



CITTA' DI PALIANO

Impianto Agrovoltaico "Paliano"

della potenza di 24 MW in AC e 24,16 MWp in DC PROGETTO DEFINITIVO



COMMITTENTE:



PALIANO SRL

PALIANO SRL
Galleria Vintler, 17 - 39100 Bolzano
P.I.: 03128640210
Tel: 0039 02 45440820

PROGETTAZIONE:

MATE System Unipersonale srl

Via Papa Pio XII, n.8 - 70020 Cassano delle Murge (BA)
tel. +39 080 3072072
mail: info@matesystemsrl.it | pec: matesystem@pec.it

PROGETTISTA:

Dott. Ing. Antonio Terlizzi
(Direttore Tecnico)



LEGALE RAPPRESENTANTE:

Geom. Damiano Baldassarre



MATE SYSTEM

Unipersonale srl

Via PAPA PIO XII n. 8

70020 Cassano delle Murge - Bari-Italy
P.I. 07580270721 - REA BA-567526

PD

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA RACCORDI

Tavola: PTO_09_01

Filename: 202100606_PTO_09_01.doc

Data 1°emissione:

Luglio 2021

Redatto:

TERLIZZI
TERLIZZI

Verificato:

SPINELLI
SPINELLI

Approvato:

TERLIZZI
TERLIZZI

Scala:

n.a.

Protocollo Tekne:

TKA729

n° revisione

1	18/11/2021
2	
3	
4	

Committente: PALIANO srl Galleria Vintler n. 17 – 39100 Bolzano (BZ)	Progettazione: Mate System srl Unipersonale Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) – Ing. Antonio Terlizzi	
Cod. elab.: 202100606_PTO_09_01	Tipo: Relazione tecnico descrittiva raccordi	Formato: A4
Data: 18/11/2021		Scala: n.a.

RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA

Nuovi raccordi per la connessione alla RTN della futura Stazione Elettrica di Smistamento 150 kV in agro di Anagni (FR)

COMMITTENTE:

PALIANO s.r.l.

Galleria Vintler, n.17
39100 – Bolzano (BZ)

PROGETTAZIONE a cura di:

MATE SYSTEM Srl Unipersonale

Via Papa Pio XII, 8
70020 – Cassano delle Murge (BA)
Ing. Antonio Terlizzi

Committente: PALIANO srl Galleria Vintler n. 17 – 39100 Bolzano (BZ)	Progettazione: Mate System srl Unipersonale Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) – Ing. Antonio Terlizzi	
Cod. elab.: 202100606_PTO_09_01	Tipo: Relazione tecnico descrittiva raccordi	Formato: A4
Data: 18/11/2021		Scala: n.a.

Sommario

0	PREMESSA.....	3
1	LA NORMATIVA TECNICA PER LA REALIZZAZIONE DI LINEE AT.....	3
2	MOTIVAZIONE DELL'OPERA.....	3
3	UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E OPERE ATTRAVERSATE.....	4
4	DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	5
4.1	DETTAGLIO DEGLI INTERVENTI E INTERVENTI MINORI.....	7
5	CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE.....	7
5.1	Caratteristiche elettriche dell'elettrodotta.....	7
5.2	Caratteristiche dei cavi interrati.....	8
5.3	Conduttori.....	9
5.4	Corde di guardia.....	10
5.5	Cavidotto AT.....	10
5.6	SOSTEGNO PORTATERMINALI.....	11
5.7	SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONE.....	12
5.8	CARATTERISTICHE SEZIONI DI POSA E COMPONENTI.....	13
5.9	Stato di tensione meccanica.....	14
5.10	Capacità di trasporto.....	15
5.11	Sostegni.....	15
5.12	Pali gatto interni alla stazione.....	16
5.13	Isolamento.....	17
5.13.1	<i>Caratteristiche geometriche</i>	17
5.13.2	<i>Caratteristiche elettriche</i>	18
5.14	Morsetteria ed armamenti.....	19
5.15	Fondazioni.....	19
5.16	Messa a terra dei sostegni.....	21
5.17	MODALITA' DI REALIZZAZIONE DEL CAVIDOTTO.....	22
5.18	REALIZZAZIONE DEI SOSTEGNI DI TRANSIZIONE.....	24
6	VERIFICA DEI SOSTEGNI DI PROGETTO.....	25
7	DIAGRAMMI DI UTILIZZAZIONE.....	28
8	INQUADRAMENTO GEOLOGICO e IDROGEOLOGICO PRELIMINARE – SISMICITA'.....	30
8.1	Inquadramento geologico e idrogeologico.....	30
8.2	Caratteristiche sismiche.....	30
9	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI.....	30
10	AREE POTENZIALMENTE IMPEGNATE.....	30

Committente: PALIANO srl Galleria Vintler n. 17 – 39100 Bolzano (BZ)	Progettazione: Mate System srl Unipersonale Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) – Ing. Antonio Terlizzi	
Cod. elab.: 202100606_PTO_09_01	Tipo: Relazione tecnico descrittiva raccordi	Formato: A4
Data: 18/11/2021		Scala: n.a.

0 PREMESSA

La società Terna S.p.A. – Rete Elettrica Nazionale è la società responsabile in Italia della trasmissione e del dispacciamento dell'energia elettrica sulla rete ad alta e altissima tensione.

La società Paliano Srl con il presente documento e gli altri ad esso allegati, descrive il progetto esecutivo delle opere di rete, costituito da una nuova stazione elettrica di smistamento (SE) a 150 kV di Anagni e dai relativi raccordi elettrici aerei ed interrati alle esistenti linee RTN a 150 kV denominate "Valmontone-Castellaccio" e "Anagni-Colleferro", sulla base delle indicazioni fornite da Terna nonché sulle risultanze dei sopralluoghi eseguiti in sito e degli accordi con la committenza.

Oggetto della presente relazione tecnica è la descrizione degli aspetti specifici dei raccordi a 150 kV per gli inserimenti in entra-esce della nuova stazione di smistamento. Le linee di nuova realizzazione attraversano il territorio del Comune di Anagni in Provincia di Frosinone - Regione Lazio.

1 LA NORMATIVA TECNICA PER LA REALIZZAZIONE DI LINEE AT

In ambito internazionale e nazionale l'esecuzione delle linee aeree esterne è attualmente normata da:

- IEC IEC 60826: "Design criteria of overhead transmission lines"
- CENELEC EN 50341: "Overhead electrical lines exceeding AC 45 KV"
- CEI CEI 11-4 "Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne"

In Italia la suddetta Norma CEI 11-4 viene recepita come Decreto attuativo della legge 28.06.1986 n. 339, acquisendone con ciò valore legislativo.

Il Decreto attualmente vigente è il DM 2.03.1988 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne" con aggiornamenti successivi 16.01.1991 e 03.08.1998.

La puntuale applicazione del DM 2.03.1988 e successivi aggiornamenti, nella progettazione, costruzione ed esercizio delle linee elettriche in Italia, diventa quindi obbligatorio oltre che per il rispetto della regola d'arte anche per espresso vincolo legislativo.

La normativa ha previsto la divisione dell'Italia in due zone: A e B: la prima copre il territorio dell'Italia centro-meridionale ed insulare al di sotto degli 800 m s.l.m.; la seconda il territorio dell'Italia centro-meridionale ed insulare al di sopra degli 800 m s.l.m. e quello dell'Italia settentrionale.

Partendo da questa suddivisione, la normativa fissa le temperature di riferimento ed i sovraccarichi, nei vari stati derivati, con cui eseguire i calcoli di progetto e/o verifica dei sostegni e dei conduttori.

2 MOTIVAZIONE DELL'OPERA

La realizzazione dei nuovi raccordi si rende necessaria per consentire l'immissione nella Rete Elettrica Nazionale (RTN) di proprietà della Terna SpA della energia prodotta dal campo fotovoltaico da ubicarsi nel Comune di Paliano (FR) di proprietà della Società Paliano Srl.

Committente: PALIANO srl Galleria Vintler n. 17 – 39100 Bolzano (BZ)	Progettazione: Mate System srl Unipersonale Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) – Ing. Antonio Terlizzi	
Cod. elab.: 202100606_PTO_09_01	Tipo: Relazione tecnico descrittiva raccordi	Formato: A4
Data: 18/11/2021		Scala: n.a.

Tale soluzione è quanto previsto dalla STMG fornita da Terna con Codice Pratica: 202100606 che prevede che la connessione dell'impianto in oggetto avvenga mediante la realizzazione di una nuova stazione di smistamento da collegarsi in entra-esce sulla sezione a 150 kV alle linee AT Valmontone-Castellaccio e Anagni-Colleferro.

3 UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E OPERE ATTRAVERSATE

La progettazione dell'intervento oggetto della seguente Relazione Tecnica Illustrativa è stata sviluppata tenendo in considerazione un 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.

Tra le possibili soluzioni è stato individuato il tracciato più funzionale, che tenga conto di tutte le esigenze e delle possibili ripercussioni sull'ambiente, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia.

