

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. TECNOLOGIE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA

RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – CHIETI

LOTTO 2 - TRATTA PM SAN GIOVANNI TEATINO - CHIETI

LINEA PRIMARIA CAVIDOTTO RFI

Relazione Tecnica

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

IA4S 02 D 18 RO LP0200 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Definitiva	M. Brandimarte <i>[Signature]</i>	Giugno 2019	N. Carones <i>[Signature]</i>	Giugno 2019	T. Paoletti <i>[Signature]</i>	Giugno 2019	G. Guidi Buffarini Giugno 2019

ITALFERR S.p.A.
U.O. Tecnologie Centro
Ing. Guido Buffarini
Ordine Ingegneri Provincia di Pescara
n° 17812

INDICE

1 - SCOPO DELLA RELAZIONE.....	3
2 - RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
3 –CARATTERISTICHE DELLA LINEA E PRINCIPALI COMPONENTI	5
3.1 – CAVI DI ENERGIA AD ALTA TENSIONE	6
3.2 – ACCESSORI PER CAVI.....	8
3.3 – COLLEGAMENTO DEGLI SCHERMI	10
3.4 - CAVO A FIBRE OTTICHE	11
4 - SCELTA DEL TRACCIATO.....	12
5 - FASI REALIZZATIVE	12
5.1 - APERTURA DELLA FASCIA DI LAVORO E SCAVO DELLA TRINCEA.....	12
5.2 – FORO E POSA TUBI PVC IN TELEGUIDATO	13
5.3 – POSA DEI CAVI E DELLA FIBRA OTTICA	13
5.4 - RICOPERTURA DELLA LINEA E RIPRISTINI.....	17
5.5 - COLLAUDO DELLA LINEA.....	17

1 - SCOPO DELLA RELAZIONE

Per il progetto di raddoppio della tratta ferroviaria Pescara Porta Nuova – Chieti Scalo, opera che si configura all'interno di un più vasto intervento volto alla velocizzazione dell'intera linea ferroviaria Roma – Pescara, dovrà essere realizzata la nuova Sottostazione Elettrica (SSE) di Manoppello, situata in località Brecciarola (comune di Chieti).

Per l'allacciamento del nuovo impianto di SSE alla rete elettrica nazionale è stata richiesta da RFI una connessione alla rete a 150kV di proprietà TERNA.

A tal proposito, è stata realizzata un'ipotesi di connessione derivata dall'elettrodotto esistente a 150kV Alanno - Chieti Scalo, che prevede l'inserimento in entra/esce di una nuova S.E. Terna.

Come previsto dal codice di rete, a partire dalla nuova S.E. Terna, sarà realizzato un cavidotto, di proprietà RFI, per l'allaccio della nuova SSE di Manoppello.

Lo scopo del presente documento è di descrivere i criteri progettuali del cavidotto 150kV di proprietà RFI tra la nuova S.E. di Terna e la nuova SSE di Manoppello.

2 - RIFERIMENTI NORMATIVI

La presente relazione tecnica, nonché tutta la documentazione progettuale implicitamente od esplicitamente richiamata nel prosieguo, è conforme alle prescrizioni indicate dalle NT, istruzioni, circolari RFI e disposizioni di legge nella loro edizione più recente, delle quali di seguito si elencano le principali:

- **CEI 11-17** “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo”;
- **CEI 20-66** “Cavi energia con isolamento estruso e loro accessori per tensioni nominali superiori a 36 kV ($U_m = 42$ kV) fino a 150 kV ($U_m = 170$ kV)”.
- **Legge n.36 22 febbraio 2001** “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”;
- **CEI 211-6** “Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell' intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana”;

