REGIONE MOLISE

Comune di Sant'Elia a Pianisi (CB)

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO DELLA POTENZA DI 41.4 MW sito nel comune di Sant'Elia a Pianisi (CB) e delle relative opere di connessione da realizzarsi nei comuni di Monacilioni e Ripabottoni (CB)

TITOLO

Relazione tecnica dei cavidotti

PROGETTAZIONE	PROPONENTE	
STUDIO RINNOVABILI SR International S.r.l. C.so Vittorio Emanuele II, 282-284 - 00186 Roma Tel. 06 8079555 - Fax 06 80693106 C.F e P.IVA 13457211004	sorgenia RENEWABLES Sorgenia Renewables Srl Codice Fiscale e Partita Iva: 10300050969 Indirizzo PEC: sorgenia.renewables@legalmail.it Sede legale: Via Alessandro Algardi 4, 20148 Milano	

Dott. Ing. LUIGI IMPERATO
ORDINE INGEGNERI ROMA N. 21127

IMPERATO LUIGI
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
Ingegnere
21.06.2024 16:26:39 GMT+01:00

Revisione	Data	Elaborato	Verificato	Approvato	Descrizione
01	07/03/2024	F.Lauretti	Imperato	Sorgenia Renewables	Relazione tecnica dei cavidotti

N° DOCUMENTO	SCALA	FORMATO
SRG-SLP-RTC	--	A4

INDICE

INDICE DELLE FIGURE 3
INDICE DELLE TABELLE 3
1. **INTRODUZIONE** 4
2. **LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO** 5
3. **DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO** 7
4. **OBIETTIVI DELLO STUDIO** 8
5. **DESCRZIONE DELL'IMPIANTO EOLICO** 8
6. **CAVIDOTTI E MODALITA' DI POSA** 9
7. **RISOLUZIONI DELLE INTERFERENZE DEI CAVIDOTTI** 9
7.1 COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA E CAVI DI COMANDO E SEGNALAZIONE 9
7.2 COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA CON TUBAZIONI, SERBATOI METALLICI E GASDOTTI INTERRATI 10
7.3 COESISTENZA TRA CAVI DI EENRGIA E SERBATOI DI LIQUIDI E GAS INFIAMMABILI 11
7.4 COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA CON CORSI D'ACQUA E FOSSI 11
8. **PROVINCIE E COMUNI INTERESSATI** 14
9. **VINCOLI** 14
10. **INTERFERENZE DI PROGETTO** 14
11. **PROGETTO DEI CAVIDOTTI INTERRATI IN MT** 16
11.1 PREMESSA 16
11.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 16
11.3 CARATTERISTICHE TECNICHE DEI CAVIDOTTI IN MT 16
11.4 DIMENSIONAMENTO DEI CAVIDOTTI IN MT 19
11.5 MODALITÀ DI POSA DEI CAVI 19
12. **TRACCIATO DEI CAVIDOTTI IN MT** 22
13. **PRESCRIZIONI SULLA DETERMINAZIONE DELLE DISTANZE** 30
14. **CARATTERISTICHE DEL CAVIDOTTO IN AT A 36 kV** 30
14.1 CARATTERISTICHE TECNICHE DEL CAVO IN AT E DIMENSIONAMENTO 30
14.2 MODALITÀ DI POSA DEL CAVO IN AT 32
15. **RAGGI DI CURVATURA DEI CAVI** 33
16. **SOLLECITAZIONI A TRAZIONE** 34
17. **PROTEZIONI CONTRO LE SOVRACORRENTI** 34
17.1 SOLLECITAZIONI TERMICHE E DINAMICHE 34
17.2 DISPOSITIVI DI PROTEZIONE 34
17.3 PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI CORTO CIRCUITO 35
17.4 PROTEZIONE CONTRO IL SOVRACCARICO 35
18. **PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI** 35
18.1 USO DEI RIVESTIMENTI METALLICI DEI CAVI 35
18.2 MESSA A TERRA DEL RIVESTIMENTO METALLICO DEI CAVI 36

18.3 MESSA A TERRA DELLE PARTI METALLICHE DELLE CANALIZZAZIONI 36
19. DISPOSITIVI DI PROTEZIONE 36
20. CAMPI ELETTROMAGNETICI 36

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Inserimento dell'area di impianto e del punto di connessione su ortofoto....5
Figura 2 - Inquadramento del layout di Valledolmo su cartografia IGM 1:25000....6
Figura 3 - Attraversamento tipo mediante tecnica TOC dei fossi....12
Figura 4 - Attraversamento dei fossi su lato ponte....12
Figura 5 - Tipico attraversamento dei metanodotti....13
Figura 6 - Distanze minime da rispettare negli incroci e nei parallelismi con altri cavi o tubazioni....13
Figura 7 - Protezioni supplementari da adottare qualora le distanze minime non possono essere rispettate....13
Figura 8 - Distanze minime con altri cavi, tubazioni metalliche, serbatoi e cisterne di carburante. 14
Figura 9 - Sezione tipo del cavidotto interrato MT composto da n.3 terne di cavi su strada sterrata 20
Figura 10 - Sezione tipo del cavidotto interrato MT composto da n.3 terne di cavi su strada asfaltata 20
Figura 11 - Sezione tipo del cavidotto interrato MT composto da n.3 terne di cavi su terreno 21
Figura 12 - Materiali di riempimento per tipologia di scavo 21
Figura 13 - Inquadramento su ortofoto: impianto eolico, cavidotti in MT (in arancione) e attraversamento delle interferenze. 23
Figura 14 - Riquadro 1 di Figura 13 che mostra l'attraversamento di corsi d'acqua in quattro punti (N°1-2-3-36). 24
Figura 15 - Riquadro 2 di Figura 13 che mostra l'attraversamento di corsi d'acqua in 13 punti (da 4 a 13 e da 37 a 40)....25
Figura 16 - Riquadro 3 di Figura 13 in cui è visibile l'attraversamento di corsi d'acqua in un punto (N°14), e l'attraversamento di un acquedotto interrato in un punto (N°15). 26
Figura 17 - Riquadro 4 di Figura 13 in cui è visibile l'attraversamento di corsi d'acqua in tre punti (N°16-N°17-N°18)....27
Figura 18 – Riquadro 5 di Figura 13 in cui è visibile l'attraversamento di corsi d'acqua in quattro punti (N°19-22-23-24) e un parallelismo tra un corso d'acqua e il cavidotto (da N°20 a N°21). 28
Figura 19 - Riquadro 6 di Figura 13 in cui è visibile l'attraversamento di corsi d'acqua in un quattro punti (da N°25 a N°28) e di un acquedotto interato (N°29). 29
Figura 20 - Riquadro 7 di Figura 13 in cui è visibile l'attraversamento di corsi d'acqua in sei punti (da N°30 a N° 35)....30
Figura 21 - Sezione del cavo in AT 31
Figura 22: Distanze minime con altri cavi, tubazioni metalliche serbatoi e cisterne di carburante 33

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 - Riferimento catastale e geografico della posizione degli aerogeneratori 6
Tabella 2: Caratteristiche tecniche dell'aerogeneratore di progetto....7
Tabella 3 - Dati tecnici impianto....8
Tabella 4 - Punti di interferenze e attraversamenti dei cavidotti interrati MT 15
Tabella 5 - Caratteristiche tecniche ed elettriche del cavo in MT - 30kV - ARP1H5(AR)EX....17
Tabella 6 - Caratteristiche tecniche ed elettriche del cavo in MT - 30kV - ARP1H5(AR)E....18
Tabella 7 - Lunghezze e sezioni dei cavi MT da utilizzare nel circuito elettrico del parco. 19
Tabella 8 - Percorso dei cavidotti in MT e lunghezze dei tratti 22
Tabella 9 - Caratteristiche tecniche ed elettriche del cavo in AT a 36 kV 31

1. INTRODUZIONE

Studio Rinnovabili, in qualità di consulente tecnico e tramite la società SR International S.r.l., è stata incaricata dalla società proponente **Sorgenia Renewables S.r.l.** di redigere il progetto definitivo per lo sviluppo di un impianto eolico e delle relative opere di connessione. Studio Rinnovabili, attraverso la società SR International Srl, è una azienda di consulenza che dal 2005 fornisce servizi nel campo delle energie rinnovabili, e tra questi l'analisi di dati vento, studi di produzione energetica, asseverazioni tecniche e progettazione di impianti eolici. Sorgenia Renewables è una società di sviluppo e gestione di impianti per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, facente capo a Sorgenia S.p.A.

Il progetto eolico qui descritto ha una potenza nominale complessiva di 41,4 MW ottenuta per mezzo di 9 aerogeneratori tripala da 4,6 MW, collocati nel territorio di Sant'Elia a Pianisi (CB) in Regione Molise.

Il presente documento costituisce la relazione tecnica dei cavidotti concernente la realizzazione dell'impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica denominato "Sant'Elia" di potenza pari a 41,4 MW (di seguito il "Progetto" o "l'Impianto"), nel Comune di Sant'Elia a Pianisi (CB), e relative opere di connessione, nei territori comunali di Sant'Elia a Pianisi, Monacilioni e Ripabottoni tutti in provincia di Campobasso, che intende realizzare la società Sorgenia Renewables (di seguito la "Società").

2. LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO

Gli aerogeneratori che compongono il progetto eolico Sant'Elia sono interamente ubicati nel comune di Sant'Elia a Pianisi (CB), in Molise, ad un'altitudine compresa tra i 400 ed i 600 m s.l.m. L'area, di carattere collinare, è adibita prevalentemente ad uso agricolo. Sono presenti macchie boschive sparse, specie nella parte centrale dell'area di interesse.

L'area del parco eolico è situata a circa 3.5 km a nord dal centro abitato di Sant'Elia a Pianisi (CB), a circa 7.5 km a sud-est dal centro abitato di Ripabottoni (CB) e a circa 7.5 km a nord-ovest da Bonefro (CB). Occupa una superficie totale di 7.5 km2. L'elettricità prodotta viene condotta per mezzo di un cavidotto MT interrato dall'area di parco fino ad una sottostazione di nuova realizzazione inserita sul ramo "Morrone – Larino". Nel suo percorso, tale cavidotto interrato passa sui territori comunali di Sant'Elia a Pianisi, Monacilioni e Ripabottoni, in provincia di Campobasso. Figura 1 riporta la posizione dell'area progetto su ortofoto, nonché della Stazione Utente 30/36 kV e della Stazione RTN.

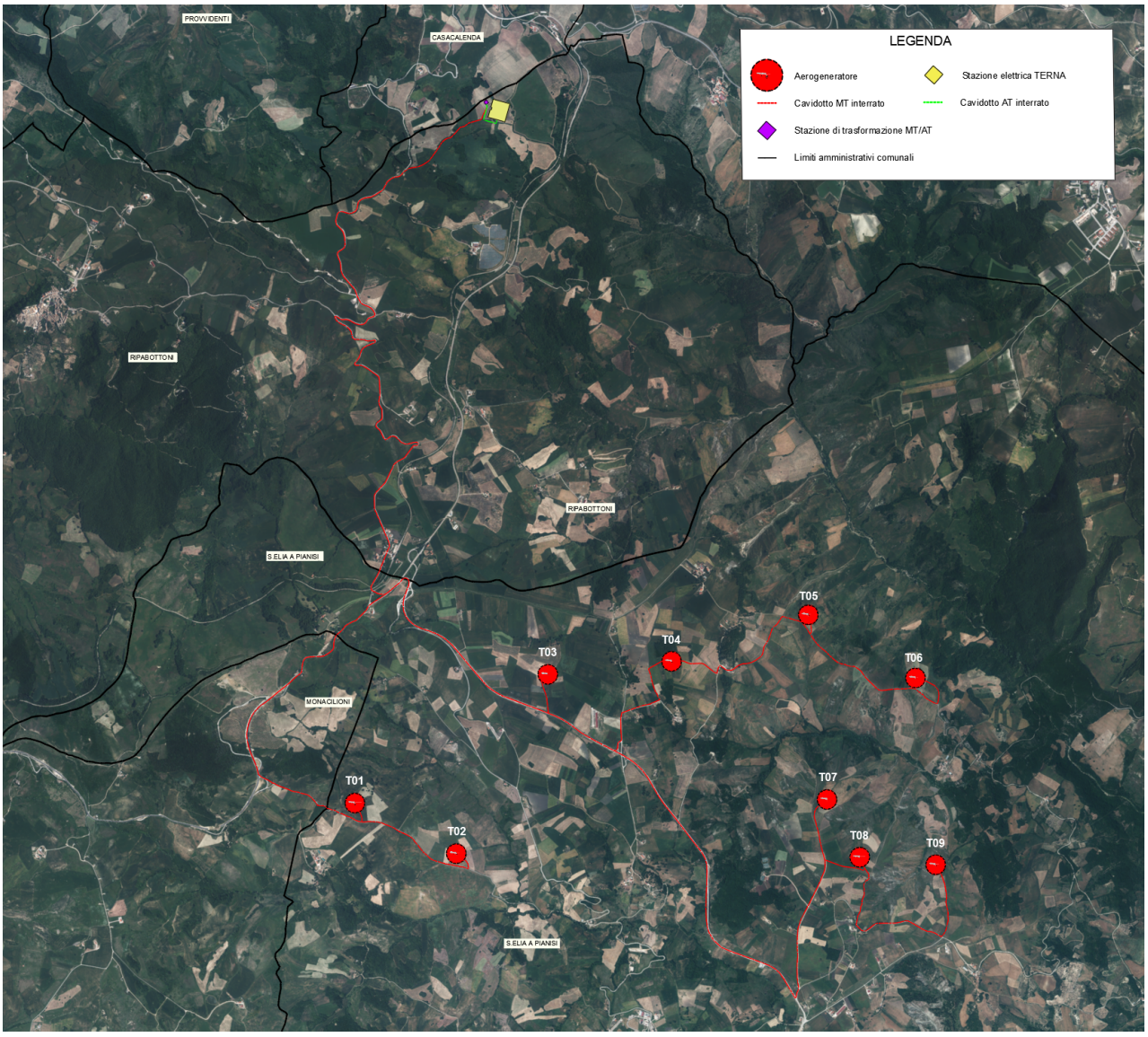


Figura 1 - Inserimento dell'area di impianto e del punto di connessione su ortofoto

Si riporta, inoltre, il layout di impianto su carta IGM 1:25000 (Figura 2). Seguono gli identificativi, i dati catastali e le coordinate assolute nel sistema di riferimento UTM WGS84 F33 Nord (Tabella 1).

