





REVISIONE	N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
	02	novembre 2023	Revisione per richiesta integrazioni per benessere Terna	Geotech s.r.l.	Ing. P. Ricciardini	Dott. N. Ricciardini
	01	luglio 2023	Revisione per richiesta integrazioni per benessere Terna	Geotech s.r.l.	Ing. P. Ricciardini	Dott. N. Ricciardini
	00	dicembre 2021	Prima emissione	Geotech S.r.l.	Ing. P. Ricciardini	Dott. N. Ricciardini

PROGETTISTA	PROGETTO
 <p><b>GEOTECH S.r.l.</b> SOCIETA' DI INGEGNERIA Via T.Nani, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342610774 E-mail: info@geotech-srl.it Site: www.geotech-srl.it</p> <p>SOCIETA' CERTIFICATA</p> 	<b>REALIZZAZIONE NUOVA STAZIONE ELETTRICA 150/380 KV "SE SANLURI" E OPERE CONNESSE</b>

COMMITTENTE		
<b>GREENENERGYSARDEGNA2</b>		
CODICE	ELABORATO	
R006	Relazione tecnica dettaglio Raccordi aerei	
DATA	SCALA	UBICAZIONE
Novembre 2023	-	Regione Sardegna, Provincia Sud Sardegna

LIVELLO DI PROGETTO	CODIFICA ELABORATO
Definitivo	G855_DEF_R_006_Rel_tec_racc_1-1_REV02

Questo documento contiene informazioni di proprietà della Geotech S.r.l. e deve essere esclusivamente utilizzato dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o divulgazione senza l'esplicito consenso di Geotech S.r.l.



## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>CONTESTO E SCOPO DELL’OPERA</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>UBICAZIONE DELL’INTERVENTO</b>	<b>4</b>
3.1	COMPATIBILITA’ URBANISTICA	5
3.2	VINCOLI	6
3.3	DISTANZE DI SICUREZZA RISPETTO ALLE ATTIVITA’ SOGGETTE A CONTROLLO PREVENZIONE INCENDI	6
3.4	OPERE ATTRAVERSATE	6
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE</b>	<b>6</b>
4.1	DESCRIZIONE DEL TRACCIATO	7
<b>5</b>	<b>CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE</b>	<b>8</b>
5.1	PREMESSA	8
5.2	CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEGLI ELETTRODOTTI	8
5.3	DISTANZA TRA I SOSTEGNI	8
5.4	CONDUTTORI E FUNI DI GUARDIA	8
5.5	STATO DI TENSIONE MECCANICA	9
5.6	CAPACITA’ DI TRAPORTO	10
5.7	SOSTEGNI	10
5.8	ISOLAMENTO	11
5.8.1	<i>Caratteristiche geometriche</i>	11
5.8.2	<i>Caratteristiche elettriche</i>	12
5.9	MORSETTERIA E ARMAMENTI	15
5.9.1	<i>Conduttori</i>	15
5.9.2	<i>Fune di guardia</i>	15
5.10	VALUTAZIONE DISTANZA DA ALTRE OPERE	16
5.11	FONDAZIONI	18
5.12	MESSA A TERRA DEI SOSTEGNI	19
<b>6</b>	<b>RUMORE</b>	<b>19</b>
<b>7</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE</b>	<b>19</b>
<b>8</b>	<b>TERRE E ROCCE DA SCAVO</b>	<b>19</b>



8.1	SCAVI.....	19
8.2	FONDAZIONI A PLINTO CON RISEGHE .....	20
8.3	PALI TRIVELLATI.....	20
8.4	MICROPALI.....	20
8.5	TIRANTI IN ROCCIA .....	21
<b>9</b>	<b>CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI .....</b>	<b>21</b>
<b>10</b>	<b>AREE IMPEGNATE.....</b>	<b>21</b>
<b>11</b>	<b>CRONOPROGRAMMA .....</b>	<b>21</b>
<b>12</b>	<b>SICUREZZA NEI CANTIERI.....</b>	<b>21</b>
<b>13</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>21</b>



## 1 PREMESSA

Il presente Piano Tecnico delle Opere, redatto dalla società di ingegneria GEOTECH S.r.l. con sede in Via Nani 7 a Morbegno (SO), è relativo alla revisione del progetto dei raccordi aerei entra-esce della linea esistente 380 kV “Ittiri – Selargius” alla futura Stazione Elettrica di trasformazione 150/380 kV di Sanluri, collocati a Sanluri (ex SU) e facenti parte del più ampio progetto che comprende:

- La Stazione Elettrica di trasformazione 150/380 kV “SE Sanluri”;
- La Stazione Utente in condominio del proponente da realizzarsi nel comune di Furtei;
- Il collegamento in cavo interrato 150 kV tra la “SU Furtei” e la “SE Sanluri” (cavo di utenza).

Tutte le opere oggetto della presente relazione sono ubicate in Comune di Sanluri, nella ex Provincia del Sud Sardegna, in Regione Sardegna.

**La revisione del progetto, riguarda la modifica della “SE Sanluri” della RTN e della “SU Furtei”; la prima subisce, rispetto alla prima versione, una rotazione e un ridimensionamento dato dallo spostamento, in altra area, della Stazione Utente. Tali modifiche, derivano da una specifica richiesta di Terna al fine di contenere, il più possibile, i movimenti scavo-riporti necessari alla costruzione della Stazione Elettrica.**

**Oggetto del presente Piano Tecnico delle Opere è la descrizione degli aspetti tecnici specifici dell’intervento relativo ai raccordi aerei entra-esce della linea esistente 380 kV “Ittiri – Selargius” alla futura Stazione Elettrica 380/150 kV “SE Sanluri”.**

Di seguito si riporta una tabella che riassume in termini dimensionali, le caratteristiche dell’opera prevista.

