



PROPONENTE:

HEPV04 S.R.L.  
Via Alto Adige, 160/A - 38121 Trento (TN)  
hepv04srl@legalmail.it

MANAGEMENT:

**EHM.Solar**

EHM.SOLAR S.R.L.  
Via della Rena, 20 39100 Bolzano - Italy  
tel. +39 0461 1732700  
fax. +39 0461 1732799  
info@ehm.solar  
c.fiscale, p.iva e R.I. 03033000211

NOME COMMESSA:

**CONSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO  
AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE  
PARI A 56.500 kW E POTENZA MODULI PARI  
A 62.160 kWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA  
RETE ELETTRICA - IMPIANTO RFVP76**

STATO DI AVANZAMENTO COMMESSA:

**PROGETTO DEFINITIVO PER AUTORIZZAZIONE UNICA**

CODICE COMMESSA:

**HE.18.0064**

PROGETTAZIONE INGEGNERISTICA:

**STC S.r.l**

Via V. M. STAMPACCHIA, 48 - 73100 Lecce  
Tel. +39 0832 1798355  
fabio.calcarella@gmail.com - fabio.calcarella@ingpec.eu  
Direttore Tecnico: Dott. Ing. Fabio Calcarella

**4IDEA S.r.l**

Via G. Brunetti, 50 - 73019 Trepuzzi  
Tel. +39 0832 760144  
pec 4ideasrl@pec.it  
info@studioideaassociati.it

PROGETTISTA:



COLLABORATORE:

AMBIENTE ACUSTICA STRUTTURE

STUDI FAUNISTICI

STUDI PEDO-AGRONOMICI

CONSULENZA LEGALE

STUDIO LEGALE PATRUNO  
Via Argiro, 33 Bari  
t.f. +39 080 8693336



OGGETTO:

Relazione Tecnica Cavidotto MT e Fibra ottica

SCALA:

n.a.

DATA:

OTTOBRE 2021

NOME FILE:

6JUCTX0  
\_DocumentazioneSpecialistica\_36.pdf

TAVOLA:

**R36**

N. REV.	DATA	REVISIONE
1	05.2021	Richiesta di Integrazioni Regione Puglia Protocollo AOO_159/08/02/2021 n.1197

ELABORATO	VERIFICATO	VALIDATO
STC	responsabile commessa Fabio Calcarella	direttore tecnico HEPV04 S.r.l



## Sommario

1.	DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO .....	2
1.1.	Finalità e inquadramento generale dell'intervento.....	2
2.	OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN .....	5
3.	QUADRO NORMATIVO .....	6
3.1.	Normative tecniche e disposizioni specifiche .....	7
4.	LINEA ELETTRICA INTERRATA MT (CdS – Stazione Elettrica Utente SU).....	8
4.1.	Premessa.....	8
4.2.	Descrizione del tracciato del cavidotto .....	8
4.3.	Caratteristiche tecniche del cavidotto di collegamento alla CdS (dorsale esterna).....	9
4.4.	Dimensionamento del cavidotto.....	9
4.5.	Caratteristiche tecniche della linea.....	9
4.6.	Giunti cavi MT.....	10
5.	Fibra Ottica .....	14
5.1.	Cavi Fibra Ottica .....	14
5.2.	Mini tubi in polietilene ad alta densità per posa cavi fibra ottica .....	16
6.	INTERFERENZ ED ATTRAVERSAMENTI.....	18

## 1. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO

### 1.1. Finalità e inquadramento generale dell'intervento

Il progetto in esame riguarda la realizzazione di un Impianto "agrovoltaico" che consentirà di svolgere in modo simultaneo sia l'ordinaria attività di coltivazione delle specie agrarie (selezionate in modo opportuno per caratteri fisiologici e morfologici), sia la generazione di energia elettrica da fonte rinnovabile (solare).

L'agricoltura fotovoltaica (ossia il cosiddetto "agrovoltaico") può rappresentare una soluzione praticabile per allentare il conflitto, oggi ritenuto assai grave, conseguente alla realizzazione di impianti fotovoltaici in aree agricole. Tale conflitto nasce dal presupposto, del tutto condivisibile, di valorizzare il suolo agrario ai fini della produzione agro-alimentare che esso può fornire, evitando di snaturarne destinazione e vocazione. Tale importante destinazione agricola non verrebbe contraddetta, e tanto meno revocata, nel caso in cui la produzione energetica da fonte rinnovabile si aggiungesse alla prima, quella alimentare, integrandosi ad essa e consentendo di fornire risultati produttivi ancora migliori".

In particolare all'interno delle aree si praticherà il prato-pascolo affiancato ad attività di apicoltura; queste sono tutte attività agrarie, quindi che fanno parte dell'agrovoltaico.

L'impianto è ubicato a Nord del Comune di Latiano (BR), distante dal centro urbano circa Km 2,5 raggiungibile percorrendo la SP146 che collega Latiano (BR) con San Vito dei Normanni (BR) ed è suddiviso in tre aree.

- La prima ubicata a nord di estensione netta pari a circa 10,56 ha;
  - La seconda ubicata ad ovest, di estensione netta pari a circa 70,49 ha;
  - La terza ubicata ad est, di estensione netta pari a circa 21,6 ha;
- per un totale di circa 103 ha.

L'impianto fotovoltaico propriamente detto consentirà la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (solare), ed avrà una potenza nominale pari a 56.500 kW e una potenza installata pari a 62.160 kWp, e comprenderà tutte le opere per la connessione quali:

- 1) linee MT in cavo interrato sino a una **Cabina di Smistamento (CdS)** ubicata all'interno dell'impianto, per la raccolta della potenza proveniente dalle Cabine di Campo;
- 2) linea MT in cavo interrato, dalla Cabina di Smistamento sino ad una Sottostazione Elettrica Utente (SSE) 30/150 kV, che sarà realizzata nei pressi della futura Stazione Elettrica (SE) TERNA 150/380 kV di Latiano;
- 3) Sottostazione Elettrica Utente 30/150 kV, in cui avviene la raccolta dell'energia prodotta (in MT a 30 kV), la trasformazione di tensione (30/150 kV) e la consegna (in



AT a 150 kV) alla futura SE TERNA 150/380 kV Latiano, tramite un sistema di Sbarre AT a 150 kV, da condividere con altri produttori per la condivisione del punto di immissione in rete, costituito dalla Futura Stazione Elettrica Terna "Latiano".

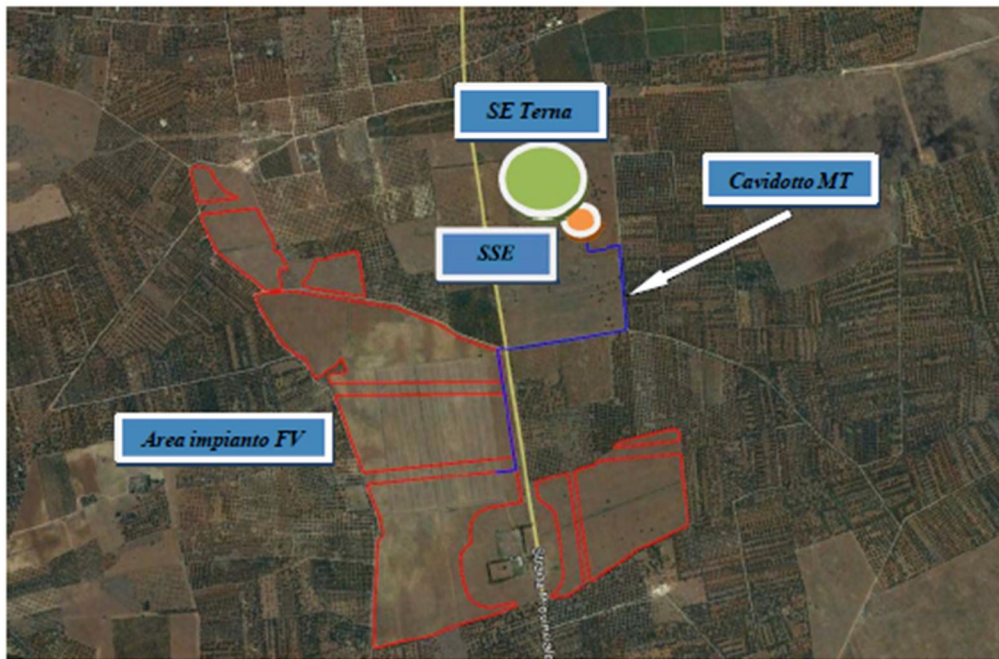


**Area di Intervento (in rosso)**



**Dettaglio dell'Area di installazione dei moduli (in rosso)**

**Area di impianto**



**Dettaglio dell'Area di realizzazione della Sottostazione Elettrica Utente**

Da un punto di vista Catastale le opere sono ubicate come segue:

