

## Piano Tecnico delle Opere

### Nuova SE RTN 150kV "Escalaplano" e Raccordi alla RTN in entra-esce sulla linea a 150kV "GONI - ULASSAI"

### Nuovi elettrodotti a 150kV alla SE RTN 380/150 kV di Furtei

### Opera 3 Nuovi elettrodotti a 150kV alla SE RTN 380/150 kV di Furtei



EL-RT3725 – Opera 3

1	Novembre 2023	Revisione a seguito commenti Terna	3E	3E	Sartec
<i>Rev.</i>	<i>Data</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Red.</i>	<i>Contr.</i>	<i>Appr.</i>

## S O M M A R I O

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>COMUNI INTERESSATI.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>TRACCIATO DEGLI ELETTRODOTTI .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>ELENCO OPERE ATTRAVERSATE .....</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>VINCOLI .....</b>	<b>5</b>
5.1	VINCOLI AEROPORTUALI .....	5
<b>6</b>	<b>CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA.....</b>	<b>5</b>
6.1	CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO .....	6
6.2	DISTANZA TRA I SOSTEGNI .....	7
6.3	CONDUTTORI E CORDE DI GUARDIA.....	7
6.3.1	Stato di tensione meccanica .....	10
6.4	CAPACITÀ DI TRASPORTO ELETTRODOTTO .....	11
6.5	SOSTEGNI.....	11
6.6	ISOLAMENTO - TRATTO AEREO .....	12
6.6.1	Caratteristiche geometriche .....	12
6.6.2	Caratteristiche elettriche .....	13
6.7	MORSETTERIA ED ARMAMENTI – TRATTO AEREO .....	15
6.8	FONDAZIONI SOSTEGNI - TRATTO AEREO .....	16
6.9	MESSE A TERRA DEI SOSTEGNI .....	17
6.10	CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	17
6.11	RUMORE .....	17
<b>7</b>	<b>AREE IMPEGNATE.....</b>	<b>17</b>
<b>8</b>	<b>SICUREZZA NEI CANTIERI .....</b>	<b>18</b>
<b>9</b>	<b>CRONOPROGRAMMA .....</b>	<b>18</b>
<b>10</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>19</b>
10.1	LEGGI.....	19
10.2	NORME TECNICHE.....	21

## 1 PREMESSA

La società proponente, nell'ambito del proprio piano di sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili nella Regione Sardegna, prevede di realizzare un impianto di produzione da fonte eolica avente potenza nominale complessiva di 130,2 MW situato all'interno dei territori comunali di Escalaplano (SU) e Esterzili (SU).

L'energia prodotta da tale impianto dovrà essere convogliata alla rete elettrica nazionale, per questo il Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale, Terna S.p.A., prescrive che esso debba essere collegato alla nuova stazione 150kV "Escalaplano" che sarà direttamente connessa alla linea esistente a 150kV in semplice terna "Goni - Ulassai" tramite una connessione in entra-esce. Inoltre, il Gestore prevede che la SE RTN in progetto a 150kV "Escalaplano" debba essere collegata alla Nuova SE RTN 380/150kV "Furtei" mediante due nuovi elettrodotti a 150 kV in semplice terna.

La società scrivente ha quindi predisposto il progetto delle suddette opere di connessione.

Il presente documento fornisce la descrizione generale degli elettrodotti in semplice terna a 150 kV di collegamento tra la nuova stazione 150 kV di Escalaplano e la nuova SE RTN 380/150 kV di Furtei, per i quali vengono fornite le principali caratteristiche.

## 2 COMUNI INTERESSATI

Gli elettrodotti a 150 kV, della lunghezza complessiva di circa 48 km ciascuno, interesseranno i territori di seguito elencati:

Regione Sardegna:

Provincia di Sud Sardegna:

- Comune di Escalaplano;
- Comune di Goni;
- Comune di Siurgus Donigala;
- Comune di Senorbì;
- Comune di Suelli;
- Comune di Selegas;
- Comune di Guamaggiore;
- Comune di Guasila;
- Comune di Segariu;
- Comune di Furtei;
- Comune di Sanluri.

