

REGIONE EMILIA ROMAGNA
PROVINCIA PIACENZA
COMUNI DI CADEO, FIORENZUOLA D'ARDA, CORTEMAGGIORE

PROGETTO DEFINITIVO:

"IMPIANTO FOTOVOLTAICO DIFFUSO CADEO"
24,894 MWp COMPLESSIVI SU TRE AREE FV
CONNESSE A SOTTOSTAZIONE ELETTRICA AT

VERIFICA ASSOGGETTABILITA' ALLA V.I.A.
(STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE)
Art. 20 D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.
Legge Regionale L.R. 4/2018

Elaborato:

RELAZIONE ELETTRODOTTO

IDENTIFICAZIONE ELABORATO:

Livello prog.	Codice rintracciabilità	N° elaborato	Tot. elaborati	foglio	NOME FILE	DATA	SCALA
		PE REL. 01					--

REVISIONI:

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
01	24/11/25	AGGIORNAMENTO LAYOUT IMPIANTO	P.D.	G.M.	B.M.
02	20/02/26	INTEGRAZIONI RICHIESTE DA SNAM	P.D.	G.M.	B.M.
03	25/02/26	MODIFICA INTERFERENZA M6	P.D.	G.M.	B.M.

Professionista incaricato: Bossini Per.ind.Michele

SPB S.r.l.

Via Giuseppe Mazzini 150, 25065
Lumezzane (BS)



Firma Professionista
DANIELE

Proponente:

Energia Solare Cadeo
S.R.L. (E.S.C.)

Via Frescobaldi 72/44121 Ferrara



TUMIDEI
25.02.2026
10:14:13
GMT+01:00

Firma Proponente

r_emi.ro.Giunta - Prof. 25/02/2026.0174601.E

Copia conforme

dell'originale

sottoscritto digitalmente da TUMIDEI DANIELE

Sommario

1. RELAZIONE TECNICA	3
1.1 Premessa	3
1.2 Oggetto e scopo	3
1.3 Generalità.....	3
1.4 Riferimenti legislativi e normativi	4
1.5 Dati progettuali	6
1.6 Descrizione del tracciato elettrodotto.....	9
1.7 Comuni interessati	10
1.8 Elenco proprietà terreni.....	10
1.9 Caratteristiche tecniche elettrodotto 30 kV	10
1.10 Dimensionamento elettrico	12
2. CARATTERISTICHE TECNICHE ELETTRORODOTTO 30 KV	17
2.1 Caratteristiche tecniche della linea	17
2.2 Condizioni di posa ed installazione	19
2.2.1 Premessa	19
2.2.2 Cavi	19
2.2.3 Modalità di posa.....	20
2.2.4 Giunti e connettori	21
2.2.5 Terminali e capocorda.....	22
2.2.6 Canalizzazioni	22
2.2.7 Protezione e segnalazione dei cavi	22
2.2.8 Fibre ottiche	23
2.2.9 Coesistenza tra cavi elettrici e altre condutture interrate.....	24
3. REALIZZAZIONE DELLE LINEE ELETTRICHE IN CAVO	30
3.2. Fasi di costruzione.....	30
3.3. Realizzazione delle infrastrutture temporanee di cantiere.....	30
3.4. Apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea	30
3.5. Posa del cavo.....	31
3.6. Ricopertura e ripristini	31
3.7. Scavo della trincea in corrispondenza dei tratti lungo il percorso stradale	32
3.8. Staffaggi su ponti o strutture preesistenti	32
3.9. Trivellazione orizzontale controllata.....	33
3.9.1. Indagine del sito e analisi dei sottoservizi.....	33
3.9.2. Realizzazione del foro pilota	33

3.9.3.	Allargamento del foro pilota	34
3.9.4.	Posa in opera del tubo camicia	34
3.10	Risoluzione interferenze con reti SNAM	35
4.	VERIFICHE FINALI	38
5.	DOCUMENTAZIONE RICHIESTA	39
6.	ALLEGATI.....	39
7.	CONCLUSIONI	40

1. RELAZIONE TECNICA

1.1 Premessa

Il presente documento fornisce la descrizione generale del progetto definitivo dei collegamenti in cavo MT tra le cabine d'impianto, site all'interno delle varie aree dell'impianto fotovoltaico "ENERGIA SOLARE CADEO" e la relativa stazione d'utenza MT/AT.

Il collegamento alla RTN necessita della realizzazione di una stazione MT/AT di utenza, ubicata nel Comune di Cortemaggiore a fianco della cabina primaria e-distribuzione servente l'area.

La nuova sottostazione utente ha lo scopo di elevare la tensione di impianto di 30 kV al livello di 132 kV, per il successivo collegamento in antenna alla sezione 132 kV della cabina primaria "Cortemaggiore".

1.2 Oggetto e scopo

Scopo del documento è quello di descrivere le caratteristiche tecniche e progettuali dei cavidotti 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 vari punti terminali. Vengono altresì descritte le modalità di protezione e di installazione dei suddetti cavi.

1.3 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 μ T a tal proposito vedasi relazione specialistica allegata.

Il presente progetto degli impianti elettrici si estende dal punto di consegna dell'energia elettrica, fino alle utenze situate all'interno dell'edificio.

Sono esclusi dal progetto gli impianti elettrici a bordo macchina e gli utilizzatori mobili.

Alla presente relazione tecnica sono allegati i documenti di progetto specificati nell'apposito elenco.

1.4 Riferimenti legislativi e normativi

Nella redazione del presente progetto, così come nella loro realizzazione, sono state, e dovranno essere tenute come riferimento nell'esecuzione dell'impianto, le disposizioni di legge e le norme tecniche del CEI (comprehensive delle relative varianti).

Nei paragrafi successivi saranno specificate le norme tecniche e le leggi che disciplinano la realizzazione di apparecchiature e d'impianti elettrici.

- 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;
- 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.

1.5 Dati progettuali

Di seguito sono riportati i dati riguardanti il progetto dell'impianto.

DATI DI PROGETTO DI CARATTERE GENERALE			
Pos.	Dati	Valori indicativi di Riferimento	Note
1.1	<i>Committente</i>	ENERGIA SOLARE CADEO SRL	
1.2	<i>Cliente Finale Denominazione dell'edificio, opera o applicazione</i>	ENERGIA SOLARE CADEO SRL Progettazione nuovo elettrodotto 30kV collegamento impianto di produzione FTV 24,894 MWp	
1.3	<i>Scopo del lavoro</i>	Progettazione impianti elettrici	
1.4	<i>Leggi e norme tecniche da rispettare</i>	Vedi punti 1.4	
1.5	<i>Vincoli da rispettare</i>	Distanze di rispetto da sottoservizi Linee elettriche Metanodotti Linee di telecomunicazione	

DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL'UTILIZZO DELL'OPERA			
Pos.	Dati	Valori indicativi di Riferimento	Note
2.1	<i>Destinazione d'uso e analisi dei rischi</i>	Collegamento impianto produzione fotovoltaica a nuova sottostazione 132 kV/30 KV	
2.2	<i>Barriere Architettoniche</i>	NA	
2.3	<i>Dati relativi agli ambienti soggetti a normativa specifica CEI</i>	Gli ambienti sono da ordinari non previsto utilizzo di cavi a norma CPR	

DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLE INFLUENZE ESTERNE

Pos.	Dati	Valori indicativi di Riferimento	Note
3.1	Zona climatica	zona E, 2 620 GG	
3.2	Formazione di Condensa Livello di Umidità	NO Medio	
3.3	Altitudine	<1000m	
3.4	Presenza corpi solidi estranei Presenza polvere	PEZZATURA >2,5 mm Ambiente pulito	
3.5	Presenza di liquidi -Tipo di liquido -Gradualità -Trascurabile -Stillicidio -Esposizione alla pioggia -Esposizione agli spruzzi -Possibilità getti d'acqua	SI Acqua -	
3.6	Condizioni del terreno -Carico specifico ammesso -Livello della falda freatica -Profondità della linea di gelo -Resistività elettrica del terreno -Resistività termica del terreno	- - - - - -	
3.7	Ventilazione dei locali -Naturale -Artificiale -Naturale assistita da ventilazione artificiale -N° ricambi aria	NA	
3.8	Dati relativi al vento -Nella direzione prevalente -Massima velocità di progetto	- - -	
3.9	Carico di neve	-	
3.10	Effetti Sismici	zona 3 (sismicità bassa)	
3.11	Condizioni Ambientali Speciali -Presenza di sostanza che producono corrosione -Presenza di sostanze inquinanti -Presenza di correnti vaganti -Livelli di rumore max	- NO NO NO <70 dB	

DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL'IMPIANTO ELETTRICO

Pos.	Dati	Valori indicativi di Riferimento	Note
4.1	<i>Tipo di intervento richiesto</i> -nuovo impianto -trasformazione -ampliamento -ammodernamento	Nuovo impianto	
4.2	<i>Dati dell'alimentazione elettrica</i> -sigla linea di alimentazione -punto di consegna -tensione nom. E max variazione -contenuto armonico -Frequenza nominale -potenza disponibile continua -potenza disponibile di punta -C.Cto nel punto di consegna -Stato del neutro -Icc monofase e tempo di eliminazione del guasto -valori di taratura relativi al relè di protezione associati all'interruttore di alimentazione -Sistema di distribuzione -Vincoli da rispettare -Tensione nominale degli utilizzatori	Quadro Mt sottostazione 30±5% kV - 50±2% Hz Vedi relazione di calcolo Vedi relazione di calcolo Vedi relazione di calcolo Isolato da terra Vedi relazione di calcolo Vedi relazione di calcolo Neutro isolato CEI 0-16 30 kV	
4.3	<i>Dati dell'eventuale autoproduzione</i> -kWp -Tensione nominale -Frequenza nominale	24,894 MWp	
4.4	<i>Misura dell'energia elettrica</i>	Gruppo di misura interno fiscale	
4.5	<i>Massima caduta di tensione</i>	Linee 2%	
4.6	<i>Sezione minima dei conduttori</i>	Come da norme CEI	
4.7	<i>Elenco dei carichi</i>	Vedi allegati	
4.8	<i>Ubicazione dei carichi</i>	Vedi allegati	
4.9	<i>Prescrizioni particolari per gli apparecchi da alimentare</i>		
4.10	<i>Vincoli relativi alla tipologia dei componenti</i>	Nessun vincolo prescritto	
4.11	<i>Dati dimensionali relativi all'illuminazione artificiale</i> -illuminamento medio mantenuto	NA	
4.12	<i>Altre informazioni</i>		

1.6 Descrizione del tracciato elettrodotto

Come mostrato in Figura 1 l'elettrodotto in oggetto è composto da: n°1 linea denominata "A" che conetterà la nuova sottostazione 132 kV/30 kV (ad uso del produttore ENERGIA SOLARE CADEO) al nuovo impianto di produzione fotovoltaica Area 1, n°1 linea denominata "C" che conetterà il nuovo impianto di produzione fotovoltaica Area 1 all'impianto di produzione Area 2.