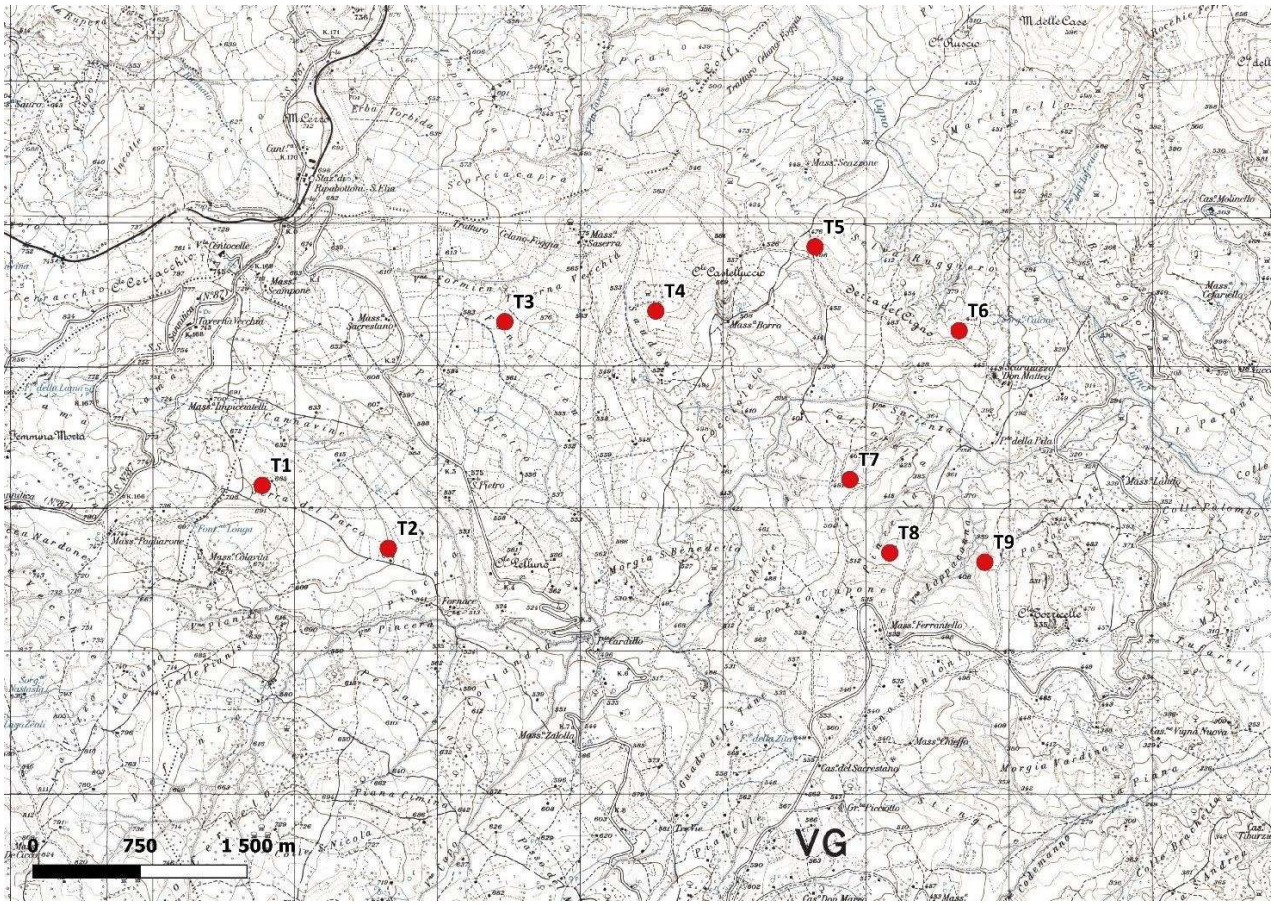


Figura 2 - Inquadramento del layout di Valledolmo su cartografia IGM 1:25000

Id	Comune	Riferimento catastale		UTM WGS 84 F33 Nord	
		Foglio	Particella	Est [m]	Nord [m]
T01	Sant'Elia a Pianisi	13	14	486695	4610963
T02	Sant'Elia a Pianisi	13	33	487578	4610523
T03	Sant'Elia a Pianisi	6	92	488375	4612085
T04	Sant'Elia a Pianisi	15	320	489453	4612198
T05	Sant'Elia a Pianisi	17	55	490643	4612603
T06	Sant'Elia a Pianisi	18	98	491577	4612054
T07	Sant'Elia a Pianisi	30	78	490807	4610994
T08	Sant'Elia a Pianisi	30	169	491091	4610492
T09	Sant'Elia a Pianisi	32	24	491753	4610426

Tabella 1 - Riferimento catastale e geografico della posizione degli aerogeneratori

3. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

Il progetto per la realizzazione dell'impianto eolico da 41.4 MW nel comune di Sant'Elia (CB) prevede di installare 9 aerogeneratori di potenza nominale pari a 4.6 MW. L'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori verrà trasmessa a mezzo di un cavidotto interrato in media tensione (MT) a 30kV, il cui tracciato corre nei Comuni di Sant'Elia a Pianisi (CB), Monacilioni (CB) e Ripabottoni (CB), fino ad una cabina di trasformazione 30/36 kV nel Comune di Ripabottoni (CB). Conformemente a quanto indicato nella Soluzione tecnica minima generale di connessione - cod. pratica 202101880 - comunicata dalla società TERNA S.p.a. in data 11/11/2021, lo schema di connessione alla RTN prevede che l'impianto venga collegato in antenna a 36 kV con la sezione 36 kV di una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) 150/36 kV della RTN, da inserire in entra – esce sul costruendo elettrodotto RTN a 150 kV della RTN "Morrone - Larino", previa:

- realizzazione di un nuovo collegamento a 150 kV tra la suddetta SE e la cabina primaria di Pietracatella;
- potenziamento/rifacimento della linea RTN 150 kV "Morrone – Larino".

Pertanto la cabina di trasformazione 30/36 kV verrà collocata nel Comune di Ripabottoni (CB) in posizione limitrofa alla costruenda stazione elettrica di trasformazione (SE) 150/36 kV della RTN cui verrà collegata in antenna mediante cavidotto interrato a 36 kV.

Il modello di aerogeneratore sarà selezionato sulla base delle più innovative tecnologie disponibili sul mercato. Il tipo e la taglia esatta dell'aerogeneratore saranno comunque individuati in seguito della fase di acquisto della macchina e verranno descritti in dettaglio in fase di progettazione esecutiva. Si riportano in Tabella 2 le principali caratteristiche tecniche di un aerogeneratore con potenza nominale pari a 4.6 MW.

Potenza nominale	4,6 MW
Diametro del rotore	170 m
Lunghezza della pala	83 m
Corda massima della pala	4,5 m
Area spazzata	22.698 m
Altezza al mozzo	125 m
Classe di vento IEC	IIIA
Velocità cut-in	3 m/s
V nominale	10 m/s
V cut-out	25 m/s

Tabella 2: Caratteristiche tecniche dell'aerogeneratore di progetto

Nei pressi di ogni aerogeneratore sarà realizzata una piazzola opportunamente dimensionata, collegata alla viabilità pubblica per mezzo di strade carrabili con ampiezza di 5 m. Sono previsti inoltre adeguamenti stradali laddove le condizioni della viabilità esistente non permettano il trasporto di grandi componenti fino all'area di parco.
Il progetto è frutto di scelte e considerazioni tecniche effettuate nel rispetto dei vincoli territoriali e del contesto insediativo circostante. L'impianto produrrà energia da fonte rinnovabile con lo scopo di aumentare la sicurezza dell'approvvigionamento di energia e di diminuire la dipendenza da fonti fossili, contribuendo al raggiungimento degli obiettivi strategici nazionali verso la transizione energetica.

4. OBIETTIVI DELLO STUDIO

L'oggetto della seguente relazione tecnica è la descrizione dei cavidotti interrati, che interesseranno i territori comunali di Sant'Elia a Pianisi (CB), Monacilioni (CB) e Ripabottoni (CB), fino ad una cabina di trasformazione 30/36 kV nel Comune di Ripabottoni (CB). Nei paragrafi successivi saranno descritti in dettaglio sia i percorsi dei cavidotti che il dimensionamento dei cavi elettrici in MT.

5. DESCRZIONE DELL'IMPIANTO EOLICO

Il parco eolico sarà costituito da:

- n.9 aerogeneratori aventi ciascuno una potenza nominale di 4.6 MW, con rotore di 170 m, altezza dal mozzo pari a 125 m, per un totale di 210 m dal suolo, all'interno del territorio comunale di Sant'Elia a Pianisi (CB);
- cavidotti interrati in MT a 30 kV per la connessione tra i gruppi di aerogeneratori e il loro collegamento ai quadri MT della stazione utente di trasformazione MT/AT, ubicata nei pressi della nuova SE;
- una stazione utente di trasformazione MT/AT - 30/36 kV (SU), completa di tutte le apparecchiature di comando, controllo e protezione, ricadente nel comune di Ripabottoni (CB), la quale ha il compito di elevare la tensione da 30 fino a 36 kV, per permettere la connessione alla nuova SE;
- un cavidotto interrato AT a 36 kV, per la connessione tra la stazione utente di trasformazione e la stazione elettrica Terna RTN.

Di seguito sono riportati in tabella 1 i dati tecnici riassuntivi dell'impianto eolico:

Potenza nominale dell'impianto [MW]	41.4
Potenza aerogeneratore	4.6
Numero di aerogeneratori	9
N° cabine di raccolta	0
Lunghezza terna di cavi tripolari ad elica visibile da 180 mmq in MT a 30 kV [m]	9940
Lunghezza terna di cavi tripolari ad elica visibile da 240 m mq in MT a 30 kV [m]	2150
Lunghezza terna di cavi tripolari ad elica visibile da 300 mmq in MT a 30 kV [m]	1160
Lunghezza terna di cavi unipolari da 630 mmq in MT a 30 kV [m]	51540
Lunghezza terna di cavi unipolari da 500 mmq in AT a 36 kV [m]	600

Tabella 3 - Dati tecnici impianto

Si sottolinea che in fase esecutiva, soprattutto in riferimento alla situazione di mercato al momento dell'acquisto dei componenti, potrà essere scelta una diversa tipologia di cavi, componenti elettrici nonché di aerogeneratori. Tale scelta sarà comunque effettuata in modo da garantire ottime prestazioni di durata e di producibilità dell'impianto.

6. CAVIDOTTI E MODALITA' DI POSA

Sia i cavidotti interni all'area d'impianto che collegano i vari aerogeneratori tra di loro sia i cavidotti esterni di connessione tra il punto di raccolta con la stazione utente di trasformazione, saranno realizzati completamente interrati. I cavidotti in MT avranno una profondità di 1,20 m dal piano di campagna, inoltre, le larghezze minime delle sezioni di scavo riferite al seguente progetto avranno le dimensioni riportate nel seguito:

- 50 cm nel caso di posa di n.1 e n.2 terne;
- 70 cm nel caso di posa di n.3 terne;
- 90 cm nel caso di posa di n.4 terne;

I cavi che si prevede di utilizzare sono del tipo "air-bag", direttamente interrati senza protezione meccanica aggiuntiva, sia cordati (ARP1H5(AR)EX che non (ARP1H5(AR)E); mentre il cavo che si prevede di utilizzare per la connessione della stazione utente di trasformazione allo stallo nella SE è del tipo ARE4H5EE (o similari) unipolare, conforme alle specifiche IEC e CENELEC, i cui due cavi aventi ciascuno una sezione di 500 mmq, verranno posati a trifoglio all'interno dello scavo, direttamente senza protezione meccanica aggiuntiva ed opportunamente distanziati tra di loro.

Tali cavi saranno interrati ad una profondità minima di 1.2 m dal piano di campagna.

7. RISOLUZIONI DELLE INTERFERENZE DEI CAVIDOTTI

Sia lungo il percorso dei cavidotti di connessione tra gli aerogeneratori d'impianto che lungo il tracciato che collega la cabina di raccolta alla stazione utente di trasformazione MT/AT, i cavidotti in MT incontreranno:

- dei corsi d'acqua;
- degli acquedotti interrati;

Tuttavia, a titolo esemplificativo, il presente capitolo tratta le modalità con cui interferenze di cavidotto possono essere superate rispetto alla presenza di ulteriori manufatti non rilevabili dalle carte tecniche regionali.

