

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN  
IMPIANTO FOTOVOLTAICO DA 187,36 MW<sub>P</sub> DENOMINATO  
**"LIMONE"**

SITO NEI COMUNI DI  
RAMACCA (CT), MINEO (CT) E AIDONE (EN)

LOCALITA'  
SP182 - SP73 - SP112 - SP103 - DIGA DI PIETRAROSSA

**CAVIDOTTI MT**  
**RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA**

COMMITTENTE:

**NEREIDI S.R.L.**

Viale Santa Panagia 141/D - 96100 Siracusa (SR)

P.IVA: 02050550892

**PROJECT MANAGER**

*Ing. Raimondo Barone*

**IL TECNICO**

*Ing. Giovanni Saraceno*

TITOLO ELABORATO:

MITEPUAREL005A0.docx

CODICE

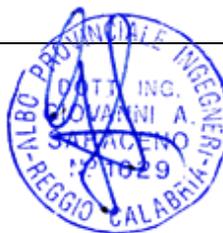
MITEPUAREL005A0

REVISIONE:

00

DATA ELABORATO:

27/04/2022



## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>OGGETTO E SCOPO .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>PROGETTO DELL'ELETTRODOTTO .....</b>	<b>8</b>
4.1	Generalità .....	8
4.2	Descrizione del tracciato del cavo.....	8
4.2.1	Comuni interessati.....	10
4.2.2	Opere attraversate .....	11
4.2.3	Vincoli aeroportuali .....	12
4.3	Caratteristiche tecniche dell'elettrodotto in progetto .....	13
4.4	Dimensionamento del cavidotto.....	14
4.4.1	Caratteristiche tecniche della linea.....	14
<b>5</b>	<b>LINEE ELETTRICHE IN MEDIA TENSIONE - CONDIZIONI DI POSA ED</b>	
	<b>INSTALLAZIONE .....</b>	<b>17</b>
5.1	Premessa .....	17
5.2	Cavi.....	17
5.3	Modalità di posa .....	17
5.4	Giunti e connettori.....	21
5.5	Terminali e capocorda.....	23
5.6	Canalizzazioni.....	23
5.7	Protezione e segnalazione dei CAVI.....	23
5.1	Fibre ottiche.....	24
5.2	Coesistenza tra cavi elettrici ed altre condutture interrata.....	24
5.3	Controlli e verifiche .....	29
<b>6</b>	<b>REALIZZAZIONE DELLA LINEA ELETTRICA IN CAVO INTERRATO MT.....</b>	<b>30</b>
6.1	Fasi di costruzione .....	30
6.1.1	Realizzazione delle infrastrutture temporanee di cantiere per la posa del cavo .....	30
6.1.2	Apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea .....	31
6.1.3	Posa del cavo .....	31
6.1.4	Ricopertura e ripristini.....	31
6.1.5	Scavo della trincea in corrispondenza dei tratti lungo percorso stradale .....	32
6.1.6	Staffaggi su ponti o strutture pre-esistenti .....	33
6.1.7	Trivellazione orizzontale controllata.....	33

## 1 PREMESSA

Il presente documento fornisce la descrizione generale del progetto definitivo del collegamento in cavo MT tra le cabine di raccolta, situate all'interno dell'impianto fotovoltaico, e la stazione d'utenza AT/MT dell'impianto fotovoltaico "Limone".

Il collegamento alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) necessita, infatti, della realizzazione di una stazione MT/AT di utenza (SSE di utenza) avente il fine di elevare la tensione di impianto da 30 kV al livello di 150 kV, per il successivo collegamento in antenna alla sezione a 150 kV di una nuova stazione elettrica (SE) 150/380 kV della RTN da inserire in entra – esce sulla futura linea RTN a 380 kV "Chiaramonte Gulfi- Ciminna", di proprietà Terna S.p.A..

La stazione di utenza sarà ubicata nel Comune di Ramacca (CT), a circa 7,5 km a ovest del centro abitato omonimo.

## 2 OGGETTO E SCOPO

Scopo del documento è quello di descrivere le caratteristiche tecniche e progettuali del cavidotto MT a 30 kV, al fine del rilascio delle autorizzazioni previste dalla legislazione vigente.

Nel seguito si definiscono le scelte tecniche di base per la realizzazione dell’opera in oggetto, comprendenti essenzialmente il tracciato ed il dimensionamento dei cavi tra i due punti terminali. Vengono, altresì, descritte le modalità di protezione e di installazione dei suddetti cavi.

### 3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
- CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici
- CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo
- CEI 11-20 + V1 e V2 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria
- CEI EN 50110-1 CEI (11-48) Esercizio degli impianti elettrici
- CEI EN 50160 CEI (8-9) Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica
- CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV
- Norma CEI 0-14 "Guida all'applicazione del DPR 462/01 relativa alla semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra degli impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi"
- Norma CEI 11-4 "Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne"
- Norma CEI 11-32 "Impianti di produzione di energia elettrica connessi a sistemi di III categoria"
- Norma CEI 11-46 "Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi – Progettazione, costruzione, gestione ed utilizzo – Criteri generali di posa"
- Norma CEI 11-47 "Impianti tecnologici sotterranei – Criteri generali di posa"
- Norma CEI 11-61 "Guida all'inserimento ambientale delle linee aeree esterne e delle stazioni elettriche"
- Norma CEI 11-62 "Stazioni del cliente finale allacciate a reti di terza categoria"
- Norma CEI 11-63 "Cabine Primarie"
- Norma CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua"

- Norma CEI 103-6 "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto"
- Norma CEI EN 50086 2-4 "Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati"
- Decreto Legislativo 9 Aprile 2008 n. 81 - "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"
- D.P.R. 22 Ottobre 2001 n. 462 "Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi"
- Decreto Legislativo 1 agosto 2003 n. 259 "Codice delle comunicazioni elettroniche"
- D.M. 12 Settembre 1959 "Attribuzione dei compiti e determinazione delle modalità e delle documentazioni relative all'esercizio delle verifiche e dei controlli previste dalle norme di prevenzione degli infortuni sul lavoro"
- Testo Unico di Leggi sulle Acque e sugli Impianti Elettrici (R.D. n. 1775 del 11/12/1933);
- 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 21/6/1968 e D.M. n. 449 del 21/3/1988);
- "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne" (D.M. n. 449 del 21/03/1988);
- "Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne" (D.M. 16/01/1991) e successivi aggiornamenti (D.M. 05/08/1998);
- Codice Civile (relativamente alla stipula degli atti di costituzione di 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 del 8/07/2003);
- "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 s.m.i.);
- Codice della strada (D.Lgs. n. 285/92) e successive modificazioni;

	<p><b>Impianto Fotovoltaico “LIMONE” Collegamento in cavo MT Relazione tecnico descrittiva</b></p> <p>OGGETTO / SUBJECT</p>	<p><b>NEREIDI S.R.L.</b></p> <p>CLIENTE / CUSTOMER</p>
--	---	--

- Leggi regionali e regolamenti locali in materia di rilascio delle autorizzazioni alla costruzione degli elettrodotti, qualora presenti ed in vigore.

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

## 4 PROGETTO DELL'ELETTRODOTTO

### 4.1 Generalità

Il tracciato è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art.121 del T.U. 11-12-1933 n.1775, comparando le esigenze di pubblica utilità dell'opera con gli interessi sia pubblici che privati.

Nella definizione dell'opera sono stati adottati i 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 (ove presenti), 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 progettati tenendo conto dell'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T.

### 4.2 Descrizione del tracciato del cavo

L'elettrodotto in oggetto avrà una lunghezza complessiva di circa 220 km (da intendersi come lunghezza complessiva delle terne di cavi MT) sui territori comunali di Ramacca e Mineo, in provincia di Catania (CT) e Aidone, in provincia di Enna (EN). Sarà realizzato in cavo interrato con tensione nominale di 30 kV e collegherà l'impianto fotovoltaico in oggetto con la stazione di utenza.

L'impianto in oggetto è suddiviso in n. 15 campi, denominati:

- LIMONE 1
- LIMONE 2
- LIMONE 3
- LIMONE 4
- LIMONE 5
- LIMONE 6

- LIMONE 7
- LIMONE 8
- LIMONE 9
- LIMONE 10.1
- LIMONE 10.2
- LIMONE 10.3
- LIMONE 10.4
- LIMONE 11
- LIMONE 12.1

Per l'ubicazione geografica di tali campi si veda la planimetria su CTR allegata.