Le opere interesseranno i comuni di Cadeo, Cortemaggiore e Fiorenzuola d'Arda siti nella provincia di Piacenza.

L'elettrodotto avrà una lunghezza di:

- circa 6,674 km per il collegamento tra sottostazione AT/MT e impianto fotovoltaico Area 1
- circa 3,677 km per il collegamento tra impianto fotovoltaico Area 1 e impianto fotovoltaico Area 2

La potenza degli impianti di produzione fotovoltaica è di:

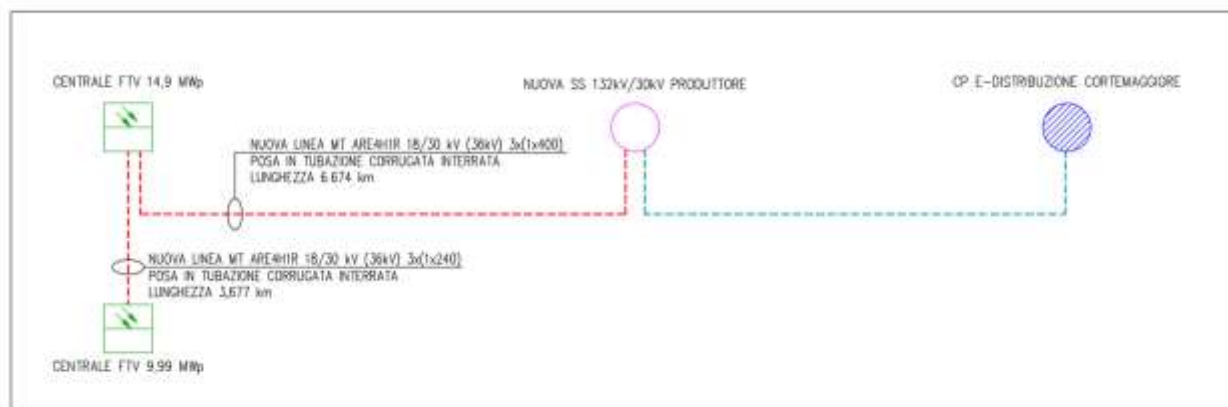
- Area 1 → 14,9 MWp
- Area 2 → 9,99 MWp

Le linee elettriche in progetto hanno le seguenti caratteristiche

Denominazione linea	Origine	Destinazione	Tipo di linea	Potenza massima (MW)	Corrente massima (A)
Linea A	Sottostazione 132kV	Cabina ricezione Area 1	ARE4H1R 18/30 3x(3x1x400)	25	482
Linea B	Sottostazione 132kV	Cabina ricezione Area 1	Predisposizione solo tubazione	0	0
Linea C	Cabina ricezione Area 1	Cabina ricezione Area 2	ARE4H1R 18/30 3x(3x1x240)	11	212

Si riporta di seguito lo schema a blocchi semplificato delle opere in progetto

SCHEMA A BLOCCHI IMPIANTO



Il seguente elaborato comprende:

- la progettazione delle linee di interconnessione tra gli impianti di produzione e la sottostazione
- la progettazione delle linee di interconnessione tra gli impianti di produzione Area 1/2

Non è compreso il progetto della connessione tra sottostazione produttore e cabina primaria DSO, né tantomeno le connessioni interne ai vari campi fotovoltaici.

Il percorso dell'elettrodotto è rilevabile dalle planimetrie allegate al presente documento

1.7 Comuni interessati

I tracciati sopra descritti interesseranno il territorio dei comuni di Cadeo, Cortemaggiore e Fiorenzuola d'provincia di Piacenza.

1.8 Elenco proprietà terreni

I cavidotti in oggetto attraversano le proprietà descritte nel documento RP.01 allegato al presente

1.9 Caratteristiche tecniche elettrodotto 30 kV

Gli elettrodotti in oggetto costituiscono gli elementi di collegamento tra le cabine di impianto, situate 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 132 kV e quindi di smistare l'energia elettrica prodotta dall'impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale.

Per la realizzazione dei collegamenti di ciascun campo al quadro MT della stazione d'utenza, è stata previsto un elettrodotto composto da terne di cavi unipolari in alluminio di sezione variabile in funzione della potenza da interconnettere e posati a trifoglio in condotto dedicato. All'interno dei cavidotti in esame, è stata prevista la posa di tubazioni corrugate per futuri ampliamenti del campo fotovoltaico.

La committenza comunica che l'elettrodotto, dovrà essere dimensionato mantenendo come riferimento le seguenti potenze:

- Area 1 → 14,9 MWp
- Area 2 → 9,9 MWp

Le correnti massime ipotizzate per gli impianti sono le seguenti

Linea A alimentazione di tutto l'impianto AREA 1/2/ 24,894 MWp → corrente massima I_{max} 482 A → cavo ARE4H1R 18/30kV 3x(1x400)

Linea C alimentazione di tutto l'impianto AREA 2 9,9 MW → corrente massima I_{max} 212 A → cavo ARE4H1R 18/30kV 3x(1x240)

La corrente I_{max} è calcolata con la seguente formula:

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

Dove $\cos\varphi=1$, mentre P_{max} corrisponde alla potenza nominale delle cabine di campo sottese.

Dall'esito dell'analisi termica del cavo si evince che nelle normali condizioni di esercizio, la temperatura massima del cavo non supera la temperatura massima ammissibile di 90°C.

Nell'analisi termica è stato considerato il calore prodotto da tutte le linee posate nelle relative sezioni di posa.

Per i risultati fare riferimento al documento PE REL.03 allegato al presente documento

1.10 Dimensionamento elettrico

Di seguito si elencano i parametri elettrici del collegamento in cavo

- Cavo 3x(1x400) mm² tre cavi unipolari a trifogli ARE4H1R 18/30 kV → linea A
- Cavo 3x(1x240) mm² tre cavi unipolari a trifogli ARE4H1R 18/30 kV → linea C
- Tipologia del sistema: trifase
- Frequenza: 50 Hz
- Tensione nominale: 30 kV
- Tensione massima del sistema: 36 kV
- Tensione nominale di riferimento per l'isolamento a frequenza di servizio tra un conduttore isolato qualsiasi e la terra U₀: 18 kV
- Modalità di posa: posa tipo E6 CEI UNEL 35027

Per la determinazione della portata dei cavi si è fatto riferimento alla seguente condizione operativa definita dalla norma CEI – UNEL 135027

- Profondità di posa 1,2 m (profondità per lo scavo in trincea, per gli scavi in TOC vedasi tavola PE TEV.06)
- Temperatura del terreno 20°C
- Resistività termica del terreno 2,0 k*m/W

La modalità di posa impegnate nel calcolo, relativamente alla sezione 30 kV è quella prevista per la posa dei cavi unipolari posati entro tubazione con diametro esterno 200 mm.

La norma CEI EN 35027 definisce i criteri per la determinazione della portata di cavi di energia con tensione nominale da 1kV a 30kV.

La formula per il calcolo della portata è la seguente:

$$I_z = I_0 \times k$$

$$k = k_t \times K_d \times K_p \times K_r$$

I₀ = Portata definita seconda tabella CEI EN 35027 corrispondente a specificate condizioni di posa interrata;

K = coefficiente correttivo che tiene conto dell'effettiva condizione di posa

K_n = coefficiente di correzione per la temperatura del terreno diversa da 20 °C

K_d = coefficiente di correzione per spaziatura 250 mm piuttosto che 70 mm valido per i cavi direttamente interrati

K_p = coefficiente correttivo per valori di profondità di posa diversi da 0.8 m

K_t = coefficiente correttivo per valori di resistività termica del terreno differenti da 1.5 K*m/W

In aggiunta al dimensionamento effettuato secondo quanto previsto dalla norma CEI EN 35027, è stata effettuata l'analisi termica considerando che la distribuzione della temperatura viene calcolata supponendo che i cavi siano interrati direttamente nel terreno con una resistività termica costante p₄, che la perdita di calore W_k si trova al centro del cavo o della fonte di calore k, e che

la superficie del suolo forma un'isoterma a temperatura ambiente θ_a

$$\theta(x, y) = \theta_a + \frac{\rho_A}{2\pi} \sum_{k=1}^N \left\{ W_k \ln \left(\frac{\sqrt{(x - x_k)^2 + (y + y_k)^2}}{\sqrt{(x - x_k)^2 + (y - y_k)^2}} \right) \right\}$$

La distribuzione della temperatura stima l'influenza della resistività termica dei riempimenti pb se applicabile. E in caso di essiccazione parziale del terreno, la temperatura critica del terreno θ_x è evidenziato in rosso nel campo della temperatura.