7.1 COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA E CAVI DI COMANDO E SEGNALAZIONE

I circuiti di comando e segnalazione potrebbero essere oggetto di disturbi, tali da alterarne il regolare funzionamento, causati da fenomeni dovuti a transitori sui circuiti di energia accoppiaticon i circuiti di comando e segnalamento stessi. Per ciò che attiene alla mutua influenza dovuta a interferenze elettromagnetiche tra cavi di energia e cavi di comando e segnalamento, valgono le prescrizioni contenute nelle norme CEI 304; per le interferenze di tipo elettrico o meccanico, qualora gli esercenti di questi cavi sono diversi e non esistano tra loro particolari accordi, valgonole prescrizioni precedenti.

7.2 COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA CON TUBAZIONI, SERBATOI METALLICI E GASDOTTI INTERRATI

Gli incroci fra cavi di energia e le tubazioni metalliche adibite al trasporto e alla distribuzione difluidi (acquedotti, oleodotti e simili) non dovrà effettuarsi sulla proiezione verticale di giunti nonsaldati delle tubazioni metalliche stesse. Non si dovranno avere giunti sui cavi di energia a distanza inferiore a 1 m dal punto di incrocio, a meno che non siano attuati i provvedimenti descritti nel seguito. Nessuna particolare prescrizione è data nel caso in cui la distanza minima,misurata fra le superfici esterne di cavi di energia e di tubazione metalliche o fra quelle di eventuali manufatti di protezione, è superiore a 0,5 m. Tale distanza sarà ridotta fino ad un minimo di 0,30 m, quando una delle strutture di incrocio è contenuta in manufatto di protezione non metallico, prolungato per almeno 0,30 m per parte rispetto all'ingombro in pianta dell'altrastruttura oppure quando fra le strutture che si incrociano venga interposto un elemento separatore non metallico (per es. lastre di calcestruzzo o di materiale isolante rigido). Questo elemento deve poter coprire, oltre alla superficie di sovrapposizione in pianta delle strutture chesi incrociano, quella di una striscia di circa 0,30 m di larghezza ad essa periferica.

Per quanto riguarda i parallelismi fra cavi di energia e le tubazioni metalliche saranno posati allamaggiore distanza possibile fra loro. In nessun tratto la distanza, misurata in proiezione orizzontale fra le superfici esterne di essi o di eventuali loro manufatti di protezione, deve risultare inferiore a 0,30 m. Si può tuttavia derogare alla prescrizione suddetta previo accordo fra gli esercenti:

a) quando la differenza di quota fra le superfici esterne delle strutture interessate è superiore a 0,50 m;
b) quando tale differenza è compresa tra 0,30 m e 0,50 m, ma si interpongano fra le strutture elementari separatori non metallici nei tratti in cui la tubazione non è contenutain un manufatto di protezione non metallico.

Non saranno mai disposti nello stesso manufatto di protezione cavi di energia e tubazioni per altro uso. Tale tipo di posa è invece consentito, previo accordo fra gli Enti interessati, purché il cavo di energia e le tubazioni non saranno posti a diretto contatto fra loro.

La coesistenza tra gasdotti interrati e cavi di energia posati in cunicoli od altri manufatti, è regolamentata dal D.M. 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". Pertanto, nel caso di incroci e parallelismi tra cavi di energia e tubazioni convoglianti gas naturali,le modalità di posa ed i provvedimenti da adottare al fine di ottemperare a quanto disposto dal detto D.M. 24.11.1984, saranno definiti con gli Enti proprietari o Concessionari del gasdotto.

Gli attraversamenti dei metanodotti interrati, avverranno come riportato nella Figura 5, in accordo col gestore della rete del gas. In particolare, il cavidotto sarà protetto da due solette in c.a. con rete elettrosaldata, aventi una superficie di circa 2x3 mq e distanti almeno 0,50 m dalla tubazione del gas (Figura 5).

Finalmente, gli attraversamenti degli acquedotti interrati, i quali sono definiti come tubazioni metalliche adibite al trasporto e alla distribuzione di fluidi, saranno progettate per osservare unadistanza minima di 0.50 m (Figura 6, c) misurata fra le superfici esterne di cavi di energia e di tubazioni metalliche. Tale distanza può essere ridotta fino a 0.30 m (Figura 7, c), quando una delle strutture di incrocio è contenuta in manufatto di protezione non metallico. La protezione può essere ottenuta per mezzo di calcestruzzo leggermente armato oppure di elemento separatore non metallico, come ad esempio una lastra di calcestruzzo o di altro materiale rigido (Figura 8).

Nel caso di parallelismi dei cavidotti con tubazioni metalliche, serbatoi e cisterne di carburante,deve rispondere a prescrizioni particolare ed essere installato rispettando distanze minime contente nella Norma CEI 11-17, come riportato nella Figura 6 e Figura 8.

7.3 COESISTENZA TRA CAVI DI EENRGIA E SERBATOI DI LIQUIDI E GAS INFIAMMABILI

Le superfici esterne di cavi di energia interrati non devono distare meno di 1 m dalle superfici esterne di serbatoi contenenti liquidi o gas infiammabili.

7.4 COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA CON CORSI D'ACQUA E FOSSI

Per il progetto in esame, si precisa che il cavidotto interrato passerà prevalentemente su strada esistente. Nel caso di attraversamento di corsi d'acqua e fossi, laddove possibile, si procederà posizionando il cavidotto all'interno di canaline metalliche agganciate meccanicamente ad uno dei lati del su ponte (Figura 4). In alternativa, se necessario, l'attraversamento avverrà in sub alveo (al di sotto dell'alveo del corso d'acqua), con la tecnica della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.). Tale tecnica permette di alloggiare il cavidotto nel sottosuolo, lasciando del tutto inalterate sia le sponde ed il fondo dell'alveo. Per la realizzazione della T.O.C. dovranno in particolar modo essere seguite le indicazioni della Provincia di Campobasso, per l'attraversamento in sub alveo dei corsi d'acqua demaniali (Figura 3).Gli attraversamenti saranno realizzati con direzione ortogonale all'asse (per le ultime due tipologie di interferenze elencate in precedenza), per limitarne la porzione interessata dai lavori di scavo e ripristino.

Le quote di interramento del cavidotto saranno raccordate nei tratti in prossimità delle sponde,per garantire la giusta immersione del cavidotto al di sotto del fondo dell'alveo. La distanza tra la generatrice superiore del cavidotto e il fondo alveo sarà superiore a 2 m. Con tali soluzioni sievita qualsiasi tipo di interferenza dei cavidotti con la sezione di deflusso dei fossi, e in ogni casosarà garantita la non interferenza con le condizioni di officiosità e funzionalità idraulica dei corsid'acqua attraversati, e non sarà minimamente alterato né perturbato il regime idraulico. Analogamente, tale soluzione progettuale risulta pienamente compatibile con i vincoli paesaggistici, tra i quali anche quello della fascia di rispetto delle acque pubbliche e della tuteladelle visuali dei percorsi panoramici, in quanto non comporta alcuna alterazione visibile dello stato dei luoghi.

Nelle figure successive sono riportate le soluzioni da adottare per gli attraversamenti di fossi, metanodotti e acquedotti. Ovviamente, la soluzione adottata andrà contestualizzata nei singoli casi, prevedendo variazioni dimensionali opportune che saranno valutate all'atto della realizzazione dell'attraversamento.

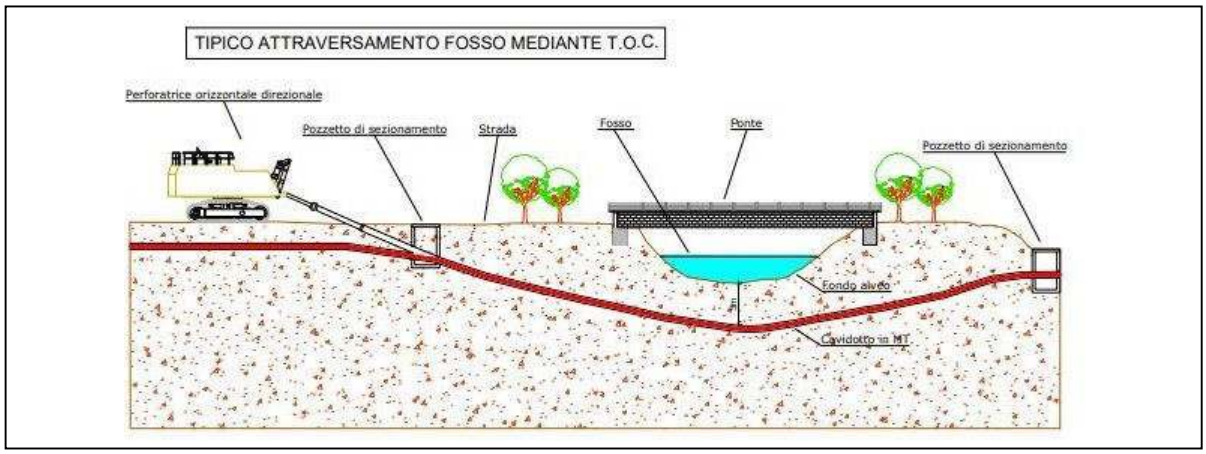


Figura 3 - Attraversamento tipo mediante tecnica TOC dei fossi

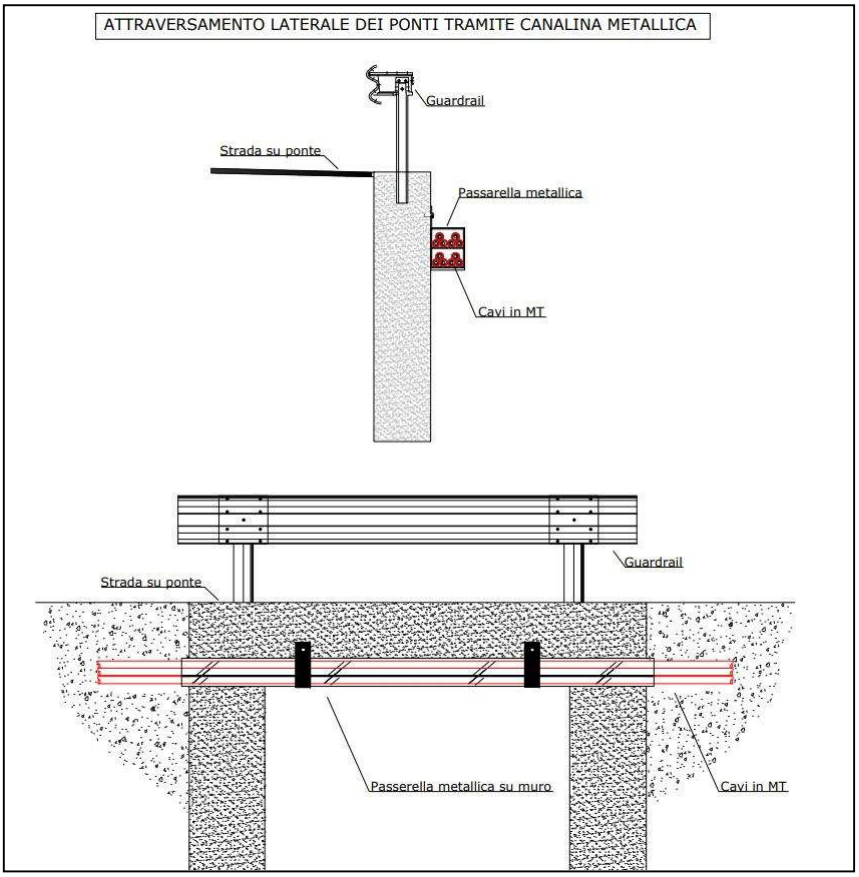


Figura 4 - Attraversamento dei fossi su lato ponte

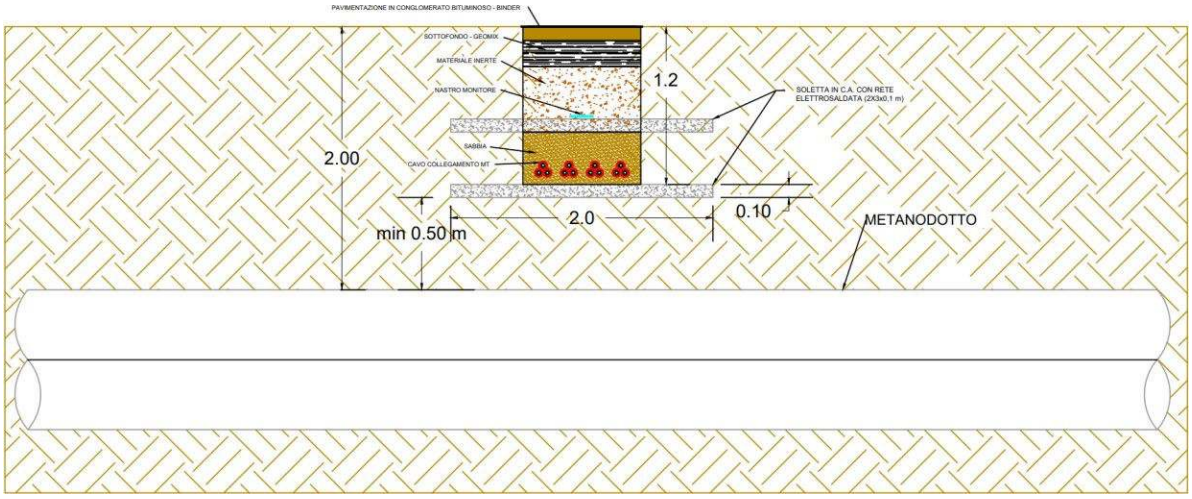


Figura 5 - Tipico attraversamento dei metanodotti

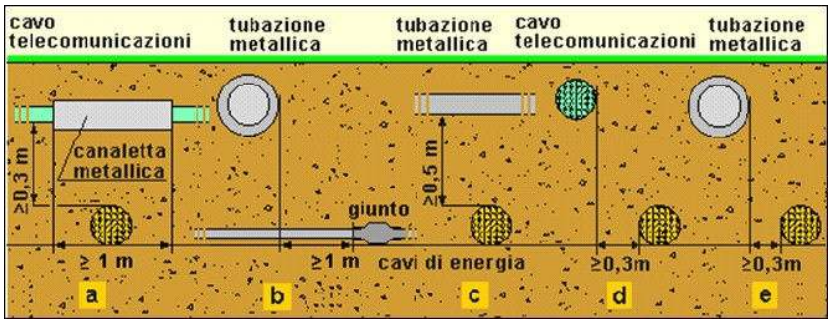


Figura 6 - Distanze minime da rispettare negli incroci e nei parallelismi con altri cavi o tubazioni