Il tracciato dell'elettrodotto, quale risulta dalle planimetrie allegate al Piano Tecnico delle Opere, è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n. 1775, comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi pubblici e privati coinvolti, cercando in particolare di:

- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato per occupare la minor porzione possibile di territorio;
- minimizzare l'interferenza con le zone di pregio ambientale, naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- 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;
- evitare, per quanto possibile, l'interessamento di aree urbanizzate o di sviluppo urbanistico;
- assicurare la continuità del servizio, la sicurezza e l'affidabilità della Rete di Trasmissione Nazionale;
- permettere il regolare esercizio e manutenzione degli elettrodotti.

Il Comune interessato dai raccordi e dalla stazione elettrica è esclusivamente quello di Anagni, Provincia di Frosinone – Regione Lazio.

Committente: PALIANO srl Galleria Vintler n. 17 – 39100 Bolzano (BZ)	Progettazione: Mate System srl Unipersonale Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) – Ing. Antonio Terlizzi	
Cod. elab.: 202100606_PTO_09_01	Tipo: Relazione tecnico descrittiva raccordi	Formato: A4
Data: 18/11/2021		Scala: n.a.

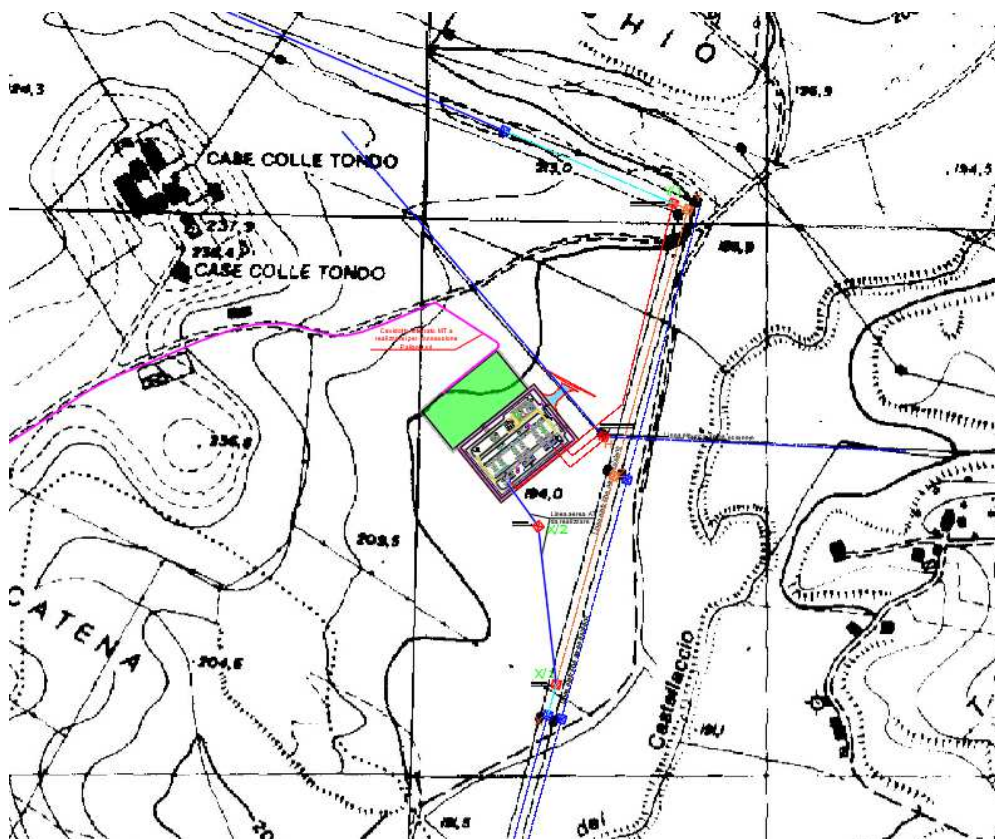


Figura 1 - Individuazione dell'area destinata al nuovo satellite della SE RTN di Anagni (FR) su carta CTR

La documentazione esecutiva è corredata dai profili longitudinali relativi all'andamento altimetrico del tracciato riferito al piano campagna, con evidenziata la fascia altimetrica compresa tra l'altezza massima prevista per i sostegni ed il franco minimo rispetto al piano campagna.

4 DESCRIZIONE DELLE OPERE

I raccordi verranno effettuati mediante la realizzazione di quattro nuovi sostegni singola terna 150 kV; di questi, due saranno montati per consentire la connessione della stazione sulla linea 150 kV ad est della stessa, mentre i restanti saranno installati quali sostegni di transizione aereo/cavo per consentire la realizzazione delle connessioni in cavo tra la stazione e le linee 150 kV che si sviluppano a nord della stessa.

Con riferimento al raccordo aereo, i nuovi sostegni assumeranno la denominazione di:

- X/1: che sarà inserito nella zona sud (si è indicato con X il nome del sostegno subito a valle nella linea esistente) lungo l'asse della linea esistente a circa 50 metri dal sostegno esistente X;
- X/2: che sarà inserito in prossimità della stazione per fungere da sostegno capolinea.

Committente: PALIANO srl Galleria Vintler n. 17 – 39100 Bolzano (BZ)	Progettazione: Mate System srl Unipersonale Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) – Ing. Antonio Terlizzi	
Cod. elab.: 202100606_PTO_09_01	Tipo: Relazione tecnico descrittiva raccordi	Formato: A4
Data: 18/11/2021		Scala: n.a.

Con riferimento ai raccordi in cavo vi saranno due nuovi sostegni (del tipo di transizione aereo cavo):

- per quanto concerne la connessione sulla “Valmontone-Castellaccio” sarà installato un sostegno a circa 30 metri dal sostegno esistente (denominato con Y nella tavola grafica); tale nuovo sostegno assumerà la denominazione di Y/1.
- relativamente alla connessione sulla “Anagni-Colleferro”, si prevede la sostituzione di un sostegno esistente (denominato con H nella tavola grafica) con uno nuovo di transizione.

In sintesi non si prevede la rimozione di nessuno dei sostegni esistenti, ma solo l’inserimento lungo la linea “Valmontone-Castellaccio” dei sostegni X/1 e Y/1, la ritesatura di parte della linea esistente (tra X/1 e X), la realizzazione del nuovo raccordo aereo tra il palo gatto di stazione e il nuovo sostegno X/1 e le linee in cavo AT.

Verrà infine rimossa la porzione di linea tra X/1 e Y (in alternativa si potrà lasciare il conduttore per eseguire manovra di esclusione della SET e ripristino della configurazione ante operam).

I raccordi a 150 kV si sviluppano su un territorio pianeggiante (con altitudini variabili dai 180 ai 200 m s.l.m), seguendo il profilo del terreno.

Lo sviluppo complessivo dell’intervento è così distribuito:

- Circa 261 m per la realizzazione del raccordo aereo a sud;
- Circa 600 m di cavo interrato AT per la realizzazione dei raccordi in cavo;
- Dismissione di circa 612 m di cavo aereo AT.

Sempre con riferimento all’elaborato grafico (202100606_PTO_10_01), si individuano:

- Linea blu (continua): nuovo raccordo aereo verso sud;
- Linee rosse (tratto-punto): nuovi raccordi in cavo;
- Linee blu (tratteggiate): linee 150 kV esistente;
- Sostegni rossi: nuova installazione;
- Sostegni blu: esistenti.

Tutto il territorio interessato dai tracciati è destinato ad uso agricolo (bosco, seminativo incolto e piccole aree a sistemi colturali permanenti).

Tali tracciati non interferiscono con zone urbanizzate o di potenziale urbanizzazione e consentono di mantenere distanze dalle abitazioni e dalle infrastrutture viarie rurali tali da rispettare i valori limite, in corrispondenza di esse, di campo elettrico e magnetico generati previsti dalla normativa vigente.

I tralicci di nuova realizzazione saranno in numero di quattro (a cui si aggiunge il palo gatto di stazione) e non vi saranno sostegni da rimuovere.

Nella definizione dei profili longitudinali delle nuove linee aeree in progetto si è considerato esclusivamente il raccordo tra palo gatto di stazione e il nuovo traliccio installato lungo la linea esistente; non si è considerato il profilo della linea 150 kV esistente in quanto la stessa sarà solo ritesata sui nuovi sostegni (X/1 e Y/1) mantenendo gli stessi franchi dal terreno e all’incirca le stesse campate.

Committente: PALIANO srl Galleria Vintler n. 17 – 39100 Bolzano (BZ)	Progettazione: Mate System srl Unipersonale Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) – Ing. Antonio Terlizzi	
Cod. elab.: 202100606_PTO_09_01	Tipo: Relazione tecnico descrittiva raccordi	Formato: A4
Data: 18/11/2021		Scala: n.a.

Infine, si rammenta che occorrerà prevedere la sostituzione del conduttore attualmente installato nella tratta “Anagni-Colleferro” con un ulteriore conduttore che garantirà una maggior portata, secondo le indicazioni che Terna fornirà in futuro.

4.1 DETTAGLIO DEGLI INTERVENTI E INTERVENTI MINORI

La porzione di conduttore in arancione (indicata come da rimuovere) potrà essere preservata qualora Terna lo richieda; la realizzazione di colli morti normalmente aperti consentirà di poter disporre di una connessione di backup sulla linea, qualora la stazione dovesse essere off line per un certo periodo.