Di seguito si riportano alcuni estratti delle modellazioni eseguite con il programma Cableizer, i risultati completi delle modellazioni sono deducibili dal documento PE REL.03

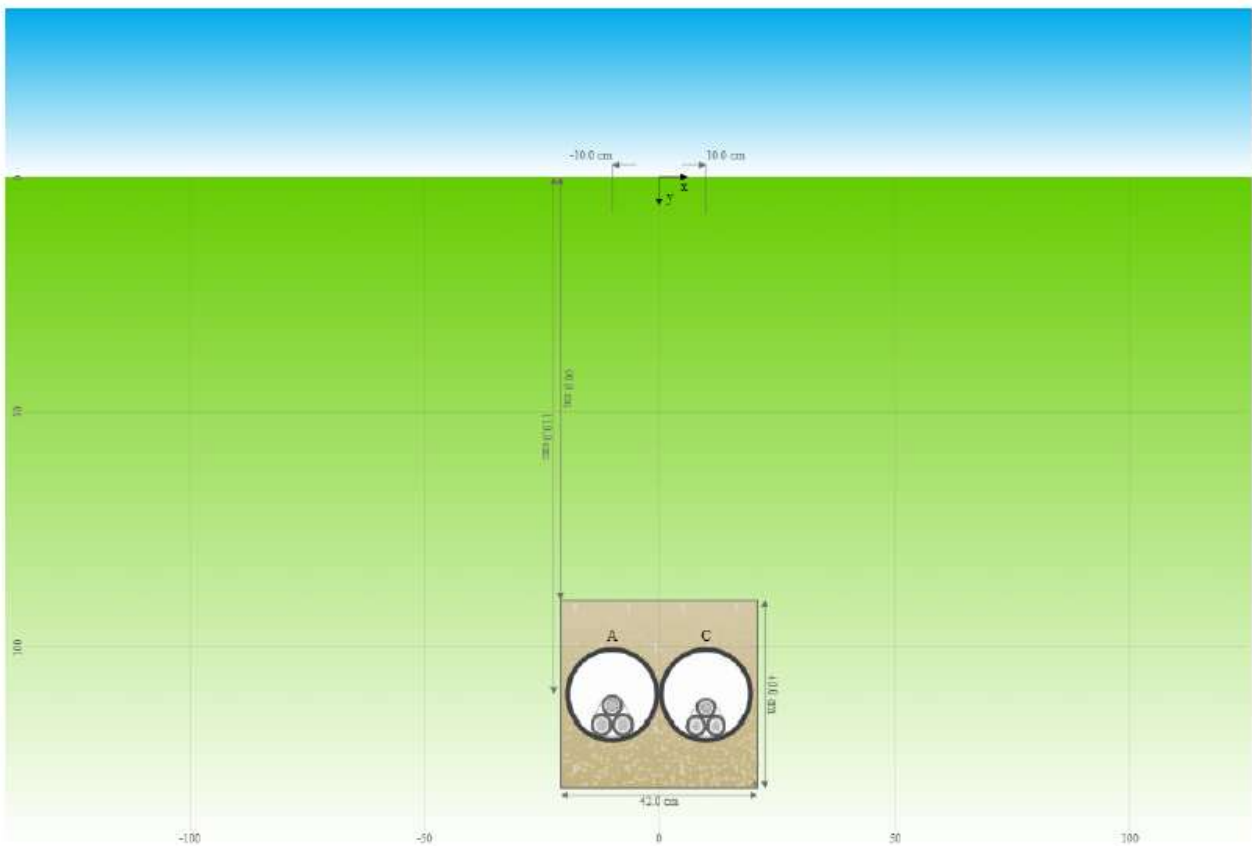


Figura 1 esempio modellazione cavidotto (sezione 6-6)

Per ogni sezione tipica di posa, nel documento PE REL.03 vengono riportati i risultati delle simulazioni effettuate.

Per ogni tipologia sono stati utilizzati due modelli di calcolo, il primo modello prevede di impostare la corrente obiettivo circolante nel cavo, opportunamente ridotta tramite un load factor di 0.5, e di verificare la temperatura massima che sarà raggiunta dalle linee.

Il secondo modello prevede di impostare la temperatura massima del cavo e di calcolare la relativa corrente massima che genererà tale temperatura.

Questa seconda modellazione permetterà di calcolare la portata massima del cavo nelle condizioni di posa previste a prescindere dall'effettiva corrente circolante nelle linee.

Systems

Following systems are active in the arrangement:

#	Object	Current [A]	Temp. [°C]	Losses [W/m]	Load
		I_c $I_{c_{peak}}$ $I_{c_{LF}}$	θ_c θ_e (θ_{de})	W_{sys} μW_{sys}	LF μ
A	18150 ARE4H1R 18/30 kV 1X400	482.0 c_{peak} 340.8 c_{LF}	80.9 71.9 (47.3)	69.2 22.5	0.50 0.32
C	17818 ARE4H1R 18/30 kV 1X240	212.0 c_{peak} 149.9 c_{LF}	56.4 53.2 (45.3)	19.9 6.5	0.50 0.32

Figura 2 Esempio tabella riassuntiva della modellazione (sezione 6-6) con impostazione della corrente I_c relativa all'effettivo carico

Systems

Following systems are active in the arrangement:

#	Object	Current [A]	Temp. [°C]	Losses [W/m]	Load
		I_c $I_{c_{peak}}$ $I_{c_{LF}}$	θ_c θ_e (θ_{de})	W_{sys} μW_{sys}	LF μ
A	18150 ARE4H1R 18/30 kV 1X400	468.1 c_{peak} 331.0 c_{LF}	90.0 81.2 (58.5)	67.2 21.8	0.50 0.32
C	17818 ARE4H1R 18/30 kV 1X240	358.3 c_{peak} 253.4 c_{LF}	90.0 79.8 (57.4)	62.5 20.3	0.50 0.32

Figura 3 Esempio tabella riassuntiva della modellazione (sezione 6-6) con impostazione della temperatura massima θ_c e calcolo della relativa corrente I_c .

Riassumendo:

- la prima modellazione (modello 1) delle sezioni prevede:
 - 1) Impostazione della corrente I_c opportunamente ridotta al load factor
 - 2) Calcolo della temperatura massima θ_c che le linee raggiungono nelle condizioni di posa
- la seconda modellazione (modello 2) delle sezioni prevede:
 - 3) Impostazione della temperatura massima θ_c
 - 4) Calcolo della corrente massima I_c che porterà il cavo alla temperatura limite di funzionamento del cavo nelle condizioni di posa previste

Di seguito si riportano anche i risultati in forma grafica delle modellazioni effettuate

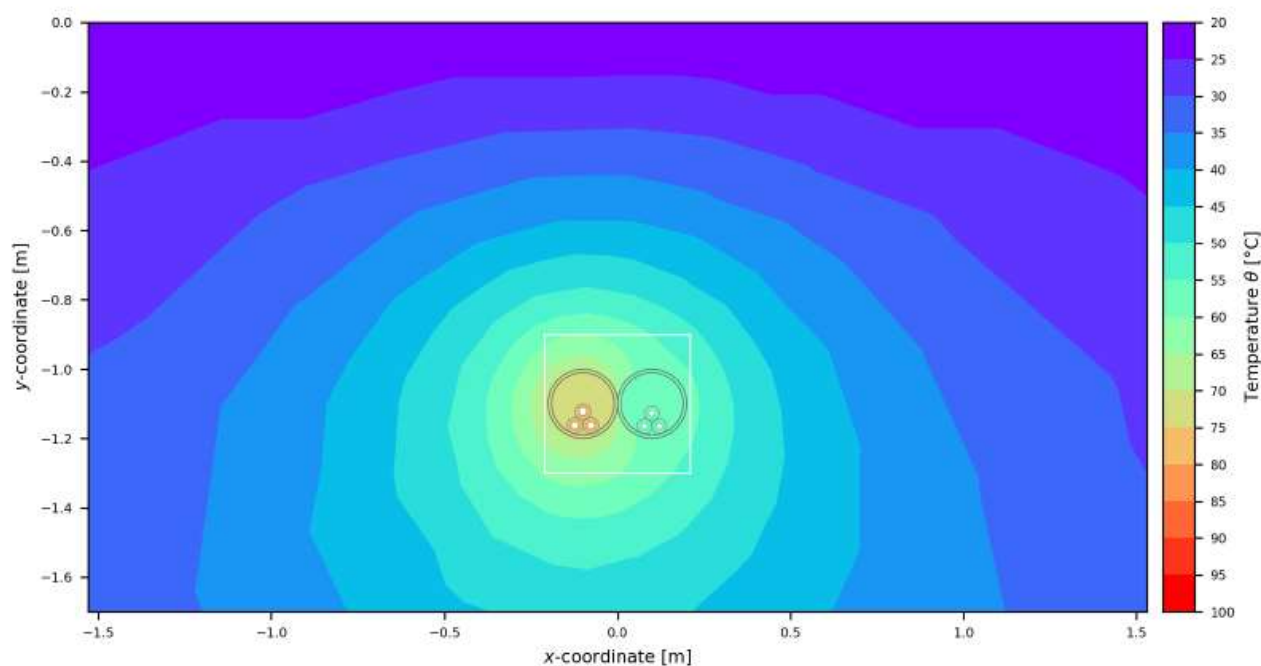


Figura 4 Grafico temperature sezione 6-6 con corrente effettiva (modello 1)