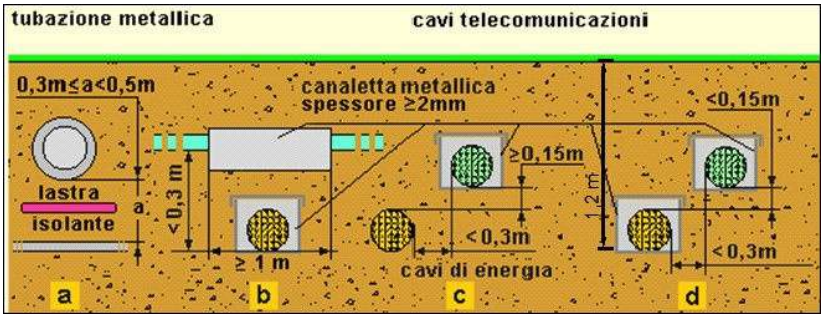


Figura 7 - Protezioni supplementari da adottare qualora le distanze minime non possono essere rispettate

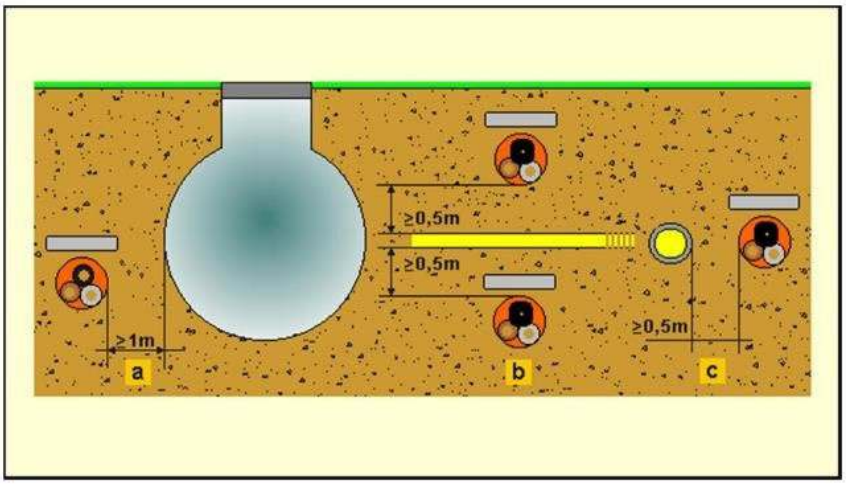


Figura 8 - Distanze minime con altri cavi, tubazioni metalliche, serbatoi e cisterne di carburante.

8. PROVINCIE E COMUNI INTERESSATI

Il tracciato degli elettrodotti in MT interesserà i territori comunali Sant'Elia a Pianisi, Monacilioni e Ripabottoni in provincia di Campobasso.

9. VINCOLI

Per un'analisi dettagliata, si rimanda alle tavole vincolistiche ed alla relazione paesaggistica allegate. Possiamo affermare che i lavori per la realizzazione dei cavidotti verranno effettuati nelrispetto dei limiti imposti dalla legislazione vigente in modo da garantire la salvaguardia dell'ecosistema. Gli scavi di posa dei cavi elettrici rispetteranno tutte le normative vigenti, sia in termini di sicurezza che di impatto ambientale, non andando di fatto a modificare visivamentelo stato dei luoghi.

10. INTERFERENZE DI PROGETTO

Dallo studio approfondito del territorio è emersa la presenza di vari corsi d'acqua e acquedotti interrati. In particolare, il cavidotto intercetterà corsi d'acqua in n.40 punti. Si precisa che il cavidotto interrato passerà prevalentemente su strada esistente. Nel caso di attraversamento di corsi d'acqua e fossi, laddove possibile, si procederà posizionando il cavidotto all'interno di canaline staffate su ponte. In alternativa, se necessario, si procederà con tecnologia T.O.C. realizzata cioè per mezzo di trivellazione orizzontale controllata. Tale tecnica consente il transito del cavidotto garantendo le distanze minime tra intradosso del fondo del corso d'acqua e l'estradosso della tubazione di protezione del cavo MT. Nel caso di parallelismo con corso d'acqua (interferenza n.20-21), questo verrà risolto tramite passaggio su viabilità esistente, in fase esecutiva.

Infine, il cavidotto attraverserà un acquedotto interrato in n.2 punti. Tale attraversamento potrà avvenire mantenendo una distanza di 0.50 m tra i due sistemi, per la quale non sono richieste prescrizioni particolari.

Di seguito si riportano gli estremi di identificazione dei fossi e degli acquedotti intercettati, così come desumibili dalle cartografie catastali e dalle carte tecniche regionali:

INTERFERENZE – ATTRAVERSAMENTI ELETTRODOTTO MT			
N. identificativo	**Interferenza**	**N. identificativo**	**Interferenza**
1	Corsi d'acqua	**21**	Vallone Surienza
2	Corsi d'acqua	**22**	Vallone Surienza
3	Corsi d'acqua	**23**	Vallone Surienza
4	Corsi d'acqua	**24**	Vallone Surienza
5	Corsi d'acqua	**25**	Fiume della Lama
6	Corsi d'acqua	**26**	Fiume della Lama
7	Corsi d'acqua	**27**	Fiume della Lama
8	Corsi d'acqua	**28**	Fiume della Lama
9	Corsi d'acqua	**29**	Acquedotto Interrato
10	Corsi d'acqua	**30**	Corsi d'acqua
11	Corsi d'acqua	**31**	Fiume della Zita
12	Corsi d'acqua	**32**	Fiume della Zita
13	Corsi d'acqua	**33**	Corsi d'acqua
14	Corsi d'acqua	**34**	Corsi d'acqua
15	Acquedotto Interrato	**35**	Corsi d'acqua
16	Vallone Formica	**36**	Corsi d'acqua
17	Corsi d'acqua	**37**	Corsi d'acqua
18	Corsi d'acqua	**38**	Corsi d'acqua
19	Corsi d'acqua	**39**	Corsi d'acqua
20	Vallone Surienza	**40**	Corsi d'acqua

Tabella 4 - Punti di interferenze e attraversamenti dei cavidotti interrati MT

I corsi d'acqua e acquedotti intercettati sono riportati in dettaglio nelle immagini ingrandite successive, seguendo una numerazione progressiva a partire dal punto in cui sarà posizionata la stazione utente MT/AT fino al lato impianto. Si rimanda alle tavole cartografiche per le rappresentazioni in dettaglio degli attraversamenti del cavidotto con i fossi, in particolare alla tavola SRG-SLP-IE.13.

11. PROGETTO DEI CAVIDOTTI INTERRATI IN MT

11.1 PREMESSA

Gli elettrodotti saranno tutti direttamente interrati in questa fase progettuale, e costituiti da cavi unipolari, realizzati con conduttore in alluminio, isolante in XLPE, schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene e protezione meccanica tipo "air-bag".

11.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il progetto dei cavi e le modalità per la loro messa in opera rispondono alle norme contenute nel D.M. 21.03.1988, regolamento di attuazione della Legge n. 339 del 28.06.1986, per quantoapplicabile, ed alle Norme CEI 11-17.

11.3 CARATTERISTICHE TECNICHE DEI CAVIDOTTI IN MT

Di seguito è riportata una tabella esaustiva in cui sono descritte le caratteristiche tecniche ed elettriche del tipo di cavi utilizzati in questa fase della progettazione, per il trasporto dell'energia generata dall'impianto eolico. Nel seguente progetto, i cavi in MT cui si prevede l'utilizzo sono del tipo:

- ARP1H5(AR)EX, cordati tripolari ad elica visibile per sezioni calcolate comprese tra 185 fino a 300 mmq, direttamente interrati nello scavo con protezione meccanica in materiale polimerico (air-bag);
- ARP1H5(AR)E unipolari e disposti a trifoglio, avente sezione nominale pari a 630 mmq, del tipo air-bag.

Di seguito le caratteristiche costruttive e tecniche delle due tipologie di cavo adottate nella progettazione:

Cavo ARP1H5(AR)EX:

MEDIA TENSIONE - APPLICAZIONI TERRESTRI E/O EOLICHE / ***MEDIUM VOLTAGE*** - *GROUND AND/OR WIND FARM APPLICATION*

ARP1H5(AR)EX P-Laser AIR BAG™ CABLE SYSTEM

Elica visibile 12/20 kV e 18/30 kV
Triplex 12/20 kV and 18/30 kV

Norma di riferimento
HD 620/IEC 60502-2

Standard
HD 620/IEC 60502-2

Descrizione del cavo
Anima
Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio
Semiconduttivo interno
Mescola estrusa
Isolante
Mescola in elastomero termoplastico (qualità HPTE)
Semiconduttivo esterno
Mescola estrusa
Rivestimento protettivo
Nastro semiconduttore igroespandente
Schermatura
Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale (Rmax 3Ω/Km)
Protezione meccanica
Materiale Polimerico (Air Bag)
Guaina
Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)

Cable design
Core
Compact stranded aluminium conductor
Inner semi-conducting layer
Extruded compound
Insulation
Thermoplastic elastomer compound (type HPTE)
Outer semi-conducting layer
Extruded compound
Protective layer
Semiconductive watertight tape
Screen
Aluminium tape longitudinally applied (Rmax 3Ω/Km)
Mechanical protection
Polymeric material (Air Bag)
Sheath
Polyethylene: red colour (DMP 2 type)

sezione nominale	diametro conduttore	diametro sull'isolante	diametro esterno nominale	peso del cavo	raggio minimo di curvatura
conductor cross-section	*conductor diameter*	*diameter over insulation*	*nominal outer diameter*	*weight*	*minimum bending radius*
(mm²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)
50	8,2	24,8	38	3180	800
70	9,7	25,1	38	3340	800
95	11,4	26,0	39	3610	820
120	12,9	26,9	40	3900	840
150	14,0	27,6	41	4180	870
185	15,8	29,0	42	4620	890
240	18,2	31,4	45	5380	950
300	20,8	34,6	49	6500	1030

sezione nominale	posa in aria	posa interrata p=1 °C m/W	posa interrata p=2 °C m/W
conductor cross-section	*open air installation*	*underground installation p=1 °C m/W*	*underground installation p=2 °C m/W*
(mm²)	(A)	(A)	(A)
50	194	173	133
70	240	212	163
95	293	254	195
120	338	290	223
150	382	325	250
185	439	369	283
240	519	429	325
300	599	486	373

Tabella 5 - Caratteristiche tecniche ed elettriche del cavo in MT - 30kV - ARP1H5(AR)EX

Cavo ARP1H5(AR)E:

MEDIA TENSIONE - APPLICAZIONI TERRESTRI E/O EOLICHE / ***MEDIUM VOLTAGE*** - *GROUND AND/OR WIND FARM APPLICATION*

ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™ CABLE SYSTEM

Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV
Single core 12/20 kV and 18/30 kV

Norma di riferimento
HD 620/IEC 60502-2

Standard
HD 620/IEC 60502-2

Descrizione del cavo
Anima
Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio
Semiconduttivo interno
Mescola estrusa
Isolante
Mescola in elastomero termoplastico (qualità HPTE)
Semiconduttivo esterno
Mescola estrusa
Rivestimento protettivo
Nastro semiconduttore igroespandente
Schermatura
Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale (Rmax 3Ω/Km)
Protezione meccanica
Materiale Polimerico (Air Bag)
Guaina
Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)

Cable design
Core
Compact stranded aluminium conductor
Inner semi-conducting layer
Extruded compound
Insulation
Thermoplastic elastomer compound (type HPTE)
Outer semi-conducting layer
Extruded compound
Protective layer
Semiconductive watertight tape
Screen
Aluminium tape longitudinally applied (Rmax 3Ω/Km)
Mechanical protection
Polymeric material (Air Bag)
Sheath
Polyethylene: red colour (DMP 2 type)

sezione nominale	diametro conduttore	diametro sull'isolante	diametro esterno nominale	peso del cavo	raggio minimo di curvatura
conductor cross-section	*conductor diameter*	*diameter over insulation*	*nominal outer diameter*	*weight*	*minimum bending radius*
(mm²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)
50	8,2	24,8	38	1060	540
70	9,7	25,1	38	1110	550
95	11,4	26,0	39	1200	560
120	12,9	26,9	40	1300	580
150	14,0	27,6	41	1390	580
185	15,8	29,0	42	1540	610
240	18,2	31,4	45	1790	630
300	20,8	34,6	49	2160	690
400	23,8	37,8	53	2570	750
500	26,7	40,9	56	3020	790
630	30,5	45,5	61	3640	860

sezione nominale	posa in aria a trifoglio	posa interrata a trifoglio p=1 °C m/W	posa interrata a trifoglio p=2 °C m/W
conductor cross-section	*open air installation trefoil*	*underground installation trefoil p=1 °C m/W*	*underground installation trefoil p=2 °C m/W*
(mm²)	(A)	(A)	(A)
50	195	173	129
70	242	212	158
95	293	254	190
120	339	290	217
150	382	324	242
185	439	368	275
240	519	428	320
300	599	486	363
400	700	557	416
500	812	636	475
630	943	725	541

Tabella 6 - Caratteristiche tecniche ed elettriche del cavo in MT - 30kV - ARP1H5(AR)E

Questo tipo di cavo possiede un sistema di protezione, situato al di sotto della guaina esterna, che garantisce un'elevata protezione meccanica, assorbendo gli urti e riducendo il rischio di deformazioni o danneggiamenti degli strati sensibili sottostanti, come l'isolante o lo schermo metallico. Questo sistema fa sì che il cavo possa essere posato direttamente nel terreno senza l'utilizzo di una protezione meccanica esterna.

