



UNIONE EUROPEA



REGIONE SICILIANA



COMUNE DI CALTANISSETTA



COMUNE DI SERRADIFALCO



PROPONENTE:



RWE RENEWABLES ITALIA S.r.l.

Via Andrea Doria, 41/G, 00192 Roma
C.F. e P.I.: 06400370968

SVILUPPATORE:



ATHENA ENERGIE S.r.l.

Via Duca, 25 - 93010 Serradifalco (CL)
C.F. e P.I.: 02042980850

COORDINATORE DI PROGETTO:

Dott. Ing. STEFANO GASPAROTTO

Via Terraglio, 31 - 31100 Treviso (TV)
C.F. e P.I.: 05125620269

PROGETTAZIONE:

INGEGNERIA CIVILE ED AMBIENTALE E COORDINAMENTO:



MPOWER s.r.l.

Dott. Ing. Edoardo Boscarino

Via N. Machiavelli, 2 - 95030 Sant'Agata Li Battiati (CT)
www.mpowersrl.it e-mail: info@mpowersrl.it
PEC: mpower@pec.mpowersrl.it

TEAM DI PROGETTO:

Ing. Andrea Pitrone (Project Manag. e Staff di Coord.) Ing. Salvatore Di Mauro (Aspetti Strutturali)
Arch. Attilio Massarelli (Progettazione e Staff di Coord.) Ing. Giovanni Chiovetta (Acustica Ambientale)
Arch. Giuseppe Messina (Aspetti Paesaggistici) Ing. Gilberto Saerri (Aspetti Ambientali)
Geol. Alessandro Treffiletti (GIS) Ing. Cristina Luca (Sicurezza di Cantiere)
Geol. Damiano Gravina (GIS) Agr. Salvatore Puleri (Aspetti Agronom. e Mitig. Amb.)
Geol. Marco Gagliano (GIS) Agr. Giuliano Di Salvo (Mitigazione Ambientale)
Geol. Salvatore Bannò (Aspetti Geologici) Dott. Rosario Pignatello - IBLARCHÈ Srls (VIARCH)

INGEGNERIA ELETTRICA:



Dott. Ing. Luigi Bevilacqua

Via Aldo Moro, 3 - Canicattì (AG)
email: ing.luigibevilacqua@gmail.com
PEC: luigi.bevilacqua@ingpec.eu

OPERE DI RETE:

INGEGNERIA OPERE DI RETE:



3E Ingegneria srl

Dott. Ing. Giovanni Saraceno

Via G. Volpe, 92 - Pisa (PI)
email: giovanni.saraceno@3eingegneria.it
PEC: 3eingegneria@legaimail.it

OPERA:

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 62,079 MW DI PICCO E 55,00 MW DI IMMISSIONE, DENOMINATO "CALTANISSETTA 1", UBICATO NELLE CONTRADE "RAMILIA" E "DELIELLA" DEL COMUNE DI CALTANISSETTA E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NELLA CONTRADA "PERITO" DEL COMUNE DI SERRADIFALCO (CL)

OGGETTO:

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DI CALCOLO DIMENSIONAMENTO CAVI MT

IL PROPONENTE:

IL PROGETTISTA:



APPROVAZIONE:

00	28-02-2023	PRIMA EMISSIONE PER RICHIESTA AU E PROCEDURA VIA	LB	LB	EB
REV.	DATA	OGGETTO DELLA REVISIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE

SCALA:	CODICE DOCUMENTO:				CODICE ELABORATO:
FORMATO:	21-12/CL1	PD	RS06REL0039A0	00	
	COMMESSA	FASE	TAVOLA	REV.	R.20.00

RELAZIONE DI CALCOLO DIMENSIONAMENTO CAVI MT

RELAZIONE DI CALCOLO DIMENSIONAMENTO CAVI MT

1. GENERALITA'	4
2. NORME TECNICHE DI DI RIFERIMENTO.....	4
3. PROGETTO DELL'ELETTRODOTTO	7
3.1 Premessa	7
3.2 Descrizione dei tracciati dei cavi	8
3.3 Cavidotto di collegamento alla SSE	23
3.1 Interferenza i.1 - Medanodotto	25
3.2 Interferenza i.2 – Autostrada	26
3.3 Interferenza i.3 – Ferrovia.....	28
4. CRITERI PROGETTUALI DEGLI ELTTRODOTTI	30
4.1 Calcolo delle correnti	30
4.2 Dimensionamento del cavidotto	31
4.2.1 Caratteristiche tecniche del cavo.....	31
5. LINEE ELETTRICHE DI MEDIA TENSIONE – CONDIZIONI DI POSA ED INSTALLAZIONE	35
5.1 Premessa	35
5.2 Tipologia cavi.....	35
5.3 Modalità di posa	35
5.4 Giunti e connettori.....	36
5.5 Terminali e capicorda.....	36
6. Canalizzazioni	37
7. Protezione e segnalazione dei cavi	37
8. Fibre ottiche	37
6. INTERFERENZE TRA CAVI ELETTRICI ED ALTRE CONDUTTURE INTERRATE	37
6.1 Incrocio e parallelismo con cavi TLC	38
6.2 Incrocio cavi energia e tubazioni interrato	38
6.3 Incrocio e parallelismi tra cavi elettrici e tubazioni gas.....	39
6.3.1 Gas con densità non superiore a 0,8 con pressione massima di esercizio 5 bar	39
6.4 Controlli e verifiche.....	40
7. OPERE PER LA REALIZZAZIONE DEI CAVIDOTTI	40

RELAZIONE DI CALCOLO DIMENSIONAMENTO CAVI MT

7.1 Costruzione ed opere provvisionali.....	40
7.2 Trivellazione orizzontale controllata (TOC).....	41

1. GENERALITA'

La presente relazione ha lo scopo di fornire una descrizione del dimensionamento dei cavi MT di collegamento tra le cabine impianto, site all'interno dei campi fotovoltaici che compongono l'impianto fotovoltaico, e la cabina di raccolta posta sempre all'interno del campo fotovoltaico e il dimensionamento del collegamento in cavo MT tra la cabina di raccolta e SSE 30 KV/36 KV.

L'impianto fotovoltaico è denominato "Caltanissetta 1" con potenza nominale di circa 62 MWp da realizzare nelle aree del Libero Consorzio Comunale di Caltanissetta.

L'impianto è suddiviso in undici lotti fotovoltaici tutti afferenti ad una cabina di raccolta dalla quale partirà un cavidotto in MT a 30 KV, per collegare l'impianto alla SSE utente dove avverrà l'innalzamento di tensione da 30 KV a 36 KV per poi essere collegati in antenna, tramite la sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica (SE) 150/36 kV della RTN, da inserire in entrata sulla linea RTN a 150 kV "Canicattì - Caltanissetta".

In particolare nel documento si descrivono 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.

2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici sono:

- **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

RELAZIONE DI CALCOLO DIMENSIONAMENTO CAVI MT

- **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)

RELAZIONE DI CALCOLO DIMENSIONAMENTO CAVI MT

- **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;**
- **Leggi regionali e regolamenti locali in materia di rilascio delle autorizzazioni alla costruzione degli elettrodotti.**

3. PROGETTO DELL'ELETTRODOTTO

3.1 Premessa

Il tracciato è stato studiato in conformità 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:

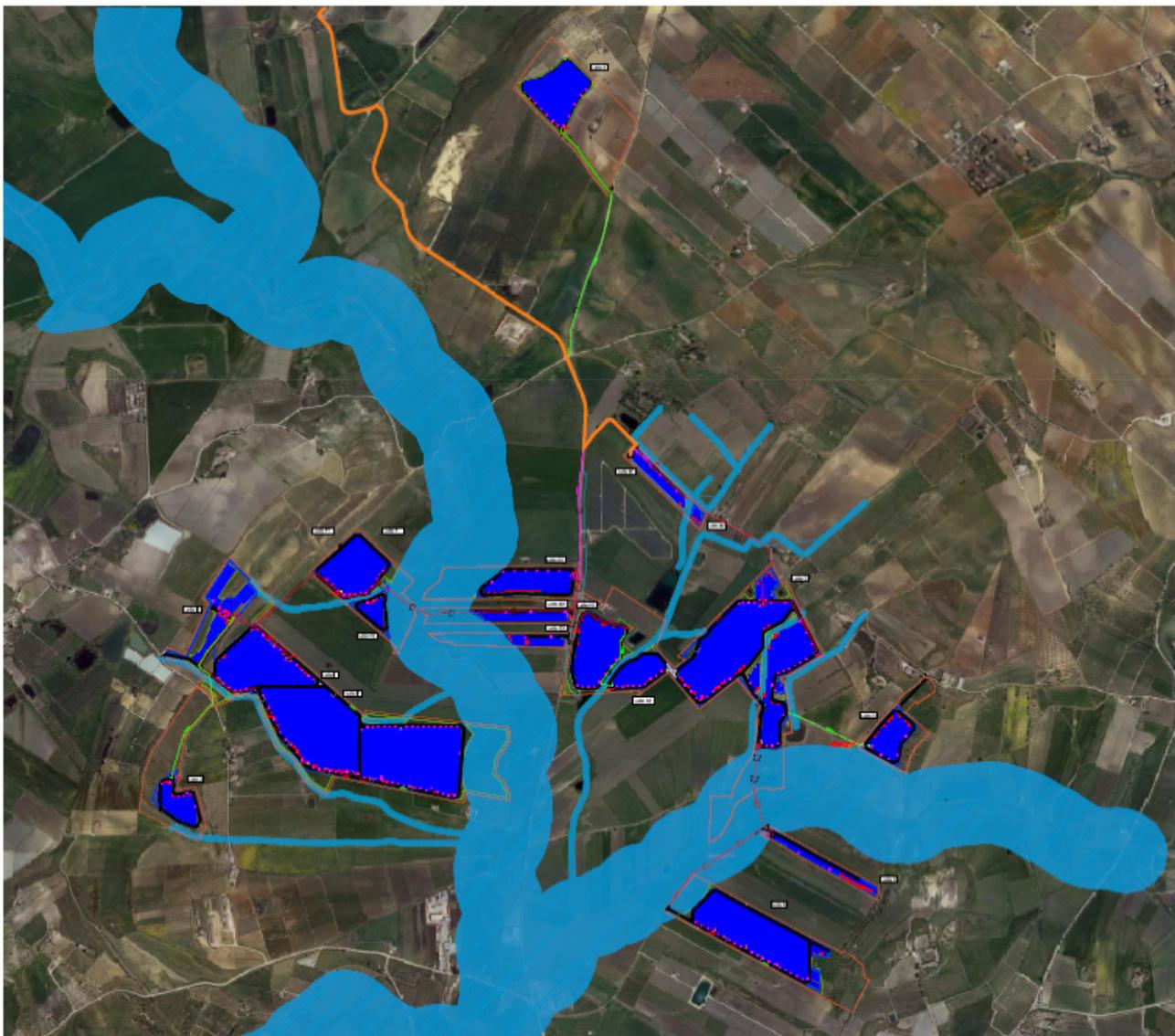
- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato sia per occupare la minor porzione possibile di territorio, sia per non superare certi limiti di convenienza tecnico economica;
- mantenere il tracciato del cavo il più possibile all'interno delle strade esistenti, soprattutto in corrispondenza 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 $3 \mu\text{T}$.