Il tracciato in partenza dal campo **Limone 8**, costituito da una terna di cavi unipolari, ubicato all'estremità ovest del parco, scende in direzione sud-est andando ad attestarsi alla cabina di raccolta del campo Limone 2 dopo circa 600 m. Dalla cabina di raccolta di **Limone 2** il tracciato, costituito da una terna di cavi unipolari, prosegue in direzione est entrando, dopo un breve tratto, all'interno dell'area del campo **Limone 10.1** e andando ad attestarsi alla sua cabina di raccolta. Da quest'ultima, il tracciato, costituito da due terne di cavi unipolari, corre in direzione sud rimanendo all'interno dell'area di impianto, fino alla cabina di raccolta del campo **Limone 10.3**. Da questa cabina, tramite tre terne di cavi unipolari, parte in direzione est verso la cabina di raccolta del campo Limone 10.2. Dal campo **Limone 10.4**, ubicato a sud della SP103, parte una terna di cavi unipolari in direzione del campo Limone 10.2, attestandosi alla sua cabina di raccolta. Dalla cabina di raccolta del campo **Limone 10.2**, a causa dell'elevata potenza di tale campo, partono cinque terne in direzione della stazione di utenza che raccolgono le potenze prodotte dai campi Limone 2, 8 e 10, dapprima su viabilità comunale in direzione nord-est per circa 5 km fino al raggiungimento della SP182, poi proseguendo su quest'ultima verso nord per circa 1,5 km, per poi entrare nell'area della **stazione di utenza**. Da notare che le cinque terne, al fine di non ridurre ulteriormente la portata per la presenza di altri cavi nella stessa trincea, dovranno viaggiare in uno scavo separato lungo il lato opposto a quello in cui sono posate le terne degli altri campi.

Rimanendo nell'estremo ovest del parco e a sud dei campi appena illustrati, il tracciato parte con una terna dal campo **Limone 3** e prosegue su viabilità comunale per circa 1,5 km per poi virare a sud entrando nell'area del campo **Limone 11** dopo circa 1 km, andando ad attestarsi alla sua cabina di raccolta. Da essa il tracciato riesce tramite una terna in direzione nord fino al raggiungimento della suddetta viabilità comunale, per poi

proseguire lungo di essa per circa 3,5 km, entrando poi nell'area del campo **Limone 1**, andando ad attestarsi alla sua cabina di raccolta. Da quest'ultima il tracciato, costituito da una terna di cavi unipolari, torna sulla viabilità comunale e prosegue verso est entrando nell'area del campo **Limone 9** dopo circa 1,8 km ed attestandosi alla sua cabina di raccolta. Da quest'ultima il tracciato, costituito da due terne di cavi unipolari, rientra sulla viabilità comunale fino all'incrocio con la SP182 che prende in direzione nord, raggiungendo la **stazione di utenza** dopo circa 1,5 km, trasportando la potenza prodotta dai campi Limone 1, 3, 9 e 11.

Dal campo **Limone 6**, ubicato vicino all'incrocio tra la SP182 e la SP179, il tracciato, costituito da una terna di cavi unipolari, parte in direzione nord lungo la SP182 per circa 3,2 km, fino all'incrocio con la SP103. Da qui prosegue sempre lungo la SP182 per altri 1,5 km fino a raggiungere l'area del campo **Limone 7**, dove risiede anche la stazione di utenza, attestandosi alla sua cabina di raccolta. Da quest'ultima il tracciato riparte in direzione della **stazione di utenza**, dove si attesta dopo un breve tratto, trasportando la potenza dei campi Limone 6 e 7.

Infine, dal campo **Limone 12.1**, ubicato lungo la SP103 a circa 2 km a est dall'incrocio con la SP112, il tracciato, costituito da una terna di cavi unipolari, viaggia in direzione ovest verso la cabina di raccolta del **Limone 4**, posto nelle immediate vicinanze, attestandosi alla sua cabina di raccolta. Alla stessa cabina arriva una terna di cavi proveniente dal campo **Limone 5**, ubicato all'estremo est del parco fotovoltaico lungo la SP112, a circa 2,4 km a ovest della SS228. Dalla cabina di raccolta del campo Limone 4, che raccoglie la potenza prodotta dai campi Limone 4, 5 e 12.1, il tracciato parte in direzione della stazione di utenza, dapprima lungo la SP112 in direzione ovest, per poi prendere la SP103 sempre in direzione ovest fino all'incrocio con la SP182. Prosegue quindi su quest'ultima verso nord, fino ad attestarsi alla **stazione di utenza** dopo un tratto di circa 1,5 km.

Il tracciato sarà sia su strade asfaltate che sterrate.

#### 4.2.1 Comuni interessati

Il tracciato interesserà il seguenti comuni:

- Ramacca e Mineo, nella provincia di Catania (CT);
- Aidone, nella provincia di Enna (EN).

#### 4.2.2 Opere attraversate

Il cavidotto in oggetto attraversa le seguenti opere. La localizzazione delle opere è riportata nella corografia allegata.

Cavidotto MT		
NUM ATTRAVERSAMENTO	DESCRIZIONE OPERA	ENTE INTERESSATO
Comune di Aidone		
1	Corso d'acqua	Autorità di bacino
2	Corso d'acqua	Autorità di bacino
3	Linea MT	e - distribuzione
4	Corso d'acqua	Autorità di bacino
Comune di Ramacca		
5	Corso d'acqua	Autorità di bacino
6	Linea BT	e - distribuzione
7	Linea 380 kV in progetto "Chiaramonte Gulfi"	Terna S.p.A.
8	Corso d'acqua	Autorità di bacino
9	Corso d'acqua	Autorità di bacino
10	Linea BT	e - distribuzione
11	Acquedotto	Autorità di bacino
12	Corso d'acqua	Autorità di bacino
13	Linea BT	e - distribuzione
14	Corso d'acqua	Autorità di bacino
15	Corso d'acqua	Autorità di bacino
16	Corso d'acqua	Autorità di bacino
17	Linea BT	e - distribuzione
18	Linea Telecom	Telecom Italia S.p.A.
19	Linea BT	e - distribuzione
20	Linea Telecom	Telecom Italia S.p.A.
21	Linea Telecom	Telecom Italia S.p.A.
22	Linea MT	e - distribuzione
23	Linea Telecom	Telecom Italia S.p.A.
24	Linea Telecom	Telecom Italia S.p.A.
25	Corso d'acqua	Autorità di bacino
26	Corso d'acqua	Autorità di bacino
27	Linea Telecom	Telecom Italia S.p.A.
28	Corso d'acqua	Autorità di bacino
29	Linea BT	e - distribuzione
30	Linea MT	e - distribuzione
31	Corso d'acqua	Autorità di bacino
32	Corso d'acqua	Autorità di bacino

	<p><b>Impianto Fotovoltaico “LIMONE” Collegamento in cavo MT Relazione tecnico descrittiva</b></p> <p>OGGETTO / SUBJECT</p>	<p><b>NEREIDI S.R.L.</b></p> <p>CLIENTE / CUSTOMER</p>
--	---	--

#### 4.2.3 Vincoli aeroportuali

Il tracciato non risulta interessare zone soggette a vincolo aeroportuale.

### 4.3 Caratteristiche tecniche dell'elettrodotto in progetto

L'elettrodotto in oggetto costituisce l'elemento di collegamento tra la cabina di raccolta, situata all'interno del perimetro dell'impianto fotovoltaico 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.

Per il collegamento al quadro MT della stazione d'utenza, è prevista la partenza delle seguenti terne di cavi con l'utilizzo posati a trifoglio, con conduttore in alluminio:

Collegamento	Formazione	Lunghezza (km)	I <sub>b</sub> (A)	I <sub>z</sub> (A)
Limone 8 - Limone 2	3x1x300	0.83	60	376 (*)
Limone 2 - Limone 10.1	3x1x300	0.59	202	376 (*)
Limone 10.1 - Limone 10.3	2x(3x1x630)	0.80	853	927 (****)
Limone 10.3 - Limone 10.2	3x(3x1x630)	2.61	1182	1528 (**)
Limone 10.4 - Limone 10.2	3x1x300	0.35	22	376 (*)
Limone 10.2 - SSE Utenza	5x(3x1x630)	6.02	2204	2317 (****)
Limone 3 - Limone 11	3x1x300	2.84	202	376 (*)
Limone 11 - Limone 1	3x1x300	5.21	292	376 (*)
Limone 1 - Limone 9	3x1x630	2.78	363	509 (**)
Limone 9 - SSE Utenza	2x(3x1x630)	2.50	528	966 (***)
Limone 6 - Limone 7	3x1x300	4.53	112	376 (*)
Limone 7 - SSE Utenza	3x1x300	0.07	221	323 (***)
Limone 12.1 - Limone 4	3x1x300	1.35	15	376 (*)
Limone 5 - Limone 4	3x1x300	6.46	153	376 (*)
Limone 4 - SSE Utenza	3x1x300	3.74	247	323 (***)

(\*) Portata ridotta per la presenza di due terne nello stesso scavo

(\*\*) Portata ridotta per la presenza di tre terne nello stesso scavo

(\*\*\*) Portata ridotta per la presenza di quattro terne nello stesso scavo

(\*\*\*\*) Portata ridotta per la presenza di cinque terne nello stesso scavo

Dove I<sub>b</sub> è la corrente di impiego e I<sub>z</sub> la portata del cavo opportunamente ridotta per tener conto delle condizioni di posa, nel caso di presenza di più cavi nello stesso scavo, e di opportuni coefficienti di sicurezza.

La corrente massima che può interessare la linea di collegamento MT per l'impianto in oggetto è la seguente:

$$I_n = 2204 \text{ A}$$

Calcolata con al seguente formula:

$$I_n = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} V_n \cos\varphi}$$

Dove  $\cos\varphi=0,9$  e la potenza elettrica in immissione è stata considerata la potenza uscente dalla cabina di raccolta del campo Limone 10.2 lato a.c., circa 102,9 MWac..