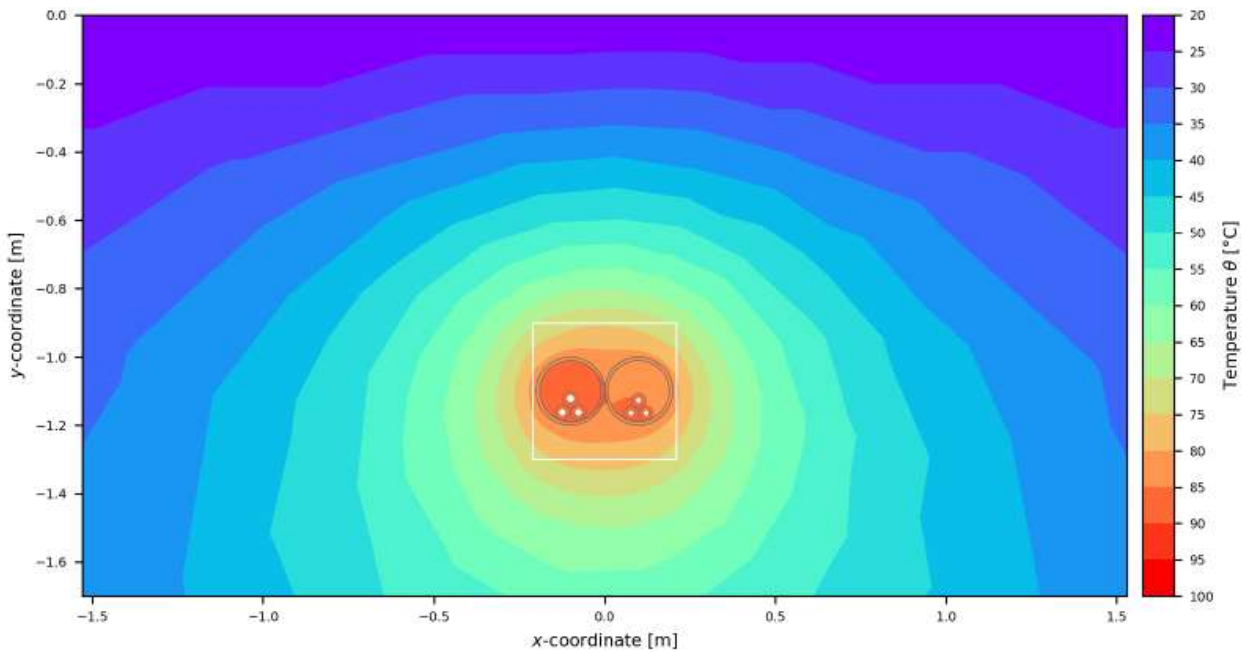


Figura 5 Grafico temperature sezione 6-6 con temperatura massima (modello 2)

Nel documento PE REL.03, per distinguere nel report quale modello di simulazione è rappresentato, bisogna fare riferimento all'intestazione del titolo.

Se non compare, dopo il numero di sezione, la lettera "A" si stanno visionando le modellazioni effettuate con il modello 1

Se compare, dopo il numero di sezione, la lettera "A" si stanno visionando le modellazioni effettuate con il modello 2

Report

Title ELETTRDOTTO 30KV ENERGIA SOLARE CADEO SEZ 6-6
Project 265A09-2024

Figura 6 Intestazione report simulazione sezione 6-6 con modello 1

Report

Title ELETTRDOTTO 30KV ENERGIA SOLARE CADEO SEZ 6-6A
Project 265A09-2024

Figura 7 Intestazione report simulazione sezione 6-6 modello 2

Oltre all'analisi termica, il documento PE REL.03, riporta i risultati relativi al valore della corrente di corto circuito massima supportabile dai cavi, e la caduta di tensione massima percentuale in funzione della lunghezza della linea.

Di seguito si riportano alcuni estratti della rappresentazione grafica dei valori.

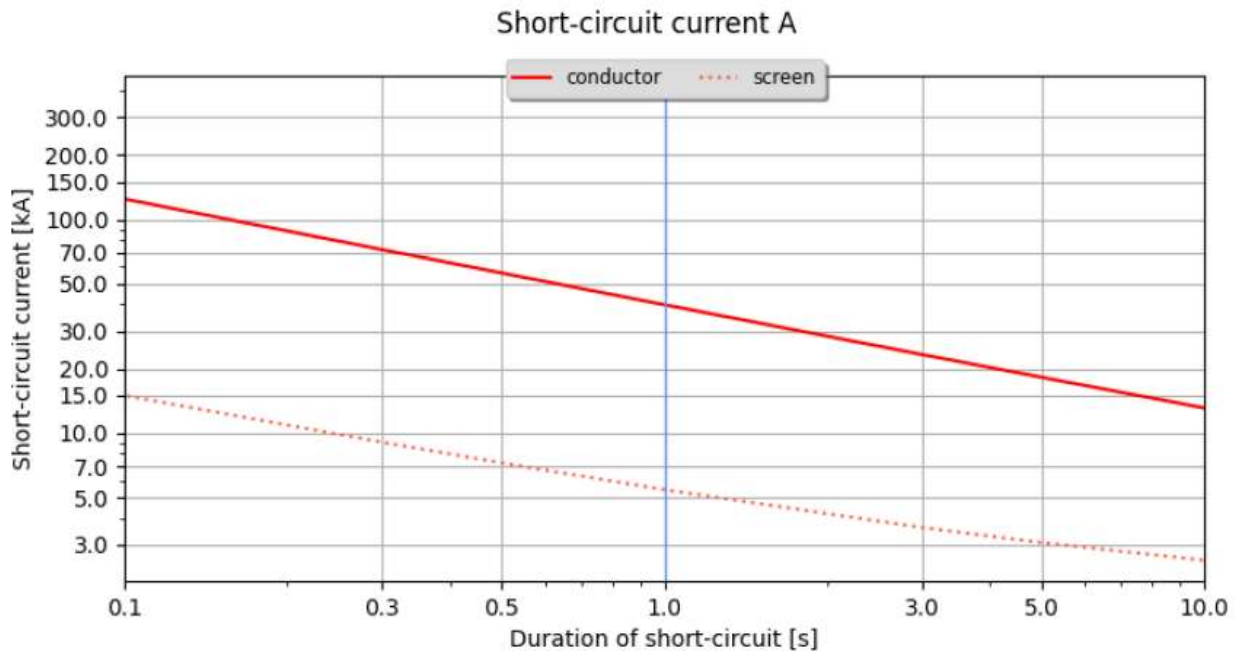


Figura 8 Andamento della corrente di corto circuito massima nei cavi "Linea A" sezione 6-6

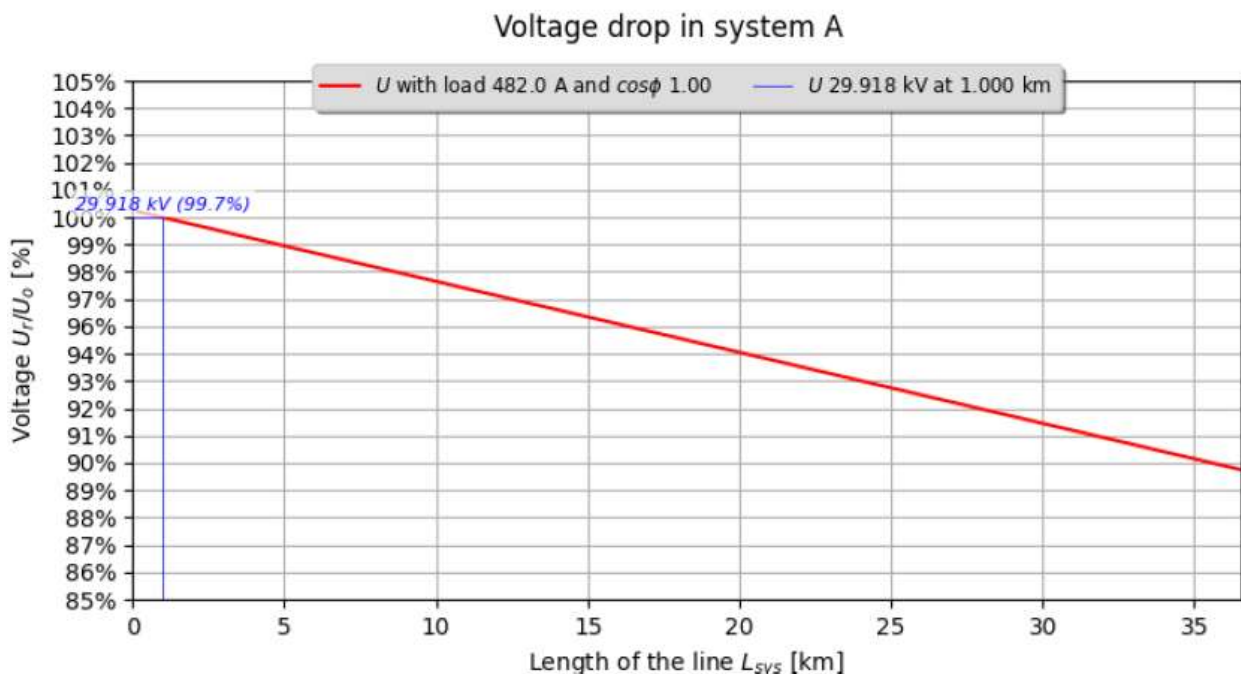


Figura 9 Andamento della caduta di tensione nei cavi "Linea A" sezione 6-6

Nel presente documento si è fatto riferimento, a titolo di esempio, solo alla sola sezione 6-6. Nel documento PE REL.03, sono descritti nel dettaglio tutti i risultati sopra esposti per ogni singola sezione di posa individuata a progetto.