NUOVI ELETTRODOTTI AEREI DI RACCORDO A 380 KV			
Nome elettrodotto	Lunghezza nuova linea	Lunghezza linea ritesata	N° sostegni
“Ittiri – SE Sanluri”	618 m	481 m	3
“SE Sanluri – Selargius”	180 m	534 m	2



DEMOLIZIONI ELETTRODOTTI AEREI A 380 kV		
Nome elettrodotto	Lunghezza linea	N° sostegni
Tratto elettrodotto aereo a 380 kV "Ittiri - Selargius"	553 m	2

## 2 CONTESTO E SCOPO DELL'OPERA

Oggetto del presente Piano Tecnico delle Opere **sono esclusivamente i raccordi aerei entra – esce 380 kV** di collegamento tra la linea esistente "Ittiri – Selargius" e la futura Stazione Elettrica di trasformazione 150/380 kV "SE Sanluri".

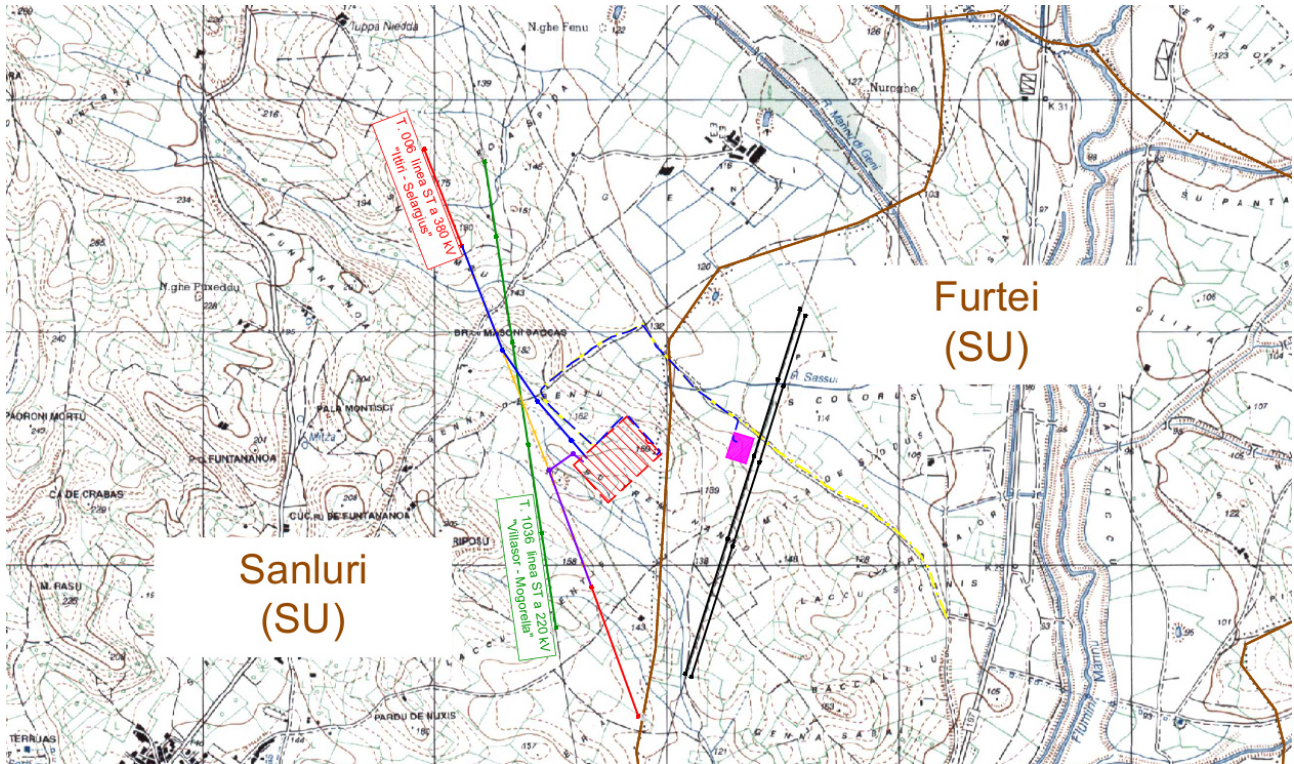
## 3 UBICAZIONE DELL'INTERVENTO

Come detto in precedenza, 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, regionale e comunale vigente in materia.

La progettazione delle opere 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.

L'elaborato "Corografia generale di progetto - IGM" (cod. G855\_DEF\_T\_002\_Coro\_gen\_IGM\_1-1\_REV01) riporta, della quale si riporta di seguito un estratto, su cartografia IGM in scala 1:25.000, l'ubicazione degli interventi previsti. Per un maggiore dettaglio di visualizzazione si rimanda ai seguenti elaborati:







- "Corografia di progetto su CTR – Stazione Elettrica e raccordi aerei" (cod. G855\_DEF\_T\_003\_Coro\_prog\_RTN\_CTR\_1-1\_REV01);
- "Corografia di progetto su ortofotocarta – Stazione Elettrica e raccordi aerei" (cod. G855\_DEF\_T\_004\_Coro\_prog\_RTN\_ortofoto\_1-1\_REV01).



**LEGENDA:**

-  Limiti Comunali
-  Linea aerea AT esistente 380 kV
-  Linea aerea AT esistente 220 kV
-  Viabilità di accesso alla "SE Sanluri"

**OPERE IN PROGETTO:**

-  SE Sanluri
-  SU Sanluri
-  Elettrodotto aereo a 380kV "Ittiri - SE Sanluri"
-  Elettrodotto aereo a 380kV "SE Sanluri - Selargius"
-  Demolizione tratto di elettrodotto aereo esistente
-  Cavo di utenza

Fonte base cartografica:  
CTR al 10.000 -> geoportale cartografico Sardegna  
([https://www.sardegna-geoportale.it/webgis2/sardegna-mappa/?map=download\\_raster](https://www.sardegna-geoportale.it/webgis2/sardegna-mappa/?map=download_raster))

*Corografia di progetto su CTR – estratto non in scala*

Per un inquadramento fotografico dell'area, si rimanda all'elaborato "Documentazione fotografica – Stazione elettrica e raccordi aerei" (cod. G855\_DEF\_R\_056\_Doc\_foto\_RTN\_1-1\_REV01).

Il comune interessato dall'opera in progetto è quello di Sanluri (ex SU) in Regione Sardegna; più nello specifico i raccordi aerei attraverseranno la località Genna de Bentu, sulla destra idrografica del Riu Sassuni.