11.4 DIMENSIONAMENTO DEI CAVIDOTTI IN MT

I calcoli per il dimensionamento dei cavidotti in MT interni ed esterni all'impianto eolico sono riportati in dettaglio nella "Relazione Tecnica dei Calcoli Elettrici" (SRG-SLP-RTCE). Di seguito si riporta la tabella riassuntiva delle sezioni dei cavi scelte:

Collegamento	Tipologia di cavo MT - 30 kV	Lunghezza cavi [m]
Turbina T2 - Turbina T1	3x185	2520
Turbina T5 - Turbina T3	3x185	4100
Turbina T6 - Turbina T4	3x185	3320
Turbina T9 - Turbina T8	3x240	2150
Turbina T8- Turbina T7	3x300	1160
Turina T1 - SU	3x(1x630)	10250
Turbina T3 - SU	3x(1x630)	9340
Turbina T4 - SU	3x(1x630)	10840
Turbina T7 - SU	3x(1x630)	14390

Tabella 7 - Lunghezze e sezioni dei cavi MT da utilizzare nel circuito elettrico del parco.

11.5 MODALITÀ DI POSA DEI CAVI

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di 1,2 m, con disposizione delle fasi a trifoglio e distanziati di circa 7 cm tra di loro. Nello stesso scavo, a distanza minima di 20 cm dai cavi di energia, sarà posato un cavo con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati. Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento 'mortar'. Tutto il percorso dei cavi sarà opportunamente segnalato con nastro monitore per segnalarne la presenza negli eventuali scavi e con l'infissione periodica (ogni 50 metri circa)di cartelli metallici, esternamente lungo il percorso del cavidotto, indicanti l'esistenza dei cavi inMT.

Sono state previste n.3 tipologie di sezioni di scavo per i cavidotti in MT esterni alle aree d'impianto, lungo tutto i loro percorsi:

- scavo su terreno agricolo;
- scavo su strade non asfaltate;
- scavo su strade asfaltate.

Nella figura successiva sono riportate le sezioni tipo degli scavi progettati per il cavidotto in MT,riportati in maggior dettaglio nella tavola allegata SRG-SLP-IE.07-*Planimetrie reti elettriche* e nella figura seguente è riportata la sezione tipo dello scavo in MT. La stessa tavola riporta anche il percorso dei cavidotti ed il numero di cavi per ogni scavo dell'impianto. Di seguito una sezione di scavo tipo, contenente n.3 terne di cavi in MT per le tre tipologie di percorso possibili:

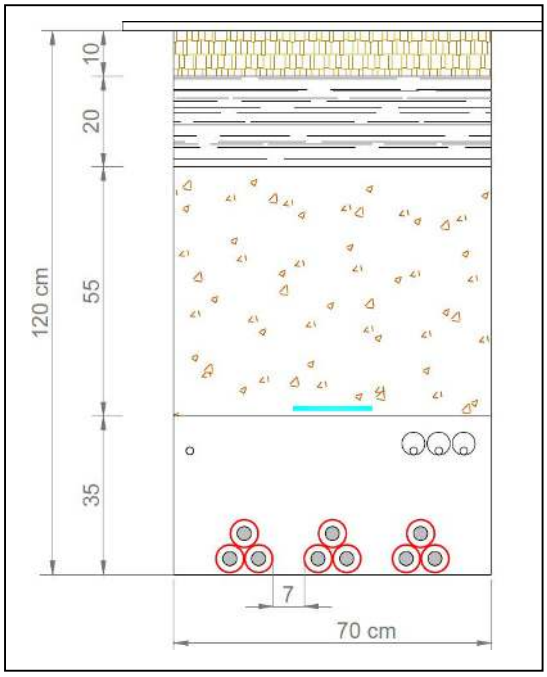


Figura 10 - Sezione tipo del cavidotto interrato MT composto da n.3 terne di cavi su strada asfaltata

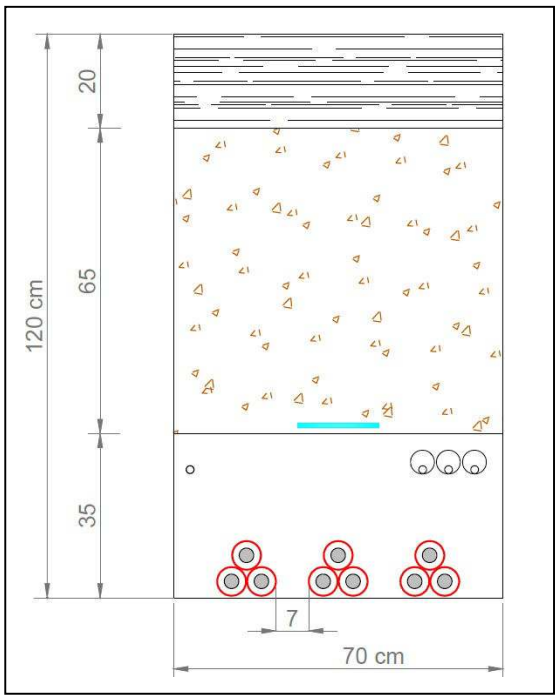


Figura 9 - Sezione tipo del cavidotto interrato MT composto da n.3 terne di cavi su strada sterrata

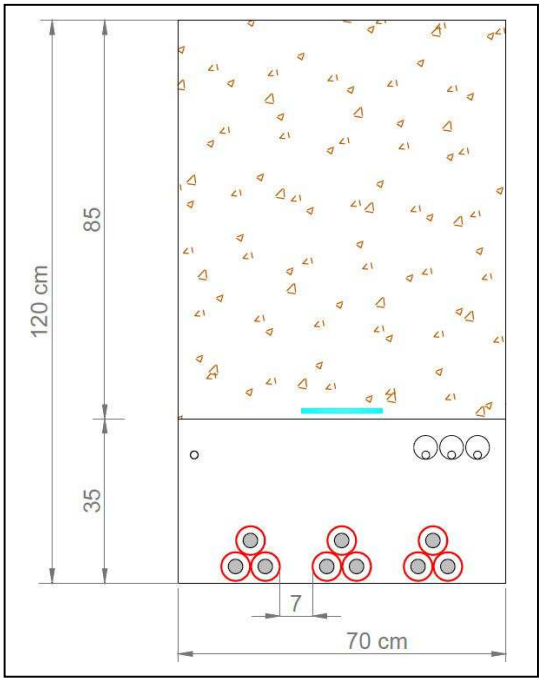


Figura 11 - Sezione tipo del cavidotto interrato MT composto da n.3 terne di cavi su terreno

e nella figura seguente si riportano i materiali di riempimento per le tre tipologie di scavi sopradescritti:

Figura 12 - Materiali di riempimento per tipologia di scavo

Sui fondi di terreno privati interessati dal tracciato del cavidotto in oggetto, verrà apposta una servitù di

elettrodotto per una fascia di 2.5 m a destra e a sinistra dell'asse del cavidotto.

12.TRACCIATO DEI CAVIDOTTI IN MT

Come riportato in precedenza, sia lungo il percorso dei cavidotti di connessione tra gli aerogeneratori d'impianto che lungo il tracciato che collega il punto di congiunzione dei cavidotti (denominato punto B) alla stazione utente di trasformazione MT/AT, i cavidotti in MT composti da numero di terne e sezioni differenti, incontreranno dei corsi d'acqua o fossi, e degli acquedotti. Il tracciato dei cavidotti si svilupperà prevalentemente su strade esistenti, e in parte minore su terreni agricoli fino ad arrivare alla stazione utente di trasformazione MT/AT.

Oggetto del presente studio sarà pertanto l'analisi delle interferenze riscontrate lungo il percorsodei cavidotti in precedenza menzionati. Nella tabella successiva sono riportati i nomi dei percorsistradali interessati a partire dall'area d'impianto fino alla Stazione Utente ed i relativi percorsi dei cavidotti:

Percorso	[m]
Strada comunale della stazione di Bonefro	990
SS87 (Strada Statale Sannitica)	8047
Contrada Serra del Parco	2498
SS212 bis Santeliana	5224.8
SP40	1020.5
Strada Comunale San Benedetto	1884
Strada Comunale Surlenza	745.3
Strada Comunale Rocclapparone	766.7
Strada Comunale Piana Sant'Antuono	922.4
Strada Vicinale Serra del Cigno	2003.5
Strada Vicinale	1875
Terreni Agricoli	1748

Tabella 8 - Percorso dei cavidotti in MT e lunghezze dei tratti

Nel seguito si riporta un inquadramento utile ad una visione complessiva del percorso dei cavidotti in MT (in arancione), degli acquedotti (in verde) e dei corsi d'acqua (in ciano) rimandando agli elaborati di progetto per le rappresentazioni cartografiche e catastali di dettaglio. I riquadri colorati lungo tutto il percorso dei cavi, fanno riferimento agli ingrandimenti delle figure successive.

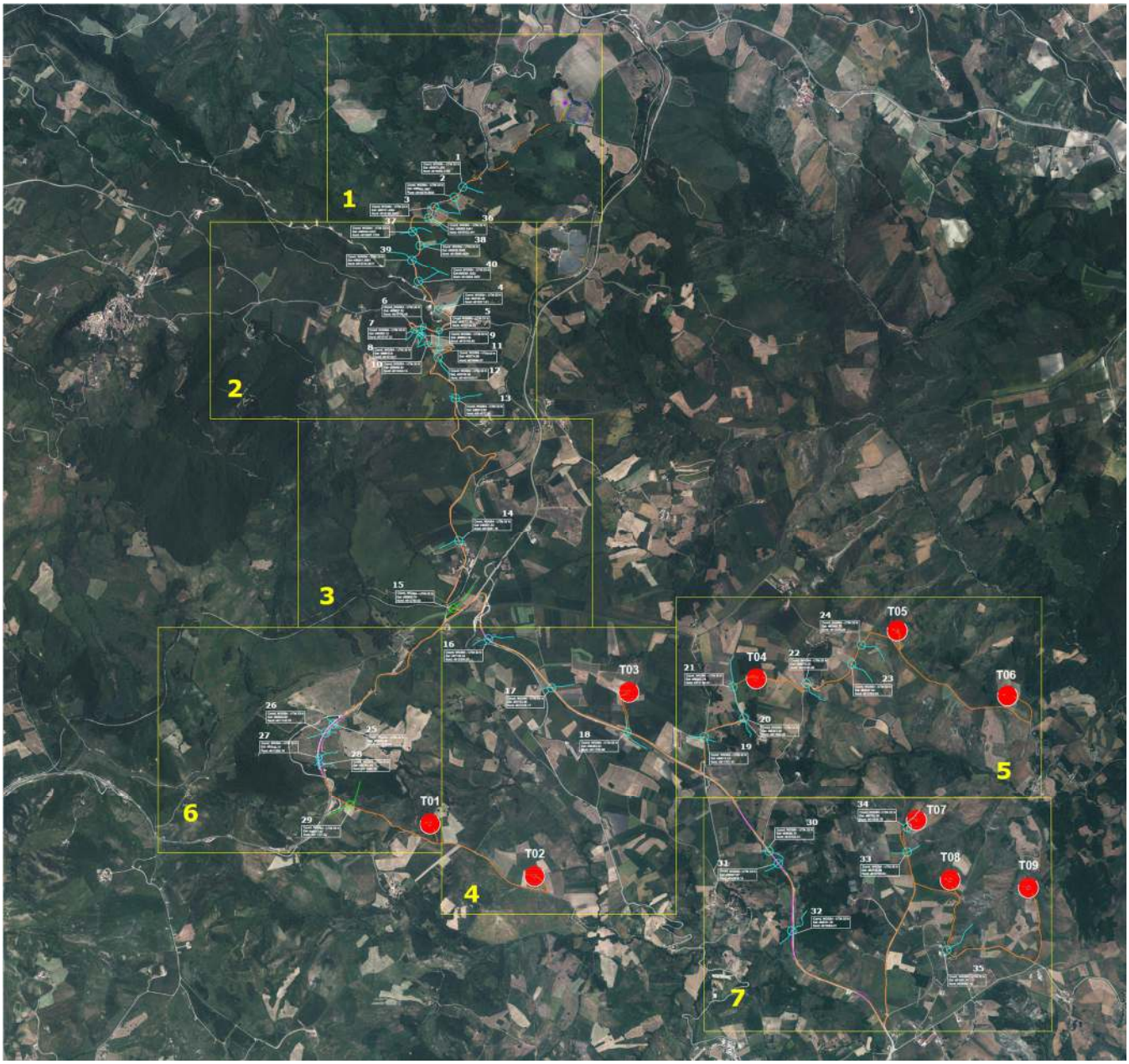


Figura 13 - Inquadramento su ortofoto: impianto eolico, cavidotti in MT (in arancione) e attraversamento delle interferenze.

Figura 14 - Riquadro 1 di Figura 13 che mostra l'attraversamento di corsi d'acqua in quattro punti (N°1-2-3-36).

