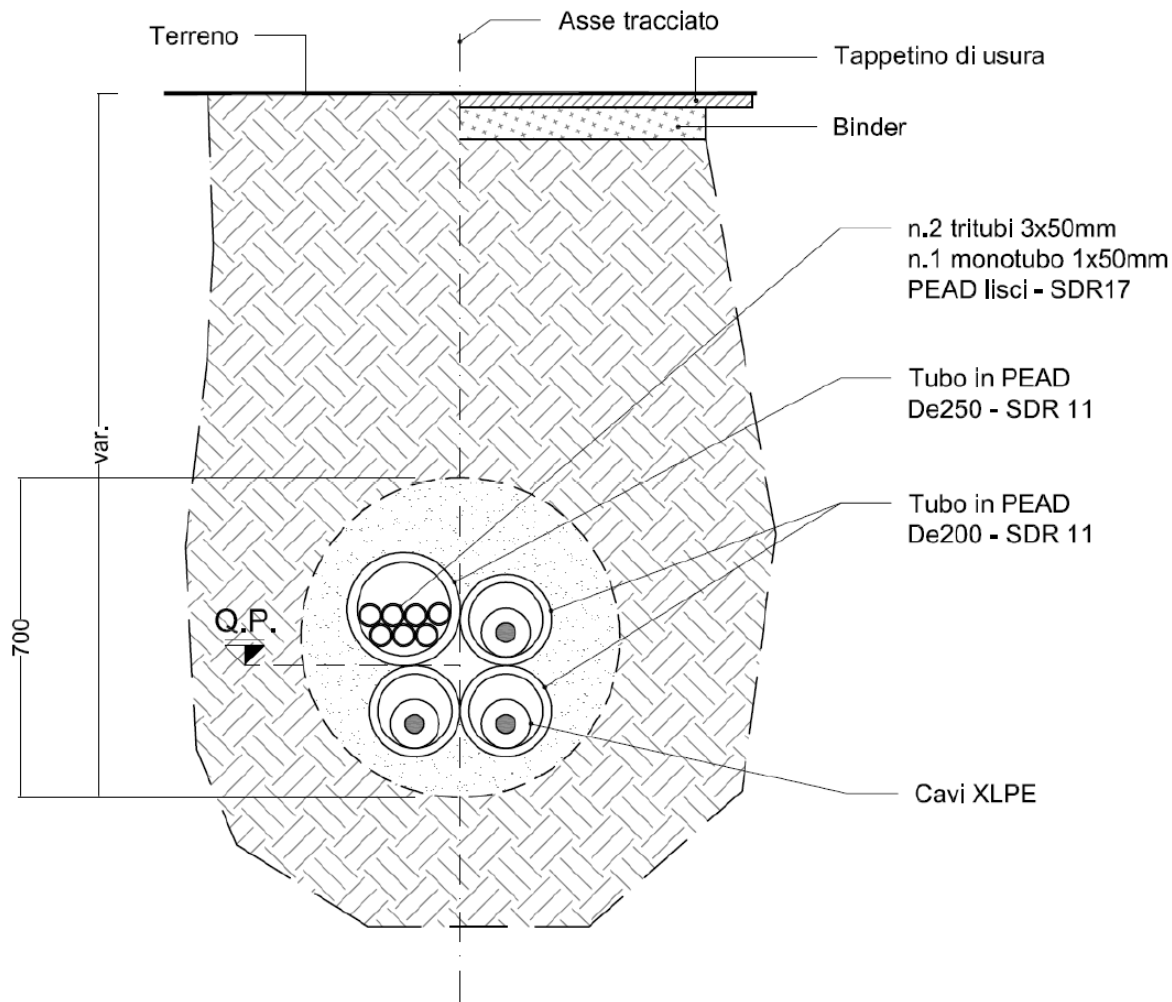
Elaborato		Verificato		Approvato
SSD-SVP		SSD-SVP		SSD-SVP
IRP-PRAC		IRP-PRAC		IRP-PRAC

**E3 - Posa in roccia – cavo 245 kV (420 kV) in piano**



Elaborato		Verificato		Approvato
SSD-SVP		SSD-SVP		SSD-SVP
IRP-PRAC		IRP-PRAC		IRP-PRAC

**T1 – Posa in TOC – Tubazioni a fascio**

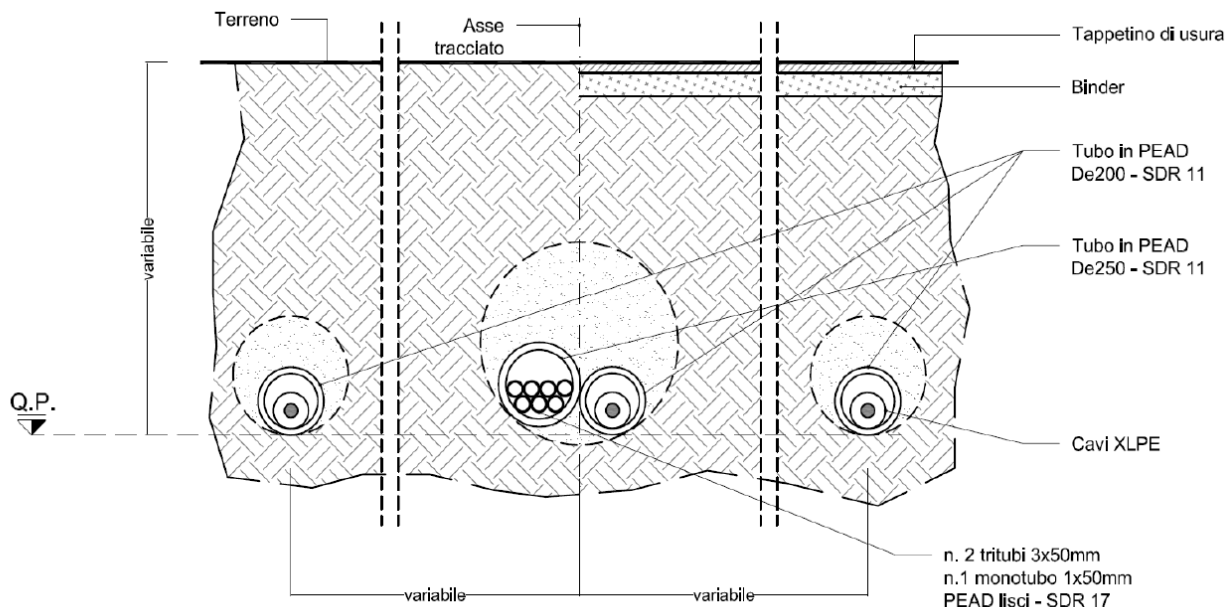


**NOTA:** le tubazioni rappresentate in figura sono utilizzabili per cavi con diametro esterno fino a 120 mm. Per cavi AT con diametro superiore si dovranno impiegare tubazioni PEAD con diametro esterno 225 mm (idonea a contenere cavi con diametro esterno fino a 135 mm) o 250 mm (idonea a contenere cavi con diametro esterno fino a 150 mm).

Il valore del rapporto dimensionale normalizzato SDR dei tubi deve essere confermato, o eventualmente modificato, all'atto della progettazione della TOC in relazione alle caratteristiche della stessa.

Elaborato		Verificato		Approvato
SSD-SVP		SSD-SVP		SSD-SVP
IRP-PRAC		IRP-PRAC		IRP-PRAC

**T2 – Posa in TOC – Tubazioni in fori dedicati**



**NOTA:** le tubazioni rappresentate in figura sono utilizzabili per cavi con diametro esterno fino a 120 mm. Per cavi AT con diametro superiore si dovranno impiegare tubazioni PEAD con diametro esterno 225 mm (idonea a contenere cavi con diametro esterno fino a 135 mm) o 250 mm (idonea a contenere cavi con diametro esterno fino a 150 mm).

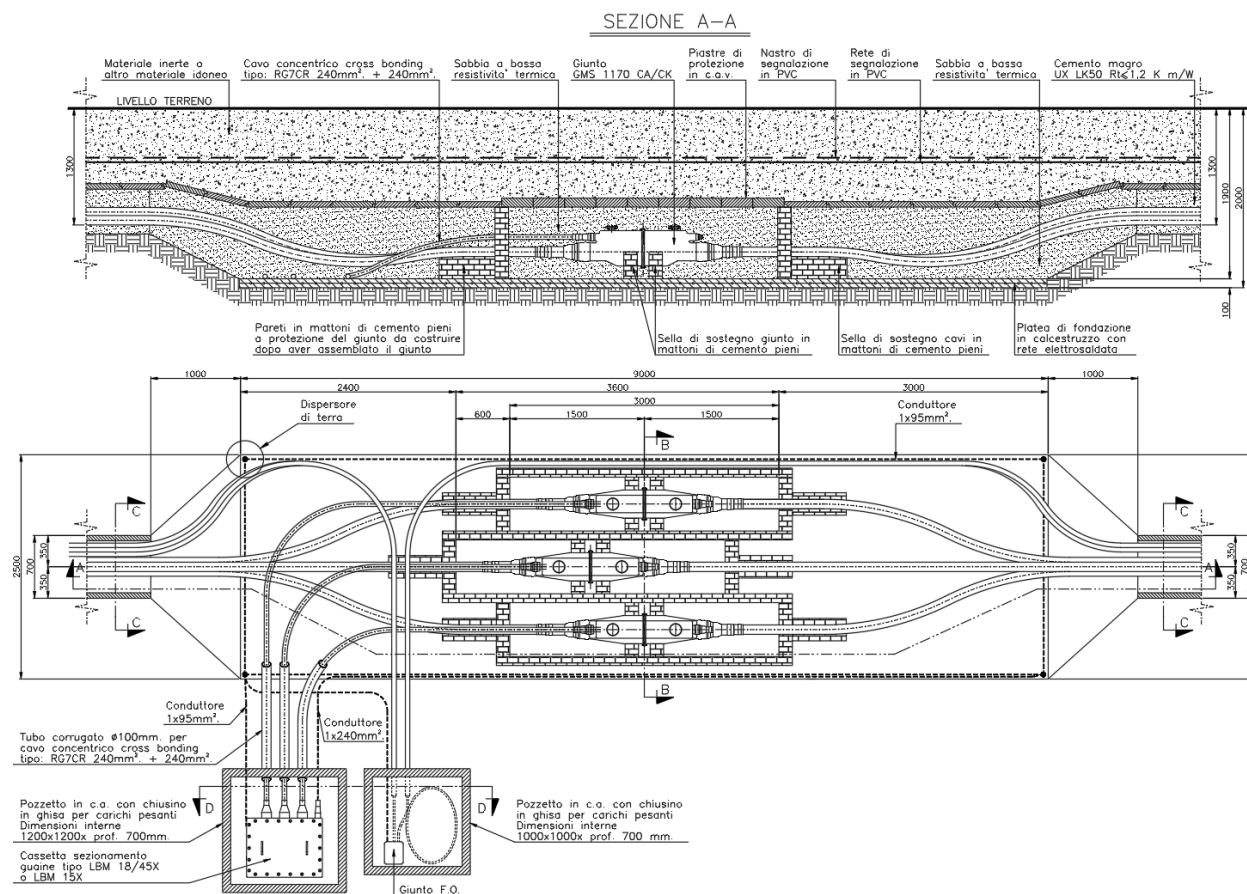
Il valore del rapporto dimensionale normalizzato SDR dei tubi deve essere confermato, o eventualmente modificato, all'atto della progettazione della TOC in relazione alle caratteristiche della stessa.