- **D.P.C.M 8/7/2003** “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione alle esposizioni ai campi elettrici e magnetici e alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”;
- **DM 29.05.2008** “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”;
- **CEI 211-4** “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”;
- **CEI 106-11** “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo”.
- **Decreto Min. LL.PP. del 21/3/1988** e successive modificazioni e integrazioni;
- **R.D. n°1775 del 11.12.1933** “Testo Unico sulle acque ed impianti elettrici”;
- **D.P.R. 8 giugno 2001, n. 327** “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazione per pubblica utilità”, D. Lgs. 27 dicembre 2002, n. 302 e D. Lgs. 27 dicembre 2004, n. 330 “Integrazioni al decreto del Presidente della Repubblica 8 giugno 2001, n. 327, in materia di espropriazione per la realizzazione di infrastrutture lineari energetiche”;
- **D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120** “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo”.
- **RFI/DTC.EE.TE160** “Progettazione e costruzione di linee in cavo M.T. e A.T.
- **RFI/DTC.EE. TE 159** “Cavi elettrici in media ed alta tensione”.

Per tutto quanto non esplicitamente indicato, dovranno in ogni caso essere sempre adottate tutte le indicazioni normative, di legge e tutti gli standard atti a garantire la realizzazione del sistema a regola d’arte e nel rispetto della sicurezza.

3 – CARATTERISTICHE DELLA LINEA E PRINCIPALI COMPONENTI

Le principali caratteristiche della linea sono:

- Lunghezza planimetrica del collegamento 280 m;
- Tensione nominale concatenata U 150 kV;
- Corrente alternata trifase frequenza 50 Hz;
- Potenza apparente massima trasmissibile 170 MVA;
- Posa dei cavi a trifoglio.

Il tracciato di progetto è riportato nel disegno IA4S02D18PZLP0200001 - Planimetria di tracciato del cavidotto.

La lunghezza reale dei cavi (risalite sui terminali, scorte, serpeggiamenti) sarà di circa 360 m e pertanto il collegamento potrà essere realizzato con pezzatura unica.

La sezione tipica di posa è a trifoglio ed è schematizzata nel disegno riportato nell'allegato 2.

La fascia di servitù d'elettrodotto per la linea sarà di 2 metri, un metro per parte rispetto all'asse dello scavo, come evidenziato nelle sezioni tipiche di posa.

La presenza del cavo nel sottosuolo sarà segnalata con cartelli installati su paline, ove necessario.

Nella S.E. TERNA e nella SSE Manoppello RFI, in adiacenza ai terminali, verranno installate due termosonde per il monitoraggio della temperatura dei cavi con le modalità indicate nella istruzione tecnica **RFI/DTC.EE.TE 160**.

Di seguito si riportano le caratteristiche dei singoli elementi della linea.

3.1 – Cavi di energia ad alta tensione

Le caratteristiche del cavo di energia saranno conformi all'Istruzione tecnica **RFI/DTC.EE.TE 160** e **RFI/DTC.EE. TE 159**:

- Tipo di cavo ARE4H1H5E;
- Materiale del conduttore Alluminio;
- Materiale dell'isolante XLPE;
- Numero cavi 3;
- Diametro esterno 85 mm circa;
- Sezione del conduttore 630 mmq;
- Tensione nominale di fase U₀ 87 kV;
- Corrente alternata trifase frequenza 50 Hz;
- Portata per posa interrata 660 A;
- Max temperatura a regime permanente 90 C°;
- Max temperatura in regime transitorio di guasto 250 C°.

Il conduttore è in alluminio a corda rigida rotonda compatta tamponata di cui alla norma CEI 20 - 29. Tra il conduttore e l'isolante è interposto uno strato di semiconduttore estruso, con fasciatura semiconduttiva. L'isolante è costituito da polietilene reticolato (XLPE) rispondente alle norme HD 632 S1. Tra l'isolante e lo schermo metallico è interposto uno strato di semiconduttore estruso che, a sua volta è coperto da un nastro igroespandente avente la funzione di tamponamento longitudinale all'acqua. Lo schermo metallico esterno è costituito da fili di rame ricotto non stagnato disposti secondo un'elica unidirezionale con nastro equalizzatore di rame non stagnato o in tubo di alluminio di adeguata sezione; è ammessa la presenza di eventuale nastro igroespandente. Tra lo schermo metallico esterno (ovvero tra l'eventuale nastro igroespandente) e il rivestimento protettivo esterno c'è un nastro di alluminio longitudinale avente la funzione di tamponamento radiale all'acqua. Il rivestimento protettivo esterno è una guaina in polietilene (PE) nera debolmente conduttiva (è ammesso l'uso di grafite o guaina semiconduttiva sovraestrusa), rispondente alle norme HD 632 S1; per eventuali installazioni in aria, al fine di evitare il propagarsi della fiamma, il rivestimento è in guaina di PVC nera debolmente conduttiva (è ammesso l'uso di grafite o guaina semiconduttiva sovraestrusa).

