



CITTA' METROPOLITANA DI BARI



REGIONE PUGLIA



COMUNE di ALTAMURA



COMUNE di GRAVINA
DI PUGLIA

PROGETTO DELLA FUTURA STAZIONE DI TRASFORMAZIONE 150/36 kV IN ENTRA-ESCI ALLA LINEA "ALTAMURA ALL. - MATERA NORD" E RACCORDI ALLA LINEA "PELLICCIARI - GRAVINA 150 kV"



Proponente	 <p>wpd altilia s.r.l. Corso d'Italia, 83 00198 - Roma Tel: +39 06 960 353-10 e-mail: info@wpd-italia.it</p>				
Progettazione	 <p>Viale Michelangelo, 71, 80129 Napoli TEL.081 579 7998 mail: tecnico@inse srl</p>  				
Elaborato	<p>Nome Elaborato:</p> <p style="text-align: center;">RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA RACCORDI 150 kV</p>				
00	Luglio 2022	PRIMA EMISSIONE	INSE Srl	F. Di Maso	WPD SRL
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione
Scala:	-:-				
Formato:	A4	Codice Pratica S242	Codice Elaborato	S242-EL01-R	

Sommario

1	PREMESSA E MOTIVAZIONE DELLE OPERE.....	2
1.1	Criteri localizzativi e progettuali.....	2
2	RACCORDI ALLA NUOVA STAZIONE 150/36 kV “ALTAMURA 36 kV”	3
2.1	Enti amministrativi interessati dalle opere.....	4
2.2	Opere attraversate	4
2.3	Vincoli	4
3	RACCORDI DELLA LINEA RTN “PELLICCIARI-GRAVINA-ALTAMURA” ALLA SE 380/150 kV.....	4
3.1	Enti amministrativi interessati dalle opere.....	6
3.2	Opere attraversate	6
3.3	Vincoli	6
4	CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI ELETTRODOTTI AEREI 150 kV	7
4.1	Premessa	7
4.1.1	Caratteristiche elettriche dell’elettrodotto	7
4.1.2	Distanza tra i sostegni.....	8
4.1.3	Conduttori e corde di guardia	8
4.1.4	Stato di tensione meccanica.....	8
4.1.5	Capacità di trasporto	9
4.1.6	Sostegni	10
4.1.7	Sostegni porta-terminali P.70/A5 e P.72/B5	12
4.1.8	Isolamento.....	12
4.1.9	Caratteristiche geometriche.....	12
4.1.10	Caratteristiche elettriche.....	12
4.2	<i>Morsetteria ed armamenti</i>	14
4.3	Fondazioni	16
4.4	Messe a terra dei sostegni.....	17
5	CARATTERISTICHE TECNICHE DI TRATTI IN CAVO A 150 kV	18
5.1	Composizione dell’elettrodotto in cavo	18
5.2	Modalità di posa	19
5.2.1	Tipici di attraversamenti.....	20
5.2.2	Distanze da servizi, manufatti, piante	20
5.2.3	Collegamento degli schermi metallici.....	22
5.2.4	Giunti e buche giunti	24
5.2.5	Sistema di telecomunicazioni	24
8.	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	24
8.1	Aree impegnate	25
8.2	Fasce di rispetto.....	25
9.	RUMORE	26
10.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE	26
11.	TERRE E ROCCE DA SCAVO.....	27
12.	CRONOPROGRAMMA	27
13.	SICUREZZA NEI CANTIERI	27
14.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	27
14.1	Leggi.....	27
14.2	Norme tecniche	28
15.2.2	Norme CEI.....	28
15.2.3	Norme tecniche diverse	29

	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA RACCORDI 150 kV	Codifica S242-EL01-R	
		Luglio 2022	Rev. 00

1 PREMESSA E MOTIVAZIONE DELLE OPERE

Al fine di permettere il collegamento alla RTN di diversi impianti di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile Terna ha previsto ed indicato nelle Soluzioni Tecniche Minime Generali (STMG) ricadenti nell'area la necessità di realizzare le seguenti opere RTN:

- a) una nuova stazione di trasformazione 150/36 kV, secondo il nuovo standard Terna (Rif. Dis.S242-SE02-D), da collegare in entra-esci sulla linea 150 kV "Altamura All.-Matera Nord" a doppio sistema di sbarre e parallelo (lato 150kV) nel seguito denominata "Altamura 36 kV".
- b) raccordi aerei a 150 kV della nuova stazione di trasformazione alla esistente linea 150 kV "Altamura All.-Matera Nord".
- c) raccordi aerei a 150 kV della linea RTN "Pellicciari- Gravina-Altamura" alla sezione di una nuova stazione, in fase di autorizzazione, 380/150 kV sita nel Comune di Gravina di Puglia (BA).

La Terna Spa ha rilasciato alla società WPD Altilia Srl la Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) Cod. Pratica 201901318 per immettere sulla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile di origine eolica per una potenza complessiva di 78 MW.

Secondo quanto previsto dal D.Lgs. 387/2003 e ss.mm.ii., la società proponente "WPD Altilia Srl", nell'ambito del proprio progetto FER ha sviluppato ed intende portare in autorizzazione le suddette opere RTN. Il medesimo progetto sarà inoltre reso disponibile per le eventuali ulteriori iniziative di produzione la cui STMG preveda le medesime opere RTN per la connessione.

Nel corso del tavolo tecnico tenutasi con la Soc.Terna, i produttori che hanno la stessa modalità di connessione hanno indicato come capofila la Soc. WPD Altilia Srl per la progettazione delle suddette opere di rete.

La Soc. INSE Srl è stata incaricata dalla Soc. Altilia Srl di progettare le opere per la connessione alla RTN

A seguito della autorizzazione unica che sarà rilasciata dalla Regione Puglia le opere di rete saranno volturate a Terna.

La presente relazione si riferisce alle opere di rete di cui al punto b) e c).

Per la localizzazione della stazione di trasformazione 150/36 kV, nel seguito denominata "Altamura 36 kV" è stata individuata un'area in prossimità dell'elettrodotto 150 kV "Altamura-Matera Nord" e precisamente in corrispondenza dei sostegni P.35 e P.37 idonea alla realizzazione della suddetta stazione.

Le corografie su IGM scala 1:20.000 "S242-GE02-D" e su CTR scala 1:5000 "SE242-GE03-D" riportano i tracciati dei suddetti raccordi a 150 kV della stazione di trasformazione di RTN 150/36 kV ed i raccordi alla linea RTN "Altamura All.-Matera Nord".

1.1 Criteri localizzativi e progettuali

La progettazione dell'opera oggetto del presente documento 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

	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA RACCORDI 150 kV	Codifica S242-EL01-R	
		Luglio 2022	Rev. 00

salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità dell'ambiente, della protezione della salute umana e dell'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali.

Il nuovo tracciato in cavo e le varianti aeree agli elettrodotti 150 kV esistenti sono stati studiati 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, sviluppandosi preferenzialmente su strade pubbliche;
- 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;
- utilizzare la viabilità stradale principale esistente per la posa dei cavi interrati.