2. CARATTERISTICHE TECNICHE ELETTRODOTTO 30 KV

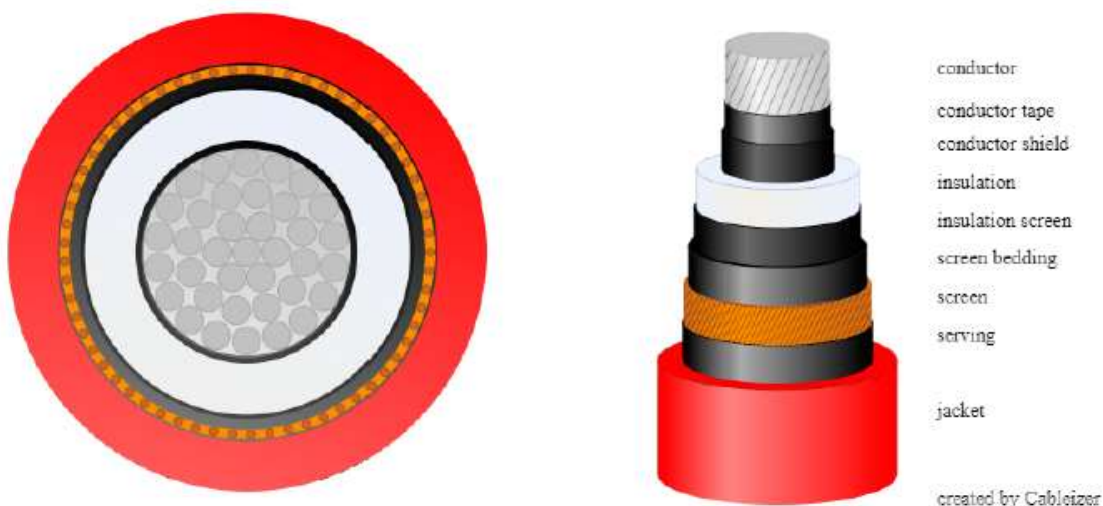
Come già detto in precedenza gli elettrodotti saranno realizzati interamente in cavo interrato in modo da ridurre al minimo l'impatto ambientale.

2.1 Caratteristiche tecniche della linea

I cavi utilizzati saranno del tipo unipolare ad isolamento solido estruso con conduttori di alluminio, aventi una sezione nominale di 400/240 mm²: le caratteristiche dei suddetti cavi sono riportate nella figura seguente.

General Data

Rated line-to-line voltage	U_n	30 kV
Base voltage for tests	U_0	18 kV
Highest voltage for equipment	U_m	36 kV
Nominal system frequency	f	50 Hz
Number of conductors cable	n_c	1
Number of phases in a cable	n_{ph}	1



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 rame, a nastro, con o senza equalizzazione. La guaina protettiva può essere in polietilene PVC.

Caratteristiche tecniche/Technical characteristics
U max: 36 kV

Formazione Size	Ø indicativo conduttore Approx. conduct Ø	Ø indicativo isolante Approx. insulation Ø	Ø esterno max Max outer Ø	Peso indicativo cavo Approx. cable weight	Portata di corrente Current rating			
					A			
					in aria in air		interato* buried*	
n° x mm²	mm	mm	mm	kg/km	a trifoglio trifol	in piano flat	a trifoglio trifol	in piano flat
1 x 50	8,2	24,60	32,7	880	184,0	222,0	152,0	157,0
1 x 70	9,9	26,30	34,8	1020	230,0	278,0	186,0	192,0
1 x 95	11,4	27,80	36,4	1150	280,0	338,0	221,0	229,0
1 x 120	13,1	29,50	38,4	1300	324,0	391,0	252,0	260,0
1 x 150	14,4	30,80	39,8	1420	368,0	440,0	281,0	288,0
1 x 185	16,2	32,80	41,9	1600	424,0	504,0	317,0	324,0
1 x 240	18,4	34,80	44,5	1860	502,0	593,0	367,0	373,0
1 x 300	20,7	37,05	47,1	2120	577,0	677,0	414,0	419,0
1 x 400	23,6	40,00	50,5	2650	673,0	789,0	470,0	466,0
1 x 500	26,5	42,90	53,8	2980	781,0	890,0	550,0	540,0
1 x 630	30,2	46,60	58,0	3550	909,0	1030,0	710,0	700,0

*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 trifol	in piano flat	a trifoglio trifol	in piano flat	
		Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	
1 x 50	0,641	0,622	0,622	0,14	0,15	0,143
1 x 70	0,443	0,568	0,566	0,13	0,15	0,160
1 x 95	0,320	0,411	0,411	0,12	0,14	0,175
1 x 120	0,253	0,325	0,325	0,12	0,13	0,192
1 x 150	0,206	0,265	0,265	0,11	0,13	0,205
1 x 185	0,164	0,211	0,211	0,11	0,12	0,222
1 x 240	0,125	0,161	0,161	0,11	0,12	0,244
1 x 300	0,100	0,130	0,129	0,10	0,11	0,265
1 x 400	0,0778	0,102	0,101	0,10	0,11	0,294
1 x 500	0,0605	0,0801	0,0794	0,097	0,11	0,321
1 x 630	0,0489	0,0635	0,0625	0,094	0,11	0,357

2.2 Condizioni di posa ed installazione

2.2.1 Premessa

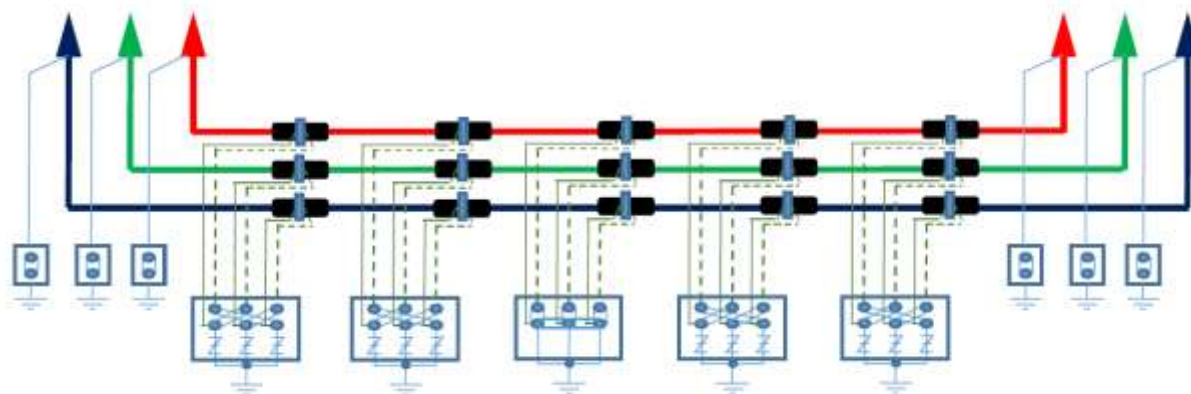
Le linee elettriche interrate in media tensione 30kV dovranno rispondere alle caratteristiche di norma per quanto riguarda i materiali utilizzati nonché la modalità di costruzione dei cavidotti e di posa dei cavi elettrici.

2.2.2 Cavi

Il cavo di media tensione avrà le seguenti caratteristiche:

- Codice cavo: ARE4H1 18/30, in alluminio
- Formazione e sezione: 3x(1x400)mm² linea A
- Formazione e sezione: 3x(1x240)mm² linea C

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di 1,2 m, con disposizione delle fasi a trifoglio e configurazione degli schermi cross bonding.



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.

2.2.4 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 la 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 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 a seconda dei materiali costituenti, in base all'impiego a cui sono destinati.

I giunti unipolari saranno posizionati lungo il percorso del cavo, a circa 600 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.

2.2.5 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.

2.2.6 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.

2.2.7 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 180mm interno 200 mm esterno.

2.2.8 Fibre ottiche

È 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.

2.2.9 Coesistenza tra cavi elettrici e altre condutture 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 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 (vedasi figure seguenti).