### 3.1 COMPATIBILITA' URBANISTICA

Nella tavola "Stralcio PUC con indicazione progetto - Stazione Elettrica e raccordi aerei" (cod. G855\_DEF\_T\_028\_PUC\_prog\_RTN\_X-2\_REV01) si evidenzia la sovrapposizione dei tracciati di progetto relativi alle opere RTN (raccordi aerei e Stazione Elettrica) alla carta riportante lo strumento di pianificazione territoriale e urbanistica vigenti nei comuni di Sanluri e Furtei.

L'area attraversata dai futuri raccordi aerei, nello specifico, ricadono in una area di tipo "E2 – aree di primaria importanza per la funzione agricola produttiva, anche in relazione all'estensione, composizione e localizzazione dei terreni" del comune di Sanluri.



### 3.2 VINCOLI

Per quanto riguarda gli aeroporti, il tracciato degli elettrodotti non interferisce con vincoli aeroportuali.

Sulla base della procedura pubblicata sul sito istituzionale di ENAC, risulta comunque necessario procedere con la richiesta di valutazione preliminare degli ostacoli per la navigazione aerea ad ENAV ed ENAC per la quale è risultato che **i sostegni in progetto interferiscono** con l'Aeroporto di Cagliari/Elmas – settore 5. Si rimanda per un maggiore dettaglio agli elaborati “Relazione segnalazione ostacoli alla navigazione aerea” (cod. G855\_DEF\_R\_021\_Rel\_ostacoli\_nav\_aer\_racc\_1-1\_REV02).

Per quanto riguarda l'analisi vincolistica della zona di ubicazione dei raccordi aerei in progetto si rimanda all'elaborato “Analisi vincoli interessati – Stazione Elettrica e raccordi aerei” (cod. G855\_DEF\_R\_064\_Analisi\_vincoli\_RTN\_1-1\_REV01).

In linea generale, si può affermare che non vi sono vincoli ostativi alla realizzazione dell'opera in progetto del presente Piano Tecnico delle Opere e pertanto l'opera è compatibile con il sistema di vincoli e indicatori specifici dell'area. In ogni caso, per una analisi di dettaglio, si rimanda allo Studio di Impatto Ambientale dedicato.

### 3.3 DISTANZE DI SICUREZZA RISPETTO ALLE ATTIVITA' SOGGETTE A CONTROLLO PREVENZIONE INCENDI

Recependo quanto richiesto dal Ministero dell'Interno, Dipartimento Vigili del Fuoco, Soccorso Pubblico e Difesa Civile, con Circolare Prot. DCPST/A4/RA/1200 del 4 maggio 2005 e con successiva nota inviata a Terna n. DCPST/A4/RA/EL/ sott.1/1893 del 09/07/08 si è prestata particolare attenzione a verificare il rispetto delle distanze di sicurezza tra gli elettrodotti in progetto e le attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco o a rischio di incidente rilevante di cui al D.lgs. 334/99.

Le risultanze delle valutazioni effettuate sono visionabili nel documento “Relazione di compatibilità Vigili del Fuoco” (cod. G855\_DEF\_R\_058\_Rel\_VVF\_RTN\_1-1\_REV01);

### 3.4 OPERE ATTRAVERSATE

L'elenco delle opere attraversate con il nominativo degli enti competenti è riportato nell'elaborato “Elenco opere attraversate – raccordi aerei” (cod. G855\_DEF\_E\_019\_Elenco\_op\_attr\_racc\_1-1\_REV01). Gli attraversamenti principali sono altresì evidenziati nella planimetria in scala 1:5.000 dell'elaborato “Corografia opere attraversate - raccordi” (cod. G855\_DEF\_T\_018\_Coro\_op\_attr\_racc\_1-1\_REV01).

## 4 DESCRIZIONE DELLE OPERE

L'intervento consiste nella realizzazione dei nuovi elettrodotti aerei a 380 kV di raccordo tra la linea esistente “Ittiri - Selargius” e la futura stazione elettrica di trasformazione 150/380 kV “SE Sanluri”.

Gli elettrodotti di raccordo saranno due, entrambi in singola terna, uno per ciascuno dei due rami in cui verrà aperta la “Ittiri – Selargius”:

- “Ittiri – SE Sanluri”: ha una lunghezza di 618 m con 3 nuovi sostegni di cui uno (324/1) a sostituzione dell'esistente p.324 della “Ittiri – Selargius”;
- “SE Sanluri – Selargius”: ha una lunghezza di 180 m con 2 nuovi sostegni di cui uno (325/1) a sostituzione dell'esistente p.325 della “Ittiri – Selargius”;

Il tratto di conduttura esistente tra i sostegni p.323 e p.324 e tra i p. 325 e p.326 della “Ittiri - Selargius” e verrà dismesso e successivamente sostituito con i nuovi conduttori: tale operazione viene definita ritesatura.

L'elettrodotto aereo sarà realizzato in semplice terna con sostegni del tipo a traliccio.







Per meglio comprendere la presente descrizione, si fa specifico riferimento all'elaborato "Corografia di progetto ortofotocarta – Stazione Elettrica e raccordi aerei" (cod. G855\_DEF\_T\_004\_Coro\_prog\_RTN\_ortofoto\_1-1\_REV01) in scala 1:5.000 della quale si riporta di seguito un estratto.



**LEGENDA:**

-  Limiti Comunali
-  Linea aerea AT esistente 380 kV
-  Linea aerea AT esistente 220 kV
-  Viabilità di accesso alla "SE Sanluri"

**OPERE IN PROGETTO:**

-  SE Sanluri
-  Elettrodotto aereo a 380kV "Ittiri - SE Sanluri"
-  Elettrodotto aereo a 380kV "SE Sanluri - Selargius"
-  Demolizione tratto di elettrodotto aereo esistente

*Inquadramento area di su base ortofoto al 5.000 (estratto non in scala)*

#### 4.1 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

Il raccordo aereo "nord" ovvero quello che da Ittiri arriverà a Sanluri, avrà un andamento NNO-SSE ed entra in stazione con andamento N-S. In totale sono previsti 3 nuovi sostegni.