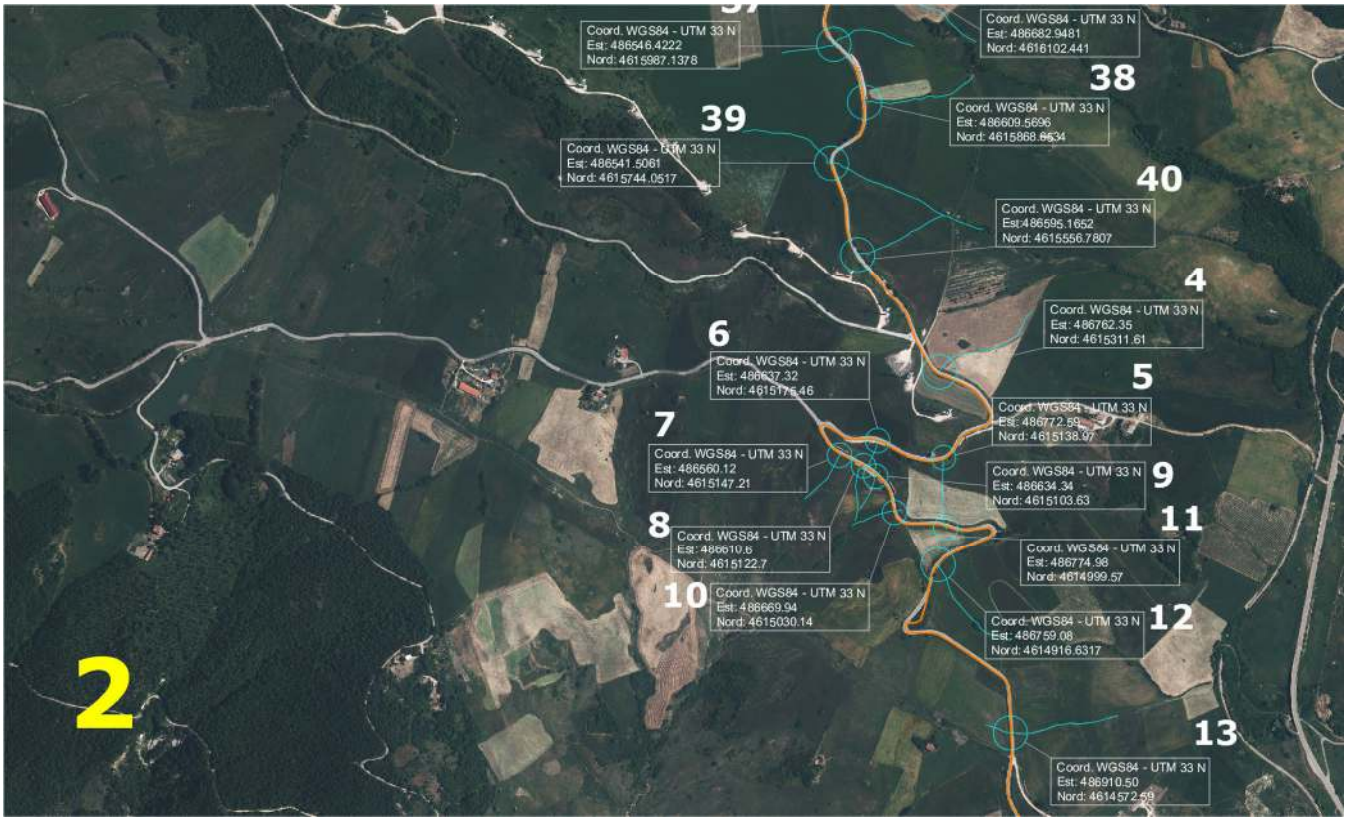


Figura 15 - Riquadro 2 di Figura 13 che mostra l'attraversamento di corsi d'acqua in 13 punti (da 4 a 13 e da 37 a 40)

Figura 16 - Riquadro 3 di Figura 13 in cui è visibile l'attraversamento di corsi d'acqua in un punto (N°14), e l'attraversamento di un acquedotto interrato in un punto (N°15).

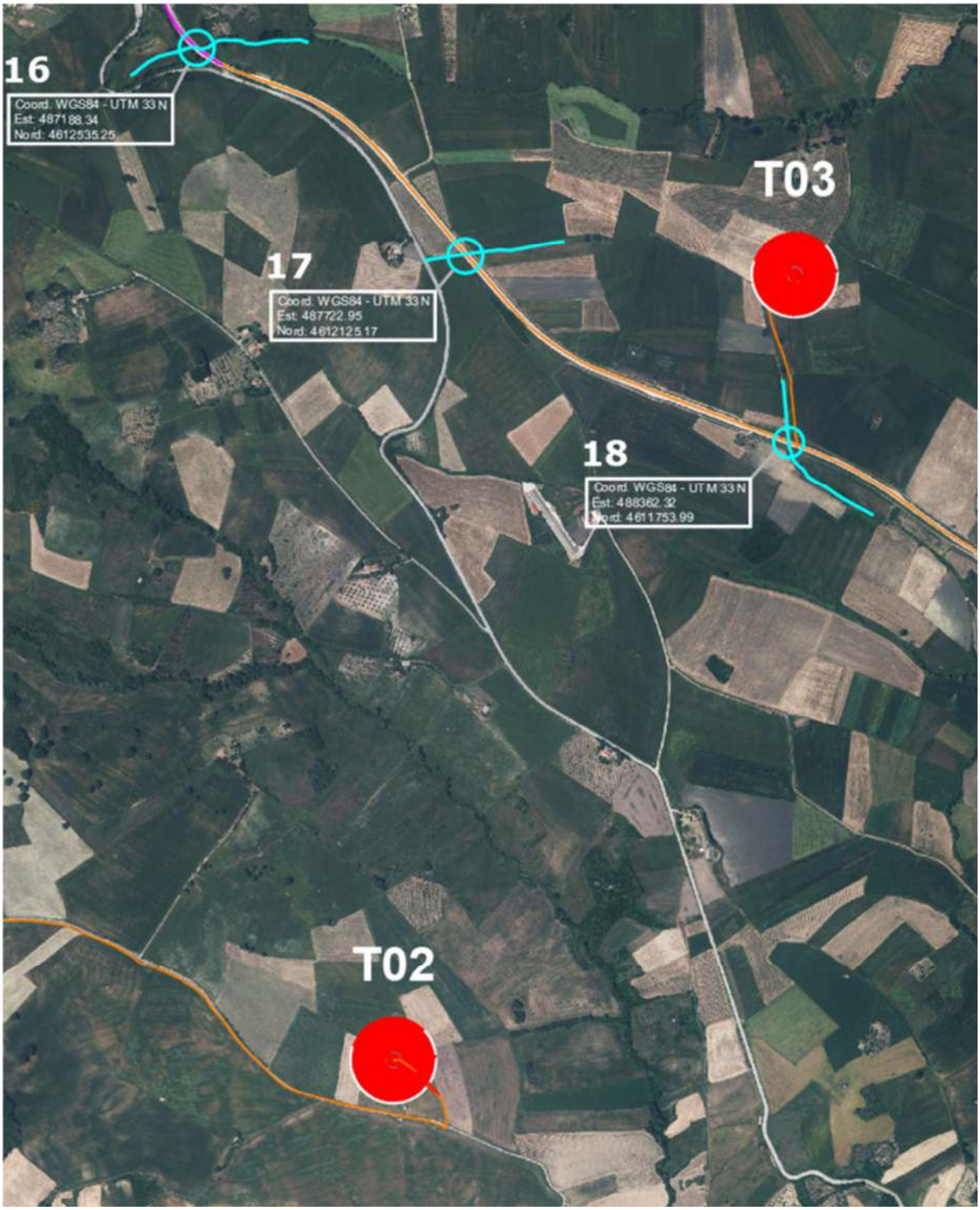


Figura 17 - Riquadro 4 di Figura 13 in cui è visibile l'attraversamento di corsi d'acqua in tre punti (N°16-N°17-N°18)

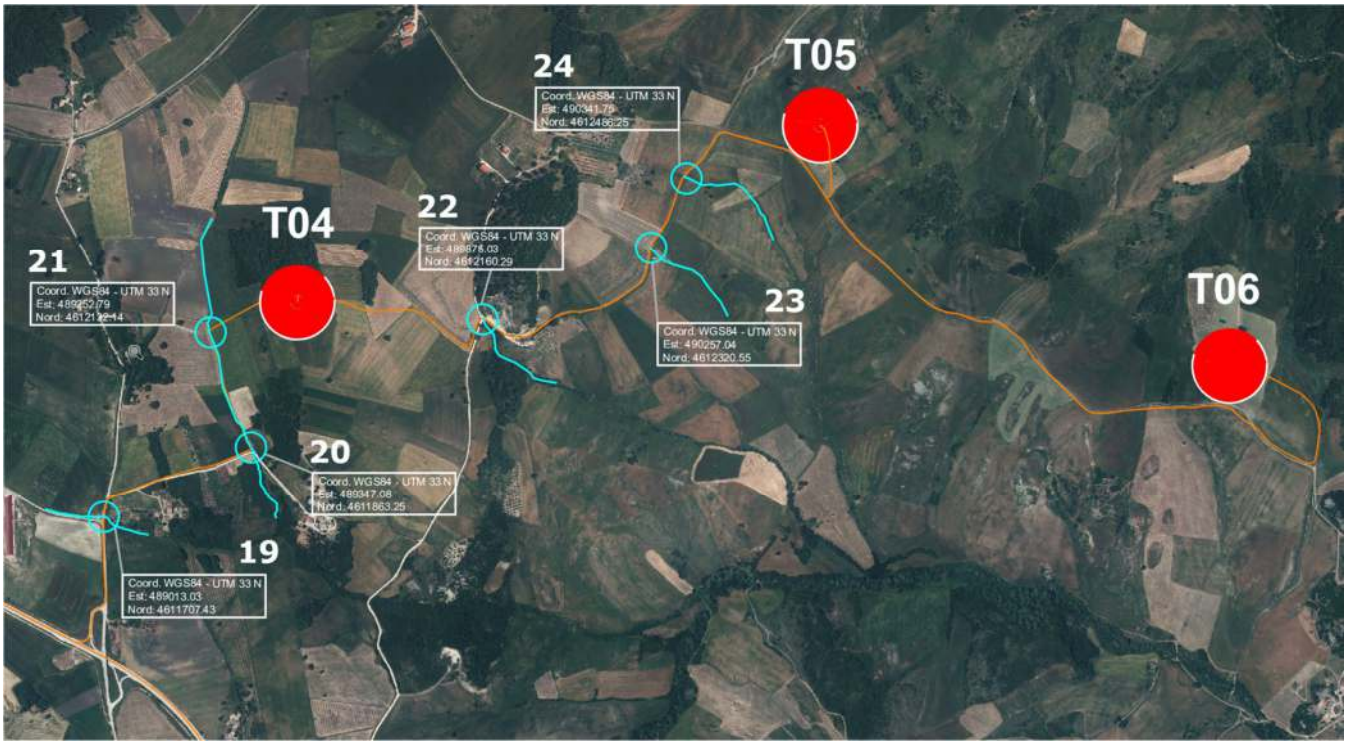


Figura 18 – Riquadro 5 di Figura 13 in cui è visibile l'attraversamento di corsi d'acqua in quattro punti (N°19-22-23-24) e un parallelismo tra un corso d'acqua e il cavidotto (da N°20 a N°21).

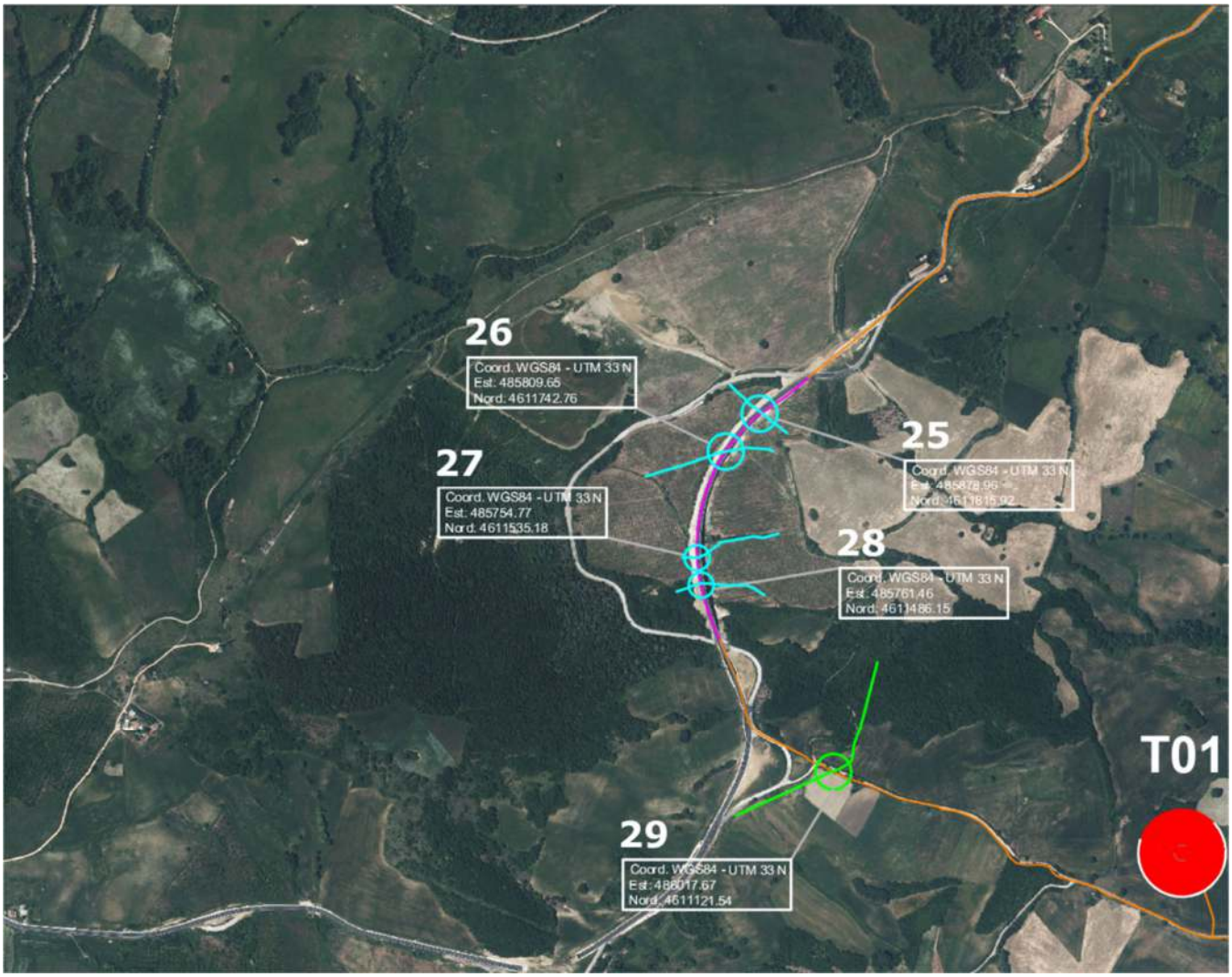


Figura 19 - Riquadro 6 di Figura 13 in cui è visibile l'attraversamento di corsi d'acqua in un quattro punti (da N°25 a N°28) e di un acquedotto interato (N°29).

