






Luca Barberini

		<i>Virgili</i>	<i>Barberini</i>	<i>Brulli</i>	
A	8.4.2026	097	013	093	Emissione per autorizzazione
REVISIONE	DATA	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
CODICE PRATICA CAPOFILA C.P. 202304178					TIPOLOGIA IMPIANTO CAPOFILA / POTENZA IN IMMISSIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA NOMINALE E IN IMMISSIONE 79,2 MW
CAPOFILA MENINAS Srl Via Barberini, 95 00187 - Roma (RM)					IMPIANTO LINEA 132 kV MIRANDOLA CP - CREVALCORE CP
INGEGNERIA & COSTRUZIONI BRULLI trasmissione					TITOLO RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA
SCALA -	FORMATO A4	FOGLIO / DI 1 / 30		N. DOCUMENTO 4 6 8 7 0 1 A	


 Reggio nell'Emilia - ITALIA	Progetto LINEA 132 kV MIRANDOLA CP – CREVALCORE CP Relazione tecnico illustrativa	Documento e revisione 468701A 2
<p>Sommario</p> <p>1 PREMESSA.....4</p> <p>2 MOTIVAZIONI DELL’OPERA.....4</p> <p>3 QUADRO NORMATIVO4</p> <p>4 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO4</p> <p>5 UBICAZIONE DELL'INTERVENTO.....5</p> <p> 5.1 Criteri di progettazione5</p> <p> 5.2 Competenze amministrative territoriali6</p> <p> 5.3 Opere attraversate.....8</p> <p> 5.4 Inquadramento nella pianificazione urbanistica8</p> <p> 5.5 Procedimenti in esecuzione e conclusi nel territorio comunale.....8</p> <p> 5.6 Accessi alle aree di cantiere.....9</p> <p>6 VINCOLI9</p> <p> 6.1 Vincoli9</p> <p> 6.2 Inserimento opera.....9</p> <p> 6.3 Inquadramento nella rete elettrica nazionale10</p> <p> 6.4 Valutazione interferenze con aree di interesse paesaggistico tutelate per legge11</p> <p> 6.5 Valutazione interferenze con vincolo idrogeologico ai sensi RD 3267/1923.....11</p> <p> 6.6 Valutazione interferenze con aree sottoposte a vincoli del patrimonio floristico, faunistico e aree protette11</p> <p> 6.7 Valutazione interferenze con aree a pericolosità idraulica o frana.....11</p> <p> 6.8 Valutazione interferenze con opere minerarie.....11</p> <p> 6.9 Controllo prevenzione incendi11</p> <p> 6.10 Valutazione compatibilità ostacoli e pericoli per la navigazione aerea11</p> <p>7 DATI DI PROGETTO.....11</p> <p> 7.1 Condizioni ambientali11</p> <p> 7.2 Dati elettrici di progetto degli elettrodotti12</p> <p>8 CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE - ELETTRODOTTO AEREO.....12</p> <p> 8.1 Distanza fra i sostegni12</p> <p> 8.2 Conduttori e fune di guardia con fibre ottiche.....12</p> <p> 8.2.1 Conduttore di energia ZTACIR (ZTAL) ø22,75 mm.....12</p> <p> 8.2.2 Conduttore di guardia con fibre ottiche13</p> <p> 8.2.3 Stato di tensione meccanica13</p> <p> 8.3 Sostegni.....13</p> <p> 8.4 Isolamento15</p> <p> 8.4.1 Caratteristiche geometriche15</p> <p> 8.4.2 Caratteristiche elettriche15</p> <p> 8.4.3 Morsetteria ed armamenti17</p> <p> 8.5 Armamenti17</p> <p> 8.6 Fondazioni17</p> <p> 8.6.1 Fondazioni superficiali (Fondazioni a plinto con riseghe – a piedini separati)19</p> <p> 8.6.2 Fondazioni ancorate con tiranti.....19</p> <p> 8.6.3 Fondazioni profonde (Pali trivellati)19</p> <p> 8.6.4 Fondazioni profonde (Micropali)19</p>		

8.7	Messa a terra dei sostegni	20
8.8	Caratteristiche dei componenti	20
8.9	Modalità realizzative	20
9	CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE – CAVIDOTTO INTERRATO	20
9.1	Componenti del collegamento in cavo	20
9.2	Caratteristiche elettriche del conduttore	21
9.3	Composizione dell'elettrodotto	22
9.4	Modalità di posa e di attraversamento	22
9.5	Buche giunti	23
9.6	Collegamento degli schermi	23
9.7	Modalità tipiche per l'esecuzione degli attraversamenti	25
9.8	Terminali	26
9.9	Sistema di telecomunicazioni	26
9.10	Modalità realizzative	27
10	TERRE E ROCCE DA SCAVO	27
11	RUMORE	28
12	INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE	28
13	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	28
14	STIMA DEI TEMPI DI REALIZZAZIONE	28
15	AREE IMPEGNATE	28
16	SICUREZZA NEI CANTIERI	28
17	RIFERIMENTI NORMATIVI	29
17.1	Leggi	29
17.2	Norme tecniche	29

 Reggio nell'Emilia - ITALIA	Progetto LINEA 132 kV MIRANDOLA CP – CREVALCORE CP Relazione tecnico illustrativa	Documento e revisione 468701A 4
<p>1 PREMESSA</p> <p> Oggetto della presente relazione, è illustrare le principali caratteristiche di progetto relative al potenziamento dell'elettrodotto 132 kV esistente che collega la cabina primaria 132 kV Crevalcore con la cabina primaria Mirandola. Si sottolinea inoltre che lungo la tratta della linea 132 kV è previsto l'inserimento in entra-esce della futura stazione SE RTN 132 kV Regina del Bosco, descritta nei documenti di cui alla presente progettazione. Per questo motivo la linea 132 kV oggetto di potenziamento sarà suddivisa nelle seguenti tratte: "Crevalcore CP – Regina del Bosco" e "Regina del Bosco – Mirandola CP". </p> <p> L'opera in oggetto verrà realizzata principalmente per consentire la connessione di impianti di produzione energia da fonte rinnovabile. I produttori hanno eletto come capofila la società Meninas Srl (CP202304178), quale capofila del tavolo tecnico per la progettazione delle opere richieste da Terna in sede di STMG, seguito voltura della pratica dalla società Greening Italy EWD Srl. </p> <p>2 MOTIVAZIONI DELL'OPERA</p> <p> Al fine di permettere il collegamento alla RTN dell'impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile della società capofila e degli altri partecipanti al tavolo tecnico, Terna ha previsto ed indicato nelle Soluzioni Tecniche Minime Generali (STMG) ricadenti nell'area la necessità di realizzare le seguenti opere RTN: </p> <ul style="list-style-type: none"> • Opera 1 – Stazione elettrica 132 kV, denominata "Regina del Bosco"; • Opera 2 – Raccordi in entra-esce della suddetta SE alla linea RTN 132 kV "Mirandola CP - Crevalcore CP", che sarà anche oggetto di ripotenziamento. I raccordi in progetto sono pertanto parte integrante di detto intervento e pertanto sono trattati in questa relazione. <p> Secondo quanto previsto dal DLgs 190/2024 e ss.mm.ii., la società proponente, in qualità di capofila del summenzionato raggruppamento, nell'ambito del proprio progetto eolico offshore ha sviluppato ed intende portare in autorizzazione le suddette opere RTN. Il medesimo progetto sarà inoltre reso disponibile per tutte quelle iniziative di produzione la cui STMG preveda le medesime opere RTN per la connessione. </p> <p> Le opere qui descritte prevederanno una nuova stazione elettrica, composta da una sezione a 132 kV a doppia sbarra con parallelo, oltre che delle opere connesse a queste installazioni. </p> <p>3 QUADRO NORMATIVO</p> <p> Ai sensi del DLgs 25 Novembre 2024, n. 190 e ss.mm.ii., al fine di promuovere, anche nell'interesse delle future generazioni, la massima diffusione degli impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili, gli impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili, gli interventi di modifica, potenziamento, rifacimento totale o parziale degli stessi impianti, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dei medesimi impianti sono considerati di pubblica utilità, indifferibili e urgenti. </p> <p> A tal fine, dette opere sono soggette ad una autorizzazione unica, rilasciata dalla Regione o dal MASE, nel rispetto nel rispetto della tutela dell'ambiente, della biodiversità e degli ecosistemi, dei beni culturali e del paesaggio. La determinazione motivata favorevole di conclusione della conferenza di servizi costituisce il provvedimento autorizzatorio unico e comprende tutti gli atti di assenso, comunque denominati, di competenza delle amministrazioni e dei gestori di beni o servizi pubblici interessati necessari alla costruzione e all'esercizio delle opere relative agli interventi e costituisce, ove occorra, variante allo strumento urbanistico. </p> <p> Ai sensi, inoltre, del Codice di trasmissione, dispacciamento, sviluppo e sicurezza della rete emesso ai sensi del DLgs 11 Maggio 2004 (cd Codice di Rete), il soggetto richiedente che abbia accettato la STMG, ha facoltà di richiedere al Gestore di poter espletare direttamente la procedura autorizzativa fino al conseguimento dell'autorizzazione, oltre che per gli impianti di utenza per la connessione anche per gli impianti di rete per la connessione, ivi inclusi gli interventi sulle reti elettriche esistenti, predisponendo i necessari progetti. In tal caso, il soggetto richiedente è responsabile di tutte le attività correlate alle procedure autorizzative, ivi inclusa la predisposizione della documentazione ai fini delle richieste di autorizzazione alle amministrazioni competenti. </p> <p>4 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO</p> <p> Il perimetro dell'intervento include tutte le attività finalizzate a potenziare gli elettrodotti 132 kV esistenti ed a realizzare i nuovi raccordi alla SE 132 kV Regina del Bosco, secondo lo standard della RTN. Ricordiamo infatti che la stazione elettrica in progetto sarà inserita in entra-esce alla linea 132 kV "Crevalcore CP – Mirandola CP". </p>		

 Reggio nell'Emilia - ITALIA	Progetto LINEA 132 kV MIRANDOLA CP – CREVALCORE CP Relazione tecnico illustrativa	Documento e revisione 468701A 5
	<p>La presente relazione tratta, pertanto, degli elettrodotti 132 kV “Crevalcore CP – SE Regina del Bosco”, “SE Regina del Bosco – Mirandola CP”, compresi entro i seguenti punti fisici:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cabina primaria esistente 132 kV “Crevalcore CP” con ingresso in stazione tramite portale aereo cavo; • Nuova SE RTN 132 kV “Regina del Bosco” con ingresso in stazione tramite Palo Gatto; • Cabina primaria esistente 132 kV “Mirandola CP” con ingresso in stazione tramite Palo Gatto. <p>L'attuale elettrodotto, che collega la “CP Mirandola” con la “CP Crevalcore”, è armato con conduttore ACSR ø22,8mm.</p> <p>La derivazione in antenna della linea 23664F1 (D), localizzata in “T – rigido” sul sostegno P36, collega la cabina primaria 132 kV di San Prospero ed è armata con conduttore ACSR ø31,5 mm. Questa derivazione non è oggetto della presente progettazione.</p> <p>Il gestore della rete ha evidenziato la necessità di potenziare tale linea, per garantire una portata continuativa non inferiore ad 650 A, anche nel periodo estivo. I parametri limite di progettazione, oltre alla portata di corrente, sono il rispetto del franco minimo di legge (come da DM LLPP 21 marzo 1988) e del valore di qualità per i campi magnetici di 3 µT, così come previsto dal DM 8 luglio 2003. Al fine di soddisfare le prescrizioni sopra citate, la progettazione richiede la sostituzione del conduttore ACSR ø22,8 mm con altro conduttore adeguato al soddisfacimento della portata richiesta. Al fine di rispettare i parametri meccanici per i quali la linea risulta essere ad oggi verificata, si ritiene plausibile l'utilizzo di un conduttore alternativo ad alta temperatura come lo ZTACIR o ZTAL ø22,75 mm con portata 696 A estivi a 90° (parametro di riferimento per la massima freccia). L'utilizzo di questo conduttore è previsto anche lungo le tratte in progetto che si discostano dal tracciato esistente.</p>	
	<p>La presente progettazione prevede di mantenere gran parte delle palificazioni esistenti e semplicemente di ritesare le tratte di linea, fatta eccezione per quelle tratte che, anche per il rispetto della distanza dai ricettori sensibili per i campi elettromagnetici, richiedono la modifica del tracciato. In questo caso, il potenziamento si effettuerà mediante la costruzione di nuovi sostegni e la demolizione degli esistenti.</p> <p>Il tratto di elettrodotto tra il sostegno P75N (palo gatto di transizione aereo-cavo) e lo stallo linea all'interno della Cabina Primaria 132 kV di Crevalcore sarà realizzato mediante cavidotto interrato. Questa scelta è necessaria in quanto un eventuale linea aerea non sarebbe compatibile con la verifica dei campi elettromagnetici, visti i numerosi ricettori presenti tra il palo 75 esistente e il palo gatto in CP 132 kV Crevalcore.</p> <p>La scelta del cavo permette inoltre di sfruttare la fascia di servitù già presente per l'elettrodotto oggetto di potenziamento, ed evita di realizzare un nuovo tratto aereo che per forza di cose dovrebbe discostarsi dal tracciato esistente al fine di allontanarsi dalle abitazioni presenti. Il nuovo tratto in cavo avrà dunque una lunghezza di circa 150 m.</p>	
	<p>5 UBICAZIONE DELL'INTERVENTO</p> <p>5.1 Criteri di progettazione</p> <p>Come detto l'intervento in progetto riguarda il potenziamento di alcuni elettrodotti esistenti e l'inserimento in entra esce di una nuova stazione elettrica RTN. La progettazione dell'opera pertanto è stata sviluppata tenendo in considerazione come prima cosa la posizione e le caratteristiche degli elettrodotti esistenti 132 kV “Crevalcore CP – Mirandola CP” e il sistema di indicatori sociali, ambientali e territoriali, che hanno permesso di valutare gli effetti della pianificazione elettrica nell'ambito territoriale considerato, nel pieno rispetto degli obiettivi della salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità dell'ambiente, della protezione della salute umana e dell'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali. L'obiettivo principale è stato quindi quello di sfruttare ove possibile le palificazioni esistenti, intervenendo con variazioni di tracciato solo in presenza di impedimenti specifici.</p> <p>Tra le possibili soluzioni atte a garantire un corretto potenziamento dell'elettrodotto è stata individuata quella, che tenendo conto di tutte le esigenze, minimizzi le possibili ripercussioni sull'ambiente, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia. Il tracciato valutato per gli elettrodotti 132 kV oggetto di potenziamento, quale risulta dall'inquadramento su CTR in scala 1:5.000 (Documento No. 468732 – Inquadramento CTR) parte del presente progetto, è stato studiato comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere¹ con gli interessi pubblici e privati coinvolti, cercando in particolare di:</p> <ol style="list-style-type: none"> minimizzare l'interferenza con le zone di pregio ambientale, naturalistico, paesaggistico e archeologico; 	