Il raccordo aereo "sud" ovvero quello dalla futura SE di Sanluri andrà a Selargius, esce dalla stazione con un primo tratto ad andamento N-S, prosegue con una campata E-O e va inserirsi sull'esistente "Ittiri – Selargius" con un andamento N-S. In totale sono previsti 2 nuovi sostegni.

Entrambi i raccordi saranno ubicati su terreni agricoli, al di fuori di aree abitate e totalmente in comune di Sanluri (SU).

Dal punto di vista delle interferenze, il raccordo in progetto "Ittiri-Selargius" interseca:





- la linea esistente 220 kV “Villasor – Mogorella” nella campata 324/1 – 324/2;
- la Strada comunale di Villamar e una linea telefonica aerea nella campata di ritesatura 324/1 – 323”.

Di seguito si riporta un estratto della tavola “Corografia di progetto su ortofotocarta – Stazione Elettrica e raccordi aerei” (cod. G855\_DEF\_T\_004\_Coro\_prog\_RTN\_ortofoto\_1-1\_REV01).

## 5 CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE

### 5.1 PREMESSA

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 Terna per gli elettrodotti aerei, dove sono riportati tutti i componenti (sostegni e fondazioni, conduttori, morsetteria, isolatori, ecc.) con le relative modalità di impiego.

In particolare, la tratta di elettrodotto sarà realizzata con sostegni di elevate prestazioni meccaniche del tipo troncopiramidali. I sostegni saranno realizzati con angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati. La palificata sarà armata con tre fasi (semplice terna), ciascuna composta da 3 conduttori di energia in fascio trinato, e due corda di guardia.

Per le caratteristiche tecniche degli elementi di impianto descritti nei paragrafi seguenti si rimanda all’elaborato “Relazione elementi tecnici d’impianto – raccordi aerei” (cod. G855\_DEF\_R\_055\_Rel\_el\_tecnici\_racc\_1-1\_REV01).

### 5.2 CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEGLI ELETTRODOTTI

Le caratteristiche elettriche degli elettrodotti di raccordo sono le seguenti:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	380 kV
Portata di corrente nominale	2955 A

La portata in corrente sopra indicata è conforme a quanto prescritto dalla norma CEI 11-60 per elettrodotti a 380 kV in zona A.

### 5.3 DISTANZA TRA I SOSTEGNI

La distanza tra due sostegni consecutivi dipende dall’orografia del terreno e dall’altezza utile dei sostegni impiegati. Mediamente in condizioni normali, si attesta intorno ai 350 m. Nel caso specifico del presente progetto, la media si attesta intorno ai 200 m.

### 5.4 CONDUTTORI E FUNI DI GUARDIA

Ciascuna fase elettrica sarà costituita da un fascio di 3 conduttori (trinato) collegati fra loro da distanziatori. Ciascun conduttore di energia sarà costituito da una corda di alluminio-acciaio della sezione complessiva di 585,3 mm<sup>2</sup> composta da n. 19 fili di acciaio del diametro 2,10 mm e da n. 54 fili di alluminio del diametro di 3,50 mm, con un diametro complessivo di 31,50 mm. Il carico di rottura teorico del conduttore sarà di 16.852 daN (secondo quanto previsto dalla norma CEI 7-11).



Le due campate di arrivo in stazione sono previste invece con un fascio di conduttori (trinato) collegati tra loro da distanziatore. Ciascun conduttore sarà di alluminio –acciaio dalla sezione complessiva di 999,70 mm<sup>2</sup> composta da 91 fili del diametro di 3,74 mm e un diametro complessivo di 41,4 mm. Il carico di rottura teorico del conduttore sarà di 14.486 daN (secondo quanto previsto dalla norma CEI 7-11).

I franchi minimi dei conduttori da terra sono riferiti alla condizione di massima freccia MFB.

In ogni caso i conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 12 arrotondamento per eccesso di quella minima prevista dall'art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991.

L'elettrodotto sarà inoltre equipaggiato con due corde di guardia destinate, oltre che a proteggere l'elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche, a migliorare la messa a terra dei sostegni. Le due funi avranno le seguenti caratteristiche:

- con 48 fibre ottiche del diametro di 11,5 mm;
- in acciaio rivestito di alluminio del diametro di 11,55 mm.

## 5.5 STATO DI TENSIONE MECCANICA

E' stato fissato il tiro dei conduttori e delle corde di guardia 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 risulta, ovviamente, funzione della campata equivalente di ciascuna tratta.

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;
- MFE – Condizione eccezionale: +55°C, in assenza di vento e ghiaccio e conduttore a 75°C.

### **Come da specifica richiesta di Terna, i calcoli sono stati fatto in MFE a 75°.**

La linea in oggetto è in "ZONA A".

Nel seguente prospetto sono riportati i valori dei tiri in EDS per i conduttori, in valore percentuale rispetto al carico di rottura. Tali valori tengono delle condizioni climatiche particolarmente gravose presenti nell'area di intervento.



- ZONA A EDS = 3.405daN - 20% cdr per il conduttore ACSR  $\Phi$  31,50 mm (tipo LIN\_000000C2). 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, nella stessa condizione di EDS, come riportato di seguito:

Per fronteggiare le conseguenze dell'asestamento 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.

Si sottolinea che la distribuzione dei sostegni e il tiro impiegato (e i relativi TPL) sul conduttore saranno scelti in modo tale da mantenere le sollecitazioni interne al campo di utilizzazione previsto dall'Unificato Terna.

## 5.6 CAPACITA' DI TRAPORTO

La capacità di trasporto dell'elettrodotto è funzione lineare della corrente di fase. Il conduttore in oggetto corrisponde al "conduttore standard" preso in considerazione dalla Norma CEI 11-60, nella quale sono definite anche 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.

Per l'elettrodotto il valore di portata da considerare a pari a 2.995 A.