#### 4.4 Dimensionamento del cavidotto

La linea sarà realizzata interamente in cavo interrato, in modo da ridurre al minimo l'impatto ambientale.

##### 4.4.1 Caratteristiche tecniche della linea

I cavi utilizzati saranno del tipo unipolare ad isolamento solido estruso con conduttori di alluminio, aventi una sezione nominale di 300 e 630 mm<sup>2</sup>: le caratteristiche dei suddetti cavi sono riportate nella figura di seguito **Fig. 1**

#### SINGLE CORE CABLE

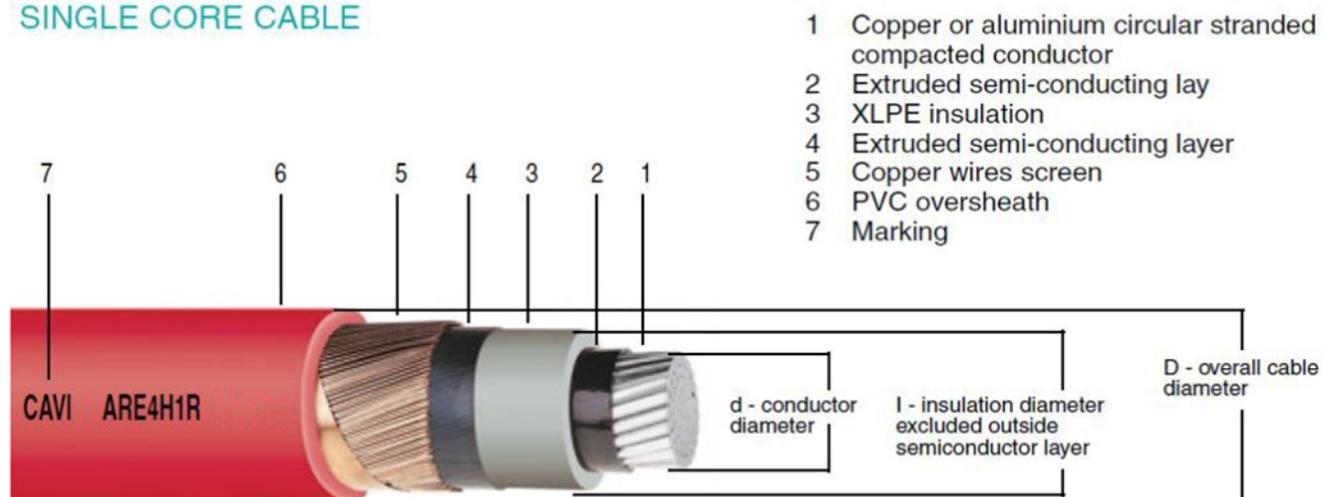


Fig. 1: caratteristiche cavi unipolari

L'isolamento sarà costituito da miscela a base di polietilene reticolato (XLPE) o, in alternativa, da miscela elastomerica reticolata ad alto modulo a base di gomma sintetica (HEPR), qualità G7 rispondente alle norme CEI 20-11 e CEI 20-13: in entrambi i casi la temperatura di esercizio del cavo sarà pari a 90° C.

Lo schermo elettrico è in semiconduttore estruso sull'isolante.

	<p><b>Impianto Fotovoltaico “LIMONE” Collegamento in cavo MT Relazione tecnico descrittiva</b></p> <p>OGGETTO / SUBJECT</p>	<p><b>NEREIDI S.R.L.</b></p> <p>CLIENTE / CUSTOMER</p>
--	---	--

Lo schermo fisico è in alluminio, a nastro, con o senza equalizzazione.

La guaina protettiva può essere in polietilene o PVC.

Di seguito si riportano le caratteristiche tecniche ed elettriche del cavo in questione.

### Caratteristiche tecniche

Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Ø esterno max	Peso indicativo cavo	Portata di corrente A			
					in aria		interrato*	
n° x mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	kg/km	a trifoglio	in piano	a trifoglio	in piano
1 x 35	7,0	8,0	33,5	1030	144	152	142	149
1 x 50	8,1	8,0	34,1	1150	174	183	168	177
1 x 70	9,7	8,0	36,2	1300	218	229	207	218
1 x 95	11,4	8,0	38,2	1450	266	280	247	260
1 x 120	12,9	8,0	40,0	1650	309	325	281	296
1 x 150	14,3	8,0	41,0	1800	352	371	318	335
1 x 185	16,0	8,0	43,1	2020	406	427	361	380
1 x 240	18,3	8,0	45,0	2300	483	508	418	440
1 x 300	21,0	8,0	47,0	2620	547	576	472	497
1 x 400	23,6	8,0	51,1	3080	640	674	543	572
1 x 500	26,5	8,0	53,0	3630	740	779	621	654
1 x 630	30,1	8,0	60,2	4250	862	907	706	743

\* Resistività termica del terreno 100°C cm/W

### Caratteristiche elettriche

Formazione	Resistenza elettrica a 20°C	Resistenza apparente a 90°C e 50Hz Ω/km		Reattanza di fase Ω/Km		Capacità a 50Hz µF/km
		a trifoglio	in piano	a trifoglio	in piano	
n° x mm <sup>2</sup>	Ω/Km					
1 x 35	0,868	1,113	1,113	0,16	0,21	0,15
1 x 50	0,641	0,822	0,822	0,15	0,20	0,15
1 x 70	0,433	0,568	0,568	0,14	0,20	0,16
1 x 95	0,320	0,411	0,411	0,13	0,19	0,18
1 x 120	0,253	0,325	0,325	0,13	0,18	0,19
1 x 150	0,206	0,265	0,265	0,12	0,18	0,20
1 x 185	0,164	0,211	0,211	0,12	0,18	0,22
1 x 240	0,125	0,161	0,161	0,11	0,17	0,24
1 x 300	0,100	0,130	0,129	0,11	0,17	0,27
1 x 400	0,0778	0,102	0,101	0,11	0,16	0,29
1 x 500	0,0605	0,0801	0,0794	0,10	0,16	0,32
1 x 630	0,0469	0,0635	0,0625	0,099	0,16	0,36

## 5 LINEE ELETTRICHE IN MEDIA TENSIONE - CONDIZIONI DI POSA ED INSTALLAZIONE

### 5.1 Premessa

La linea elettrica interrata in media tensione 30 kV dovrà rispondere alle caratteristiche di norma per quanto riguarda le caratteristiche dei materiali utilizzati nonché la modalità di costruzione dei cavidotti e di posa dei cavi elettrici.

### 5.2 Cavi

Il cavo di media tensione avrà le seguenti caratteristiche:

- Codice cavo: ARE4H1R o ARE4H1R 18/30, in alluminio
- Formazione e sezione:
  - 3x(1x300) mm<sup>2</sup>
  - 3x(1x630) mm<sup>2</sup>

### 5.3 Modalità di posa

L'elettrodotto in oggetto, come in precedenza specificato, è composto da linee in cavo interrato. Facendo riferimento alla tabella riportata al paragrafo 4.3:

- una terna da 300 mm<sup>2</sup> dalla cabina di raccolta del campo **Limone 8** alla cabina di raccolta del campo **Limone 2**;
- una terna da 300 mm<sup>2</sup> dalla cabina di raccolta del campo **Limone 2** alla cabina di raccolta del campo **Limone 10.1**;
- due terne da 630 mm<sup>2</sup> dalla cabina di raccolta del campo denominato **Limone 10.1** fino alla cabina di raccolta del campo **Limone 10.3**;
- due terne da 630 mm<sup>2</sup> dalla cabina di raccolta del campo denominato **Limone 10.3** fino alla cabina di raccolta del campo **Limone 10.2**;
- una terna da 300 mm<sup>2</sup> dalla cabina di raccolta del campo **Limone 10.4** alla cabina di raccolta del campo **Limone 10.2**;
- cinque terne da 630 mm<sup>2</sup> dalla cabina di raccolta del campo denominato **Limone 10.2** fino alla **stazione di utenza**;
- una terna da 300 mm<sup>2</sup> dalla cabina di raccolta del campo **Limone 3** alla cabina di raccolta del campo **Limone 11**;
- una terna da 300 mm<sup>2</sup> dalla cabina di raccolta del campo **Limone 11** alla cabina di raccolta del campo **Limone 1**;

