

**OPERE DI RETE PER LA CONNESSIONE 150 kV
 IMPIANTO DI PRODUZIONE DA FONTE RINNOVABILE
 FOTOVOLTAICA "CALAPRICELLO"
 UBICATO IN COMUNE DI TARANTO (TA)
 Strada vicinale Pulsano - Monacizzo**

PROCEDURA AUTORIZZATIVA art. 12 DLGS N° 387 del 2003

PROGETTO DEFINITIVO

**POTENZIAMENTO LINEA 150 kV C.P. Lizzano – C.P. Manduria
 RELAZIONE TECNICA GENERALE**

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

Livello prog.	Codice Rintracciabilità	Tipo docum.	N. elaborato	N. foglio	Tot. fogli	NOME FILE	DATA	SCALA
PD	T0737060	01	02	-	31	PDT07370600102 Relazione Tecnica	23 Dicembre 2020	-

REVISIONI

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
01	31/07/2020	Invio PD per approvazione	Progedi srl	Maurizio Vanti <i>Maurizio Vanti</i>	Marco Giannettoni <i>Marco Giannettoni</i>
02	23/12/2020	Aggiornamento progetto	Progedi srl	Michele Manfro	Marco Giannettoni <i>Marco Giannettoni</i>

PROGETTAZIONE

PE PROGEDI S.R.L.
 Servizi di Ingegneria Integrata
 Architettura & C.A.D.
 GPS Surveying
 Topografia - Aerofotogrammetria
 Energie da Fonti Rinnovabili
 Partita Iva e Codice Fiscale: 05809251217
 Via San Pulso n°151, 80039 Montebiano (DN) (NA)
 Tel. e fax: +39 081 8643122 / 581 8030825
 Web Site: www.progedi.it e-mail: progedi@progedi.it
 AZIENDA CERTIFICATA ISO 9001:2015

IL DIRETTORE TECNICO
 Arch. Giovanni Nigro

RENERGETICA
 BETTER ENERGY - BETTER WORLD

IL DIRETTORE TECNICO

Marco Giannettoni

GESTORE RETE ELETTRICA

RICHIEDENTE

REN.152 SRL

Monore

FIRMA RICHIEDENTE

Sommario

1	Obiettivi.....	3
2	Documentazione di riferimento.....	4
3	Ubicazione dell'intervento.....	5
	Opere attraversate.....	5
2	Caratteristiche tecniche.....	6
	Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto.....	6
	Campi elettrici e magnetici.....	7
3	Aree impegnate.....	8
4	Criticità.....	9
5	Descrizione dell'intervento.....	15
	Conduttori e corde di guardia.....	21
	Stato di tensione meccanica.....	21
	Capacità di trasporto.....	22
	Sostegni.....	22
	Isolamento.....	23
	Caratteristiche geometriche.....	23
	Caratteristiche elettriche.....	23
	Morsetteria ed armamenti.....	25
	Fondazioni.....	26
	Messe a terra dei sostegni.....	26
	Rumore.....	27
4	Sicurezza ne cantieri.....	28
5	Normativa di riferimento.....	29
	Leggi.....	29
	Norme tecniche CEI.....	30
	Norme tecniche diverse.....	30
6	Conclusioni.....	31

1 Obiettivi

Il potenziamento della Linea 150 kV Cabina Primaria Lizzano – Cabina Primaria Manduria è stato richiesto da TERNA come opera di rinforzo alla RTN nell'ambito tavolo tecnico aperto con e-distribuzione e propedeutico all'autorizzazione all'interconnessione dell'impianto fotovoltaico denominato "Calapricello" che la ditta **REN. 152 S.r.l.**, con sede in **Salita Santa Caterina 2/1, Genova (GE)**, intende realizzare nel comune di **Taranto (TA)** presso la **strada vicinale Pulsano - Monacizzo**.

La società Terna – Rete Elettrica Nazionale S.p.A. è la società concessionaria in Italia della trasmissione e del dispacciamento dell'energia elettrica sulla rete ad alta e altissima tensione ai sensi del Decreto del Ministero delle Attività Produttive del 20 aprile 2005 (concessione).

TERNA, nell'espletamento del servizio dato in concessione, persegue i seguenti obiettivi generali:

- assicurare che il servizio sia erogato con carattere di sicurezza, affidabilità e continuità nel breve, medio e lungo periodo, secondo le condizioni previste nella suddetta concessione e nel rispetto degli atti di indirizzo emanati dal Ministero e dalle direttive impartite dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas;
- deliberare gli interventi volti ad assicurare l'efficienza e lo sviluppo del sistema di trasmissione di energia elettrica nel territorio nazionale e realizzare gli stessi;
- garantire l'imparzialità e neutralità del servizio di trasmissione e dispacciamento al fine di assicurare l'accesso paritario a tutti gli utilizzatori;
- concorrere a promuovere, nell'ambito delle sue competenze e responsabilità, la tutela dell'ambiente e la sicurezza degli impianti.