¹ La presente opera è considerata di pubblica utilità, indifferibilità ed urgenza ai sensi dell'Art. 1-sexies comma 2 lettera b del DL 239/2003

 Reggio nell'Emilia - ITALIA	Progetto LINEA 132 kV MIRANDOLA CP – CREVALCORE CP Relazione tecnico illustrativa	Documento e revisione 468701A 6
	<p>ii. recare minor sacrificio possibile alle proprietà interessate, avendo cura di vagliare le situazioni esistenti sui fondi da asservire rispetto anche alle condizioni dei terreni limitrofi;</p> <p>iii. evitare, per quanto possibile, l'interessamento di aree urbanizzate;</p> <p>iv. minimizzare la lunghezza delle tratte dell'elettrodotto;</p> <p>v. permettere il regolare esercizio e manutenzione dell'opera;</p> <p>vi. contenere la lunghezza delle strade di cantiere;</p> <p>vii. assicurare la continuità del servizio, la sicurezza e l'affidabilità della Rete di Trasmissione Nazionale, ivi inclusa la minimizzazione dei tempi di fuori servizio delle stazioni, necessari per l'attivazione dei nuovi elementi di rete nelle stazioni di connessione.</p> <p>In ragione di ciò, ed in base alle valutazioni sopra riportate, è stata scelta la soluzione qui proposta.</p> <p>La soluzione progettuale studiata per il potenziamento degli elettrodotti esistenti prevede un percorso aereo che, come evincibile dagli elaborati, si sviluppa nei comuni di:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comune di Mirandola: sostegni dal P000-MIR (portale in CP Mirandola) al P2 e parte della tratta tra P2 e P3; • Comune di Medolla: dal sostegno P3 al P5, dal sostegno P9 al P20N, dal sostegno P23/N al P24, parte della tratta P2 e P3, parte della tratta P5 e P6, parte della tratta P8 e P9, parte della tratta P20N e P20N/1, P23N/3 e P23N e parte della tratta P24 e P25; • Comune di San Felice sul Panaro: sostegni dal P6 al P8, sostegni dal P20N/1 al P20N/2 e dal P23N/2 al P23N/3 e parte della tratta P5 e P6, parte della tratta P8 e P9, parte della tratta tra P23N/3 e P23N e parte della tratta P20N e P20N/1; • Comune di Camposanto: parte delle tratte tra P24 e P25, tra P34 e P35, tra P40 e P41 e tra P44 e P55. Sostegni dal P25 al P34 e dal P41 al P44; • Comune di Bomporto: sostegni dal P35 al P40 e parte delle tratte tra P34 e P35 e tra P40 e P41; • Comune di Ravarino: sostegni dal P45 al P53/N e parte delle tratte tra P44 e P45 e tra P53/N e P54N; • Comune di Crevalcore: parte della precedente tratta tra P53/N e P54N e sostegni dal P54N al P75N (palo gatto in prossimità della CP Crevalcore) e tratta in cavo tra P75N e stallo linea all'interno della CP Crevalcore. <p>La lunghezza planimetrica degli elettrodotti oggetto d'intervento sono pari a circa 19,6 km; la lunghezza planimetrica della tratta in cavo interrato è di circa pari a 150 metri.</p> <p>L'attuale elettrodotto 132 kV "Mirandola CP – Crevalcore CP" ad oggi è composto da 77 sostegni, compresi i due pali gatto presenti nelle due cabine primarie di Mirandola e Crevalcore. Il potenziamento della tratta aerea e la realizzazione dei raccordi alla SE 132 kV "Regina del Bosco" comporta la realizzazione di 21 nuovi sostegni (Px) e la dismissione di 21 pali esistenti ad eccezione del terminale cavo che sostituirà il palo gatto all'interno della CP di Crevalcore. Si sottolinea infatti che la tratta tra il sostegno P75 e P76 e parte della tratta tra il sostegno P74 e P75 verrà demolita in quanto si procederà con l'interramento della linea sino allo stallo linea nella Cabina primaria esistente di Crevalcore.</p> <p>Per quel che riguarda invece la realizzazione del collegamento in entra esce della stazione elettrica SE Regina del Bosco, si prevede la realizzazione di 6 nuovi sostegni (Px), esclusi i pali gatto in SE 132 kV "Regina del Bosco", e la dismissione di 4 sostegni della linea esistente "Crevalcore CP – Mirandola CP", linea sulla quale si attesterà la futura stazione elettrica in progetto.</p> <p>5.2 Competenze amministrative territoriali</p> <p>I Comuni interessati dalla realizzazione dell'elettrodotto aereo 132 kV "Mirandola CP – Crevalcore CP" sono quelli di Mirandola, Medolla, San Felice sul Panaro, Camposanto, Bomporto e Ravarino – Provincia di Modena – Regione Emilia-Romagna e il Comune di Crevalcore – Provincia di Bologna – Regione Emilia-Romagna.</p> <p>Si evidenziano ora qui di seguito, suddivise per ciascun comune, le lunghezze delle sole tratte di nuova realizzazione e le rispettive tratte soggette a demolizione.</p>	

Provincia	Comune	Nuovi elettrodotti aerei [km]	Demolizione elettrodotti aerei [km]
Modena	Mirandola	0,24	0,23
	Medolla	2,17	2,60
	San Felice sul Panaro	1,20	0,07
	Camposanto	0,00	0,00
	Bomporto	0,00	0,00
	Ravarino	0,99	0,98
Totale elettrodotti di nuova realizzazione		4,6 km	
Totale elettrodotti da demolire		3,88 km	

Provincia	Comune	Nuovi elettrodotti aerei [km]	Demolizione elettrodotti aerei [km]
Bologna	Crevalcore	1,18	1,31
Totale elettrodotti di nuova realizzazione		1,18 km	
Totale elettrodotti da demolire		1,31 km	

Per il Comune di Crevalcore si sottolinea nuovamente la realizzazione di un nuovo tratto in cavo AT interrato di lunghezza pari circa a 150 m.

Qui di seguito sono riportati invece il numero totale dei sostegni da realizzare, esclusi i pali gatto in SE Regina del Bosco, la demolizione del palo gatto in CP Crevalcore e il futuro terminale cavo 132 kV sempre in CP Crevalcore.

Provincia	Comune	Sostegni in progetto	Sostegni in demolizione
Modena	Mirandola	1	0
	Medolla	9	12
	San Felice sul Panaro	4	0
	Camposanto	0	0
	Bomporto	0	0
	Ravarino	5	5
Bologna	Crevalcore	8	8
Numero totale di sostegni in progetto		27	
Numero totale di sostegni in demolizione		25	

Dal punto di vista altimetrico, il tracciato degli elettrodotti 132 kV presenta un andamento planimetrico debolmente variabile lungo l'intero tratto. L'altimetria sul livello del mare varia da circa 25 m slm a 15 m slm nel punto più depresso, interessando terreni con coltura a seminativo. Le titolarità di tali terreni sono indicate negli elaborati:

- 468741 - Elenco beni soggetti all'apposizione del vincolo preordinato all'esproprio e all'asservimento – Comune di Mirandola;
- 468742 - Elenco beni soggetti all'apposizione del vincolo preordinato all'esproprio e all'asservimento – Comune di Medolla;
- 468743 - Elenco beni soggetti all'apposizione del vincolo preordinato all'esproprio e all'asservimento – Comune di San Felice sul Panaro;
- 468744 - Elenco beni soggetti all'apposizione del vincolo preordinato all'esproprio e all'asservimento – Comune di Camposanto;
- 468745 - Elenco beni soggetti all'apposizione del vincolo preordinato all'esproprio e all'asservimento – Comune di Bomporto;
- 468746 - Elenco beni soggetti all'apposizione del vincolo preordinato all'esproprio e all'asservimento – Comune di Ravarino;
- 468747 - Elenco beni soggetti all'apposizione del vincolo preordinato all'esproprio e all'asservimento – Comune di Crevalcore.

- 468748 - Elenco beni soggetti ad occupazione temporanea – Comune di Mirandola;
- 468749 - Elenco beni soggetti ad occupazione temporanea – Comune di Medolla;
- 468750 - Elenco beni soggetti ad occupazione temporanea – Comune di San Felice sul Panaro;
- 468751 - Elenco beni soggetti ad occupazione temporanea – Comune di Ravarino;
- 468752 - Elenco beni soggetti ad occupazione temporanea – Comune di Crevalcore.

E graficamente nei documenti:

- 468722 – Planimetria catastale con area impegnata;
- 468723 – Planimetria catastale con piste di cantiere.

Si sottolinea che per le sole occupazioni temporanee non sono riportati gli accessi ai sostegni esistenti in quanto le piste di cantiere sfrutteranno gli accessi già previsti ed utilizzati dal Gestore della RTN per la manutenzione ordinaria e straordinaria dell'elettrodotto.

5.3 Opere attraversate

L'elettrodotto RTN 132 kV oggetto di potenziamento richiede l'attraversamento di talune opere, nel seguito elencate, oltre che identificabili nei documenti No. 468734 - Corografia attraversamenti, e nei profili degli elettrodotti, documenti No. 468772, 468773.

L'elenco e la descrizione completa delle opere attraversate, è inserito all'interno del documento 468735 – Elenco attraversamenti.

In particolare, le modalità di risoluzione delle opere interferenti quali linee elettriche e relativi sostegni, mostrate all'interno dei documenti 468772, 468773, saranno definite nel dettaglio direttamente in fase esecutiva, trattandosi di opere di soggetti diversi, da coinvolgere in sede di autorizzazione delle opere.

Per una maggiore completezza si evidenziano per tutte queste i principali franchi di legge previsti:

DISTANZE DAI CONDUTTORI DI LINEE AEREE				
	D.M.L.P. 16.1.1991			
Livello di tensione (kV) - Distanza (m)	132	150	220	380
Distanza verticale dal terreno e specchi lagunari e lacuali	6,3	6,4	6,82	7,78
Dal terreno, nel caso di attraversamento di aree adibite ad attività ricreative, luoghi di incontro, impianti sportivi, piazzali di deposito e simili	6,3	6,4	6,82	11,34
Distanza minima da corsi d'acqua navigabili, strade provinciali, strade statali, autostrade	8,98	9,25	10,3	12,7
Distanza minima dai conduttori di linee elettriche e di telecomunicazione	3,48	3,75	4,8	7,2
Distanza minima dalla corda di guardia di altre linee elettriche	2,98	3,25	4,3	6,7
Distanza minima dai sostegni di conduttori di linee elettriche e di telecomunicazione	4,98	5,25	6,3	8,7
Distanza minima da ferrovie considerando l'altezza massima del sostegno di trazione elettrica pari a 7,5 m	12,48	12,75	13,8	16,2

5.4 Inquadramento nella pianificazione urbanistica

L'elettrodotto è localizzato prevalentemente in ambiti agricoli. Maggiori dettagli sono riscontrabili nel documento 468102 e nei documenti di inquadramento urbanistico.

5.5 Procedimenti in esecuzione e conclusi nel territorio comunale

Per l'individuazione delle aree libere, ove poter ubicare quanto in progetto, sono stati analizzati i procedimenti in esecuzione o conclusi nei Comuni di Mirandola, Medolla, San Felice sul Panaro, Camposanto, Bomporto, Ravarino e Crevalcore tramite il sito del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica e dal sito della

Regione Emilia-Romagna, sezione “Valutazioni ambientali: VAS-VIA-AIA. Inoltre, consultando i progetti sul sito della Regione Emilia-Romagna.

In seguito alla ricerca dei progetti sottoposti a VIA regionale o provinciale, si sono valutate le interferenze dell'elettrodotto 132 kV in modo tale da evitare le aree già occupate da altre opere in progetto.

Non si sono individuati progetti che interferiscano direttamente con le aree percorse dell'elettrodotto aereo 132 kV “Mirandola CP – Crevalcore CP” e non si riscontrano progetti che si collochino in aree individuate per gli spostamenti di alcuni sostegni per questioni legate ai campi elettrici e magnetici.

5.6 Accessi alle aree di cantiere

Gli accessi avverranno attraverso l'utilizzo della viabilità interpoderale principale esistente e successivamente, in corrispondenza di ciascun micro-cantiere (vedi descrizione al §8.7) dei pali, attraverso piste temporanee da realizzarsi fra i confini di coltura.

6 VINCOLI

6.1 Vincoli

L'inquadramento e l'analisi vincolistica delle opere in progetto è mostrata direttamente all'interno del documento 468102 – Relazione Vincolistica.

6.2 Inserimento opera

Il tracciato studiato per l'elettrodotto aereo 132 kV “Mirandola CP – Crevalcore CP” è localizzato nei Comuni di Mirandola, Medolla, San Felice sul Panaro, Camposanto, Bomporto, Ravarino e Crevalcore.

L'identificazione del tracciato dell'opera in progetto è riportata in Figura 2. Sono anche rappresentati i sostegni per l'elettrodotto in questione. In azzurro è rappresentato la tratta in progetto con le relative modifiche di percorso legate alla riduzione degli effetti negativi dei campi elettrici e magnetici su abitati situati in prossimità all'elettrodotto aereo. Mentre in rosso è rappresentata la tratta esistente dell'elettrodotto aereo 132 kV “Mirandola CP – Crevalcore CP”. In verde, infine, è rappresentata la tratta in cavo.

I due percorsi si discostano solamente nei punti ritenuti “sensibili” per i CEM.1





Figura 2

6.3 Inquadramento nella rete elettrica nazionale

L'elettrodotto aereo 132 kV "Mirandola CP – Crevalcore CP" è un'infrastruttura esistente che sarà ripotenziata ed in alcuni punti, i sostegni saranno spostati per ridurre le interferenze dei campi elettrici e magnetici. Il posizionamento di ciò è evidente in Figura 3 nella quale si mostra lo sviluppo già esistente dell'elettrodotto aereo 132 kV.