## 5.7 SOSTEGNI

I sostegni che tipicamente saranno utilizzati sono del tipo a delta rovescio a semplice terna, di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno, in angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati, raggruppati in elementi strutturali. Ogni sostegno è costituito da un numero diverso di elementi strutturali in funzione della sua altezza. Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche ed il dimensionamento delle membrature è stato eseguito conformemente a quanto disposto dal D.M. 21/03/1988 e le verifiche sono state effettuate per l'impiego in zona "A".

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 inferiore a 61 m e pertanto, in conformità alla normativa sulla segnalazione degli ostacoli per il volo a bassa quota, non risulta necessaria la verniciatura del terzo superiore dei sostegni e l'installazione delle sfere di segnalazione sulle corde di guardia. I sostegni saranno provvisti di difese parasalita.

La tipologia dei sostegni con testa a delta rovesciato, proprio in virtù della disposizione orizzontale dei conduttori, consente una drastica riduzione dell'ingombro verticale e quindi dell'impatto visivo.

Ciascun sostegno si può considerare composto dagli elementi strutturali: mensole, parte comune, tronchi, base e piedi. 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.

L'elettrodotto a 380 kV semplice terna sarà quindi realizzato utilizzando una serie unificata di tipi di sostegno, (a seconda delle sollecitazioni meccaniche per le quali sono progettati) e tutti disponibili in varie altezze (H), denominate 'altezze utili' (di norma vanno da 15 a 42 m).

I tipi di sostegno standard utilizzati e le loro prestazioni nominali, con riferimento al conduttore utilizzato alluminio-acciaio  $\Phi$  31,5 mm, in termini di campata media (Cm), angolo di deviazione ( $\delta$ ) e costante altimetrica (K) sono quelli di seguito riportati:



## **Sostegni 380 kV semplice terna tronco piramidali a delta rovescio – Serie tiro pieno**

### **EDS 21% – ZONA A**

<b>TIPO</b>	<b>ALTEZZA</b>	<b>CAMPATA MEDIA</b>	<b>ANGOLO DEVIAZIONE</b>	<b>COSTANTE ALTIMETRICA</b>
<b>“C”</b> Capolinea	18 ÷ 42 m	400 m	60°	0,3849
<b>“E”</b> Eccezionale	18 ÷ 42 m	400 m	100°	0,3849

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  $C_m$ ,  $\delta$  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  $\delta$  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.

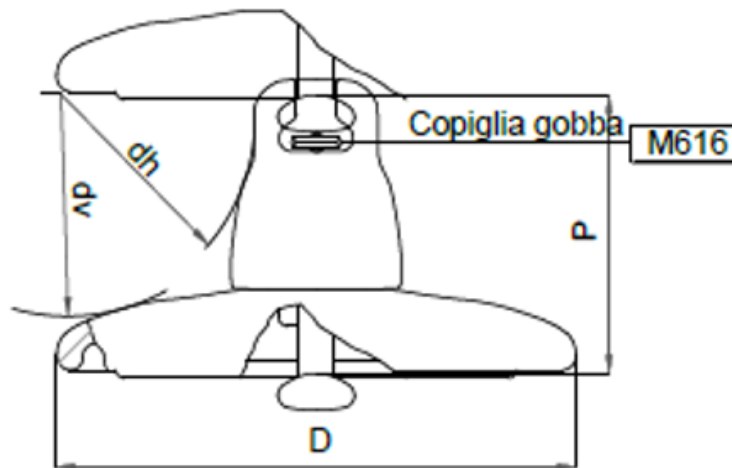
La disponibilità dei diagrammi di utilizzazione agevola la progettazione, in quanto consente di individuare rapidamente se il punto di lavoro di un sostegno, di cui si siano determinate la posizione lungo il profilo della linea e l'altezza utile, e quindi i valori a picchetto di  $C_m$ ,  $\delta$  e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

## **5.8 ISOLAMENTO**

L'isolamento degli elettrodotti, previsto per una tensione massima di esercizio di 420 kV, sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato del tipo antisale con carico di rottura di 210 kN connessi tra loro a formare catene di almeno 18 elementi negli amarri. Le catene in amarro saranno tre in parallelo.

### **5.8.1 Caratteristiche geometriche**

Nella tabella UXLJ2 allegata sono riportate le caratteristiche geometriche tradizionali ed inoltre le due distanze “dh” e “dv” (vedi figura seguente) atte a caratterizzare il comportamento a sovratensione di manovra sotto pioggia.



### 5.8.2 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, nelle tabelle di seguito 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.

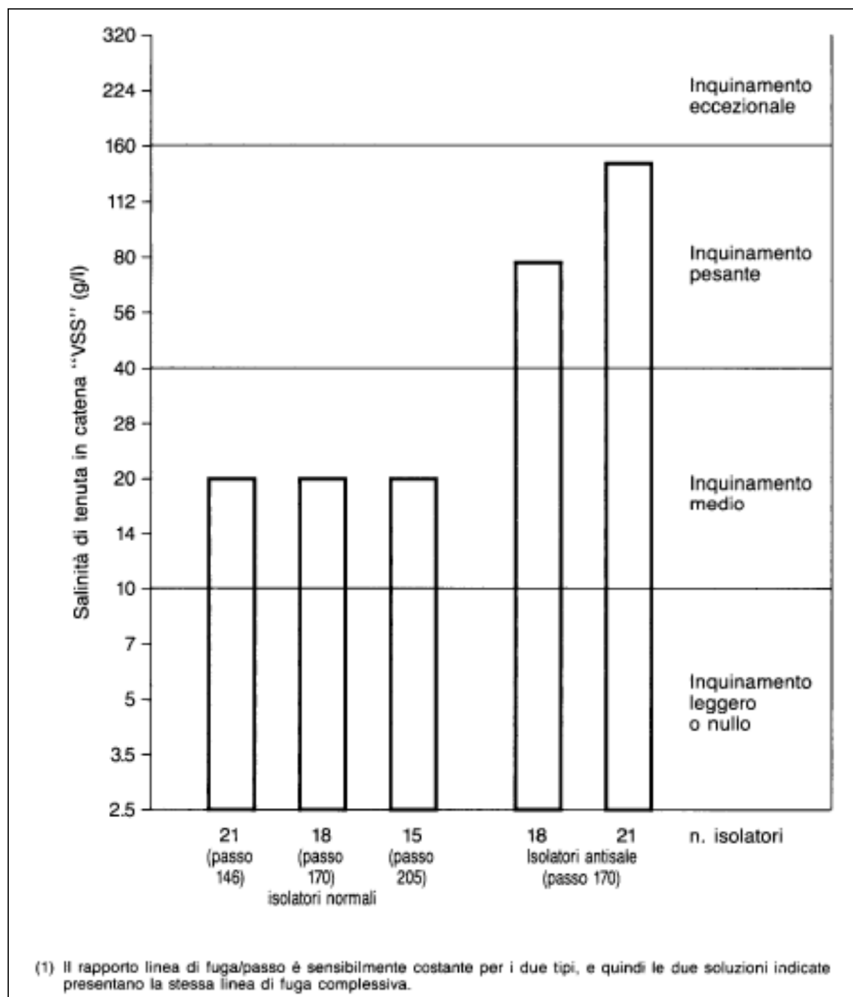
LIVELLO DI INQUINAMENTO	DEFINIZIONE	MINIMA SALINITA' DI TENUTA (kg/m <sup>2</sup> )
I – Nullo o leggero (1)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zone prive di industrie e con scarsa densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento;</li><li>• Zone con scarsa densità di industrie e abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti;</li><li>• Zone agricole(2);</li><li>• Zone montagnose;</li></ul> Occorre che tali zone distino almeno 10-20 km dal mare e non siano direttamente esposte a venti marini (3)	10
II – Medio	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zone con industrie non particolarmente inquinanti e con media densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento;</li><li>• Zone ad alta densità di industrie e/o abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti;</li></ul>	40