3.2 Descrizione dei tracciati dei cavi

I tracciati saranno costituiti da una o più terne di cavi MT diramate dalla cabina di impianto di ciascun campo del parco fotovoltaico.

Di seguito una figura dove si evince la disposizione dei vari lotti:



Le caratteristiche dei campi con i relativi tracciati sono indicate nella seguente tabella

RELAZIONE DI CALCOLO DIMENSIONAMENTO CAVI MT

Tabella 1

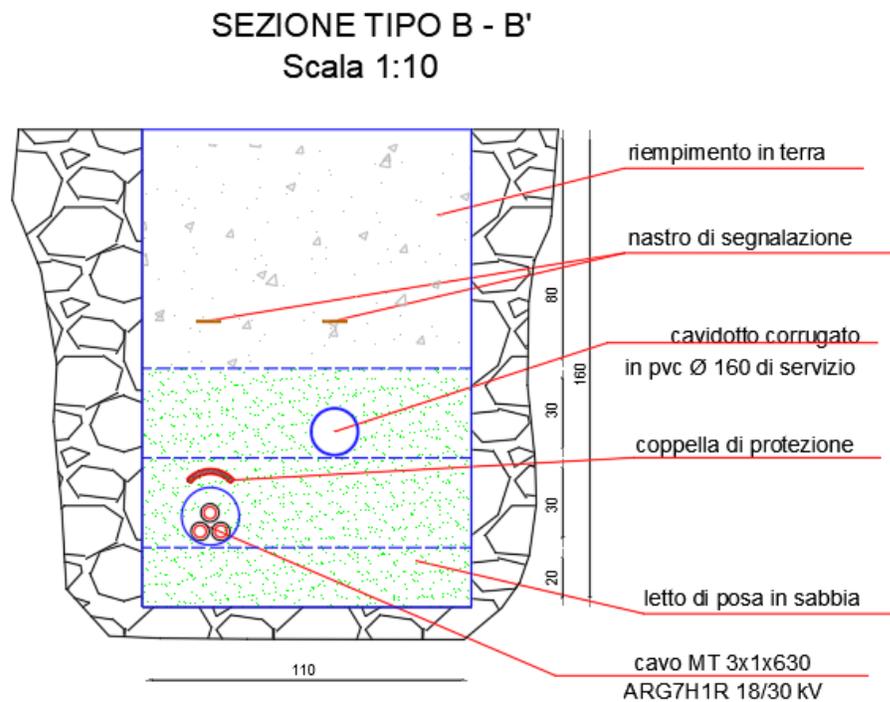
LOTTO	SOTTO CAMP	N. TRACKER DA 24 MODULI tipo A	N. TRACKER DA 12 MODULI tipo B	N° TOTALE MODULI (A+B)	COLLEGAMENTO	CORRENTE I_b (A)	LUNG. COLLEGAMENTO (m)	SEZIONE CAVO
A	A	215	10	5280	PDT-1.A - PDL-1	57,96	1629	3x1x630
B	B1	51	1	1236	PDT-1.B - PDL-1	360,98	130,6	2x(3x1x630)
	B2	8	3	228	-	-	-	-
C	C	763	28	18648	PDT-1.C - PDT-1.B	346,54	761	2x(3x1x630)
D	D	100	10	2520	PDT-1.D - PDT-2.C	28,88	673,54	3x1x120
E	E	431	8	10440	PDT-1.E - PDT-1.K	110,7	717	3x1x630
F	F1	216	12	5328	PDT-1.F - PDT-2.G	495,74	927	2x(3x1x630)
	F2	40	4	1008	-	-	-	-
G	G1	150	18	3816	PDT-1.G - PDL - 1	558,32	865	2x(3x1x630)
	G2	60	-	1440	PDT-2.G - PDT-1.G	519,81	196	2x(3x1x630)
	G3	34	4	864	-	-	-	-
H	H1	232	8	5664	PDT-1.H - PDL-1	81,83	1025	3x1x630
	H2	98	8	2448	PDT-2.H - PDT-1.H	52,95	266	3x1x120
I	I1.a	1435	50	35040	PDT-7.I - PDL-2	283,97	480	3x1x630
	I1.b				PDT- 3.I - PDL-2	86,63	279	3x1x120
	I2	115	10	2880	PDT - 9.I - PDL-2	33,69	23	3x1x120
J	J	91	8	2280	PDT - 1.J - PDL-2	24,07	714	3x1x120
K	K	36	12	1008	PDT - 1.K - PDT-3.C	120,33	373	3x1x630

In particolare avremo:

➤ **LOTTO A**

Il Lotto A si trova nella parte nord del parco, verrà collegato alla Cabina di Raccolta (PDL-1) posta nel Lotto B, tramite terna di cavi MT del tipo 3x1x630 mmq. Il tracciato si sviluppa per circa 1629 metri su strada comunale.

Di seguito si riporta una sezione tipo:

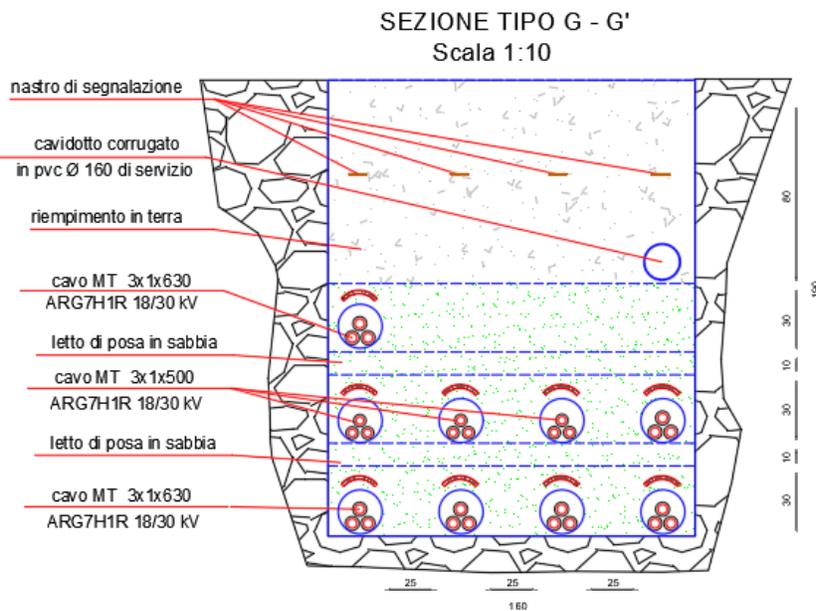


> LOTTO B

Il Lotto B contiene al suo interno oltre alla cabina di impianto (PDT – 1.B) anche la Cabina di Raccolta (PDL-1) dove confluiscono tutte le cabine di impianto e da cui parte il cavidotto MT di collegamento alla SSE.

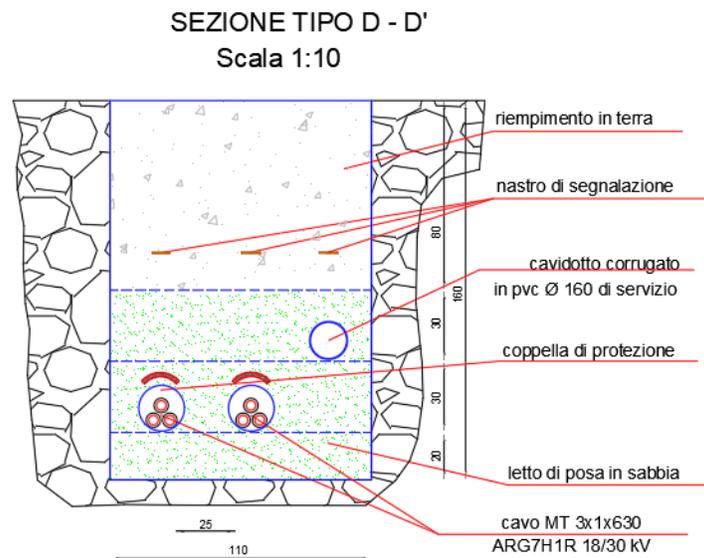
Il collegamento tra la cabina di impianto e la cabina di raccolta avverrà tramite una linea MT in cavo, con formazione 2 x (3x1x630 mmq); il tracciato si sviluppa su strada sterrata per circa 130 metri.

Di seguito si riportano: le sezioni all'ingresso della cabina di raccolta:



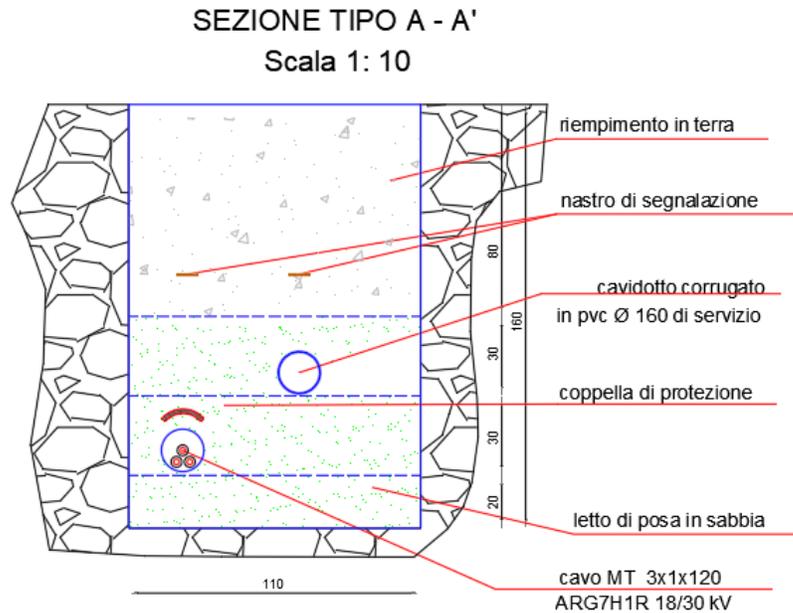
> LOTTO C

Nel lotto C è presente una cabina di impianto PDT-1.C su cui confluiscono le altre cabine del lotto stesso. La cabina PDT-1.C è collegata in parallelo alla cabina PDT 1-B, attraverso una linea in cavo MT del tipo 2x (3x1x630mmq), su strada sterrata per circa 761 metri. Si riporta di seguito la sezione tipo:



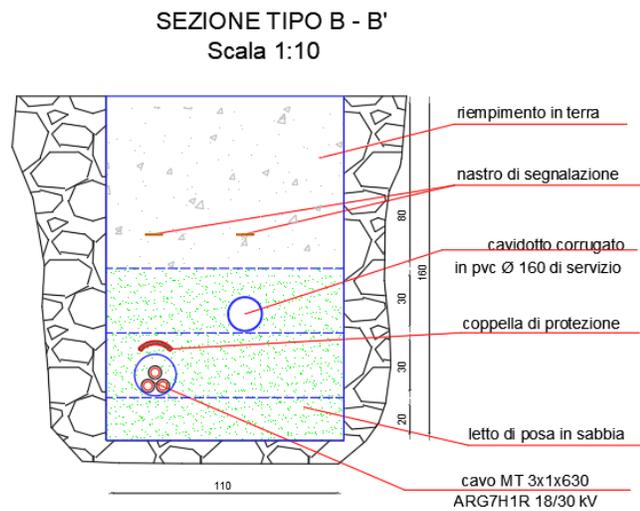
> LOTTO D

Nel lotto D è presente una cabina di impianto PDT- 1.D che si collega in parallelo alla cabina di impianto PDT - 2.C , presente nel lotto C , attraverso una linea in cavo MT del tipo 3x1x120 mmq, per circa 673 metri su strada sterrata. Si riporta di seguito la sezione tipo:



> LOTTO E

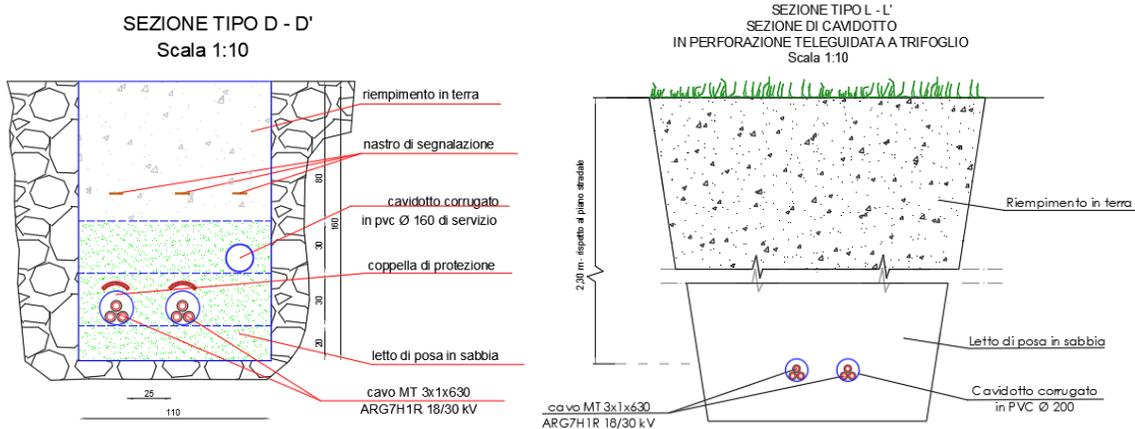
Nel lotto E è presente una cabina di impianto PDT- 1.E, su cui confluiscono tutte le altre cabine del lotto. La cabina PDT- 3.E si collega in parallelo alla cabina di impianto PDT – 1.K , presente nel lotto K, attraverso una linea in cavo MT del tipo 3x1x630 mmq, su strada sterrata per circa 700 metri. Si riporta di seguito la sezione tipo:



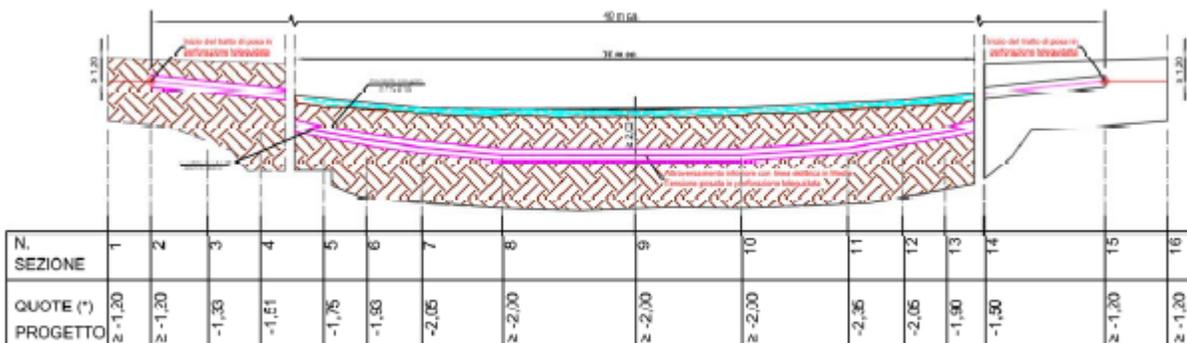
➤ LOTTO F

Nel lotto F è presente una cabina di impianto PDT- 1.F, su cui confluisce anche la potenza della cabina di raccolta PDL-2. La cabina PDT 1.F si collega alla cabina di impianto PDT- 2.G attraverso una linea in cavo MT del tipo $2 \times (3 \times 1 \times 630 \text{ mm}^2)$ su strada sterrata per circa 900 metri, inoltre lungo il percorso si avrà un attraversamento, tramite TOC, di un corso d'acqua.

Si riporta di seguito la sezione tipo:



Sezione tipo per attraversamento fiume con sistema TOC:



(*)LE QUOTE DI PROGETTO RISPETTO AL TERRENO, SONO RIFERITE ALL'ASSE DEL CAVIDOTTO MT

> LOTTO G

Nel lotto G sub lotto G2 è presente una cabina di impianto PDT- 2.G, su cui confluisce anche la potenza della cabina di raccolta PDL-2., che si collega in parallelo alla cabina di impianto PDT - 1.G, attraverso una linea in cavo MT del tipo $2x(3x1x630 \text{ mm}^2)$ per circa 196 metri su strada asfaltata. La cabina PDT 1.G si collega alla cabina di Raccolta PDL-1 attraverso una linea in cavo MT del tipo $2x(3x1x630 \text{ mm}^2)$ per circa 865 metri su strada asfaltata.

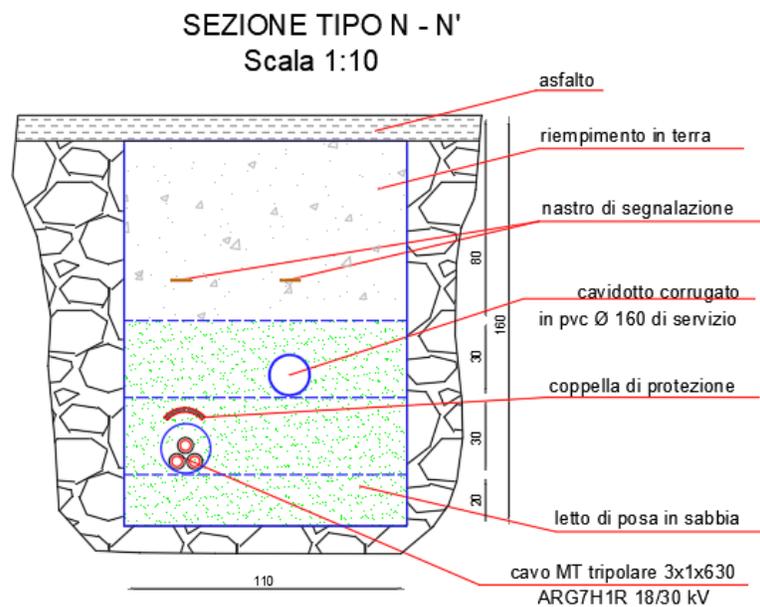
Si riporta di seguito la sezione tipo:



> LOTTO H

Nel lotto H1 è presente una cabina di impianto PDT- 1.H, su cui confluisce anche la potenza della cabina di impianto PDT-2.H del lotto H2, collegandosi in parallelo alla cabina di impianto PDT - 1.H, attraverso una linea in cavo MT del tipo (3x1x120 mmq) per circa 266 metri su strada sterrata. La cabina PDT 1.H si collega alla cabina di Raccolta PDL-1 attraverso una linea in cavo MT del tipo 3x1x630 mmq) per circa 1000 metri su strada asfaltata.

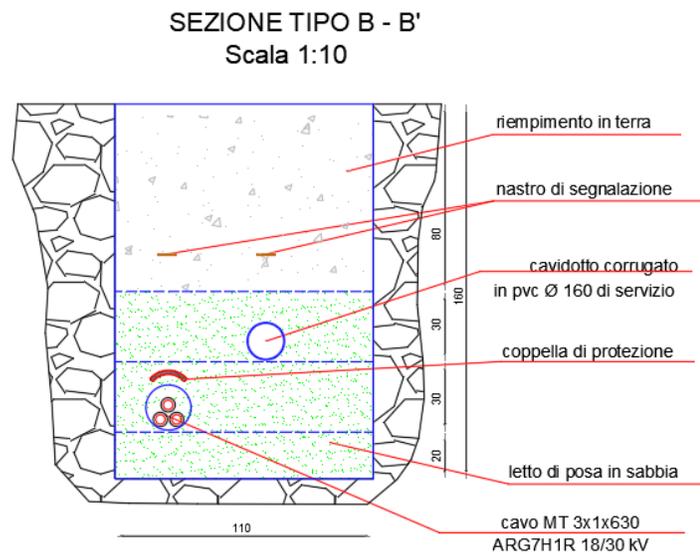
Si riporta di seguito la sezione tipo:



> LOTTO I

Nel lotto I1 è presente una cabina di impianto PDT- 7.I, su cui confluiscono le cabine PDT- 2.I, PDT- 4.I, PDT- 5.I, PDT- 6.I, La cabina PDT 7.I si collega alla cabina di Raccolta PDL-2 attraverso una linea in cavo MT del tipo 3x1x630 mmq per circa 480 metri su strada asfaltata / sterrata.

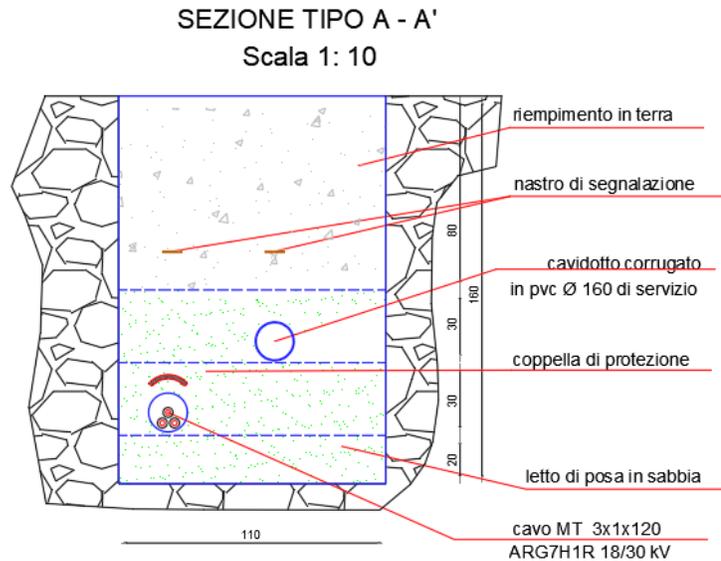
Si riporta di seguito la sezione tipo:



RELAZIONE DI CALCOLO DIMENSIONAMENTO CAVI MT

Sempre nel lotto I1, è presente una cabina di impianto PDT-8.I, su cui confluisce anche la cabina di impianto PDT-3.I, che si collega alla cabina di Raccolta PDL-2 attraverso una linea in cavo MT del tipo 3x1x120 mmq per circa 480 metri su strada asfaltata e sterrata.