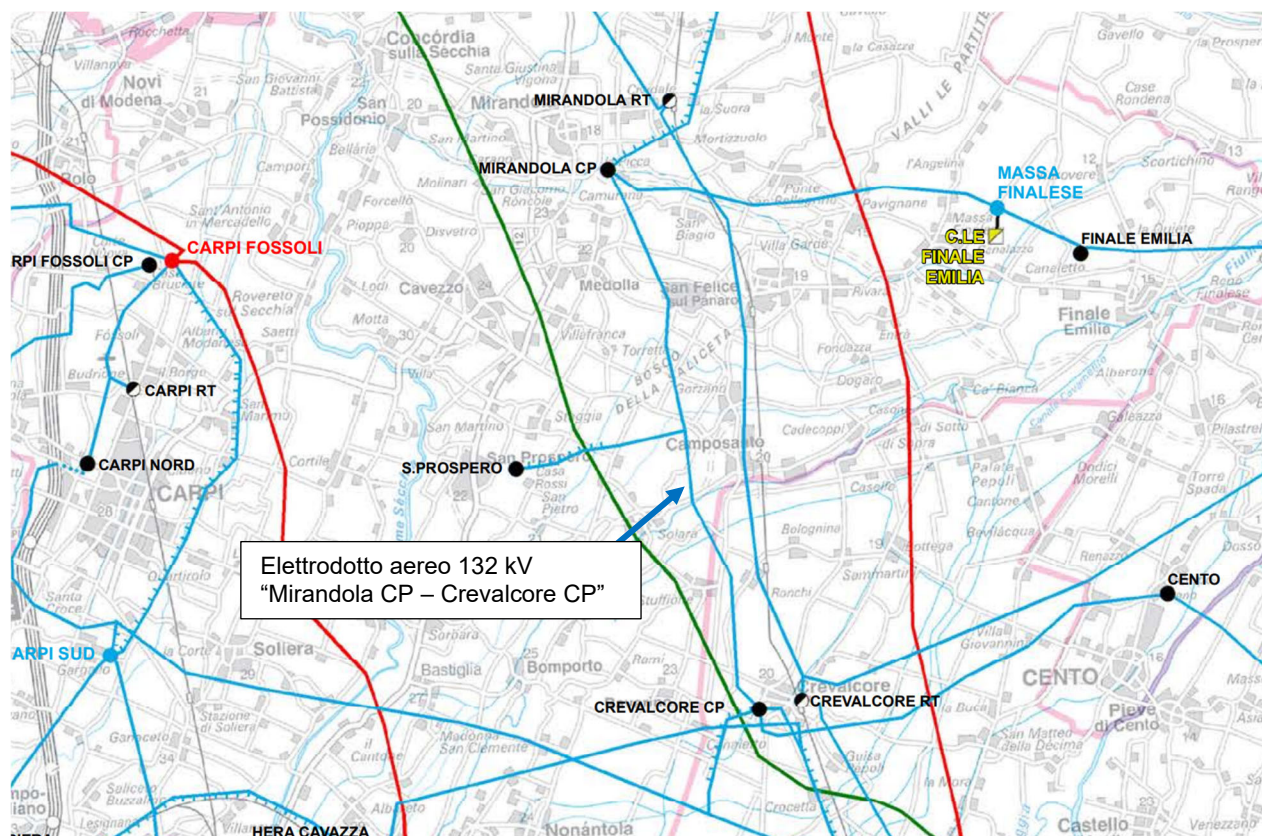


Figura 3

6.4 Valutazione interferenze con aree di interesse paesaggistico tutelate per legge

La valutazione interferenze con aree di interesse paesaggistico tutelate per legge è mostrata direttamente all'interno del documento 468102 – Relazione Vincolistica.

6.5 Valutazione interferenze con vincolo idrogeologico ai sensi RD 3267/1923

La valutazione interferenze con aree soggette a vincolo idrogeologico è mostrata direttamente all'interno del documento 468102 – Relazione Vincolistica.

6.6 Valutazione interferenze con aree sottoposte a vincoli del patrimonio floristico, faunistico e aree protette

La valutazione interferenze con aree sottoposte a vincoli del patrimonio floristico, faunistico e aree protette del è mostrata direttamente all'interno del documento 468102 – Relazione Vincolistica.

6.7 Valutazione interferenze con aree a pericolosità idraulica o frana

La valutazione interferenze con aree a pericolosità idraulica e/o frana è mostrata direttamente all'interno del documento 468102 – Relazione Vincolistica e all'interno del documento No. 468736 – Corografia PAI.

6.8 Valutazione interferenze con opere minerarie

La valutazione interferenze con opere minerarie è mostrata direttamente all'interno del documento 468707 – Dichiarazione non interferenza con attività minerarie.

6.9 Controllo prevenzione incendi


Il seguente progetto è stato redatto rispettando la Lettera Circolare Ministero dell'Interno - VVF No. 3300 del 6 marzo 2019, attestante il rispetto delle distanze di sicurezza prescritte dalle norme di prevenzione incendi relativamente alla progettazione di Elettrodotti in Alta Tensione. Prova di detta verifica si può avere nella Relazione tecnica VVF - documento 468710 e nei relativi allegati.

6.10 Valutazione compatibilità ostacoli e pericoli per la navigazione aerea

La valutazione di potenziali ostacoli e pericoli per la navigazione aerea è mostrata direttamente all'interno del documento 468102 – Relazione Vincolistica e all'interno del documento No. 468703 – Verifica preliminare ENAV.

7 DATI DI PROGETTO**7.1 Condizioni ambientali**

Le condizioni ambientali di riferimento per la realizzazione delle presenti opere sono le seguenti:

 Reggio nell'Emilia - ITALIA	Progetto LINEA 132 kV MIRANDOLA CP – CREVALCORE CP Relazione tecnico illustrativa	Documento e revisione 468701A 12
	<ul style="list-style-type: none"> • Massima temperatura ambiente per l'esterno +40 °C • Minima temperatura ambiente per l'esterno -25 °C • Umidità relativa massima per l'interno 90 % • Altezza dell'installazione sul livello del mare < 1.000 m • Inquinamento atmosferico secondo IEC TS 60815-1:2008; Heavy • Classificazione sismica Comuni interessati Ag/g 0,15 – Zona 3 • Zona climatica secondo CEI 11-60 B 	
7.2	Dati elettrici di progetto degli elettrodotto <ul style="list-style-type: none"> • Tensione nominale del sistema 132 kV • Frequenza nominale 50 Hz • Corrente nominale (periodo caldo) 650 A 	
8	CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE - ELETTRODOTTO AEREO <p>I calcoli delle frecce e delle sollecitazioni dei conduttori di energia, delle corde di guardia, dell'armamento, dei sostegni e delle fondazioni dell'elettrodotto di che trattasi, sono rispondenti alla Legge No. 339 del 28 Giugno 1986 ed alle norme contenute nei Decreti del Ministero dei LLPP del 21 Marzo 1988 e del 16 Gennaio 1991, con particolare riguardo agli elettrodotti di classe terza, così come definiti dall'Art. 1.2.07 del Decreto del 21 Marzo 1988 suddetto; per quanto concerne le distanze tra conduttori di energia e fabbricati adibiti ad abitazione o ad altra attività che comporta tempi di permanenza prolungati, queste sono conformi anche al dettato del DPCM 8 Luglio 2003, come esplicitato nella apposita relazione, parte della procedura autorizzativa.</p>	
8.1	Distanza fra i sostegni <p>Le distanze tra i sostegni avranno lunghezze planimetriche variabili dovute a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • criteri di progettazione; • vincoli territoriali; • rispetto dei franchi di legge e del franco da terra; 	
8.2	Conduttori e fune di guardia con fibre ottiche	
8.2.1	Conduttore di energia ZTACIR (ZTAL) Ø22,75 mm <p>Ciascun conduttore di energia sarà costituito da una corda di lega di alluminio, della sezione complessiva di 306,94 mm² composta da 7 fili in lega di Fe-Ni rivestiti di alluminio (ACI) del diametro 3,25 mm e da 30 fili in lega di alluminio (ZTAL) del diametro di 3,25 mm, con un diametro complessivo di 22,75 mm. Il carico di rottura teorico del conduttore sarà pari a 9.872 daN.</p> <p>La scelta del conduttore sopra indicata è frutto della richiesta di Terna di consentire un transito di 650 A nel periodo caldo, per come definito dalle tabelle standard di portata dei conduttori ad alta temperatura. A differenza dei conduttori tradizionali, i conduttori ad alta temperatura sono stati sviluppati identificando formazioni con caratteristiche finalizzate a risolvere esigenze puntuali di incremento della portata o di riduzione della freccia;</p> <p>Nella tabella riportata in Figura 4 (estratto dal documento Terna LIN_0000C107) sono indicate le curve dove è possibile, in alternativa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • fissato un valore della portata in esercizio continuativo della linea, determinare la temperatura del conduttore da utilizzare per le verifiche dei franchi al suolo (condizione di massima freccia in periodo caldo); • calcolata la massima temperatura in grado di permettere il rispetto dei franchi al suolo, determinare la massima portata in esercizio continuativo transitabile sulla linea, durante il periodo caldo e freddo. <p>Come da consistenza, emessa da Terna, in base alla corrente target di 650 A, il conduttore di progetto raggiunge una temperatura inferiore ai 90 °C durante il periodo caldo. Utilizzando un approccio cautelativo, per la verifica dei franchi si è utilizzata come riferimento la temperatura di 90 °C, essendo la corrente target superiore a quella prevista per la temperatura di 75°C.</p> <p style="text-align: center;">Conduttore ZTACIR (ZTAL) Ø22,75 mm (C17)</p>	

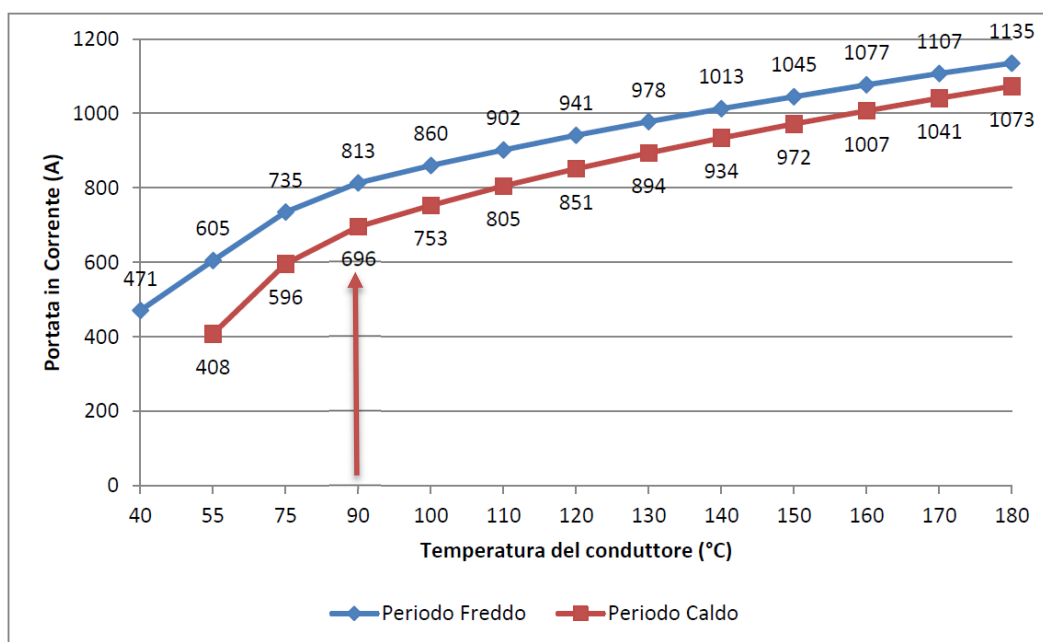


Figura 4

8.2.2 Conduttore di guardia con fibre ottiche

L'elettrodotto sarà inoltre equipaggiato con una corda di guardia destinata, oltre che a proteggere l'elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche, a migliorare la messa a terra dei sostegni. La corda di guardia sarà del tipo in acciaio rivestito di alluminio (Alumoweld) e al suo interno avrà un tubo in acciaio inossidabile nel quale sono contenute le fibre ottiche necessarie per il sistema di comunicazione. Le fibre sono protette dentro questo tubo grazie ad uno speciale gel tixotropico in grado di lavorare alle temperature di funzionamento abituali per questo tipo di fune di guardia. Il diametro complessivo dell'OPGW sarà di 11,5 mm.

8.2.3 Stato di tensione meccanica

Il tiro dei conduttori e della corda di guardia è stato fissato in modo che risulti costante, in funzione della campata equivalente, nella condizione "normale" di esercizio linea, cioè alla temperatura di 15°C ed in assenza di sovraccarichi (EDS – "every day stress"). Ciò assicura una uniformità di comportamento nei riguardi delle sollecitazioni prodotte dal fenomeno delle vibrazioni. Nelle altre condizioni o "stati" il tiro varia in funzione della campata equivalente di ciascuna tratta e delle condizioni atmosferiche (vento, temperatura ed eventuale presenza di ghiaccio). La norma vigente divide il territorio italiano in due zone, A e B, in relazione alla quota e alla disposizione geografica. Gli "stati" che interessano, da diversi punti di vista, il progetto delle linee sono riportati nello schema seguente:

- **EDS:** Condizione di tutti i giorni: +15°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **MSA:** Condizione di massima sollecitazione (zona A): -5°C, vento a 130 km/h
- **MSB:** Condizione di massima sollecitazione (zona B): -20°C, manicotto di ghiaccio di 12 mm, vento a 65 km/h
- **MPA:** Condizione di massimo parametro (zona A): -5°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **MPB:** Condizione di massimo parametro (zona B): -20°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **MFA:** Condizione di massima freccia (Zona A): +55°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **MFB:** Condizione di massima freccia (Zona B): +40°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **CVS1:** Condizione di verifica sbandamento catene: 0°C, vento a 26 km/h
- **CVS2⁽⁺⁾:** Condizione di verifica sbandamento catene: +15°C, vento a 130 km/h
- **CVS2⁽⁻⁾:** Condizione di verifica sbandamento catene: +15°C, vento discorde a 130 km/h

Gli interventi in oggetto sono situati in "**ZONA B**").