TERNA pertanto, nell'ambito dei suoi compiti istituzionali, predispone annualmente il Piano di Sviluppo della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) sottoposto ad approvazione da parte del Ministero dello Sviluppo Economico.

La linea 150 kV Lizzano – Manduria è stata realizzata nel 1972 ed ha le seguenti caratteristiche:

- Conduttore tradizionale ACSR Ø 22.8 mm (407 A periodo caldo / 570 A periodo freddo CEI 11-60);
- Fune di guardia Ø 10.5 mm incorporante 48 fibre ottiche (Wind);
- Sostegni tronco piramidali in semplice terna.

L'obiettivo del potenziamento è quello di portare la capacità di questa linea a quella prevista da TERNA per gli elettrodotti di nuova realizzazione. Tale risultato dovrà essere conseguito mantenendo tutti i recettori sensibili dal punto di vista elettromagnetico all'esterno della soglia di 3 µT definita dall'obiettivo di qualità (secondo DPCM 08.07.2003 e DM 29.05.2008).

L'intervento di progetto di cui al presente documento è stato sviluppato tenendo in considerazione un sistema di indicatori sociali, ambientali e territoriali, che hanno permesso di valutare gli effetti della pianificazione elettrica nell'ambito territoriale considerato, nel pieno rispetto degli obiettivi della salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità dell'ambiente, della protezione della salute umana e dell'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali.

2 Documentazione di riferimento

Rif.	Elaborato	
[1]	PDT7370600103	Relazione Compatibilità Elettromagnetica
[2]	PDT7370600104	Relazione terre e rocce da scavo
[3]	PDT7370600105	Due diligence
[4]	PDT7370600106	Relazione VVF
[5]	PDT7370600107	Relazione geologica preliminare
[6]	PDT7370600303	Corografia 1:25000
[7]	PDT7370600304	Corografia con opere attraversate
[8]	PDT7370600305	Strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica
[9]	PDT7370600306a	Carta vincoli scala intervento
[10]	PDT7370600306b	Carta vincoli scala intero tracciato
[11]	PDT7370600307	Planimetria catastale API
[12]	PDT7370600308	Planimetria catastale DPA
[13]	PDT7370600309	Planimetria punti di interesse VVF
[14]	PDT7370600401	Elenco opere attraversate
[15]	PDT73706000401	Elenco proprietari
[16]	PDT73706000501	Profili longitudinali
[17]	PDT7370600310	Corografia 1:10000 con DPA

3 Ubicazione dell'intervento

Tra le possibili soluzioni è stata individuata quella finalizzata a minimizzare gli impatti con le condizioni al contorno, come rappresentato nei grafici che accompagnano il presente progetto.

In particolare le finalità prefissate possono riassumersi come in seguito:

- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato aereo per occupare la minor porzione possibile di territorio;
- minimizzare l'interferenza con le zone di pregio ambientale, naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- recare minor sacrificio possibile alle proprietà interessate, avendo cura di vagliare le situazioni esistenti sui fondi da asservire rispetto anche alle condizioni dei terreni limitrofi;
- evitare, per quanto possibile, l'interessamento di aree urbanizzate o di sviluppo urbanistico;
- assicurare la continuità del servizio, la sicurezza e l'affidabilità della Rete di Trasmissione Nazionale;
- permettere il regolare esercizio e manutenzione dell'elettrodotto.

L'elettrodotto esistente si sviluppa nei territori di riportati nella seguente tabella:

REGIONE	PROVINCIA	COMUNE
Puglia	Taranto	Lizzano (TA) dalla C.P. al sostegno 14
Puglia	Taranto	Fragagnano (TA) dal sostegno 15 al 20
Puglia	Taranto	Sava (TA) dal sostegno 21 al 37
Puglia	Taranto	Manduria (TA) dal sostegno 38 alla C.P. Manduria

Opere attraversate

L'elenco delle opere attraversate con il nominativo delle Amministrazioni competenti è riportato nell'elaborato Doc. n° T07370600401 (Elenco opere attraversate). Gli attraversamenti principali sono altresì evidenziati anche nel grafico in scala 1:10.000 allegata Doc. n° T07370600304 (Corografia con attraversamenti).