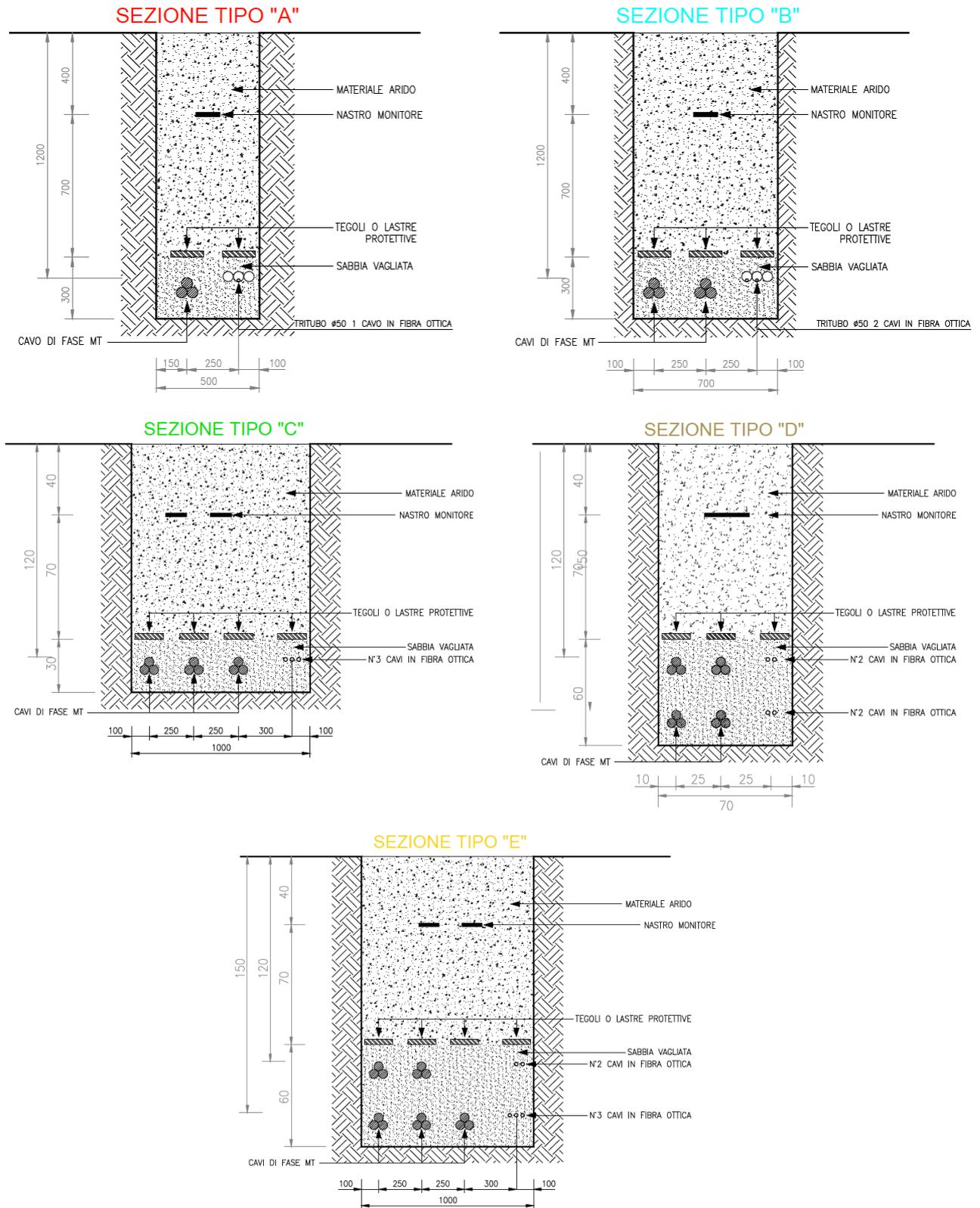
	<p style="text-align: center;"><b>Impianto Fotovoltaico “LIMONE” Collegamento in cavo MT Relazione tecnico descrittiva</b></p> <p style="text-align: center;">OGGETTO / SUBJECT</p>	<p style="text-align: center;">NEREIDI S.R.L.</p> <p style="text-align: center;">CLIENTE / CUSTOMER</p>
--	---	---

- una terna da 630 mm<sup>2</sup> dalla cabina di raccolta del campo **Limone 1** alla cabina di raccolta del campo **Limone 9**;
- due terne da 630 mm<sup>2</sup> dalla cabina di raccolta del campo **Limone 9** alla **stazione di utenza**;
- una terna da 300 mm<sup>2</sup> dalla cabina di raccolta del campo **Limone 6** alla cabina di raccolta del campo **Limone 7**;
- una terna da 300 mm<sup>2</sup> dalla cabina di raccolta del campo **Limone 7** alla **stazione di utenza**;
- una terna da 300 mm<sup>2</sup> dalla cabina di raccolta del campo **Limone 12.1** alla cabina di raccolta del campo **Limone 4**;
- una terna da 300 mm<sup>2</sup> dalla cabina di raccolta del campo **Limone 5** alla cabina di raccolta del campo **Limone 4**;
- una terna da 300 mm<sup>2</sup> dalla cabina di raccolta del campo **Limone 4** alla **stazione di utenza**.

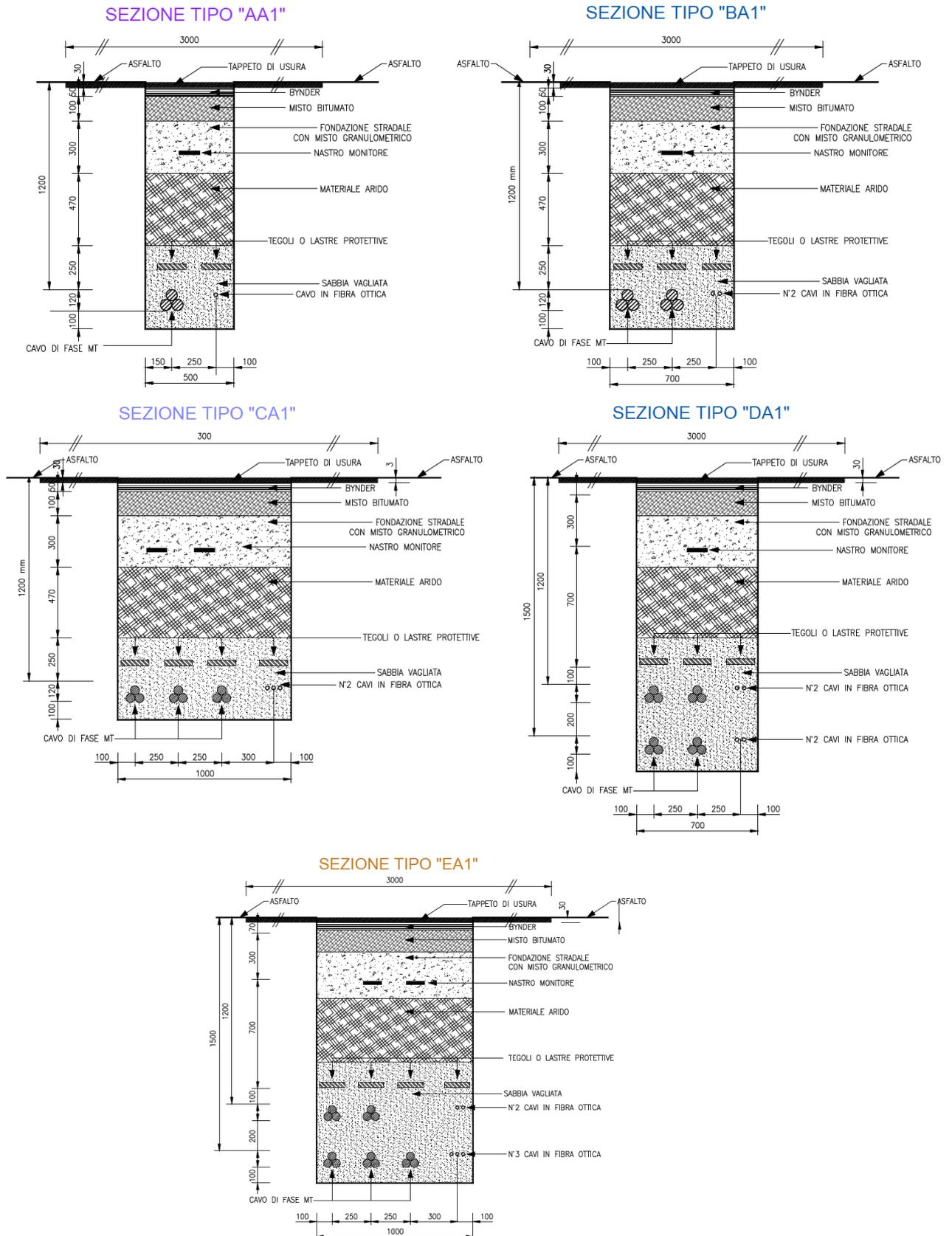
Le linee saranno posate all'interno di uno scavo opportunamente dimensionato.

La profondità minima di posa dei tubi, deve essere tale da garantire almeno 1 m, misurato dall'estradosso superiore del tubo.

Vedi figure sezioni tipiche di posa riportate sotto per scavi su sterrato e su strade asfaltate.



**Figura 1: Sezione tipica di posa della linea in cavo su strade sterrate**



**Figura 2:** *Sezione tipica di posa della linea in cavo su sede stradale*

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di 1,4 m, con disposizione delle fasi a trifoglio e configurazione degli schermi cross bonded.

Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata.

La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto.

Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per attraversamenti specifici.

Gli attraversamenti delle opere interferenti saranno eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

Per evitare danneggiamenti meccanici sul cavo, durante la posa, si dovrà tenere conto dello sforzo massimo del cavo e del raggio di curvatura minimo (0,9 m).