8.3 Sostegni

I sostegni dell'elettrodotto saranno del tipo in semplice terna tronco piramidale in semplice terna (doppia terna) di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno, in angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati. Gli angolari di acciaio sono raggruppati in elementi strutturali. Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche ed il dimensionamento delle membrature sono stati eseguiti conformemente a quanto disposto dal D.M. 21/03/1988 e le verifiche sono state effettuate per l'impiego sia in zona "A" che in zona "B".

Essi avranno un'altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme; l'altezza totale fuori terra sarà di norma inferiore a 61 m. Nei casi in cui ci sia l'esigenza tecnica di superare tale limite, si provvederà, in conformità alla normativa sulla segnalazione degli ostacoli per il volo a bassa quota, alla verniciatura del terzo superiore dei sostegni e all'installazione delle sfere di segnalazione sulle corde di guardia, limitatamente alle campate in cui la fune di guardia eguaglia o supera i 61 m dal suolo o i 45 m dall'acqua.

I sostegni saranno provvisti di difese parasalita.

Per quanto concerne detti sostegni, fondazioni e relativi calcoli di verifica, durante la fase di progettazione esecutiva potrebbero essere apportate modifiche di dettaglio dettate da esigenze tecniche ed economiche, ricorrendo, se necessario, all'impiego di opere di sottofondazione.

Ciascun sostegno si può considerare composto dai piedi, dalla base, da un tronco e dalla testa, della quale fanno parte le mensole. Ad esse sono applicati gli armamenti (cioè l'insieme di elementi che consente di ancorare meccanicamente i conduttori al sostegno pur mantenendoli elettricamente isolati da esso) che possono essere di sospensione o di amarro. Vi sono infine i cimini, atti a sorreggere le corde di guardia.

I piedi del sostegno, che sono l'elemento di congiunzione con il terreno, possono essere di lunghezza diversa, consentendo un migliore adattamento, in caso di terreni acclivi.

Gli elettrodotti saranno realizzati utilizzando una serie unificata di tipi di sostegno, tutti diversi tra loro (a seconda delle sollecitazioni meccaniche per le quali sono progettati) e tutti disponibili in varie altezze (H), denominate altezze utili, che di norma vanno da 15 a 48 (indicare 45 nel caso di doppia terna) m per la serie a 132 (150) kV.

I tipi di sostegno standard utilizzati e le loro prestazioni nominali, con riferimento al conduttore utilizzato alluminio-acciaio Ø 31,5 mm, in termini di campata media (Cm), angolo di deviazione (δ) e costante altimetrica (K) sono i seguenti:

SOSTEGNI A TRALICCIO 132 (150) kV ST – ZONA B – EDS 18%

TIPO	ALTEZZA UTILE	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"N" Normale	12 ÷ 42 m	350 m	4°36'	0,1750
"M" Medio	12 ÷ 33 m	350 m	9°14'	0,2077
"P" Pesante	12 ÷ 48 m	350 m	17°30'	0,2768
"V" Vertice	12 ÷ 42 m	350 m	32°	0,5768
"C" Capolinea	12 ÷ 33 m	350 m	60°	0,2768
"E" Eccezionale	12 ÷ 33 m	350 m	90°	0,4155

Ogni tipo di sostegno ha un campo di impiego rappresentato da un diagramma di utilizzazione nel quale sono rappresentate le prestazioni lineari (campate media), trasversali (angolo di deviazione) e verticali (costante altimetrica K).


Il diagramma di utilizzazione di ciascun sostegno è costruito secondo il seguente criterio.

Partendo dai valori di Cm, δ e K relativi alle prestazioni nominali, si calcolano le forze (azione trasversale e azione verticale) che i conduttori trasferiscono all'armamento.

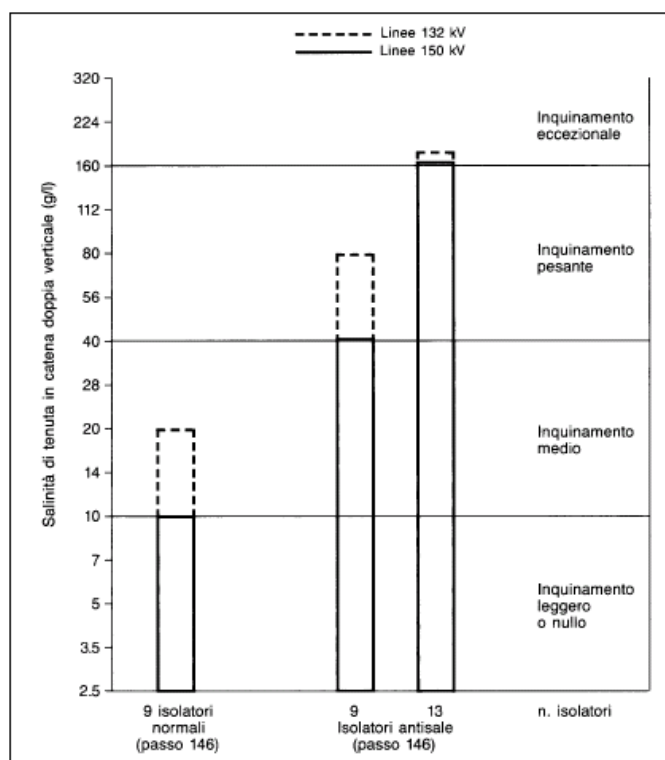
Successivamente con i valori delle azioni così calcolate, per ogni valore di campata media, si vanno a determinare i valori di δ e K che determinano azioni di pari intensità.

In ragione di tale criterio, all'aumentare della campata media diminuisce sia il valore dell'angolo di deviazione sia la costante altimetrica con cui è possibile impiegare il sostegno.

La disponibilità dei diagrammi di utilizzazione agevola la progettazione, in quanto consente di individuare rapidamente se il punto di lavoro di un sostegno, di cui si siano determinate la posizione lungo il profilo della linea e l'altezza utile, e quindi i valori a picchetto di Cm, δ e K, ricade o meno all'interno dell'area delimitata dal diagramma di utilizzazione stesso.

 Reggio nell'Emilia - ITALIA	Progetto LINEA 132 kV MIRANDOLA CP – CREVALCORE CP Relazione tecnico illustrativa	Documento e revisione 468701A 15															
<p>8.4 Isolamento</p> <p>L'isolamento degli elettrodotti a 132 (150) kV, previsto per una tensione massima di esercizio di 170 kV, sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, con carico di rottura di 70 kN (o in alternativa 120 kN) nei due tipi "normale" e "antisale", connessi tra loro a formare catene di almeno 9 elementi. Le catene di sospensione saranno del tipo a I, semplice o doppia, mentre le catene in amarro saranno doppie. Le caratteristiche degli isolatori rispondono a quanto previsto dalle norme CEI.</p> <p>8.4.1 Caratteristiche geometriche</p> <p>Nel documento 468771 sono riportate le caratteristiche geometriche tradizionali ed inoltre le due distanze "dh" e "dv" (vedi figura) atte a caratterizzare il comportamento a sovratensione di manovra sotto pioggia.</p> <p>8.4.2 Caratteristiche elettriche</p> <p>Le caratteristiche geometriche di cui sopra sono sufficienti a garantire il corretto comportamento delle catene di isolatori a sollecitazioni impulsive dovute a fulminazione o a sovratensioni di manovra. Per quanto riguarda il comportamento degli isolatori in presenza di inquinamento superficiale, documenti LIN_000000J1 e LIN_000000J2 allegati al documento 468771, sono riportate, per ciascun tipo di isolatore, le condizioni di prova in nebbia salina, scelte in modo da porre ciascuno di essi in una situazione il più possibile vicina a quella di effettivo impiego. Nella tabella che segue è poi indicato il criterio per individuare il tipo di isolatore ed il numero di elementi da impiegare con riferimento ad una scala empirica dei livelli di inquinamento.</p> <table border="1" data-bbox="268 904 1401 1973"> <thead> <tr> <th>LIVELLO DI INQUINAMENTO</th><th>DEFINIZIONE</th><th>MINIMA SALINITA' DI TENUTA (kg/m²)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I – Nullo o leggero (1)</td><td>Zone prive di industrie e con scarsa densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento Zone con scarsa densità di industrie e abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti. Zone agricole (2) Zone montagnose Occorre che tali zone distino almeno 10-20 km dal mare e non siano direttamente esposte a venti marini (3)</td><td>10</td></tr> <tr> <td>II – Medio</td><td>Zone con industrie non particolarmente inquinanti e con media densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento Zone ad alta densità di industrie e/o abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti. Zone esposte ai venti marini, ma non troppo vicine alla costa (distanti almeno alcuni chilometri) (3)</td><td>40</td></tr> <tr> <td>III – Pesante</td><td>Zone ad alta densità industriale e periferie di grandi agglomerati urbani ad alta densità di impianti di riscaldamento produttori sostanze inquinanti Zone prossime al mare e comunque esposte a venti marini di entità relativamente forte</td><td>160</td></tr> <tr> <td>IV – Eccezionale</td><td>Zone di estensione relativamente modesta, soggette a polveri o fumi industriali che causano depositi particolarmente conduttivi Zone di estensione relativamente modesta molto vicine a coste marine e battute da venti inquinanti molto forti Zone desertiche, caratterizzate da assenza di pioggia per lunghi periodi, esposte a tempeste di sabbia e Sali, e soggette a intensi fenomeni di condensazione</td><td>(*)</td></tr> </tbody> </table> <p>(1) Nelle zone con inquinamento nullo o leggero una prestazione dell'isolamento inferiore a quella indicata può essere utilizzata in funzione dell'esperienza acquisita in servizio.</p> <p>(2) Alcune pratiche agricole quali la fertirrigazione o la combustione dei residui, possono produrre un incremento del livello di inquinamento a causa della dispersione via vento delle particelle inquinanti.</p>			LIVELLO DI INQUINAMENTO	DEFINIZIONE	MINIMA SALINITA' DI TENUTA (kg/m ²)	I – Nullo o leggero (1)	Zone prive di industrie e con scarsa densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento Zone con scarsa densità di industrie e abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti. Zone agricole (2) Zone montagnose Occorre che tali zone distino almeno 10-20 km dal mare e non siano direttamente esposte a venti marini (3)	10	II – Medio	Zone con industrie non particolarmente inquinanti e con media densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento Zone ad alta densità di industrie e/o abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti. Zone esposte ai venti marini, ma non troppo vicine alla costa (distanti almeno alcuni chilometri) (3)	40	III – Pesante	Zone ad alta densità industriale e periferie di grandi agglomerati urbani ad alta densità di impianti di riscaldamento produttori sostanze inquinanti Zone prossime al mare e comunque esposte a venti marini di entità relativamente forte	160	IV – Eccezionale	Zone di estensione relativamente modesta, soggette a polveri o fumi industriali che causano depositi particolarmente conduttivi Zone di estensione relativamente modesta molto vicine a coste marine e battute da venti inquinanti molto forti Zone desertiche, caratterizzate da assenza di pioggia per lunghi periodi, esposte a tempeste di sabbia e Sali, e soggette a intensi fenomeni di condensazione	(*)
LIVELLO DI INQUINAMENTO	DEFINIZIONE	MINIMA SALINITA' DI TENUTA (kg/m ²)															
I – Nullo o leggero (1)	Zone prive di industrie e con scarsa densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento Zone con scarsa densità di industrie e abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti. Zone agricole (2) Zone montagnose Occorre che tali zone distino almeno 10-20 km dal mare e non siano direttamente esposte a venti marini (3)	10															
II – Medio	Zone con industrie non particolarmente inquinanti e con media densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento Zone ad alta densità di industrie e/o abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti. Zone esposte ai venti marini, ma non troppo vicine alla costa (distanti almeno alcuni chilometri) (3)	40															
III – Pesante	Zone ad alta densità industriale e periferie di grandi agglomerati urbani ad alta densità di impianti di riscaldamento produttori sostanze inquinanti Zone prossime al mare e comunque esposte a venti marini di entità relativamente forte	160															
IV – Eccezionale	Zone di estensione relativamente modesta, soggette a polveri o fumi industriali che causano depositi particolarmente conduttivi Zone di estensione relativamente modesta molto vicine a coste marine e battute da venti inquinanti molto forti Zone desertiche, caratterizzate da assenza di pioggia per lunghi periodi, esposte a tempeste di sabbia e Sali, e soggette a intensi fenomeni di condensazione	(*)															

- (3) Le distanze dal mare sono strettamente legate alle caratteristiche topografiche della zona ed alle condizioni di vento più severe.
- (*) Per tale livello di inquinamento non viene dato un livello di salinità di tenuta, in quanto risulterebbe più elevato del massimo valore ottenibile in prove di salinità in laboratorio. Si rammenta inoltre che l'utilizzo di catene di isolatori antisale di lunghezze superiori a quelle indicate nelle tabelle di unificazione (criteri per la scelta del numero e del tipo degli isolatori) implicherebbe una linea di fuga specifica superiore a 33 mm/kV fase-fase oltre la quale interviene una non linearità nel comportamento in ambiente inquinato.




Per gli elettrodotto a 132 kV che attraversano zone prive di inquinamento atmosferico è previsto l'impiego di catene (di sospensione o di amarro) composto da 9 elementi di tipo "normale".


Tale scelta rimane invariata, come si vede dal diagramma sopra riportato, per inquinamento "molto leggero" e che può essere accettata anche per inquinamento "leggero" (linee a 132 kV) secondo la classificazione riportata nella tabella precedente.


Negli altri casi, al crescere dell'inquinamento, occorrerebbe aumentare il numero di elementi per catena. L'allungamento delle catene, d'altra parte, riduce ovviamente l'altezza utile del sostegno, ed anche le prestazioni geometriche dei gruppi mensole. Si ha perciò un aumento dei costi dello stesso ordine di quello derivante dall'impiego degli "antisale". Perciò se risultano insufficienti 9 elementi di tipo "normale" si passerà direttamente a 9 elementi "antisale". Nei pochi casi in cui anche tale soluzione risulta insufficiente si adotteranno fino a 13 elementi "antisale" che garantiscono una completa "copertura" del livello di inquinamento "pesante" (tenendo in conto le necessarie modifiche alle prestazioni dei gruppi mensole e all'altezza utile dei sostegni). Nei rari casi di caso di inquinamento "eccezionale" si dovrà ricorrere a soluzioni particolari quali lavaggi periodici, ingrassaggi, ecc.

Le caratteristiche della zona interessata dall'elettrodotto a 132 kV in esame sono di inquinamento atmosferico medio e quindi si è scelta la soluzione dei n. 9 isolatori (passo 146) tipo J1/1 (normale) per tutti gli armamenti in sospensione e quella dei n. 9 isolatori (passo 146) tipo J1/1.