Elaborato		Verificato		Approvato
SSD-SVP		SSD-SVP		SSD-SVP
IRP-PRAC		IRP-PRAC		IRP-PRAC



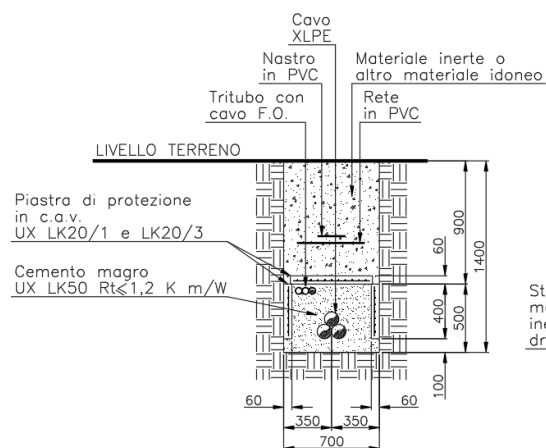
## BUCHE GIUNTI

### BG1 - Buca Giunti cavo 170 kV e 245 kV con giunti allineati

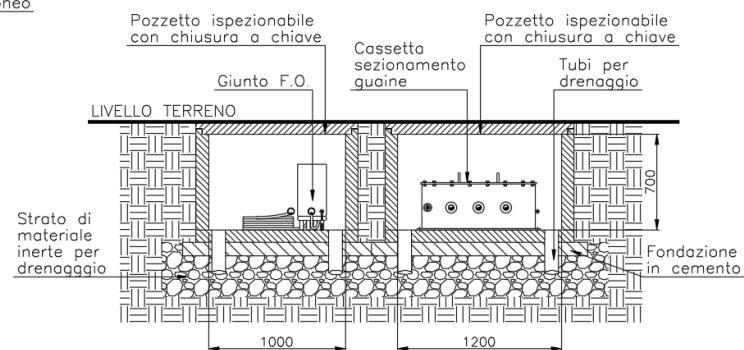


Elaborato	Verificato	Approvato
SSD-SVP IRP-PRAC	SSD-SVP IRP-PRAC	SSD-SVP IRP-PRAC

SEZIONE C-C



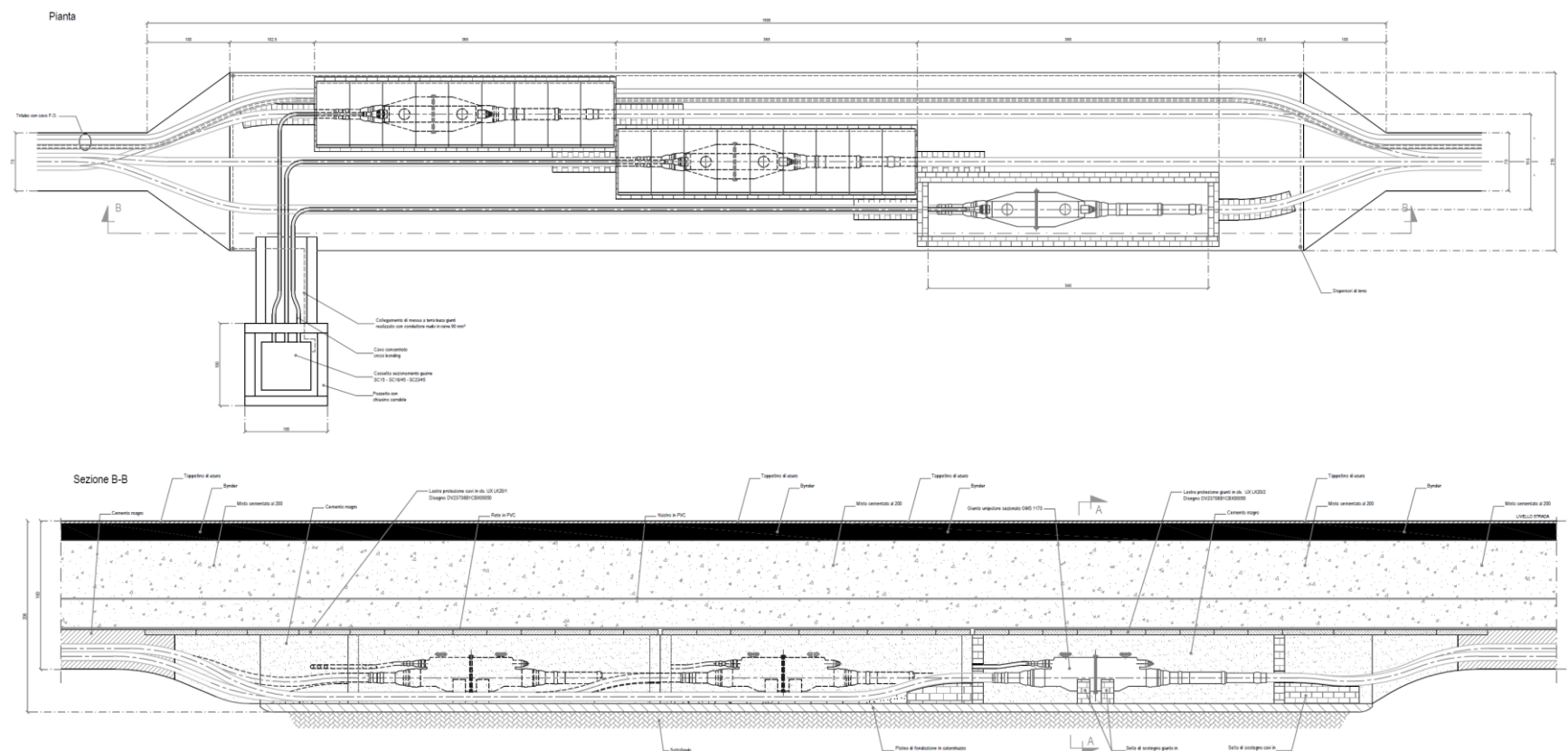
SEZIONE D-D



Elaborato		Verificato		Approvato
SSD-SVP		SSD-SVP		<b>SSD-SVP</b>
IRP-PRAC		IRP-PRAC		<b>IRP-PRAC</b>

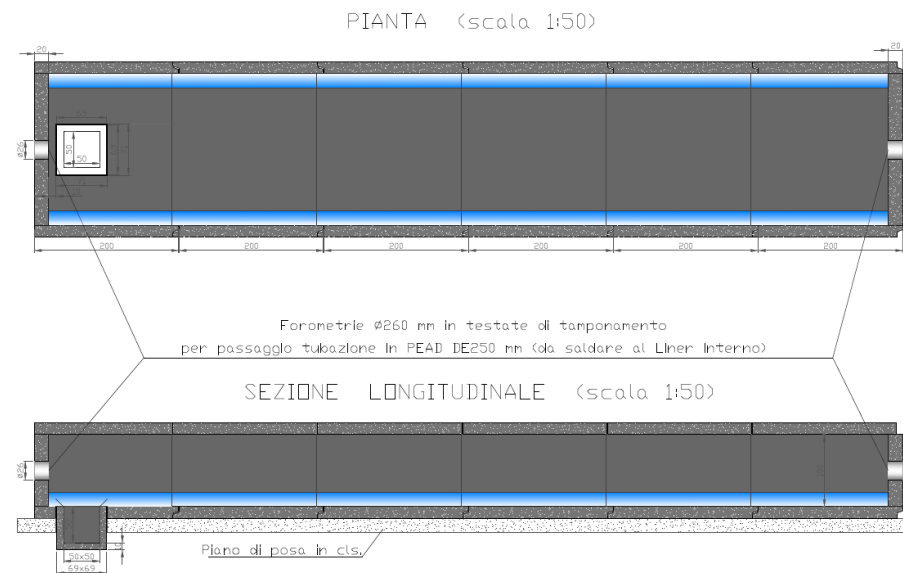
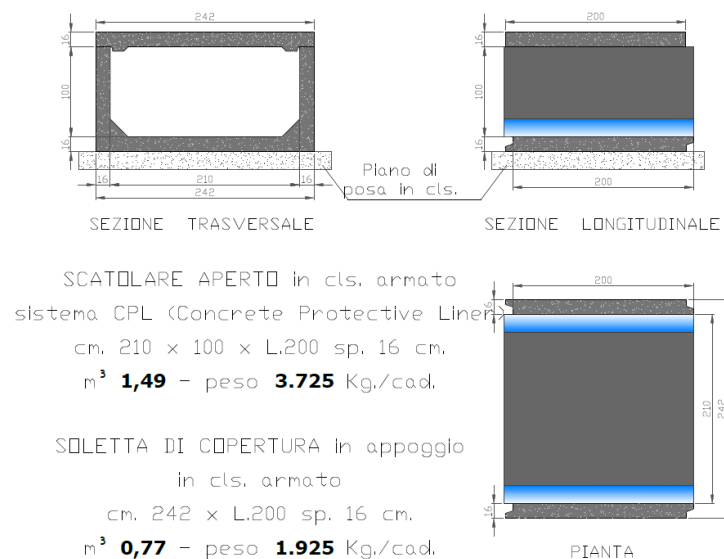


**BG2 – Buca Giunti allungata cavo 170 kV e 245 kV**



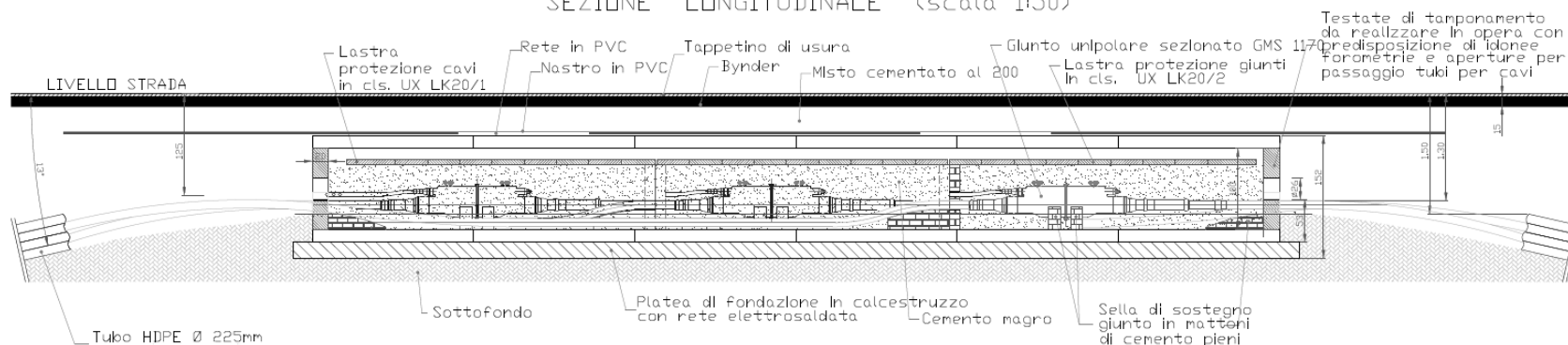
Elaborato		Verificato		Approvato
SSD-SVP		SSD-SVP		SSD-SVP
IRP-PRAC		IRP-PRAC		IRP-PRAC

**BG3 – Buca Giunti con elementi prefabbricati cavo 170 kV e 245 kV**



Elaborato		Verificato		Approvato
SSD-SVP		SSD-SVP		<b>SSD-SVP</b>
IRP-PRAC		IRP-PRAC		<b>IRP-PRAC</b>

SEZIONE LONGITUDINALE (scala 1:50)



Elaborato		Verificato		Approvato
SSD-SVP IRP-PRAC		SSD-SVP IRP-PRAC		<b>SSD-SVP IRP-PRAC</b>

**PRESCRIZIONI PER LA COSTRUZIONE ED IL  
COLLAUDO DELLE SCATOLE DI GIUNZIONE PER FUNI  
DI GUARDIA OTTICHE E CAVI OTTICI DIELETTRICI  
IMPIEGATI SU LINEE A.T.**

**Storia delle revisioni**

Rev. 00	del 08/10/2007	Modifiche redazionali. Sostituisce la TINLPUC0003922 del 07/07/1997.
Rev. 01	del 28/02/2008	Ridotto il raggio minimo di curvatura della fibra ottica.

Elaborato		Verificato		Approvato
G. Lavecchia ING-ILC		A. Posati ING-ILC-COL		R. Rendina ING-ILC

m05IO001SQ-r00

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna SpA e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna SpA.

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>GENERALITÀ .....</b>	<b>3</b>
1.1	Scopo delle prescrizioni.....	3
1.2	Campo di applicazione.....	3
1.3	Norme e documenti di riferimento.....	3
<b>2</b>	<b>CARATTERISTICHE FUNZIONALI E COSTRUTTIVE.....</b>	<b>4</b>
2.1	Caratteristiche funzionali .....	4
2.2	Caratteristiche costruttive .....	5
2.3	Giunti ottici e loro posizionamento.....	5
2.4	Posizionamento e fissaggio della scatola di giunzione.....	6
2.5	Marcatura.....	6
<b>3</b>	<b>COLLAUDO .....</b>	<b>7</b>
3.1	Elenco delle prove .....	7
3.2	Configurazione per verifiche ottiche.....	7
3.2.1	<i>Verifiche ottiche</i> .....	8
3.3	Descrizione delle prove .....	9
3.4	Prove di tipo.....	14
3.4.1	<i>Documentazione tecnica</i> .....	14
3.4.2	<i>Esecuzione delle prove</i> .....	15
3.5	Prove di accettazione .....	15
3.6	Ripetizione delle prove di tipo.....	15

# 1 GENERALITÀ

## 1.1 Scopo delle prescrizioni

Lo scopo delle presenti prescrizioni è quello di stabilire:

- le modalità generali di giunzione delle fibre ottiche
- e caratteristiche funzionali e costruttive delle scatole di giunzione e le relative modalità di collaudo.

## 1.2 Campo di applicazione

Le presenti prescrizioni si riferiscono alle scatole di giunzione per fibre ottiche per installazione su sostegni di linee elettriche aeree.

## 1.3 Norme e documenti di riferimento

- Norma Tecnica CEI EN 60068-2-75:1998-09; ed. Prima – “Prove ambientali. Parte 2: Prova Eh: Prove con martello”;
- Norma Tecnica CEI EN 60708:2006-05; ed. Prima – “Cavi bassa frequenza con isolamento in poliolefina e con guaina in poliolefina quale barriera contro l’umidità”;
- Norma Tecnica CEI 7-6:1997-04; ed. Terza - “Norme per il controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso destinati a linee e impianti elettrici”;
- Unificazione TERNALC3906 - “Prescrizioni per lo stendimento della fune di guardia con fibre ottiche e l’impiego dei relativi accessori”;
- Unificazione TERNALC3907 - “Prescrizioni per la costruzione ed il collaudo delle corde di guardia con fibre ottiche”;
- Unificazione TERNAM830 - “Prescrizioni per la costruzione ed il collaudo delle sfere di segnalazione per linee elettriche A.T.”;
- Unificazione TERNAM500 - “Modalità di recupero ed esecuzione dei giunti della fune di guardia con fibre ottiche”;
- Unificazione TERNAC3921 - “Prescrizione per il collaudo dei cavi ottici dielettrici tamponati per posa su fune di guardia”;
- Unificazione TERNALC59 - “Corda di guardia con 48 fibre ottiche Ø 11,5 mm”;
- Unificazione TERNALC60 - “Corda di guardia con 48 fibre ottiche Ø 17,9 mm”.