	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zone esposte ai venti marini, ma non troppo vicine alla costa (distanti almeno alcuni chilometri (3)).</li></ul>	
III – Pesante	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zone ad alta densità industriale e periferie di grandi agglomerati urbani ad alta densità di impianti di riscaldamento produttori sostante inquinanti;</li><li>• Zone prossime al mare e comunque esposte a venti marini di entità relativamente forte.</li></ul>	160
IV - Eccezionale	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zone di estensione relativamente modesta, soggette a polveri o fumi industriali che causano depositi particolarmente conduttivi;</li><li>• Zone di estensione relativamente modesta molto vicine a coste marine e battute da venti inquinanti molto forti;</li><li>• Zone desertiche, caratterizzate da assenza di pioggia per lunghi periodi, esposte a tempeste di sabbia e sali, soggetta a intensi fenomeni di condensazione.</li></ul>	(*)

- (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 e dalle condizioni di vento più severe*
- (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 del comportamento in ambiente inquinato.*

Le indicazioni tecniche di Terna per la progettazione elettrica in Regione Sardegna prescrivono l'utilizzo di isolatori del tipo antisale e pertanto si è scelta la soluzione dei n. 18 isolatori (passo 170) tipo J2/4 (antisale) per tutti gli armamenti in amarro.



Il numero degli elementi può essere aumentato fino a 21 (sempre per ciò che riguarda gli armamenti VSS) coprendo così quasi completamente le zone ad inquinamento "pesante". In casi eccezionali si potranno adottare soluzioni che permettono l'impiego fino a 25 isolatori "antisale" da montare su speciali sostegni detti "a isolamento rinforzato". Con tale soluzione, se adottata in zona ad inquinamento eccezionale, si dovrà comunque ricorrere ad accorgimenti particolari quali lavaggi periodici, ingrassaggio, ecc.

Le considerazioni fin qui esposte vanno pertanto integrate con l'osservazione che gli armamenti di sospensione diversi da VSS hanno prestazioni minori a parità di isolatori. E precisamente:

- Gli armamenti VDD, LSS, LDS presentano prestazioni inferiori di mezzo gradino della scala di salinità;
- Gli armamenti LSD, LDD (di impiego molto eccezionale) presentano prestazioni inferiori di 1 gradino della scala di salinità;
- Gli armamenti di amarro, invece, presentano le stesse prestazioni dei VSS.

Tenendo presente, d'altra parte, il carattere probabilistico del fenomeno della scarica superficiale, la riduzione complessiva dei margini di sicurezza sull'intera linea potrà essere trascurata se gli armamenti indicati sono relativamente pochi rispetto ai VSS (per esempio 1 su 10). Diversamente se ne terrà conto nello stabilire la soluzione prescelta, ad esempio si passerà agli "antisale" prima di quanto si sarebbe fatto in presenza dei soli armamenti VSS.



## 5.9 MORSETTERIA E ARMAMENTI

### 5.9.1 Conduttori

Gli elementi di morsetteria per linee a 380 kV sono stati dimensionati in modo da poter sopportare gli sforzi massimi trasmessi dai conduttori al sostegno.

Le morse di amarro sono state dimensionate in base al carico di rottura del conduttore.

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.

Per le linee a 380 kV si distinguono i tipi di equipaggiamento riportati nella tabella seguente.

EQUIPAGGIAMENTO	CARICO DI ROTTURA (kN)		SIGLA
	Ramo 1	ramo 2	
triplo per amarro	3 x 210		TA
doppio per amarro	2 x 320		DA
ad "I" per richiamo collo morto	30		IR

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).

A seguito delle verifiche di dettaglio, degli armamenti in sospensione, potranno essere utilizzati dei contrappesi agganciati sotto il morsetto di sospensione al fine di rendere stabile la struttura ai fini delle distanze elettriche.

### 5.9.2 Fune di guardia

Gli equipaggiamenti per la fune di guardia sono dettagliati graficamente nel documento di progetto "Relazione elementi tecnici d'impianto – raccordi aerei" (cod. G855\_DEF\_R\_055\_Rel\_el\_tecnici\_racc\_1-1\_REV01).

Nello specifico, essendo prevista l'installazione di una fune di guardia incorporante fibre ottiche, sono previsti quattro tipi di equipaggiamento riassunti nella tabella di seguito sia per i sostegni di amarro che per quelli in sospensione.