Nella figura 2 è indicata una rappresentazione schematica del cavo descritto, mentre tutte le caratteristiche di dettaglio sono riscontrabili nella già citata specifica RFI.

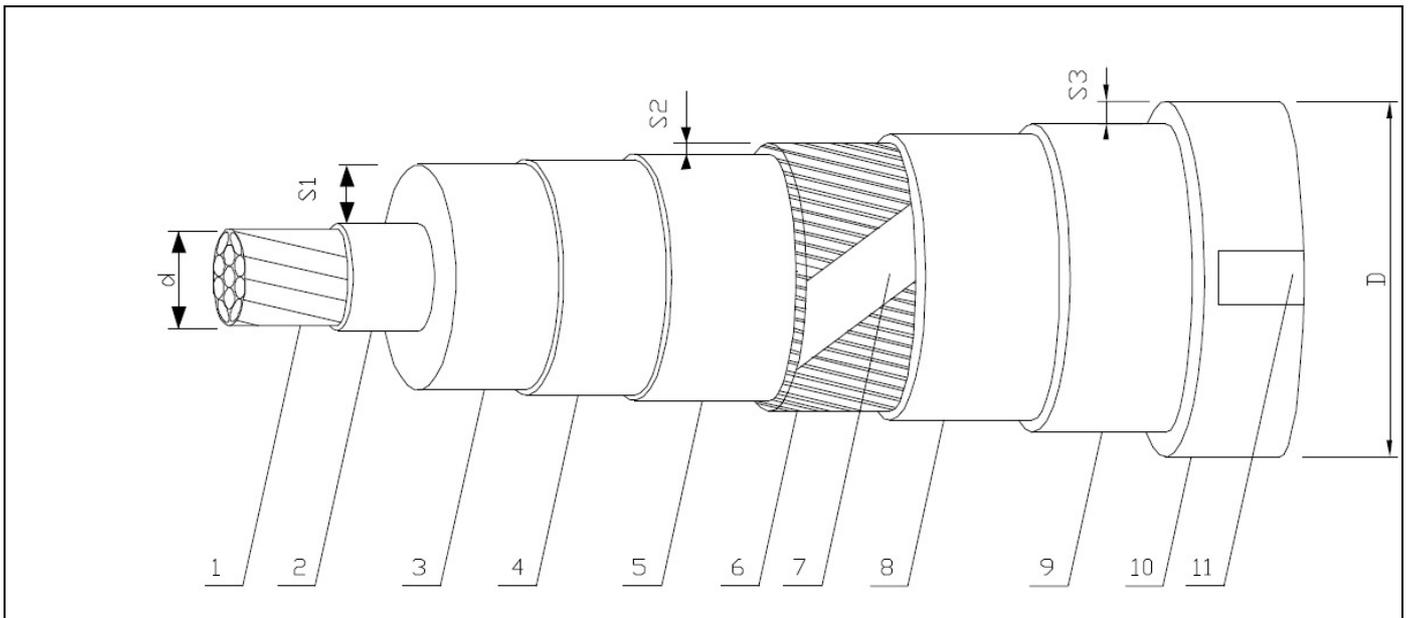


Figura 1 – Disegno schematico cavo ARE4H1H5E

1 Conduttore; 2. Strato semiconduttore; 3. Isolante; 4. Strato semiconduttore; 5. Nastro igroespandente; 6. Schermo a fili di rame; 7. Nastro equalizzatore; 8. Nastro igroespandente (eventuale); 9. Nastro di alluminio incollato a polietilene; 10. Guaina termoplastica; 11. Stampigliatura.