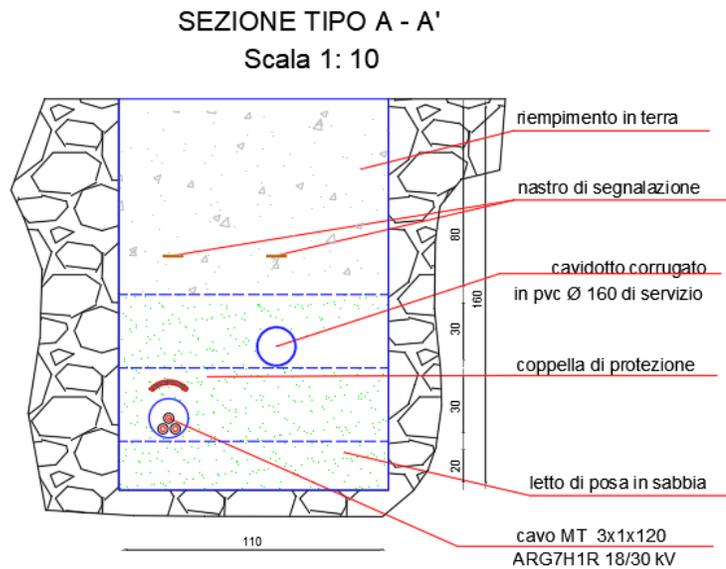
Si riporta di seguito la sezione tipo:



> LOTTO J

Nel lotto J è presente una cabina di impianto PDT- 1.J la quale si collega alla cabina di Raccolta PDL-2 attraverso una linea in cavo MT del tipo 3x1x120 mmq per circa 720 metri su strada asfaltata e sterrata.

Si riporta di seguito la sezione tipo:

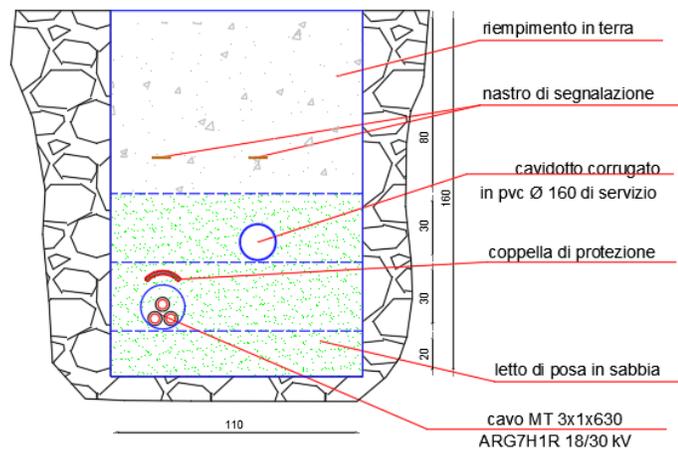


> LOTTO K

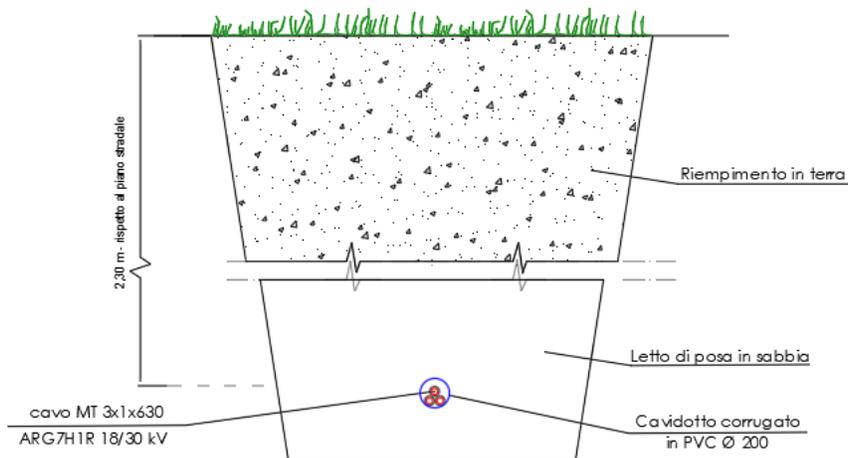
Nel lotto K è presente una cabina di impianto PDT- 1.K che si collega alla cabina di impianto PDT- 3.C attraverso una linea in cavo MT del tipo 3x1x630 mmq su strada sterrata per circa 400 metri, inoltre lungo il percorso si avrà un attraversamento, tramite TOC, di un corso d'acqua.

Si riporta di seguito la sezione tipo:

SEZIONE TIPO B - B'
Scala 1:10

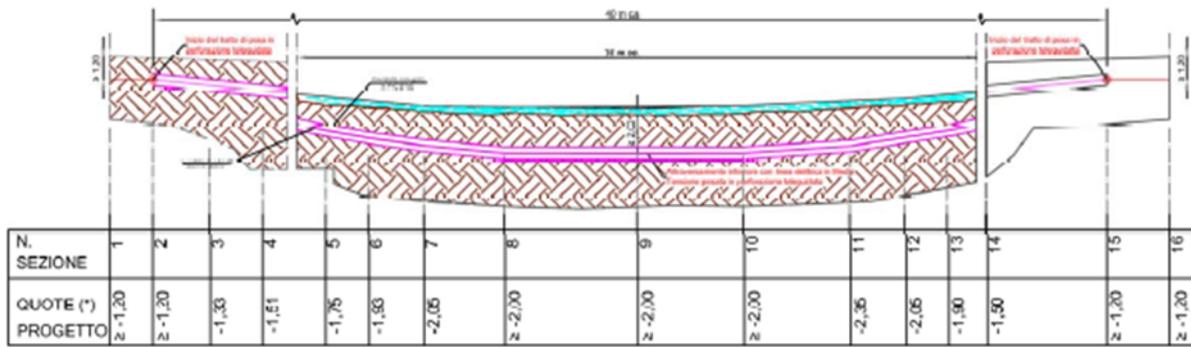


SEZIONE TIPO M - M'
SEZIONE DI CAVIDOTTO
IN PERFORAZIONE TELEGUIDATA A TRIFOGLIO
Scala 1:10



RELAZIONE DI CALCOLO DIMENSIONAMENTO CAVI MT

Sezione tipo di attraversamento tramite TOC:



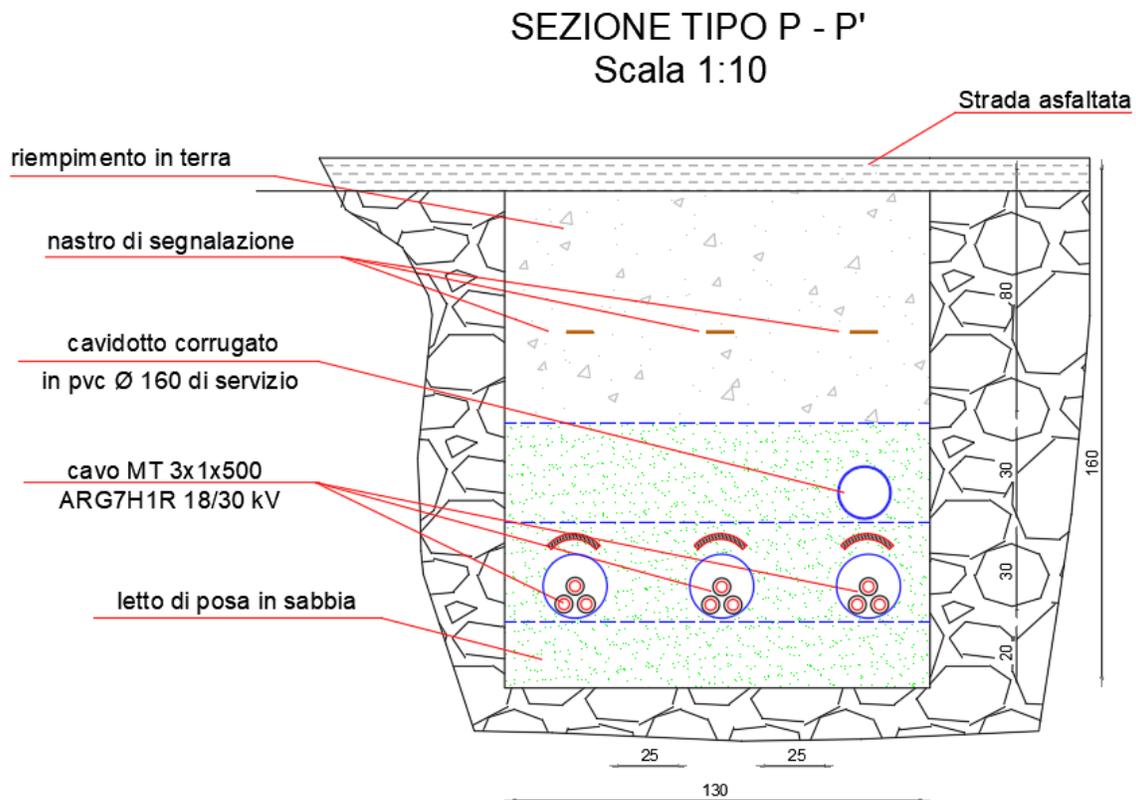
(*)LE QUOTE DI PROGETTO RISPETTO AL TERRENO, SONO RIFERITE ALL'ASSE DEL CAVIDOTTO MT

3.3 Cavidotto di collegamento alla SSE

La cabina di raccolta PDL-1, posta all'interno del campo fotovoltaico in particolare nel campo B, viene collegata alla SSE di utenza, dove avverrà l'innalzamento della tensione da 30 KV a 36 KV, attraverso una linea MT a 30 KV, che si svilupperà tutta su strada asfaltata.

Il collegamento tra cabina di raccolta e SSE di utenza avverrà con un cavo MT con una formazione del tipo 3 x (3x1x500 mmq). Lungo il tracciato si hanno tre interferenze importanti, che vengono illustrate di seguito.