In caso di presenza di acqua occorrerà prestare particolare attenzione per evitare che possa entrare acqua o umidità alle estremità dei cavi: dovrà essere effettuata la spelatura del cavo per 30cm, la sigillatura mediante coni di fissaggio in corrispondenza dell'inizio dell'isolante e la sigillatura mediante calotte termo-restringenti in caso di interrimento del cavo prima della realizzazione di giunzioni o terminazioni.

#### **5.4 Giunti e connettori**

I giunti servono a collegare tra loro due pezzature contigue di cavo e devono provvedere:

- Alla connessione dei conduttori di due pezzature di cavo mediante manicotti metallici chiamati connettori;
- All'isolamento del conduttore e al ripristino dei vari elementi del cavo;
- A controllare la distribuzione del campo elettrico, per evitare concentrazioni localizzate che possono provocare in breve tempo alla perforazione del giunto;
- Al mantenimento della continuità elettrica tra gli schermi metallici dei cavi;
- Alla protezione dall'ambiente nel quale il giunto è posato.

Nelle giunzioni fra cavi, i connettori sono i componenti deputati alla sola continuità elettrica; essi sono installati sui conduttori dei cavi mediante compressione eseguita con presse idrauliche e con le rispettive matrici a corredo.

Per l'installazione dei connettori sui cavi MT in alluminio, particolarmente sensibili all'ossidazione, a differenza del rame dove si produce una pellicola di ossido protettivo, e

	<p align="center"><b>Impianto Fotovoltaico “LIMONE” Collegamento in cavo MT Relazione tecnico descrittiva</b></p> <p align="center">OGGETTO / SUBJECT</p>	<p align="center">NEREIDI S.R.L.</p> <p align="center">CLIENTE / CUSTOMER</p>
--	---	---

dove la presenza di aria nei trefoli genera un processo corrosivo irreversibile, sono previste compressioni (punzonature) molto profonde per realizzare una deformazione omogenea dei due componenti assiemati.

I connettori si distinguono per materiali costituenti e foggia, secondo l'impiego a cui sono destinati.

I giunti unipolari saranno posizionati lungo il percorso del cavo, a circa 600-1000 m l'uno dall'altro. Il posizionamento dei giunti sarà determinato in sede di progetto esecutivo in funzione della lunghezza delle pezzature del cavo, delle interferenze sotto il piano di campagna e di eventuali vincoli per il trasporto.

	<p align="center"><b>Impianto Fotovoltaico "LIMONE"</b>  <b>Collegamento in cavo MT</b>  <b>Relazione tecnico descrittiva</b></p> <p align="center">OGGETTO / SUBJECT</p>	<p align="center">NEREIDI S.R.L.</p> <p align="center">CLIENTE / CUSTOMER</p>
--	---	---

## 5.5 Terminali e capocorda

I terminali, che costituiscono generalmente le estremità di una linea in cavo, nonché gli elementi di connessione alle apparecchiature, devono consentire:

- La connessione del conduttore, mediante capocorda;
- La sigillatura del cavo contro il possibile ingresso di acqua o umidità;
- La protezione dell'isolante dalle radiazioni UV, dagli agenti atmosferici e comunque dall'ambiente circostante;
- Per i cavi MT il controllo della distribuzione del campo elettrico.

Per realizzare le connessioni dei conduttori dei cavi si utilizzano capicorda, che possono essere con attacco ad occhiello o a codolo.

Per i cavi MT i capicorda sono parte integrante dei terminali, per i cavi in alluminio dovranno essere di tipo bimetallico alluminio-rame, accoppiati per frizione, allo scopo di evitare corrosioni. La compressione sul conduttore viene eseguita sulla parte in alluminio, mentre la connessione esterna avviene sulla parte in rame.

## 5.6 Canalizzazioni

La canalizzazione utilizzata è normalmente prevista per le strade di uso pubblico, per le quali il Nuovo Codice della Strada fissa una profondità minima di 1 metro dall'estradosso della protezione.

La canalizzazione ad altezza ridotta è prevista solo in casi eccezionali concordati con l'ente gestore della strada.

Il riempimento della trincea e il ripristino della superficie devono essere effettuati secondo le specifiche prescrizioni imposte dal proprietario del suolo.

## 5.7 Protezione e segnalazione dei CAVI

Per i cavi interrati le Norme CEI 11-17 prevedono una protezione meccanica che può essere intrinseca al cavo stesso oppure supplementare a seconda del tipo di cavo e della profondità di posa. Nel caso in esame sarà utilizzata eventualmente una protezione meccanica mediante utilizzo di cavidotto in tubo flessibile (corrugato) con resistenza all'urto (CEI 23-46) di tipo N (normale) o mediante l'uso di tegole protettive; in alternativa potranno essere utilizzati cavi di tipo armato "AIRBAG". Sarà previsto superiormente il nastro segnaletico posato ad almeno 20cm dalla protezione del cavo. Il diametro nominale interno del tubo sarà maggiore di 1,4 volte il diametro del cavo, ovvero diametro 160mm.

## 5.1 Fibre ottiche

E' prevista l'installazione di fibre ottiche a servizio del cavidotto, le quali saranno posate contestualmente alla stesura del cavo secondo le modalità descritte nei tipici allegati.

In sede di progetto esecutivo e comunque prima che si dia inizio alla realizzazione dell'opera ed in particolare prima dell'installazione della rete di comunicazioni elettroniche in fibre ottiche a servizio dell'elettrodotta, si procederà all'ottenimento dell'autorizzazione generale espletando gli obblighi stabiliti dal Decreto Legislativo 1 agosto 2003, n. 259, "Codice delle comunicazioni elettroniche"; in particolare si procederà alla presentazione della dichiarazione, conforme al modello riportato nell'allegato n. 14 al suddetto decreto, contenente l'intenzione di installare o esercire una rete di comunicazione elettronica ad uso privato; ciò costituisce denuncia di inizio attività ai sensi dello stesso D.Lgs.259/2003 art. 99, comma 4.

## 5.2 Coesistenza tra cavi elettrici ed altre condutture interrato

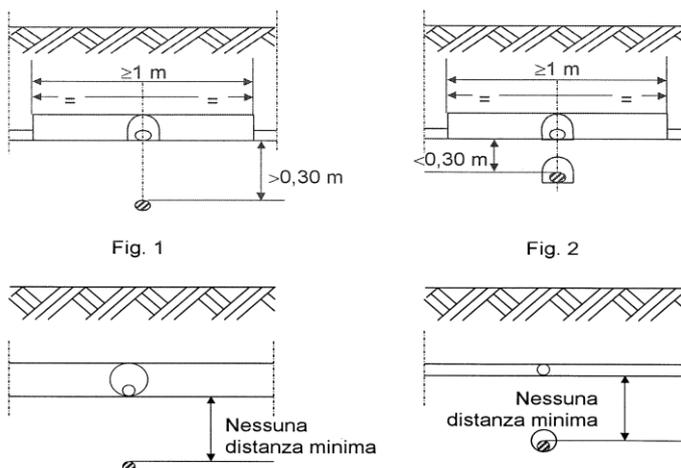
Le prescrizioni in merito alla coesistenza tra i cavidotti MT-BT e le condutture degli altri servizi del sottosuolo derivano principalmente dalle seguenti norme:

- 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".

Eventuali prescrizioni aggiuntive saranno comunicate dai vari enti a cui sarà richiesto il coordinamento dei sottoservizi.

### Incrocio e parallelismo tra cavi di energia e cavi di telecomunicazione interrati

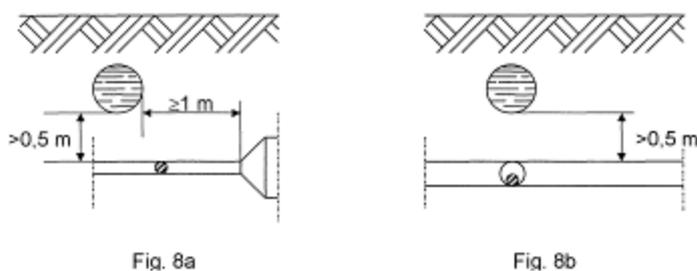
Nell'eseguire l'incrocio o il parallelismo tra due cavi direttamente interrati, la distanza tra i due cavi non deve essere inferiore a 0,3 m. Quando almeno uno dei due cavi è posto dentro manufatti di protezione meccanica (tubazioni, cunicoli, ecc.) che ne rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza necessità di effettuare scavi, non è necessario osservare alcuna distanza minima



### Incroci tra cavi di energia e tubazioni metalliche interrate

L'incrocio fra cavi di energia e le tubazioni metalliche adibite al trasporto e alla distribuzione di fluidi [acquedotti, gasdotti, oleodotti e simili] o a servizi di posta pneumatica, non deve essere effettuato sulla proiezione verticale di giunti non saldati delle tubazioni metalliche stesse.

I cavi di energia non devono presentare giunzioni se non a distanze  $\geq 1$  m dal punto di incrocio con le tubazioni a meno che non siano attuati i provvedimenti scritti nel seguito. Nei riguardi delle protezioni meccaniche, non viene data nessuna particolare prescrizione nel caso in cui la distanza minima misurata fra le superfici esterne dei cavi di energia e delle tubazioni metalliche o fra quelle di eventuali loro manufatti di protezione, è superiore a 0,50 m [Fig. 8a e 8b].