IMPIANTO FOTOVOLTAICO		
Comune	Foglio	P.Illa
Latiano (BR)	9	126
	9	411 (ex 139)
	13	6
	13	8
	13	57
	13	68
	13	118
	13	124
	13	126
	13	127
13	130	

OPERE DI CONNESSIONE UTENTE		
Comune	Foglio	P.Illa
Latiano (BR)	13	68
	13	124
	13	130
	9	13
	9	11
	9	11

**Particelle catastali interessate dall'installazione dei moduli fotovoltaici e dalle opere di connessione Utente**



## 2. OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN

I principali componenti dell'impianto sono:

- il generatore fotovoltaico (moduli fotovoltaici) installati su strutture di sostegno in acciaio di tipo mobile (inseguitori) con relativi motori elettrici per la movimentazione, ancorate al suolo tramite paletti in acciaio direttamente infissi nel terreno;
- le linee elettriche interrato di bassa tensione in c.c. dai moduli, suddivisi da un punto di vista elettrico in stringhe, agli inverter di campo;
- gli inverter di campo, posizionati in prossimità degli inseguitori, all'interno di appositi quadri elettrici;
- le linee elettriche interrato in bassa tensione in c.a. dagli inverter di campo alle Cabine di Campo (locali tecnici);
- i trasformatori MT/BT e relative apparecchiature elettriche di comando e protezione sia in BT sia in MT, installati all'interno di appositi locali tecnici nell'area di impianto (Cabine di Campo);
- le linee elettriche MT interrato e relative apparecchiature di sezionamento all'interno delle aree in cui sono installati i moduli fotovoltaici, che collegano elettricamente tra loro le Cabine di Campo;
- la **Cabina di Smistamento**, in cui viene raccolta tutta l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico;
- il cavidotto interrato MT (di lunghezza pari a circa 1,2 km), per il trasferimento dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico (raccolta nella **CdS**) verso la SSE 30/150 kV;
- la rete di Fibra Ottica per il tele controllo dell'Impianto, che collegherà la **CdS** alla nuova Stazione Elettrica Utente;
- la Sottostazione Elettrica Utente 30/150 kV, in cui avviene la raccolta dell'energia prodotta (in MT a 30 kV), la trasformazione di tensione (30/150 kV) e la consegna (in AT a 150 kV) alla futura SE TERNA 150/380 kV "*Latiano*", tramite un sistema di sbarre AT a 150 kV a cui saranno collegati anche altri produttori per consentire la condivisione del punto di connessione costituito dalla futura Stazione Terna "*Latiano*".

Nel particolare la finalità della presente relazione è quella di illustrare le modalità di connessione dell'Impianto Fotovoltaico in questione, alla RTN tramite la Sottostazione

Elettrica Utente 30/150 kV di cui sopra di proprietà della Società **HEPV04 S.r.l.** con sede legale in Via Alto Adige, 160, – Trento.

La Sottostazione farà parte di un complesso di Stazioni Utente che condivideranno, come detto, lo stallo nella futura Stazione Elettrica Terna “*Latiano*”.

Le opere saranno tutte ubicate nel Comune di Latiano (BR)

### **3. QUADRO NORMATIVO**

La progettazione e realizzazione delle linee elettriche deve essere eseguita con riferimento all’insieme dei principi giuridici e delle norme che regolano la costruzione degli impianti, tra cui si richiamano in particolare:

- Testo Unico di Leggi sulle acque e sugli Impianti Elettrici (R.D. n. 1775 del 11/12/1988 e ss.mm.ii.);
- Norme per l’esecuzione delle linee Aeree Esterne (R.D. n. 1969 del 25/11/1940) e successivi aggiornamenti (D.P.R. n. 1062 del 21/06/1968 e D.M. 449 del 21/03/1988 e ss.mm.ii.);
- Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l’esecuzione e l’esercizio di linee aeree esterne (D.M. n. 449 del 21/03/1968 e ss.mm.ii.);
- Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell’esercizio di linee aeree esterne (D.M. 16/01/1991 e ss.mm.ii. e D.M. 05/808/1998);
- Codice civile (relativamente agli atti della stipula delle servitù);
- Fissazione dei limiti di esposizione dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) (D.P.C.M. 08/07/2003);
- Codice della Strada (D. Lgs. n. 258/92 e ss.mm.ii., D.P.R. n. 495 del 16/12/1992 e D.P.R. n. 610 del 16/09/1996);
- Leggi e Regolamenti Locali in materia di rilascio delle autorizzazioni alla costruzione degli elettrodotti, qualora presenti ed in vigore.

Per quanto riguarda, invece, l’attività di costruzione delle cabine elettriche, essa è subordinata all’ottenimento della concessione (o autorizzazione) edilizia, ed al rispetto delle seguenti norme di legge:



- “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica” e ss.mm.ii. - Legge n. 1086 del 05/11/1971;
- “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche” e ss.mm.ii. – Legge n.64 del 02/02/1974;
- “Edificabilità dei suoli” – Legge n. 10 del 28/01/1977;
- “Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada” – D.P.R. n. 495 del 16/12/1992;
- “Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l’accumulo e l’utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0.8 – D.M. 24/11/1984 e ss.mm.ii.;
- “Norme di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio degli impianti di distribuzione stradale di gas naturale per autotrazione” – D.M. 24/05/2002;
- “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione, l’installazione e l’esercizio dei depositi di G.P.L. in serbatoi fissi di capacità complessiva superiore a 5 mc e/o recipienti mobili di capacità complessiva superiore a 5 m3 – D.M. 31/03/1984;
- “Circolare n. 10 del Ministero dell’Interno Direzione Generale dei Servizi Antincendi e della Protezione civile” del 10/02/1969.

### **3.1. Normative tecniche e disposizioni specifiche**

Il presente progetto è stato redatto in conformità alle normative vigenti in materia di impianti elettrici e complementari, ed in particolare:

CEI 0-16; CEI 11- 4; CEI 11-17; CEI 11 -20; CEI EN 61936-1; CEI EN 50522; CEI 82-25; Tabelle CEI-UNEL; CEI 17-6; CEI EN 62271-200 - IEC 62271-200; CEI 17-9/1; CEI EN 60265-1 - IEC 60265-1; CEI 17-21; CEI EN 60694 - IEC 60694; CEI 17-46; CEI EN 60420 - IEC 60420; CEI 17-83; CEI EN 62271-102; IEC 60129; CEI EN 50341-2-13.

I riferimenti delle norme standard ENEL sono:

- DK 4460: “Corrente di guasto a terra nelle reti MT;
- DK 4461: “Impianti di terra delle cabine secondarie”;
- DK 5640: “Criteri di allacciamento di impianti utilizzatori comprendenti forni ad arco a corrente alternata”;



- Guida per le connessioni alla rete elettrica di Enel Distribuzione (Ed. 5.0 – G1/23 Marzo 2015).

#### **4. LINEA ELETTRICA INTERRATA MT (CdS – Stazione Elettrica Utente SU)**

Come detto l'impianto Fotovoltaico sarà connesso alla **RTN** tramite una nuova Sottostazione Elettrica Utente che farà parte di un complesso di Stazioni Utente che condivideranno lo Stallo per la cessione dell'Energia prodotta, assegnato da Terna S.p.A.