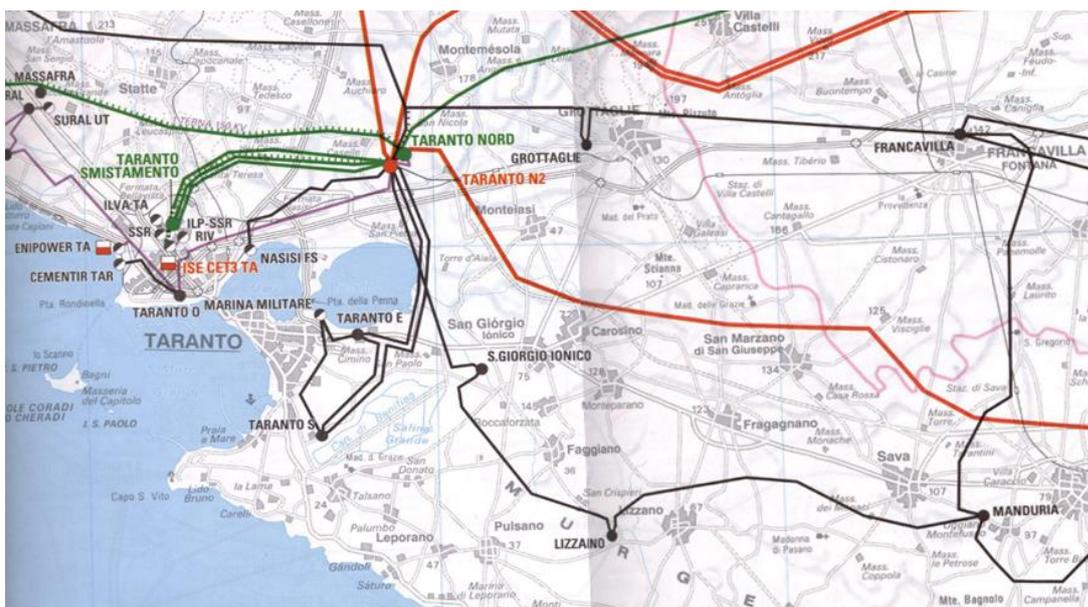


Figura 1: Atlante di rete della zona di Lizzano

2 Caratteristiche tecniche

I calcoli delle frecce e delle sollecitazioni dei conduttori di energia, delle corde di guardia, dell'armamento, dei sostegni e delle fondazioni, sono rispondenti alla Legge n. 339 del 28/06/1986 ed alle norme contenute nei Decreti del Ministero dei LL.PP. del 21/03/1988 e del 16/01/1991 con particolare riguardo agli elettrodotti di classe terza, così come definiti dall'art. 1.2.07 del Decreto del 21/03/1988 suddetto; per quanto concerne le distanze tra conduttori di energia e fabbricati adibiti ad abitazione o ad altra attività che comporta tempi di permanenza prolungati, queste sono conformi anche al dettato del d.p.c.m. 08/07/2003. Il progetto dell'opera è conforme al Progetto Unificato per gli elettrodotti elaborato fin dalla prima metà degli anni '70 a cura della Direzione delle Costruzioni di ENEL, aggiornato nel pieno rispetto della normativa prevista dal DM 21-10-2003 (Presidenza del Consiglio di Ministri Dipartimento Protezione Civile) e tenendo conto delle Norme Tecniche per le Costruzioni, Decreto 14/09/2005. Per quanto attiene gli elettrodotti, nel Progetto Unificato TERNA, sono inseriti tutti i componenti (sostegni e fondazioni, conduttori, morsetteria, isolatori, ecc.) con le relative modalità di impiego.

L'elettrodotto esistente è costituito da una palificazione a semplice terna armata con tre fasi, ciascuna composta da un conduttore di energia e una corda di guardia in acciaio, come meglio illustrato di seguito.

Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto saranno le seguenti:

Frequenza	50 Hz
Tensione	150 kV
Corrente CEI 11-60 periodo invernale	839 A

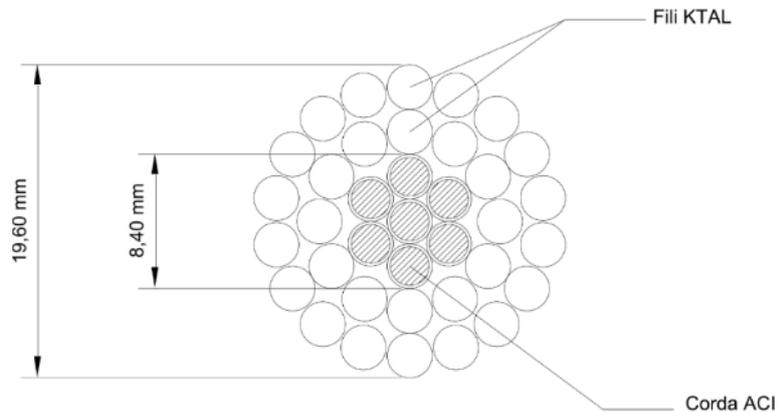
La portata in corrente in servizio normale del conduttore sarà conforme a quanto prescritto dalla norma CEI 11-60, per elettrodotti a 150 kV in zona A e per conduttori similari.