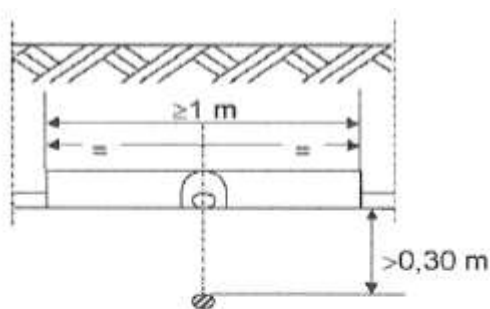


Fig. 1

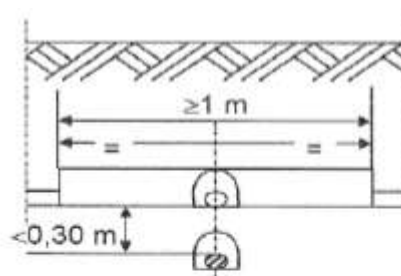
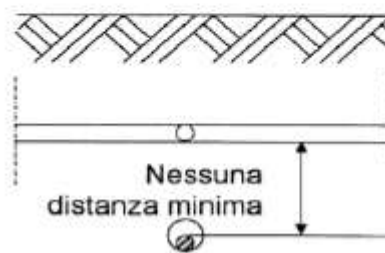
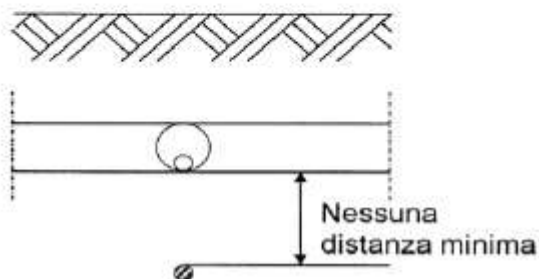


Fig. 2

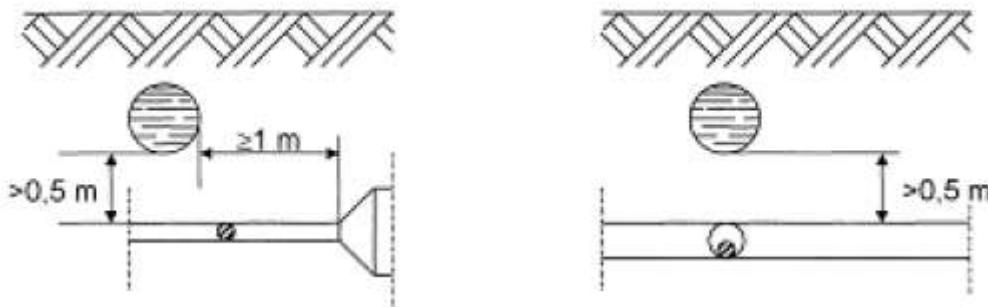


Incroci tra cavi di energia e tubazioni metalliche interrati

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.

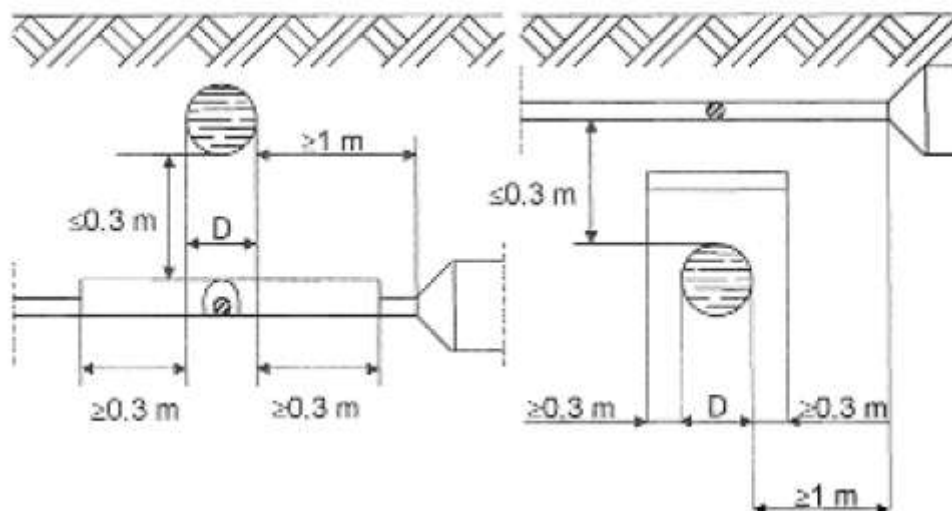
I cavi di energia non devono presentare giunzioni se non a distanze ≥ 1 m dal punto di incrocio con le tubazioni a meno che non siano attuati i provvedimenti scritti nel seguito.

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 (vedasi figure seguenti).



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 (vedasi figure seguenti).

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 (vedasi figure seguenti).



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. 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.

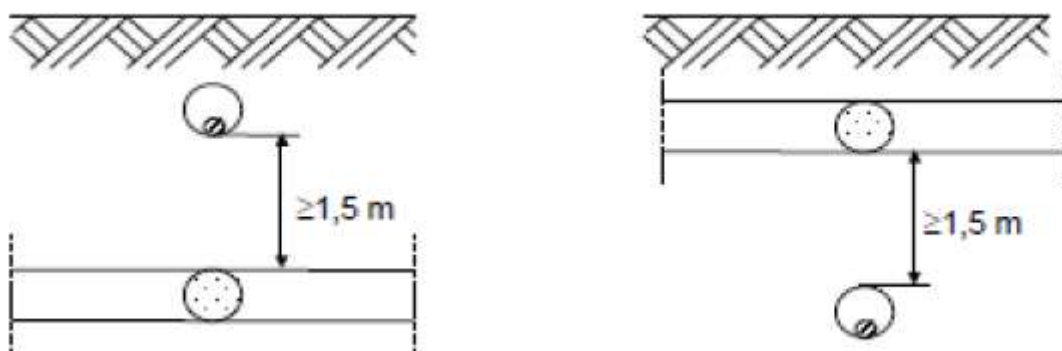
Parallelismi tra cavi di energia e tubazioni metalliche interrate

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.

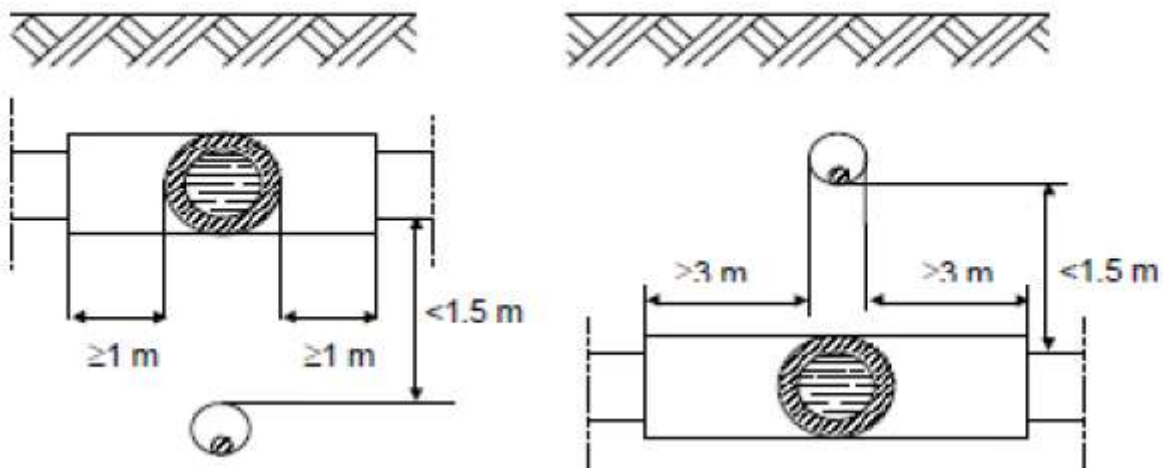


Incroci e parallelismi tra cavi di energia in tubazione e tubazioni di gas con densità non superiore a 0,8 non drenate con pressione massima di esercizio $>5 \text{ Bar}$

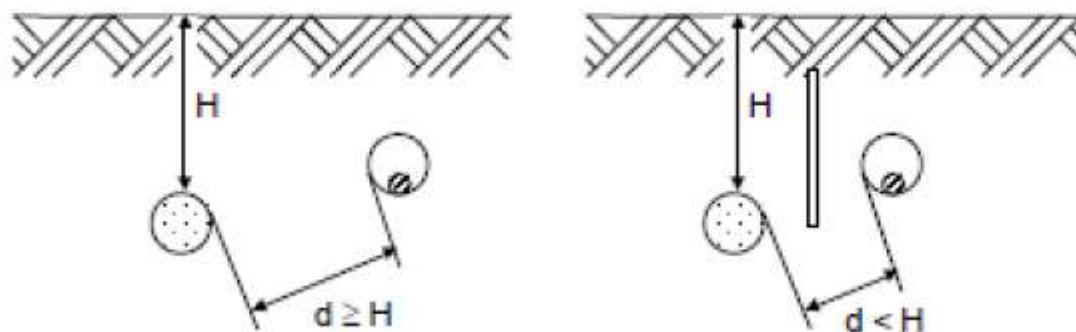
Nei casi di sopra e sottopasso tra canalizzazioni per cavi elettrici e tubazioni non drenate, la distanza misurata in senso verticale fra le due superfici affacciate deve essere $\geq 1,50 \text{ m}$ (vedasi figure seguenti).



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; in ogni caso deve essere evitato il contatto metallico tra le superfici affacciate (vedasi figure seguenti).