3.2 – Accessori per cavi

I cavi terminano nelle stazioni elettriche tramite terminali per esterno che sono forniti solitamente dal produttore del cavo. Un esempio tipico di terminale per cavi 150 kV è riportato in figura 3.

Le caratteristiche principali dei terminali per cavi 150 kV sono le seguenti:

- Tensione nominale U_o/U 87/150 kV;
- Tensione nominale verso terra U_o 87 kV;
- Tensione di prova a frequenza industriale 325 kV;
- Tensione di prova ad impulso atmosferico 750 kV di cresta;
- Corrente di guasto monofase a terra 20 kA;
- Durata del guasto 0.5 s;
- Carico di prova a flessione 1600 N;
- Salinità di tenuta alla tensione 87 kV 56 g/l.

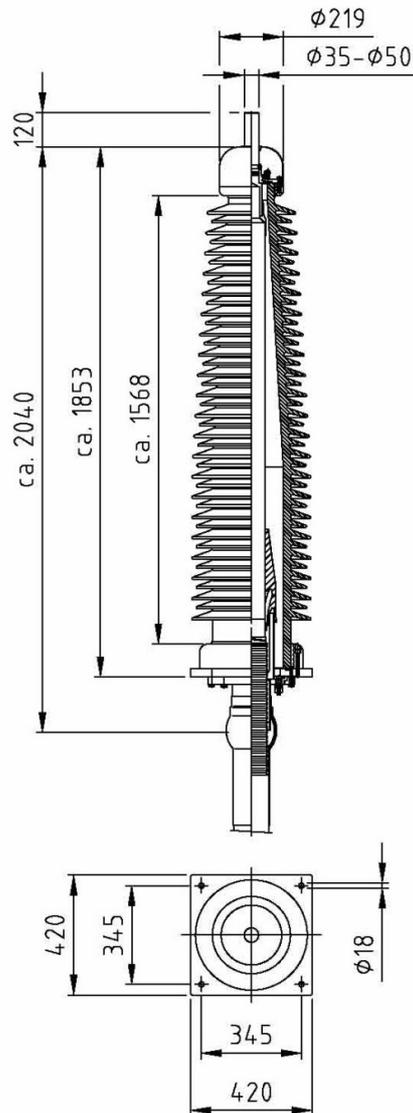


Figura 2 – Terminale tipico per esterno per linee 150 kV

Gli schermi del cavo sono collegati a terra tramite uno scaricatore nella SE Manoppello TERNA e direttamente a terra nella SSE Manoppello RFI tramite cassette di sezionamento. Anche queste sono di solito fornite dal produttore del cavo e possono variare come dimensioni; in figura 4 e figura 5 sono rappresentate due tipiche cassette.

3.3 – Collegamento degli schermi

Il collegamento degli schermi del cavo AT sarà del tipo “single point bonding” e dovrà essere conforme alla specifica **RFI/DTC.EE.TE 160**. Nel dettaglio, gli schermi nella S.E. TERNA saranno collegati a terra tramite scaricatori mentre nella SSE Manoppello RFI saranno collegati francamente alla maglia di terra. Tale configurazione impedirà che nelle guaine circolino correnti che potrebbero ridurre la portata del cavo. Nella figura seguente è rappresentato lo schema unifilare semplificato della messa a terra.