Si veda in proposito la "Planimetria su CTR" allegata (doc n°EL-PL3726).

### 3 TRACCIATO DEGLI ELETTRRODOTTI

Tra le possibili soluzioni sono stati individuati i tracciati più funzionali, che tengano conto di tutte le esigenze e delle possibili ripercussioni sull'ambiente, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia.

Tale tracciato, studiato in armonia con quanto dettato dall'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n. 1775, è stato ottenuto 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;
- permettere il regolare esercizio e manutenzione dell'elettrodotto.

Come detto il presente documento fornisce la descrizione generale della consistenza delle opere relative ai due elettrodotto AT a 150 kV in semplice terna, su palificazione separata, di collegamento tra la nuova stazione di smistamento 150 kV "Escalaplano" e la SE RTN 380/150kV di "Furtei", rispettivamente ubicate nei comuni di Escalaplano (SU) e di Sanluri (SU).

Al fine di contenere al minimo l'impatto, i nuovi elettrodotto si sviluppano su uno stesso tracciato correndo paralleli a circa 35 m di distanza, per una lunghezza complessiva di circa 48 km ciascuno, coinvolgendo prevalentemente zone agricole e collinari.

Gli elettrodotto in oggetto hanno origine dai nuovi stallo a 150 kV della nuova stazione di "Escalaplano"; lasciato il sedime della stazione, con direzione Sud-Ovest, proseguono il loro percorso superando interferenze quali corsi d'acqua, strade provinciali ed altre linee elettriche; dopo aver percorso circa 20 km i tracciati deviano verso Nord-Ovest proseguendo per altri 30km circa fino ad arrivare alla stazione 380/150 kV "Furtei".

In particolare, il nuovo elettrodotto di connessione lato nord sarà costituito da n°123 sostegni (portali di stazione esclusi); il nuovo elettrodotto lato sud sarà costituito da 128 sostegni, (portali di stazione esclusi).

#### **4 ELENCO OPERE ATTRAVERSATE**

L'elenco delle opere pubbliche attraversate dagli elettrodotti, con l'indicazione degli enti competenti e la posizione di ciascuno di essi lungo i tracciati, è riportato nel documento allegato "Planimetria su CTR con attraversamenti" (doc n°EL-PL3726), redatta su base cartografica tecnica regionale.

#### **5 VINCOLI**

Per l'analisi dei vincoli si rimanda alla documentazione relativa alla parte ambientale.

##### **5.1 VINCOLI AEROPORTUALI**

E' stata effettuata la valutazione della compatibilità aeronautica per gli elettrodotti in progetto, tramite lo strumento di pre analisi presente sul sito ENAV.

I report generati hanno evidenziato la presenza di interferenze aeronautiche con il settore 5 dell'aeroporto di Cagliari/Elmas. Si rende quindi necessario l'iter valutativo da parte di ENAV.

#### **6 CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA**

Relativamente agli elettrodotti aerei in oggetto, 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 (Presidenza del Consiglio di Ministri Dipartimento Protezione Civile) e tenendo conto delle Norme Tecniche per le Costruzioni, Decreto 17/01/2018.

Il progetto dell'opera attuale è conforme al Progetto Unificato per gli elettrodotti elaborato fin dalla prima metà degli anni '70 a cura della Direzione delle Costruzioni di ENEL, per le tratte più recenti, e allo stesso modo i sostegni di nuova infissione in sostituzione di quelli meccanicamente non idonei. 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.

Le tavole grafiche dei componenti impiegati con le loro caratteristiche sono riportate nel documento "Caratteristiche componenti".