Si riporta la sezione di scavo tipo su sede stradale:



RELAZIONE DI CALCOLO DIMENSIONAMENTO CAVI MT

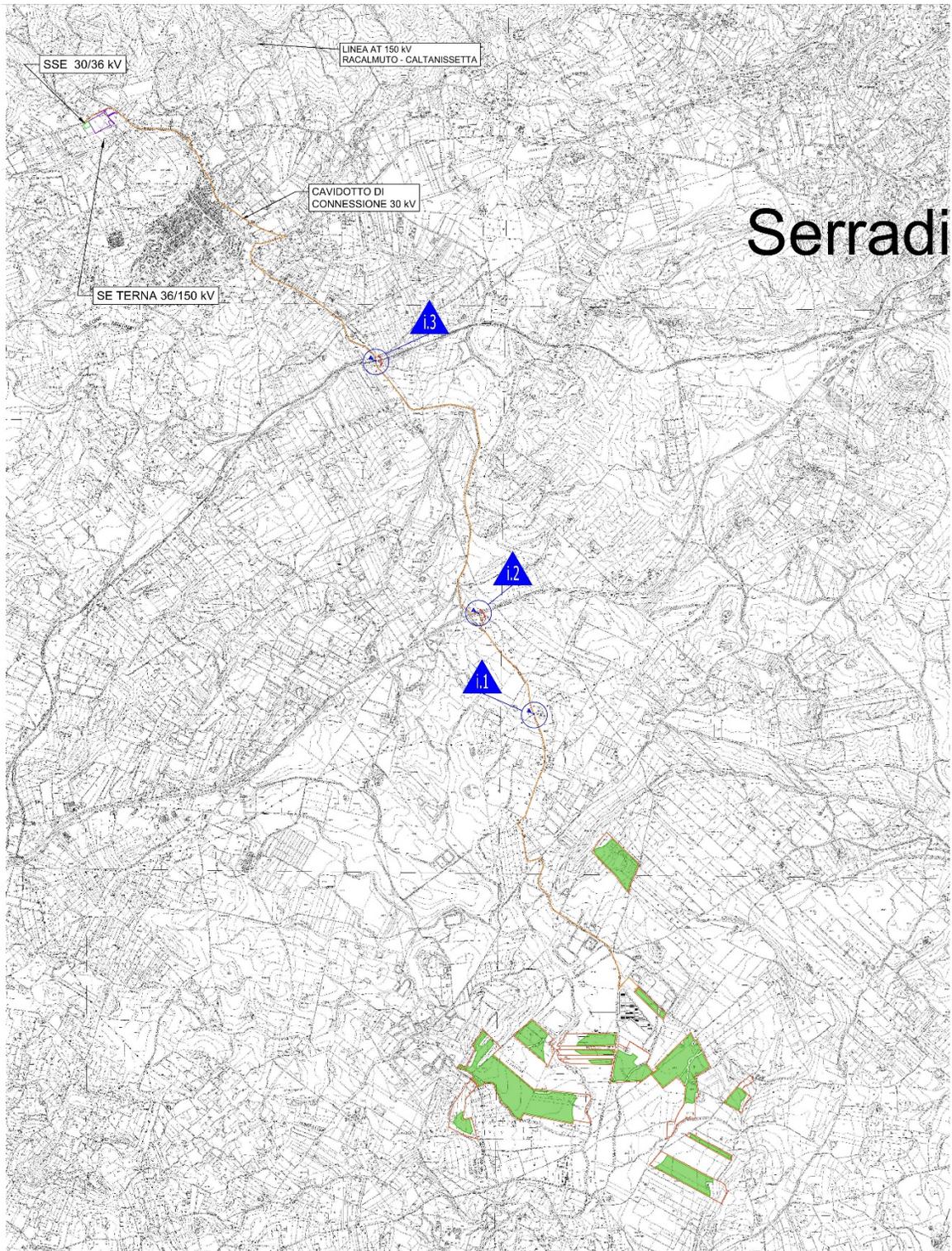
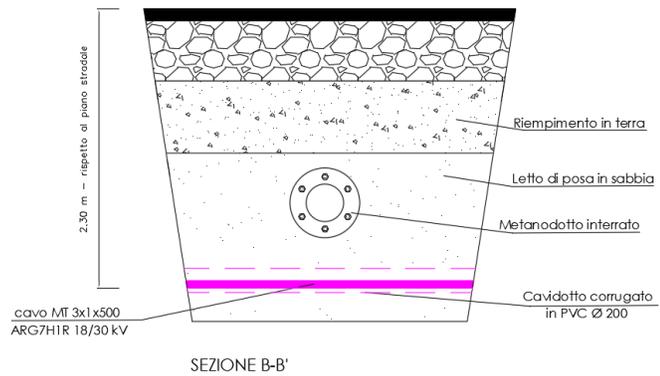
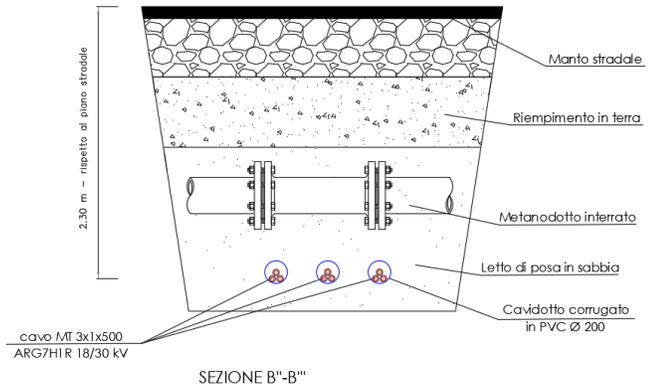
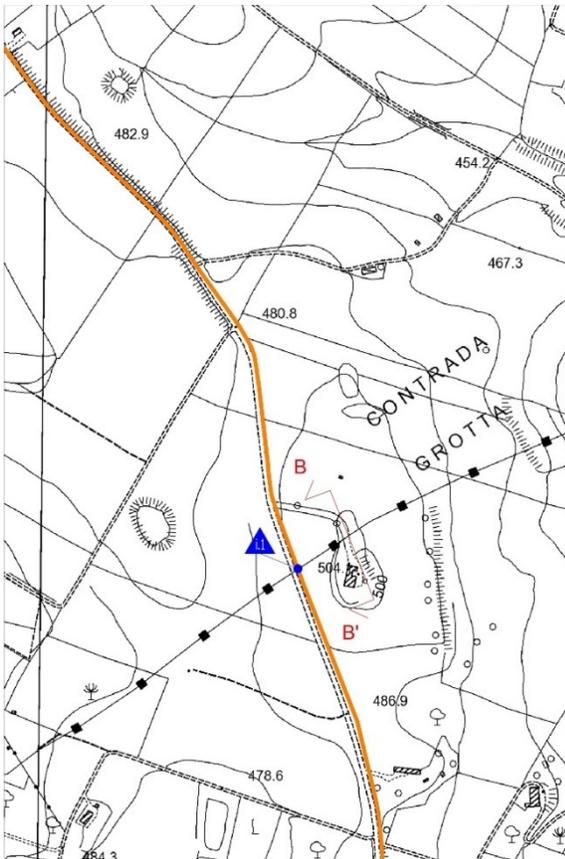


FIG. 1 - Tracciato cavidotto MT di collegamento alla SSE

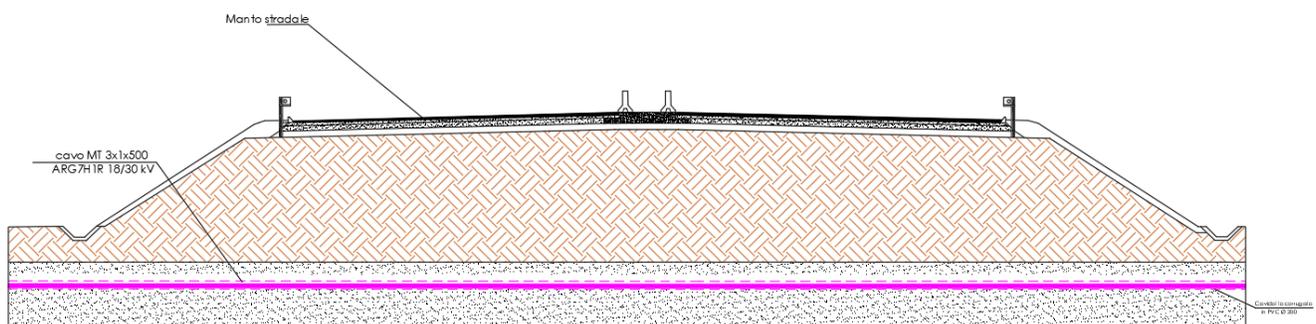
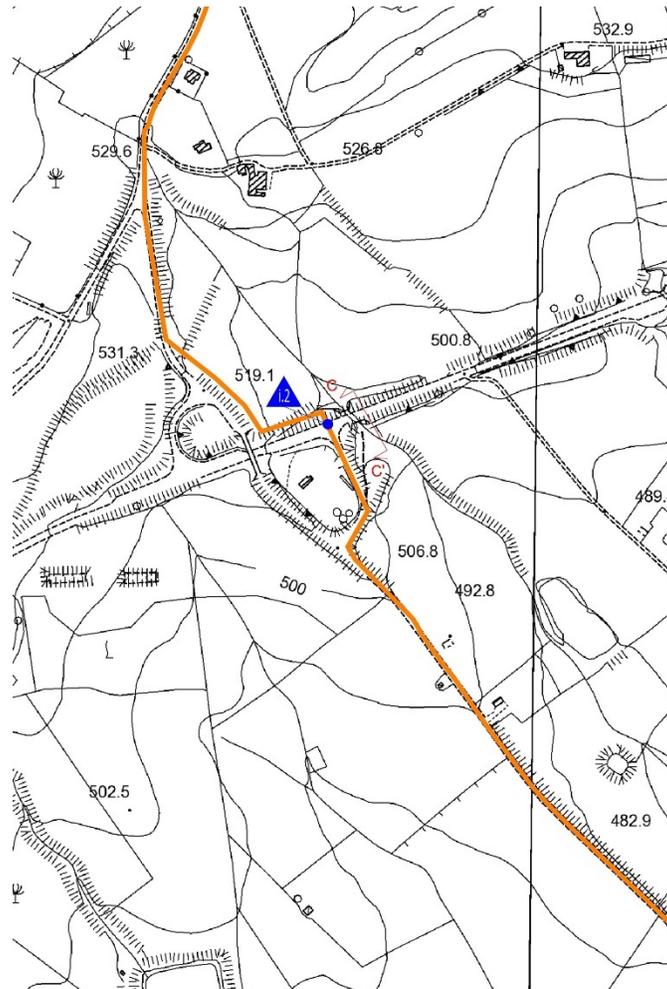
3.1 Interferenza i.1 - Medanodotto

Lungo il percorso la prima interferenza significativa si ha con un metanodotto, di seguito si riporta la sezione per l'attraversamento:



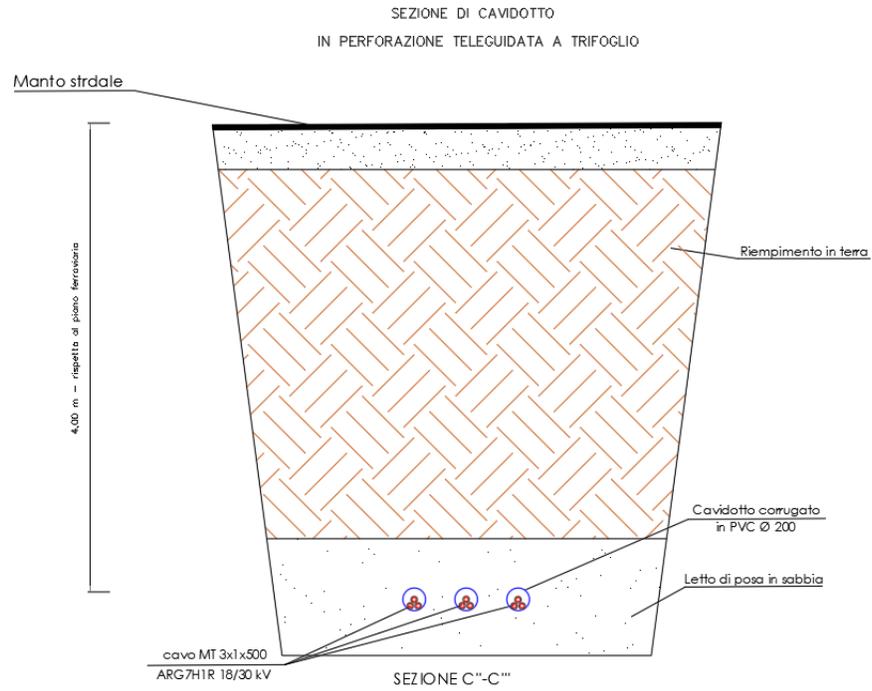
3.2 Interferenza i.2 - Autostrada

La seconda interferenza significativa è l'attraversamento della sede stradale autostradale; la soluzione ipotizzata è quella dell'utilizzo della trivellazione orizzontale controllata (TOC).



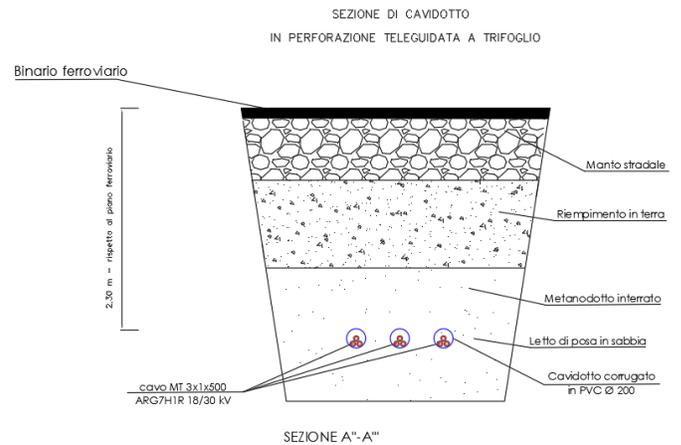
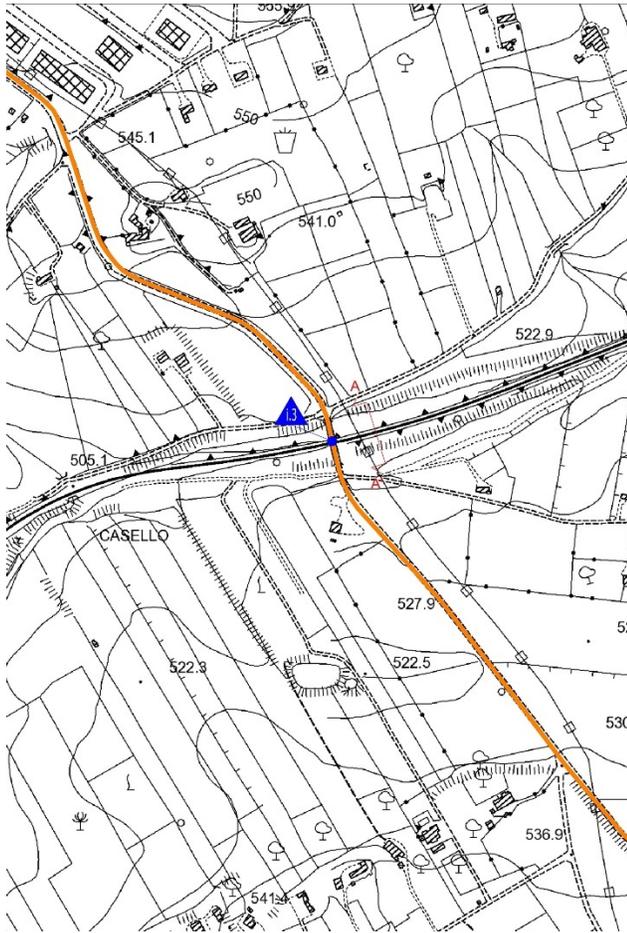
SEZIONE C-C'

RELAZIONE DI CALCOLO DIMENSIONAMENTO CAVI MT

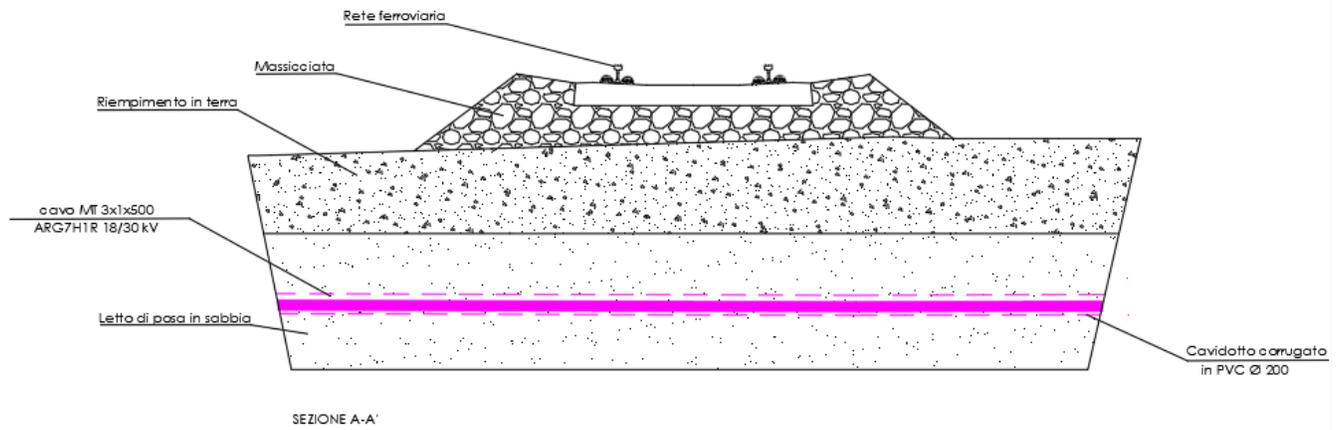


3.3 Interferenza i.3 – Ferrovia

La terza interferenza significativa è l'attraversamento di un asse ferroviario; la soluzione ipotizzata è quella dell'utilizzo della trivellazione orizzontale controllata (TOC).



RELAZIONE DI CALCOLO DIMENSIONAMENTO CAVI MT



4. CRITERI PROGETTUALI DEGLI ELTTRODOTTI

4.1 Calcolo delle correnti

Gli elettrodotti sopra descritti, costituiscono l'elemento di collegamento tra la cabina di impianto tipica, situata all'interno del perimetro dell'impianto fotovoltaico e la cabina di raccolta o le altre cabine di impianto che raccolgono le potenze dei singoli sotto-campi per confluire poi sulla cabina di raccolta, o tra cabina di raccolta e la nuova stazione di utenza AT/MT, quest'ultima consentirà di innalzare la tensione da 30 kV a 36 kV e quindi di smistare l'energia elettrica prodotta dall'impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale.

Nel calcolo delle sezioni degli elettrodotti, si è tenuto inoltre conto di voler limitare la caduta di tensione complessiva e di conseguenza le perdite complessive all'interno dell'impianto fotovoltaico al di sotto del 5%. Stimando una perdita di circa il 2,5% dovuta ai cavi in CC di collegamento agli inverter, alle perdite intrinseche degli inverter DC/AC, alle perdite lungo il collegamento tra inverter e rispettiva cabina di campo e alle perdite dei trasformatori MT/bt. Si è considerato poi di ridurre al minimo la caduta di tensione degli elettrodotti "interni" tra le cabine portandola praticamente a zero grazie all'incremento della sezione dei cavi, mentre la perdita lungo il cavo di collegamento tra la cabina di raccolta PDL-1 e la Stazione Utente è stata limitata a circa 1,7%, rispettando l'obiettivo di contenere le perdite ben al di sotto del 5%.

Per il collegamento al quadro MT della cabina di impianto o della stazione d'utenza, è prevista la partenza di una o più terne di cavi con l'utilizzo di cavi unipolari di sezione massima pari a 500 mm² posati a trifoglio, con conduttore in alluminio.

Le correnti massime che possono interessare le linee di collegamento MT ciascun campo dell'impianto in oggetto, sono riportate nella tabella n.1 sottostante e sono calcolate con la seguente formula:

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

Dove:

$\cos \varphi = 0,9$

RELAZIONE DI CALCOLO DIMENSIONAMENTO CAVI MT

Inoltre la potenza elettrica in immissione è stata considerata quella di ciascun campo (o somma della potenza di più campi, nei casi in cui una cabina riceva il contributo di altri campi ad essa collegati).