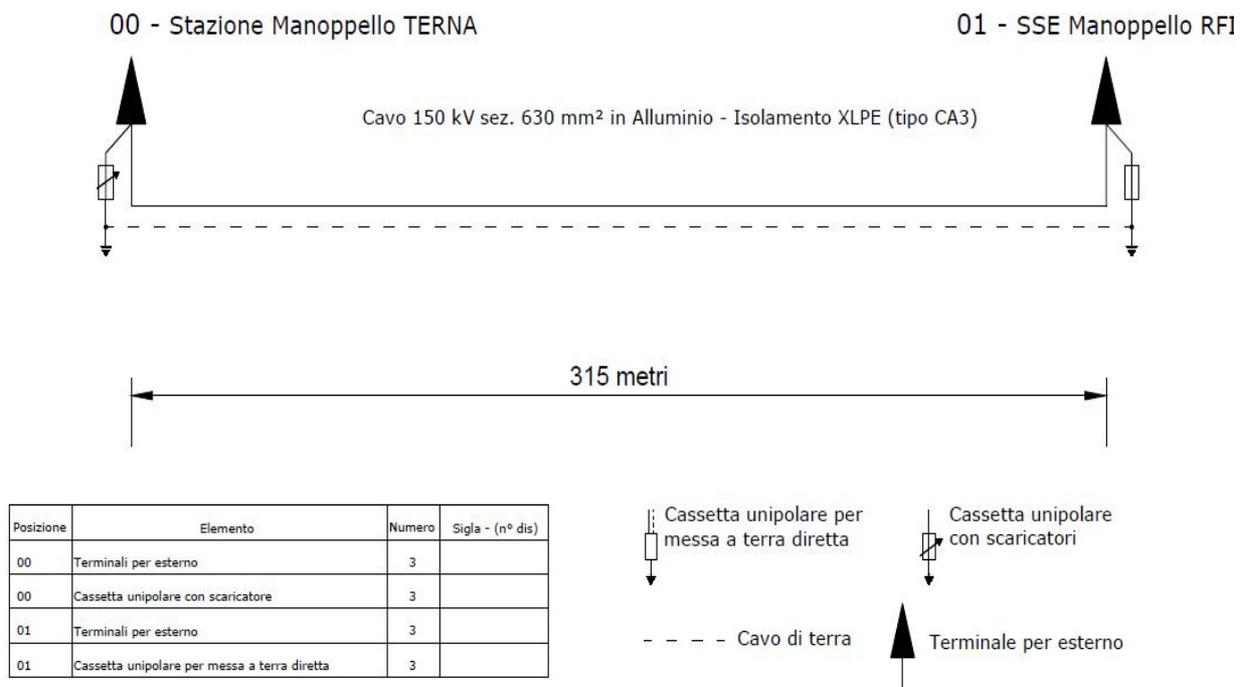


Figura 3 - Schema unifilare semplificato della messa a terra

Le cassette di sezionamento, fornite generalmente dal produttore del cavo, dovranno essere conformi anch'esse alla specifica RFI. Nelle figure seguenti si riporta una rappresentazione di due tipologie di cassetta di sezionamento (con e senza scaricatore).

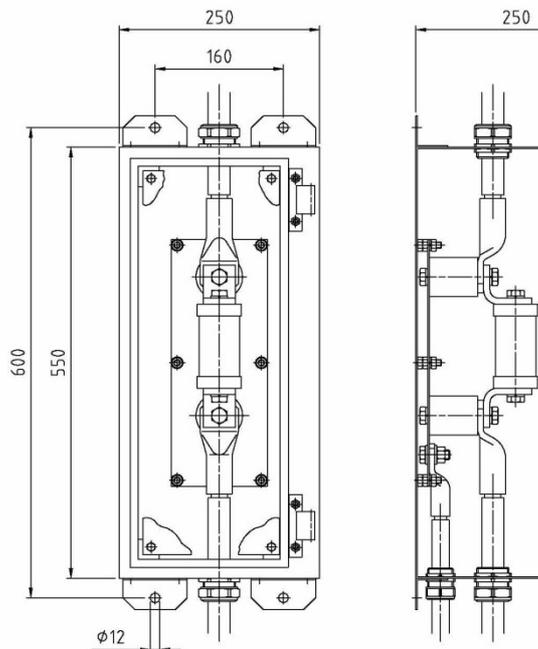


Figura 4 – Cassetta di sezionamento schermo per messa a terra tramite scaricatore