## 2 CARATTERISTICHE FUNZIONALI E COSTRUTTIVE

### 2.1 Caratteristiche funzionali

Le scatole di giunzione debbono proteggere e garantire l'integrità delle fibre e dei giunti ottici posti all'interno delle stesse.

A tale scopo le scatole debbono possedere requisiti che:

- assicurino la continuità nel tempo delle caratteristiche meccaniche, fisiche e chimiche dei materiali contenuti;
- garantiscano la stabilità dei punti di fissaggio di ingresso e di uscita delle funi ottiche e dei cavi ottici dielettrici;
- garantiscano la resistenza meccanica della scatola e del suo contenuto alle sollecitazioni indotte dagli agenti climatici;
- garantiscano la resistenza meccanica alle sollecitazioni indotte da atti vandalici quali lancio di sassi, colpi di bastone, ecc.;
- garantiscano l'impermeabilità, l'integrità della tenuta e delle condizioni di accesso nel tempo anche in presenza di un alto tasso di umidità e di inquinazione industriale;
- garantiscano la possibilità di esecuzione delle operazioni di giunzione a terra ed il conseguente innalzamento della scatola al punto di ancoraggio.

Le scatole debbono essere atte ad accettare, in ingresso un minimo di 3 funi e/o cavi ottici anche di tipo, dimensioni e strutture differenti fra loro.

La minima potenzialità di giunzioni effettuabili deve essere di 48 ( 48 + 48 fibre ottiche).

L'accesso all'interno della scatola deve garantire facilità di operatività per il fissaggio delle extralunghezze di fibra e di posizionamento dei giunti ottici.

Sono individuabili due tipologie di scatola di giunzione, sostanzialmente identiche, in funzione dell'applicazione a cui vengono dedicate e precisamente:

- scatola di giunzione di tipo L (linea)
- scatola di giunzione di tipo E (estremità)

Le scatole di giunzione di tipo L debbono consentire, lungo la linea, la realizzazione delle giunzioni delle fibre contenute nelle seguenti tipologie di funi di guardia ottiche o di cavi ottici dielettrici:

- due pezzature successive con potenzialità 24 fibre ottiche;
- due pezzature successive con potenzialità 48 fibre ottiche;
- una pezzatura con potenzialità 48 fibre ottiche a due pezzature con potenzialità 24 fibre ottiche;

Le scatole di giunzione di tipo E debbono consentire la realizzazione delle giunzioni delle fibre contenute nel cavo ottico dielettrico di collegamento agli apparati terminali e le funi di guardia ottiche o cavi ottici associati all'elettrodotto secondo le seguenti tipologie:

- una fune/cavo di potenzialità 24 fibre ottiche con un cavo ottico dielettrico con potenzialità 24 fibre ottiche;
- una fune/cavo di potenzialità 48 fibre ottiche con un cavo ottico dielettrico con potenzialità 48 fibre ottiche;
- due funi/cavi di potenzialità 24 fibre ottiche con un cavo ottico dielettrico con potenzialità 48 fibre ottiche;

La scatola di giunzione di tipo E deve inoltre consentire, quando espressamente richiesto, la realizzazione di collegamenti ottici isolati, come descritto nel documento Unificazione TERNA LC3906.

## **2.2 Caratteristiche costruttive**

La scatola di giunzione può essere costituita da un unico corpo realizzato in materiale metallico, oppure da un corpo in materiale plastico racchiuso in un contenitore metallico

Le caratteristiche funzionali indicate al punto 2.1 possono essere singolarmente svolte dai componenti separati il cui assemblaggio garantisca comunque lo svolgimento delle funzioni indicate.

Il corpo contenente i giunti e le ricchezze di fibra deve essere a tenuta stagna.

I componenti la scatola di giunzione devono essere resistenti o resi resistenti alla corrosione.

Nel caso di utilizzo di materiali ferrosi essi devono essere zincati a caldo. La zincatura deve essere conforme alla norma CEI 7-6.

Ogni scatola di giunzione deve essere dotata di:

- staffe di fissaggio;
- ancoraggi della fune e/o cavi ottici alla scatola;
- pressacavi;
- eventuale isolatore passante (collegamento terminale in stazione )
- piastre modulari di giunzione con potenzialità di alloggiamento di 6 o 12 giunti e che consentano di raccogliere la ricchezza di fibra ottica necessaria all'operazione di giunzione;
- protezione dall'irradiazione solare in acciaio inossidabile o in lamierino di acciaio zincato a caldo di spessore  $\geq 2$  mm.

Il peso massimo della scatola di giunzione deve essere contenuto in 30 kg e le dimensioni massime di ingombro debbono essere contenute entro i seguenti limiti: 800x400x300 mm.

## **2.3 Giunti ottici e loro posizionamento**

L'organizzazione ed il posizionamento dei giunti deve avvenire su appositi supporti o tessere. Le fibre, nei percorsi entro la scatola, devono essere protette da apposito tubetto fino all'ingresso nella relativa tessera dove il tubetto viene ancorato.



Ogni giunto, dopo la sua realizzazione, deve essere singolarmente fissato nella apposita sella di supporto ricavata nella tessera.

Il raggio di curvatura minimo della fibra, ammesso all'interno della scatola, è di 30 mm.

Devono essere giuntate fra loro le fibre aventi lo stesso codice di riconoscimento (tubetto o cava e colore); nel caso della giunzione fra fibre provenienti da funi e cavi ottici con differenti raggruppamenti di fibre l'installatore fornirà la tabella di giunzione fra le fibre di tutte le tratte costituenti una sezione di collegamento.

Le giunzioni di tipo a fusione, devono essere effettuate con giuntatrici ad allineamento automatico del profilo delle fibre (PAS), in grado di fornire una stima del valore di attenuazione del giunto effettuato.

A giunto eseguito la zona di fibra nuda necessaria alla operazione di giunzione deve essere protetta in modo idoneo a garantire il ripristino delle caratteristiche meccaniche delle fibre impiegate; tale protezione deve essere attuata con il ripristino dell'acrilicato di protezione primaria delle fibre o con l'utilizzo di tubetti termorestringenti.

## 2.4 Posizionamento e fissaggio della scatola di giunzione

Le scatole di giunzione debbono essere fissate al sostegno della linea senza effettuare fori, saldature o modifiche allo stesso.

L'altezza dal suolo della scatola di giunzione, dopo il fissaggio, deve essere ad un livello tale che la parte più prossima al terreno delle funi ottiche o cavi sia ad una altezza dal suolo > 5 metri.

Il montaggio della scatola dovrà essere eseguito in modo che l'apertura della stessa risulti in posizione verticale e gli ingressi delle funi o cavi sia collocato sulla parete inferiore.

Le modalità di collocazione della scatola di giunzione sul sostegno sono riportate nella tabella TERNA M500. La scatola deve poter essere equipaggiata sia con staffe che ne consentano il montaggio su un montante del sostegno e sia con staffe che ne consentano il montaggio sul piano di ispezione nel caso di elettrodotti a 380 kV.

## 2.5 Marcatura

Ciascuna scatola deve riportare la seguente stampigliatura:

**XXXXXX - GIUNTO OTTICO - YY GIUNTI - NN INGRESSI - TERNA - (ANNO)**

dove X indica il marchio od il nome del costruttore, Y la potenzialità di giunzione, N il numero di funi e/o cavi dielettrici attestabili nella scatola.

Devono inoltre essere chiaramente identificati gli ingressi e i pressacavi in funzione della fune o cavo che devono ospitare.

## 3 COLLAUDO

### 3.1 Elenco delle prove

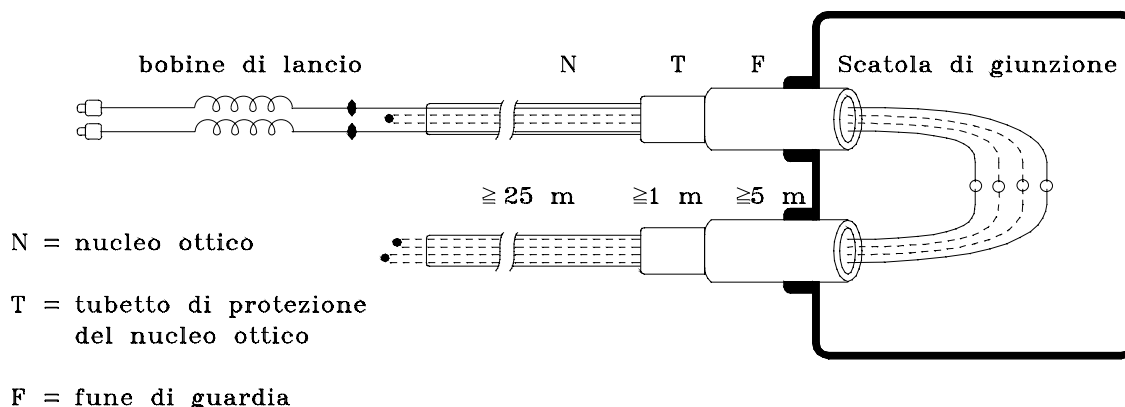
- A) Esame a vista
- B) Verifica dimensionale e della massa
- C) Verifica dei materiali
- D) Prova di fatica alle vibrazioni mediante scansione
- E) Prova di resistenza all'invecchiamento climatico accelerato
- F) Prova di tenuta allo scorrimento
- G) Prova di impatto
- H) Verifica della resistenza meccanica dei sistemi di fissaggio
- I) Verifica della zincatura

Per la realizzazione delle prove la scatola deve essere montata su un supporto ausiliario di prova che rispetti le identiche condizioni di montaggio sul sostegno di linea. All'interno debbono essere eseguite le saldature delle fibre ottiche; le giunzioni e l'extralunghezza di fibra debbono essere fissate alla scatola nelle stesse condizioni d'installazione previste in esercizio.

### 3.2 Configurazione per verifiche ottiche

La configurazione ottica di prova prevede che tutte le fibre di tutte le funi o cavi siano giuntate fra loro per realizzare un unico circuito alle cui estremità sono giuntate due bobine di fibra ottica di lancio, in modo da consentire misure di attenuazione con metodo riflettometrico con le modalità espresse nell'Appendice A del documento LC3907.

La preparazione delle funi per la realizzazione del circuito di prova prevede normalmente che le stesse fuoriescano integre per almeno 5 m dalla scatola, proseguendo con almeno altri 25 m di nucleo ottico, come schematicamente indicato nella figura seguente; nel caso di prove che coinvolgano i cavi ottici dielettrici questi dovranno fuoriuscire integri per almeno 30 metri.



Configurazione di prova

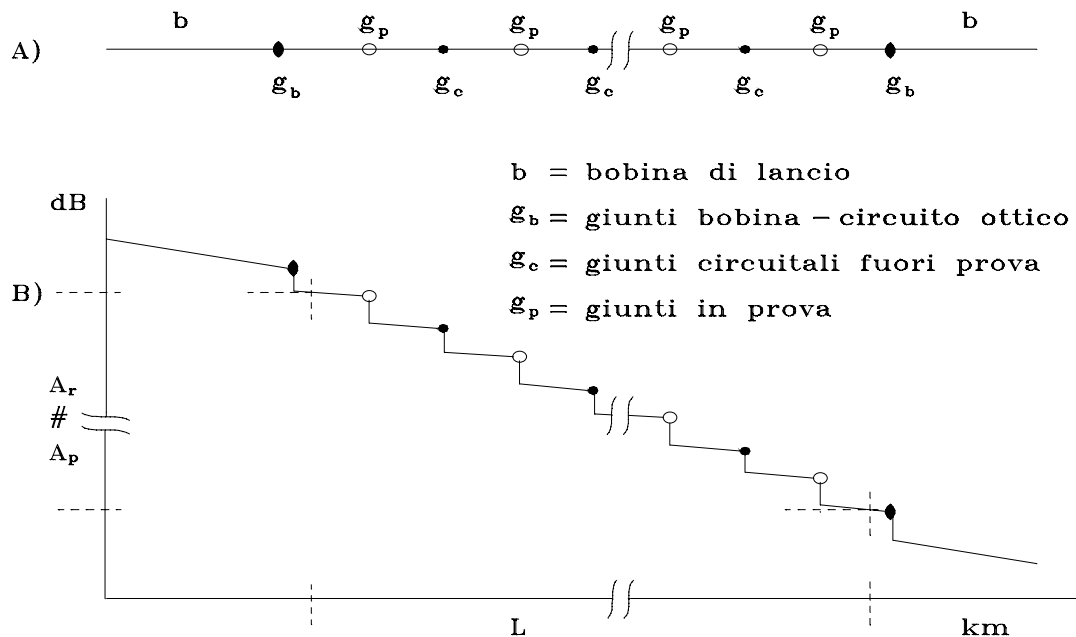
Durante l'esecuzione delle prove deve essere posta particolare cura affinché le sollecitazioni applicate alla scatola di giunzione non vengano trasferite ai 25 m di nucleo ottico (ovvero 30 m di cavo ottico) ed alle giunzioni esterne alla scatola stessa, essendo questi componenti non coinvolti nelle prove ma solamente necessari alla realizzazione del circuito ottico di misura.