Tabella n.1

TRATTO	n.cavi in parallelo per fase	sez. cavo	kv	Lunghezza [km]	Corrente [A]	cos Φ	resistenza (Ω km)	reattanza (Ω km)	sen Φ	reattanza	Caduta di tensione [V]	tensione nominale [V]	$\Delta V\%$	
PDT-1.A - PDT-1	1	630	1,732050808	1,629	57,96	0,99	0,0469	0,0469	0,16	0,01	0,16	7,854738248	30000	0,026182
PDT-3.E - PDT-2.E	1	120	1,732050808	0,147	43,32	0,99	0,253	0,253	0,18	0,01	0,18	2,782479781	30000	0,009275
PDT-2.E - PDT-1.E	1	120	1,732050808	0,136	77,01	0,99	0,253	0,253	0,18	0,01	0,18	4,576276601	30000	0,015254
PDT-1.E - PDT-1.K	1	630	1,732050808	0,717	110,7	0,99	0,0469	0,0469	0,16	0,01	0,16	6,603117609	30000	0,02201
PDT-1.K - PDT-3.C	1	630	1,732050808	0,373	120,33	0,99	0,0469	0,0469	0,16	0,01	0,16	3,733919963	30000	0,012446
PDT-1.D - PDT-2.C	1	120	1,732050808	0,67354	28,88	0,99	0,253	0,253	0,18	0,01	0,18	8,499371574	30000	0,028331
PDT-3.C - PDT-4.C	1	630	1,732050808	0,49	168,46	0,99	0,0469	0,0469	0,16	0,01	0,16	6,867127841	30000	0,02289
PDT-4.C - PDT-1.C	1	630	1,732050808	0,6167	221,4	0,99	0,0469	0,0469	0,16	0,01	0,16	11,35883579	30000	0,037863
PDT-2.C - PDT-1.C	1	120	1,732050808	0,3306	77,01	0,99	0,253	0,253	0,18	0,01	0,18	11,12439003	30000	0,037081
PDT-1.C - PDT-1.B	2	630	1,732050808	0,761	346,54	0,99	0,0469	0,02345	0,16	0,01	0,08	10,96958729	30000	0,036565
PDT-1.B - PDT-1	2	630	1,732050808	0,1306	360,98	0,99	0,0469	0,02345	0,16	0,01	0,08	1,961004444	30000	0,006537
PDT-1 - PDT-2.I	1	120	1,732050808	0,204	43,42	0,99	0,253	0,253	0,18	0,01	0,18	3,87031418	30000	0,012901
PDT-2.I - PDT-4.I	1	120	1,732050808	0,133	91,45	0,99	0,253	0,253	0,18	0,01	0,18	5,314489892	30000	0,017715
PDT-4.I - PDT-5.I	1	120	1,732050808	0,178	139,58	0,99	0,253	0,253	0,18	0,01	0,18	10,85598991	30000	0,036187
PDT-5.I - PDT-6.I	1	240	1,732050808	0,264	187,71	0,99	0,125	0,125	0,17	0,01	0,17	10,76769213	30000	0,035892
PDT-6.I - PDT-7.I	1	240	1,732050808	0,141	235,84	0,99	0,125	0,125	0,17	0,01	0,17	7,225499442	30000	0,024085
PDT-7.I - PDT-2	1	630	1,732050808	0,48	283,97	0,99	0,0469	0,0469	0,16	0,01	0,16	11,33955351	30000	0,037799
PDT-9.I - PDT-2	1	120	1,732050808	0,023	33,69	0,99	0,253	0,253	0,18	0,01	0,18	0,338575152	30000	0,001129
PDT-8.I - PDT-3.I	1	120	1,732050808	0,528	33,69	0,99	0,253	0,253	0,18	0,01	0,18	7,772507827	30000	0,025908
PDT-3.I - PDT-2	1	120	1,732050808	0,279	86,63	0,99	0,253	0,253	0,18	0,01	0,18	10,56084703	30000	0,035203
PDT-1.I - PDT-2	1	120	1,732050808	0,714	24,07	0,99	0,253	0,253	0,18	0,01	0,18	7,509318703	30000	0,025031
PDT-2 - PDT-1.F	2	630	1,732050808	0,507	428,36	0,99	0,0469	0,02345	0,16	0,01	0,08	9,033772089	30000	0,030113
PDT-1.F - PDT-2.G	2	630	1,732050808	0,927	495,74	0,99	0,0469	0,02345	0,16	0,01	0,08	19,11551297	30000	0,063718
PDT-2.G - PDT-1.G	2	630	1,732050808	0,196	519,81	0,99	0,0469	0,02345	0,16	0,01	0,08	4,237922027	30000	0,014126
PDT-3.H - PDT-2.H	1	120	1,732050808	0,266	24,07	0,99	0,253	0,253	0,18	0,01	0,18	2,797589321	30000	0,009325
PDT-2.H - PDT-1.H	1	120	1,732050808	0,245	52,95	0,99	0,253	0,253	0,18	0,01	0,18	5,668371208	30000	0,018895
PDT-1.H - PDT-1	1	630	1,732050808	1,025	81,83	0,99	0,0469	0,0469	0,16	0,01	0,16	6,977802494	30000	0,023259
PDT-1.G - PDT-1	2	630	1,732050808	0,865	558,32	0,99	0,0469	0,02345	0,16	0,01	0,08	20,08868705	30000	0,066962
PDL-1 - SSE 36/30	3	500	1,732050808	15	962,82	0,99	0,0605	0,020167	0,16	0,01	0,053333	512,7616549	30000	1,709206

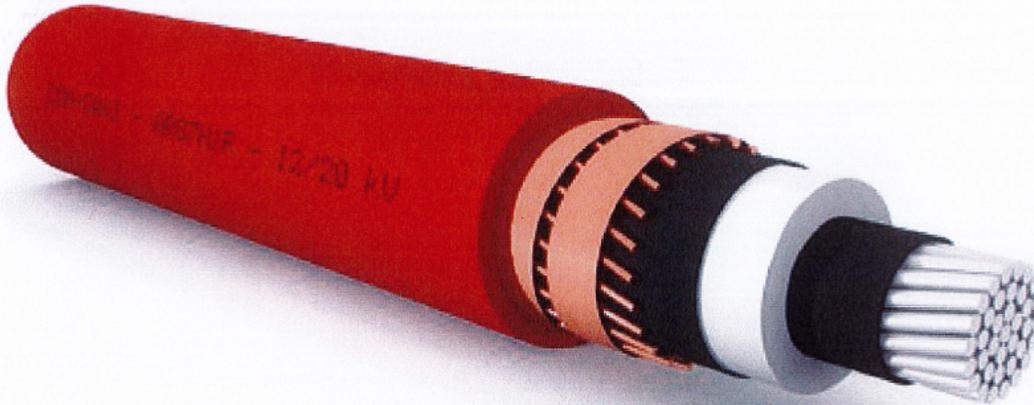
4.2 Dimensionamento del cavidotto

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

4.2.1 Caratteristiche tecniche del cavo

I cavi utilizzati saranno del tipo unipolare ad isolamento solido estruso con conduttori di alluminio le cui caratteristiche dei suddetti cavi sono riportate nella figura di seguito:

RELAZIONE DI CALCOLO DIMENSIONAMENTO CAVI MT



DESCRIZIONE:

Cavi unipolari isolati in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC

CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U_0/U : 1,8/3 ÷ 18/30 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 12 volte il diametro del cavo.
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 50 N/mm² di sezione

DESCRIPTION:

Single-core cables, insulated with HEPR rubber of G7 quality, under PVC sheath.

FUNCTIONAL CHARACTERISTICS

- Nominal voltage U_0/U : 1,8/3 ÷ 18/30 kV
- Maximum operating temperature: 90°C
- Min. operating temperature: -15°C (without mechanical shocks)
- Minimum installation temperature: 0°C
- Maximum short circuit temperature: 250°C
- Recommended minimum bending radius: 12 times the cable diameter.
- Recommended maximum tensile stress: 50 N/mm² of the cross-section

RELAZIONE DI CALCOLO DIMENSIONAMENTO CAVI MT

SINGLE CORE CABLE

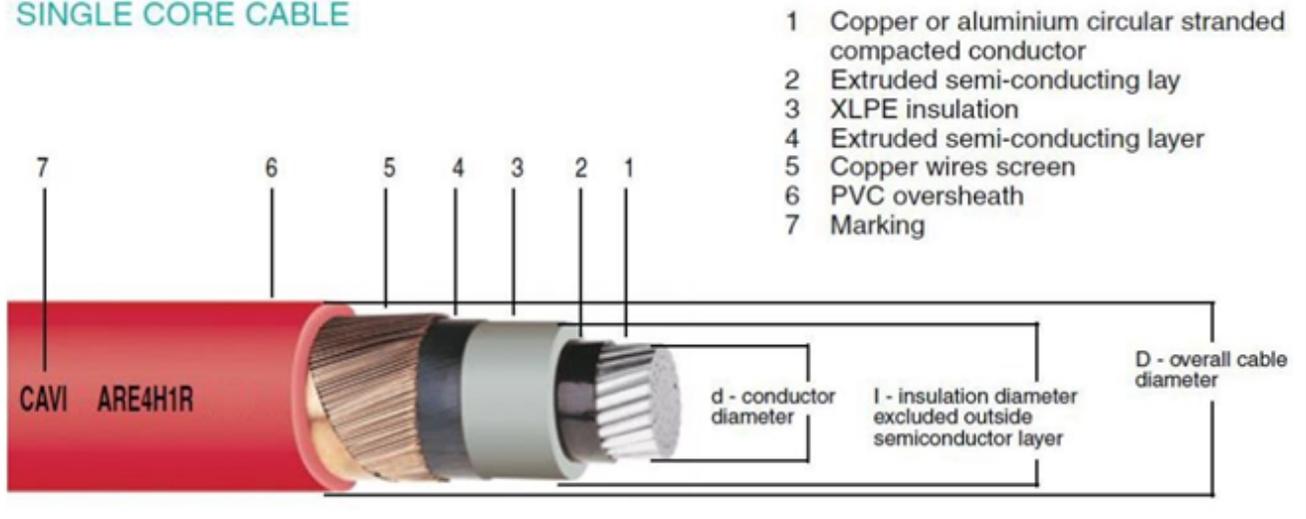


Fig. 2: caratteristiche cavi unipolari

L'isolamento sarà costituito da mescola a base di polietilene reticolato (XLPE) o, in alternativa, da mescola 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.

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 MT.

RELAZIONE DI CALCOLO DIMENSIONAMENTO CAVI MT

Caratteristiche tecniche/Technical characteristics

U max: 36 kV

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

*Resistività termica del terreno 100°C cm/W

** Ground thermal resistivity 100°C cm/W

Caratteristiche elettriche/Electrical characteristics

Formazione Size	Resistenza elettrica a 20°C Max. electrical resistance at 20°C	Resistenza apparente a 90°C e 50Hz Conductor apparent resistance at 90°C and 50Hz		Reattanza di fase Phase reactance		Capacità a 50Hz Capacity at 50Hz
		a trifoglio trefoil	in piano flat	a trifoglio trefoil	in piano flat	
		Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	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	0,443	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 DI 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 Tipologia cavi

Il cavo di media tensione avrà le seguenti caratteristiche definite in base al suo codice:

Codice cavo: ARE4H1R 18/30, in alluminio

5.3 Modalità di posa

Gli elettrodotti in oggetto, come in precedenza specificato, sono composti da una o più linee in cavo interrato. Le linee saranno posate all'interno di scavi opportunamente dimensionati. La profondità minima di posa dei tubi, deve essere tale da garantire almeno 1 m, misurato dall'estradosso superiore del tubo.

Le sezioni specifiche di posa sono già state riportate nel capitolo 3 sotto capitolo 3.2

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di 1,6 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 30 cm, 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:

1. Alla connessione dei conduttori di due pezzature di cavo mediante manicotti metallici chiamati connettori;
2. All'isolamento del conduttore e al ripristino dei vari elementi del cavo;
3. A controllare la distribuzione del campo elettrico, per evitare concentrazioni localizzate che possono provocare in breve tempo alla perforazione del giunto;
4. Al mantenimento della continuità elettrica tra gli schermi metallici dei cavi;
5. 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 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 500-1000 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.