2 RACCORDI ALLA NUOVA STAZIONE 150/36 kV "ALTAMURA 36 kV"

Per collegare la nuova stazione di trasformazione "Altamura 36 kV" alla linea aerea RTN "Altamura All.-Matera Nord" in modalità entra-esce è stato previsto di inserirla nel tratto compreso tra i sostegni esistenti P.35 e P.37 (Rif. Dis. S242-GE02_D "Planimetria su CTR e Ortofoto).

Saranno installati due nuovi sostegni P.35/A (posto a circa 369 metri dal sostegno esistente P.35 in direzione Altamura All.) e P.37/A (posto a circa 312 metri dal sostegno esistente P.37 in direzione Matera Nord) e demolito il sostegno P.36. Inoltre, sarà demolito un tratto di linea di 114 metri.

I raccordi dai nuovi sostegni P.35/A e P.37/A ai portali della stazione avranno una lunghezza di circa 44 metri.

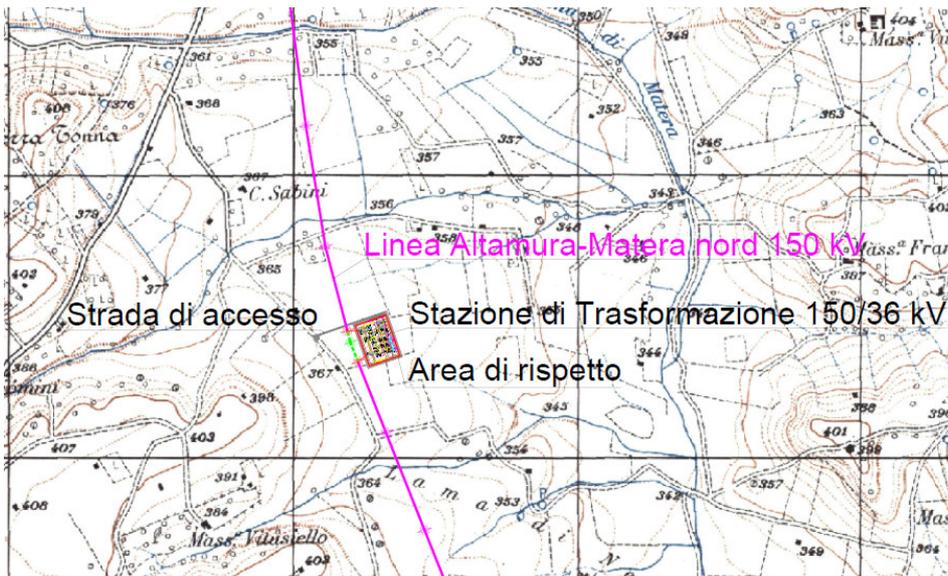


Figura 1: Schema di connessione alla RTN della Futura SE di trasformazione 150/36kV con entra-esce della Linea 150 kV “Altamura All.-Matera Nord”

2.1 Enti amministrativi interessati dalle opere

Nella seguente tabella è riassunta la Regione, la Provincia e il Comune interessato dai vari interventi oggetto del presente Piano Tecnico:

REGIONE	PROVINCIA	COMUNE
Puglia	Bari	Altamura

2.2 Opere attraversate

Non sono presenti particolari opere attraversate

2.3 Vincoli

Il tracciato dei raccordi non ricadono in zone sottoposte a vincoli aeroportuali; l'allegato al PTO doc. S242-EL09-R “Valutazione interferenze al volo aereo” riporta le indicazioni richieste dall'ENAV.

Non ricade, altresì, in zone sottoposte a vincoli paesaggistici, ambientali e archeologici.

Per quanto riguarda l'interessamento di aree sottoposte a vincolo idrogeologico, si rimanda alla consultazione degli elaborati specifici allegati al presente PTO.

3 RACCORDI DELLA LINEA RTN “PELLICCIARI-GRAVINA-ALTAMURA” ALLA SE 380/150 kV

I raccordi saranno collegati alla sezione 150 kV della futura stazione di trasformazione 380/150 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN 380 kV “Genzano-Matera”.

	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA RACCORDI 150 kV	Codifica S242-EL01-R	
		Luglio 2022	Rev. 00

L'apertura della linea sarà realizzata nel tratto compreso tra i sostegni P70 e P72 tra Pellicciari e Gravina.

I raccordi saranno realizzati per un primo tratto in aereo ed un secondo tratto in cavo interrato.

Per realizzare il raccordo sinistro lato Pellicciari sarà demolito il sostegno P71 ed un tratto di elettrodotto di circa 322 metri (Rif. Dis. S242-GE04-D "corografia su CTR e su ortofoto" e S242-EL06-D "Profilo stato di fatto"). Alla distanza di circa 171 metri dal sostegno P70 sarà realizzato un nuovo sostegno P70/A dal quale partirà il raccordo aereo lato "Pellicciari" che si svilupperà per una lunghezza di circa 1597 metri fino al sostegno portaterminali per il passaggio da aereo a cavo; saranno utilizzati N.6 nuovi sostegni della serie unificata Terna (Rif. Dis. S242-EL06-D "Profili stato di progetto lato Pellicciari"). Dal sostegno portaterminali P70/A5 si collegherà il cavo a 150 kV che sarà posato in parte su terreno agricolo ed in parte sulla strada provinciale SP 193 ed avrà una lunghezza complessiva di circa 1050 metri attestandosi sulle sbarre 150 kV della nuova stazione 380/150 kV.

Analogamente per il raccordo destro lato Gravina alla distanza di circa 340 metri dal sostegno P72 sarà realizzato un nuovo sostegno P70/B dal quale partirà il raccordo aereo lato "Gravina" che si svilupperà per una lunghezza di circa 1634 metri fino al sostegno portaterminali per il passaggio da aereo a cavo; saranno utilizzati N.6 nuovi sostegni della serie unificata Terna (Rif. Dis. S242-EL05-D "Profilo stato di progetto lato Gravina"). Dal sostegno portaterminali P70/B5 si collegherà il cavo a 150 kV che sarà posato in parte su terreno agricolo ed in parte sulla strada provinciale P.93 ed avrà una lunghezza complessiva di circa 1080 metri attestandosi sulle sbarre 150 kV della nuova stazione 380/150 kV.