L'opera in oggetto è costituita in particolare da una doppia palificazione a semplice terna armata con un conduttore di energia All.-Acc. Ø 31,5 mm per fase, e una fune di guardia con fibra ottica per tutto il tracciato, per ogni palificata.

## 6.1 CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO

Le caratteristiche elettriche per ciascun elettrodotto aereo sono le seguenti:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	150 kV
Corrente massima in servizio normale	870 A

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.

La Zona A comprende le località ad altitudine non superiore agli 800 m s.l.m. dell'Italia Centrale, Meridionale ed Insulare; mentre la Zona B, comprende tutte le località dell'Italia Settentrionale e comunque quelle ad altitudine superiore a 800 m s.l.m. dell'Italia Centrale, Meridionale ed Insulare (prescrizioni del DM 21 marzo 1988 n. 449 e successive varianti (CEI 11 4)).

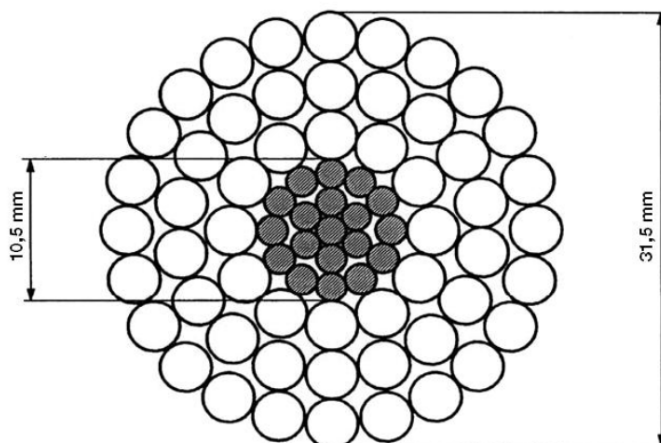
## 6.2 DISTANZA TRA I SOSTEGNI

La distanza tra due sostegni consecutivi dipende dall'orografia del terreno e dall'altezza utile dei sostegni impiegati; nel caso particolare essa è dell'ordine di circa 350 m. In casi eccezionali per l'attraversamento di corsi d'acqua essa raggiunge circa i 500 m

## 6.3 CONDUTTORI E CORDE DI GUARDIA

Ciascun elettrodotto aereo, in semplice terna, sarà equipaggiato con conduttori in corda di alluminio-acciaio dal diametro complessivo pari a 31,5 mm.

Le caratteristiche tecniche del conduttore sono riportate nella figura sottostante.



TIPO CONDUTTORE		2/1	2/2 (*)
		NORMALE	INGRASSATO
FORMAZIONE	Alluminio	54 x 3,50	54 x 3,50
	Acciaio	19 x 2,10	19 x 2,10
SEZIONI TEORICHE (mm <sup>2</sup> )	Alluminio	519,5	519,5
	Acciaio	65,80	65,80
	Totale	585,30	585,30
TIPO DI ZINCATURA DELL'ACCIAIO		Normale	Maggiorata
MASSA TEORICA (Kg/m)		1,953	2,071(**)
RESISTENZA ELETTR. TEORICA A 20°C ( $\Omega$ /km)		0,05564	0,05564
CARICO DI ROTTURA (daN)		16852	16516
MODULO ELASTICO FINALE (daN/mm <sup>2</sup> )		6800	6800
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE (K <sup>-1</sup> )		19,4 x 10 <sup>-6</sup>	19,4 x 10 <sup>-6</sup>

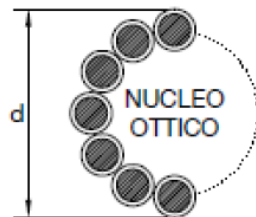
(\*) Per zone ad alto inquinamento salino

(\*\*) Compresa massa grasso pari a 103,39 gr/m.

I conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 10 m secondo quanto prescritto dall'art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991, con riferimento alla temperatura del conduttore di 75°C.