5 CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE

I calcoli delle frecce e delle sollecitazioni dei conduttori di energia, delle corde di guardia, dell’armamento, dei sostegni e delle fondazioni, sono rispondenti alla Legge n. 339 del 28/06/1986 ed alle norme contenute nei Decreti del Ministero dei LL.PP. del 21/03/1988 e del 16/01/1991 con particolare riguardo agli elettrodotti di classe terza, così come definiti dall’art. 1.2.07 del Decreto del 21/03/1988 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 D.P.C.M. 08/07/2003.

Il progetto dell’opera è conforme al Progetto Unificato per gli elettrodotti elaborato fin dalla prima metà degli anni ’70 a cura della Direzione delle Costruzioni di ENEL, aggiornato nel pieno rispetto della normativa prevista dal DM 21-10-2003 (Presidenza del Consiglio di Ministri Dipartimento Protezione Civile) e tenendo conto delle Norme Tecniche per le Costruzioni, Decreto 14/09/2005.

Per quanto attiene gli elettrodotti, nel Progetto Unificato ENEL, sono inseriti tutti i componenti (sostegni e fondazioni, conduttori, morsetteria, isolatori, ecc.) con le relative modalità di impiego.

I raccordi saranno costituiti da una palificazione a semplice terna (due soli sostegni per ogni raccordo) armata ciascuna con una terna di fasi composta da un conduttore di energia e con una corda di guardia, fino al raggiungimento dei sostegni capolinea.

5.1 Caratteristiche elettriche dell’elettrodotto

Le caratteristiche elettriche dell’elettrodotto sono le seguenti:

Tensione nominale	150 kV in corrente alternata
Frequenza nominale	50 Hz
Intensità di corrente nominale	870 A ¹
Potenza nominale	150 MW per terna

Committente: PALIANO srl Galleria Vintler n. 17 – 39100 Bolzano (BZ)	Progettazione: Mate System srl Unipersonale Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) – Ing. Antonio Terlizzi	
Cod. elab.: 202100606_PTO_09_01	Tipo: Relazione tecnico descrittiva raccordi	Formato: A4
Data: 18/11/2021		Scala: n.a.

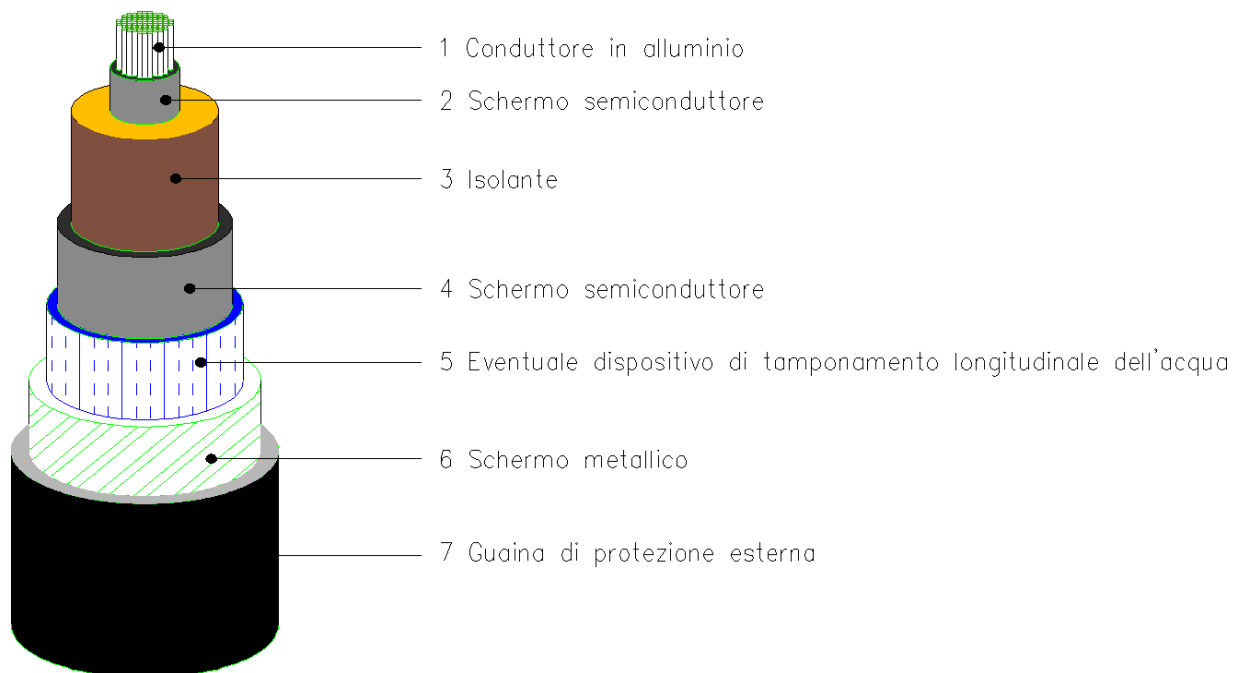
¹ La portata in corrente in servizio normale del conduttore sarà conforme a quanto prescritto dalla norma CEI 11-60, per elettrodotti a 150 kV in zona A e per conduttori 31,5 mm

5.2 Caratteristiche dei cavi interrati

Nel seguito si riportano le caratteristiche tecniche principali dei cavi e le sezioni tipiche. Tali dati potranno subire adattamenti comunque non essenziali, dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori:

Sezione nominale del conduttore	Alluminio 1600 mm ²
Isolante	XLPE
Diametro esterno	106,4 mm
Peso cavo	11,2 kg/m

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



Ciascun elettrodotto sarà costituito da una terna di cavi unipolari, con isolamento in XLPE, costituiti da un conduttore in alluminio con sezione pari a circa 1600 mm²; esso sarà un conduttore di tipo milliken a corda rigida (per le sezioni maggiori), compatta e tamponata di rame ricotto non stagnato o di alluminio, ricoperta da uno strato semiconduttivo interno estruso, dall'isolamento XLPE, dallo strato semiconduttivo esterno, da nastri semiconduttivi igroespandenti. Lo schermo metallico è costituito da un tubo metallico di piombo o alluminio o a fili di rame ricotto non stagnati, di sezione complessiva adeguata ad assicurare la protezione meccanica del cavo, la tenuta ermetica radiale ed

Committente: PALIANO srl Galleria Vintler n. 17 – 39100 Bolzano (BZ)	Progettazione: Mate System srl Unipersonale Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) – Ing. Antonio Terlizzi	
Cod. elab.: 202100606_PTO_09_01	Tipo: Relazione tecnico descrittiva raccordi	Formato: A4
Data: 18/11/2021		Scala: n.a.

a sopportare la corrente di guasto a terra. Sopra lo schermo viene applicata la guaina protettiva di polietilene nera e grafitata avente funzione di protezione anticorrosiva, ed infine la protezione esterne meccanica.

5.3 Conduttori

I conduttori sono i principali componenti di una linea elettrica aerea in quanto:

- Svolgono innanzitutto una funzione elettrica finalizzata al trasporto ed alla distribuzione dell'energia elettrica e se nudi sfruttano il miglior dielettrico esistente in natura ovvero l'aria in cui sono immersi.
- In conseguenza del loro posizionamento, acquisiscono poi una seconda funzione di tipo meccanico, che deriva dal loro diverso stato di sollecitazione sotto l'azione del peso proprio e delle forze esterne ad essi applicate, che consiste nel trasferire, tramite gli elementi di morsetteria e di isolamento, le suddette azioni ai sostegni e quindi alle fondazioni.

Dal punto di vista della Tecnica delle costruzioni offre quindi interesse lo studio dei conduttori come elementi strutturali, soggetti a specifiche condizioni di carico statico e dinamico.

Ciascuna fase elettrica sarà costituita da n° 1 conduttore di energia formato da una corda in alluminio-acciaio $\Phi 31.50$ mm, composta da n. 54 fili di alluminio del diametro di 3.50mm e da n. 19 fili di Alluminio del diametro di 2.10 mm, con carico di rottura teorico di 16852 daN.

I conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 10, ampiamente superiore a quella minima prevista dall'art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991.

L'elettrodotto sarà inoltre equipaggiato con una corda di guardia incorporante la fibra ottica. La corda di guardia proteggere l'elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche e migliora la messa a terra dei sostegni. La corda di guardia è in acciaio rivestito di alluminio del diametro di 10,50 mm e sezione di 67,35 mm², sarà costituita da n° 7 fili del diametro di 3,50 mm. Il carico di rottura teorico della corda sarà di 7928 daN.

Il calcolo dei conduttori è stato eseguito nell'ipotesi di curva di equilibrio della catenaria ovvero di carico uniformemente ripartito lungo la curva funicolare (filo omogeneo di sezione costante):

$$y=a \cosh(x/a)$$

Viene introdotto poi il concetto di parametro così definito:

$P = T_0/p_0 =$ PARAMETRO in metri dove

$P=$ Parametro

$T_0=$ Componente orizzontale del tiro

$P_0=$ peso del conduttore per U.L.

Committente: PALIANO srl Galleria Vintler n. 17 – 39100 Bolzano (BZ)	Progettazione: Mate System srl Unipersonale Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) – Ing. Antonio Terlizzi	
Cod. elab.: 202100606_PTO_09_01	Tipo: Relazione tecnico descrittiva raccordi	Formato: A4
Data: 18/11/2021		Scala: n.a.