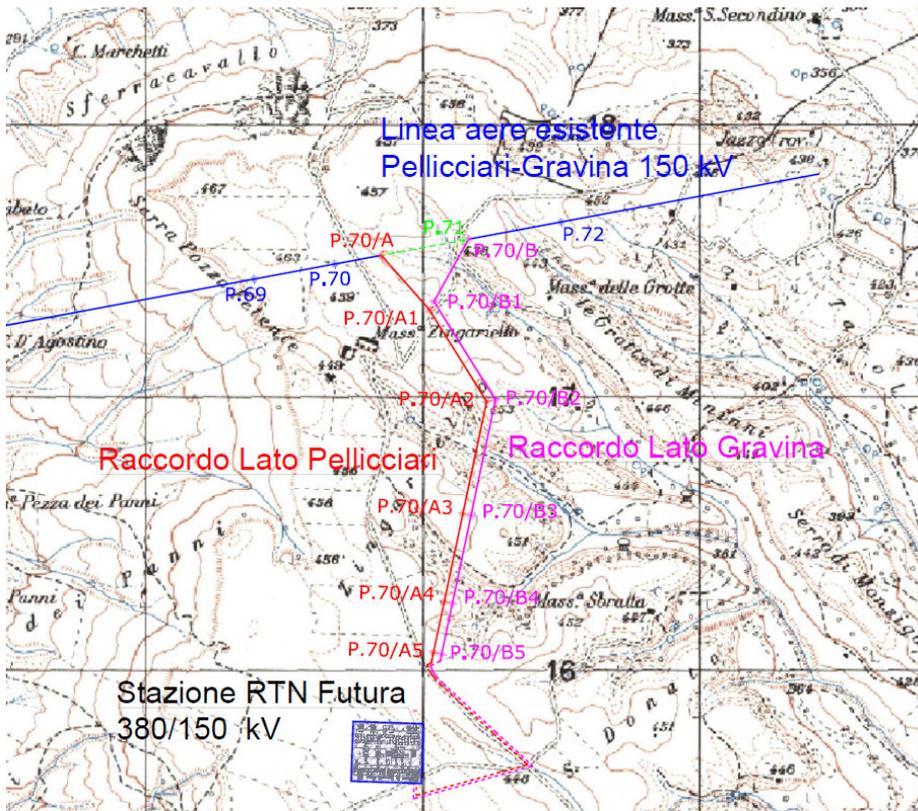


Figura 2: Schema raccordi aereo/cavo Linea RTN 150 kV "Pellicciari-Gravina-Altamura" alla nuova SE 380/150 kV

3.1 Enti amministrativi interessati dalle opere

Nella seguente tabella è riassunta la Regione, la Provincia e il Comune interessato dai vari interventi oggetto del presente Piano Tecnico:

REGIONE	PROVINCIA	COMUNE
Puglia	Bari	Gravina

3.2 Opere attraversate

Le opere attraversate sono riportate nell'elenco (Rif. Doc. S242-EL03-E).

3.3 Vincoli

Il tracciato dei raccordi non ricadono in zone sottoposte a vincoli aeroportuali; l'allegato al PTO doc. S242-EL09-R "Valutazione interferenze al volo aereo" riporta le indicazioni richieste dall'ENAV.

Non ricade, altresì, in zone sottoposte a vincoli paesaggistici, ambientali e archeologici.

Per quanto riguarda l'interessamento di aree sottoposte a vincolo idrogeologico, si rimanda alla consultazione degli elaborati specifici allegati al presente PTO.

4 CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI ELETTRODOTTI AEREI 150 kV

4.1 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 per gli elettrodotti elaborato fin dalla prima metà degli anni '70 a cura della Direzione delle Costruzioni di ENEL, aggiornato successivamente da Terna S.p.A. 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, sono inseriti tutti i componenti (sostegni e fondazioni, conduttori, morsetteria, isolatori, ecc.) con le relative modalità di impiego.

L'elettrodotto in progetto sarà costituito da una palificazione a semplice terna da sostegni tronco-piramidali con mensole disposte a triangolo, della serie unificata 132-150 kV semplice terna a tiro pieno. La linea sarà armata con conduttore di energia singolo per ogni fase e con una corda di guardia fino al raggiungimento dei portali di stazione.

Le tavole grafiche dei componenti impiegati con le loro caratteristiche sono riportate negli allegati RE23088A1B000009 "Caratteristiche componenti Elettrodotto aereo 150 kV" e RE23088A1B000010 "Caratteristiche componenti elettrodotto in cavo 150 kV."

4.1.1 Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto sono le seguenti:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	150 kV
Corrente nominale	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 e in zona B.

4.1.2 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 ritiene possa essere pari a 300 m.

4.1.3 Conduttori e corde di guardia

Ciascuna fase elettrica sarà costituita da n° 1 conduttore di energia formato da una corda di lega di alluminio-acciaio della sezione complessiva di 585,3 mm² composta da n. 19 fili di acciaio del diametro 2,10 mm e da n. 54 fili di lega di alluminio del diametro di 3,50 mm, con un diametro complessivo di 31,50 mm, con carico di rottura teorico di 16.852 daN.

Per zone ad alto inquinamento salino può essere impiegato in alternativa il conduttore con l'anima a "zincatura maggiorata" ed ingrassato fino al secondo mantello di alluminio. Le caratteristiche tecniche del conduttore sono riportate nella tavola LC14 ed. 1 del Gennaio 1995 allegata.

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

L' elettrodotto sarà inoltre equipaggiato con una corda di guardia destinata, oltre che a proteggere l'elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche, a migliorare la messa a terra dei sostegni. La corda di guardia sarà del tipo in acciaio rivestito di alluminio (allumoweld) del diametro di 11,50 mm e sezione di 80,65 mm², sarà costituita da n° 7 fili del diametro di 3,83 mm (tavola LC 51 allegata). Il carico di rottura teorico della corda sarà di 9.000 daN. In alternativa è possibile l'impiego di una corda di guardia in alluminio-acciaio con fibre ottiche sempre del diametro di 11,50 mm. (tavola DC 25 allegata)

4.1.4 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, con riferimento alla norma costituita da D.M. LL.PP. 21/03/1988 n. 449, 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
- 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=21% per il conduttore tipo RQ UT 0000C2 conduttore alluminio-acciaio Φ 31,5 mm
- ZONA B EDS=18% per il conduttore tipo RQ UT 0000C2 conduttore alluminio-acciaio 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=14.7% per corda di guardia tipo LC 51

ZONA B EDS=13.1% per corda di guardia tipo LC 51

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:

- di 16°C in zona A
- di 25°C in zona B

Il tracciato dell'elettrodotto in progetto è situato in "ZONA A".

Vedi elaborati profili plano-altimetrici DE23088A1B000024.

4.1.5 Capacità di trasporto

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 dei collegamenti aerei 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.

4.1.6 Sostegni

I sostegni saranno quelli previsti dalla serie unificata TERNA a 150 kV a tiro pieno del tipo tronco piramidale a semplice terna di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno. Essi saranno 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 è stato eseguito 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 61 m. I sostegni saranno provvisti di difese parasalita.

Per quanto concerne detti sostegni, fondazioni e relativi calcoli di verifica, TERNA si riserva di apportare nel progetto esecutivo modifiche di dettaglio dettate da esigenze tecniche ed economiche, senza però modificare sostanzialmente la tipologia dei sostegni stessi e ricorrendo, se necessario, all'impiego di opere di sottofondazione.

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

La serie 150 kV semplice terna è composta da diversi tipi di sostegno, che variano a seconda delle prestazioni a cui possono resistere, disponibili in diverse altezze utili (di norma per la semplice terna da 9 m a 48 m).