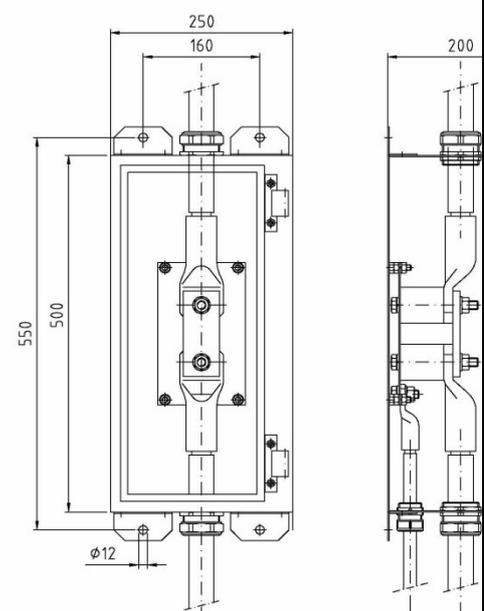


Figura 5 – Cassetta di sezionamento schermo per messa a terra diretta

Il cavo unipolare di terra avrà le seguenti:

- Tipo di conduttore Rame;
- Sezione 240 mm²;
- Tensione di isolamento 1000 V.

3.4 - Cavo a fibre ottiche

Lungo la linea verrà installato anche un cavo a Fibre Ottiche (FO) contenente 16 fibre a categorico e progressivo RFI.

Il cavo FO partirà da un apposito armadio nella SE Manoppello TERNA e terminerà sempre in un armadio all'interno della SSE Manoppello RFI; vista la lunghezza del collegamento, il cavo sarà posato in un'unica pezzatura senza giunzioni. Detto cavo avrà la funzione comandare in apertura l'interruttore di linea posizionato nella SSE di Manoppello in caso di guasto del cavo AT.

	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – CHIETI. LOTTO 2: TRATTA PM SAN GIOVANNI TEATINO - CHIETI PROGETTO DEFINITIVO					
LINEA PRIMARIA CAVIDOTTO RFI – Relazione generale	COMMESSA IA4S	LOTTO 02 D 18	CODIFICA RO	DOCUMENTO LP0200001	REV. A	FOGLIO 12 di 17

4 - SCELTA DEL TRACCIATO

La linea 150 kV in cavo in teleguidato uscirà dalla S.E. TERNA allo scopo di superare un corso d'acqua presente nelle adiacenze e raggiungerà la vicina SSE Manoppello RFI intervallando sezioni di posa interrata con scavo e sezioni di posa in teleguidato, come evidenziato dagli elaborati grafici. In prossimità della SSE il cavo raggiungerà la nuova viabilità di accesso per la SSE, anch'essa attualmente in fase di progettazione definitiva. La lunghezza planimetrica del collegamento è di circa 300 metri.

Il tracciato è riportato nell'elaborato di progetto "IA4S02D18PZLP0200001 - Planimetria di tracciato del cavidotto".

5 - FASI REALIZZATIVE

Le attività per la realizzazione dell'impianto si articoleranno nel modo seguente:

- apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea;
- posa dei cavi AT e della fibra ottica;
- ricopertura della linea e ripristini;
- collaudo della linea.

Tali fasi vengono di seguito descritte.

5.1 - 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". Tale area dovrà essere recintata per impedire l'accesso ai non addetti ai lavori.

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.

Nella parte di tracciato su strada tale fascia potrà comportare la temporanea chiusura della viabilità o una limitazione del traffico.

Nelle operazioni di scavo viene posta attenzione nel sagomare la sezione dello scavo secondo quanto previsto nel progetto ed il fondo dello scavo viene livellato alla profondità di 1.60 metri.

Se il materiale di scavo dopo le indagini previste dal "D.P.R. 13/06/17 n.120 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo" viene ritenuto idoneo per il rinterro

viene depositato in adiacenza allo scavo, in genere sul lato opposto a quello stradale; qualora invece tale materiale non risultasse idoneo verrà caricato direttamente su un autocarro e sarà portato ad una discarica autorizzata, in ottemperanza alla citata norma, ed il riempimento verrà effettuato con materiale inerte di idonee caratteristiche.