<div>BRULLI</div> <div>trasmissione</div> <div>Reggio nell'Emilia - ITALIA</div>		<div>Progetto</div> <div>LINEA 132 kV MIRANDOLA CP – CREVALCORE CP</div> <div>Relazione tecnico illustrativa</div>	<div>Documento e revisione</div> <div>468701A</div> <div>17</div>																																											
<div>8.4.3 Morsetteria ed armamenti</div> <div>Gli elementi di morsetteria sono stati dimensionati in modo da poter sopportare gli sforzi massimi trasmessi dai conduttori agli isolatori, ovvero da questi alle mensole.</div> <div>Sono stati previsti cinque tipi di equipaggiamento: tre impiegabili in sospensione e due in amarro. Per gli equipaggiamenti di amarro e di sospensione dei conduttori è stato previsto un unico carico di rottura pari a 120 kN.</div> <div>Per equipaggiamento si intende il complesso degli elementi di morsetteria che collegano le morse di sospensione o di amarro agli isolatori e questi ultimi al sostegno.</div> <div>Nella tabella seguente sono riportati i carichi di rottura delle varie parti che costituiscono gli armamenti, (considerando un conduttore da 31,5 mm); ciascun armamento è suddiviso nelle seguenti parti:</div> <div><div>1. Catene di isolatori</div><div>2. Equipaggiamento</div><div>3. Morse</div></div> <table><tr><th colspan="2">CATENA DI ISOLATORI</th><th>ISOLATORI TIPO</th><th>CARICO DI ROTTURA (kg)</th><th>N° ELEMENTI IN SERIE</th></tr><tr><td rowspan="2">NORMALI</td><td>SEMPLICE</td><td>J 1/1</td><td>7.000</td><td>9 N</td></tr><tr><td>DOPPIA</td><td>J 1/1</td><td>2 X 7.000</td><td>9 N</td></tr><tr><td rowspan="2">ANTISALE</td><td>SEMPLICE</td><td>J 2/1</td><td>7.000</td><td>9 AS</td></tr><tr><td>DOPPIA</td><td>J 2/1</td><td>2 X 7.000</td><td>9 AS</td></tr><tr><th colspan="2">EQUIPAGGIAMENTO</th><th>TIPO</th><th>CARICO DI ROTTURA (kg)</th><th>SIGLA</th></tr><tr><td colspan="2">DOPPIO PER AMARRO</td><td>362/2</td><td>12.000</td><td>DA</td></tr><tr><th colspan="2">MORSA</th><th>TIPO</th><th>CARICO DI ROTTURA (kg)</th><th>SIGLA</th></tr><tr><td colspan="2">DI AMARRO</td><td>521/2</td><td>17.160</td><td>A</td></tr></table> <div>La scelta degli equipaggiamenti viene effettuata, per ogni singolo sostegno, fra quelli disponibili nel Progetto Unificato, in funzione delle azioni (trasversale, verticale e longitudinale) determinate dal tiro dei conduttori e dalle caratteristiche di impiego del sostegno esaminato (campata media, dislivello a monte e a valle ed angolo di deviazione).</div> <div>8.5 Armamenti</div> <div>Gli isolatori utilizzati sono del tipo a cappa e perno in vetro temprato del tipo antisale con carico di rottura di 120 kN, in catene di 9 elementi ciascuna, la cui tipologia viene scelta in ragione del livello di inquinamento dell'area. Le caratteristiche geometriche di cui sopra sono sufficienti a garantire il corretto comportamento delle catene di isolatori a sollecitazioni impulsive dovute a fulminazione o a sovratensioni di manovra. La scelta degli equipaggiamenti viene effettuata, per ogni singolo sostegno, in funzione delle azioni (trasversale, verticale e longitudinale) determinate dal tiro dei conduttori e dalle caratteristiche di impiego del sostegno esaminato (campata media, dislivello a monte e a valle, ed angolo di deviazione). La tipologia di armamento utilizzato in ciascuna campata è specificata nei documenti No. 468772. 468773 ed inclusa nel documento No. 468771 – Elementi tecnici delle opere.</div> <div>8.6 Fondazioni</div> <div>Ciascun sostegno è dotato di quattro piedi e delle relative fondazioni.</div> <div>La fondazione è la struttura interrata atta a trasferire i carichi strutturali (compressione e trazione) dal sostegno al sottosuolo.</div> <div>Le fondazioni unificate sono utilizzabili su terreni normali, di buona o media consistenza.</div> <div>Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:</div> <div>a) un blocco di calcestruzzo armato costituito da una base, che appoggia sul fondo dello scavo, formata da una serie di platee (parallelepipedi a pianta quadrata) sovrapposte; detta base è simmetrica rispetto al proprio asse verticale;</div>				CATENA DI ISOLATORI		ISOLATORI TIPO	CARICO DI ROTTURA (kg)	N° ELEMENTI IN SERIE	NORMALI	SEMPLICE	J 1/1	7.000	9 N	DOPPIA	J 1/1	2 X 7.000	9 N	ANTISALE	SEMPLICE	J 2/1	7.000	9 AS	DOPPIA	J 2/1	2 X 7.000	9 AS	EQUIPAGGIAMENTO		TIPO	CARICO DI ROTTURA (kg)	SIGLA	DOPPIO PER AMARRO		362/2	12.000	DA	MORSA		TIPO	CARICO DI ROTTURA (kg)	SIGLA	DI AMARRO		521/2	17.160	A
CATENA DI ISOLATORI		ISOLATORI TIPO	CARICO DI ROTTURA (kg)	N° ELEMENTI IN SERIE																																										
NORMALI	SEMPLICE	J 1/1	7.000	9 N																																										
	DOPPIA	J 1/1	2 X 7.000	9 N																																										
ANTISALE	SEMPLICE	J 2/1	7.000	9 AS																																										
	DOPPIA	J 2/1	2 X 7.000	9 AS																																										
EQUIPAGGIAMENTO		TIPO	CARICO DI ROTTURA (kg)	SIGLA																																										
DOPPIO PER AMARRO		362/2	12.000	DA																																										
MORSA		TIPO	CARICO DI ROTTURA (kg)	SIGLA																																										
DI AMARRO		521/2	17.160	A																																										

 Reggio nell'Emilia - ITALIA	Progetto LINEA 132 kV MIRANDOLA CP – CREVALCORE CP Relazione tecnico illustrativa	Documento e revisione 468701A 18
	<p>b) un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;</p> <p>c) un “moncone” annegato nel calcestruzzo al momento del getto, collegato al montante del “piede” del sostegno. Il moncone è costituito da un angolare, completo di squadrette di ritenuta, che si collega con il montante del piede del sostegno mediante un giunto a sovrapposizione. I monconi sono raggruppati in tipi, caratterizzati dalla dimensione dell’angolare, ciascuno articolato in un certo numero di lunghezze.</p> <p>Dal punto di vista del calcolo dimensionale è stata seguita la normativa di riferimento per le opere in cemento armato di seguito elencata:</p> <ul style="list-style-type: none"> • D.M. 9 gennaio 1996, “Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”; • D.M. 14 febbraio 1992: “Norme tecniche per l’esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche”; • D.M. 16 Gennaio 1996: Norme tecniche relative ai “Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”; • Circolare Ministero LL.PP. 14 Febbraio 1974 n.11951: Applicazione delle norme sul cemento armato L. 5/11/71 n. 1086; • Circolare Min. LL.PP. 4 Luglio 1996 n.156AA.GG./STC.: Istruzioni per l’applicazione delle “Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi” di cui al Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996. <p>Sono inoltre osservate le prescrizioni della normativa specifica per elettrodotti, costituita dal D.M. 21/3/1988; in particolare per la verifica a strappamento delle fondazioni, viene considerato anche il contributo del terreno circostante come previsto dall’articolo 2.5.06 dello stesso D.M. 21/3/1988.</p> <p>L’articolo 2.5.08 dello stesso D.M., prescrive che le fondazioni verificate sulla base degli articoli sopramenzionati, siano idonee ad essere impiegate anche nelle zone sismiche per qualunque grado di sismicità.</p> <p>I sostegni utilizzati sono tuttavia stati verificati anche secondo le disposizioni date dal D.M. 9/01/96 (Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche).</p> <p>Come già detto le fondazioni unificate sono utilizzabili solo su terreni normali di buona e media consistenza, pertanto, le fondazioni per sostegni posizionati su terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, su terreni instabili o su terreni allagabili sono oggetto di indagini geologiche e sondaggi mirati, sulla base dei quali vengono, di volta in volta, progettate ad hoc, facendo ricorso a fondazioni profonde (pali trivellati e/o micropali), che verranno definite e dimensionate con esattezza in fase di progettazione esecutiva sulla base dei risultati di apposite indagini geotecniche.</p> <p>La realizzazione delle fondazioni di un sostegno prende avvio con l’allestimento dei cosiddetti “microcantieri” relativi alle zone localizzate da ciascun sostegno. Essi sono destinati alle operazioni di scavo, getto in cemento armato delle fondazioni, reinterro ed infine all’assemblaggio degli elementi costituenti la tralicciatura del sostegno. Mediamente interessano un’area circostante delle dimensioni di circa 30x30 m, variabile in funzione della dimensione del sostegno e sono immuni da ogni emissione dannosa.</p> <p>Durante la realizzazione delle opere, il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso ciascun “microcantiere” e successivamente il suo utilizzo per il reinterro degli scavi, previo accertamento dell’idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito ai sensi della normativa vigente. In caso contrario il materiale scavato sarà destinato ad idoneo impianto di smaltimento o recupero autorizzato, con le modalità previste dalla normativa vigente.</p> <p>In particolare, si segnala che per l’esecuzione dei lavori non sono utilizzate tecnologie di scavo con impiego di prodotti tali da contaminare le rocce e terre.</p> <p>L’operazione successiva consiste nel montaggio dei sostegni, ove possibile sollevando con una gru elementi premontati a terra a tronchi, a fiancate o anche ad aste sciolte; nelle zone inaccessibili si procederà con falcone. Ove richiesto, si procede alla verniciatura dei sostegni.</p> <p>Saranno inoltre realizzati dei piccoli scavi in prossimità del sostegno per la posa dei dispersori di terra con successivo reinterro e costipamento.</p>	

 Reggio nell'Emilia - ITALIA	Progetto LINEA 132 kV MIRANDOLA CP – CREVALCORE CP Relazione tecnico illustrativa	Documento e revisione 468701A 19
	<p>Infine, una volta realizzato il sostegno si procederà alla risistemazione dei “microcantieri”, previo minuzioso sgombero da ogni materiale di risulta, rimessa in pristino delle pendenze del terreno costipato ed idonea piantumazione e ripristino del manto erboso.</p> <p>In complesso i tempi necessari per la realizzazione di un sostegno non superano il mese e mezzo, tenuto conto anche della sosta necessaria per la stagionatura dei getti.</p> <p>Di seguito sono descritte le principali attività delle varie di tipologie di fondazione che potrebbero essere utilizzate.</p> <p>8.6.1 Fondazioni superficiali (Fondazioni a plinto con riseghe – a piedini separati)</p> <p>Predisposti gli accessi alle piazzole per la realizzazione dei sostegni, si procede alla pulizia del terreno e allo scavo delle fondazioni. Queste saranno in genere di tipo diretto e dunque si limitano alla realizzazione di 4 plinti agli angoli dei tralicci. Ognuna delle quattro buche di alloggiamento della fondazione è realizzata utilizzando un escavatore e avrà dimensioni di circa 3x3 m con una profondità non superiore a 4 m, per un volume medio di scavo pari a circa 30 m³ (120 m³ a sostegno). Una volta realizzata l’opera, la parte che resterà in vista sarà costituita dalla parte fuori terra dei colonnini di diametro di circa 1 m. Pulita la superficie di fondo scavo si getta, se ritenuto necessario per un migliore livellamento, un sottile strato di “magrone”. Nel caso di terreni con falda superficiale, si procederà all’aggottamento della falda con una pompa di aggottamento, mediante realizzazione di una fossa. In seguito, si procede con il montaggio dei raccordi di fondazione e dei piedi e base, il loro accurato livellamento, la posa dell’armatura di ferro e delle casserature, il getto del calcestruzzo.</p> <p>Trascorso il periodo di stagionatura dei getti, si procede al disarmo delle casserature. Si esegue quindi il reinterro con il materiale proveniente dagli scavi, se ritenuto idoneo ai sensi della normativa vigente, o con materiale differente, ripristinando il preesistente andamento naturale del terreno.</p> <p>8.6.2 Fondazioni ancorate con tiranti</p> <p>La realizzazione delle fondazioni con tiranti in roccia avviene come segue. Pulizia del banco di roccia con asportazione del “cappellaccio” superficiale degradato (circa 30 cm) nella posizione del piedino, fino a trovare la parte di roccia più consistente; posizionamento della macchina operatrice per realizzare una serie di ancoraggi per ogni piedino; trivellazione fino alla quota prevista; posa delle barre in acciaio; iniezione di resina sigillante (boiacca) fino alla quota prevista.</p> <p>Scavo, tramite demolitore, di un dado di collegamento tiranti-traliccio delle dimensioni 1,5 x 1,5 x 1 m, per un volume medio di scavo, per sostegno, pari a circa 9 metri cubi; montaggio e posizionamento della base del traliccio; posa in opera dei ferri d’armatura del dado di collegamento; getto del calcestruzzo. Trascorso il periodo di stagionatura dei getti, si procede al disarmo delle casserature. Si esegue quindi il reinterro con il materiale proveniente dagli scavi, se ritenuto idoneo.</p> <p>8.6.3 Fondazioni profonde (Pali trivellati)</p> <p>La realizzazione delle fondazioni con pali trivellati avviene come segue.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pulizia del terreno; posizionamento della macchina operatrice; realizzazione di un fittone per ogni piedino mediante trivellazione fino alla quota prevista in funzione della litologia del terreno desunta dalle prove geognostiche eseguite in fase esecutiva (mediamente 15 m) con diametri che variano da 1,5 a 1,0 m, per complessivi 15 m³ circa per ogni fondazione; posa dell’armatura; getto del calcestruzzo fino alla quota di imposta della fondazione del traliccio. • Dopo almeno sette giorni di stagionatura del calcestruzzo del trivellato si procederà al montaggio e posizionamento della base del traliccio; alla posa dei ferri d’armatura ed al getto di calcestruzzo per realizzare il raccordo di fondazione al trivellato; ed infine al ripristino del piano campagna ed all’eventuale rinverdimento. <p>Durante la realizzazione dei trivellati, per limitare gli inconvenienti dovuti alla presenza di falda, verrà utilizzata, in alternativa al tubo forma metallico, una forma di materiale polimerico che a fine operazioni dovrà essere recuperata e/o smaltita secondo le vigenti disposizioni di legge.</p> <p>8.6.4 Fondazioni profonde (Micropali)</p> <p>La realizzazione delle fondazioni con micropali avviene come segue.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pulizia del terreno; posizionamento della macchina operatrice; realizzazione di una serie di micropali per ogni piedino con trivellazione fino alla quota prevista; posa dell’armatura; iniezione malta cementizia. • Scavo per la realizzazione della fondazione di raccordo micropali-traliccio; messa a nudo e pulizia delle armature dei micropali; montaggio e posizionamento della base del traliccio; posa in opera delle armature del dado di collegamento; getto del calcestruzzo. 	