I tipi di sostegno 150 kV semplice terna e le loro prestazioni nominali riferiti alla zona A con riferimento al conduttore utilizzato alluminio-acciaio Φ 31,5 mm, in termini di campata media (Cm), angolo di deviazione (δ) e costante altimetrica (k) sono le seguenti:

SEMPLICE TERNA - ZONA A EDS 21 %

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"L" Leggero	12 ÷ 33 m	350 m	0°	0,1200

"N" Normale	12 ÷ 33 m	350 m	4°	0,1500
"M" Medio	12 ÷ 33 m	350 m	8°	0,1800
"P" Pesante	12 ÷ 48 m	350 m	16°	0,2400
"V" Vertice	12 ÷ 33 m	350 m	32°	0,3600
"C" Capolinea	12 ÷ 33 m	350 m	60°	0,2400
"E" Eccezionale	12 ÷ 33 m	350 m	90°	0,3600

SEMPLICE TERNA - ZONA B EDS 18 %

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"L" Leggero	12 ÷ 33 m	350 m	0°	0,1200
"N" Normale	12 ÷ 33 m	350 m	4° 36'	0,17500
"M" Medio	12 ÷ 33 m	350 m	9° 14'	0,20770
"P" Pesante	12 ÷ 48 m	350 m	17° 30'	0,27680
"V" Vertice	12 ÷ 33 m	350 m	32°	0,41550
"C" Capolinea	12 ÷ 33 m	350 m	60°	0,27680
"E" Eccezionale	12 ÷ 33 m	350 m	90°	0,41550

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

4.1.7 Sostegni porta-terminali P.70/A5 e P.72/B5

I sostegni P.70/A5 e P.72/B5 sono dei particolari sostegni per il passaggio da elettrodotto aereo a cavo interrato e viceversa. Questi sostegni presentano una piattaforma dove sono installati i terminali per i cavi XLPE, che con una breve connessione si collegano alle catene di isolatori per la partenza della linea aerea. Questi sostegni sono realizzati all'interno di un'area di circa 20x20 metri che sarà opportunamente recintata.

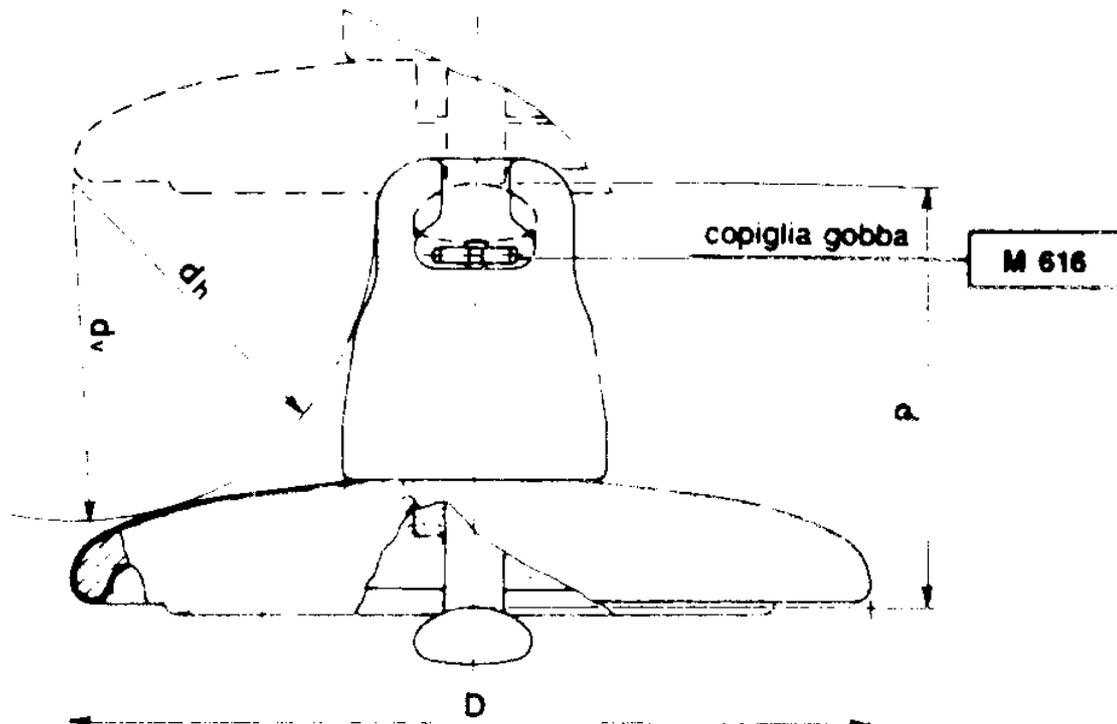
4.1.8 Isolamento

L'isolamento dell'elettrodotto previsto per una tensione di 150 kV sarà realizzato con isolatori del tipo normale a cappa e perno in vetro temprato, con catene di almeno 9 elementi.

Le catene in amarro saranno composte da due catene in parallelo sulla linea di connessione. Le caratteristiche degli isolatori rispondono a quanto previsto dalle norme CEI.

4.1.9 Caratteristiche geometriche

Nella tabella LJ2 allegata 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.



4.1.10 Caratteristiche elettriche

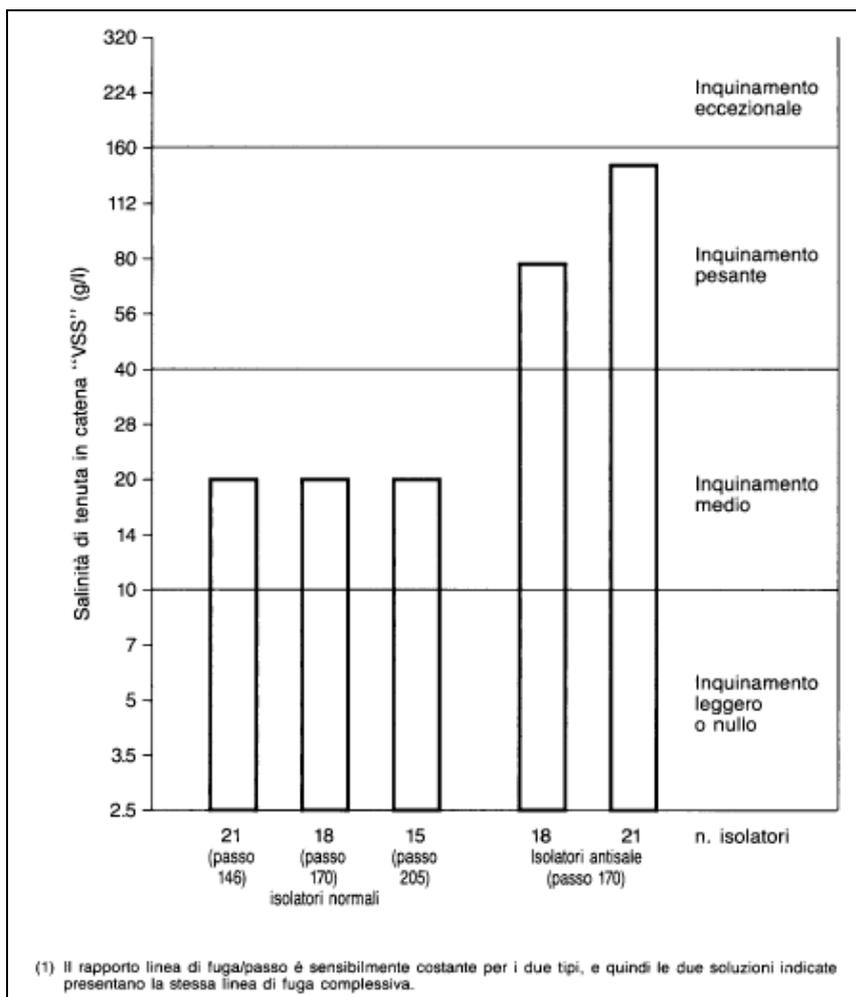
Le caratteristiche geometriche di cui sopra sono sufficienti a garantire il corretto comportamento delle catene di isolatori a sollecitazioni impulsive dovute a fulminazione o a sovratensioni di manovra.