Le condizioni ambientali di riferimento per l'esecuzione di tutte le prove sono:

- Temperatura  $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$
- Umidità  $40\% \div 70\%$
- Pressione  $860\text{ mbar} \div 1060\text{ mbar}$

### 3.2.1 Verifiche ottiche

Precedentemente all'esecuzione di ciascuna delle prove di tipo, alle condizioni ambientali di riferimento ed in condizioni di assenza di sollecitazioni sulla scatola, debbono essere eseguite, alla lunghezza d'onda di 1550 nm e nei due sensi di propagazione, le misure di attenuazione del loop ottico precedentemente descritto, escludendo dalla misura le fibre ottiche delle due bobine di lancio e i relativi giunti; nella figura seguente sono schematicamente illustrate le giunzioni per la realizzazione del circuito ottico di prova e la modalità di rilevazione del valore di attenuazione dello stesso.



A) circuito ottico    B) modalità di rilevazione di  $A_r \# A_p$

I valori mediati sulle due misure costituiscono il valore di attenuazione di riferimento, che dovrà rispettare la seguente relazione:

$$A_r \leq (n \times \alpha_g) + (L \times \alpha_f) \quad (\text{dB})$$

dove:

$n$  = numero delle giunzioni, escluse le giunzioni delle bobine di lancio

$L$  = lunghezza del loop ottico, escluse la lunghezza delle bobine di lancio, espressa in km

$\alpha_g$  = valore medio di attenuazione di giunzione (C3907)

$\alpha_f$  = attenuazione al km delle fibre previste per la realizzazione dei collegamenti trasmissivi (C3907).

Durante l'esecuzione delle prove viene eseguita, con lo stesso metodo, la misura di attenuazione, il cui valore,  $A_p$ , viene confrontato con  $A_r$  per determinare la conformità del risultato di prova.

Eventuali variazioni fra  $A_r$  ed  $A_p$  saranno imputate solamente alle giunzioni contenute nella scatola; conseguentemente, indicata tale variazione con  $\Delta A = A_r - A_p$ , essa sarà conforme alle prescrizioni quando rispetterà la seguente relazione:

$$\Delta A \leq (m \times \Delta \alpha_g) + P \quad (\text{dB})$$

dove:

$m$  = numero delle giunzioni contenute nella scatola.

$\Delta \alpha_g$  = eventuale scostamento ammesso dal valor medio di giunzione (dB).

$P$  = precisione di misura richiesta (C3907 Appendice B), pari a  $\pm 0,02$  dB.

Per ciascuna delle successive prove di tipo vengono indicate le eventuali variazioni di  $\Delta \alpha_g$  (e quindi di  $\Delta A$ ) tollerate durante od al termine delle prove stesse.

### 3.3 Descrizione delle prove

#### A) Esame a vista

Dovrà essere verificato che la scatola sia esente da difetti rilevabili ad occhio nudo e che sia completa delle marcature, chiaramente leggibili, previste al punto 2.5.

Si deve rilevare che non siano presenti bave o irregolarità superficiali in particolar modo sulle superfici interne dei pressacavi.

Essa deve essere completa di tutti gli accessori (tessere, sistemi di fissaggio delle fibre, pressacavi, staffe di fissaggio ai sostegni, protezione dall'irraggiamento solare ecc.). I pressacavi e gli ingressi delle funi o cavi ottici devono essere dimensionati per lo specifico utilizzo in impianto.

#### B) Verifica dimensionale e della massa

La verifica dimensionale consiste nel controllare che siano rispettate le prescrizioni geometriche esplicitate nei disegni del Costruttore forniti da TERNA.

Dovrà essere verificato che la massa della scatola corrisponda a quella dichiarata dal Costruttore nei disegni forniti da TERNA.

#### C) Verifica dei materiali

I materiali costituenti la scatola di giunzione devono essere conformi a quanto riportato nei disegni costruttivi forniti da TERNA con la documentazione tecnica esplicitata al punto 3.4.1.

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

Resta facoltà di TERNA richiedere controlli chimico-fisici dei materiali impiegati.

#### D) Prova di fatica alle vibrazioni mediante scansione

La scatola deve essere montata su un supporto rigido, simulante l'installazione di impianto, mediante gli attacchi previsti. Successivamente devono essere montate le funi o i cavi ottici dielettrici secondo le modalità previste dal Costruttore per il montaggio in impianto.

Il supporto della scatola deve essere quindi installato, mediante opportuna interfaccia, su un tavolo vibrante che viene utilizzato per applicare al complesso vibrazioni sinusoidali monoassiali lungo i tre assi principali della scatola, in successione (non è consentito ruotare la scatola rispetto al normale asse di installazione); le funi o i cavi ottici dielettrici, all'uscita dal sistema di aggancio, devono poter descrivere una traiettoria avente un raggio di curvatura maggiore di 0,6 m e non devono subire interferenze fino al punto di fissaggio realizzato tramite una opportuna zavorra posta ad una distanza minima di 1m dal tavolo vibrante.

Prima, durante e dopo la prova si devono effettuare le misure di attenuazione ottica e l'analisi in frequenza della potenza ottica ricevuta nella banda di frequenza 0 ÷ 300 Hz.

Il livello di sollecitazione da applicare è il seguente:

Frequenza	10÷150	Hz	
Spostamento di picco	0,15	mm	da 10 a 57 Hz
Accelerazione di picco	20	m/s <sup>2</sup>	da 57 a 150 Hz
Velocità di scansione	1	ottava/min	
Durata per asse	10	scansioni	(1h 15min)

La prova è superata se:

- non si notano rotture o deformazioni strutturali;
- la variazione del valor medio di attenuazione di giunzione è  $\Delta\alpha_g \leq 0,02$  dB e quindi la variazione del valore di attenuazione finale, riferito a quello rilevato prima della prova, risulta  $\Delta A \leq (m \times 0,02) \pm 0,02$  (dB);
- non si nota alcuna componente spettrale nella banda di frequenza 0 ÷ 300 Hz;
- non vi è spostamento alcuno della posizione di ancoraggio delle extralunghezze di fibra contenute nella scatola;
- non vi è allentamento alcuno delle viti e le coppie di serraggio residue dei dadi non risultino inferiori al 50% di quelle iniziali.

#### **E) Prova di resistenza all'invecchiamento climatico accelerato**

Deve essere preparata una scatola completa di funi ottiche o cavi ottici dielettrici installate secondo le modalità indicate dal Costruttore e in modo tale che sia consentita la misura di attenuazione e il posizionamento in camera climatica ( ved. 3.2 e 3.2.1).

La prova deve essere effettuata come prescritto nella tabella TERNA M830 Appendice B "Prova di resistenza all'invecchiamento climatico accelerato".

Allo scopo di agevolare lo spostamento della scatola dall'interno della camera climatica al contenitore del bagno acido è consentito, se necessario, modificare la configurazione di prova in modo che le parti integre di fune di guardia siano ridotte a

1.5 m rendendo più gestibili i 30 m di "coda ottica" e non coinvolgendo negli spostamenti le giunzioni circuitali fuori prova.

E' inoltre consentito che l'asse di posa sia diverso da quello di installazione in esercizio.

All'interno del contenitore dei giunti ottici, viene applicato un opportuno gel idrosensibile, con deciso viraggio del colore per umidità relativa > 85%.

Le modalità di prova sono indicate qui di seguito in funzione del materiale con cui è costituito il corpo stesso della scatola di giunzione.

#### E1- Corpo in materiale plastico

Il singolo corpo deve essere sottoposto a verifica mediante l'esecuzione delle prove indicate nelle Fasi A,B,C,D,E previste nella citata Appendice B.

#### E2- Corpo in materiale metallico

Il singolo corpo deve essere sottoposto a verifica mediante l'esecuzione delle prove indicate nelle Fasi D ed E previste nella citata Appendice B.

Relativamente alla procedura di esecuzione della prova denominata Fase D nell'Appendice citata ( "immersione in bagno acido"), la quota della sommità della scatola di giunzione deve essere almeno 1 m sotto il livello della soluzione.

Relativamente alla procedura di esecuzione della prova denominata Fase E nell'Appendice citata ("cicli termici consecutivi"), tale procedura viene modificata come segue:

- numero di cicli 4
- permanenza a +80 °C e a -30 °C 2 ore

Ad operazione di giunzione avvenuta devono essere eseguite le misure ottiche di attenuazione come riferimento di inizio prova (ved. 3.2.1).

Le misure di attenuazione devono essere successivamente ripetute:

- al termine della Fase D
- ad ogni gradino di ciascun ciclo di temperatura previsto nella Fase E
- al termine della prova, dopo un periodo di post-condizionamento di almeno 4 ore alle normali condizioni ambientali previste al paragrafo 3.2

La prova si ritiene superata se:

- la variazione dei valori di attenuazione rilevati al termine della Fase D, rispetto a quelli di riferimento, risulta  $\Delta A \leq 0,02$  dB.
- durante la Fase E in ciascun ciclo "+80 °C ÷ -30 °C" la variazione del valor medio di attenuazione di giunzione ( $\Delta\alpha_g$ ) risulta:  
$$\Delta\alpha_g \leq 0,02 \text{ dB e quindi } \Delta A \leq (m \times 0,02) \pm 0,02 \quad (\text{dB})$$
- durante la Fase E entro i 4 cicli di temperatura "+80 °C ÷ -30 °C", la variazione del valor medio di attenuazione di giunzione ( $\Delta\alpha_g$ ) risulta:  
$$\Delta\alpha_g \leq 0,04 \text{ dB e quindi } \Delta A \leq (m \times 0,04) \pm 0,02 (\text{dB})$$

- la variazione dei valori di attenuazione rilevati al termine della Fase E, successivamente al periodo di post-condizionamento rispetto a quelli di riferimento risulta  $\Delta A \leq 0,02$  dB.
- al termine della prova, ad un esame a vista, si deve accertare:
  - assenza di rotture, disassemblaggi di parti, criccate, erosioni in tutti i componenti della scatola;
  - con riferimento alle superfici esterne, l'assenza di screpolature superficiali, di sensibile variazione del colore, di distacco di aree del trattamento di protezione superficiale e per superfici realizzate in materiali plastici si verifica che non vi siano affioramenti di fibra o di carica. In presenza di tali fenomeni si procede ad un'analisi per accertare che detta alterazione non superi il 10% della superficie totale esposta.
  - assenza di umidità nel contenitore delle giunzioni, mediante controllo di viraggio del colore del gel idrosensibile.
- al termine della prova si deve altresì accertare che non vi sia allentamento alcuno delle viti e che le coppie di serraggio residue dei dadi non risultino inferiori al 50% di quelle iniziali. Per il corpo in materiale plastico (E1), in alternativa alle Fasi A, B e C, ferme restando le modalità delle verifiche ottiche, il Costruttore può scegliere di effettuare tutte le prove previste dalla Norma CEI EN 60708.

#### **F) Prova di tenuta allo scorrimento**

La scatola deve essere montata su un supporto rigido, simulante l'installazione di impianto, mediante gli attacchi previsti. Successivamente devono essere montate le funi ottiche o i cavi dielettrici posizionandoli secondo le modalità indicate dal Costruttore ma con il sistema di bloccaggio serrato in modo lasco.

Ad operazione di giunzione avvenuta devono essere eseguite le misure di attenuazione di riferimento (ved. 3.2.1); successivamente, il sistema di bloccaggio deve essere serrato al valore nominale indicato dal Costruttore e vengono ripetute le misure di attenuazione.

La variazione del valore di attenuazione dopo il serraggio al valore nominale rispetto a quello di riferimento, deve risultare  $\Delta A \leq \pm 0,02$  dB;

La prova prosegue applicando fra il supporto e fune ottica o cavo dielettrico, un carico di trazione in asse alla fune o cavo, gradualmente crescente fino al valore di 100 daN per la fune e di 25 daN per il cavo dielettrico. Tale carico deve essere applicato alla fune o al cavo, per mezzo di una morsa, posta ad una distanza di almeno 1 m dalla scatola, e deve essere mantenuto per almeno un minuto.

Al termine della prova viene rilevato il valore finale di attenuazione.