##### **4.1. Premessa**

Il percorso del tracciato dell'elettrodotta di collegamento alla **SSE** (*dorsale esterna*), è stato studiato tenendo conto dei seguenti criteri progettuali:

- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato sia per occupare la minor porzione possibile di territorio, sia per non superare certi limiti di convenienza tecnico economica;
- mantenere il tracciato del cavo il più possibile all'interno delle strade esistenti, soprattutto in corrispondenza dell'attraversamento di nuclei e centri abitati, tenendo conto di eventuali trasformazioni ed espansioni urbane future;
- evitare per quanto possibile di interessare case sparse e isolate, rispettando le distanze minime prescritte dalla normativa vigente;
- minimizzare l'interferenza con le eventuali zone di pregio naturalistico, paesaggistico e archeologico;

Inoltre, per quanto riguarda l'esposizione ai campi magnetici, in linea con il dettato dell'art. 4 del DPCM 08-07-2003 di cui alla Legge. n° 36 del 22/02/2001, i tracciati sono stati eseguiti tenendo conto dell'obiettivo di qualità di  $3 \mu T$ .

##### **4.2. Descrizione del tracciato del cavidotto**

Il collegamento tra la **Cabina di Smistamento Utente (CdS)** e la futura Sottostazione Elettrica Utente (**SSE**), prevede l'interramento di un alinea MT a 30 kV, a profondità di min. 1,2 m. Il cavidotto si "svolgerà" per circa 1.200 m su strade pubbliche.

### 4.3. Caratteristiche tecniche del cavidotto di collegamento alla CdS (dorsale esterna)

Il cavidotto costituisce l'elemento di collegamento tra la Cabina di Smistamento, situata sul perimetro dell'impianto fotovoltaico (in particolare nel Campo A) e la nuova stazione di utenza AT/MT che consentirà di innalzare la tensione da 30 kV a 150 kV e quindi di smistare l'energia elettrica prodotta dall'impianto alla **Rete di Trasmissione Nazionale**.

L'elettrodotta dovrà assicurare una portata nominale di 56.500 kW, pari cioè alla potenza nominale dell'impianto in oggetto.

L'elettrodotta consisterà in tre linee in cavo; ripartendo equamente la potenza nominale totale e contenendo così la sezione del cavo stesso.

Per i calcoli si è considerata la potenza totale erogata dai moduli fotovoltaici.

La corrente massima che interessa la dorsale esterna è la seguente:

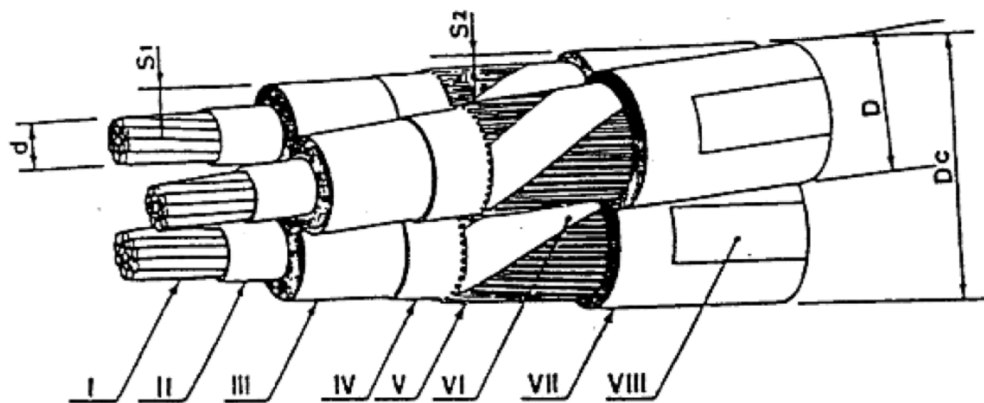
$$I_{b\_max} = \frac{P_{max}}{\sqrt{V_n} \cos \varphi} = \frac{56.500 \cdot 10^6}{0,5 \sqrt{0} \cdot 10} = \mathbf{1.144 \text{ A}} \quad (1)$$

### 4.4. Dimensionamento del cavidotto

La linea sarà realizzata interamente in cavo interrato in modo da ridurre al minimo l'impatto ambientale. Per trasportare la corrente sopra calcolata, saranno utilizzate tre Terne di Cavi in alluminio da 630 mm<sup>2</sup>. La corrente prodotta dall'impianto e calcolata nella (1) pari a 1.144 A, sarà suddivisa in tre terne di cavi come sopra descritto. Quindi per ciascuna terna, avremo una  $I_b$  pari a  $1.144 / 3 = \mathbf{381 \text{ A}}$ , per la quale si è scelta una sezione da 630 mm<sup>2</sup>.

### 4.5. Caratteristiche tecniche della linea

I cavi utilizzati saranno del tipo ARP1H(AR)E unipolare ad isolamento con elastomero termoplastico con conduttori di alluminio, aventi una sezione nominale di 630 mm<sup>2</sup>. I conduttori saranno posati a trifoglio. Le caratteristiche dei suddetti cavi sono riportate nella figura di seguito **Fig. 1**



- |                            |                                       |                       |
|----------------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| I - Conduttore             | IV - Strato semiconduttore            | VII - Guaina di PVC   |
| II - Strato semiconduttore | V - Schermo                           | VIII - Stampigliatura |
| III - Isolante             | VI - Nastro equalizzatore (eventuale) |                       |

*Fig. 1 – caratteristiche cavi unipolari*

L'isolamento sarà costituito da miscela in elastomero termoplastico con una temperatura di sovraccarico massima pari a 140° C.

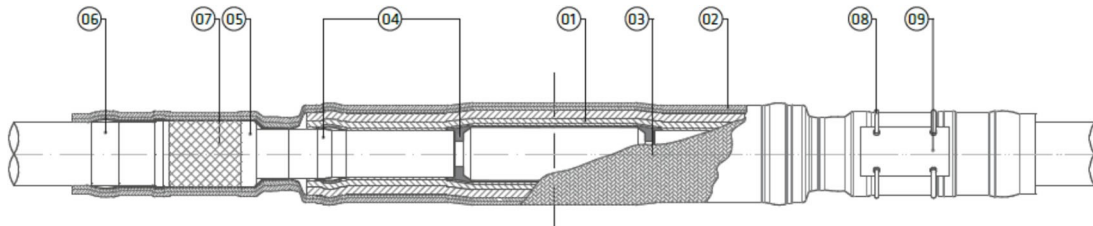
La corrente prodotta dall'impianto calcolata utilizzando la (1) è pari a **1.144 A**

#### 4.6. Giunti cavi MT

Per le tratte non coperte interamente dalle pezzature di cavo MT disponibile (circa 1.000 m), si dovrà provvedere alla giunzione di due spezzoni.

In linea generale definiamo "giunzione" la giunzione tripolare delle tre fasi del conduttore più la messa a terra dello schermo. Quindi la giunzione sarà costituita da tre terminali unipolari (connettore di interconnessione) e tre corredi per terminazione unipolare. Le giunzioni elettriche saranno realizzate mediante l'utilizzo di connettori del tipo diritto, a compressione (giunto), adeguati alle caratteristiche e tipologie dei cavi sopra detti.

Le giunzioni saranno effettuate in accordo con la norma CEI 20-62 seconda edizione ed alle indicazioni riportate dal Costruttore dei giunti. Saranno realizzati con guaine auto-restringenti montate in fabbrica su tubo di supporto, che assicurano la ricostruzione dell'isolamento e della protezione meccanica, e il mantenimento delle caratteristiche elettriche del cavo.



Pos.	Descrizione	Pos.	Descrizione
1	Manica a tre strati	6	Nastro in mastice auto sigillante
2	Guaina a due strati	7	Nastro in rame in rilievo
3	Rete in rame	8	Striscia in pvc
4	Nastro ad alta permittività	9	Etichetta di identificazione
5	Nastro in pvc		

Si riporta una descrizione grafica della procedura di esecuzione del giunto:

1. Remove the outer sheath.



2. Cut the wires of the screen;



let them stick out of the outer sheath cutting.