Gli elettrodotti saranno equipaggiati ciascuno con una corda di guardia riportata nella figura sottostante.





DIAMETRO NOMINALE ESTERNO	(mm)	≤ 11,5		
MASSA UNITARIA TEORICA (Eventuale grasso compreso)	(kg/m)	≤ 0,8		
RESISTENZA ELETTRICA TEORICA A 20 °C	(ohm/km)	≤ 0,9		
CARICO DI ROTTURA	(daN)	≥ 7450		
MODULO ELASTICO FINALE	(daN/mm <sup>2</sup> )	≥ 10000		
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA	(1/°C)	≤ 16,0E-8		
MAX CORRENTE C.TO C.TO DURATA 0,5 s	(kA)	≥ 10		
FIBRE OTTICHE SM-R (Single Mode Reduced)	NUMERO	(n°)	48	
	ATTENUAZIONE	a 1310 nm	(dB/km)	≤ 0,36
		a 1550 nm	(dB/km)	≤ 0,22
	DISPERSIONE CROMATICA	a 1310 nm	(ps/nm · km)	≤ 3,5
a 1550 nm		(ps/nm · km)	≤ 20	

#### NOTE

1. Prescrizioni per la costruzione ed il collaudo: LIN\_000C3907
2. Imballo e pezzature: bobine da 4000 m (salvo diversa prescrizione in sede di ordinazione).
3. Unità di misura: la quantità del materiale deve essere espressa in m.
4. Sigillatura: eseguita mediante materiale termoresistente e autovulcanizzante.

### 6.3.1 Stato di tensione meccanica

Il tiro dei conduttori e delle corde di guardia è 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 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, definite ad inizio capitolo.

Gli "stati" che interessano, da diversi punti di vista, il progetto della variante 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;
- **MFA** – Condizione di massima freccia (Zona A): +55°C, in assenza di vento e ghiaccio;
- **MF75** – Condizione di massima freccia (Zona A): +75°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.

L'elettrodotto in oggetto si trova in **Zona A**.

## 6.4 CAPACITÀ DI TRASPORTO ELETTRODOTTO

La capacità di trasporto di un elettrodotto è funzione lineare della corrente di fase. Il conduttore di riferimento nelle terne a 150 kV preso in considerazione dalla Norma CEI 11-60 è il conduttore alluminio-acciaio del diametro complessivo pari a 31,5 mm, per il quale sono definite anche le portate nei periodi caldo e freddo della Zona A, che risultano pari a 620 A e 870 A rispettivamente.

## 6.5 SOSTEGNI

I sostegni utilizzati, in configurazione semplice terna, hanno le fasi disposte a triangolo ed in qualche caso con conduttori in piano (si vedano le tavole allegate). I sostegni, di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno, sono in angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati. Gli angolari di acciaio sono raggruppati in elementi strutturali. Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche ed il dimensionamento delle membrature, 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 hanno 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 per quanto possibile inferiore a 50 m.

I sostegni sono tutti provvisti di difese parasalita.

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

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

Ciascun elettrodotto aereo in alta tensione è realizzato utilizzando una serie unificata di tipi di sostegno, tutti diversi tra loro (a seconda delle sollecitazioni meccaniche per le quali sono progettati) e tutti disponibili in varie altezze (H), denominate "altezze utili" (di norma variabili da 15 a 42 m).

Ogni tipo di sostegno ha un campo di impiego rappresentato da un diagramma di utilizzazione nel quale sono rappresentate le prestazioni lineari (campate media  $C_m$ ), trasversali (angolo di deviazione  $\delta$ ) 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.