 Reggio nell'Emilia - ITALIA	Progetto LINEA 132 kV MIRANDOLA CP – CREVALCORE CP Relazione tecnico illustrativa	Documento e revisione 468701A 20
	<p>Il volume di scavo complessivo per ogni piedino è circa 5 m³ (20 m³ a sostegno). A seconda del tipo di calcestruzzo si attenderà un tempo di stagionatura variabile tra 36 e 72 ore e quindi si procederà al disarmo dei dadi di collegamento, al ripristino del piano campagna ed all'eventuale rinverdimento. Durante la realizzazione dei micropali, per limitare gli inconvenienti dovuti alla presenza di falda, verrà utilizzato un tubo forma metallico, per contenere le pareti di scavo, che contemporaneamente alla fase di getto sarà recuperato.</p> <p>8.7 Messa a terra dei sostegni</p> <p>Per ogni sostegno, in funzione della resistività del terreno misurata in sito, viene scelto, in base alle indicazioni riportate nel Progetto Unificato, anche il tipo di messa a terra da utilizzare. Il Progetto Unificato ne prevede di 7 tipologie, superficiali o profonde, adatte ad ogni tipo di terreno.</p> <p>8.8 Caratteristiche dei componenti</p> <p>Si rimanda alla consultazione dell'elaborato 468771 – Elementi tecnici</p> <p>8.9 Modalità realizzative</p> <p>La realizzazione di un elettrodotto aereo è suddivisibile in quattro fasi principali:</p> <ol style="list-style-type: none"> esecuzione delle fondazioni dei sostegni; montaggio dei sostegni; messa in opera dei conduttori e delle corde di guardia. demolizione dei sostegni da dismettere, comprese le loro fondazioni fino a 1,5 metri dal piano di campagna. <p>L'esecuzione delle fondazioni di un sostegno prende avvio con l'allestimento dei cosiddetti "microcantieri" relativi alle zone localizzate da ciascun sostegno. Essi sono destinati alle operazioni di scavo, getto in cemento armato delle fondazioni, reinterro ed infine all'assemblaggio degli elementi costituenti la tralicciatura del sostegno. Il montaggio del sostegno viene eseguito preassemblando membrature sciolte a piè d'opera e procedendo al loro sollevamento con i falconi. Come ultime operazioni si eseguono il serraggio dinamometrico dei bulloni, la cianfrinatura dei filetti, la revisione completa del sostegno e, se richiesto dalle Autorità competenti, la sua verniciatura. Il trasporto del personale, delle attrezzature e dei materiali per l'esecuzione dell'insieme di tutte le attività descritte avviene con mezzi di terra adeguati al tipo di viabilità esistente escludendo, visto il contesto favorevole, l'uso di elicotteri. In complesso i tempi necessari per la realizzazione di un sostegno non superano il mese e mezzo, tenuto conto anche della sosta necessaria per la stagionatura dei getti. In fase di progetto esecutivo e sulla scorta della relazione geologica, se necessario, verranno eseguite indagini geotecniche penetrometriche e sismiche nei siti dove sorgeranno i nuovi sostegni al fine di verificare le fondazioni sulla base della legislazione vigente in materia. La posa in opera dei conduttori e della corda di guardia è realizzata con il metodo della tesatura frenata che, mantenendo i conduttori sempre sollevati dal terreno, evita la necessità della formazione di un corridoio tra la vegetazione.</p> <p>La linea viene suddivisa in tratte. Agli estremi della tratta vengono posti, da una parte l'argano, per la trazione, con le bobine per il recupero delle cordine e delle traenti, dall'altra il freno, per la reazione, e le bobine delle cordine, delle traenti e dei conduttori. Montati sui sostegni gli armamenti con le carrucole, per ogni fase e per la corda di guardia si stendono, partendo dal freno, le cordine. Lo stendimento della corda pilota viene eseguito, dove necessario per particolari condizioni di vincolo, con l'elicottero, in modo da rendere più spedita l'operazione ed evitare danni alle colture sottostanti. Infatti, l'uso dell'elicottero in quest'operazione consente di mantenere sicuramente sotto le cordine tutta la vegetazione che dista 4-5 m dai conduttori. Collegando la parte terminale della cordina alla prima traente in acciaio e la testa all'argano, si procede al suo recupero e, contemporaneamente, allo stendimento della traente. L'operazione viene ripetuta per una seconda traente di diametro maggiore a cui viene attaccato il conduttore. La corda di guardia invece è collegata direttamente alla prima traente. Ultimata questa fase di stendimento, si procede alla regolazione dell'altezza dei conduttori sul terreno – mai inferiore a 6,3 m – e sulle opere attraversate, mediante il controllo delle frecce e delle tensioni dei conduttori. I dati relativi – frecce e tensioni nelle due posizioni di conduttori in carrucola e di conduttori in morsetto – sono ricavati con procedimenti di calcolo automatico. Infine, si mettono in morsetto i conduttori, si eseguono gli amari e si posizionano i distanziatori.</p> <p>Queste lavorazioni sono ovviamente riferite alle tratte che verranno ricostruite e/o ritesate.</p> <p>9 CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE – CAVIDOTTO INTERRATO</p> <p>9.1 Componenti del collegamento in cavo</p> <p>Per ciascun collegamento in cavo sono previsti i seguenti componenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conduttori di energia; 	

- Giunti diritti;
- Terminali per esterno;
- Palo gatto porta-terminali;
- Cassette unipolari di messa a terra;
- Sistema di telecomunicazioni.

9.2 Caratteristiche elettriche del conduttore

Ciascuna fase del cavo AT sarà costituita da un conduttore in alluminio compatto di sezione pari a 1.600 mm², con isolamento in polietene reticolato (XLPE), nastri in materiale igroespandente, guaina in alluminio saldata longitudinalmente e rivestimento in polietene con grafittatura esterna. Potrà altresì essere utilizzato un cavo con caratteristiche equivalenti. Sia sul conduttore che sull'isolamento è presente uno schermo semiconduttivo. In sede esecutiva si potrà optare per un cavo equivalente a quello qui proposto. Le principali caratteristiche elettriche sono di seguito sintetizzate:

- | | | |
|---|------------------------|-----------------|
| • Tensione nominale di isolamento (U_0/U) | 87/150 | kV |
| • Tensione massima permanente di esercizio | 170 | kV |
| • Frequenza nominale | 50 | Hz |
| • Sezione nominale | 1.600 | mm ² |
| • Norme di rispondenza | IEC 60840, CEI 11-17 | |
| • Tipo conduttore | corda rotonda compatta | |
| • Materiale conduttore | alluminio | |
| • Numero minimo fili | 53 | |
| • Isolante | XLPE | |
| • Spessore medio isolante | 14 | mm |

Cavo A.T. XLPE
ARE4H1H5E – 87/150 kV 1x1600mm²
Disegno indicativo (non in scala)

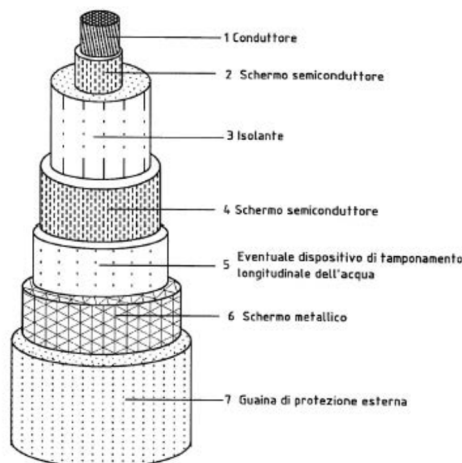


Figura 5

L'elettrodotto in cavo a sarà costituito da cavidotti atti ad ospitare i cavi di potenza in alta tensione, i sistemi di monitoraggio dei cavi AT, i collegamenti in fibra ottica per la trasmissione di segnali TLC e delle protezioni di impianto.

Nella progettazione dell'elettrodotto in cavo interrato la profondità generalmente utilizzata come letto di posa del cavidotto è pari a circa 1,6 metri rispetto al piano di calpestio e potrà subire cambiamenti, ove necessario, per superare eventuali interferenze che saranno attraversate mediante una tipologia di posa NO DIG.

Per entrambe le tipologie di cavo sopra indicate (in alluminio o in rame) 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 cavi con 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 metallico viene applicata la guaina aderente di polietilene nera e grafitata avente funzione di protezione anticorrosiva ed infine la protezione esterna meccanica.

Tali soluzioni costruttive 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.

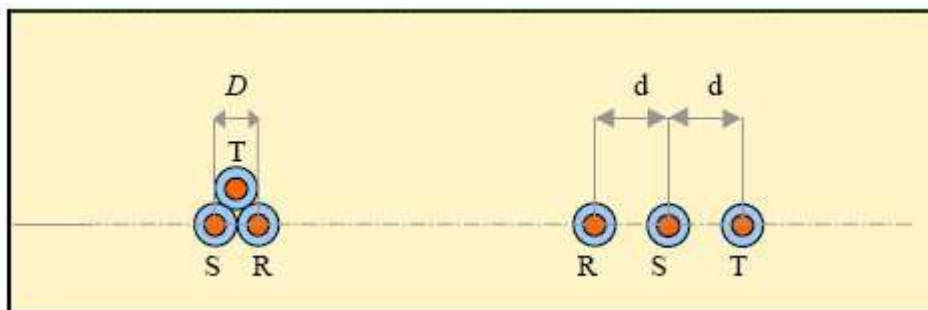
9.3 Composizione dell'elettrodotto

Il collegamento è costituito dai seguenti componenti:

- n. 3 conduttori di energia
- un giunto sezionato circa ogni 500-600 m con relative cassette di sezionamento e di messa a terra (il numero definitivo e la posizione dipenderanno dall'effettiva lunghezza delle pezzature di cavo che verranno determinate in fase di progettazione esecutiva in funzione anche delle interferenze che condizionano il piano di cantierizzazione);
- n. 2 terne di terminali per esterno ubicati nei rispettivi impianti terminali;
- sistema di telecomunicazioni;
- sistema di monitoraggio;
- cassette di sezionamento;
- cassette unipolari di messa a terra.

9.4 Modalità di posa e di attraversamento

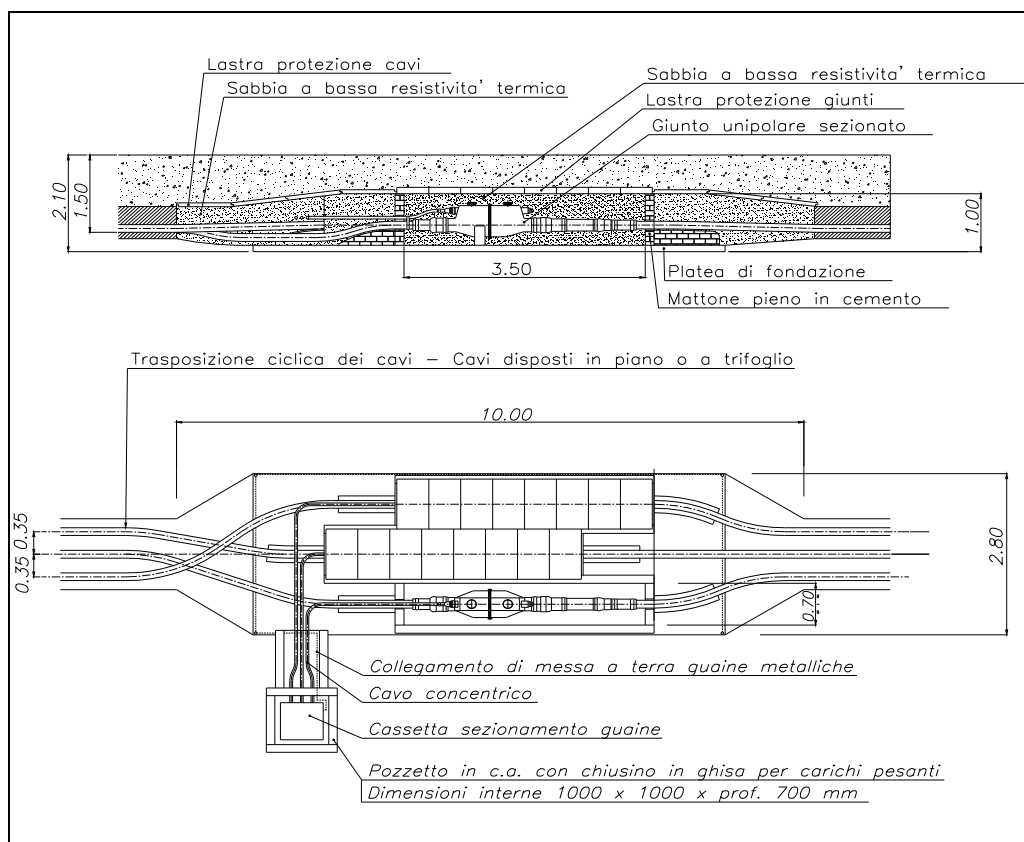
I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di 1,6 m, con disposizione delle fasi che potrà essere a trifoglio o in piano, a seconda delle necessità, come rappresentato nella figura seguente:



Per i dettagli relativi alle sezioni di posa si rimanda ai tipologici di seguito riportati. Le profondità reali di posa saranno meglio definite in fase di progetto esecutivo dell'opera. Nello stesso scavo, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, sarà posato un cavo con fibre ottiche (f.o.) da 48 fibre 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'. Saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm. La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale 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. Nella fase di posa dei cavi, per limitare al massimo i disagi al traffico veicolare locale, la terna di cavi sarà posata in fasi successive in modo da poter destinare al transito, in linea generale, almeno una metà della carreggiata. In tal caso la sezione di posa potrà differire da quella normale sia per quanto attiene al posizionamento dei cavi che per le modalità di progetto delle protezioni. In corrispondenza degli attraversamenti di canali, svincoli stradali, ferrovia o di altro servizio che non consenta l'interruzione del traffico, l'installazione potrà essere realizzata con il sistema NO-DIG come la tipologia dello spingitubo o della perforazione teleguidata (TOC), che non comportano alcun tipo di interferenza con le strutture superiori esistenti che verranno attraversate in sottopasso. È opportuno specificare che la modalità di posa e di attraversamento indicate nel presente progetto sono da ritenersi non vincolanti e saranno definite in fase di progettazione esecutiva, dovendo recepire eventuali prescrizioni derivanti dall'iter autorizzativo e dalla concessione di attraversamento necessaria alla coesistenza di diverse infrastrutture presenti sul territorio. Gli attraversamenti delle opere interferenti saranno eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

9.5 Buche giunti

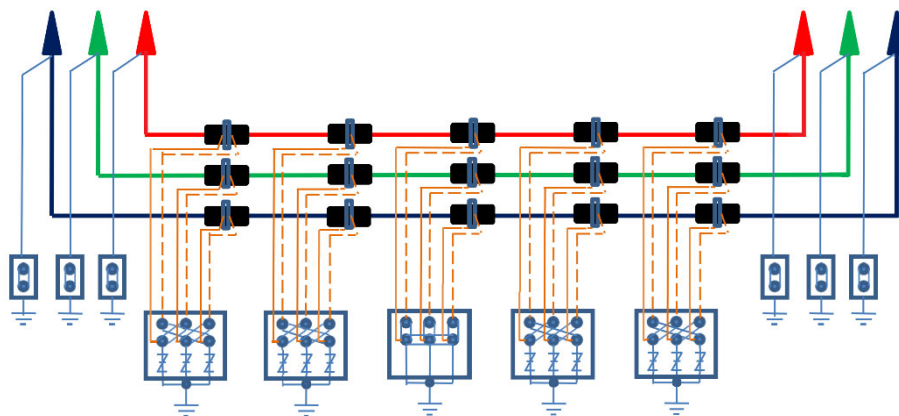
I giunti del cavo terrestre saranno di tipo unipolare, diritto, sezionato e consisteranno essenzialmente in un manicotto elastico prefabbricato in un unico pezzo, con funzione isolante, inglobante la schermatura della connessione ed il dispositivo per il controllo del campo elettrico. I giunti saranno corredati di uno schermo metallico, da collegare allo schermo dei cavi, realizzato in due metà e provvisto di idonea separazione elettrica; ciascuna parte è inoltre provvista di presa per il collegamento al dispositivo di trasposizione o di messa a terra delle guaine. I giunti saranno completati con un involucro esterno di protezione, con funzione isolante ed anticorrosiva. I giunti saranno posizionati lungo il percorso del cavo, a circa 500-600 m in un'apposita buca giunti (vedi configurazione tipico) nella quale è prevista la realizzazione di un impianto di terra costituito da 4 picchetti metallici collegati fra di loro con una corda di rame nudo. Accanto ad ogni buca di giunzione sarà posizionato un pozzetto per l'alloggiamento della cassetta di sezionamento delle guaine. Il posizionamento dei giunti sarà determinato in sede di progetto esecutivo in funzione delle interferenze sotto il piano di campagna e della possibilità di trasporto delle bobine.



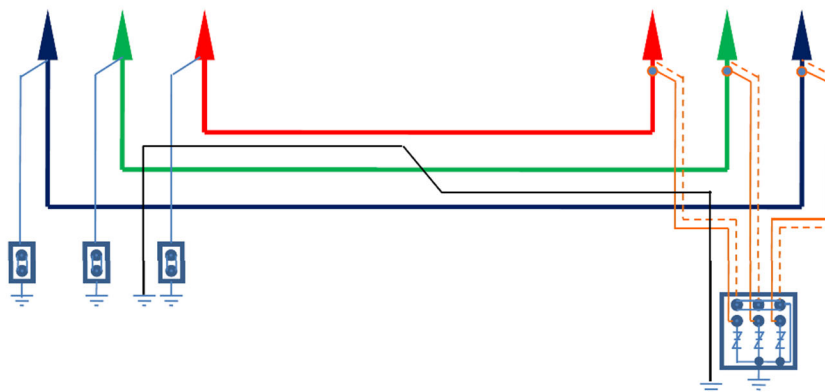
Esempio di buca giunti

9.6 Collegamento degli schermi

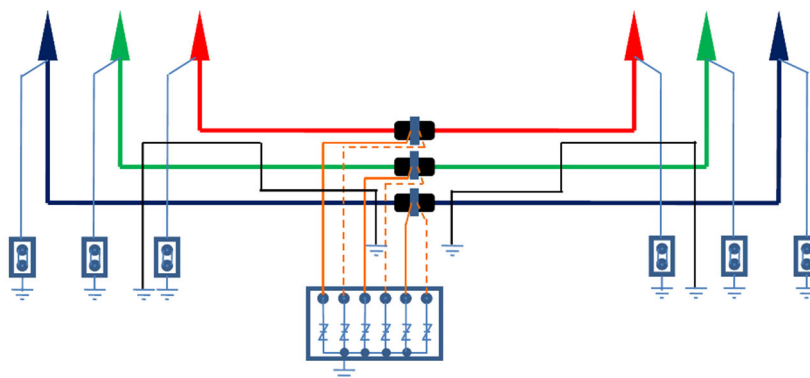
Tra le possibili modalità di collegamento degli schermi metallici sarà utilizzata la cosiddetta modalità del cross bonding, in cui il collegamento in cavo viene suddiviso in tre tratte elementari (o multipli di tre) di uguale lunghezza, generalmente corrispondenti con le pezzature di posa. In tale configurazione 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 collegamento incrociato. In sede di progettazione esecutiva verrà approfondito lo schema di collegamento da adottare per gli schermi metallici in funzione del numero e delle lunghezze delle singole pezzature dei cavi. Nelle seguenti figure sono riportati gli schemi di collegamenti degli schermi.



Cross bonding



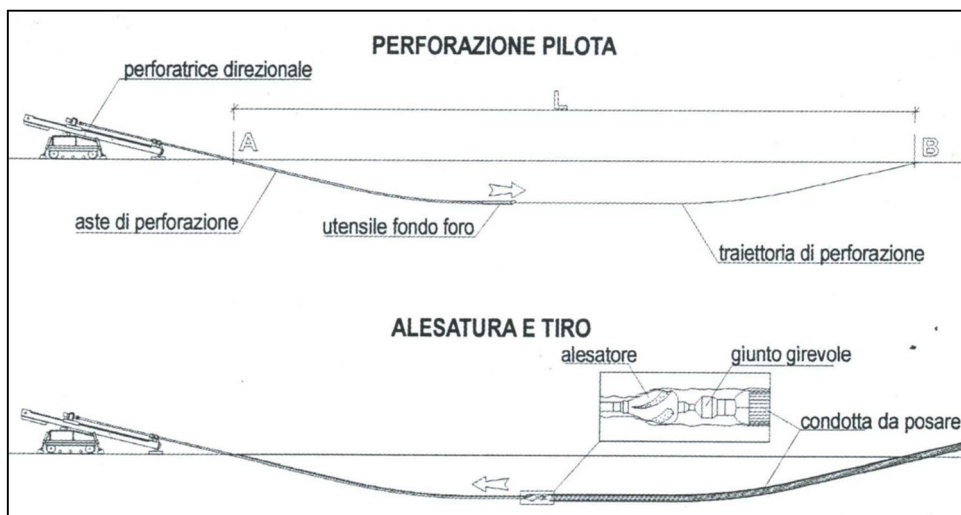
Cross bonding



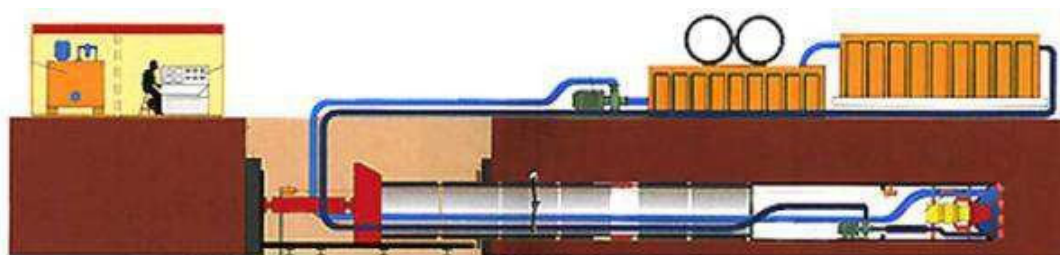
Single mid point bonding

9.7 Modalità tipiche per l'esecuzione degli attraversamenti

Nel caso in cui non sia possibile eseguire gli scavi per l'interramento del cavo, in prossimità di particolari attraversamenti di opere esistenti lungo il tracciato (strade, viadotti, scatolari, corsi d'acqua, ecc.), potrà essere utilizzato il sistema di attraversamento teleguidato mediante Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) o di perforazione mediante sistema Microtunneling, come rappresentato schematicamente nei disegni sottostanti.

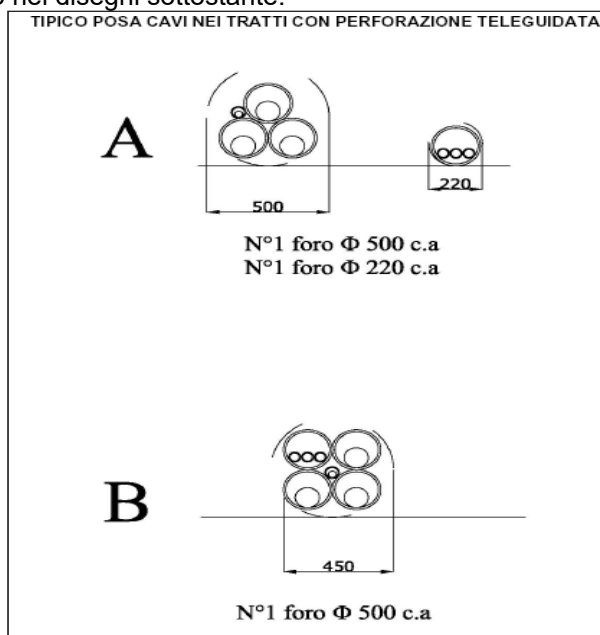


Schematico di Trivellazione Orizzontale Controllata



Schematico di Perforazione con microtunneling

In particolare, per l'attraversamento dei tratti in viadotto si valuterà in sede di progettazione esecutiva l'utilizzo di opere di staffaggio o di una apposita struttura posizionata in adiacenza ai ponti stradali, su cui installare i cavi stessi. Pertanto, nell'impiego della posa NO-DIG si potrà ottenere la disposizione della sezione di posa del cavidotto, come descritto nei disegni sottostanti:

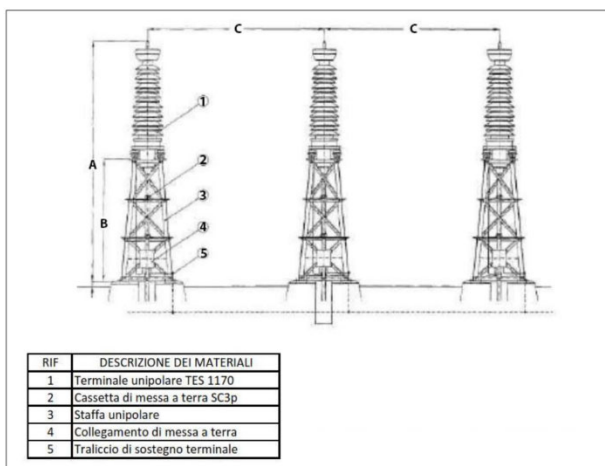


Tipico di posa con perforazione teleguidata

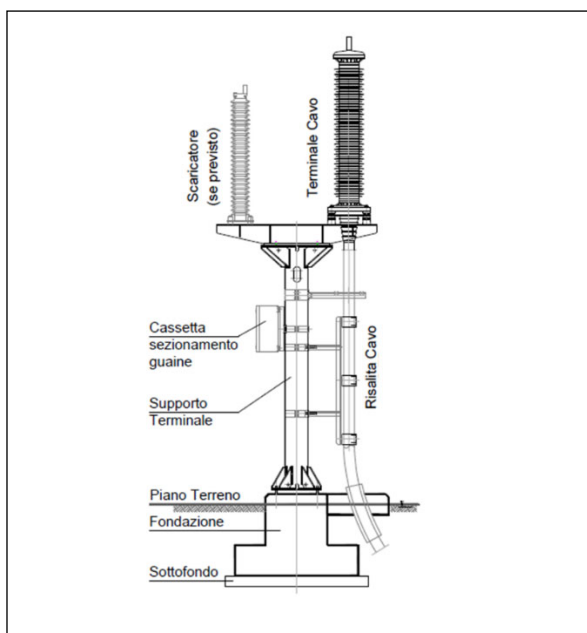
9.8 Terminali

I terminali saranno sistemati su apposito sostegno. In merito alla soluzione proposta precisiamo quanto segue:

- I supporti saranno fissati su strutture di fondazione di tipo monoblocco, per mezzo di tirafondi o con tasselli ad espansione;
- In caso di ingresso laterale dei cavi, si dovrà considerare la realizzazione di fondazione di tipo a cunicolo;
- Lungo la salita ai supporti, i cavi saranno fissati agli stessi per mezzo di staffe amagnetiche;
- I terminali saranno corredati con apposite cassette per la messa a terra delle guaine. Agendo sui collegamenti interni della cassetta è possibile collegare o scollegare le guaine dei cavi dall'impianto di terra.



Tipico terminali per esterno su supporto a traliccio



Tipico terminali per esterno su supporto a colonnino

9.9 Sistema di telecomunicazioni

Per la trasmissione dati per il sistema di protezione, comando e controllo dell'impianto, sarà realizzato un sistema di telecomunicazione tra le stazioni terminali dei collegamenti.

Sarà costituito da un cavo con 48 fibre ottiche - in caso di interrimento - che proseguirà attraverso le corde di guardia dei rispettivi elettrodotti aerei.

Nella figura seguente è riportato lo schema del cavo f.o. che sarà utilizzato per il sistema di telecomunicazioni.