Per quanto riguarda il comportamento degli isolatori in presenza di inquinamento superficiale, nella tabella LJ2 allegata 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 ²)
I – Nullo o leggero (1)	Zone prive di industrie e con scarsa densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento Zone con scarsa densità di industrie e abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti. Zone agricole (2) Zone montagnose Occorre che tali zone distino almeno 10-20 km dal mare e non siano direttamente esposte a venti marini (3)	10
II – Medio	Zone con industrie non particolarmente inquinanti e con media densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento Zone ad alta densità di industrie e/o abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti. Zone esposte ai venti marini, ma non troppo vicine alla costa (distanti almeno alcuni chilometri) (3)	40
III - Pesante	Zone ad alta densità industriale e periferie di grandi agglomerati urbani ad alta densità di impianti di riscaldamento produttori sostanze inquinanti Zone prossime al mare e comunque esposte a venti marini di entità relativamente forte	160
IV – Eccezionale	Zone di estensione relativamente modesta, soggette a polveri o fumi industriali che causano depositi particolarmente conduttivi Zone di estensione relativamente modesta molto vicine a coste marine e battute da venti inquinanti molto forti Zone desertiche, caratterizzate da assenza di pioggia per lunghi periodi, esposte a tempeste di sabbia e sali, e soggette a intensi fenomeni di condensazione	(*)

- (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.



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).

4.2 **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.

Sono stati previsti cinque tipi di equipaggiamento: tre impiegabili in sospensione e due in amarro. Per gli equipaggiamenti di amarro e di sospensione dei conduttori è stato previsto un unico carico di rottura pari a 210 kN.

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 tabelle seguenti sono riportati i carichi di rottura delle varie parti che costituiscono gli armamenti, (considerando un conduttore da 31,5 mm); ciascun armamento è suddiviso nelle seguenti parti:

1. catene di isolatori
2. Equipaggiamento
3. Morse
4. Contrappeso

CATENA DI ISOLATORI		ISOLATORI TIPO	CARICO DI ROTTURA kg	N° ELEMENTI IN SERIE
NORMALI	SEMPLICE	J 1/4	21.000	9 N
	DOPPIA	J 1/4	2 X 21.000	9 N
ANTISALE	SEMPLICE	J 2/4	21.000	9 AS
	DOPPIA	J 2/4	2 X 21.000	9 AS
EQUIPAGGIAMENTO		TIPO	CARICO DI ROTTURA kg	SIGLA
SEMPLICE SOSPENSIONE		360/1	21.000	SS
DOPPIO PER SOSPENSIONE CON MORSA UNICA		360/2	21.000	DS
DOPPIO PER SOSPENSIONE CON MORSA DOPPIA		360/3	21.000	M
SEMPLICE PER AMARRO		362/1	21.000	SA
DOPPIO PER AMARRO		362/2	21.000	DA
MORSA		TIPO	CARICO DI ROTTURA kg	SIGLA
DI SOSPENSIONE		501/2	12.000	S
DI SOSPENSIONE CON ATTACCO PER CONTRAPPESO		502/2	12.000	C
DI AMARRO		521/2	25.944	A

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).

	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA RACCORDI 150 kV	Codifica S242-EL01-R	
		Luglio 2022	Rev. 00

4.3 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 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.
- d) 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.

4.4 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 Unificato, anche il tipo di messa a terra da utilizzare.

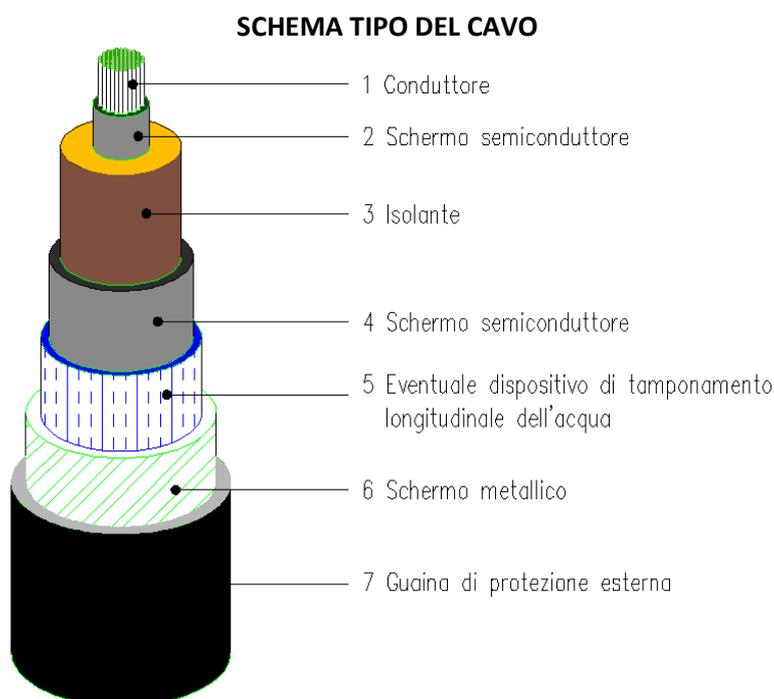
Il Progetto Unificato ne prevede 6 tipi, adatti ad ogni tipo di terreno.

5 CARATTERISTICHE TECNICHE DI TRATTI IN CAVO A 150 kV

5.1 Composizione dell'elettrodotto in cavo

Il tratto in cavo interrato a 150 kV sarà formato da tre cavi unipolari a 150 kV del tipo XLPE.

I cavi del tipo XLPE a 150 kV sono costituiti da un conduttore in alluminio compatto di sezione indicativa pari a circa 1600 mmq, tamponato, schermo semiconduttivo sul conduttore, isolamento in polietilene reticolato (XLPE), schermo semiconduttivo sull'isolamento, nastri in materiale igro-espandente, guaina in alluminio longitudinalmente saldata, rivestimento in politene con grafitatura esterna; lo schema tipo è riportato nella figura che segue.



DATI TECNICI DEL CAVO
Cavo 150 kV sezione 1600 mm² in alluminio

CARATTERISTICHE DI COSTRUZIONE

Materiale del conduttore	Alluminio
Isolamento	XLPE (chemical)
Tipo di conduttore	Corda rotonda compatta
Guaina metallica	Alluminio termosaldato

CARATTERISTICHE DIMENSIONALI

Diametro del conduttore	48,9mm
Sezione	1600mm ²
Diametro esterno nom.	115,0mm
Sezione schermo	670mm ²
Peso approssimativo	12kg/m

CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Max tensione di funzionamento	170kV
Messa a terra degli schermi - posa a trifoglio	assenza di correnti di circolazione
Portata di corrente, cavi interrati a 20°C, posa a trifoglio	1045A
Portata di corrente, cavi interrati a 30°C, posa a trifoglio	900A
Messa a terra degli schermi - posa in piano	assenza di correnti di circolazione
Portata di corrente, cavi interrati a 20°C, posa in piano	1175A
Portata di corrente, cavi interrati a 30°C, posa in piano	1010A
Massima resistenza el. del cond. a 20°C in c.c.	0,0190hm/km
Capacità nominale	0,3μF / km
Corrente ammissibile di corto circuito	70,3kA
Tensione operativa	150kV

Tali dati potranno subire adattamenti, in ogni caso non essenziali, dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori.