La sua unità di misura, essendo esso il rapporto fra il tiro orizzontale ed il peso per unità di lunghezza del conduttore ovvero $\text{daN}/(\text{daN}/\text{metro}) = \text{metro}$, è quella di una lunghezza.

Il significato fisico del parametro P è il seguente:

al crescere del valore del parametro diminuisce la curvatura della catenaria ed aumenta la tensione nel conduttore fino a degenerare la catenaria in una retta e la sollecitazione ad un tiro infinito.

5.4 Corde di guardia

Le attuali serie di sostegni unificati Terna sono state progettate per resistere alle azioni trasmesse dai tipi di funi di guardia funi con fibre ottiche (OPGW = Optical Ground Wire) con diametri nominali $\varnothing 10,5 \text{ mm}$, $\varnothing 11,5 \text{ mm}$ e $\varnothing 17,9 \text{ mm}$ (a 24 o 48 Fibre ottiche) tesate in condizioni EDS secondo i valori di tiro riportati nelle rispettive utilizzazioni.

Tali valori, oltre ad assicurare la resistenza strutturale del sostegno, garantiscono anche l'efficacia della copertura elettrica sui conduttori e il mantenimento dei franchi rispetto ad essi, in tutte le condizioni di progetto.

La corda di guardia presente attualmente sulla linea è di OPGW 10,5 mm - acciaio 10, 5 mm incorporante fibra ottica (non in servizio ottico), pertanto la futura cdg da installare sarà la medesima.

5.5 Cavidotto AT

Ciascun elettrodotto è costituito dai seguenti componenti:

- n. 3 conduttori di energia;
- un giunto sezionato (solo se necessario, viste le dimensioni limitate dei raccordi) circa ogni 500-800 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. 6 terminali per esterno;
- n. 6 sostegni porta-terminali,
- sistema di telecomunicazioni.

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di 2 m, con disposizione delle fasi a trifoglio o in piano (da valutare in fase esecutiva).

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'.

Committente: PALIANO srl Galleria Vintler n. 17 – 39100 Bolzano (BZ)	Progettazione: Mate System srl Unipersonale Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) – Ing. Antonio Terlizzi	
Cod. elab.: 202100606_PTO_09_01	Tipo: Relazione tecnico descrittiva raccordi	Formato: A4
Data: 18/11/2021		Scala: n.a.

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 il posizionamento dei cavi che per le modalità di progetto delle protezioni.

Gli attraversamenti delle opere interferenti saranno eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

Tra le possibili modalità di collegamento degli schermi metallici sarà utilizzata la cosiddetta modalità del cross bonding, in cui 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.

5.6 SOSTEGNO PORTATERMINALI

Per la realizzazione di ciascun passaggio da elettrodotto aereo a cavo interrato sarà utilizzato un sostegno porta terminale con testa a delta, opportunamente verificato. I terminali cavo saranno inseriti su una mensola alloggiata sulla struttura del sostegno, come mostrato nel disegno schematico sotto riportato, di carattere puramente indicativo e non esaustivo.

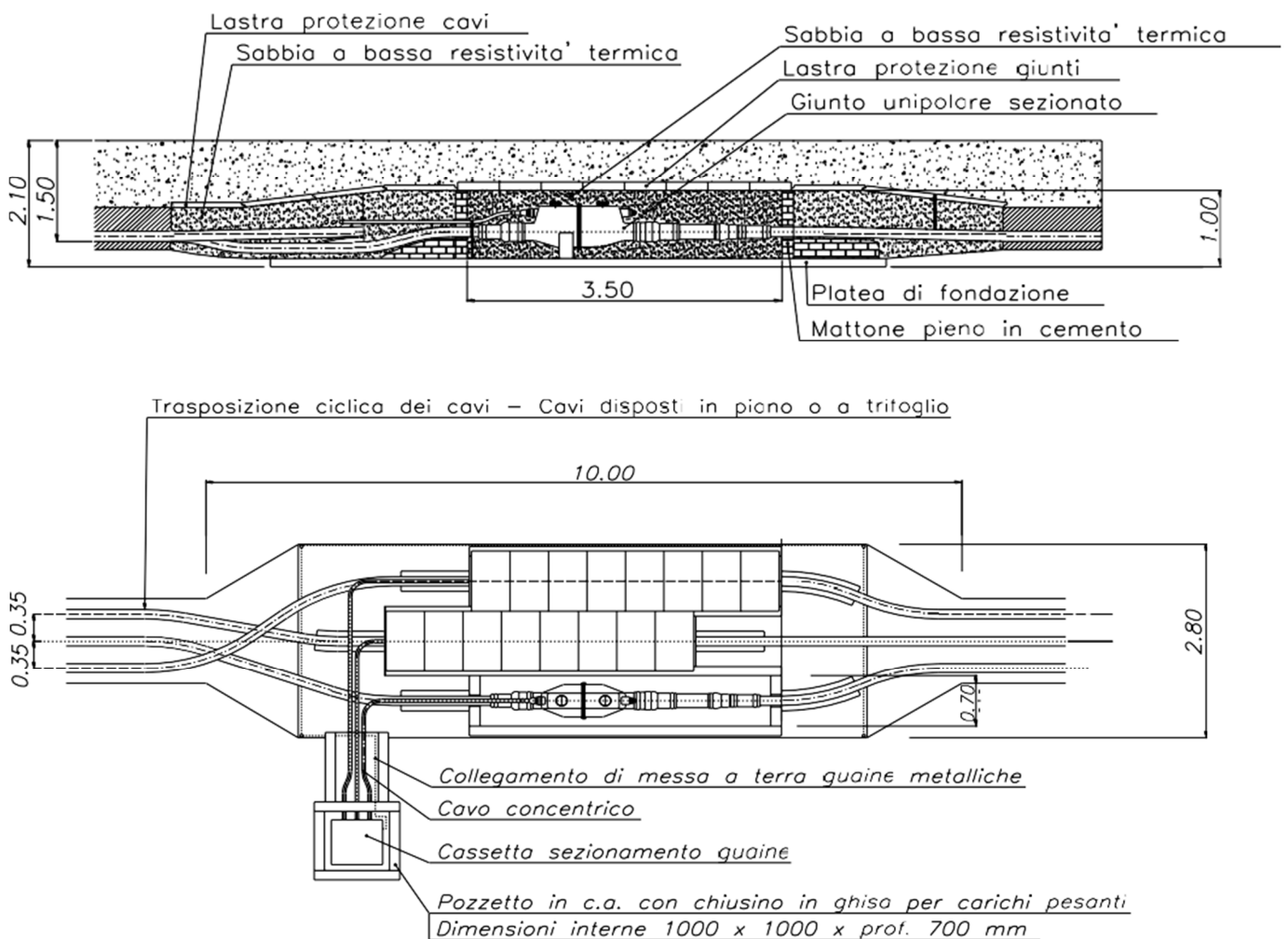
Committente: PALIANO srl Galleria Vintler n. 17 – 39100 Bolzano (BZ)	Progettazione: Mate System srl Unipersonale Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) – Ing. Antonio Terlizzi	
Cod. elab.: 202100606_PTO_09_01	Tipo: Relazione tecnico descrittiva raccordi	Formato: A4
Data: 18/11/2021		Scala: n.a.



- **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

5.8 CARATTERISTICHE SEZIONI DI POSA E COMPONENTI

I disegni allegati alla presente relazione riportano le modalità di posa (2021006063_PTO_13B_01); le dimensioni di massima delle buche giunti e le modalità tipiche per l'esecuzione degli attraversamenti sono riportate di seguito:



Committente: PALIANO srl Galleria Vintler n. 17 – 39100 Bolzano (BZ)	Progettazione: Mate System srl Unipersonale Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) – Ing. Antonio Terlizzi	
Cod. elab.: 202100606_PTO_09_01	Tipo: Relazione tecnico descrittiva raccordi	Formato: A4
Data: 18/11/2021		Scala: n.a.

5.9 Stato di tensione meccanica

Il tiro dei conduttori e delle corde 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 dei raccordi di linea sono riportati nello schema generale 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
- **CVS3** – Condizione di verifica sbandamento catene: 0°C (Zona A) -10°C (Zona B), vento a 65 km/h
- **CVS4** – Condizione di verifica sbandamento catene: +20°C, vento a 65 km/h

Nel seguente prospetto sono riportati i valori dei tiri in EDS per i conduttori, in valore percentuale rispetto al carico di rottura:

- **ZONA A** EDS=14% per il conduttore tipo Al-Ac Φ 31.5 mm;
- **ZONA B** EDS=11% per il conduttore tipo Al-Ac Φ 31.5 mm;

Il corrispondente valore di EDS per la corda di guardia è stato fissato con il criterio di avere un parametro del 15% più elevato, rispetto a quello del conduttore in condizione EDS.