Nella seguente tabella sono riassunte le caratteristiche di utilizzo delle varie categorie di sostegni utilizzati nel progetto in esame (Zona A, conduttore  $\varnothing$  31,5mm):

#### ZONA A EDS 21% (TIRO PIENO)

TIPO	ALTEZZA	PRESTAZIONI NOMINALI		
		CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"L" Leggero	12-33 m	350 m	0°	0,12
"N" Normale	12-42 m	350 m	4°	0,15
"M" Medio	12-33 m	350 m	8°	0,18
"P" Pesante	12-48 m	350 m	16°	0,24
"V" Vertice	12-42 m	350 m	32°	0,36
"C" Capolinea	12-33 m	350 m	60°	0,24
"E" Eccezionale	12-33 m	350 m	90°	0,36

## 6.6 ISOLAMENTO - TRATTO AEREO

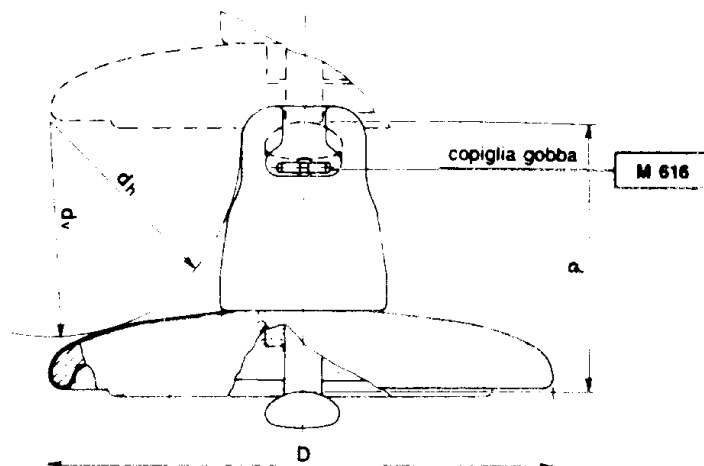
L'isolamento degli elettrodotti, previsto per una tensione massima di esercizio di 150 kV, sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, con carico di rottura di 70, 120 e 160 kN, connessi tra loro a formare catene di almeno 9 elementi negli amari e nelle sospensioni.

Le catene di sospensione saranno del tipo a I (semplici o doppie per ciascuno dei rami).

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

### 6.6.1 Caratteristiche geometriche

Nel disegno allegato 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.



### 6.6.2 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 allegate 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.

Nel grafico che segue viene 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 SALINITÀ DI TENUTA (Kg/m³)
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 ed abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti.</li> <li>— Zone agricole (2).</li> <li>— Zone montagnose.</li> </ul> <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"> <li>— Zone con industrie non particolarmente inquinanti e con media densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento.</li> <li>— Zona ad alta densità di industrie e/od abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti.</li> <li>— Zone esposte ai venti marini, ma non troppo vicine alla costa (distanti almeno alcuni chilometri) (3).</li> </ul>	40
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 sostanze 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, e soggette a intensi fenomeni di condensazione.</li> </ul>	(*)