Tale distanza può essere ridotta fino ad un minimo di 0,30 m nel caso in cui una delle strutture di incrocio è contenuta in un manufatto di protezione non metallico prolungato almeno 0,30 m per parte rispetto all'ingombro in pianta dell'altra struttura [Fig. 9].

Un'altra soluzione, per ridurre la distanza di incrocio fino ad un minimo di 0,30 m è quella di interporre tra cavi energia e tubazioni metalliche un elemento separatore non metallico [come ad esempio lastre di calcestruzzo o di materiale isolante rigido]; questo elemento deve poter coprire, oltre la superficie di sovrapposizione in pianta delle strutture che si incrociano, quella di una striscia di circa 0.30 m di larghezza ad essa periferica [Fig. 10].

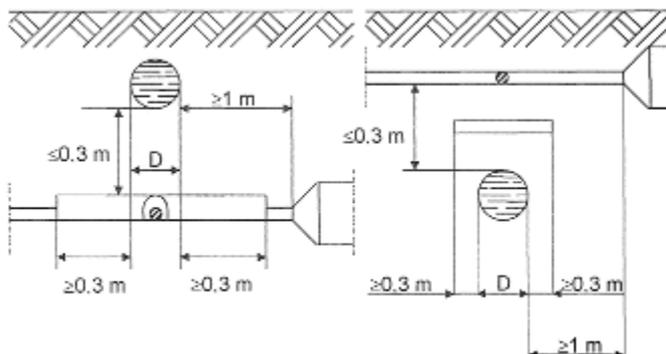


Fig. 9

Fig. 10

I manufatti di protezione e gli elementi separatori in calcestruzzo armato sono da considerarsi strutture non metalliche. Come manufatto di protezione di singole strutture con sezione circolare possono essere utilizzati collari di materiale isolante fissati ad esse.

Parallelismi tra cavi di energia e tubazioni metalliche interrate

In nessun tratto la distanza misurata in proiezione orizzontale fra le due superfici esterne di eventuali altri manufatti di protezione, deve risultare inferiore a 0,3 m.



Incroci e parallelismi tra cavi di energia in tubazione e tubazioni di gas con densità non superiore a 0,8 non drenate con pressione massima di esercizio >5 Bar

Nei casi di sovra e sottopasso tra canalizzazioni per cavi elettrici e tubazioni non drenate, la distanza misurata in senso verticale fra le due superfici affacciate deve essere  $\geq 1,50$  m [Fig. 16a e 16b].

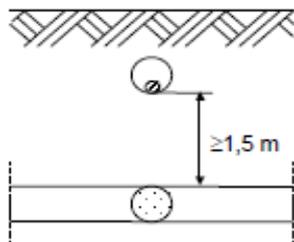


Fig. 16a

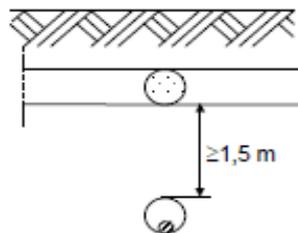


Fig. 16b

Qualora non sia possibile osservare tale distanza, la tubazione del gas deve essere collocata entro un tubo di protezione che deve essere prolungato da una parte e dall'altra dell'incrocio per almeno 1 m nei sottopassi e 3 m nei sovrappassi; le distanze vanno misurate a partire dalle tangenti verticali alle pareti esterne della canalizzazione [Fig. 17 e 18]; in ogni caso deve essere evitato il contatto metallico tra le superfici affacciate.

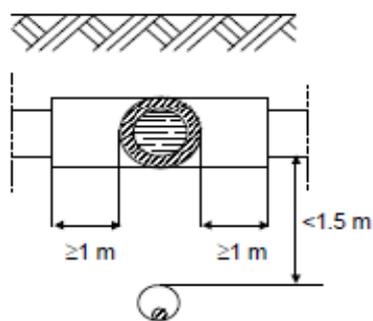


Fig. 17

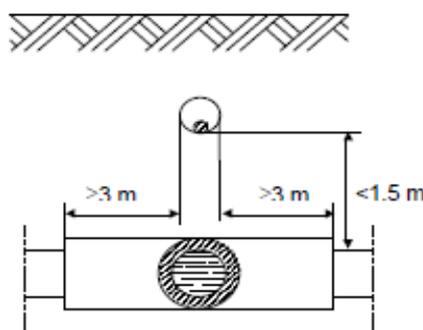


Fig. 18

Nei parallelismi tra canalizzazioni per cavi elettrici e tubazioni non drenate, la distanza minima tra le due superfici affacciate non deve essere inferiore alla profondità di interrimento della condotta del gas [Fig. 19], salvo l'impiego di diaframmi continui di separazione [Fig. 20].

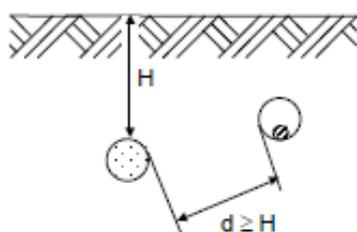


Fig. 19

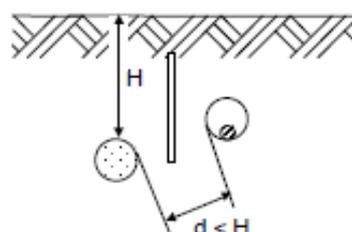


Fig. 20

Incroci e parallelismi tra cavi di energia in tubazione e tubazioni di gas con densità non superiore a 0,8 non drenate con pressione massima di esercizio 5 Bar

Nel caso di sopra e sottopasso tra canalizzazioni per cavi elettrici e tubazioni del gas la distanza misurata tra le due superfici affacciate deve essere:

- per condotte di 4<sup>^</sup> e 5<sup>^</sup> Specie:  $> 0,50\text{ m}$  [Fig. 21a e 21b];
- per condotte di 6<sup>^</sup> e 7<sup>^</sup> Specie: tale da consentire gli eventuali interventi di manutenzione su entrambi i servizi interrati.

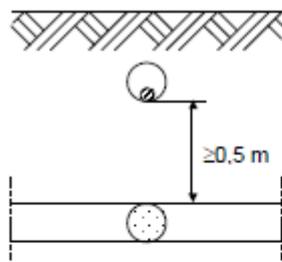


Fig. 21a

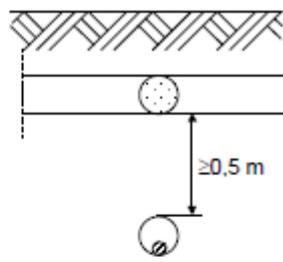
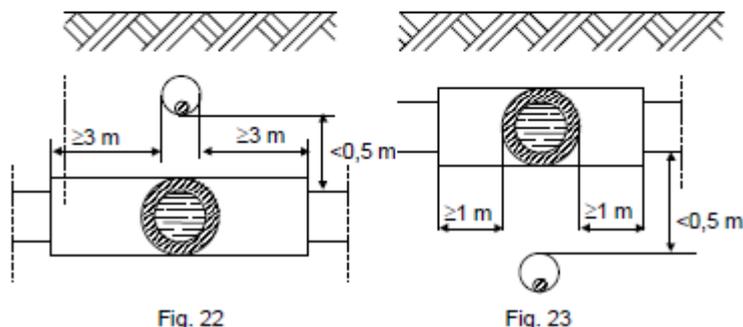


Fig. 21b

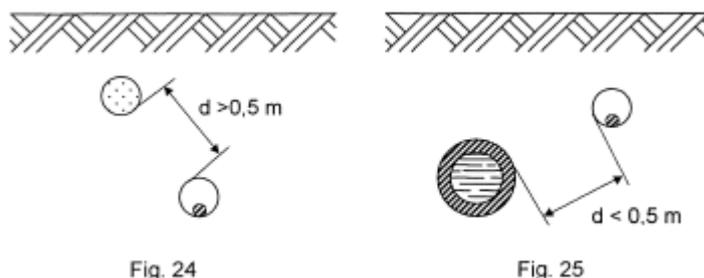
Qualora per le condotte di 4<sup>^</sup> e 5<sup>^</sup> Specie, non sia possibile osservare la distanza minima di 0,5 m, la condotta del gas deve essere collocata entro un manufatto o altra tubazione di protezione e detta protezione deve essere prolungata da una parte e dall'altra

dell'incrocio stesso per almeno 3 m nei sovrappassi [Fig. 22] e 1 m nei sottopassi [Fig. 23], misurati a partire dalle tangenti verticali alle pareti esterne dell'altra canalizzazione.

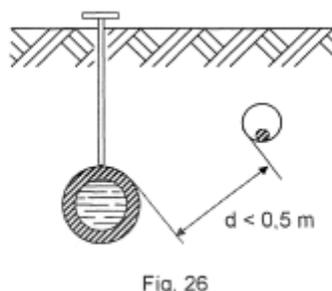


Nei casi di percorsi paralleli tra canalizzazioni per cavi elettrici e tubazioni del gas la distanza misurata tra la due superfici affacciate deve essere:

- per condotte di 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> specie: > 0.50 m [Fig. 24];
- per condotte di 6<sup>a</sup> e 7<sup>a</sup> tale da consentire gli eventuali interventi di manutenzione su entrambi i servizi interrati.