5.2 – Foro e posa tubi PVC in teleguidato

Come evidenziato in precedenza, il tracciato prevede l'attraversamento di alcuni piccoli corsi d'acqua. Tali attraversamento potranno essere effettuati utilizzando la tecnica denominata "perforazione teleguidata" (vedi figura successiva, Figura 6). Per la terna di cavi viene eseguito un foro di attraversamento di diametro pari a 60 cm, nel quale vengono infilati 4 tubi in PVC da 20 cm di diametro. Questi ultimi hanno funzione di guida e protezione per i tre cavi di potenza AT e per il cavo in fibra ottica

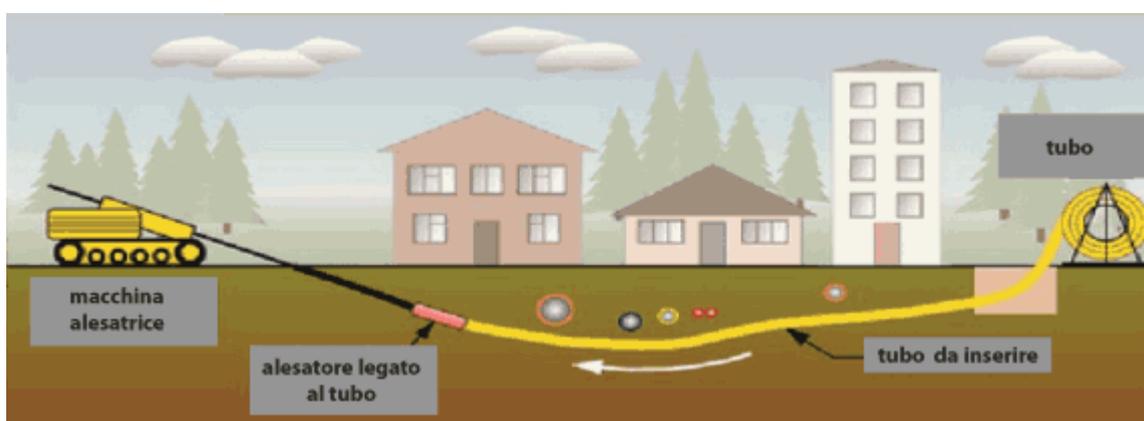


Figura 6 - Metodo di perforazione in teleguidata

Per la realizzazione dello scavo con il metodo "perforazione teleguidata", sarà realizzato un pozzetto per ognuno dei lati dello scavo.

Come previsto dalla normativa vigente, il nuovo elettrodotto dovrà rispondere agli obiettivi di qualità previsti dal DPCM 8/7/2003.

5.3 – Posa dei cavi e della fibra ottica

All'interno della trincea viene steso uno strato di 10 cm di cemento magro e mantenuto asciutto sul quale vengono posati con modalità a trifoglio i cavi di energia.

Le bobine dei cavi energia devono essere maneggiate con cura durante i vari spostamenti. Durante lo svolgimento del cavo si provvederà, con un esame visivo, a valutare il buono stato dei cavi stessi.

Le teste dei cavi devono essere sempre protette con cappucci di materiale termo restringente, le estremità dei cavi tagliate devono essere immediatamente protette e ripristinate le sigillature.

Durante la posa deve essere posta particolare attenzione a non creare brusche piegature, ammaccature, scalfitture e stiramenti della guaina; occorre altresì che durante le operazioni di posa vengano rispettati i raggi di curvatura minimi indicati nelle norme CEI in vigore.

Lo stendimento del cavo sarà effettuato riducendo al minimo le sollecitazioni meccaniche, la bobina sarà sistemata con l'asse di rotazione perpendicolare all'asse di posa; lo svolgimento del cavo deve avvenire dall'alto, in modo da invertire la naturale curvatura del cavo.