3. Remove the semiconductor and the insulation using appropriate tools.



4. Joint the conductors using crimping or shear bolt connectors.



5. Apply the high - permittivity tape.



6. Apply the sealing mastic.



7. Place the joint body onto the prepared cables and centre them.



8. Remove two spiral supports.





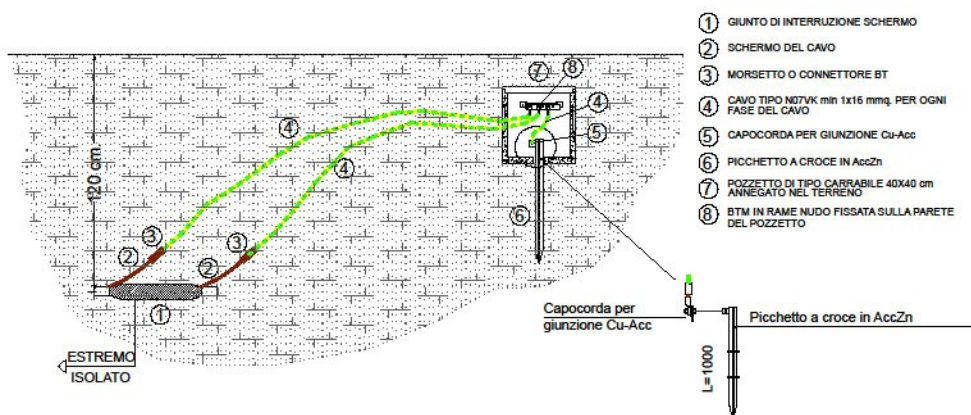
Eseguito il giunto sarà posto in opera un "**ball-marker**" passivo non deteriorabile interrato con codice di riconoscimento a cui si assoceranno le informazioni relative al giunto. Inoltre il giunto, prima del rinterro, sarà coperto con una protezione meccanica da realizzare con tegoli in pvc o in cav e un letto di sabbia in cui annegare il giunto di almeno 20 cm.

Infine la posizione dei giunti sarà individuata su cartografia in scala 1:5.000, sulla quale saranno riportate le coordinate WGS84 di ciascuno di essi.

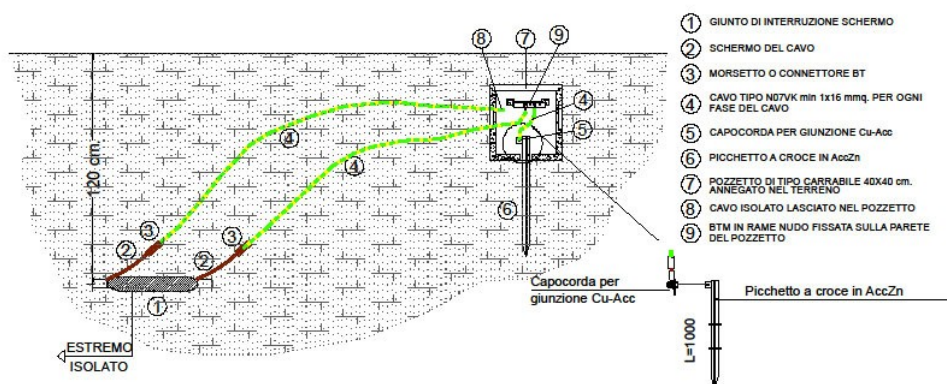
Nel particolare caso del nostro cavidotto di collegamento **CdS-SSE** di lunghezza pari a 9,9 km circa, si prevede l'esecuzione di 10 giunti. In corrispondenza dell'ultimo, verrà eseguita la messa a terra dello schermo dei cavi secondo lo schema riportato in figura.

Inoltre in corrispondenza della buca giunti, per le terne di cavi unipolari non avvolti ad elica visibile sarà eseguita la trasposizione delle fasi.

## GIUNTO TERRA-SCHERMO



## GIUNTO DI INTERRUZIONE SCHERMO



Per il cavidotto interno di collegamento fra i *sotto-campi*, la messa a terra degli schermi sarà eseguita solo sui terminali, dal momento che i tratti sono molto brevi; il tratto più lungo si ha tra la Cabina D e la Cabina E, pari a circa 1.100 m. In pratica lo schermo dei cavi sarà collegato al collettore di terra di ciascuna Cabina di Campo, così come il quadro MT ove si attestano i cavi.

La messa a terra degli schermi unitamente alla trasposizione delle fasi permette di annullare di fatto la corrente indotta negli schermi dei cavi. Questo in base alle seguenti considerazioni:

- 1) Per attribuire ad ogni fase la stessa reattanza i conduttori devono essere disposti ai vertici di un triangolo equilatero ed in tal caso non c'è bisogno di ruotare ciclicamente i conduttori, sia che si tratti di corde di linee aeree che di cavi unipolari interrati. Se le corde od i cavi unipolari non sono a disposizione equilatera (come nel caso in esame, in cui difficilmente potrà essere rispettata la disposizione a trifoglio) si deve effettuare la rotazione in modo che mediamente ogni conduttore venga a trovarsi nella stessa posizione rispetto agli altri due.
- 2) Gli schermi se messi a terra permettono di abbassare la reattanza d'esercizio del cavo. Contemporaneamente però si aumenta la resistenza apparente di fase, quindi le perdite di potenza a parità di corrente trasportata, a causa delle perdite dovute alle correnti indotte negli schermi. Per ridurre tali correnti in linee lunghe, indipendentemente dalla disposizione dei cavi, si tagliano gli schermi e si ricorre alla rotazione dei collegamenti, o trasposizione. In ogni schermo in tal modo sono indotte

correnti dalle correnti di tutte e tre le fasi e non di una sola, come con lo schermo integro, e poiché la somma delle correnti di fase è nulla, anche la totale corrente indotta in ciascuno schermo è nulla.

Inoltre la trasposizione delle fasi permette di minimizzare l'induzione magnetica già a breve distanza dall'asse della linea: infatti i campi di induzione prodotti dalle diverse fasi tendono a cancellarsi ad una certa distanza, in modo più marcato di quanto non avvenga in un elettrodotto posato a trifoglio.

## 5. Fibra Ottica

L'Impianto Fotovoltaico sarà dotato di una rete dati in *Fibra Ottica* che verrà messa in opera all'interno del tubo in PEAD, posato all'interno dello scavo dei cavidotti MT di Vettoriamento per il collegamento alla Stazione Elettrica Utente. In particolare la fibra Ottica si svilupperà tra la Cabina di Smistamento dell'Impianto Fotovoltaico (**CdS**) ubicata all'interno delle aree dell'impianto fotovoltaico, e la Sottostazione Elettrica Utente, dove si attesterà ad un Quadro per il monitoraggio in Sala Controllo.

La linea in F.O. verrà realizzata secondo gli standard tecnici previsti dalle normative vigenti. In particolare i principali materiali utilizzati per la realizzazione delle linee di telecomunicazione in Fibra Ottica sono:

- 🕒 mini cavo fibra ottica;
- 🕒 mini tubo in polietilene ad alta densità (PEAD).

### 5.1. Cavi Fibra Ottica

Sarà utilizzato un *mini cavo* in Fibra Ottica idoneo per l'installazione all'interno di mini tubi in PEAD, con la tecnica del soffiaggio; il cavo sarà costituito da 24 fibre ottiche monomodali suddivise in due tubetti (12 x 2).

Di seguito si riportano le caratteristiche del mini cavo in Fibra ottica in accordo alle raccomandazioni della normativa internazionale (ITU-T G.652, tipo D9).