Sono stati ottenuti i seguenti valori:

ZONA A EDS=10.6% per corda di guardia tipo LC 51

ZONA B EDS=9.1% per corda di guardia tipo LC 51

Committente: PALIANO srl Galleria Vintler n. 17 – 39100 Bolzano (BZ)	Progettazione: Mate System srl Unipersonale Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) – Ing. Antonio Terlizzi	
Cod. elab.: 202100606_PTO_09_01	Tipo: Relazione tecnico descrittiva raccordi	Formato: A4
Data: 18/11/2021		Scala: n.a.

Per fronteggiare le conseguenze dell'assestamento dei conduttori si rende necessario maggiorare il tiro all'atto della posa. Ciò si ottiene introducendo un decremento fittizio di temperatura $\Delta\theta$ nel calcolo delle tabelle di tesatura:

- -16°C in zona A
- -25°C in zona B.

La linea in oggetto è situata in “**ZONA A**”

5.10 Capacità di trasporto

La capacità di trasporto dell'elettrodotto di progetto è conforme a quanto previsto dalla Norma CEI 11-60, nella quale sono definite le portate nei periodi caldo e freddo.

Il progetto dell'elettrodotto in oggetto è stato sviluppato nell'osservanza delle distanze di rispetto previste dalle Norme vigenti, sopra richiamate, pertanto le portate in corrente da considerare sono le stesse indicate nella Norma CEI 11-60.

5.11 Sostegni

Per la scelta dei sostegni si è tenuto conto di:

- Le definizioni fissate dalle Norme che sono importanti perché definiscono in modo rigoroso il campo di applicazione
- Le Norme per la messa a terra dei sostegni
- Le distanze imposte ai sostegni ed alle relative fondazioni dalle opere interferenti
- Le ipotesi di calcolo, le modalità di calcolo e le sollecitazioni massime ammesse.

I due sostegni lungo linea saranno del tipo Eccezionali (tipo E) a singola terna, entrambi di altezza pari a 30 m (tale si è ipotizzata l'altezza degli attuali sostegni costituenti la linea), saranno costituiti da angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati. Il sostegno lungo il raccordo a nord sarà anch'esso di tipo E ma con una altezza di 22 metri dovendo fungere da capolinea. 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 non sarà in ogni caso superiore a 50 m.

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. Infine vi è il cimino, atto a sorreggere la corda di guardia.

Committente: PALIANO srl Galleria Vintler n. 17 – 39100 Bolzano (BZ)	Progettazione: Mate System srl Unipersonale Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) – Ing. Antonio Terlizzi	
Cod. elab.: 202100606_PTO_09_01	Tipo: Relazione tecnico descrittiva raccordi	Formato: A4
Data: 18/11/2021		Scala: n.a.

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 C_m , Θ 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 Θ 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 C_m , Θ e K, ricade o meno all'interno dell'area delimitata dal diagramma di utilizzazione stesso.

Nel piano di utilizzazione trasversale (C_m , Θ) un insieme di punti ai quali corrisponde una azione trasversale complessiva non superiore a quella che sarà utilizzata per il calcolo.

Nel piano verticale (C_m , K) un insieme di punti ai quali corrisponde una azione verticale complessiva non superiore a quella che sarà utilizzata per il calcolo.

Pertanto, affinché il sostegno possa essere impiegato in un picchetto di caratteristiche (C_{m1} , $\Theta 1$) e (C_{m1} , K1) è necessario che i suddetti punti siano compresi rispettivamente nei campi di utilizzazione verticale e trasversale.

La verifica della bontà dei sostegni prescelti è stata già effettuata in fase preliminare e definitiva e pertanto se ne conferma il risultato.

5.12 Pali gatto interni alla stazione

I pali gatto saranno unificati TERNA e sono del tipo a TIRO PIENO H15 per tutte le linee. Questi sostegni sono costituiti da 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 hanno un'altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme.

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 sono di amarro.

Committente: PALIANO srl Galleria Vintler n. 17 – 39100 Bolzano (BZ)	Progettazione: Mate System srl Unipersonale Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) – Ing. Antonio Terlizzi	
Cod. elab.: 202100606_PTO_09_01	Tipo: Relazione tecnico descrittiva raccordi	Formato: A4
Data: 18/11/2021		Scala: n.a.

Nel progetto in oggetto si è considerato, visto l'angolo di uscita della linea dal palo gatto, di non ruotare la testa, in quanto gli angoli formati dal conduttore con l'asse del palo sono di 0° (conduttore ortogonale alla stazione)

5.13 Isolamento

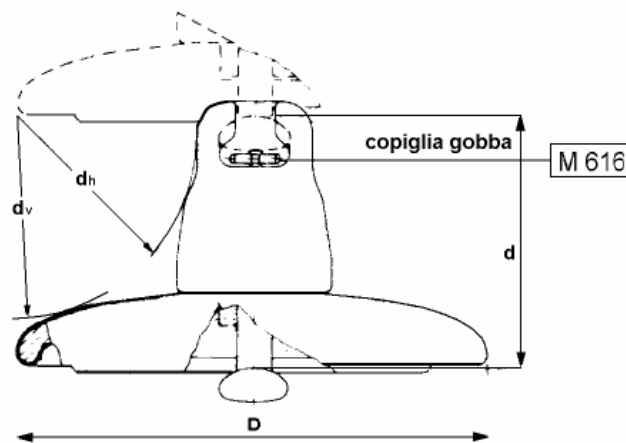
L'isolamento degli elettrodotti, previsto per una tensione nominale di esercizio di 150 kV, sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, con carico di rottura di 70 kN (o in alternativa 120 kN) del tipo "normale", connessi tra loro a formare catene di almeno 9 elementi come indicato nel grafico riportato al successivo paragrafo.

Le catene di sospensione saranno del tipo semplice o doppia, mentre le catene in amarro saranno del tipo doppia.

Le caratteristiche degli isolatori rispondono a quanto previsto dalle norme CEI.

5.13.1 Caratteristiche geometriche

Nella tabella LJ1 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.



Committente: PALIANO srl Galleria Vintler n. 17 – 39100 Bolzano (BZ)	Progettazione: Mate System srl Unipersonale Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) – Ing. Antonio Terlizzi	
Cod. elab.: 202100606_PTO_09_01	Tipo: Relazione tecnico descrittiva raccordi	Formato: A4
Data: 18/11/2021		Scala: n.a.

5.13.2 Caratteristiche elettriche

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, nella tabella L1 sono riportate, 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.

LIVELLO DI INQUINAMENTO	DEFINIZIONE	MINIMA SALINITA' DI TENUTA (kg/m ²)
I – Nullo o leggero (1)	<ul style="list-style-type: none"> 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 <p>Occorre che tali zone distino almeno 10-20 km dal mare e non siano direttamente esposte a venti marini (3)</p>	10
II – Medio	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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 	(*)

- (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.
- (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.
- (3) Le distanze dal mare sono strettamente legate alle caratteristiche topografiche della zona ed alle condizioni di vento più severe.

Committente: PALIANO srl Galleria Vintler n. 17 – 39100 Bolzano (BZ)	Progettazione: Mate System srl Unipersonale Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) – Ing. Antonio Terlizzi	
Cod. elab.: 202100606_PTO_09_01	Tipo: Relazione tecnico descrittiva raccordi	Formato: A4
Data: 18/11/2021		Scala: n.a.

- (4) (*) 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 le linee 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".

Le caratteristiche della zona interessata dall'elettrodotto in esame sono di inquinamento atmosferico leggero 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 in doppia catena (passo 146) tipo J1/1 (normale) per gli armamenti in amarro.

5.14 Morsetteria ed armamenti

Gli elementi di morsetteria per linee a 150 kV sono stati dimensionati in modo da poter sopportare gli sforzi massimi trasmessi dai conduttori agli isolatori, ovvero da questi alle mensole.

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.

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).

Nel progetto in esame sono stati utilizzati armamenti doppi in analogia all'esistente e per conservare lo stesso grado di tenuta meccanica.

5.15 Fondazioni

Per fondazione è intesa la struttura (mista in acciaio-calcestruzzo) interrata, incaricata di trasmettere gli sforzi generati dai conduttori e dal peso proprio del sostegno (compressione e/o strappamento) al terreno.

Le fondazioni unificate per i sostegni della serie 150 kV doppia terna sono del tipo a piedini separati e sono utilizzabili su terreni normali, di buona o media consistenza.

Ciascun piedino di fondazione è composto di due parti:

- 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.
- Da un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno.

Committente: PALIANO srl Galleria Vintler n. 17 – 39100 Bolzano (BZ)	Progettazione: Mate System srl Unipersonale Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) – Ing. Antonio Terlizzi	
Cod. elab.: 202100606_PTO_09_01	Tipo: Relazione tecnico descrittiva raccordi	Formato: A4
Data: 18/11/2021		Scala: n.a.

- 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.

Dal punto di vista del calcolo dimensionale è stata seguita la normativa di riferimento per le opere in cemento armato di seguito elencata:

- 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.

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. 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.

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).

L’abbinamento tra ciascun sostegno e la relativa fondazione è determinato nel progetto unificato mediante le “Tabelle delle corrispondenze” che sono le seguenti:

- Tabella delle corrispondenze tra sostegni, monconi e fondazioni;
- Tabella delle corrispondenze tra fondazioni ed armature colonnino

Con la prima tabella si definisce il tipo di fondazione corrispondente al sostegno impiegato mentre con la seconda si individua la dimensione ed armatura del colonnino corrispondente.