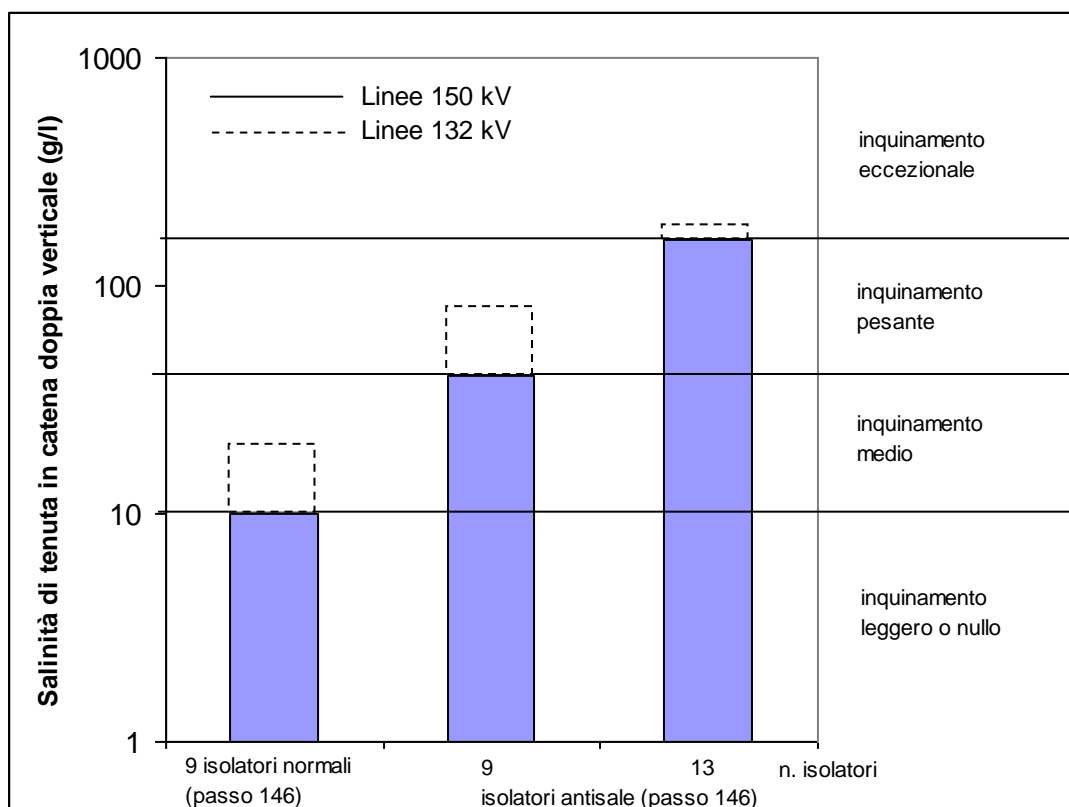
(1) Nelle zone con inquinamento nullo o leggero una prestazione dell'isolamento inferiore a quella indicata può essere utilizzata in funzione dell'esperienza acquisita in servizio.

(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 ed alle 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 nel comportamento in ambiente inquinato.



Le caratteristiche della zona interessata dagli elettrodotti in esame sono di inquinamento atmosferico eccezionale e quindi si è scelta la soluzione dei 13 isolatori (passo 146) tipo J2 (antisale) per tutti gli armamenti in sospensione e in amarro.

## 6.7 MORSETTERIA ED ARMAMENTI – TRATTO AEREO

Gli elementi di morsetteria sono dimensionati in modo da poter sopportare gli sforzi massimi trasmessi dai conduttori al sostegno.

A seconda dell'impiego previsto sono stati individuati diversi carichi di rottura per gli elementi di morsetteria che compongono gli armamenti in sospensione:

- 120 kN utilizzato per le morse di sospensione.
- 160 kN utilizzato per i rami semplici degli armamenti di sospensione e dispositivo di amarro di un singolo conduttore.

Le morse di amarro sono invece 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.

Nelle tavole allegare sono riportati gli schemi delle catene di sospensione ad "I" e quelle di amarro. La scelta degli equipaggiamenti è stata 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).

## 6.8 FONDAZIONI SOSTEGNI - TRATTO AEREO

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 fondazioni unificate sono utilizzabili su terreni normali, di buona o media consistenza.

Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

- a) un blocco di calcestruzzo armato costituito da una base, che appoggia sul fondo dello scavo, formata da una serie di platee (parallelepipedi a pianta quadrata) sovrapposte; detta base è simmetrica rispetto al proprio asse verticale;
- b) un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
- c) un "moncone" annegato nel calcestruzzo al momento del getto, collegato al montante del "piede" del sostegno. Il moncone è costituito da un angolare, completo di squadrette di ritenuta, che si collega con il montante del piede del sostegno mediante un giunto a sovrapposizione. I monconi sono raggruppati in tipi, caratterizzati dalla dimensione dell'angolare, ciascuno articolato in un certo numero di lunghezze.