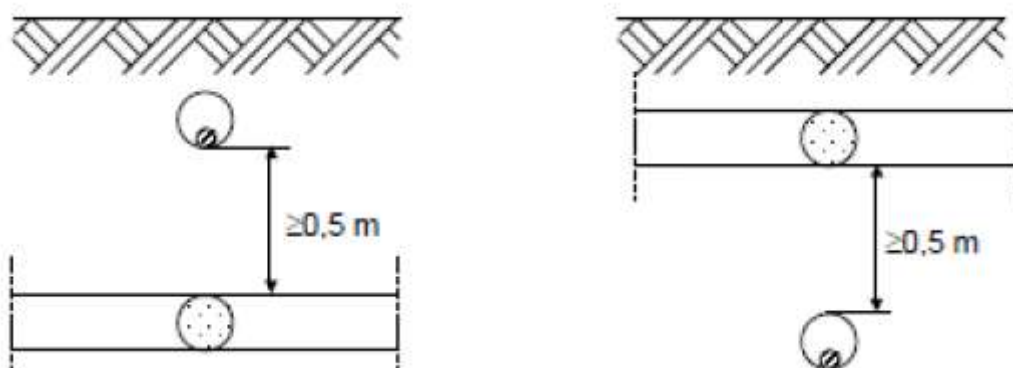
Nei parallelismi tra canalizzazioni per cavi elettrici e tubazioni non drenate, la distanza minima tra le due superfici affacciate non deve essere inferiore alla profondità di interramento della condotta del gas, salvo l'impiego di diaframmi continui di separazione (vedasi figure seguenti)



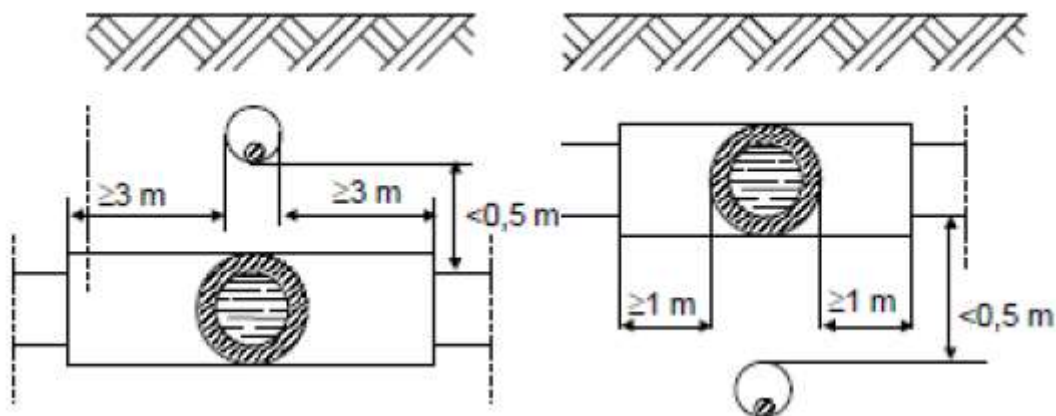
Incroci e parallelismi tra cavi di energia in tubazione e tubazioni di gas con densità non superiore a 0,8 non drenate con pressione massima di esercizio 5 Bar

Nel caso di 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^a e 5^a Specie: >0,50 m (vedasi figure seguenti);
- per condotte di 6^a e 7^a Specie: tale da consentire gli eventuali interventi di manutenzione su entrambi i servizi interrati.

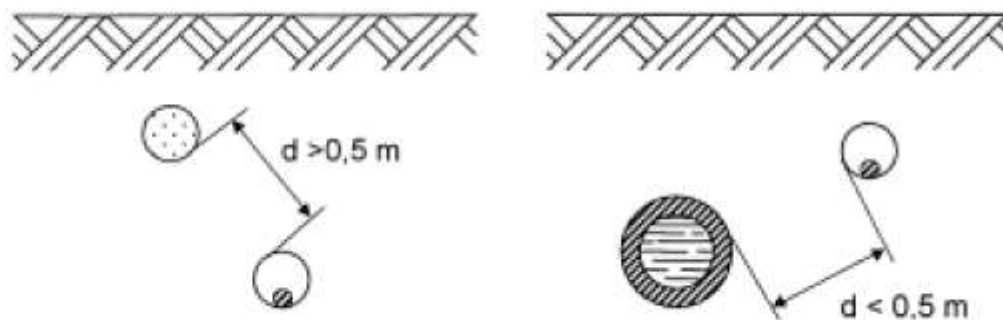


Qualora per le condotte di 4^a e 5^a Specie, non sia possibile osservare la distanza minima di 0,5 m, la condotta del gas deve essere collocata entro un manufatto o altra tubazione di protezione e detta protezione deve essere prolungata da una parte e dall'altra dell'incrocio stesso per almeno 3 m nei sovrappassi e 1 m nei sottopassi, misurati a partire dalle tangenti verticali alle pareti esterne dell'altra canalizzazione (vedasi figure seguenti).

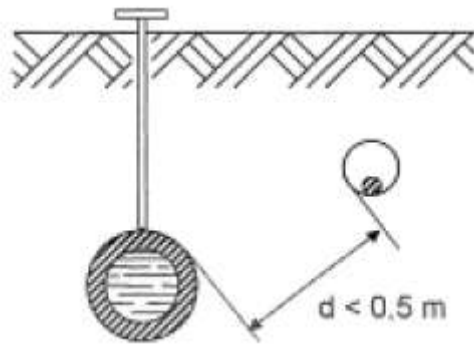


Nei casi di percorsi paralleli tra canalizzazioni per cavi elettrici e tubazioni del gas la distanza misurata tra la due superfici affacciate deve essere:

- per condotte di 4^a e 5^a specie: $> 0,50\text{ m}$ (vedasi figure seguenti);
- per condotte di 6^a e 7^a tale da consentire gli eventuali interventi di manutenzione su entrambi i servizi interrati.



Qualora per le condotte di 4^a e 5^a 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 (vedasi figura seguente); 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 (vedasi figura seguente).



3. REALIZZAZIONE DELLE LINEE ELETTRICHE IN CAVO

3.2. 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 preesistenti;
- 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.

3.3. Realizzazione delle infrastrutture temporanee di cantiere

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.

3.4. 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.

3.5. 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.

3.6. 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.

3.7. Scavo della trincea in corrispondenza dei tratti lungo il 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. Non sono ammessi pozzetti su canalizzazioni MT, il cavo MT non deve essere ispezionabile.

3.8. Staffaggi su ponti o strutture preesistenti

Qualora il tracciato del cavo prevedesse l'attraversamento di ponti preesistenti, 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.

3.9. 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.

3.9.1. Indagine del sito e analisi dei sottoservizi

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

3.9.2. 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).

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.

3.9.3. Allargamento del foro pilota

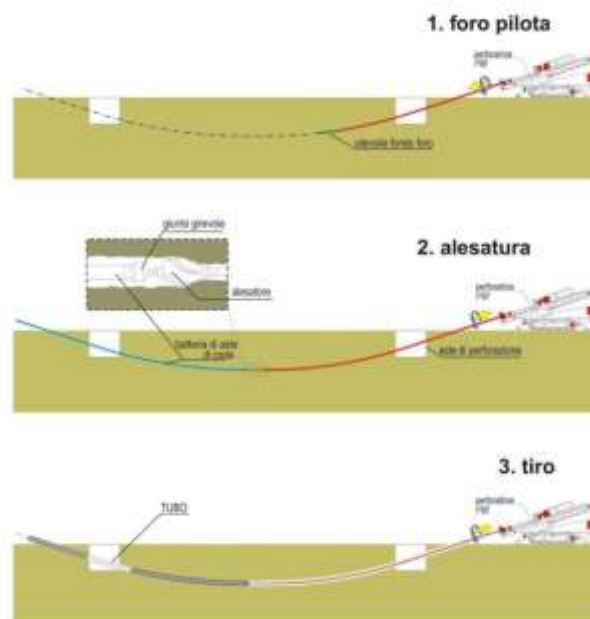
La seconda fase della perforazione teleguidata è l'allargamento del "foro pilota", che permette di posare all'interno del foro, debitamente aumentato, un tubo camicia o una composizione di tubi camicia generalmente in PEAD.

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.

3.9.4. 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.



Fasi operative TOC

3.10 Risoluzione interferenze con reti SNAM

Inquadramento generale e riferimenti istruttori

Nel corso dello sviluppo progettuale del tracciato dell'elettrodotto sono state individuate interferenze con infrastrutture di trasporto gas naturale in esercizio gestite da Snam Rete Gas S.p.A. Le verifiche di compatibilità e la definizione delle modalità di risoluzione delle interferenze sono state sviluppate sulla base dei rilievi in campo e delle prescrizioni tecniche trasmesse dal Gestore. In particolare, sono stati assunti quali principali riferimenti istruttori e tecnici: i) verbale di picchettamento condotte del 06/08/2025; ii) richiesta documentazione per valutazione preventiva interferenze prot. EAM103231 del 11/08/2025; iii) comunicazioni integrative trasmesse nell'ambito della procedura di screening di VIA; iv) prescrizioni operative e indicazioni tecniche fornite dai Centri territoriali competenti. La progettazione recepisce inoltre la normativa vigente in materia di sicurezza dei metanodotti, con particolare riferimento al D.M. 17/04/2008 (Regola tecnica per progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale). Si precisa che la documentazione prodotta nell'ambito del presente procedimento di screening di VIA è redatta a livello di progettazione preliminare; pertanto le soluzioni individuate, le quote plano-altimetriche, le distanze di sicurezza e le modalità esecutive saranno oggetto di verifica e validazione in fase di progettazione esecutiva. Prima della Conferenza dei Servizi sarà eseguito un nuovo picchettamento strumentale congiunto di convalida, finalizzato alla verifica della posizione plano-altimetrica effettiva delle condotte, alla conferma delle profondità di posa e all'eventuale aggiornamento dei parametri riportati negli elaborati.

Tipologia delle interferenze

Le interferenze censite risultano esclusivamente costituite da attraversamenti (incroci) puntuali tra il tracciato dell'elettrodotto e i metanodotti. Non sono previsti tratti di sviluppo in parallelismo all'interno delle fasce asservite; conseguentemente la verifica è stata condotta con riferimento alle prescrizioni tecniche e normative applicabili agli attraversamenti.

Quadro riepilogativo delle interferenze (rif. tavole PE TAV.06)

Il quadro complessivo delle interferenze e le relative sezioni di attraversamento sono rappresentati nelle tavole di progetto PE TAV.06 (Interferenze con metanodotti SNAM), nelle quali sono riportati assi condotte, fasce asservite e di sicurezza, quote rilevate e metodologia prevista per ciascun attraversamento.