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.

Committente: PALIANO srl Galleria Vintler n. 17 – 39100 Bolzano (BZ)	Progettazione: Mate System srl Unipersonale Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) – Ing. Antonio Terlizzi	
Cod. elab.: 202100606_PTO_09_01	Tipo: Relazione tecnico descrittiva raccordi	Formato: A4
Data: 18/11/2021		Scala: n.a.

5.16 Messa a terra dei sostegni

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.

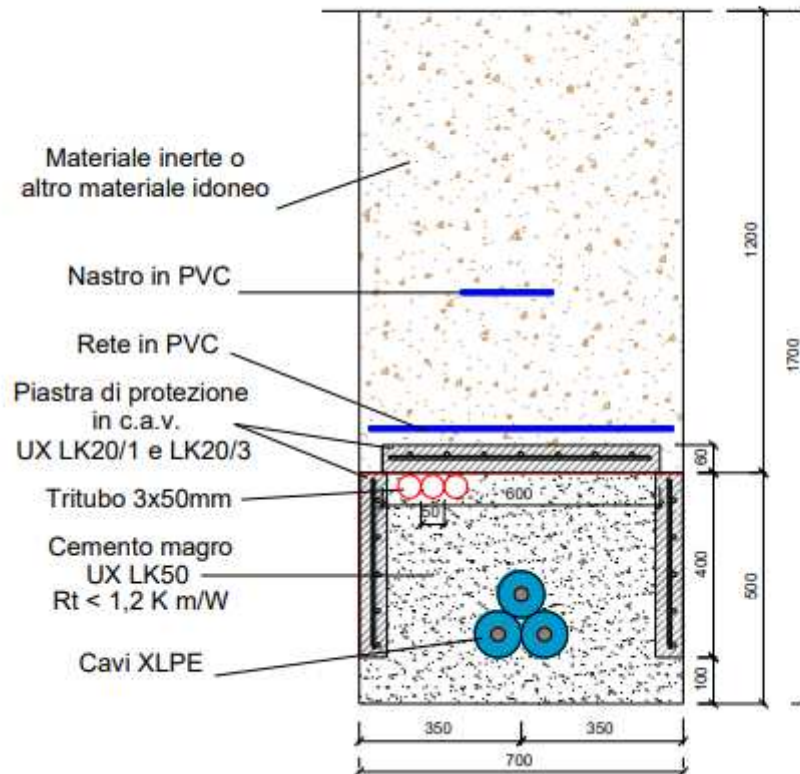
Il Progetto Unificato ne prevede di 6 tipologie, adatte ad ogni tipo di terreno. Con riferimento alla relazione geologica fornita dal committente è stato confermato il dispositivo MT3 di cui si riporta la scheda tecnica.

UNIFICAZIONE												23 XX W		
ENEL												LF 91		
												Dicembre 1993 Ed. 6 – 2/8		
ELEMENTI STRUTTURALI COSTITUENTI I DISPERSORI														
DISPOSITIVO	Rif.	IMPIEGO PER RESISTIVITÀ DEL TERRENO (Ω·m) da a	N. BRACCI PER SOSTEGNO	TRATTO AUSILIARIO	ELEMENTI STRUTTURALI COMPONENTI I BRACCI DEL DISPERSORE									
					I Tratto		II Tratto		III Tratto		IV Tratto		V Tratto	
					N.	Piega	N.	Piega	N.	Piega	N.	Piega	N.	Piega
MT1	91/1	0 ÷ 50	2	—	701/1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
MT2	91/2	50 ÷ 150	4	—	701/1	2	—	—	—	—	—	—	—	—
MT3	91/3	150 ÷ 300	4	—	701/1	3	701/2	1	—	—	—	—	—	—
MT4	91/4	300 ÷ 600	4	—	701/1	3	701/2	2	701/2	1	—	—	—	—
MT5	91/5	600 ÷ 1300	4	—	701/1	3	701/2	2	701/2	2	701/2	2	701/2	1
MT6	91/6	1300 ÷ 2000	12	701/3	701/2	2	701/2	2	701/2	1	—	—	—	—

Committente: PALIANO srl Galleria Vintler n. 17 – 39100 Bolzano (BZ)	Progettazione: Mate System srl Unipersonale Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) – Ing. Antonio Terlizzi	
Cod. elab.: 202100606_PTO_09_01	Tipo: Relazione tecnico descrittiva raccordi	Formato: A4
Data: 18/11/2021		Scala: n.a.

5.17 MODALITA' DI REALIZZAZIONE DEL CAVIDOTTO

ESEMPIO DI POSA A TRIFOGLIO IN TERRENO AGRICOLO

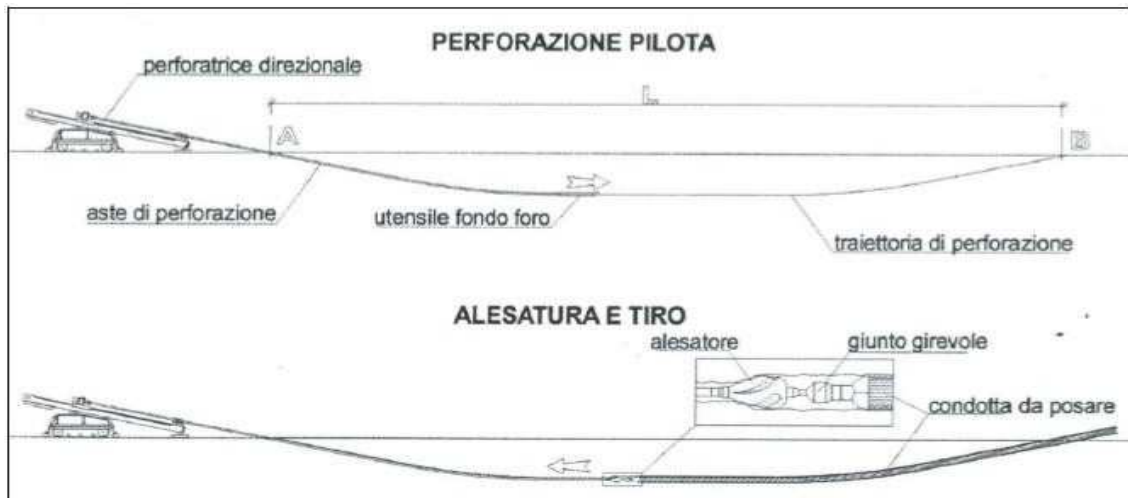


MODALITÀ TIPICHE PER L'ESECUZIONE DEGLI ATTRAVERSAMENTI

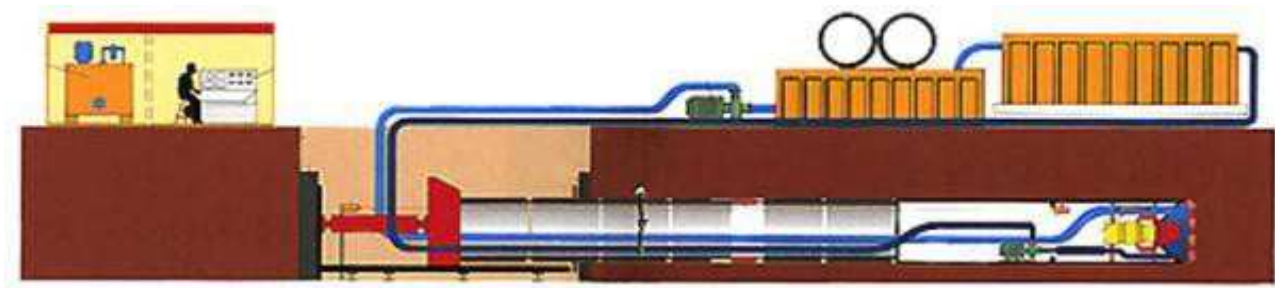
Nel caso in cui non sia possibile eseguire gli scavi per l'interramento del cavo, in prossimità di particolari attraversamenti di opere esistenti lungo il tracciato (strade, viadotti, scatolari, corsi d'acqua, ecc.), potrà essere utilizzato il sistema di attraversamento teleguidato mediante Trivellazione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

Schematico di Trivellazione Orizzontale Controllata

Committente: PALIANO srl Galleria Vintler n. 17 – 39100 Bolzano (BZ)	Progettazione: Mate System srl Unipersonale Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) – Ing. Antonio Terlizzi	
Cod. elab.: 202100606_PTO_09_01	Tipo: Relazione tecnico descrittiva raccordi	Formato: A4
Data: 18/11/2021		Scala: n.a.



Schematico di Perforazione con Microtunneling



La realizzazione di un elettrodotto in cavo è suddivisibile in tre fasi principali:

1. esecuzione degli scavi per l'alloggiamento del cavo;
2. stenditura e posa del cavo;
3. rinterro dello scavo fino a piano campagna.