In particolare, essendo le pezzature della fune di guardia sul mercato pari a 4.000 m si prevederà l'installazione di giunti lungo la tratta. Su questi pali verranno installate, ad un'altezza di circa 4 m da terra delle apposite cassette in cui verrà effettuata la giunzione del cavo ottico.





EQUIPAGGIAMENTO	TIPO	CARICO DI ROTTURA (kN)	SIGLA
AMARR	Equipaggiamento di amarro	100	TINLTUM0000223
A_PASS	Equipaggiamento di amarro passante	100	TINLTUM0000225
A_SOSP	Equipaggiamento di amarro in sospensione	100	TINLTUM0000226
SOSP	Equipaggiamento di sospensione	68,4	TINLTUM0000222

#### 5.10 VALUTAZIONE DISTANZA DA ALTRE OPERE

Per quanto riguarda la verifica, nella zona interessata, non esistono condizioni particolari di verifica con sovraccarichi eccezionali.

**La costruzione delle linee elettriche aeree esterne è regolata dalla legge 28 Giugno 1986 n. 339 e dal suo regolamento di esecuzione D.M. LL.PP. 21 Marzo 1988 e successivi aggiornamenti apportati con D.M. 16 Gennaio 1991 e 5 Agosto 1998. Le suddette leggi sono state recepite dalla Norma CEI 11-4 (V° ed. del 1998).** Le prescrizioni tecniche sono relative alle ipotesi di carico da considerare, alle prestazioni dei componenti la linea (sostegni, conduttori, morsetteria, ecc...), alle distanze di rispetto dei sostegni e dei conduttori da altre opere vicine o attraversate, (in funzione delle ipotesi di carico suddette) dal suolo e dalla vegetazione.

L'assetto e le sollecitazioni del conduttore devono essere calcolati nelle ipotesi indicate nella tabella seguente.

Condiz.	Temper.	Vento tras.	Sp. Ghiac.	Prescrizioni per linee 3° classe
EDS	15°C	0	0	Tiro max < del 25% carico rottura
MSA	-5°C	130 km/h	0	Tiro max < del 50% carico rottura
MFA	55°C	0	0	Rispetto franchi sul terreno ecc.
MFE	180°C	0	0	Rispetto franchi sul terreno ecc

Legenda:

- EDS sollecitazione di ogni giorno (every day stress)
- MSA massima sollecitazione in zona A
- MSB massima sollecitazione in zona B



- MFA massima freccia in zona A
- MFB massima freccia in zona B
- MFE massima freccia eccezionale

Le prescrizioni relative al rispetto dei franchi e delle distanze da altre opere sono riassunte nelle tabelle seguenti:

- Ipotesi di calcolo ai fini dell'applicazione delle distanze di rispetto per i conduttori (DM 21/03/1988 art. 2.2.04)

CONDIZIONE	TEMPERATURA	VENTO TRASV.	GHIACCIO
MFA	40°C	0	0

- Distanze di rispetto dai conduttori (DM 21/03/1988 artt. 2.1.05 e 2.1.06)

CONDIZIONE DI CALCOLO	DISTANZA DA	VALORI DI LEGGE
MFA	Autostrade, strade statali e provinciali, ferrovie	12,70 m
MFA	Linee elettriche MT o BT	7,20 m
MFA	Linee telecomunicazioni	7,20 m
MFA	Sostegni di altre linee	8,70 m
MFA	Terreno e acque non navigabili	7,78 m

- Distanze di rispetto dei sostegni (DM 21/03/1988 art. 2.1.07)

CONDIZIONE DI CALCOLO	DISTANZA DA	VALORI DI LEGGE
-	Confine strada statale	15,00 m
-	Confine strada provinciale	7,00 m
-	Confine strada comunale	3,00 m



- Distanze di rispetto dei sostegni (DM 21/03/1988 art. 2.1.07)

CONDIZIONE DI CALCOLO	DISTANZA DA	VALORI DI LEGGE
-	Gasdotti con pressione uguale o maggiore di 25 atm	6,00 m
-	Oleodotti e gasdotti eserciti con pressione minore di 25 atm	2,00 m

- Angoli di incrocio (DM 88 art- 2.1.10)

ANGOLO DI INCROCIO DELLA LINEA	VALORE DI LEGGE MINIMO
Con ferrovie, strade statali, autostrade	15°

### 5.11 FONDAZIONI

Ciascun sostegno è dotato di quattro piedi e delle relative fondazioni.

La fondazione è la struttura interrata atta a trasferire i carichi strutturali (compressione e trazione) dal sostegno al sottosuolo.

Le tipologie di fondazioni adottate per i sostegni a traliccio sopra descritti, possono essere così raggruppate:

TIPOLOGIA SOSTEGNO	FONDAZIONE	TIPOLOGIA FONDAZIONE
Traliccio	Superficiale	Tipo CR o platea
	Profonda	Pali trivellati
		Micropali tipo tubfix

Le fondazioni superficiali sono utilizzabili solo su terreni normali di buona e media consistenza, mentre nel caso di presenza di terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, su terreni instabili o su terreni allagabili vengono progettate fondazioni speciali (pali trivellati, micropali, tubFix,).

La scelta della tipologia fondazionale viene sempre condotta in funzione dei seguenti parametri, in accordo alle NTC 2018:

- Carichi trasmessi alla struttura di fondazione;
- Modello geotecnico caratteristico dell'area sulla quale è prevista la messa in opera del sostegni;
- Dinamica geomorfologica al contorno.

Nella fase esecutiva della progettazione, per la scelta delle tipologie di fondazioni da impiegare, si procederà pertanto ad una campagna di indagini geognostiche e sondaggi mirati su ciascun picchetto, sulla base dei quali verranno scelte e dimensionate le fondazioni per ciascun sostegno.



## **5.12 MESSA A TERRA DEI SOSTEGNI**

Per ogni sostegno, in funzione della resistività del terreno misurata in sito e secondo quanto indicato dal riferimento normativo rappresentato dalla Norma CEI 99-3 (CEI EN 50522) “Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.”, 2011-07 verrà dimensionato l'impianto disperdente il quale avrà la molteplice funzionalità di:

- Sopportare dal punto di vista termico la massima corrente dispersa
- Salvaguardare la sicurezza delle persone durante il guasto
- Assicurare l'affidabilità della linea, riducendo il rischio di fuori servizio della stessa, in caso di fulminazione, ad un valore ritenuto accettabile.