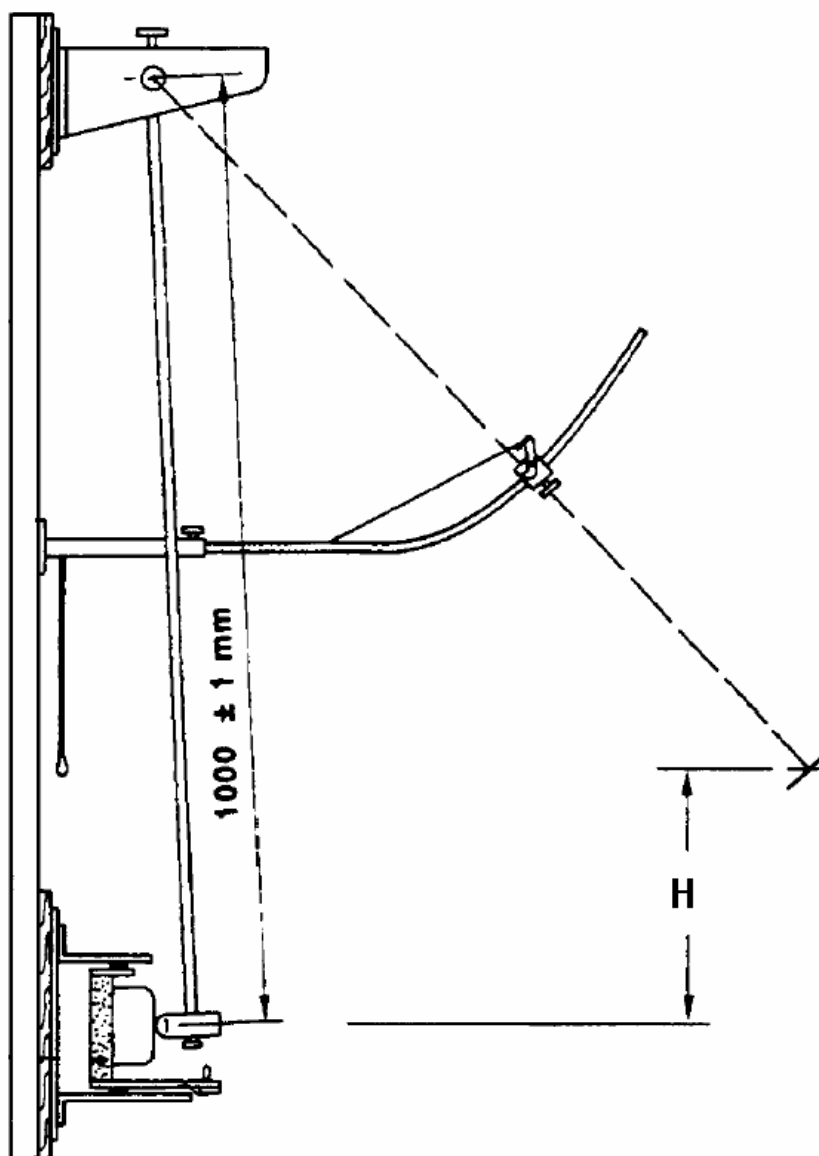
La prova si ritiene superata se:

- non si verificano scorrimenti fra funi/cavi e scatola, né cedimento alcuno;
- la variazione del valore di attenuazione finale, rispetto a quello di riferimento, deve risultare  $\Delta A \leq \pm 0,02$  dB.

#### **G) Prova di impatto**



La scatola di giunzione deve essere posizionata su di un supporto mediante il proprio sistema di fissaggio; devono essere applicati, come specificato nel seguito, dei colpi di impatto per mezzo un pendolo costituito da un braccio di lunghezza  $L=1$  m munito all'estremità libera di un martello da percussione; nella figura seguente è mostrato schematicamente il dispositivo di prova (CEI EN 60068-2-75).



Schematizzazione del dispositivo della prova di impatto

La massa del percussore deve essere di 5 kg e l'altezza  $H$  della caduta verticale di 0,5 m; l'asse della punta del martello deve essere ortogonale al braccio.

La prova consiste nel colpire ortogonalmente, con le modalità indicate i seguenti punti:

- un impatto sul morsetto di bloccaggio di ciascuna fune;
- tre impatti sulla faccia opposta a quella degli ingressi delle funi ottiche;
- tre impatti sulle 4 facce laterali della scatola.



Devono essere effettuate misure di attenuazione, con la modalità indicata, all'inizio ed al termine della prova.

La prova si intende superata se:

- ad un esame visivo non si notano cedimenti della scatola e dei componenti in essa contenuti,
- la variazione del valore di attenuazione finale, rispetto a quello di riferimento, deve risultare  $\Delta A \leq \pm 0,02$  dB.

#### **H) Verifica della resistenza meccanica dei sistemi di serraggio**

La prova deve essere eseguita serrando con le modalità e la configurazione previste in esercizio tutti i dispositivi di serraggio alla coppia definita dal

Costruttore. Si aumenta successivamente la coppia sino a raggiungere un valore pari a 1,5 volte il valore nominale dichiarato dal Costruttore. Dopo aver portato il serraggio a tale valore il collegamento filettato deve mantenere integra la sua efficienza senza alcuna deformazione.

Successivamente, la coppia di serraggio deve essere aumentata fino a raggiungere un valore pari a 2 volte il valore nominale dichiarato dal Costruttore ed a tale valore si deve controllare che non si siano verificate lesioni apprezzabili a vista o rotture.

#### **I) Verifica della zincatura**

Nel caso di elementi componenti il complesso della scatola di giunzione realizzati in acciaio zincato devono essere effettuate le prove previste nelle norme CEI 7-6

I criteri di campionamento ed accettazione sono quelli riportati nelle suddette norme.

### **3.4 Prove di tipo**

#### **3.4.1 Documentazione tecnica**

Il Costruttore deve approntare una documentazione tecnica completa, costituita da quanto è necessario per la completa conoscenza ed identificazione del tipo di scatola di giunzione, degli accessori, delle metodologie di montaggio.

Tale documentazione deve contenere almeno:

- a) la descrizione delle caratteristiche funzionali e costruttive in cui sono riportati i parametri che identificano la scatola, ed tipo di montaggio. Debbono essere, inoltre, allegati i disegni quotati con la descrizione dei vari componenti, i materiali con cui sono realizzati, le istruzioni per l'installazione e l'elenco dell'attrezzatura necessaria per la messa in opera.
- b) una sigla scelta dal Fornitore atta ad individuare completamente il tipo di scatola di giunzione.
- c) un elenco di tutti i documenti, utilizzati per il progetto e la costruzione della scatola di giunzione e degli accessori, classificati con numero, titolo e data, contraddistinto con la sigla del Costruttore sopra menzionata.
- d) i piani di controllo della qualità per la costruzione, i piani di campionamento per il collaudo in fabbrica ed i limiti di accettazione.

### **3.4.2 Esecuzione delle prove**

Le prove di tipo sono tutte quelle elencate nel paragrafo 3.1

Esse devono essere eseguite su campioni scelti, di regola, dalla normale produzione; di norma il numero di campioni da utilizzare per ciascuna prova è 1.

Ciascuna delle prove di tipo elencate può essere eseguita con una nuova scatola di giunzione.

Non è ammesso esito negativo in alcuna prova

Per l'esecuzione delle prove di Tipo il Costruttore deve mettere a disposizione le scatole e gli spezzoni di fune ottica e/o di cavo dielettrico, la cui lunghezza deve essere  $\geq 35$  m.

### **3.5 Prove di accettazione**

Le prove di accettazione sono quelle qui di seguito elencate:

A, B, C, I

Esse vengono individuate facendo riferimento alla corrispondente lettera del paragrafo 3.1

Relativamente alla prova C il Costruttore deve fornire i certificati di origine dei materiali impiegati. Non sono ammessi materiali non rispondenti con quanto riportato nella documentazione tecnica

Relativamente alle prove A, B ed I la verifica é eseguita su un numero di campioni pari al 5% del lotto di fornitura (minimo due campioni).

Qualora si abbia un risultato negativo su due scatole di giunzione, il lotto è da considerare non conforme alle presenti prescrizioni.

Qualora si abbia un risultato negativo su una scatola di giunzione, si scarta la scatola in prova e l'esame viene esteso a tutte le scatole del lotto. Qualora si abbia un ulteriore risultato negativo il lotto è da considerare non conforme alle presenti prescrizioni.

### **3.6 Ripetizione delle prove di tipo**

Resta facoltà di TERNA richiedere in qualsiasi momento, a sue spese, la ripetizione in tutto o in parte delle prove di tipo.

Nel caso di esito negativo di una o più prove TERNA dispone gli accertamenti che ritiene necessari e si riserva di adottare, nei riguardi delle forniture in corso, i provvedimenti più idonei, ivi incluso l'eventuale annullamento delle forniture stesse.

Qualora a seguito dei suddetti accertamenti TERNA disponesse la ripetizione di una o più prove, queste saranno a carico del Costruttore.

## Cartello di segnalazione linea in cavo

### Storia delle revisioni

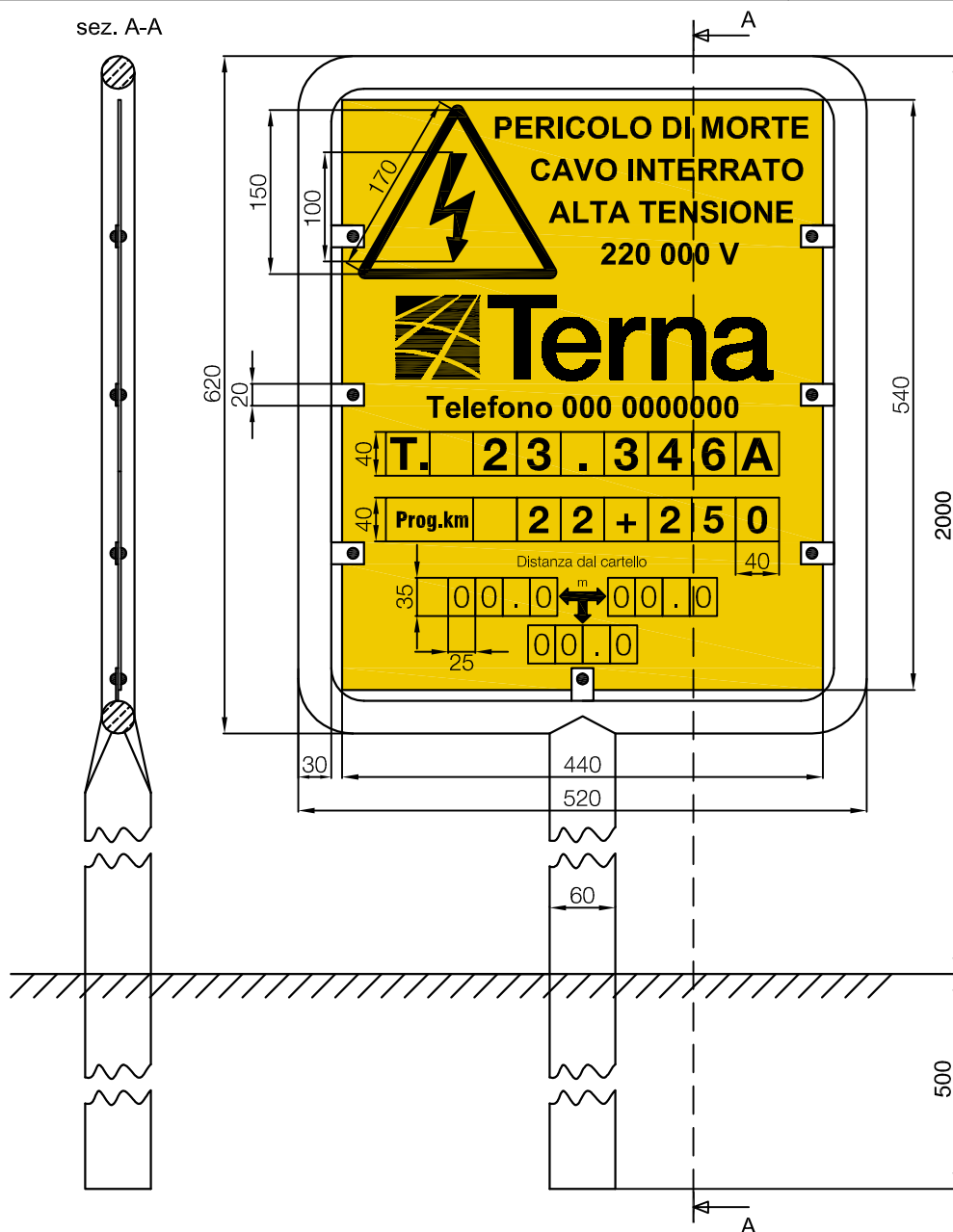
Rev. 00	del 01/09/2008	Prima emissione. Sostituisce la LK10 Rev.00 del 31/07/2007. (Lavecchia-Posati-Rendina)
Rev. 01	del 30/08/2019	Modifica del layout del cartello con inserimento delle distanze dalla base del segnale. Richiesta la conformità alla norma UNI EN 12899-1 e la marcatura CE del segnale. Modifiche editoriali.

**ISC - Uso RISERVATO**

Elaborato		Verificato			Approvato
T. Caizzi ING-TEC-LAC	M. Bocchieri ING-TEC-LAC	F. Romano ING-TEC-LAC			<b>L. Guizzo</b> <b>ING-TEC-LAC</b>

m05IO001SG-r00

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna SpA e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna SpA.