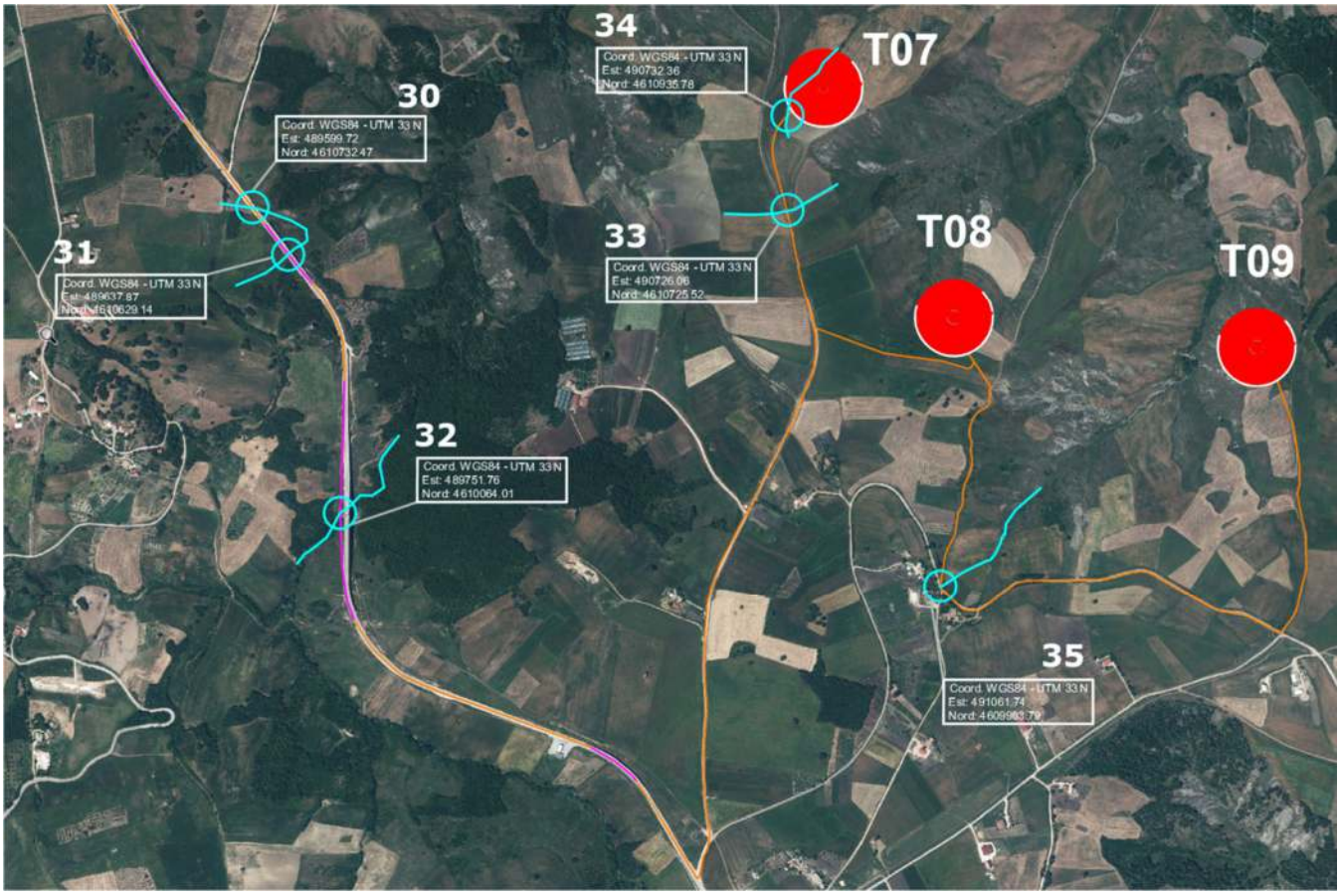


Figura 20 - Riquadro 7 di Figura 13 in cui è visibile l'attraversamento di corsi d'acqua in sei punti (da N°30 a N° 35).

13. PRESCRIZIONI SULLA DETERMINAZIONE DELLE DISTANZE

Il rispetto delle prescrizioni sulle distanze, di cui ai precedenti paragrafi, sarà accertato con rilievi diretti eseguiti sul campo e saranno determinate in base alle strutture preesistenti, quale risulta dalle registrazioni disponibili presso i relativi esercenti e, se del caso, mediante sondaggi di verifica effettuati sul luogo.

14. CARATTERISTICHE DEL CAVIDOTTO IN AT A 36 kV

14.1 CARATTERISTICHE TECNICHE DEL CAVO IN AT E DIMENSIONAMENTO

Il cavo che si prevede di utilizzare per la connessione della stazione utente di trasformazione allo stallo nella SE è del tipo ARE4H5EE (o similari) unipolare, con conduttore in alluminio, sistema di isolamento in XLPE, schermo metallico in alluminio e doppio rivestimento in politene con grafitatura esterna (PE), conforme alle specifiche IEC e CENELEC, i cui cavi unipolari verranno posati in orizzontale nello scavo, direttamente senza protezione meccanica aggiuntiva ed opportunamente distanziati tra di loro.

Nella tabella successiva sono riportate le caratteristiche tecniche ed elettriche del cavo in AT utilizzato in questa

fase progettuale.

ARE4H5EE 20,8/36kV 1x... SK2														
Type	Conductor diameter nominal	Insulation thickness min.	Insulation diameter nominal	Sheaths thickness nominal	Cable diameter approx	Cable weight indicative	Electrical resistance of conductor at 20 °C - d.c. max	Electrical resistance of conductor at 90 °C - a.c.	X at 50 Hz	C	Current capacity in ground at 20 °C	Current capacity in free air at 30 °C	Short circuit current conductor Tmax 250°C	Short circuit current screen Tmax 150°C
n° x mm²	mm	mm	mm	mm	mm	kg/km	Ω/km	Ω/km	Ω/km	µF/km	A	A	kA x 1,0 s	kA x 0,5 s
1x95	11,5	8,1	29,5	2,0+2,0	42,5	1.400	0,320	0,411	0,138	0,168	223	290	9,0	2,1
1x120	13,1	7,9	30,7	2,0+2,0	43,8	1.520	0,253	0,325	0,132	0,185	253	334	11,3	2,2
1x150	14,3	7,6	31,3	2,0+2,0	44,4	1.600	0,206	0,265	0,127	0,201	282	377	14,2	2,2
1x185	16,0	7,4	32,6	2,0+2,0	45,8	1.740	0,1640	0,211	0,122	0,221	320	432	17,5	2,3
1x240	18,5	7,1	34,5	2,0+2,0	47,8	1.960	0,1250	0,161	0,116	0,252	370	510	22,7	2,3
1x300	20,7	6,8	36,1	2,0+2,0	49,5	2.160	0,1000	0,129	0,111	0,283	417	584	28,3	2,4
1x400	23,5	6,9	39,1	2,0+2,0	52,6	2.510	0,0778	0,101	0,107	0,308	478	681	37,8	2,6
1x500	26,5	7,0	42,6	2,0+2,0	56,3	2.960	0,0605	0,079	0,104	0,337	545	792	47,2	2,9
1x630	30,0	7,1	46,3	2,0+2,0	60,2	3.510	0,0469	0,063	0,100	0,367	620	920	59,5	3,0
1x800	34,2	7,2	50,7	2,0+2,0	64,8	4.220	0,0367	0,050	0,096	0,402	700	1061	75,6	3,3

Tabella 9 - Caratteristiche tecniche ed elettriche del cavo in AT a 36 kV

Di seguito si riporta a titolo illustrativo la sezione del cavo che verrà utilizzato:

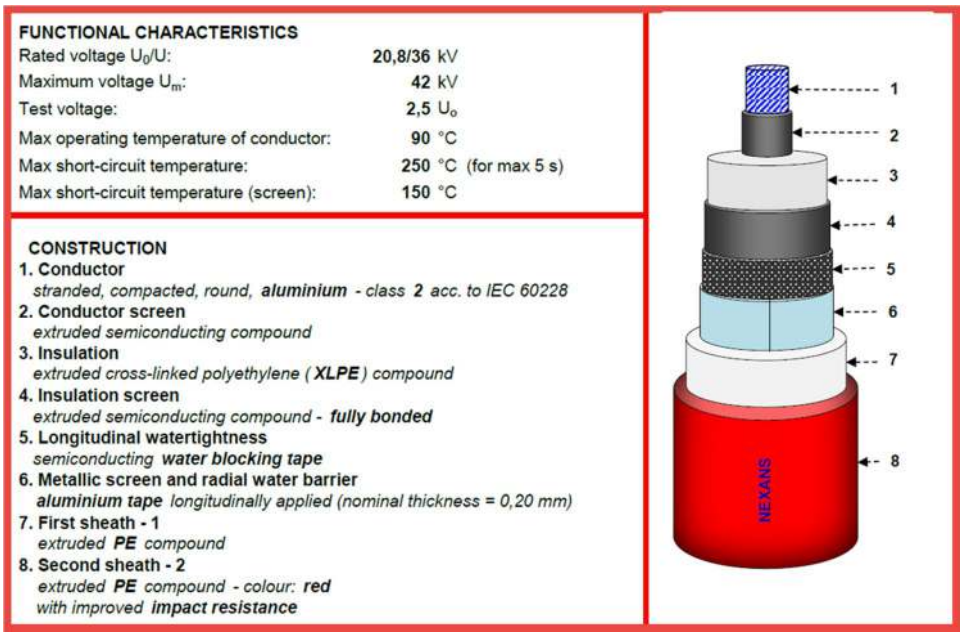


Figura 21 - Sezione del cavo in AT

Il conduttore è generalmente tamponato per evitare la accidentale propagazione longitudinale dell'acqua. Sopra il conduttore viene applicato prima uno strato semiconduttivo estruso, poi l'isolamento XLPE e successivamente un nuovo semiconduttivo estruso; su quest'ultimo viene avvolto un nastro semiconduttivo igroespandente, anche in questo caso per evitare la propagazione longitudinale dell'acqua. Gli schermi metallici intorno ai conduttori di fase dei cavicon isolamento estruso hanno la funzione principale di fornire una via di circolazione a bassa impedenza alle correnti di guasto in caso di cedimento di isolamento. Pertanto essi saranno dimensionati in modo da sostenere le massime correnti di corto circuito che si possono presentare. Sopra lo schermo di alluminio viene

applicata la guaina aderente di polietilene nera e grafitata avente funzione di protezione anticorrosiva ed infine la doppia protezione esterna meccanica. Tali dati potranno subire adattamenti comunque non essenziali dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori.

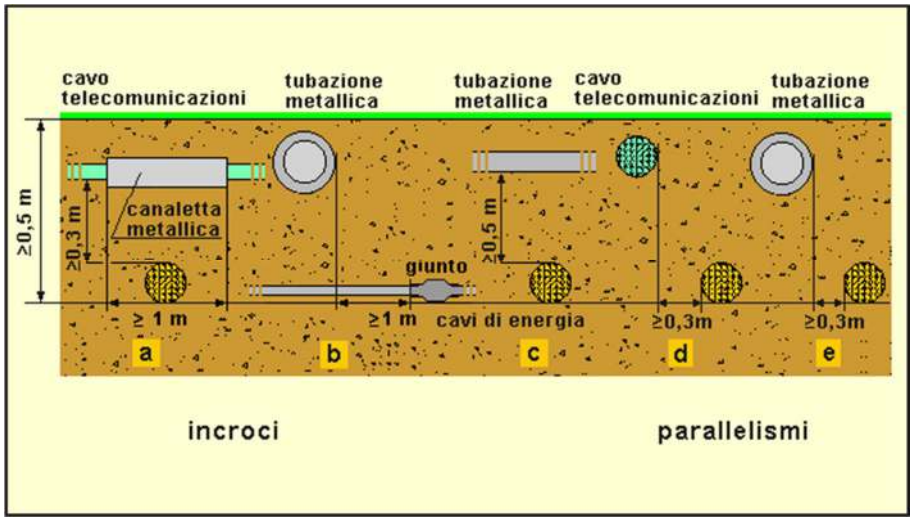
14.2 MODALITÀ DI POSA DEL CAVO IN AT

Il cavo sarà interrato ed installato normalmente in una trincea della profondità minima di 1,6 m,con disposizione delle fasi a trifoglio (Figura 28). Nello stesso scavo, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, sarà posato un cavo con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati. Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verràcorretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento 'mortar'. I cavi saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario ancheda una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm. La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto.