#### Material Constituents

- Fiber core: SiO<sub>2</sub> doped with GeO<sub>2</sub>
- Fiber cladding: pure SiO<sub>2</sub>
- Coating: double layer UV-cured acrylate
- Design: step index profile, matched cladding

#### Optical Specifications

##### *Attenuation Coefficient (cabled fibers)*

at 1310 nm	≤ 0.37 dB/km
at 1550 nm	≤ 0.24 dB/km
at 1383 ± 3 nm	≤ 0.37 dB/km

*Cable cut-off Wavelength  $\lambda_{cfc}$*  ≥ 1260 nm

##### *Mode Field Diameter (Petermann II Definition)*

at 1310 nm 9.2 ± 0.4 μm

##### *Chromatic Dispersion*

at 1285 nm to 1330 nm	≤ 3.5 ps/(nm*km)
at 1550 nm	≤ 18 ps/(nm*km)

*Zero Dispersion Wavelength  $\lambda_0$*  1310 nm to 1324 nm  
*Zero Dispersion Slope  $S_0$*  ≤ 0.092 ps/(nm<sup>2</sup>\*km)

##### *Polarization Mode Dispersion coefficient PMD*

<i>Link Design Value</i>	≤ 0.06 ps/√km *
<i>Cabled fibers</i>	≤ 0.2 ps/√km **

#### Geometrical Specifications

- Cladding Diameter 125.0 ± 1.0 μm
- Core/Cladding Concentricity Error ≤ 0.5 μm
- Cladding Non-Circularity ≤ 1.0 %
- Coating Diameter 245 ± 5 μm

#### Mechanical Specifications

- All fibers are proof tested over the whole length to a level of 100 kpsi or 0.7 GN/m<sup>2</sup> or 1% elongation.
- Coating Stripping Force (mechanically strippable) 1.0 ÷ 8.9 N

\* This value is guaranteed by the fiber manufacturer. Complies with IEC 60794-3:2000, Method 1, March 2000.

\*\* PMD on cabled fibers is tested on a sampling plane basis, sufficient to assure that the product respects the stated characteristics.

Per quanto attiene alle caratteristiche meccaniche le principali sono le seguenti.

- 🕒 Massima resistenza alla trazione: 1.000 N
- 🕒 Minimo raggio di curvatura: 130 mm
- 🕒 Temperatura di esercizio: -30°C – 60°C

La luce generata dal Led o dal Laser che attraversa una fibra ottica risente delle irregolarità e imperfezioni del supporto che diventano potenziali fonti di perdita segnale con conseguente





decadimento delle performance. La criticità è comprensibile se pensiamo che le dimensioni del “capello” sono 250 micron e mentre è di 50 o 9 micron il *core* attraversato dalla luce. È evidente pertanto l'importanza delle operazioni di giunzione e di inserimento del connettore alla terminazione del cavo. Nell'opera in esame è previsto che la giunzione avvenga a fusione (giunzione a caldo) da effettuare con apposita macchina giuntatrice, che permette di allineare con precisione due segmenti di fibra ottica di uguale tipologia le cui estremità vengono fuse e quindi saldate insieme usando un arco elettrico. La giuntatrice permette di verificare anche il corretto funzionamento dei giunti, che permettono la trasmissione della luce da una fibra all'altra con una perdita molto basse (tipicamente non superiore a 0,1 dB).

## **5.2. Mini tubi in polietilene ad alta densità per posa cavi fibra ottica**

I minitubi per la posa dei minicavi in fibra ottica sono ottenuti per estrusione di polietilene ad alta densità (HDPE o PEAD in italiano), e risultano idonei per la posa con la tecnica del “blowing” (soffiaggio ad aria compressa). Essi possono essere utilizzati sia singolarmente (come nel nostro caso) che in configurazione multipla (“Strutture” di minitubi) per facilitarne la posa simultanea.

È prevista la posa di un minitubo con diametro interno di 12 mm e spessore 2 mm, diametro esterno 16 mm idoneo per la posa di minicavi fino a 144 o 288 fibre ottiche, posato direttamente in trincea, o all'interno di tubazioni in PVC flessibili più grandi in corrispondenza delle TOC. Per facilitare la posa di pezzature lunghe l'attrito con il minicavo viene minimizzato tramite idonee rigature sulla superficie interna (a diretto contatto con il cavo).

Saranno utilizzati mini tubi di colore verde o blu per facilitarne l'identificazione all'interno della trincea, nella quale sono posati anche i cavi MT di colore rosso. I minitubi sono marchiati tipicamente con i seguenti dati:

- Identificazione del fabbricante
- Caratteristiche della struttura
- Materia prima
- Tracciabilità linea data
- Metratura progressiva

Il trasporto e la posa dei minitubi dovrà avvenire con temperature esterne comprese fra i  $-10^{\circ}\text{C}$  e  $+50^{\circ}\text{C}$ : al di sotto dei  $-10^{\circ}\text{C}$  il materiale diviene fragile aumentando il rischio di rottura sotto sforzo (trazione e impatto).

Durante la posa la parete interna dei minitubi sarà mantenuta pulita ed asciutta allo scopo di evitare contaminazioni che potrebbero provocare un incremento del coefficiente di attrito minitubo / minicavo con conseguente riduzione della distanza di posa del minicavo stesso.

I minitubi sono giuntati tra loro tramite appositi elementi di giunzione a tenuta di pressione, rimovibili ed eventualmente riutilizzabili con resistenza tipica alla trazione di 700 N.



***Minitubi in PEAD per posa cavi fibra ottica***



***Elemento di giunzioni***

## **6. INTERFERENZ ED ATTRAVERSAMENTI**

Da una verifica a vista in sito lungo il percorso del Cavidotto MT, non si evince la presenza di linee di sottoservizi e linea di Telecomunicazione interrata. È previsto tuttavia che le società che gestiscono linee interrate **TLC** o altri sottoservizi, partecipino alla Conferenza di Servizi prevista dall'Iter autorizzativo del progetto, e saranno quindi chiamati a segnalare eventuali interferenze con sottoservizi di loro proprietà. Che saranno quindi analizzate caso per caso e risolte secondo le prescrizioni degli enti stessi e comunque seguendo le modalità tecniche di superamento indicate nelle Norme CEI 11-17, allegata al presente documento.

In particolare, le prescrizioni in merito alla coesistenza tra i cavidotti MT-BT e le condutture degli altri servizi del sottosuolo derivano principalmente dalle seguenti norme:

- Norme CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica 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".

Le Norme CEI 11-17 precisano in particolare le distanze minime da mantenere tra i cavidotti MT-BT e le linee di telecomunicazione, le tubazioni metalliche in genere e i serbatoi contenenti liquidi o gas infiammabili, mentre il DM 24.11.1984 si occupa specificatamente della coesistenza tra i cavi di energia in tubazione e le condotte del gas metano.

Consideriamo quindi i seguenti tipi di interferenza:

- 1) coesistenza tra cavi di energia e cavi di telecomunicazione;
- 2) coesistenza tra cavi di energia e tubazioni metalliche;
- 3) coesistenza tra cavi di energia e tubazioni del gas metano;
- 4) coesistenza tra cavi di energia e ferrovie.

La terna di cavi MT, sarà posata all'interno delle trincee e non in tubo. Infatti i cavi, saranno del tipo *ARP1H5(AR)E Air-Bag*, dotati di fabbrica di protezione meccanica allo schiacciamento.

### **Coesistenza tra cavi di energia e cavi di telecomunicazione**

#### **Incroci tra cavi di energia e cavi di telecomunicazione (Norme CEI 11-17)**

Quando entrambi i cavi sono direttamente interrati, debbono essere osservate le seguenti prescrizioni:

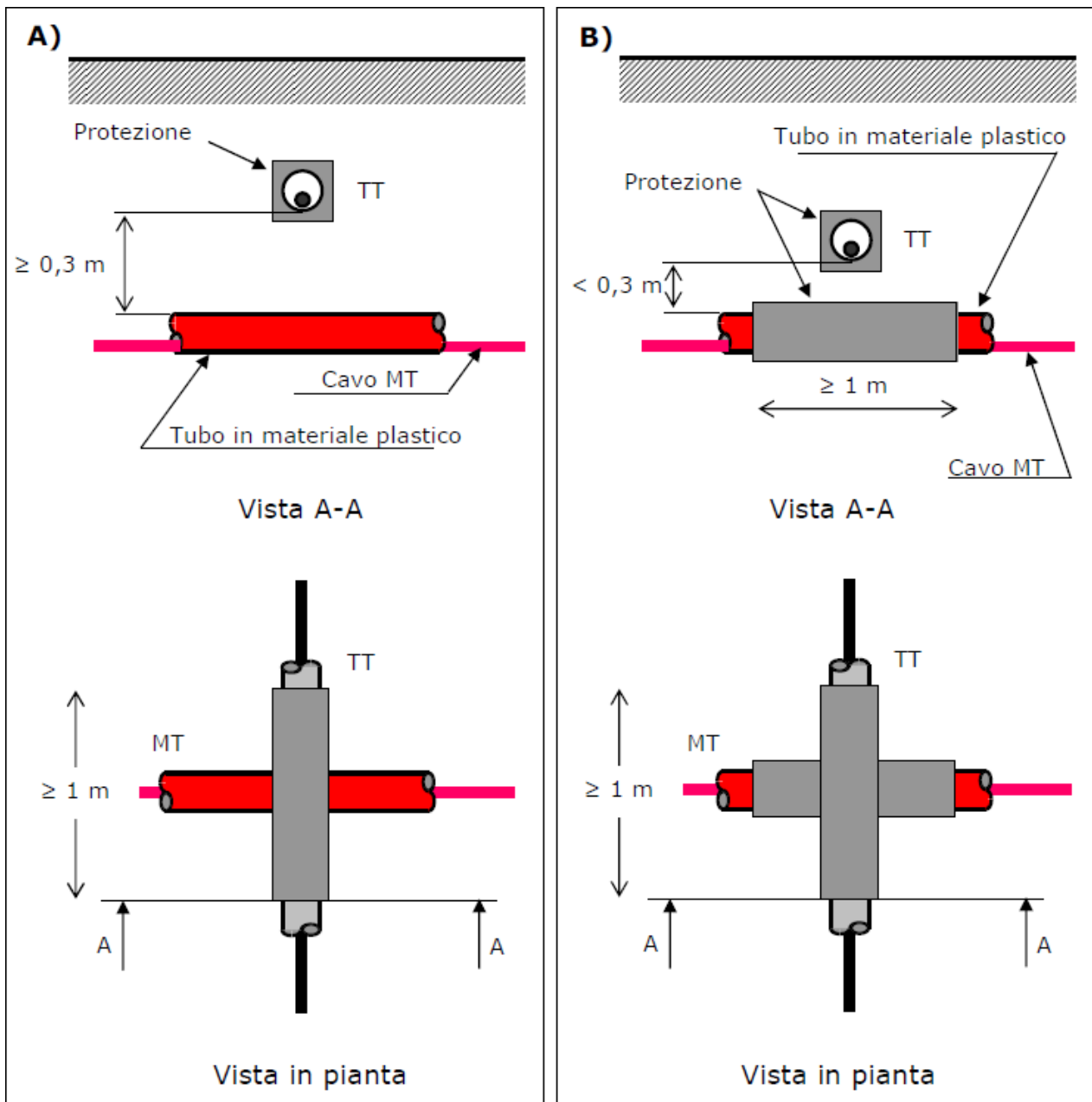


- il cavo di energia deve, di regola, essere situato inferiormente al cavo di telecomunicazione;
- la distanza tra i due cavi non deve essere inferiore a 0,30 m;
- il cavo posto superiormente deve essere protetto, per una lunghezza non inferiore ad 1 m, con un' idonea protezione meccanica che deve essere disposta simmetricamente rispetto all'altro cavo. Ove, per giustificate esigenze tecniche, non possa essere rispettata la distanza minima sopra indicata, la protezione suddetta deve essere applicata su entrambi i cavi.

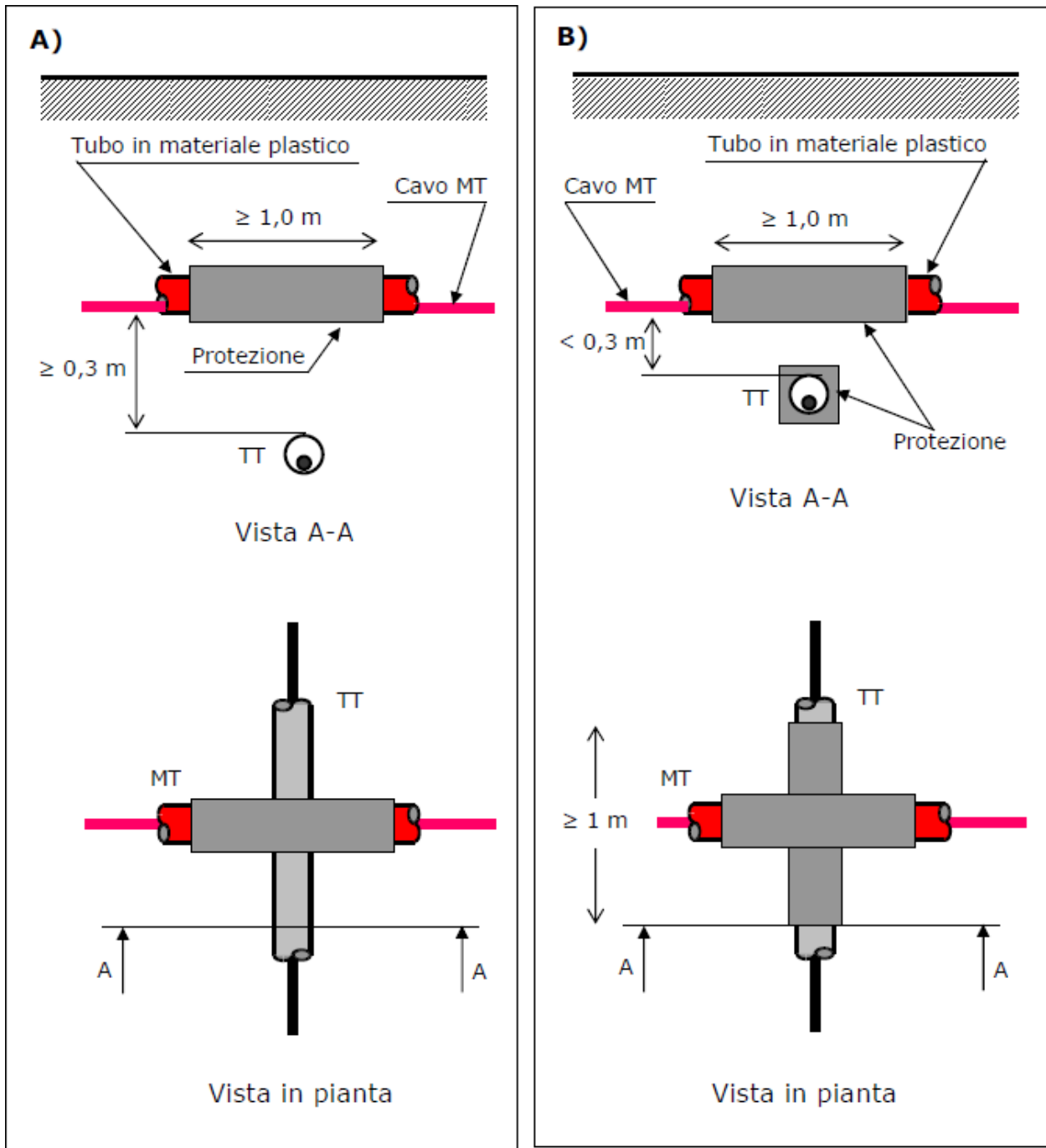
La protezione meccanica di cui sopra deve essere costituita da involucri (cassette o tubi) preferibilmente in acciaio zincato a caldo (Norma CEI 7-6) od inossidabile, con pareti di spessore non inferiore a 2 mm. Sono ammessi involucri protettivi differenti purché presentino adeguata resistenza meccanica e siano, quando il materiale di cui sono costituiti lo renda necessario, protetti contro la corrosione.

Quando almeno uno dei due cavi è posto dentro appositi manufatti (tubazioni, cunicoli, ecc.) che proteggono il cavo stesso e ne rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza la necessità di effettuare scavi, non è necessario osservare le prescrizioni sopraelencate.