Durante tutta la fase di stendimento non devono essere applicati ai cavi sforzi di tiro superiori a quanto raccomandato dalle norme CEI in vigore.

Il tiro del cavo sarà effettuato mediante l'utilizzo di un argano a motore con frizione automatica con un sistema di controllo dello sforzo di trazione che dovrà avvenire in modo graduale e continuato evitando le interruzioni.

Per il tiro del cavo saranno applicati alla testa del cavo stesso dei dispositivi di attacco dotati di un giunto snodato su cui si scaricano i momenti torcenti che si sviluppano nella fune di trazione, la rotazione della bobina deve essere controllata e se necessario frenata allo scopo di evitare dannose piegature del cavo.

Il getto di cemento magro viene poi completato per una altezza di 50 cm in modo da costituire un bauletto di 60 x 60 cm che ingloba i tre cavi.

Al di sopra del bauletto di cemento magro viene posata una piastra prefabbricata di calcestruzzo per ulteriore protezione meccanica, sulla quale poi viene steso il tritubo che conterrà il cavo a Fibre Ottiche.

Dopo un primo rinterro col materiale scavato o con materiale inerte preventivamente vagliato viene posato una rete di plastica rosso-arancione più un nastro di segnalazione giallo con la scritta "Cavi 150 kV".

Le operazioni di stendimento dei cavi dovranno essere eseguite con temperatura ambiente superiore a 0°.

Di seguito si riportano alcune foto delle principali attrezzature per lo stendimento dei cavi.



Figura 7 - Argano



Figura 8 – Bobina e supporto bobina



Figura 9 – Rullo per stendimento cavi



Figura 10 – Rullo per tracciato in curva

La lunghezza del collegamento a fibre ottiche sarà di circa 550 m e quindi non sono previste giunzioni nel cavo e pozzetti di ispezione lungo il tracciato.

La posa del cavo a fibra ottica, viene realizzata all'interno del tritubo predisposto al di sopra del bauletto di cemento magro.

Ogni singolo foro del tritubo, viene attrezzato con un cordino di nylon, in modo da poter agevolare le operazioni di posa.

La posa del cavo all'interno dei tubi viene eseguita con un argano.

Questa attività di posa consente di monitorare la forza di tiro così da non eccedere ai valori ammissibili per il cavo, allo scopo di mantenere basso il valore del coefficiente di attrito viene iniettata all'interno del tubo una emulsione lubrificante.

5.4 - Ricopertura della linea e ripristini

La fase di rinterro viene effettuata con cura evitando che il materiale danneggi il tritubo.

Dopo la posa della rete rosso-arancione e di nastro giallo di segnalazione viene completato il rinterro con le modalità sopra citate e compattando il materiale con mezzi meccanici. Al termine si procederà alla realizzazione degli interventi di ripristino per riportare il territorio attraversato nelle condizioni ambientali precedenti la realizzazione dell'opera. Nei tratti in strada verrà ripristinato il manto stradale con le caratteristiche preesistenti.

Per segnalare la presenza dei cavi sulla sede stradale verranno inserite ad ogni 50 metri circa delle piastrine in ghisa con la scritta "cavi 150 kV".

5.5 - Collaudo della linea

A posa e rinterro ultimati si renderà necessario provare la buona esecuzione dell'opera.

Prima della messa in servizio del cavo dovrà essere effettuato il controllo di impianto, teso ad assicurare che il monitoraggio degli accessori sia stato eseguito a regola d'arte e che i cavi non abbiano subito deterioramenti durante la posa.

Dovranno altresì essere eseguite le "Prove elettriche dopo l'installazione" previste dalla norma CEI 11-17 che consistono nell'applicare la tensione di esercizio trifase del sistema per la durata di 24 ore.

Anche la fibra ottica dovrà essere sottoposta a collaudo dopo la posa, verificando che non vi siano stati danneggiamenti durante i lavori e che l'attenuazione del segnale ottico sia entro i limiti fissati dalle normative.