L'impianto di terra dei nuovi sostegni sarà costituito in linea generale da dispersori ad anello eventualmente integrati con dispersori di profondità.

## **6 RUMORE**

La produzione di rumore da parte di un elettrodotto in esercizio è dovuta essenzialmente a due fenomeni fisici: il vento e l'effetto corona.

- Il vento, se particolarmente intenso, può provocare un leggero sibilo dei conduttori, fenomeno peraltro locale e di modesta entità;
- 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.

Le emissioni acustiche delle linee elettriche della tipologia di quella in progetto rispettano in ogni caso i limiti previsti dalla normativa vigente (D.P.C.M. 14 Novembre 1997).

## **7 INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE**

Per l'inquadramento geologico preliminare dell'area si rimanda agli elaborati:

- “Relazione geologica preliminare – Stazione Elettrica e raccordi aerei” (cod. G855\_DEF\_R\_030\_Rel\_geo\_prel\_RTN\_1-1\_REV02);
- “Carta geologica-litologica – Stazione Elettrica e raccordi aerei” (cod. G855\_DEF\_T\_031\_Carta\_geo\_lito\_RTN\_1-1\_REV01);
- “Carta della dinamica geomorfologica (PAI) – Stazione Elettrica e raccordi aerei” (cod. G855\_DEF\_T\_032\_Carta\_din\_geomorf (PAI)\_RTN\_1-1\_REV01).

## **8 TERRE E ROCCE DA SCAVO**

Il piano di gestione delle terre e rocce da scavo è riportato nell'elaborato “Piano preliminare gestione TRS – Stazione Elettrica e raccordi aerei” (cod. G855\_DEF\_R\_033\_Piano\_prel\_TRS\_RTN\_1-1\_REV02).

Di seguito vengono descritte le principali attività che comportano movimenti di terra.

### **8.1 SCAVI**

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

- Esecuzione delle fondazioni dei sostegni;



- Montaggio dei sostegni;
- 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 dei cosiddetti "microcantieri" relativi alle zone localizzate da ciascun sostegno. Essi sono destinati alle operazioni di scavo, getto in cemento armato delle fondazioni, rinterro ed infine all'assemblaggio degli elementi costituenti la tralicciatura del sostegno. Mediamente interessano un'area circostante delle dimensioni di circa 25x25 m e sono immuni da ogni emissione dannosa.

## **8.2 FONDAZIONI A PLINTO CON RISEGHE**

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 (fondazioni a piedini separati).

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 mc; 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 dell'acqua dallo scavo con una pompa. In seguito si procede con il montaggio dei raccordi di fondazione e dei piedi, il loro accurato livellamento, la posa dell'armatura di ferro e delle casserature, il getto del calcestruzzo. Trascorso il periodo di stagionatura dei getti, si procede al disarmo delle casserature. Si esegue quindi il rinterro con il materiale proveniente dagli scavi, se ritenuto idoneo, ripristinando il preesistente andamento naturale del terreno. Il materiale di risulta, mediamente meno del 10% di quello scavato, sarà gestito secondo quanto previsto nel piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo.

## **8.3 PALI TRIVELLATI**

La realizzazione delle fondazioni con pali trivellati avviene come segue.

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 mc circa per ogni fondazione; posa dell'armatura; getto del calcestruzzo fino alla quota di imposta del traliccio.

Successivamente si procederà al montaggio e posizionamento della base del traliccio; alla posa dei ferri d'armatura, alla casseratura del pilastro ed al getto di calcestruzzo per realizzare il raccordo di fondazione al trivellato; ed infine il disarmo ed il ripristino del piano campagna ed all'eventuale rinverdimento.

Durante la realizzazione dei trivellati, per limitare gli inconvenienti dovuti alla presenza di falda, verrà utilizzata, in alternativa al tubo forma metallico, della bentonite che a fine operazioni dovrà essere recuperata e smaltita secondo le vigenti disposizioni di legge. Anche in questo caso il materiale di risulta sarà gestito secondo quanto previsto nel piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo.

## **8.4 MICROPALI**

La realizzazione delle fondazioni con micropali avviene come segue.

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 dei dadi 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.

Il volume di scavo complessivo per ogni piedino è circa 5 m .

A fine stagionatura del calcestruzzo 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. Anche in questo caso il materiale di risulta sarà gestito secondo quanto previsto nel piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo.

### **8.5 TIRANTI IN ROCCIA**

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 (biacca) fino alla quota prevista;

Scavo, tramite demolitore, di un dado di collegamento tiranti-traliccio delle dimensioni 1,5 x 1,5 x 1 m; 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 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, sarà gestito secondo quanto previsto nel piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo.

## **9 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI**

Per i dettagli si rimanda al capitolo 5 dell'elaborato “Relazione tecnica generale” (cod. G855\_DEF\_R\_087\_Rel\_tec\_gen\_1-1\_REV02).

## **10 AREE IMPEGNATE**

Per i dettagli si rimanda al capitolo 7 dell'elaborato “Relazione tecnica generale” (cod. G855\_DEF\_R\_087\_Rel\_tec\_gen\_1-1\_REV02).

## **11 CRONOPROGRAMMA**

Per i dettagli si rimanda al capitolo 8 dell'elaborato “Relazione tecnica generale” (cod. G855\_DEF\_R\_087\_Rel\_tec\_gen\_1-1\_REV02).

## **12 SICUREZZA NEI CANTIERI**

Per i dettagli si rimanda al capitolo 9 dell'elaborato “Relazione tecnica generale” (cod. G855\_DEF\_R\_087\_Rel\_tec\_gen\_1-1\_REV02).

## **13 NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Per i dettagli si rimanda al capitolo 10 dell'elaborato “Relazione tecnica generale” (cod. G855\_DEF\_R\_087\_Rel\_tec\_gen\_1-1\_REV02).