**Incrocio tra cavidotti MT e linee di telecomunicazione (TT): soluzione preferenziale (linea TT sovrappassante)**



**Incrocio tra cavidotti MT e linee di telecomunicazione (TT): soluzione accettabile (linea TT sottopassante)**

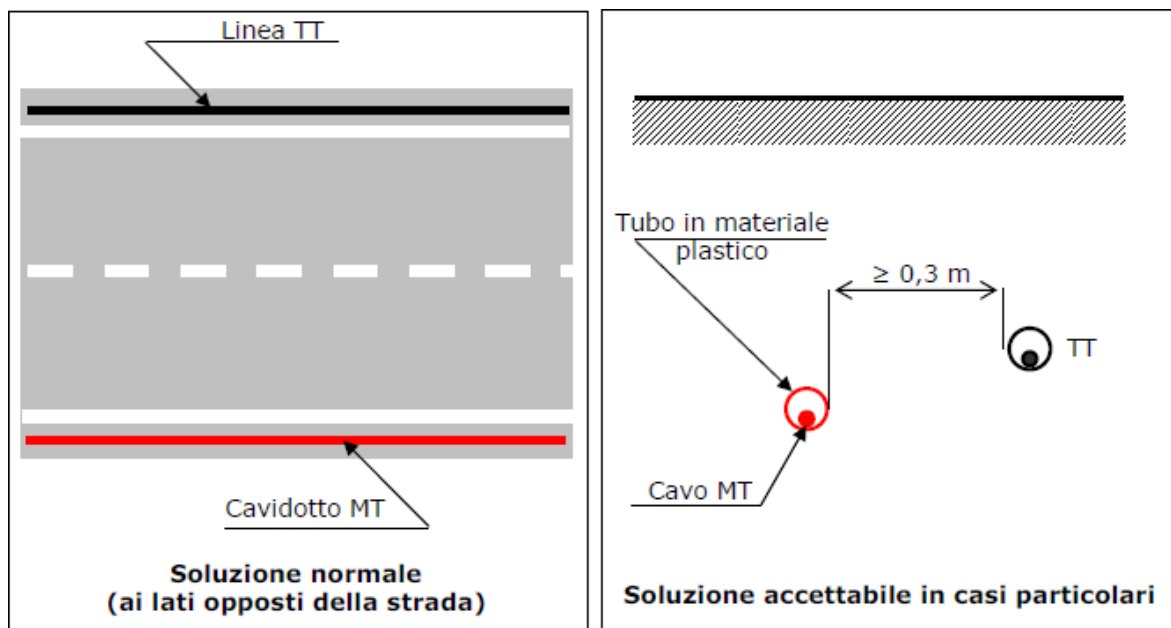
**Parallelismo tra cavi di energia e cavi di telecomunicazione (Norme CEI 11-17)**

Nei percorsi paralleli, i cavi di energia ed i cavi di telecomunicazione devono, di regola, essere posati alla maggiore possibile distanza tra loro; nel caso per es. di posa lungo la stessa strada, possibilmente ai lati opposti di questa.

Ove per giustificate esigenze tecniche il criterio di cui sopra non possa essere seguito, e ammesso posare i cavi vicini fra loro purché sia mantenuta, fra essi, una distanza minima, in proiezione su di un piano orizzontale, non inferiore a 0,30 m.

Qualora detta distanza non possa essere rispettata, si deve applicare sul cavo posato alla minore profondità, oppure su entrambi i cavi quando la differenza di quota fra essi è minore di 0,15 m, uno dei dispositivi di protezione descritti in precedenza.

Le prescrizioni di cui sopra non si applicano quando almeno uno dei due cavi è posato, per tutta la tratta interessata, in appositi manufatti (tubazioni, cunicoli, ecc.) che proteggono il cavo stesso e ne rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza la necessità di effettuare scavi.



**Parallelismo tra cavidotti MT e linee di telecomunicazione (TT) senza necessità di protezione**



## **Coesistenza tra cavi di energia e tubazioni metalliche**

### **Incroci tra cavi di energia e tubazioni metalliche, interrati (Norme CEI 11-17)**

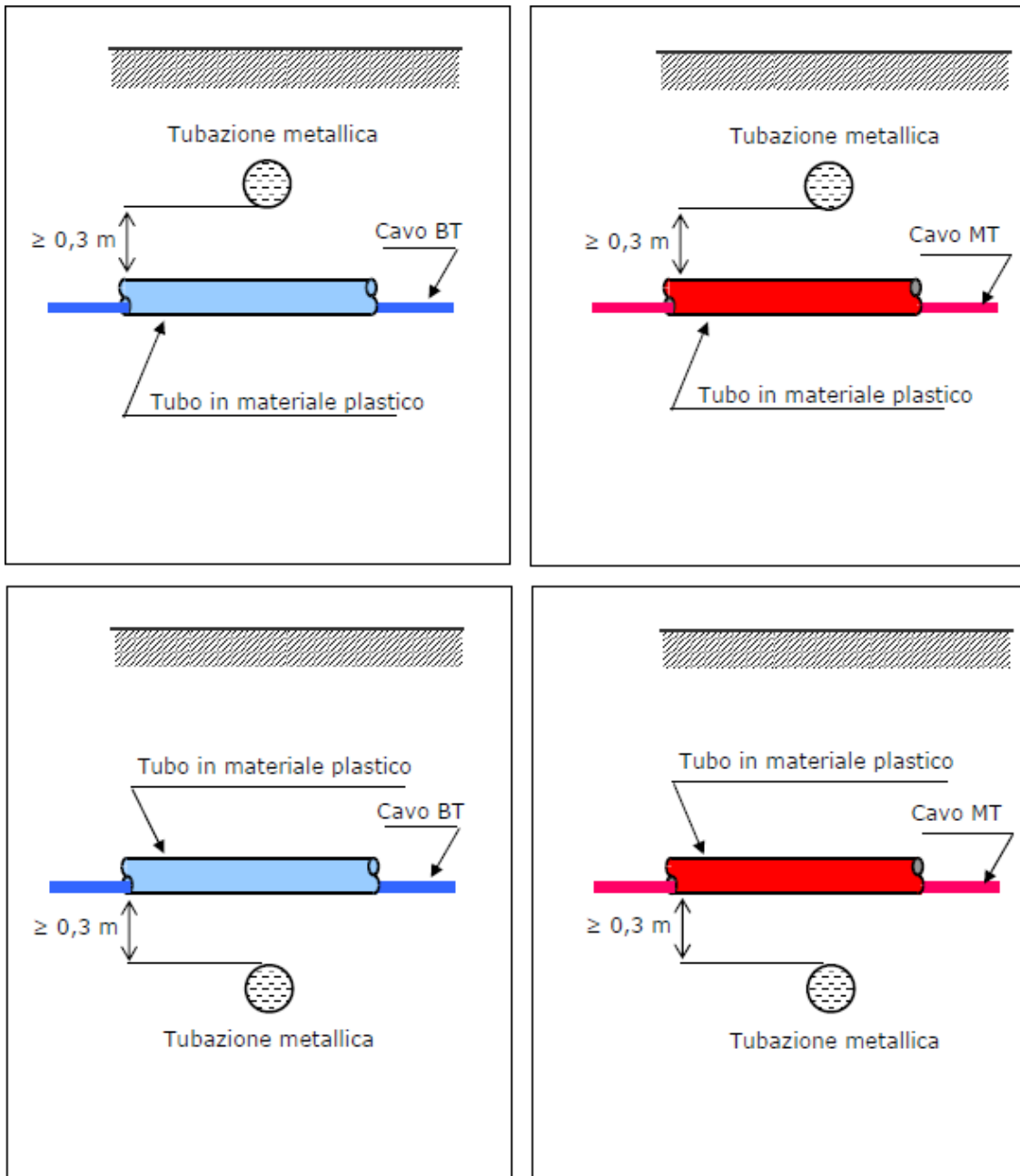
L'incrocio fra cavi di energia e tubazioni metalliche adibite al trasporto e alla distribuzione di fluidi (acquedotti, oleodotti e simili) o a servizi di posta pneumatica non deve effettuarsi sulla proiezione verticale di giunti non saldati delle tubazioni metalliche stesse. Non si devono avere giunti sui cavi di energia a distanza inferiore a 1 m dal punto di incrocio, a meno che non siano attuati i provvedimenti descritti nel seguito.