5.2 Modalità di posa

I cavi saranno interrati alla profondità di circa 1,70 m, con disposizione delle fasi a trifoglio affiancate tranne in corrispondenza dei giunti dove la disposizione sarà in piano e ogni fase risulterà distanziata dalla attigua di almeno 25 cm.

Nello stesso scavo della trincea, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, si prevede la posa di un cavo a fibre ottiche e/o telefoniche per la trasmissione dati.

	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA RACCORDI 150 kV	Codifica S242-EL01-R	
		Luglio 2022	Rev. 00

La terna di cavi sarà alloggiata in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento ‘mortar’.

La terna di cavi sarà protetta e segnalata 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 sia superficialmente che lateralmente. La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e 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 alla viabilità interna alla stazione, la terna di cavi potrà essere 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.

L’elaborato RE23088A1B000010 “Caratteristiche componenti Elettrodotti in cavo 150 kV” indica le sezioni delle trincee e posa cavi 150 kV .

5.2.1 Tipici di attraversamenti

I servizi sotterranei che incrociano il percorso dei cavi devono essere di regola sottopassati. Solo in casi particolari il servizio può essere sovrappassato purché venga realizzato un manufatto armato a protezione dei cavi (ad esempio quando i servizi, quali fogne o acquedotti, sono ad una profondità tale da richiedere lo scavo di trincee profonde 4 o più metri oppure quando la falda freatica è molto superficiale e rende difficoltoso lo scavo di trincee profonde anche solo 2 metri). Il progetto degli attraversamenti ed i parallelismi dovranno essere eseguiti in conformità a quanto riportato nella norma CEI 11-17.

L’elaborato RE23088A1B000010 “Caratteristiche componenti Elettrodotti in cavo 150 kV” riporta i tipici delle modalità di attraversamenti di infrastrutture e servizi esistenti.

5.2.2 Distanze da servizi, manufatti, piante

5.2.2.1 Interferenze con tubazioni metalliche fredde o manufatti metallici interrati

Le norme CEI 11-17 prescrivono le distanze minime da rispettare nei riguardi di:

- serbatoi contenenti gas e liquidi infiammabili;
- gasdotti e metanodotti;
- altre tubazioni.

	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA RACCORDI 150 kV	Codifica S242-EL01-R	
		Luglio 2022	Rev. 00

Tuttavia, qualora sia possibile, è consigliabile mantenere tra le tubazioni metalliche interrato e i cavi energia le seguenti distanze:

- m 3,00 dalle tubazioni esercite ad una pressione uguale o superiore a 25 atm;
- m 1,00 dalle tubazioni esercite ad una pressione inferiore alle 25 atm.

La necessità di mantenere stabili nel tempo le caratteristiche fisiche dell'ambiente che circonda il cavo consiglia comunque di mantenere, di norma, una distanza minima di almeno m 0,50 tra le trincee dei cavi di energia e i servizi sotterranei, in modo da evitare che eventuali interventi di riparazione su detti servizi vadano ad interessare lo strato di cemento magro (cement-mortar) o sabbia posto a protezione dei cavi, modificandone le caratteristiche termiche.

Per quanto riguarda interferenze con gasdotti e metanodotti la coesistenza degli impianti è regolamentata dal DM 24/11/84 "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale".

5.2.2.2 Interferenze con cavi di energia

Per interferenze con altri cavi energia a media e alta tensione è necessario mantenere, in caso di parallelismo, una distanza di almeno 5 m tra l'estradosso dei cavi da installare e gli altri cavi energia e di almeno 4 m in caso di semplice incrocio.

Tale limitazione è dettata dalla necessità di limitare la mutua influenza termica e non ridurre di conseguenza la corrente trasportata dai cavi.

Deroga a dette distanze può essere accordata previa verifica della reciproca interferenza nel calcolo della portata elettrica del cavo. Tale situazione dovrà essere verificata in corrispondenza dell'arrivo sulla stazione Terna dove potrà verificarsi una situazione di coesistenza di più cavi interrati in alta tensione.

5.2.2.3 Interferenze con cavi telefonici

In caso di eventuale guasto o di sovratensione nel corso dell'esercizio nei cavi di energia possono verificarsi sui cavi telefonici interferenti fenomeni induttivi.

Le norme CEI 103-6 "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto" fissano i valori massimi e le modalità di calcolo delle f.e.m.

5.2.2.4 Interferenze con altri manufatti

Nel caso di manufatti sottostanti o paralleli al cavo di energia da installare non esistono particolari prescrizioni o valori di distanze da rispettare.

Nel caso di manufatti da sottopassare la protezione dei cavi verrà realizzata mediante polifora armata o mediante tubazione posta in opera con l'ausilio di macchina spingitubo o teleguidata.

5.2.2.5 Distanze da piante

Si deve mantenere una distanza del bordo dello scavo non inferiore a 2,5 m dall'esterno del tronco della pianta, salvo diversa prescrizione data dal Comune.

In corrispondenza di eventuali attraversamenti di canali, svincoli stradali, ferrovia o di altro servizio che non consenta l'interruzione del traffico, l'installazione potrà essere realizzata con il sistema dello spingitubo o della perforazione teleguidata, che non comportano alcun tipo di interferenza con le strutture superiori esistenti che verranno attraversate in sottopasso.

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.

5.2.2.5.1 Distanze di sicurezza rispetto alle attività soggette a controllo prevenzione incendi

Non esistono interferenze con attività soggette a controllo prevenzione incendi secondo la normativa vigente.

5.2.3 Collegamento degli schermi metallici

Sono individuabili, come di seguito illustrate, tre modalità di connessione a terra degli schermi che risolvono in maniera diversa i problemi legati alla circolazione di corrente ed alla tensione indotta:

- Single point bonding
- Solid bonding
- Cross bonding

In ogni caso lo schermo metallico sarà collegato a terra in almeno un punto per drenare a terra la corrente capacitiva ed assicurare una efficace protezione contro le tensioni di contatto.