Qualora per le condotte di 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> specie non sia possibile osservare la distanza minima di 0,50 m, la tubazione dei gas deve essere collocata entro un manufatto o altra tubazione [Fig. 25]; nei casi in cui il parallelismo abbia lunghezza superiore a 150 m la condotta dovrà essere contenuta in tubi o manufatti speciali chiusi, in muratura o cemento, lungo i quali devono essere disposti diaframmi a distanza opportuna e dispositivi di sfiato verso l'esterno. Detti dispositivi di sfiato devono essere costruiti con tubi di diametro interno non inferiore a 20mm e devono essere posti alla distanza massima tra loro di 150m e protetti contro l'intasamento [Fig. 26].



	<p align="center"><b>Impianto Fotovoltaico “LIMONE” Collegamento in cavo MT Relazione tecnico descrittiva</b></p> <p align="center">OGGETTO / SUBJECT</p>	<p align="center">NEREIDI S.R.L.</p> <p align="center">CLIENTE / CUSTOMER</p>
--	---	---

### **5.3 Controlli e verifiche**

Le verifiche da effettuare saranno di due tipologie:

- controlli in corso d’opera;
- controlli ai fini del collaudo comprese le verifiche elettriche.

Per quanto riguarda la prova di tensione applicata sui cavi a 30 kV, se espressamente richiesto, sarà effettuata la prova alla tensione a Norma CEI di 3U<sub>0</sub> (efficaci) ed alla frequenza di 0,1 Hz applicata tra conduttore e lo schermo metallico per la durata di 15 minuti.

## 6 REALIZZAZIONE DELLA LINEA ELETTRICA IN CAVO INTERRATO MT

### 6.1 Fasi di costruzione

La realizzazione dell'opera avverrà per fasi sequenziali di lavoro che permettano di contenere le operazioni in un tratto limitato della linea in progetto, avanzando progressivamente sul territorio.

In generale le operazioni si articoleranno secondo le fasi elencate nel modo seguente:

- realizzazione delle infrastrutture temporanee di cantiere;
- apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea;
- posa dei cavi e realizzazione delle giunzioni;
- ricopertura della linea e ripristini;

In alcuni casi particolari e comunque dove si renderà necessario, in particolare per tratti interni ai centri abitati e in corrispondenza di attraversamenti, si potrà procedere anche con modalità diverse da quelle su esposte.

In particolare si evidenzia che in alcuni casi specifici potrebbe essere necessario procedere alla posa del cavo con:

- Perforazione teleguidata
- Staffaggio su ponti o strutture pre-esistenti;
- Posa del cavo in tubo interrato;
- Realizzazione manufatti per attraversamenti corsi d'acqua

Al termine dei lavori civili ed elettromeccanici sarà effettuato il collaudo della linea.

#### 6.1.1 Realizzazione delle infrastrutture temporanee di cantiere per la posa del cavo

Prima della realizzazione dell'opera sarà necessario realizzare le piazzole di stoccaggio per il deposito delle bobine contenenti i cavi; di norma vengono predisposte piazzole circa ogni 500-800 metri.

Tali piazzole sono, ove possibile, realizzate in prossimità di strade percorribili dai mezzi adibiti al trasporto delle bobine e contigue alla fascia di lavoro, al fine di minimizzare le interferenze con il territorio e ridurre la conseguente necessità di opere di ripristino.

Si eseguiranno, se non già presenti, accessi provvisori dalla viabilità ordinaria per permettere l'ingresso degli autocarri alle piazzole stesse.

	<p align="center"><b>Impianto Fotovoltaico “LIMONE” Collegamento in cavo MT Relazione tecnico descrittiva</b></p> <p align="center">OGGETTO / SUBJECT</p>	<p align="center">NEREIDI S.R.L.</p> <p align="center">CLIENTE / CUSTOMER</p>
--	---	---

### 6.1.2 Apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea

Le operazioni di scavo e posa dei cavi richiedono l’apertura di un’area di passaggio, denominata “fascia di lavoro”. Questa fascia dovrà essere la più continua possibile ed avere una larghezza tale da consentire la buona esecuzione dei lavori ed il transito dei mezzi di servizio.

### 6.1.3 Posa del cavo

In accordo alla normativa vigente, l’elettrodotto interrato sarà realizzato in modo da escludere, o rendere estremamente improbabile, la possibilità che avvenga un danneggiamento dei cavi in tensione provocato dalle opere sovrastanti (ad esempio, per rottura del sistema di protezione dei conduttori).

Una volta realizzata la trincea si procederà con la posa dei cavi, che arriveranno nella zona di posa avvolti su bobine. La bobina viene comunemente montata su un cavalletto, piazzato ad una certa distanza dallo scavo in modo da ridurre l’angolo di flessione del conduttore quando esso viene posato sul terreno. Durante le operazioni di posa o di spostamento dei cavi saranno adottate le seguenti precauzioni:

si opererà in modo che la temperatura dei cavi, per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui essi possono venire piegati o raddrizzati, non sarà inferiore a 0°C;  
i raggi di curvatura dei cavi, misurati sulla generatrice interna degli stessi, non saranno mai inferiori a 15 volte il diametro esterno del cavo.

### 6.1.4 Ricopertura e ripristini

Al termine delle fasi di posa e di rinterro si procederà alla realizzazione degli interventi di ripristino. La fase comprende tutte le operazioni necessarie per riportare il territorio attraversato nelle condizioni ambientali precedenti la realizzazione dell’opera.

Le opere di ripristino previste possono essere raggruppate nelle seguenti due tipologie principali:

- ripristini geomorfologici ed idraulici;
- ripristini della vegetazione.

Preliminarmente si procederà alle sistemazioni generali di linea, che consistono nella ri-profilatura dell’area interessata dai lavori e nella ri-configurazione delle pendenze preesistenti, ricostruendo la morfologia originaria del terreno e provvedendo alla riattivazione di fossi e canali irrigui, nonché delle linee di deflusso eventualmente preesistenti.

La funzione principale del ripristino idraulico è essenzialmente il consolidamento delle coltri superficiali attraverso la regimazione delle acque, evitando il ruscellamento diffuso e favorendo la ricrescita del manto erboso.

Successivamente si passerà al ripristino vegetale, avente lo scopo di ricostituire, nel più breve tempo possibile, il manto vegetale preesistente i lavori nelle zone con vegetazione naturale.

Il ripristino avverrà mediante:

- ricollocazione dello strato superficiale del terreno se precedentemente accantonato;
- inerbimento;
- messa a dimora, ove opportuno, di arbusti e alberi di basso fusto.

Per gli inerbimenti verranno utilizzate specie erbacee adatte all’ambiente pedoclimatico, in modo da garantire il migliore attecchimento e sviluppo vegetativo possibile. Le aree agricole saranno ripristinate al fine di restituire l’originaria fertilità.

Per ciò che concerne i ripristini si ipotizza di allontanare a discarica circa il 35% del materiale di scavo. La seguente tabella mostra il quantitativo di materiale da allontanare e recuperare, per ciascuna sezione (per comodità di confronto, si riporta anche la sezione del cavo AT, oggetto di specifica relazione).

Sezione	Lunghezza (m)	n. terne	Ampiezza (m)	Profondità (m)	Scavo (mc)	Materiale da allontanare (mc)	Recupero (mc)
A	4966	1	0.50	1.4	3476	1217	2259
B	2818	2	0.70	1.4	2762	967	1795
C	2948	3	1.00	1.4	4128	1445	2683
D	38	4	1.00	1.7	64	22	42
E	87	5	1.00	1.7	147	52	96
AA1	16452	1	0.50	1.4	11516	4031	7486
BA1	1004	2	0.70	1.4	984	344	639
DA1	1276	4	0.70	1.7	1518	531	987
EA1	5945	5	1.00	1.7	10106	3537	6569
AT	9024	1	0.70	1.6	10107	3537	6569
<b>Totale</b>					44809	15683	29126

#### 6.1.5 Scavo della trincea in corrispondenza dei tratti lungo percorso stradale

Tenendo conto che il tracciato si sviluppa quasi interamente su percorso stradale si nota che quando la strada lo consenta (cioè nel caso in cui la sede stradale permetta lo scambio di due mezzi pesanti) sarà realizzata, come anticipato, la posa in scavo aperto, mantenendo aperto lo scavo per tutto il tratto compreso tra due giunti consecutivi e

istituendo per la circolazione stradale un regime di senso unico alternato mediante semafori iniziale e finale, garantendo la opportuna segnalazione del conseguente restringimento di corsia e del possibile rallentamento della circolazione. In casi particolari e solo quando si renderà necessario potrà essere possibile interrompere al traffico, per brevi periodi, alcuni tratti stradali particolarmente stretti, segnalando anticipatamente ed in modo opportuno la viabilità alternativa e prendendo i relativi accordi con i comuni e gli enti interessati.