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 possono, di volta in volta, essere progettate ad hoc.



Le tavole allegate sono relative alle fondazioni unificate in calcestruzzo armato a plinto con riseghe di base; fondazioni speciali profonde del tipo palo trivellato; fondazioni speciali profonde del tipo micropalo; fondazioni speciali su tirante.

## 6.9 MESSE 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, anche il tipo di messa a terra da utilizzare.

Il Progetto Unificato ne prevede di 6 tipi, adatti ad ogni tipo di terreno.

## 6.10 CAMPI ELETTROMAGNETICI

Vedere elaborati specialistici presenti in Appendice D.

## 6.11 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 il "fischio" dei conduttori, fenomeno peraltro locale e di modesta entità. L'effetto corona, invece, è responsabile del leggero ronzio che viene talvolta percepito nelle immediate vicinanze dell'elettrodotto.

Per quanto riguarda l'emissione acustica di una linea a 150 kV, misure sperimentali effettuate in condizioni controllate hanno evidenziato effetti insignificanti.

## 7 AREE IMPEGNATE

In merito all'attraversamento di aree da parte degli elettrodotti, si possono individuare, con riferimento al DPR 327/01, le aree impegnate, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'opera e perciò interessate dalla servitù di elettrodotto.

Tali aree, per le linee elettriche aeree a 150kV, saranno quelle ricadenti all'interno della fascia di 30 metri (15+15), coassiale con il tracciato del raccordo in linea aerea in progetto.

Il vincolo preordinato all'esproprio o all'asservimento coattivo sarà apposto sulle "aree potenzialmente impegnate" (previste dal D.L. 239/03 e s.m.i.). L'estensione delle aree potenzialmente impegnate varia a seconda delle caratteristiche dell'elettrodotto in progetto. Per gli elettrodotti aerei a 150 kV in progetto, l'area potenziale si estende su una fascia larga circa 60 metri (30+30), coassiale all'asse dell'elettrodotto.

Per l'intervento in oggetto le sopracitate "aree potenzialmente soggette al vincolo preordinato alla servitù di elettrodotto", per le quali si chiede l'attivazione delle misure di salvaguardia, sono indicate nell'elaborato grafico "Planimetria catastale con Area Potenzialmente Impegnata", presente in Appendice A (doc. n°EL-PL3733).

## **8 SICUREZZA NEI CANTIERI**

I lavori si svolgeranno in ossequio alla normativa del D.Lgs. 494/96, come modificato dal D.Lgs. 528/99 e al D.Lgs n° 81 del 09/04/2008 e successive integrazioni. Pertanto, durante la progettazione esecutiva la società proponente provvederà a nominare un Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione, abilitato ai sensi della predetta normativa, che redigerà il Piano di Sicurezza e Coordinamento. Successivamente, in fase di realizzazione dell'opera, sarà nominato un Coordinatore per la esecuzione dei lavori, anch'esso abilitato, che vigilerà durante tutta la durata dei lavori sul rispetto da parte delle ditte appaltatrici delle norme di legge in materia di sicurezza e delle disposizioni previste nel Piano di Sicurezza e Coordinamento.

## **9 CRONOPROGRAMMA**

Il programma dei lavori è illustrato nel disegno di seguito riportato.