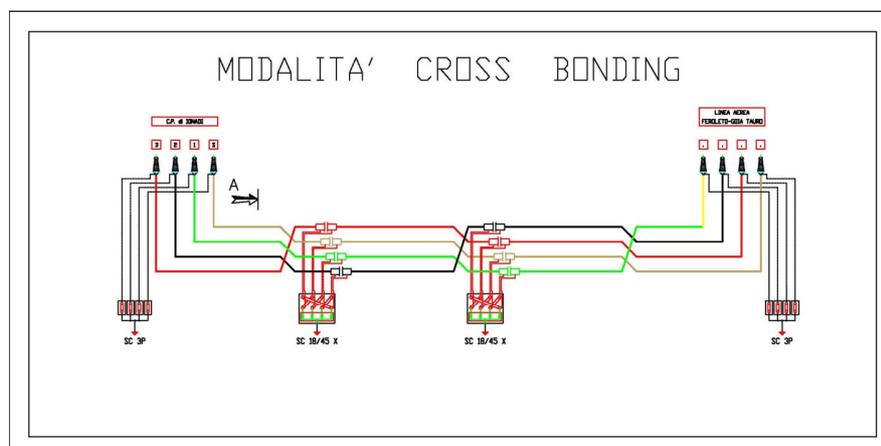
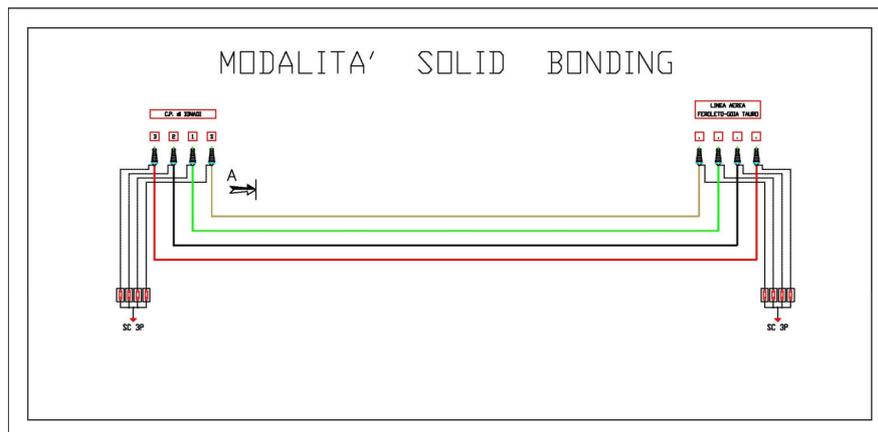
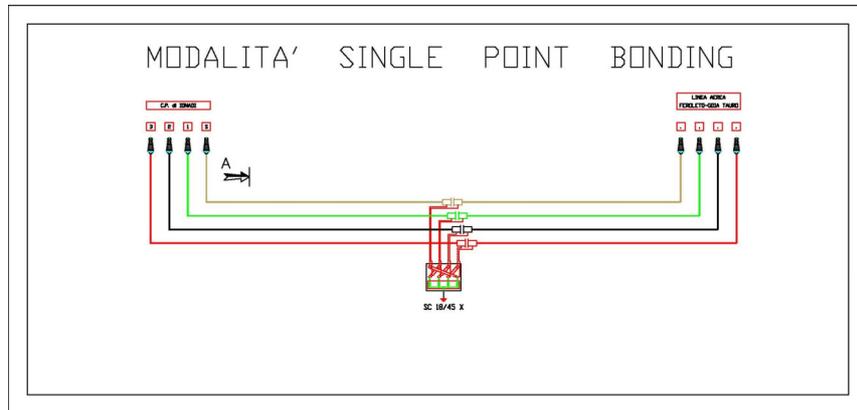
Nella modalità single point bonding, utilizzata per collegamenti in cavo di lunghezza limitata (500 – 1000 m), lo schermo dei cavi è messo francamente a terra in un unico punto che può trovarsi ad una delle due estremità del cavo oppure in un punto intermedio generalmente a metà dello stesso.

Nella modalità solid bonding, utilizzata per le trasmissioni di correnti limitate non superiori a 500 A e nei cavi sottomarini, il collegamento degli schermi alle due estremità è messo francamente a terra. In tal caso gli schermi formano tra loro una spira in corto circuito interessata dalla circolazione di correnti indotte che tendono ad opporsi alle correnti di fase del conduttore.

Nella modalità cross bonding 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 sono 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.

Tra le tre modalità di collegamento degli schermi metallici la più utilizzata per elettrodotti in cavo terrestre, è quella del cross bonding, utilizzato per le lunghe distanze (maggiori di 1500 – 2000 m) e correnti generalmente superiori a 500 A.



- Le tre diverse modalità di connessione a terra degli schermi metallici -

Gli schermi metallici intorno ai conduttori di fase dei cavi con isolamento estruso hanno la funzione principale di fornire una via di circolazione a bassa impedenza alle correnti di guasto in caso di cedimento di isolamento. Pertanto, essi saranno dimensionati in modo da sostenere le massime correnti di corto circuito che si possono presentare.

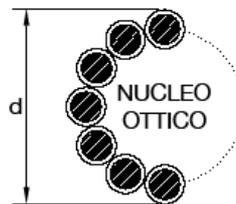
5.2.4 Giunti e buche giunti

I giunti unipolari saranno posizionati lungo il percorso del cavo, a circa 450 ÷ 600 m l'uno dall'altro, ed ubicati all'interno di opportune buche giunti che avranno una configurazione come descritto nell'elaborato S242-EL10-D "Caratteristiche componenti cavidotti 150 kV".

Il posizionamento dei giunti sarà determinato in sede di progetto esecutivo in funzione delle interferenze sotto il piano di campagna e delle pezzature delle bobine di cavo.

5.2.5 Sistema di telecomunicazioni

Per la trasmissione dati per il sistema di protezione, comando e controllo dell'impianto, sarà realizzato un sistema di telecomunicazioni tra la stazione elettrica di trasformazione 30/150 kV e la stazione elettrica di smistamento 150kV condivisa, costituito da un cavo con 48 fibre ottiche.



DIAMETRO NOMINALE ESTERNO	(mm)	≤ 11,5		
MASSA UNITARIA TEORICA (Eventuale grasso compreso)	(kg/m)	≤ 0,6		
RESISTENZA ELETTRICA TEORICA A 20 °C	(ohm/km)	≤ 0,9		
CARICO DI ROTTURA	(daN)	≥ 7450		
MODULO ELASTICO FINALE	(daN/mm ²)	≥ 10000		
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA	(1/°C)	≤ 16,0E-6		
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	

8. CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

Si rimanda all'elaborato S242-CE01-R "Relazione campi elettromagnetici"

8.1 Aree impegnate

In merito all'attraversamento di aree da parte dell'elettrodotto, si possono individuare, con riferimento al Testo Unico sugli espropri, le Aree Impegnate, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto (circa 15 m dall'asse linea per elettrodotti a 150 kV per gli elettrodotti aerei e 2,5 metri per gli elettrodotti in cavo interrato). Il vincolo preordinato all'esproprio sarà invece apposto sulle "aree potenzialmente impegnate" (previste dalla L. 239/04), che si ritiene equivalgano alle "zone di rispetto" di cui all'articolo 52 quater, comma 6, del Decreto Legislativo 27 dicembre 2004, n. 330, all'interno delle quali poter inserire eventuali modeste varianti al tracciato dell'elettrodotto senza che le stesse comportino la necessità di nuove autorizzazioni. L'ampiezza delle zone di rispetto (ovvero aree potenzialmente impegnate) varierà in relazione a ciascun progetto ed al livello di tensione dell'elettrodotto; nella fattispecie per elettrodotti a 150 kV l'estensione delle zone di rispetto sarà di circa 30 m per parte dall'asse linea per linea aerea e 5 metri per l'elettrodotto in cavo: la planimetria catastale 1:2.000 S242-VP01-D riporta l'asse indicativo del tracciato ed una ipotesi di posizionamento preliminare dei sostegni e la fascia delle aree potenzialmente impegnate sulle quali sarà apposto il vincolo preordinato all'esproprio; per i tratti in cavo interrato che interessano strade pubbliche, l'estensione delle aree potenzialmente impegnate coinciderà con le intere sedi stradali interessate; l'elaborato S242-VP02-E riporta l'elenco dei proprietari, così come riportati in catasto, costituenti le ditte interessate dal Vincolo Preordinato all'Esproprio.