- 1) Materiale cartello: lamiera di alluminio resistente alla corrosione con spessore 25/10 mm, tipo bifacciale.
- 2) Struttura di sostegno: tubolare in acciaio saldato e zincato a caldo con diametri 30 e 60 mm, con spessore minimo 3 mm e linguette 30x20x2 mm per il fissaggio del cartello alla struttura. Tale struttura deve essere realizzata in conformità alla norma UNI EN 12899-1:2008 ed in maniera da impedire la rotazione della stessa nel blocco di fondazione.
- 3) Colorazione cartello: fondo "giallo traffico" RAL 1023 e scritte "nero traffico" RAL 9017 su entrambi i lati;
- 4) Fissaggio del cartello alla struttura di sostegno: mediante rivetti a strappo secondo Norma UNI 9200:1994, di dimensione nominale almeno 4 mm, serie 1, di forma "A", di lunghezza adeguata con corpo di alluminio e mandrino di acciaio.
- 5) Fissaggio del segnale: in terreno vegetale mediante blocco di fondazione delle dimensioni di 50x50x50 cm; in roccia mediante blocco cilindrico del diametro di 30 cm e profondità 50 cm con le superfici del blocco di fondazione leggermente fuori terra e spioventi.
- 6) Posizionamento del segnale: deve essere tale da garantire la visibilità del cartello precedente e successivo, e comunque mai oltre i 100 m di distanza tra due segnali consecutivi a meno di prescrizioni diverse da parte degli enti gestori dell'infrastruttura. Il segnale deve essere posizionato in modo che le facce siano ortogonali all'asse del cavidotto. Nel caso di cavidotti affiancati va installata una segnalazione per ciascun cavidotto, posizionando i segnali in modo affiancati e non alternato, così da evidenziare in modo inequivocabile la presenza del doppio tracciato.
- 7) Prescrizioni per la costruzione ed il collaudo: specifica tecnica Terna S10095.
- 8) Marcatura CE del segnale: secondo norma UNI EN 12899-1:2008.
- 9) Unità di misura: millimetro (mm).

## Cartello di segnalazione linea in cavo AT a basso impatto visivo

### Storia delle revisioni

Rev. 00	del 16/09/2010	Prima emissione (Gallicchio - Lavecchia - Posati - Rebolini).
Rev. 01	del 17/02/2014	Modificato titolo documento, modificato sistema di fissaggio cartello, definiti colori logo e sfondo bianco, modifiche editoriali. (Romano-Guizzo-Lavecchia-Posati-Rebolini)
Rev. 02	del 30/08/2019	Richiesta la conformità alla norma UNI EN 12899-1 e la marcatura CE del segnale. Modifiche editoriali.

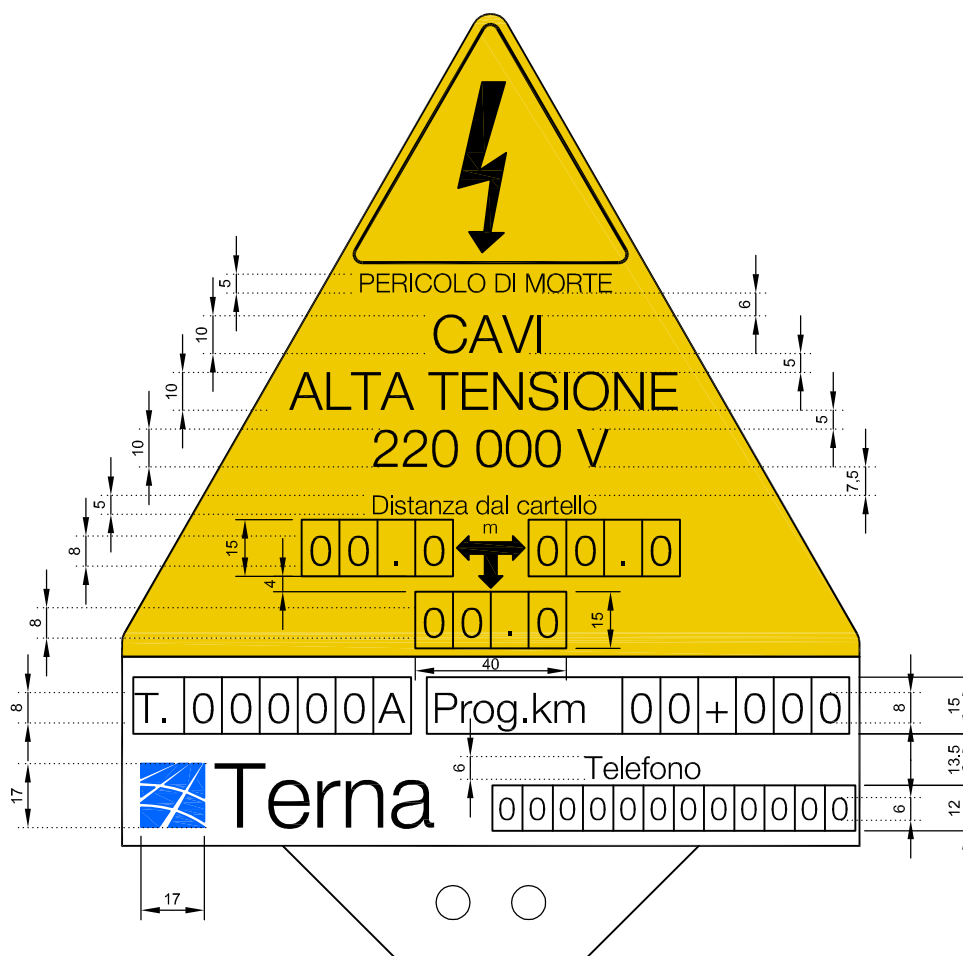
**ISC - Uso RISERVATO**

Elaborato		Verificato		Approvato
T. Caizzi ING-TEC-LAC	M. Bocchieri ING-TEC-LAC	F. Romano ING-TEC-LAC		<b>L. Guizzo</b> <b>ING-TEC-LAC</b>

m05IO001SG-r00

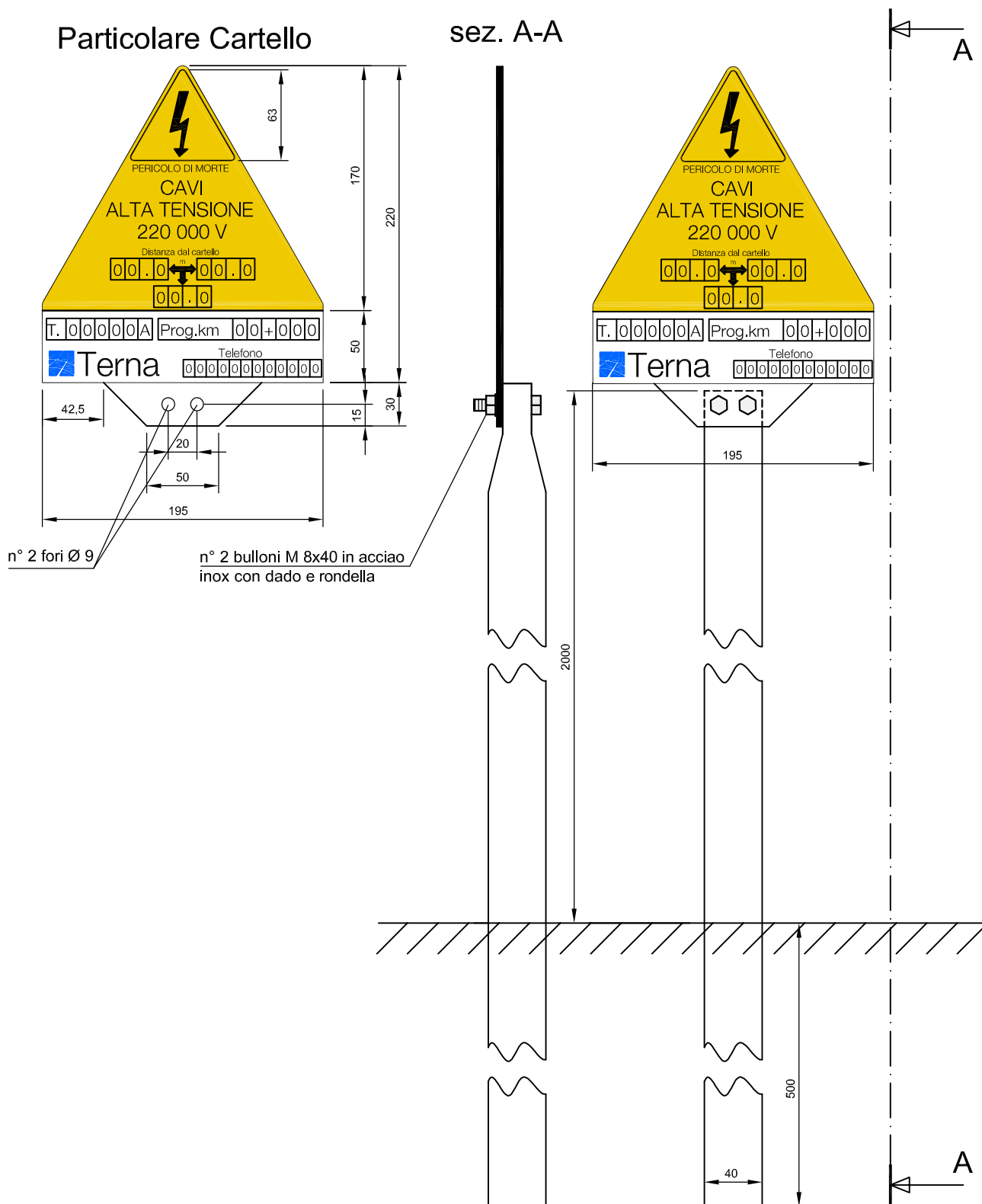
Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna SpA e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna SpA.

## Dimensione e spaziatura caratteri



Il Cartello di segnalazione linea in cavo a basso impatto visivo è da utilizzarsi in alternativa al cartello di cui alla Scheda Tecnica UX LK10 e comunque dietro esplicita richiesta della Direzione Lavori.

- 1) Materiale cartello: lamiera di alluminio resistente alla corrosione con spessore 25/10 mm, tipo bifacciale.
- 2) Struttura di sostegno: tubolare in acciaio zincato a caldo del diametro di 40 mm con spessore minimo 3 mm conforme alla norma UNI EN 12899-1:2008 e realizzato in maniera da impedire la rotazione dello stesso nel blocco di fondazione.
- 3) Colorazione cartello: fondo "giallo traffico" RAL 1023 e scritte "nero traffico" RAL 9017 su entrambi i lati.
- 4) Fissaggio del cartello alla struttura di sostegno: mediante viti M8x40 in acciaio inox AISI 304, dadi M8 UNI 5580 e rondella piana in acciaio inox AISI304.
- 5) Fissaggio del segnale: in terreno vegetale mediante blocco di fondazione delle dimensioni di 30x30x50 cm; in roccia mediante blocco cilindrico del diametro necessario e profondità 50 cm con le superfici del blocco di fondazione leggermente fuori terra e spioventi.
- 6) Posizionamento del segnale: deve essere tale da garantire la visibilità del cartello precedente e successivo, e comunque mai oltre i 50 m di distanza tra due segnali consecutivi a meno di prescrizioni diverse da parte degli enti gestori dell'infrastruttura. Il segnale deve essere posizionato in modo che le facce siano ortogonali all'asse del cavidotto. Nel caso di cavidotti affiancati va installata una segnalazione per ciascun cavidotto, posizionando i segnali in modo affiancato e non alternato, così da evidenziare in modo inequivocabile la presenza del doppio tracciato.
- 7) Prescrizioni per la costruzione ed il collaudo: specifica tecnica Terna S10095.
- 8) Marcatura CE del segnale: secondo norma UNI EN 12899-1:2008.
- 9) Unità di misura: millimetro (mm).



Dimensioni espresse in millimetri

## Cartello di segnalazione linea in cavo AT a basso impatto visivo - versione bilingue

### Storia delle revisioni

Rev. 00	del 30/05/2014	Prima emissione. (Romano-Guizzo-Fedrizzi-Lavecchia-Posati-Bertella-Rebolini)
Rev. 01	del 30/08/2019	Richiesta la conformità alla norma UNI EN 12899-1 e la marcatura CE del segnale. Modifiche editoriali. (Caizzi-Bocchieri-Romano-Guizzo)
Rev. 02	del 24/10/2023	Correzioni ortografiche.