ID	Nome attività	Y01												Y02										
		M01	M02	M03	M04	M05	M06	M07	M08	M09	M10	M11	M12	M01	M02	M03	M04	M05	M06	M07	M08	M09	M10	M11
1	Ordine	◆ Ordine																						
2	Kick off meeting	◆ Kick off meeting																						
3	Rilievo del tracciato e progettazione del profilo	■ Rilievo del tracciato e progettazione del profilo																						
4	Indagini geognostiche	■ Indagini geognostiche																						
5	Approvazione della documentazione di progetto	■ Approvazione della documentazione di progetto																						
6	Ordinazione materiali	■ Ordinazione materiali																						
7	Collaudo dei materiali	■ Collaudo dei materiali																						
8	Inizio delle opere civili	◆ Inizio delle opere civili																						
9	Stubs e basi dei sostegni al Sito (fabbricazione)	■ Stubs e basi dei sostegni al Sito (fabbricazione)																						
10	Materiale di messa a terra al Sito (fabbricazione)	■ Materiale di messa a terra al Sito (fabbricazione)																						
11	Parti superiori dei sostegni al Sito (fabbricazione)	■ Parti superiori dei sostegni al Sito (fabbricazione)																						
12	Conduttori e corde di guardia al Sito (fabbricazione)	■ Conduttori e corde di guardia al Sito (fabbricazione)																						
13	Isolatori al Sito (fabbricazione)	■ Isolatori al Sito (fabbricazione)																						
14	Morsetteria al Sito (fabbricazione)	■ Morsetteria al Sito (fabbricazione)																						
15	Asservimenti	■ Asservimenti																						
16	Esecuzione degli scavi	■ Esecuzione degli scavi																						
17	Ass. degli stubs e delle basi, casseri e armature	■ Ass. degli stubs e delle basi, casseri e armature																						
18	Getto del calcestruzzo	■ Getto del calcestruzzo																						
19	Riempimento degli scavi	■ Riempimento degli scavi																						
20	Assemblaggio delle parti superiori dei sostegni	■ Assemblaggio delle parti superiori dei sostegni																						
21	Assemblaggio e montaggio isolatori e morsetteria	■ Assemblaggio e montaggio isolatori e morsetteria																						
22	Tesatura	■ Tesatura																						
23	Collaudo al Sito	■ Collaudo al Sito																						
24	Energizzazione	◆ Energizzazione																						

**Figura 9-1: cronoprogramma relativo all'esecuzione dell'opera in oggetto**

## 10 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

In questo capitolo si riportano i principali riferimenti normativi da prendere in considerazione per la progettazione, la costruzione e l'esercizio dell'intervento oggetto del presente documento.

### 10.1 LEGGI

- [1] Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- [2] Legge 23 agosto 2004, n. 239 "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia";
- [3] Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"
- [4] DPCM 8 luglio 2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti"

- [5] DPR 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità" e smi
- [6] Legge 24 luglio 1990 n° 241, "Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi" 15/2005 come modificato dalla Legge 11 febbraio 2005, n. 15, dal Decreto legge 14 marzo 2005, n. 35 e dalla Legge 2 aprile 2007, n. 40.
- [7] Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità".
- [8] Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n. 42 "Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137".
- [9] Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 dicembre 2005 "Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42".
- [10] Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale"
- [11] Legge 5 novembre 1971 n. 1086. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Applicazione delle norme sul cemento armato"
- [12] Decreto Interministeriale 21 marzo 1988 n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne"
- [13] Decreto Interministeriale 16 gennaio 1991 n. 1260 "Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne"
- [14] Decreto Interministeriale del 05/08/1998 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne"
- [15] Ordinanza PCM 20/03/2003 n. 3274 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- [16] Ordinanza PCM 10/10/2003 n. 3316 "Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del PCM n. 3274 del 20/03/2003";
- [17] Ordinanza PCM 23/01/2004 n. 3333 "Disposizioni urgenti di protezione civile"

- [18] Ordinanza PCM 3/05/2005 n. 3431 Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- [19] Decreto Ministero Infrastrutture e Trasporti 17 gennaio 2018 "Norme tecniche per le costruzioni".

## 10.2 NORME TECNICHE

- [1] CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", edizione 2011
- [2] CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", seconda edizione,
- [3] 2002-06
- [4] CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", prima edizione, 1996-07
- [5] CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", prima edizione, 2001-01
- [6] CEI 103-6 "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto", terza edizione, 1997:12
- [7] CEI 106-11, "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) - Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo", prima edizione, 2006:02