Nessuna particolare prescrizione è data nel caso in cui la distanza minima, misurata fra le superfici esterne di cavi di energia e di tubazioni metalliche o fra quelle di eventuali loro manufatti di protezione, è superiore a 0,50 m. Tale distanza può essere ridotta fino ad un minimo di 0,30 m, quando una delle strutture di incrocio è contenuta in manufatto di protezione non metallico (vedi nota), prolungato per almeno 0,30 m per parte rispetto all'ingombro in pianta dell'altra struttura oppure quando fra le strutture che si incrociano venga interposto un elemento separatore non metallico (per es. lastre di calcestruzzo o di materiale isolante rigido); questo elemento deve poter coprire, oltre alla superficie di sovrapposizione in pianta delle strutture che si incrociano, quella di una striscia di circa 0,30 m di larghezza ad essa periferica.

NOTA. I manufatti di protezione e gli elementi separatori in calcestruzzo armato si considerano non metallici; come manufatto di protezione di singole strutture con sezione circolare possono essere utilizzati collari di materiale isolante fissati ad esse.

Le distanze sopra indicate possono essere ulteriormente ridotte, previo accordo fra gli Enti proprietari o Concessionari, se entrambe le opere sono contenute in manufatti di protezione non metallici.

Prescrizioni analoghe devono essere osservate nel caso in cui non risulti possibile tenere l'incrocio a distanza uguale o superiore a 1 m dal giunto di un cavo oppure nei tratti che precedono o seguono immediatamente incroci eseguiti sotto angoli inferiori a 60° e per i quali non risulti possibile osservare puntualmente le prescrizioni sui "parallelismi" di cui al punto seguente.



***Incroci tra cavidotti MT-BT e ttubazioni metalliche***

**Parallelismi tra cavi di energia e tubazioni metalliche, interrati (Norme CEI 11-17)**

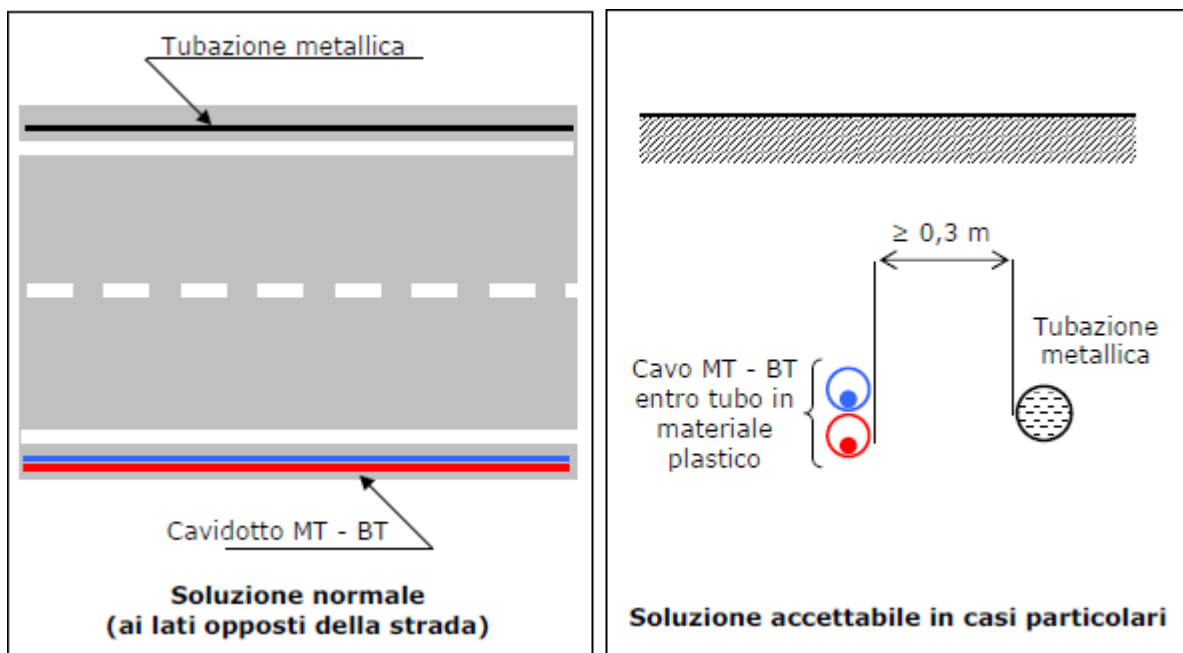
Nei parallelismi i cavi di energia e le tubazioni metalliche devono essere posati alla maggiore distanza possibile fra loro. In nessun tratto la distanza, misurata in proiezione orizzontale fra le superfici esterne di essi o di eventuali loro manufatti di protezione, deve risultare inferiore a 0,30 m.



Si può tuttavia derogare alla prescrizione suddetta previo accordo fra gli esercenti:

- a) quando la differenza di quota fra le superfici esterne delle strutture interessate è superiore a 0,50 m;
- b) quando tale differenza è compresa tra 0,30 m e 0,50 m, ma si interpongono fra le due strutture elementi separatori non metallici (come precedentemente definiti), nei tratti in cui la tubazione non è contenuta in un manufatto di protezione non metallico.

Non devono mai essere disposti nello stesso manufatto di protezione cavi di energia e tubazioni convoglianti fluidi infiammabili; per le tubazioni per altro uso, tale tipo di posa è invece consentito, previo accordo fra gli Enti interessati, purché il cavo di energia e le tubazioni non siano posti a diretto contatto fra loro. Per quanto applicabile, far riferimento anche alla Norma CEI UNI 70029 "Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi – Progettazione, costruzione, gestione e utilizzo – Criteri generali e di sicurezza".



**Parallelismi tra cavidotti MT-BT e tubazioni metalliche**

### Coesistenza tra cavi di energia e tubazioni del gas metano

La coesistenza tra i cavidotti MT e BT e le tubazioni o serbatoi del gas metano è regolata dalle disposizioni del D.M. 24-11-1984 "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8".

La classificazione delle tubazioni del gas metano è precisata nel seguente prospetto.

PRESSIONE DI ESERCIZIO	CLASSIFICAZIONE
<b>&gt; 5 bar</b>	Tubazione generalmente utilizzate per il trasporto gas dalle zone di produzione a quelle di consumo, per allacciare utenze ubicate in periferia o all'esterno dei nuclei abitati e per costruire reti di distribuzione. Classificate in condotte di: <b>1<sup>a</sup> specie:</b> pressione > 24 bar; <b>2<sup>a</sup> specie:</b> pressione compresa tra 12 e 24 bar inclusi; <b>3<sup>a</sup> specie:</b> pressione compresa tra 5 e 12 bar inclusi;
<b>&lt; 5 bar</b>	Tubazione generalmente utilizzate nella distribuzione urbana. Classificate in condotte di: <b>4<sup>a</sup> specie:</b> pressione compresa tra 1,5 e 5 bar inclusi; <b>5<sup>a</sup> specie:</b> pressione compresa tra 0,5 e 1,5 bar inclusi; <b>6<sup>a</sup> specie:</b> pressione compresa tra 0,04 e 0,5 bar inclusi; <b>7<sup>a</sup> specie:</b> pressione $\leq$ 0,04 bar.
<b>Note:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• S'intendono drenati i metanodotti muniti di sfiato verso l'esterno;</li><li>• Le modalità di realizzazione di eventuali provvedimenti di protezione della tubazione del gas vanno concordate con l'Ente proprietario o concessionario della stessa.</li></ul>	

Va tenuto presente che in genere le tubazioni utilizzate nella distribuzione cittadina sono < 5 bar.

In particolare quelle che si diffondono più capillarmente (e quindi maggiormente presenti) sono quelle di 6a e 7a specie: le prescrizioni relative a queste categorie di tubazioni sono molto generiche e si limitano a richiedere il mantenimento di una distanza tale da consentire gli eventuali interventi di manutenzione su entrambi i servizi interrati. Si ritiene che ciò possa essere conseguito assumendo le prescrizioni indicate dalle Norme CEI 11-17 per la coesistenza tra cavidotti MT-BT e le tubazioni metalliche anche qualora dette condotte del gas metano siano realizzate in polietilene.