Interferenza	Metanodotto	DN	Protezione meccanica	Profondità picchettamento	Modalità risoluzione	Competenza
M1	Poggio Renatico – Alessandria	DN900	ASSENTE	340–390 cm	Scavo tradizionale	Centro Cremona
M2	Cortemaggiore – Genova	DN400	PRESENTE	98 cm	TOC	Centro Cremona
M3	Cortemaggiore – Ripalta	DN1200	PRESENTE	260 cm	Scavo tradizionale	Centro Cremona
M4	Cortemaggiore – Ripalta	DN750	PRESENTE	175 cm	Scavo tradizionale	Centro Cremona
M5	Cortemaggiore – Cremona	DN500	ASSENTE	180–185 cm	TOC	Centro Cremona
M6	S. Stefano di Magra	DN750	ASSENTE	340 cm	Scavo tradizionale	Centro Fidenza

Si evidenzia che l'interferenza M6 ricade territorialmente sotto la competenza del Centro SNAM di Fidenza; le prescrizioni tecniche e autorizzative specifiche per tale interferenza saranno pertanto rilasciate dalla struttura territorialmente competente.

Fasce di servitù e distanze di rispetto

Le condotte interferite risultano gravate da servitù regolarmente costituite che prevedono specifiche fasce asservite e/o di sicurezza all'interno delle quali vigono limitazioni realizzative e prescrizioni operative. Le fasce di rispetto recepite nel presente progetto, con riferimento puntuale alle interferenze individuate e rappresentate nelle tavole PE TAV.06, sono le seguenti:

- Interferenza M1 – DN900: 20 m per parte dall'asse della condotta
- Interferenza M2 – DN400: 10 m per parte dall'asse della condotta
- Interferenza M3 – DN1200: 20 m per parte dall'asse della condotta
- Interferenza M4 – DN750: 18,5 m per parte dall'asse della condotta
- Interferenza M5 – DN500: 8 m per parte dall'asse della condotta
- Interferenza M6 – DN750 (Centro Fidenza): 20 m per parte dall'asse della condotta

All'interno delle suddette fasce non è consentita l'esecuzione di opere e lavorazioni senza preventiva autorizzazione formale del Gestore; le attività dovranno essere svolte sotto assistenza del personale SNAM e nel rispetto delle prescrizioni operative che verranno impartite in fase di approvazione esecutiva.

Prescrizioni sulle distanze minime da mantenere (D.M. 17/04/2008 e prescrizioni SNAM)

- **Attraversamenti in scavo tradizionale – distanza verticale minima**

In caso di attraversamento, la distanza verticale tra le superfici affacciate dei servizi (cavidotto elettrico e condotta gas) non deve essere inferiore a 1,50 m. La medesima distanza può essere ridotta fino a 0,50 m esclusivamente qualora la condotta gas risulti dotata di protezione meccanica. L'eventuale adozione della distanza ridotta è subordinata a riscontro e condivisione con il Gestore in fase esecutiva.

Qualora non sia possibile rispettare le distanze sopra indicate, dovrà essere adottata la seguente misura alternativa: interrompere la canalizzazione prima dell'attraversamento, proseguire con cavo libero per almeno 10 m in sovrapposizione al tracciato della condotta e, successivamente, ripristinare la canalizzazione oltre l'incrocio. I punti di transizione potranno essere dotati di pozzetti di ispezione di piccole dimensioni.

- **Attraversamenti mediante TOC – distanza netta minima**

In caso di sottopasso mediante trivellazione orizzontale controllata (TOC), il Gestore prescrive che la distanza netta verticale tra i servizi sia non inferiore a 2,50 m. La distanza è da intendersi tra la generatrice inferiore della condotta gas e la generatrice superiore del foro di trivellazione o del tubo camicia.

Per gli attraversamenti in TOC, le sezioni esecutive dovranno evidenziare: dimensione e profondità delle buche di spinta e di uscita e distanza delle stesse dall'asse della condotta; angolo di ingresso/uscita della trivellazione rispetto all'orizzontale; profondità di posa dei servizi interrati; verifica della distanza netta verticale minima di 2,50 m. Tali elementi sono impostati nelle sezioni riportate nelle tavole PE TAV.06 e saranno confermati in fase esecutiva.

Applicazione delle metodologie alle interferenze

M1 – DN900 – Scavo tradizionale: attraversamento in scavo tradizionale con rispetto della distanza verticale minima $\geq 1,50$ m (non applicabile la riduzione a 0,50 m in quanto la protezione meccanica risulta assente).

M2 – DN400 – TOC: attraversamento mediante TOC con distanza netta verticale minima $\geq 2,50$ m, come rappresentato nelle tavole PE TAV.06.

M3 – DN1200 – Scavo tradizionale: attraversamento in scavo tradizionale con distanza verticale minima $\geq 1,50$ m, riducibile a $\geq 0,50$ m esclusivamente in presenza di protezione meccanica e previa approvazione del Gestore.

M4 – DN750 – Scavo tradizionale: attraversamento in scavo tradizionale con criteri analoghi a M3 ($\geq 1,50$ m; riduzione a 0,50 m solo con protezione meccanica e previa approvazione).

M5 – DN500 – TOC: attraversamento mediante TOC con distanza netta verticale minima $\geq 2,50$ m (protezione meccanica assente).

M6 – DN750 – Scavo tradizionale: attraversamento in scavo tradizionale con criteri analoghi a M3 ($\geq 1,50$ m; riduzione a 0,50 m solo con protezione meccanica e previa approvazione).

Prescrizioni operative

Le lavorazioni in prossimità delle fasce asservite ai metanodotti – che trasportano gas ad alta pressione – non potranno essere avviate senza preventiva autorizzazione formale del Gestore e senza la presenza in campo del personale SNAM. Il personale dovrà essere avvisato con un preavviso minimo di tre giorni lavorativi. Prima dell'avvio delle attività, dovranno essere trasmessi il cronoprogramma delle lavorazioni e la documentazione esecutiva richiesta, che costituirà base per il rilascio del nulla osta con le prescrizioni operative.

Validazione finale

Le distanze, le quote di interferenza e le metodologie esecutive sopra descritte saranno validate in fase di progettazione esecutiva sulla base del picchettamento di convalida e delle eventuali ulteriori prescrizioni che verranno impartite dal Gestore.

4. VERIFICHE FINALI

Ad impianto ultimato prima della sua messa in servizio, si dovrà provvedere ad eseguire le verifiche di collaudo previste dalla normativa CEI 11-17 in particolare:

- Esame a vista atto ad accertare che il materiale elettrico, che costituisce l'impianto in oggetto sia stato scelto correttamente ed installato in modo conforme alle prescrizioni e non presenti danni visibili che possano compromettere la sicurezza.
- Prove ovvero effettuazione di misure strumentali atte ad accertare l'efficienza dell'impianto stesso

Dovranno essere eseguiti controlli relativi a:

- 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.

5. DOCUMENTAZIONE RICHIESTA

Ad impianto elettrico ultimato la ditta installatrice dovrà fornire la seguente documentazione tecnica:

- Dichiarazione di conformità alla regola dell'arte secondo legge n° 186/68 con i seguenti allegati obbligatori
 - o Documentazione tecnica di progetto, contenente tutti gli schemi funzionali dei quadri elettrici e i disegni planimetrici aggiornati all'esecuzione finale dei lavori
 - o Elenco dei materiali utilizzati e relativa documentazione tecnica attestanti le caratteristiche elettriche e la loro rispondenza alla normativa vigente
 - o Dichiarazione attestante i requisiti tecnico-professionali della ditta installatrice rilasciata dalla camera di commercio competente per territorio

6. ALLEGATI

Fanno parte della documentazione di progetto elettrico meccanico i seguenti elaborati

PE REL. 01	Relazione elettrodotto
PE REL. 02	Relazione interferenze CEM valutazione campi elettrici
PE REL. 03	Relazione di calcolo
PE TAV. 01	Tracciato elettrodotto su ortofoto
PE TAV. 02	Tracciato elettrodotto su mappa CTR 1:10000
PE TAV. 03	Tracciato elettrodotto su mappa CTR 1:5000
PE TAV. 04	Tracciato elettrodotto su mappa Catastale
PE TAV. 05	DPA Elettrodotto su mappa CTR
PE TAV. 06	Sezioni tipiche di posa e risoluzioni interferenze

7. CONCLUSIONI

I risultati delle modellazioni effettuate rendono la tipologia di cavi idonei per l'opera da realizzare; tuttavia, tali caratteristiche potranno subire variazioni in funzione dello sviluppo della parte esecutiva del progetto.

Gli interventi per la realizzazione dell'impianto dovranno essere eseguiti seguendo le disposizioni generali e particolari riportate nel presente elaborato nell'osservanza dei criteri di buona tecnica impiantistica.

Una volta ultimata l'esecuzione dei lavori le eventuali varianti potranno essere apportate nei documenti di progetto solo su specifica richiesta della ditta installatrice o del committente in quanto non oggetto dell'incarico ricevuto.

In mancanza di ciò il sottoscritto Bossini Per.Ind. Michele non si assume nessuna responsabilità sulla documentazione non rispondente alla situazione impiantistica reale e finale

L'impresa installatrice è tenuta ad eseguire gli interventi a regola dell'arte utilizzando allo scopo materiali costruiti a regola dell'arte.

I materiali ed i componenti realizzati secondo le norme tecniche di sicurezza dell'ente italiano di unificazione (UNI) e del comitato elettrotecnico italiano (CEI), nonché nel rispetto di quanto previsto dalla legislazione tecnica vigente in materia, si considerano alla regola dell'arte.

Ai sensi della legge n°186 del 1968 L'impresa installatrice è tenuta a rilasciare apposita dichiarazione di conformità alla regola dell'arte, correlata degli allegati As-Built al termine dei lavori.

Il Tecnico
Bossini Per.Ind. Michele