5.5 Terminali e capicorda

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

20 cm dalla protezione del cavo. Il diametro nominale interno del tubo sarà maggiore di 1,4 volte il diametro del cavo, ovvero diametro 160mm.

5.8. Fibre ottiche

E' prevista l'installazione di fibre ottiche a servizio del cavidotto, le quali saranno posate contestualmente alla stesura del cavo.

6. INTERFERENZE TRA CAVI ELETTRICI ED ALTRE CONDUITTURE INTERRATE

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 energia

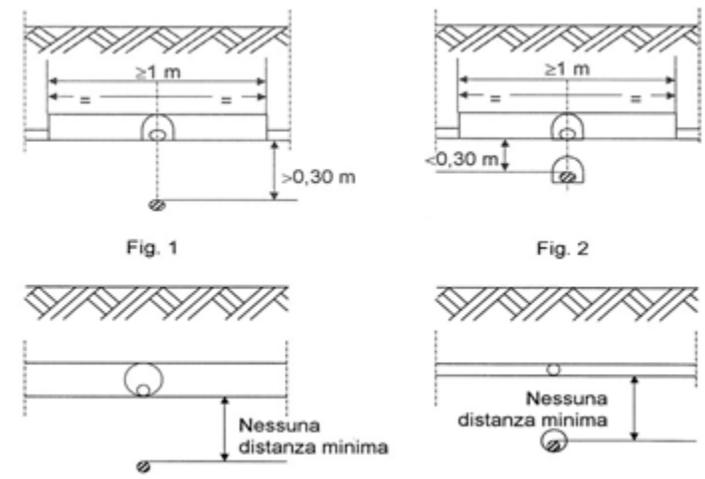
elettrica – Linee in cavo”;

- 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.

6.1 Incrocio e parallelismo con cavi TLC

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

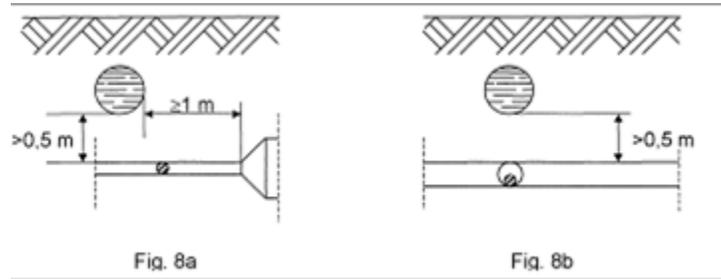


6.2 Incrocio cavi energia e tubazioni interrate

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.

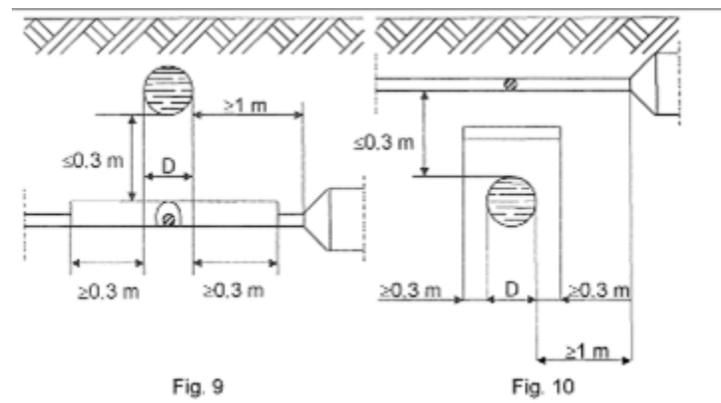
I cavi di energia non devono presentare giunzioni se non a distanze ≥ 1 m dal punto di incrocio con le tubazioni a meno che non siano attuati i provvedimenti scritti nel seguito.

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



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.

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



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.

6.3 Incrocio e parallelismi tra cavi elettrici e tubazioni gas

6.3.1 Gas con densità non superiore a 0,8 con pressione massima di esercizio 5 bar

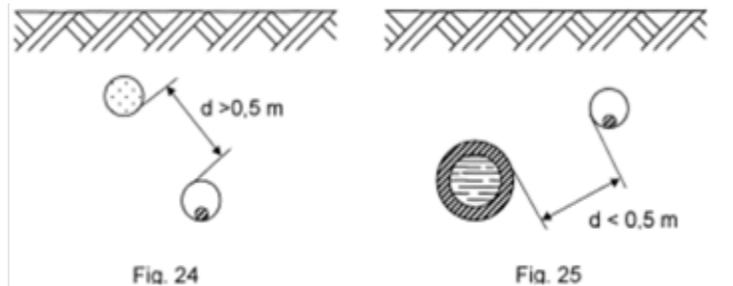
Nel caso di sovra e sottopasso tra canalizzazioni per cavi elettrici e tubazioni del gas la distanza misurata tra le due superfici affacciate deve essere:

- per condotte di 4[^] e 5[^] Specie: >0,50 m ;
- per condotte di 6[^] e 7[^] Specie: tale da consentire gli eventuali interventi di manutenzione su entrambi i servizi interrati.

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

RELAZIONE DI CALCOLO DIMENSIONAMENTO CAVI MT

- > per condotte di 4^e e 5^a specie: > 0.50 m
- > per condotte di 6^a e 7^a tale da consentire gli eventuali interventi di manutenzione su entrambi i servizi interrati.



6.4 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 $3U_0$ (efficaci) ed alla frequenza di 0,1 Hz applicata tra conduttore e lo schermo metallico per la durata di 15 minuti.

7. OPERE PER LA REALIZZAZIONE DEI CAVIDOTTI

7.1 Costruzione ed opere provvisionali

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 come sopra indicato (attraversamento ferrovia ed autostrada) sarà essere necessario procedere alla posa del cavo con:

- Perforazione teleguidata (TOC)

7.2 Trivellazione orizzontale controllata (TOC)

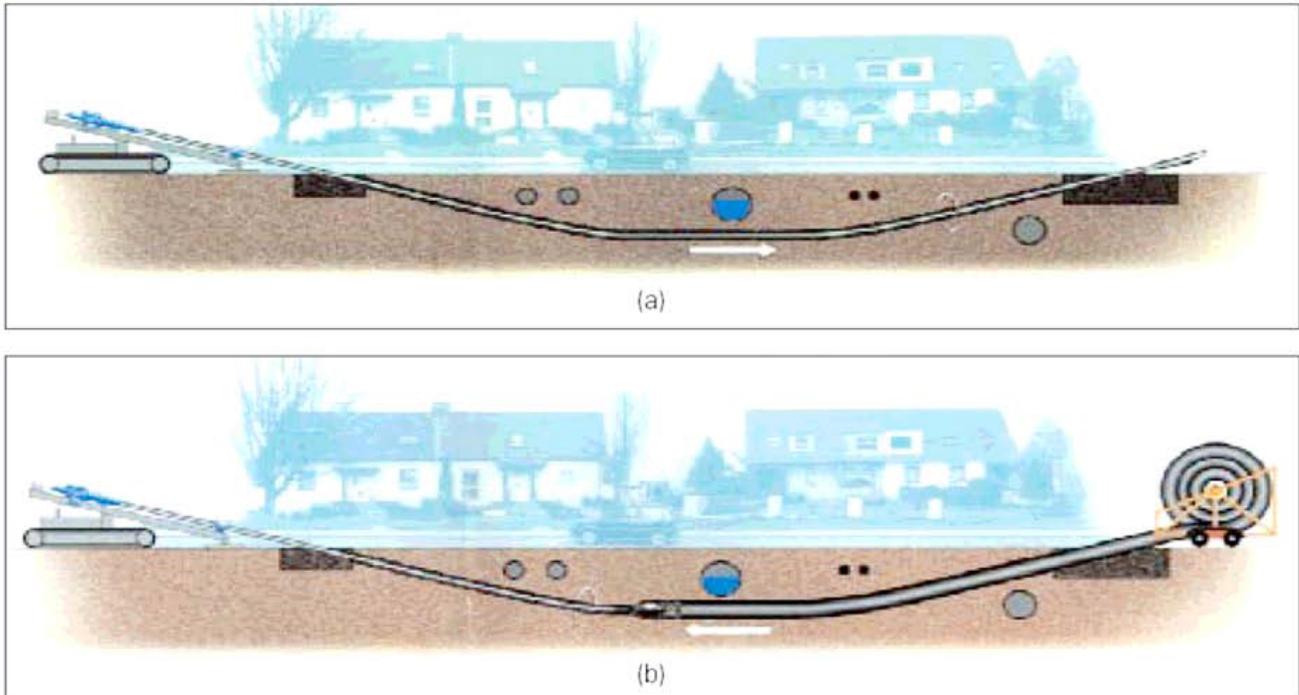
Si tratta di una operazione di trivellazione guidata che parte generalmente dalla superficie e consente di superare ostacoli naturali quali fiumi, bracci di mare, strade, ferrovie, limitando lo scavo in superficie solo alle due estremità della trivellazione.

La presenza di pietre o rocce, pur costituendo ostacoli superabili, può in alcuni casi particolari limitare l'impiego di questo sistema

La tecnica prevede la creazione di un foro pilota mediante l'introduzione, da un pozzo di ingresso, di una colonna di aste con un utensile di perforazione posto in testa, che vengono guidate alla quota e nella direzione voluta. La testa raggiunge un pozzetto di arrivo ove viene collegata ad un alesatore rotante (che serve ad allargare il foro pilota fino al diametro voluto per la condotta) e alla condotta in PEAD (Polietilene ad Alta Densità). Dal pozzo di ingresso viene quindi ritirata e smontata l'intera colonna che trascina con sé la condotta da installare.

La tecnica prevede la creazione di un foro pilota mediante l'introduzione, da un pozzo di ingresso, di una colonna di aste con un utensile di perforazione posto in testa, che vengono guidate alla quota e nella direzione voluta. La testa raggiunge un pozzetto di arrivo ove viene collegata ad un alesatore rotante(che serve ad allargare il foro pilota fino al diametro voluto per la condotta) e alla condotta in PEAD (Polietilene ad Alta Densità). Dal pozzo di ingresso viene quindi ritirata e smontata l'intera colonna che trascina con sé la condotta da installare.

RELAZIONE DI CALCOLO DIMENSIONAMENTO CAVI MT



ESECUZIONE DELLA POSA IN OPERA DELLA CONDOTTA CON LA TECNOLOGIA TOC (A) ESECUZIONE DEL FORO PILOTA; (B) RECUPERO DELLA COLONNA DI PERFORAZIONE CON PASSAGGIO DELLA CONDOTTA

La perforazione può essere effettuata:

- “a secco”: in questo caso l’utensile di perforazione è costituito da un martello che avanzando comprime il terreno lungo le pareti del foro. Viene comunque utilizzata una miscela lubrificante a base di acqua per raffreddare l’utensile
- “a umido”: si differenzia dal precedente unicamente perché l’avanzamento è coadiuvato da un vero e proprio getto fluido costituito da acqua e bentonite.