**ISC - Uso RISERVATO**

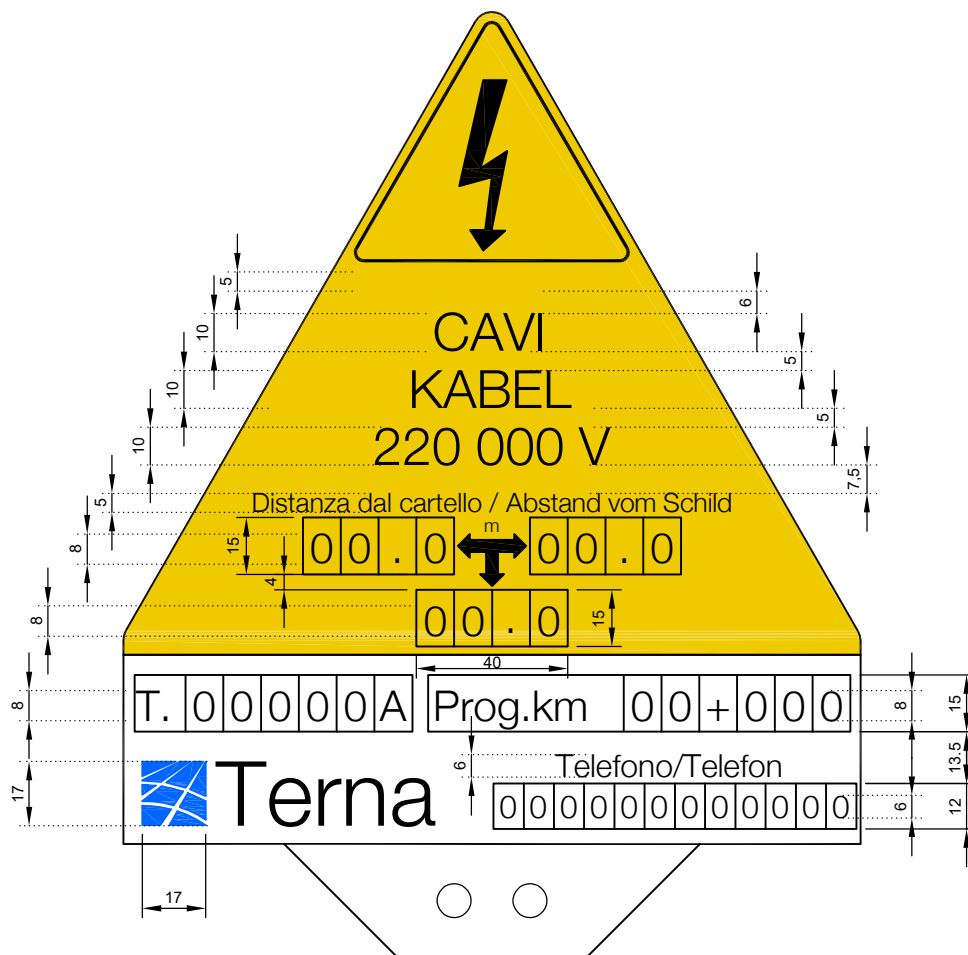
Elaborato	Verificato	Approvato
F. Ricciardi RIT-TEC-LAC-LCAT	L. Garzelli RIT-TEC-LAC-LCAT	<b>L. Guizzo</b> <b>RIT-TEC-LAC-LCAT</b>

m05IO001SG-r00

Questo documento contiene informazioni di proprietà di Terna Rete Italia SpA e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna Rete Italia SpA



## Dimensione e spaziatura caratteri

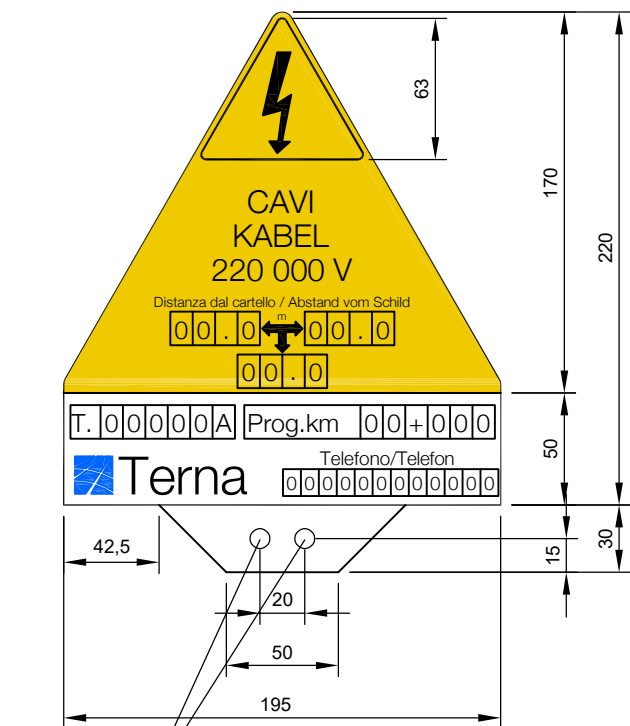


Tale cartello deve essere installato nella provincia di Bolzano ed eventualmente nella provincia di Trento ai sensi dell' art.100-comma 4 del DPR n. 670/1972 "Statuto speciale per il Trentino-Alto Adige" e dell'art.4-commi 1 e 2 del DPR 574/1988 "Norme di attuazione dello statuto speciale per la regione Trentino Alto Adige in materia di uso della lingua tedesca e della lingua ladina nei rapporti dei cittadini con la pubblica amministrazione e nei procedimenti giudiziari".

- 1) Materiale cartello: lamiera di alluminio resistente alla corrosione con spessore 25/10 mm, tipo bifacciale.
- 2) Struttura di sostegno: tubolare in acciaio zincato a caldo del diametro di 40 mm con spessore minimo 3 mm conforme alla norma UNI EN 12899-1:2008 e realizzato in maniera da impedire la rotazione dello stesso nel blocco di fondazione.
- 3) Colorazione cartello: fondo "giallo traffico" RAL 1023 e scritte "nero traffico" RAL 9017 su entrambi i lati.
- 4) Fissaggio del cartello alla struttura di sostegno: mediante viti M8x40 in acciaio inox AISI 304, dadi M8 UNI 5580 e rondella piana in acciaio inox AISI304.
- 5) Fissaggio del segnale: in terreno vegetale mediante blocco di fondazione delle dimensioni di 30x30x50 cm; in roccia mediante blocco cilindrico del diametro necessario e profondità 50 cm con le superfici del blocco di fondazione leggermente fuori terra e spioventi.
- 6) Posizionamento del segnale: deve essere tale da garantire la visibilità del cartello precedente e successivo, e comunque mai oltre i 50 m di distanza tra due segnali consecutivi a meno di prescrizioni diverse da parte degli enti gestori dell'infrastruttura. Il segnale deve essere posizionato in modo che le facce siano ortogonali all'asse del cavidotto. Nel caso di cavidotti affiancati va installata una segnalazione per ciascun cavidotto, posizionando i segnali in modo affiancato e non alternato, così da evidenziare in modo inequivocabile la presenza del doppio tracciato.
- 7) Prescrizioni per la costruzione ed il collaudo: specifica tecnica Terna S10095.
- 8) Marcatura CE del segnale: secondo norma UNI EN 12899-1:2008.
- 9) Unità di misura: millimetro (mm).

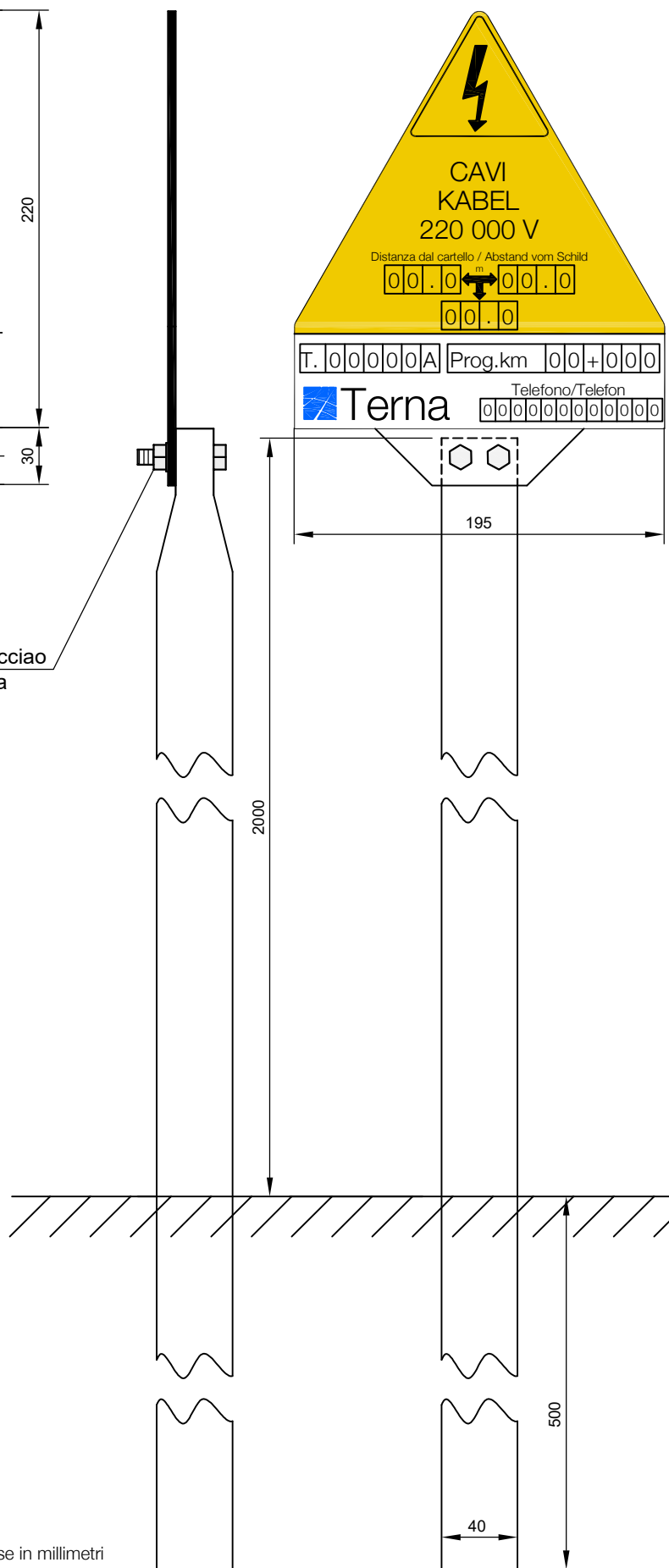
**Particolare Cartello**

**sez. A-A**



n° 2 fori Ø 9

n° 2 bulloni M 8x40 in acciaio  
inox con dado e rondella



Dimensioni espresse in millimetri

# ELEMENTI PREFABBRICATI IN CEMENTO ARMATO PER LA REALIZZAZIONE DELLE BUCHE GIUNTI DEI CAVIDOTTI AT

**Storia delle revisioni**

Rev. 00	del 20/12/2017	Prima emissione. (Romano-Guizzo-Lavecchia)
Rev. 01	del 30/04/2018	Definite dimensioni tipologiche buche giunti. Inserita lunghezza massima degli elementi prefabbricati. Revisione editoriale.

Elaborato		Verificato			Approvato
F. Romano ING-TAM-ILI		L. Guizzo ING-TAM-ILI			<b>L. Guizzo</b> <b>ING-TAM-ILI</b>

**m05IO001SG-r00**

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna SpA e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna SpA.

## 1 DESCRIZIONE DEL MATERIALE

La presente scheda tecnica descrive gli elementi prefabbricati in cemento armato vibrato da utilizzare per la realizzazione delle buche giunti dei collegamenti in cavo AT della rete elettrica di Terna.

I giunti devono essere realizzati all'interno di una vasca di dimensioni adeguate al livello di tensione, componendo gli elementi prefabbricati di seguito elencati e descritti in dettaglio nei paragrafi a seguire:

- elementi scatolari aperti a forma di "U" affiancati con apposita giunzione;
- elementi di chiusura alle due estremità realizzati con mattoni di cemento pieno o setti prefabbricati forati;
- solette di copertura della vasca.

Normalmente le buche giunti devono essere realizzate affiancando un numero di elementi scatolari prefabbricati tale da ottenere le dimensioni tipiche indicate al successivo paragrafo 2; tuttavia, in casi eccezionali e/o in assenza spazio sufficiente (per esempio in corrispondenza di strade, all'interno dei centri urbani, in presenza di sottoservizi), il numero di tali elementi e le loro dimensioni geometriche possono essere variati per soddisfare alle particolari esigenze impiantistiche.

## 2 CARATTERISTICHE DEL MATERIALE

Tutti gli elementi impiegati per la realizzazione delle buche giunti descritte nella presente scheda tecnica devono essere di tipo prefabbricato e realizzati in calcestruzzo armato e vibrato.

I singoli elementi costitutivi vengono rappresentati nei disegni a seguire; lo spessore di ciascun elemento deve essere determinato in sede di progettazione esecutiva ma in ogni caso dovrà essere non inferiore a 15 cm.

La larghezza interna L degli elementi scatolari, invece, va scelta in funzione della disposizione dei giunti e delle loro dimensioni che variano a seconda del livello di tensione; nella seguente Tabella 1 si riporta il valore minimo da garantire per le dimensioni interne dello scatolare.

CODIFICA	MATRICOLA SAP	LIVELLO DI TENSIONE	SPESSORE MINIMO s - h	ALTEZZA MINIMA H	LARGHEZZA MINIMA L
UX LK41/1	--	150 kV	15 cm	80 cm	210 cm
UX LK41/2	--	220 kV	15 cm	100 cm	250 cm
UX LK41/3	--	380 kV	15 cm	120 cm	280 cm

Tabella 1: Dimensione minime elementi scatolari

Ciascun elemento scatolare deve avere una lunghezza massima di 250 cm. In funzione della reale lunghezza di ciascuno di essi, il numero di elementi prefabbricati da affiancare deve essere determinato in modo da ottenere una buca giunti di lunghezza variabile in funzione del livello di tensione. La lunghezza tipica delle buche giunti deve essere pari a 8m per la classe di tensione 150 kV, 10m per la classe di tensione 220 kV e 12m per la classe di tensione 380 kV.

I singoli elementi strutturali devono essere progettati ai sensi del DM 14/01/2008 e s.m.i. in modo da poter sopportare i carichi derivanti dalle reali condizioni di installazione e nell'ipotesi cautelativa che la buca giunti sia realizzata sotto strade di categoria 1 come definite dal D.M. LL. PP del 4 maggio 1998.