Per i tratti su strade strette o in corrispondenza dei centri abitati, tali da non consentire l'istituzione del senso unico alternato, ovvero laddove sia manifesta l'impossibilità di interruzione del traffico si potrà procedere con lo scavo di trincee più brevi (30÷50 m) all'interno delle quali sarà posato il tubo di alloggiamento dei cavi, da ricoprire e ripristinare in tempi brevi, effettuando la posa del cavo tramite sonda nell'alloggiamento sotterraneo e mantenendo aperti tratti di scavo in corrispondenza di eventuali giunti \*.

#### 6.1.6 Staffaggi su ponti o strutture pre-esistenti

Qualora il tracciato del cavo prevedesse l'attraversamento di ponti pre-esistenti, sarà valutata la possibilità di effettuare lo staffaggio sotto la soletta in c.a. del ponte stesso o sulla fiancata della struttura mediante apposite staffe in acciaio, realizzando cunicoli inclinati per raccordare opportunamente la posa dei cavi realizzati lungo la sede stradale (in profondità circa 1,2 m) con la posa mediante staffaggio.

#### 6.1.7 Trivellazione orizzontale controllata

Questo tipo di perforazione consiste essenzialmente nella realizzazione di un cavidotto sotterraneo mediante il radio-controllo del suo andamento plano-altimetrico. Il controllo della perforazione è reso possibile dall'utilizzo di una sonda radio montata in cima alla punta di perforazione, questa sonda dialogando con l'unità operativa esterna permette di controllare e correggere in tempo reale gli eventuali errori.

#### *Indagine del sito e analisi dei sottoservizi esistenti*

L'indagine del sito e l'attenta analisi dell'eventuale presenza di sottoservizi e/o qualsiasi impedimento alla realizzazione della perforazione, è una fase fondamentale per la corretta progettazione di una perforazione orizzontale. Per analisi dei sottoservizi, e per la mappatura degli stessi, soprattutto in ambiti urbani fortemente compromessi, è consigliabile l'utilizzo del sistema "Georadar". Mentre in ambiti suburbani, dove la presenza

\* NB: Non sono ammessi pozzetti su canalizzazioni MT, il cavo MT non deve essere ispezionabile.

di sottoservizi è minore è possibile, mediante indagini da realizzare c/o gli enti proprietari dei sottoservizi, saperne anticipatamente l'ubicazione.

#### *Realizzazione del foro pilota*

La prima vera e propria fase della perforazione è la realizzazione del "foro pilota", in cui il termine pilota sta ad indicare che la perforazione in questa fase è controllata ossia "pilotata". La "sonda radio" montata sulla punta di perforazione emette delle onde radio che indicano millimetricamente la posizione della punta stessa. I dati rilevabili e sui quali si può interagire sono:

- Altezza;
- Inclinazione;
- Direzione;
- Posizione della punta.

Il foro pilota viene realizzato lungo tutto il tracciato della perforazione da un lato all'altro dell'impedimento che si vuole attraversare (strada, ferrovia, canale, pista aeroportuale ecc.). La punta di perforazione viene spinta dentro il terreno attraverso delle aste cave metalliche, abbastanza elastiche così da permettere la realizzazione di curve altimetriche. All'interno delle aste viene fatta scorrere dell'aria ad alta pressione ed eventualmente dell'acqua. L'acqua contribuirà sia al raffreddamento della punta che alla lubrificazione della stessa, l'aria invece permetterà lo spurgo del materiale perforato ed in caso di terreni rocciosi, ad alimentare il martello "fondo-foro".

Generalmente la macchina teleguidata viene posizionata sul piano di campagna ed il foro pilota emette geometricamente una "corda molla" per evitare l'intercettazione dei sottoservizi esistenti. In alcuni casi però, soprattutto quando l'impianto da posare è una condotta fognaria non in pressione, è richiesta la realizzazione di una camera per il posizionamento della macchina alla quota di perforazione desiderata.

#### *Allargamento del foro pilota*

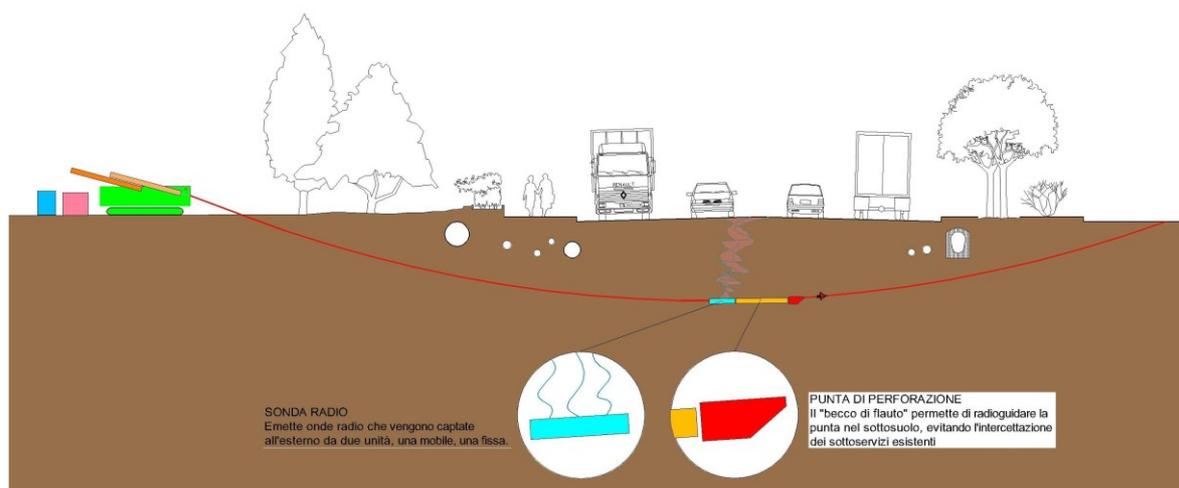
La seconda fase della perforazione teleguidata è l'allargamento del "foro pilota", che permette di posare all'interno del foro, debitamente aumentato, un tubo camicia o una composizione di tubi camicia generalmente in PEAD.

L'allargamento del foro pilota avviene attraverso l'ausilio di strumenti chiamati "Alesatori" che sono disponibili in diverse misure e adatti ad aggredire qualsiasi tipologia di terreno, anche rocce dure. Essi vengono montati al posto della punta di perforazione e tirati a ritroso attraverso le aste cave, al cui interno possono essere immesse aria e/o acqua ad alta pressione per agevolare l'aggressione del terreno oltre che lo spurgo del materiale.

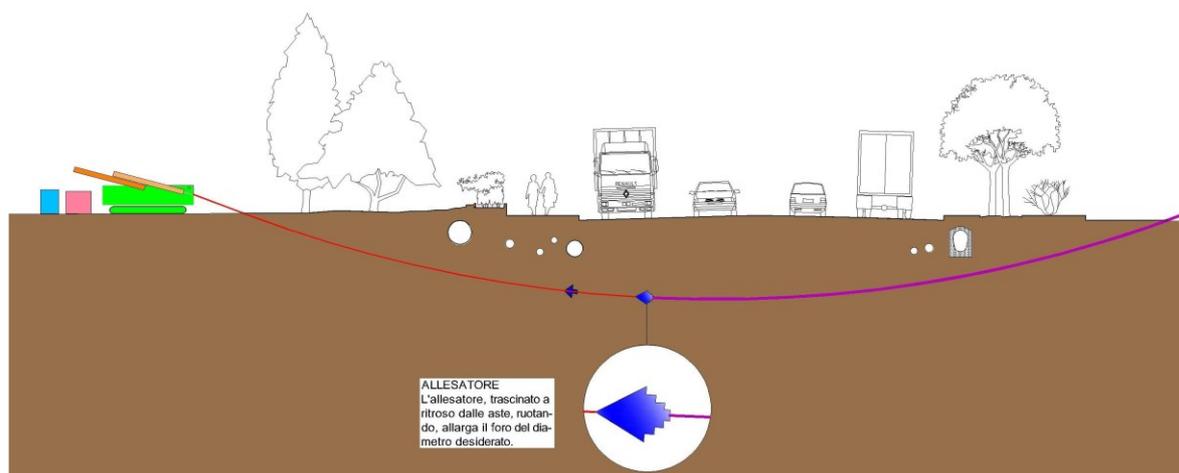
*Posa in opera del tubo camicia*

La terza ed ultima fase che in genere, su terreni morbidi e/o incoerenti, avviene contemporaneamente a quella di "alesaggio", è l'infilaggio del tubo camicia all'interno del foro alesato.

La tubazione camicia generalmente in PEAD, se di diametro superiore ai 110 mm, viene saldata a caldo preventivamente, e ancorata ad uno strumento di collegamento del tubo camicia all'asta di rotazione. Questo strumento, chiamato anche "girella", evita durante il tiro del tubo camicia che esso ruoti all'interno del foro insieme alle aste di perforazione.



fase 1: REALIZZAZIONE FORO PILOTA CON CONTROLLO ALTIMETRICO



fase 2: ALESAGGIO DEL FORO PILOTA E TIRO TUBO CAMICIA