Numero fibre	12 fibre x n.4 tubetti
Diametro esterno	13 mm
Peso del cavo	0,13 kg/m



- **Elemento centrale di supporto** : tondino di vetroresina.
- **Tubetti loose**: in materiale termoplastico, contenenti 12 fibre, tamponanti con grasso sintetico.
- **Riunione**: gli elementi necessari per formare il cavo (tubetti e riempitivi) sono cordati con metodo SZ attorno all'elemento centrale.
- **Tenuta longitudinale all'acqua**: materiali igroespandibili tali da garantire la proprietà di non propagazione dell'acqua (dry core water tightness)
- **Filato tagliaguaina**
- **Guaina interna**: polietilene
- **Elementi di tiro non metallici**: filati aramidici e/o vetro
- **Filato tagliaguaina**
- **Guaina esterna**: polietilene

9.10 Modalità realizzative

Si prevede una posa in trincea con disposizione dei cavi a “trifoglio”, che verranno interrati ad una profondità di 1,6 metri e posati su un letto di sabbia, o cemento magro, con spessore di circa 10 cm. Al di sopra dei cavi verrà posato uno strato di circa 50 cm di sabbia (o eventualmente cemento magro) ed una protezione in cemento, prolungata anche ai lati dello scavo al fine di massimizzare la protezione meccanica del cavo. Il completamento del riempimento avverrà con materiale di risulta o di riporto, e sarà collocato un nastro monitorare all'incirca a metà dello strato del materiale sovrastante il cavo. L'attraversamento di tratti su strade avverrà nelle modalità prescritte dagli enti proprietari.

In corrispondenza di attraversamenti stradali ovvero di interferenza con sottoservizi (gasdotti, cavidotti, fognature e scarichi etc.) si dovrà provvedere all'utilizzo di tubazioni PVC serie pesante, e i cavi dovranno essere posati all'interno di tubi inglobati in manufatti in cemento. Nel caso le prescrizioni degli enti proprietari o la tipologia del traffico veicolare non consenta la possibilità di operare con scavi a cielo aperto ovvero con chiusure parziali della strada, si dovrà prevedere l'utilizzo di sistemi di perforazione teleguidata per la posa dei tubi all'interno dei quali alloggiare i cavi.

Nel seguito, in Figura 6, è riportata una sezione tipica del cavidotto AT.

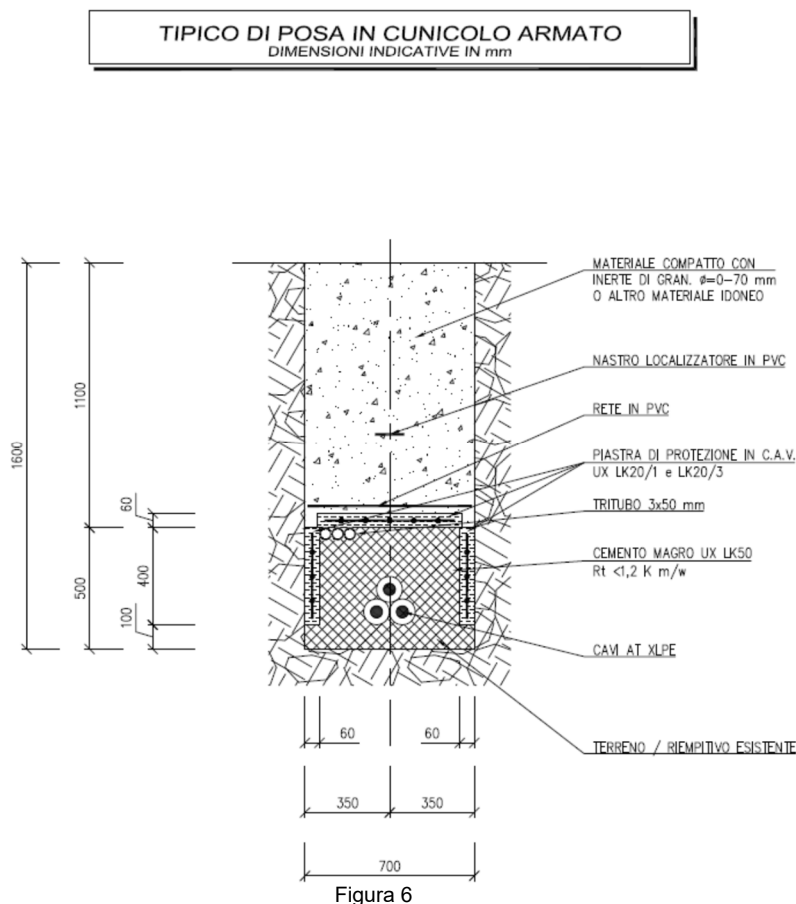





Figura 6

10 TERRE E ROCCE DA SCAVO

I lavori civili di preparazione, in funzione delle caratteristiche planoaltimetriche e fisico/meccaniche del terreno, saranno mirati a compensare i volumi di sterro e riporto, al fine di realizzare un piano perfettamente regolare ed alla quota ideale per poter procedere fin da subito alla realizzazione delle opere di fondazione di quanto previsto in progetto. Durante la realizzazione delle opere, il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso l'area di cantiere (allestita presso l'area del traliccio) e successivamente il

 Reggio nell'Emilia - ITALIA	Progetto LINEA 132 kV MIRANDOLA CP – CREVALCORE CP Relazione tecnico illustrativa	Documento e revisione 468701A 28
	<p>suo utilizzo per il reinterro degli scavi, previo accertamento, durante la fase esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito. In caso i campionamenti eseguiti forniscano un esito negativo, il materiale scavato sarà destinato ad idonea discarica, con le modalità previste dalla normativa vigente e il riempimento verrà effettuato con materiale inerte di adeguate caratteristiche. Si segnala altresì che, per l'esecuzione dei lavori, non verranno utilizzate tecnologie di scavo con impiego di prodotti tali da contaminare le rocce e terre.</p> <p>Prime considerazioni relative alla modalità di gestione dei terreni scavati (che verranno implementate in sede di progettazione esecutiva) con l'indicazione dei relativi quantitativi in conformità alla normativa vigente, sono contenute nelle relazione specialistica parte del presente progetto, nel dettaglio documento No. 468706.</p> <p>11 RUMORE</p> <p>La produzione di rumore da parte di un elettrodotto aereo in esercizio è dovuta essenzialmente a due fenomeni fisici: il vento e l'effetto corona.</p> <p>Il vento, se particolarmente intenso, può provocare un leggero sibilo dei conduttori, fenomeno peraltro locale e di modesta entità.</p> <p>L'effetto corona, dovuto al livello di tensione dei conduttori, è responsabile del leggero ronzio che viene talvolta percepito nelle immediate vicinanze dell'elettrodotto, soprattutto in condizioni di elevata umidità dell'aria.</p> <p>Le emissioni acustiche degli elettrodotti aerei progettati in conformità con l'unificazione di Terna rispettano in ogni caso i limiti previsti dalla normativa vigente (D.P.C.M. 14 Novembre 1997).</p> <p>12 INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE</p> <p>Per l'inquadramento geologico preliminare si fa riferimento al documento No. 468717 - Relazione geologica preliminare, presente in appendice F.</p> <p>13 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI</p> <p>La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico ed un campo magnetico. Il primo dipende dalla tensione di esercizio della linea stessa, mentre il secondo è funzione della corrente che vi circola, ed entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza. Per gli aspetti legati all'andamento del campo elettrico, del campo di induzione magnetica ai fini della definizione della DPA e all'analisi delle strutture potenzialmente sensibili ricadenti all'interno della stessa DPA, si rimanda alla "Relazione Tecnica Generale" (Doc. n. 468408) e alla documentazione contenuta nell'Appendice "D" (Doc. n. 468704 - Relazione campi elettrici e magnetici).</p> <p>14 STIMA DEI TEMPI DI REALIZZAZIONE</p> <p>I tempi di realizzazione dell'intervento sono coerenti con quanto statuito dal Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale in sede di STMG.</p> <p>15 AREE IMPEGNATE</p> <p>In merito all'attraversamento di aree da parte dell'elettrodotto, si possono individuare, con riferimento al Testo Unico di cui al DPR 8 Giugno 2001, No. 327 sugli espropri, le aree impegnate, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto (circa 16 m dall'asse linea per elettrodotti aerei 132 kV) e le aree potenzialmente impegnate, sulle quali sarà apposto il vincolo preordinato all'imposizione della servitù di elettrodotto. Le "aree potenzialmente impegnate" (previste dall'Art. 1-sexies comma 3 del DL 239/2003) equivalgono alle "zone di rispetto" di cui all'articolo 52-quater del testo unico sugli espropri, e sono quelle aree all'interno delle quali poter inserire eventuali modeste varianti al tracciato dell'elettrodotto senza che le stesse comportino la necessità di nuove autorizzazioni. L'estensione dell'area potenzialmente impegnata, nel caso di specie, sarà pari a 30 m dall'asse linea. Il documento No. 468722 - Planimetria catastale con area potenzialmente impegnata, riporta l'asse indicativo del tracciato con il posizionamento preliminare delle aree potenzialmente impegnate sulle quali sarà apposto il vincolo preordinato all'imposizione della servitù di elettrodotto. I proprietari dei terreni interessati dalle aree potenzialmente impegnate (ed aventi causa delle stesse) e relativi numeri di foglio e particella, così come desunti dal catasto, sono invece indicati negli elenchi beni da asservire, riportati negli appositi documenti No. 468741 ÷ 468747.</p> <p>16 SICUREZZA NEI CANTIERI</p> <p>I lavori si svolgeranno in ossequio alla normativa vigente, con particolare riferimento al Testo Unico sulla Sicurezza emesso con DLgs 9 Aprile 2008, No. 81. Pertanto, ai sensi della predetta normativa, in fase di</p>	

 Reggio nell'Emilia - ITALIA	Progetto LINEA 132 kV MIRANDOLA CP – CREVALCORE CP Relazione tecnico illustrativa	Documento e revisione 468701A 29
<p>progettazione si provvederà a nominare un Coordinatore per la progettazione abilitato che redigerà il Piano di Sicurezza e di Coordinamento e il fascicolo. Successivamente, in fase di realizzazione dell'opera, sarà nominato un Coordinatore per l'esecuzione dei lavori, anch'esso abilitato, che vigilerà durante tutta la durata dei lavori sul rispetto da parte delle ditte appaltatrici delle norme di legge in materia di sicurezza e delle disposizioni previste nel Piano di Sicurezza e di Coordinamento.</p> <p>17 RIFERIMENTI NORMATIVI</p> <p>In questo capitolo si riportano i principali riferimenti normativi da prendere in considerazione per la progettazione, la costruzione e l'esercizio dell'intervento oggetto del presente documento. Tutte le opere, nel rispetto della "regola dell'arte", nonché delle leggi, norme e disposizioni vigenti, inoltre, se non diversamente specificato, dovranno essere realizzate in osservanza delle Norme CEI, IEC, CENELEC, ISO, UNI in vigore. Si riporta nel seguito un elenco delle principali leggi e norme di riferimento. Si intendono comprese nello stesso tutte le varianti, le errata corrige, le modifiche ed integrazioni. Vengono di seguito elencati come esempio, alcuni riferimenti normativi relativi ad apparecchiature e componenti d'impianto.</p> <p>17.1 Leggi</p> <p>Si riportano le leggi applicabili:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici"; • Legge 23 agosto 2004, n. 239 "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia"; • Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"; • DPCM 8 luglio 2003, "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) generati dagli elettrodotti"; • Decreto 29 maggio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti"; • DPR 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità" e smi; • Legge 24 luglio 1990 n° 241, "Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi" come modificato dalla Legge 11 febbraio 2005, n. 15, dal Decreto legge 14 marzo 2005, n. 35 e dalla Legge 2 aprile 2007, n. 40; • Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n° 42 "Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137"; • Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 dicembre 2005 "Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42"; • Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e ss.mm.ii.; • Legge 5 novembre 1971 n. 1086. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Applicazione delle norme sul cemento armato"; • Decreto Legislativo 09 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". • Decreto Interministeriale 21 marzo 1988 n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne"; • Decreto Interministeriale 16 gennaio 1991 n. 1260 "Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne"; • Decreto Interministeriale del 05/08/1998 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne"; • Decreto Ministero Infrastrutture e Trasporti 14 settembre 2005 n. 159 "Norme tecniche per le costruzioni". <p>17.2 Norme tecniche</p> <p>Si riportano le norme CEI applicabili:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CEI 11-1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata"; • CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", 5.a Ed., 1998-09; • CEI 11-17, "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica – Linee in cavo", terza edizione, 2006-07; • CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV", 2.a Ed., 2002-06; 		

 Reggio nell'Emilia - ITALIA	Progetto LINEA 132 kV MIRANDOLA CP – CREVALCORE CP Relazione tecnico illustrativa	Documento e revisione 468701A 30
	<ul style="list-style-type: none"> • CEI 36-12, “Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000 V”, prima edizione, 1998; • CEI 64-8/1, “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua”, sesta edizione, 2007; • CEI 103-6 “Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell’induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto”, 3.a Ed., 1997-12 • 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”, prima edizione, 2006-02; • CEI 211-4, “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”, 2.a Ed., 2008-09; • 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”, 1.a Ed. 2001-01; • CEI 304-1 Interferenza elettromagnetica prodotta da linee elettriche su tubazioni metalliche Identificazione dei rischi e limiti di interferenza, prima edizione, 2005; • CEI EN 50110-1-2, “Esercizio degli impianti elettrici”, prima edizione, 1998-01; • CEI EN 50443 “Effetti delle interferenze elettromagnetiche sulle tubazioni causate da sistemi di trazione elettrica in corrente alternata ad alta tensione e/o da sistemi di alimentazione ad alta tensione in corrente alternata”, 1.a Ed, 2012-12; • CEI EN IEC 61936-1 “Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a.” - Parte 1: Prescrizioni comuni, 1.a Ed., 2011-07; • CEI EN 50522 “Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.”, 2.a Ed, 2022- 11; • CEI EN 50341-2-13 “Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1 kV in c.a.” - Parte 2-13: Aspetti Normativi Nazionali (NNA) per l'Italia (basati su CEI EN 50341-1 2012), 1.a Ed., 2017-01. <p>Si riportano le norme tecniche diverse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unificazione TERNA, “Linee a 380 kV - Semplice Terna - conduttori Ø 31.5 mm”. 	