I manufatti prefabbricati devono essere realizzati con calcestruzzo conforme alla norma UNI EN 206-1.

Il calcestruzzo impiegato per la costruzione dei manufatti deve avere classe di resistenza a compressione  $\geq C35/45$  e classe di esposizione XC2 o superiore; in ogni caso il progettista delle opere civili del collegamento dovrà verificare che tali caratteristiche siano compatibili con le condizioni ambientali di posa più severe e, in caso contrario, definire le caratteristiche più idonee del calcestruzzo da utilizzare per la realizzazione degli elementi prefabbricati da installare in tali ambienti.

L'armatura degli elementi prefabbricati deve essere dimensionata in modo da resistere ai carichi di progetto; il suo posizionamento all'interno dei manufatti deve essere idoneo in relazione alla destinazione d'uso degli stessi.

Gli **elementi scatolari** ad "U" devono essere realizzati con incastri a mezzo spessore o giunzioni a bicchiere in modo da agevolare le operazioni di installazione.

Ciascun elemento deve essere dotato di golfari di sollevamento posizionati sulle spalle laterali in modo da agevolarne la movimentazione durante il trasporto ed il posizionamento in cantiere.

Le principali caratteristiche geometriche degli elementi scatolari sono riportati nella seguente Figura 1.

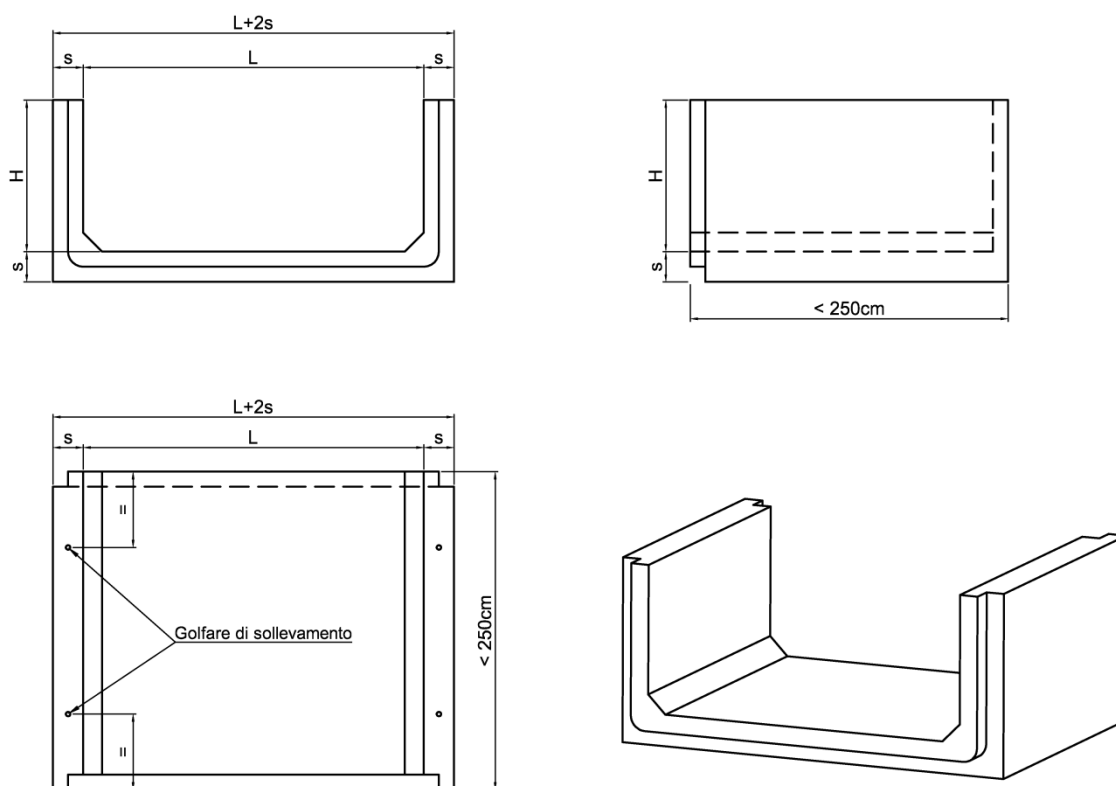


Figura 1: Elemento scatolare

La **soletta di copertura** deve avere dimensioni congruenti con quelle dello scatolare sottostante; lo spessore e l'armatura devono essere adeguati a sostenere i carichi di

progetto. Ciascun elemento deve essere dotato di punti di aggancio per la movimentazione e la posa in opera.

Nella parte superiore di ciascun elemento deve essere riportata una scritta indicante la sigla di proprietà ed il livello di tensione (per esempio "TERNA 220000 V").

Le caratteristiche geometriche del singolo elemento sono riportati nella seguente Figura 2.

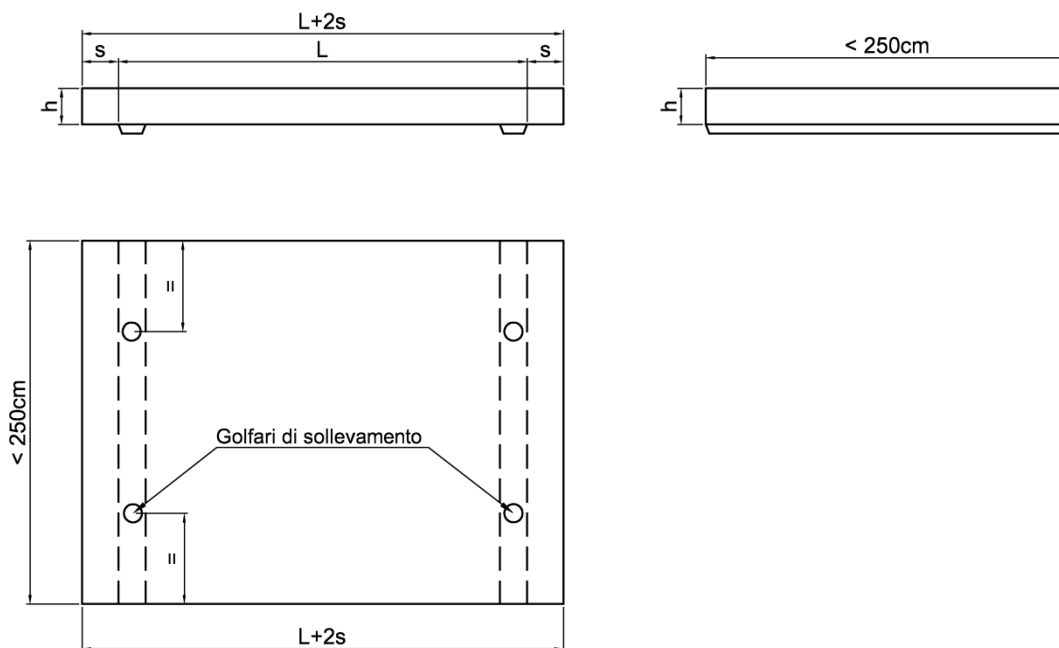


Figura 2: Soletta di copertura

I **setti laterali di chiusura** possono essere di tipo prefabbricato oppure realizzati direttamente in opera in mattoni di cemento pieno. Nel primo caso devono essere previsti dei golfari di sollevamento sulla parte superiore; il disegno tipologico di un elemento prefabbricato è riportato nella seguente Figura 3.

Nel caso si scelga la soluzione con setti laterali di tipo prefabbricato, le forature devono essere idonee per consentire il passaggio dei cavi di potenza, del tritubo contenente la fibra ottica e dei cavi di terra per il collegamento dei giunti con la cassetta di sezionamento.

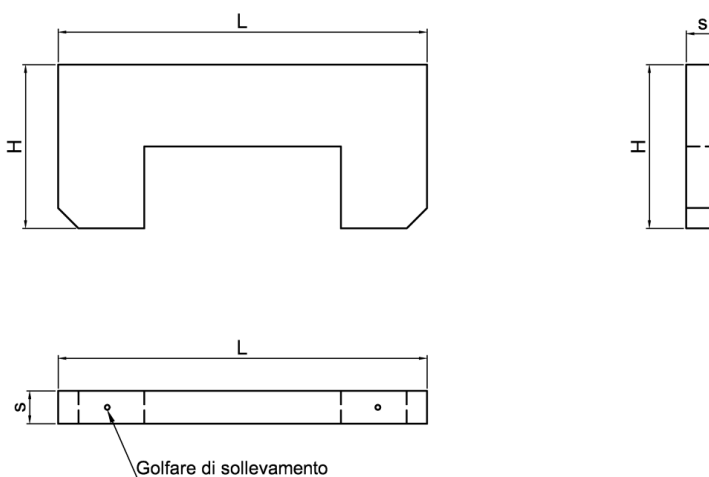


Figura 3: Setto di chiusura (tipologico)

### 3 MESSA IN OPERA

Al di sotto degli elementi scatolari deve essere realizzata una fondazione di calcestruzzo magro conforme alla norma UNI EN 206-1 avente classe di resistenza a compressione  $\geq C20/25$ , classe di esposizione X0 e spessore minimo di 10 cm.

Nel caso di realizzazione della buca giunti in terreni cedevoli, la fondazione sarà realizzata in calcestruzzo armato; in tal caso il dimensionamento della fondazione è in carico al progettista delle opere civili del collegamento.

I cavi AT ed i giunti (solo se necessario) dovranno essere sostenuti da opportune selle in mattoni di cemento costruite in opera. Ogni giunto dovrà essere protetto con setti di separazione realizzati con mattoni di cemento; in alternativa è ammesso l'impiego di loculi prefabbricati schematicamente rappresentati nella seguente Figura 4.

Le dimensioni di tali loculi vanno determinate in funzione delle dimensioni esterne dei giunti.

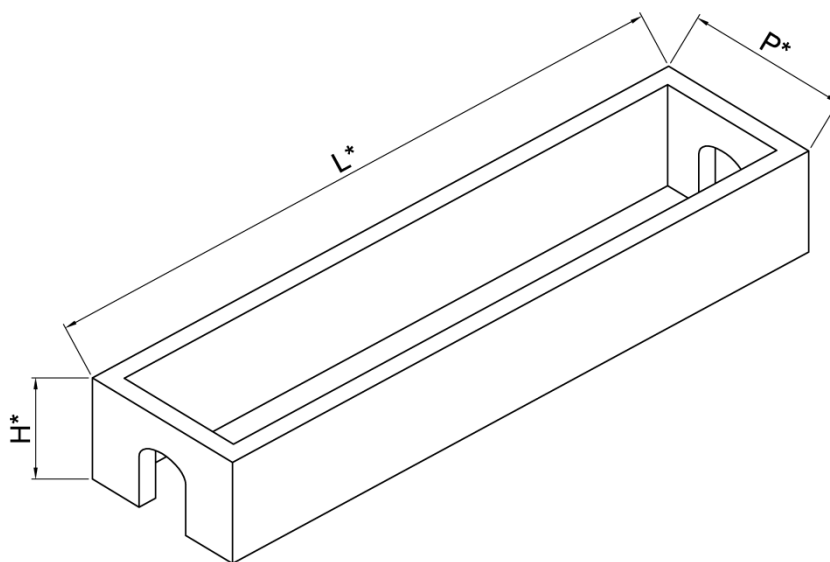


Figura 4: Loculo prefabbricato protezione giunto (tipologico)

Nel caso in cui i setti di estremità della buca giunti siano di tipo prefabbricato, le forature degli stessi devono essere sigillate mediante materiale idoneo.

L'intera vasca deve essere riempita con sabbia vagliata a bassa resistività termica ( $\leq 1,2 \text{ Km/W}$ ).

### 4 PRESCRIZIONI PER LA COSTRUZIONE ED IL COLLAUDO

Gli elementi prefabbricati devono essere dimensionati in funzione delle reali condizioni installative e delle prescrizioni riportate nei paragrafi precedenti.

Per ciascun elemento prefabbricato di cui alla presente scheda tecnica, il Fornitore dovrà consegnare a Terna il relativo progetto esecutivo, il certificato di conformità dei materiali impiegati ed il certificato di conformità dei manufatti al progetto esecutivo redatto dal costruttore dei prefabbricati ed i certificati delle prove di rottura a compressione eseguite sui cubetti di calcestruzzo utilizzato per il confezionamento dei manufatti; inoltre il Fornitore dovrà mettere a disposizione le istruzioni per la movimentazione di ciascun elemento sia durante la fase di trasporto che durante la fase di installazione.

Alla presenza degli incaricati Terna verranno eseguite le indagini sclerometriche su almeno 2 elementi scatolari e 2 solette di copertura per ciascuna buca giunti al fine di stimare la classe di resistenza del calcestruzzo utilizzato. In caso di esito negativo di una prova, il controllo verrà esteso al 100% della fornitura.

Su tutti i pezzi non conformi, Terna si riserva la possibilità di eseguire la prova di rottura a compressione su provini prelevati direttamente dai manufatti consegnati in cantiere con le modalità indicate nella norma UNI EN 12504-1. Tutti i pezzi che risultassero non conformi dovranno essere sostituiti a carico del Fornitore.