L'area di cantiere in questo tipo di progetto è costituita essenzialmente dalla trincea di posa del cavo che si estende progressivamente sull'intera lunghezza del percorso. Tale trincea sarà larga circa 0,7 m per una profondità tipica di 1,6 m circa, prevalentemente su sedime stradale. In via preliminare è già prevista l'asportazione dei primi 20-30 cm costituenti il sedime stradale, che non verranno riutilizzati ma trattati secondo quanto previsto in materia di rifiuti. Durante la realizzazione delle opere, il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso l'area di cantiere e successivamente il suo utilizzo per il rinterro 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 idonee caratteristiche. Il materiale di riempimento potrà essere miscelato con sabbia vagliata o con cemento 'mortar' al fine di mantenere la resistività termica del terreno al valore di progetto. Lungo il tracciato di ciascun cavo sono previste idonee buche giunti della profondità di 2 m, della larghezza

Committente: PALIANO srl Galleria Vintler n. 17 – 39100 Bolzano (BZ)	Progettazione: Mate System srl Unipersonale Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) – Ing. Antonio Terlizzi	
Cod. elab.: 202100606_PTO_09_01	Tipo: Relazione tecnico descrittiva raccordi	Formato: A4
Data: 18/11/2021		Scala: n.a.

di circa 2,5 m e della lunghezza fino a 8 m, posizionate a circa 500-800 metri l'un l'altra, per uno scavo medio di circa 35-45 mc.

Il materiale di scavo, prima dell'eventuale riutilizzo, verrà stoccato provvisoriamente in prossimità del luogo di produzione e comunque per un periodo non superiore ad un anno. Poiché per l'esecuzione dei lavori non sono utilizzate tecnologie di scavo con impiego di prodotti tali da contaminare le rocce e terre, nelle aree a verde, boschive, agricole, residenziali, aste fluviali o canali in cui sono assenti scarichi e in tutte le aree in cui non sia accertata e non si sospetti potenziale contaminazione, nemmeno dovuto a fonti inquinanti diffuse, il materiale scavato sarà considerato idoneo al riutilizzo in sito. Relativamente al trasporto, a titolo esemplificativo verranno impiegati come di norma camion con adeguata capacità (circa 20 m3), protetti superiormente con teloni per evitare la dispersione di materiale durante il tragitto, con un numero medio di viaggi al giorno pari a 5-10 eseguiti nell'arco dei mesi previsti per le lavorazioni. Ad ogni modo, la movimentazione e trasporto della terra da smaltire non sarà tale da influire significativamente con il traffico veicolare già presente sulle aree su cui verranno realizzate le opere.

5.18 REALIZZAZIONE DEI SOSTEGNI DI TRANSIZIONE

La realizzazione di ciascun sostegno di transizione è suddivisibile in tre fasi principali:

1. esecuzione delle fondazioni dei sostegni;
2. montaggio dei sostegni;
3. messa in opera dei conduttori e delle corde di guardia.

Solo la prima fase comporta movimenti di terra, come descritto nel seguito. Oltre agli scavi di fondazione, saranno realizzati dei piccoli scavi in prossimità del sostegno per la posa dei dispersori di terra con successivo rinterro e costipamento. La realizzazione delle fondazioni di un sostegno prende avvio con l'allestimento del cosiddetto "microcantiere" relativo alla zona localizzata dal sostegno. Esso è destinato alle operazioni di scavo, getto in cemento armato delle fondazioni, rinterro ed infine all'assemblaggio degli elementi costituenti la tralicciatura del sostegno. Mediamente interessa un'area circostante delle dimensioni di circa 25x25 m ed è immune da ogni emissione dannosa. Durante la realizzazione delle opere, il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso il "microcantiere" e successivamente il suo utilizzo per il rinterro degli scavi, previo accertamento, durante la fase esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito. In caso contrario, saranno eseguiti appositi campionamenti e il materiale scavato sarà destinato ad idonea discarica, con le modalità previste dalla normativa vigente. In particolare, poiché per l'esecuzione dei lavori non sono utilizzate tecnologie di scavo con impiego di prodotti tali da contaminare le rocce e terre, nelle aree a verde, boschive, agricole, residenziali, aste fluviali o canali in cui sono assenti scarichi, vale a dire nelle aree in cui non sia accertata e non si sospetti potenziale contaminazione, nemmeno dovuto a fonti inquinanti diffuse, il materiale scavato sarà considerato idoneo al riutilizzo in sito. 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. Ove richiesto, si procede alla verniciatura del sostegno. Infine una volta

Committente: PALIANO srl Galleria Vintler n. 17 – 39100 Bolzano (BZ)	Progettazione: Mate System srl Unipersonale Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) – Ing. Antonio Terlizzi	
Cod. elab.: 202100606_PTO_09_01	Tipo: Relazione tecnico descrittiva raccordi	Formato: A4
Data: 18/11/2021		Scala: n.a.

realizzato il sostegno si procederà alla risistemazione del “microcantiere”, previo minuzioso sgombero da ogni materiale di risulta, rimessa in pristino delle pendenze del terreno con idonea costipazione. 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. Trascorso il periodo di stagionatura dei getti, si procede al disarmo delle cassetture. Si esegue quindi il rinterro con il materiale proveniente dagli scavi, se ritenuto idoneo. Il materiale di risulta, mediamente meno del 10% di quello scavato, può essere utilizzato in loco per la successiva sistemazione del sito o allocato in discarica.

6 VERIFICA DEI SOSTEGNI DI PROGETTO

Gli attuali sostegni sono del tipo unificato Terna e del tipo E seppure in configurazione ad altezza diversa:

- Sostegno X/1: sostegno vertice (E30), h: 30 m, con armamento di amarro doppio, tipo AA, disallineamento: 22°;
- Sostegno X/2: sostegno capolinea, h:24 m, con armamento di amarro doppio, tipo AA, disallineamento: 29°.

Questi sostegni sono costituiti da 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 hanno un’altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme, che nel caso in oggetto risulta pari a poco più di 6 m. 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. Infine vi è il cimino, atto a sorreggere la corda di guardia.

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 C_m , 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

Committente: PALIANO srl Galleria Vintler n. 17 – 39100 Bolzano (BZ)	Progettazione: Mate System srl Unipersonale Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) – Ing. Antonio Terlizzi	
Cod. elab.: 202100606_PTO_09_01	Tipo: Relazione tecnico descrittiva raccordi	Formato: A4
Data: 18/11/2021		Scala: n.a.

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.

Di seguito sono riportati i diagrammi di utilizzo con i relativi calcoli per il sostegno nella nuova configurazione geometrica delle campate dopo l'introduzione dei raccordi verso la stazione di smistamento di Tursi (MT).

Nei calcoli a seguire i sostegni saranno così identificati:

Sostegno X/1 \rightarrow E* - H: **30 m**

Sostegno X/2 \rightarrow E* - H: **24 m**

Sostegno **PG1** \rightarrow Palo Gatto Conduttore singolo \varnothing 31,5 – Tiro pieno – H: 15 m

Quota Palo gatto PG1: 195 m	altezza: 15 m \rightarrow Htot.: 210
Quota sostegno X/2: 192,4 m	altezza: 24 m \rightarrow Htot.: 216,4
Quota sostegno X/1: 193,5 m	altezza: 30 m \rightarrow Htot.: 223,5
Quota sostegno esistente X: 193,5 m	altezza: 30 m \rightarrow Htot.: 223,5

Verifica del sostegno 1 (X/1)

Campata media

$$Cm: (47,85+197,17) / 2 = 122,51$$

Costante altimetrica

$$K: (0/47,85) - (7,1/197,17) = -0,0036$$

Angolo di deviazione

$$\Delta = 22 \rightarrow \sin(\Delta) = 0,37$$

Verifica del sostegno 2 (X/2)

Campata media

$$Cm: (197,17+64,04) / 2 = 130,605$$

Costante altimetrica

$$K: -(7,1/197,17) + (6,4/64,04) = -0,036+0,099=0,135$$

Angolo di deviazione

$$\Delta = 29^\circ \rightarrow \sin(\Delta) = 0,485$$

Verifica sostegno PG1

Committente: PALIANO srl Galleria Vintler n. 17 – 39100 Bolzano (BZ)	Progettazione: Mate System srl Unipersonale Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) – Ing. Antonio Terlizzi	
Cod. elab.: 202100606_PTO_09_01	Tipo: Relazione tecnico descrittiva raccordi	Formato: A4
Data: 18/11/2021		Scala: n.a.

Campata media

$$Cm: (64,04) / 2 = 32,02$$

Costante altimetrica

$$K: (6,4/64,04) = \mathbf{0,099}$$

Angolo di deviazione

$$\Delta = 0^\circ$$

Nelle pagine seguenti sono riportate le curve calcolate dei nuovi sostegni X/1 E X/2. Non si procederà alla verifica dei Pali Gatto in quanto rientranti nelle condizioni standard.

I diagrammi mostrano l' idoneità dei sostegni scelti all' utilizzazione per il progetto in oggetto.