In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà alla delimitazione delle aree potenzialmente impegnate dalla stessa con conseguente riduzioni di porzioni di territorio soggette ad asservimento.

8.2 Fasce di rispetto

Le "fasce di rispetto" si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003.

Le fasce di rispetto indicate, nei tracciati di progetto, sono state definite in conformità alla metodologia di calcolo emanata dal decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 29 maggio 2008 e pubblicato sulla G.U. n, 156 del 05.07.08 nel supplemento ordinario della G.U. n° 160.

La rappresentazione delle fasce sono riportate nell'elaborato S242-CE03-D "Planimetria 1:2000 con Distanza di prima approssimazione (DPA); mentre la relazione (Rif. Doc. S242-CE01-R) riporta i risultati dei calcoli nelle varie configurazioni dei raccordi a 150 kV.

Nel nostro caso la fascia di rispetto di prima approssimazione (Dpa) - distanza alla quale il valore di induzione magnetica è pari a 3 μ T - è pari a 22 m per lato per l'elettrodotto aereo, mentre nel tratto di

	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA RACCORDI 150 kV	Codifica S242-EL01-R	
		Luglio 2022	Rev. 00

parallelismo dei due raccordi aerei la fascia, centrata sull'interasse tra i due raccordi, risulta di 70 metri. Nel tratto in cavi interrati la fascia, centrata sull'interasse tra i due cavi, è di circa 10 m.

In corrispondenza dei cambi di direzione (compresi tra 5° e 90°) conformemente al D.M. citato, l'ampiezza delle fasce sono state opportunamente incrementate, allo stesso modo, sempre in applicazione del citato decreto, le stesse sono state corrette in corrispondenza di incroci e parallelismi con altri elettrodotti.

9. 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 di configurazione standard, misure sperimentali effettuate in condizioni controllate, alla distanza di 15 m dal conduttore più esterno, in condizioni di simulazione di pioggia, hanno fornito valori pari a 40 dB(A).

Occorre rilevare che il rumore si attenua con la distanza in ragione di 3 dB(A) al raddoppiare della distanza stessa e che, a detta attenuazione, va aggiunta quella provocata dalla vegetazione e/o dai manufatti. In queste condizioni, tenendo conto dell'attenuazione con la distanza, si riconosce che già a poche decine di metri dalla linea risultano rispettati anche i limiti più severi tra quelli di cui al D.P.C.M. marzo 1991, e alla Legge quadro sull'inquinamento acustico (Legge n. 447 del 26/10/1995).

Confrontando i valori acustici relativi alla rumorosità di alcuni ambienti tipici (rurale, residenziale senza strade di comunicazione, suburbano con traffico, urbano con traffico) si constata che tale rumorosità ambientale è dello stesso ordine di grandezza, quando non superiore, dei valori indicati per una linea a 150 kV.

Per una corretta analisi dell'esposizione della popolazione al rumore prodotto dall'elettrodotto in fase di esercizio, si deve infine tenere conto del fatto che il livello del fenomeno è sempre modesto e che l'intensità massima è legata a cattive condizioni meteorologiche (vento forte e pioggia battente) alle quali corrispondono una minore propensione della popolazione alla vita all'aperto e l'aumento del naturale rumore di fondo (sibilo del vento, scroscio della pioggia, tuoni). Fattori, questi ultimi, che riducono sia la percezione del fenomeno che il numero delle persone interessate.

10. INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE

Si rimanda alla relazione specifica allegata al presente piano tecnico delle opere riguardante tutti gli interventi di progetto.

11. TERRE E ROCCE DA SCAVO

Si rimanda alla relazione specifica allegata al presente piano tecnico delle opere riguardante tutti gli interventi di progetto S242-RS01-R “ Piano Preliminare Utilizzo Terre e Rocce da Scavo”

12. CRONOPROGRAMMA

Dall’ottenimento dell’autorizzazione le attività di progettazione esecutiva, approvvigionamento materiali, stipula servitù e realizzazione avranno una durata prevista di circa 20 mesi. La fattibilità tecnica delle opere ed il rispetto dei vincoli di propedeuticità potranno condizionare le modalità ed i tempi di attuazione.

13. SICUREZZA NEI CANTIERI

I lavori si svolgeranno in ossequio alla normativa vigente in materia di sicurezza. Poiché in cantiere saranno presenti più imprese, l’opera di variante ricade negli adempimenti previsti dal DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008, n. 81. Pertanto, ai sensi della predetta normativa, in fase di progettazione la TERNA S.p.A. provvederà a nominare un Coordinatore per la progettazione abilitato che redigerà il Piano di Sicurezza e di Coordinamento e il fascicolo. Successivamente, in fase di realizzazione dell’opera, sarà nominato un Coordinatore per l’esecuzione dei lavori, anch’esso abilitato, che vigilerà durante tutta la durata dei lavori sul rispetto da parte delle ditte appaltatrici delle norme di legge in materia di sicurezza e delle disposizioni previste nel Piano di Sicurezza e di Coordinamento.

14. 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.

14.1 Leggi

- *Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici";*
- *Legge 23 agosto 2004, n. 239 "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia" e ss.mm.ii.;*
- *Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";*
- *DPCM 8 luglio 2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti";*
- *Decreto 29 maggio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";*
- *DPR 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità" e ss.mm.ii.;*
- *Legge 24 luglio 1990 n° 241, "Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi" come modificato dalla Legge 11 febbraio 2005, n. 15, dal Decreto legge 14 marzo 2005, n. 35 e dalla Legge 2 aprile 2007, n. 40;*

- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n° 42 "Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137";
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 dicembre 2005 "Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42";
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e ss.mm.ii.;
- Legge 5 novembre 1971 n. 1086. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Applicazione delle norme sul cemento armato";
- Decreto Interministeriale 21 marzo 1988 n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne";
- Decreto Interministeriale 16 gennaio 1991 n. 1260 "Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";
- Decreto Interministeriale del 05/08/1998 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne";
- D.M. 03.12.1987 Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate;
- CNR 10025/98 Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in calcestruzzo;
- D.lgs. n. 192 del 19 agosto 2005 Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- Decreto Ministero Infrastrutture e Trasporti 14 settembre 2005 n. 159 "Norme tecniche per le costruzioni".

14.2 Norme tecniche

15.2.2 Norme CEI

- CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", quinta edizione, 1998:09;
- CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", seconda edizione, 2002-06;
- CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", seconda edizione, 2008-09;
- CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", prima edizione, 2001-01;
- 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;
- CEI 11-1, "Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata", nona edizione, 1999-01;
- CEI 304-1 "Interferenza elettromagnetica prodotta da linee elettriche su tubazioni metalliche Identificazione dei rischi e limiti di interferenza", ed. prima 2005;
- CEI 106-11, "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) - Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo", prima edizione, 2006:02;

- CEI EN 61936-1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a - Parte 1: Prescrizioni comuni";
- CEI EN 50522 "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a".
- CEI 11-17, "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica – Linee in cavo", terza edizione, 2006-07.

15.2.3 Norme tecniche diverse

- Unificazione TERNA, "Linee 150 kV".