Qualora ci siano degli attraversamenti delle opere interferenti, saranno eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

Tra le possibili modalità di collegamento degli schermi metallici sarà utilizzata la cosiddetta modalità del cross bonding, in cui gli schermi vengono messi francamente a terra ed in corto circuito tra loro all'estremità di partenza della prima tratta ed all'estremità di arrivo della terza;mentre tra due tratte adiacenti gli schermi sono isolati da terra e uniti fra loro con collegamentoincrociato.

Nel caso in cui il cavidotto venga posato in vicinanza di altri cavi, tubazioni metalliche serbatoi e cisterne di carburante, deve rispondere a prescrizioni particolari ed essere installato rispettando distanze minime contente nella Norma CEI 11-17. Di seguito sono riassunte le principali distanze minime tra cavi di energia con altri cavi o tubazioni, negli incroci e nei parallelismi:



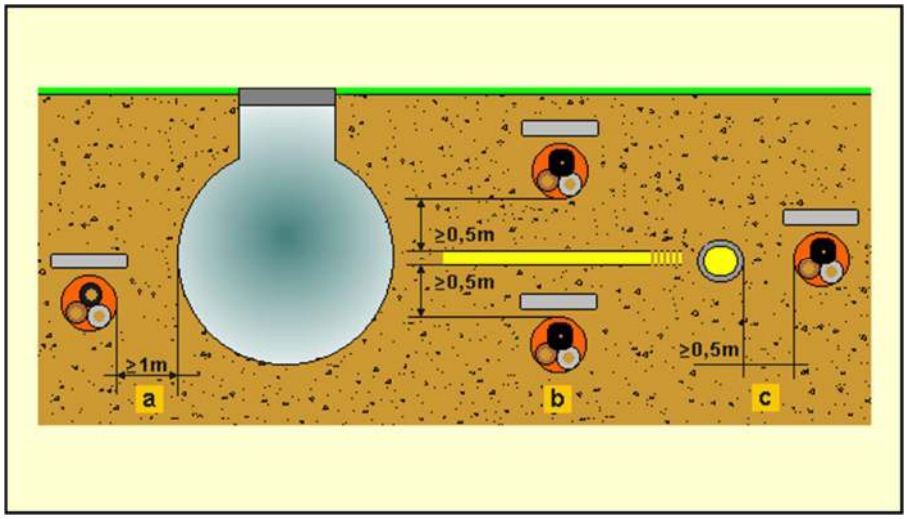


Figura 22: Distanze minime con altri cavi, tubazioni metalliche serbatoi e cisterne di carburante

Le distanze di sicurezza con i cavi di energia che sono posati in tubo o condotto in presenza di tubazioni per il trasferimento di fluidi infiammabili sono fissate dal DM 24/11/1984 "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8" e dovranno di volta in volta essere concordate con gli enti distributori del gas.

15. RAGGI DI CURVATURA DEI CAVI

La curvatura dei cavi deve essere tale da non provocare danno ai cavi stessi. L'articolo 4.3.3 della norma CEI 11-17 Ed.III, riporta il valore dei raggi di curvatura minimi da rispettare nella posa del cavo, per impedire l'insorgere di deformazioni permanenti al cavo stesso che possano compromettere l'affidabilità in esercizio. Durante le operazioni di posa dei cavi per installazionefissa, se non altrimenti specificato dalle norme specifiche o dai costruttori, i raggi di curvatura dei cavi, misurati sulla generatrice interna degli stessi, non devono essere inferiori a:

- cavi sotto guaina di alluminio, con o senza altri tipi di rivestimento metallico, 30 D;
- cavi senza guaina di alluminio, sotto guaina di piombo, con o senza altri tipi dirivestimento metallico, 16 D;
- cavi senza guaina di alluminio o di piombo, ma dotati di altro rivestimento metallico qualearmatura, conduttore concentrico, schermatura a fili o nastri (inclusi i nastri sottili longitudinali placati o saldati), 14 D;
- cavi senza alcun rivestimento metallico, 12 D;

dove D è il diametro esterno del cavo. Nel caso di cavi multipolari costituiti da più cavi unipolaricordati ad elica visibile il diametro D da prendere in considerazione è quello pari a 1,5 volte il diametro esterno del cavo unipolare di maggior diametro. Nel caso di cavi senza alcunrivestimento metallico, il raggio minimo di curvatura sopra indicato vale per conduttori di classe1 e 2 (definita secondo la Norma CEI 20-29); per cavi con conduttori di classe 5 e 6 (sempre secondo la Norma CEI 20-29) tale raggio può essere ridotto del 25%. Nel caso di posa in condizioni favorevoli, i raggi di curvatura sopra indicati possono essere ridotti per arrivare fino alla metà per curvatura finale

eseguita su sede sagomata e con temperatura non inferiore a 15°C, salvo diversa indicazione del fabbricante.

16. SOLLECITAZIONI A TRAZIONE

Durante l'installazione i cavi saranno soggetti a sforzi permanenti di trazione, pertanto si adotteranno cavi (autoportanti con organo portante) in grado sopportare la trazione. Gli sforzi di tiro necessari durante le operazioni di posa dei cavi non vanno applicati ai rivestimenti protettivi, bensì ai conduttori. Per un conduttore in alluminio, lo sforzo di trazione massimo consentito non deve essere superiore a 50 N/mmq, dunque ari a 27750 N, ad esempio per un conduttore 3x1x185 mmq. Se il cavo è provvisto di un'armatura, a fili o piattine, necessaria quando il previsto sforzo di tiro supera il valore sopportabile dai conduttori come detto sopra, laforza di tiro va applicata all'insieme dei conduttori e dell'armatura, ma non deve superare del 25% le sollecitazioni ammissibili sui conduttori di cui al capoverso precedente. Si adotteranno accorgimenti tali da impedire la rotazione del cavo sul proprio asse quando è sottoposto a tiro.

17. PROTEZIONI CONTRO LE SOVRACORRENTI

17.1 SOLLECITAZIONI TERMICHE E DINAMICHE

Il riscaldamento dovuto ad una sovracorrente provoca dilatazioni tra i vari componenti metallicie non metallici del cavo le quali, sovrapponendosi alle condizioni di ridotta resistenza dei materiali riscaldati, possono causare lesioni o invecchiamenti tali da rendere inutilizzabile il cavo. Le protezioni contro le sovracorrenti saranno previste in maniera tale da contenere le temperature massime dei conduttori entro i limiti stabiliti in questo caso i valori delle temperature massime di esercizio e di cortocircuito nel caso dell'isolante in cavo di polietilene reticolato XLPE, con temperatura massima di esercizio 90 °C e Max temperatura di corto circuitopari a 250°C che danno un valore del coefficiente K in funzione delle temperature iniziali e finalidi cortocircuito per conduttori in alluminio di 92.

Per i cavi unipolari e per i cavi multipolari ad elica visibile, gli effetti dinamici sono assorbiti dai dispositivi di fissaggio dei cavi che devono essere conseguentemente dimensionati e distanziati.

17.2 DISPOSITIVI DI PROTEZIONE

Nelle linee in cavo i conduttori attivi devono essere protetti mediante installazione di uno o più dispositivi di interruzione automatica, tra loro coordinati, contro i sovraccarichi e contro i cortocircuiti che assicurino l'interruzione dei conduttori di fase. Tali dispositivi possono assicurare:

a) unicamente la protezione contro sovraccarichi;
b) unicamente la protezione contro i cortocircuiti;
c) la protezione contro entrambi i tipi di sovracorrente.

Nel caso:

a) essi possiedono generalmente un potere di interruzione inferiore alla corrente presunta di cortocircuito nell'impianto, ma devono essere in grado di sopportare tale corrente perla durata richiesta per il funzionamento dei dispositivi di protezione contro cortocircuito;
b) essi devono possedere un potere di interruzione almeno pari alla corrente presunta di cortocircuito nel punto in cui sono stati installati;
c) essi devono sopportare e interrompere ogni corrente compresa tra il valore della loro corrente convenzionale di funzionamento ed il valore della corrente presunta di cortocircuito nel punto in cui sono installati.

17.3 PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI CORTO CIRCUITO

Le linee in cavo devono essere di norma protette contro le correnti di cortocircuito da dispositivisituati a monte della linea, con tempi di intervento sufficientemente rapidi da evitare danni nonaccettabili al cavo. Ad evitare il deterioramento dell'isolamento, il tempo di intervento deve essere tale che la temperatura dei conduttori non superi il limite massimo ammesso per qualunque valore di sovracorrente risultante da un cortocircuito in ogni punto del cavo protetto.

17.4 PROTEZIONE CONTRO IL SOVRACCARICO

La protezione dei cavi contro i sovraccarichi avrà lo scopo di prevedere la loro interruzione primache si possano verificare effetti nocivi sia ai componenti del cavo, sia alle connessioni, sia all'ambiente esterno limitrofo. Le protezioni saranno situate sia a monte che a valle del cavo, incorrispondenza dei punti di prelievo del carico.

18. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI

18.1 USO DEI RIVESTIMENTI METALLICI DEI CAVI

Le guaine metalliche, i conduttori concentrici, gli schermi metallici e le armature, se rispondentialle prescrizioni delle norme relative, sono mezzi di protezione sufficienti contro i contatti diretti,purché siano soddisfatte tutte le seguenti condizioni:

1 il rivestimento metallico sia posto sotto una guaina non metallica qualora esista pericolodi danneggiamento chimico meccanico;
2 sia assicurata la continuità longitudinale del rivestimento metallico per tutto il percorsodel cavo;
3 il rivestimento metallico sia messo a terra rispettando le disposizioni;
4 la resistenza elettrica del rivestimento metallico insieme con quella dei relativi collegamenti a terra e di continuità sia tale da rispondere ai requisiti.

Nel caso di terne di cavi unipolari, la continuità dei rivestimenti metallici sarà assicurata anche quando si ricorra alla loro trasposizione ciclica su tre tratti di lunghezza praticamente uguale inmodo da annullare la tensione complessiva indotta nella guaina o schermo metallico.

18.2 MESSA A TERRA DEL RIVESTIMENTO METALLICO DEI CAVI

Tutti i rivestimenti metallici dei cavi saranno messi a terra almeno alle estremità di ogni collegamento, per collegamenti di grande lunghezza sarà inserita la messa a terra del rivestimento metallico in corrispondenza dei giunti a distanze non superiori ai 5 km. Per collegamenti corti, in genere non superiore al km, è pure consentita la messa a terra del rivestimento metallico in un sol punto purché vengano adottate le seguenti precauzioni:

in corrispondenza delle terminazioni e delle interruzioni dei rivestimenti metallici, se accessibili, devono essere applicate opportune protezioni attive ad evitare tensioni di contatto superiori ai valori ammessi dalla Norma CEI 11-1;

la guaina non metallica di protezione del cavo deve essere in grado di sopportare la massimatensione totale di terra dell'impianto di terra al quale il rivestimento metallico è collegato.

Per i sistemi in AT dove il neutro è francamente collegato a terra e le correnti di guasto a terra sono molte elevate, sarà raccomandabile installare parallelamente ai cavi un conduttore di terradi sezione adeguata a sopportare le correnti di guasto e ridurre le sovratensioni transitorie di sequenza zero. Dove il cavo ha più rivestimenti metallici, essi saranno connessi in parallelo, salvo nel caso di cavi appartenenti a circuiti di misura o segnalamento. Per il collegamento tra ilrivestimento metallico del cavo ed il conduttore di terra, verrà ammesso l'impiego di adeguati connettori a compressione; inoltre, per i cavi con rivestimento metallico a nastri o a tubo, è anche ammessa la saldatura dolce o la brasatura. In ogni caso occorre verificare che, in relazione alle caratteristiche delle guaine o dei rivestimenti metallici, i loro collegamenti a terra, incluse le connessioni, siano tali da escludere il proprio danneggiamento e quello delle guaine o rivestimenti metallici per effetto delle massime correnti che vi possono circolare.

18.3 MESSA A TERRA DELLE PARTI METALLICHE DELLE CANALIZZAZIONI

Tutte le parti metalliche destinate a sostenere o contenere cavi di energia ed i loro accessori verranno elettricamente collegate tra loro a terra secondo quanto previsto dalla Norma CEI 11-1. Per i collegamenti in cavo in AT, con neutro francamente a terra, si dovranno mettere a terrale parti metalliche.

19.DISPOSITIVI DI PROTEZIONE

I dispositivi di protezione saranno costituiti da involucri (cassette o tubi) preferibilmente in acciaio zincato a caldo o inossidabile, con pareti di spessore non inferiore a 2 mm. Sono ammessiinvolucri protettivi differenti da quelli sopra descritti purché presentino adeguata resistenza meccanica e sono, quando il materiale di cui sono costituiti lo renda necessario, protetti contro la corrosione.

20.CAMPI ELETTROMAGNETICI

Si rimanda alla relazione d'impatto elettromagnetico allegata al seguente progetto (SRG-SLP-RIE) per il calcolo del campo magnetico generato dai cavi in MT ed AT.