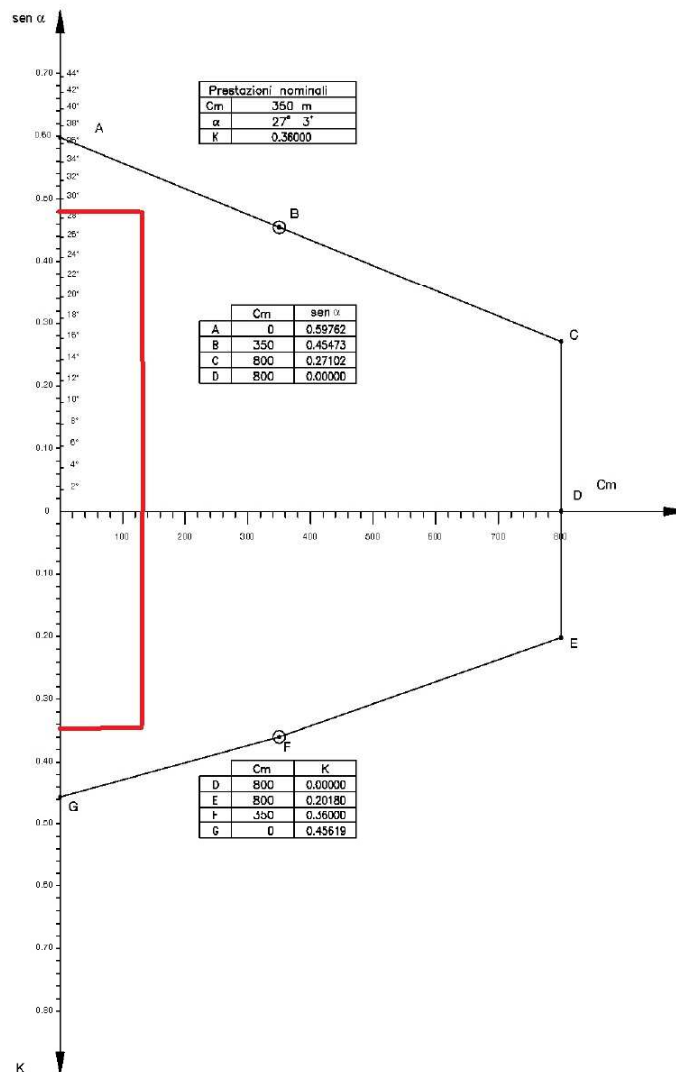
Committente: PALIANO srl Galleria Vintler n. 17 – 39100 Bolzano (BZ)	Progettazione: Mate System srl Unipersonale Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) – Ing. Antonio Terlizzi	
Cod. elab.: 202100606_PTO_09_01	Tipo: Relazione tecnico descrittiva raccordi	Formato: A4
Data: 18/11/2021		Scala: n.a.

7 DIAGRAMMI DI UTILIZZAZIONE

Sostegno X/1

	Diagramma		Codifica
	LINEE 132-150 KV SEMPLICE TERNA CONDUTTORE Ø 31,5 mm TIRO PIENO – EDS 21% - ZONA "A" DIAGRAMMI DI UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO TIPO "E*"		LIN_000U2054
	Rev. 00	Pag. 3 di 3	

DIAGRAMMA DI UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO IMPIEGATO COME CAPOLINEA



DOCUMENTI DI RIFERIMENTO:

- doc. 150STINDOC *Elenco documenti. Rapporti di calcolo – Diagrammi di utilizzazione – Disegni schematici*
- doc. P005UES01 *Utilizzazione del sostegno "E*" - Calcolo delle azioni esterne sul sostegno*

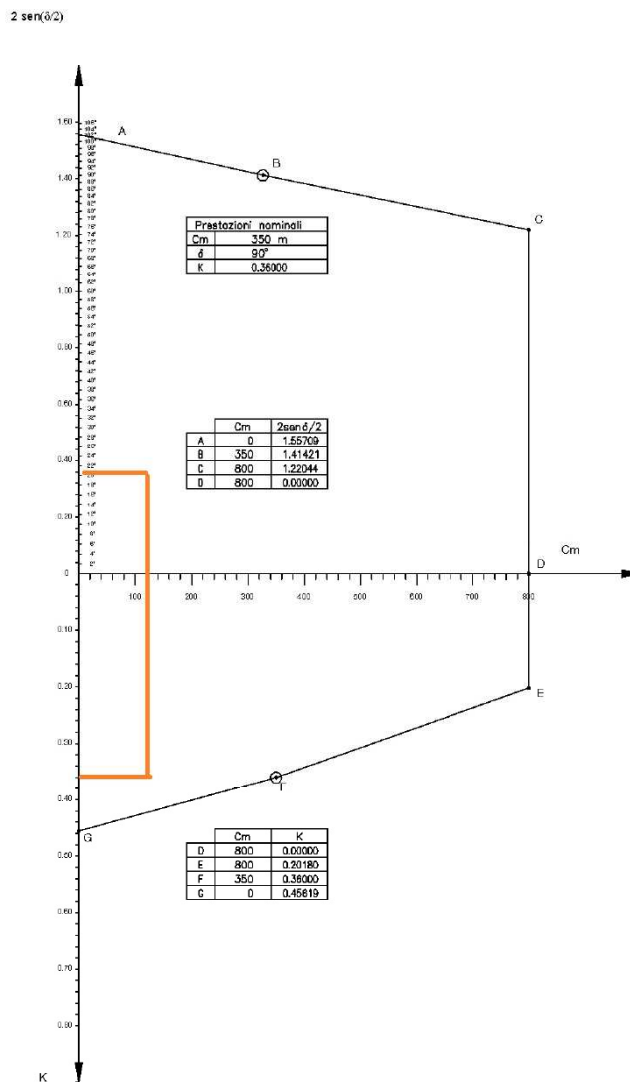
ISC - Uso **INTERNO**

Committente: PALIANO srl Galleria Vintler n. 17 – 39100 Bolzano (BZ)	Progettazione: Mate System srl Unipersonale Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) – Ing. Antonio Terlizzi	
Cod. elab.: 202100606_PTO_09_01	Tipo: Relazione tecnico descrittiva raccordi	Formato: A4
Data: 18/11/2021		Scala: n.a.

Sostegno X/2

	Diagramma LINEE 132-150 KV SEMPLICE TERNA CONDUTTORE Ø 31,5 mm TIRO PIENO – EDS 21% - ZONA "A" DIAGRAMMI DI UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO TIPO "E*1"		Codifica LIN_000U2054
	Rev. 00	Pag. 2 di 3	

DIAGRAMMA DI UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO



ISC - Uso INTERNO

Committente: PALIANO srl Galleria Vintler n. 17 – 39100 Bolzano (BZ)	Progettazione: Mate System srl Unipersonale Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) – Ing. Antonio Terlizzi	
Cod. elab.: 202100606_PTO_09_01	Tipo: Relazione tecnico descrittiva raccordi	Formato: A4
Data: 18/11/2021		Scala: n.a.

8 INQUADRAMENTO GEOLOGICO e IDROGEOLOGICO PRELIMINARE – SISMICITA'

8.1 Inquadramento geologico e idrogeologico

Per quanto concerne l'inquadramento geologico e idrogeologico preliminare dell'area interessata dall'intervento si rimanda alla relazione specifica.

8.2 Caratteristiche sismiche

Secondo la nuova classificazione sismica delle NTC 2008 le nuove opere ricadono nel territorio del Comune di Anagni (FR) con "definizione di classe zona 2".

9 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

Per lo studio dei campi elettrici e magnetici generati dai raccordi oggetto della presente relazione, si rimanda alla relazione specialistica.

10 AREE POTENZIALMENTE IMPEGNATE

In merito all'attraversamento di aree da parte dell'elettrodotto, si possono individuare, con riferimento al Testo Unico 327/01, le aree impegnate, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto che sono di norma pari a circa 16 m dall'asse linea per parte per elettrodotti aerei a 132-150 kV.

Il vincolo preordinato all'esproprio sarà apposto sulle "aree potenzialmente impegnate" (previste dalla L. 239/04).

L'estensione dell'area potenzialmente impegnata sarà di 30 m dall'asse linea per parte per elettrodotti aerei a 132-150 kV.

Negli elaborati, laddove la distanza dall'asse linea è maggiore della distanza di cui sopra, se ne è tenuto conto al fine di comprendere all'interno le distanze ed aree di prima approssimazione previste dal DM 29 maggio 2008.

Si segnala, inoltre, che vista la particolarità del tracciato dei raccordi, che le aree impegnate e quelle potenzialmente impegnate, qualora rientranti nelle aree impegnate e potenzialmente impegnate delle linee elettriche aeree AT esistenti di Terna non necessitano di esproprio, in quanto sono già state espropriate da Terna in fase di progettazione delle sue linee. Per tale motivo non sono state considerate nel piano particellare.

La planimetria catastale riporta l'asse indicativo del tracciato con il posizionamento preliminare dei sostegni e le aree potenzialmente impegnate sulle quali sarà apposto il vincolo preordinato all'imposizione della servitù di elettrodotto.

Committente: PALIANO srl Galleria Vintler n. 17 – 39100 Bolzano (BZ)	Progettazione: Mate System srl Unipersonale Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) – Ing. Antonio Terlizzi	
Cod. elab.: 202100606_PTO_09_01	Tipo: Relazione tecnico descrittiva raccordi	Formato: A4
Data: 18/11/2021		Scala: n.a.

I proprietari dei terreni interessati dalle aree potenzialmente impegnate (ed aventi causa delle stesse) e relativi numeri di foglio e particella sono riportati nell'apposito elaborato, come desunti dal catasto.