La tipologia di conduttore individuata per eseguire il potenziamento richiesto, in linea con i più recenti interventi di ammodernamento eseguiti da TERNA sulle sue linee, è:

- **Conduttore KTAL da 19,6 mm Ø (780 A periodo caldo / 839 A periodo freddo).**

Questo conduttore (vedi Figura 2) è costituito da un mantello in lega di alluminio ad alta temperatura di tipo AT2 (KTAL: High Strength Thermal Resistant Aluminum Alloy) secondo le norme IEC 620004 e da una anima in lega Fe-Ni rivestita di alluminio (ACI: Alluminium Clad Invar). La sezione di rivestimento è pari al 25% della sezione del filo ACI. La temperatura massima di esercizio continuativo è pari a 150°C mentre la temperatura massima in servizio temporaneo è 180°C. L'utilizzo di questo conduttore consente di ottenere i seguenti vantaggi:

1. Il conduttore garantisce una portata adeguata agli standard TERNA attuali;
2. Sostituendo il conduttore esistente con uno avente diametro e peso inferiore, sarà possibile riutilizzare integralmente tutti i sostegni esistenti della linea (a meno di singoli episodi di ammaloramento);



FORMAZIONE	AT2	30 x 2,80	
	ACI20SA	7 x 2,80	
SEZIONI TEORICHE (mm ²)	AT2	184,73	
	ACI20SA	Lega Fe-Ni	32,33
		Alluminio	10,78
	Totale	43,10	
		227,83	
MASSA TEORICA (kg/m)		0,806	
RESISTENZA ELETTRICA TEORICA A 20 °C (Ω/km)		0,1617	
CARICO DI ROTTURA (daN)		8793	
TEMPERATURA DI TRANSIZIONE NOMINALE (°C)		126 (*)	
MODULO ELASTICO FINALE (daN/mm ²)	Corda ACI	14100	
	Intero Conduttore	7400	
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA (**) (K ⁻¹)	Corda ACI	4,5E-6	
	Intero Conduttore	16,3E-6	

(*) La temperatura di transizione nominale è riferita a un conduttore cordato a 15°C e tesato su una campata di 400 m con un tiro base (EDS a 15°C) pari al 21% del carico di rottura.

(**) Valore massimo nell'intervallo di temperatura 100+180 °C.

Figura 2: Scheda Tecnica TERNA relativa al conduttore KTAL da 19,6 mm

Campi elettrici e magnetici

Si rimanda alla consultazione della Relazione CEM allegata [1].

3 Aree impegnate

In merito all'attraversamento di aree da parte dell'elettrodotto aereo, si possono individuare, con riferimento al Testo Unico 327/01 sugli espropri, le **Aree Impegnate**, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto. Il vincolo preordinato all'esproprio viene di norma apposto sulle "**Aree potenzialmente impegnate**" (previste dalla L. 239/04), 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. La planimetria catastale 1:2.000 (vedi doc. n° T07370600307), riporta gli assi indicativi dei tracciati ed una ipotesi di posizionamento preliminare dei sostegni, con la fascia delle aree potenzialmente impegnate sulle quali sarà apposto il vincolo preordinato all'asservimento.

Nella tabella seguente si riportano i valori delle aree impegnate e potenzialmente impegnate tracciate per l'elettrodotto:

ELETTRODOTTO	AREE IMPEGNATE	AREE POTENZIALMENTE IMPEGNATE
<i>C.P. Lizzano – C.P. Manduria</i>	30 metri (15 metri dall'asse linea per lato)	60 metri (30 metri dall'asse linea per lato)

In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà alla delimitazione delle aree effettivamente impegnate dalla stessa con conseguente riduzione di porzioni di territorio soggette ad asservimento. Per le opere ricadenti in "Legge obiettivo" (procedura ai sensi del D. Lgs. 190/02) le aree impegnate si intendono estendersi al concetto di aree potenzialmente impegnate, alla luce delle successive norme sopra richiamate.

Il "Vincolo preordinato all'esproprio" verrà apposto sulla parte dei fondi interessati alla realizzazione dell'opera, con una larghezza della fascia di asservimento di 60 metri (30 metri dall'asse dell'elettrodotto), vedi doc. n° T07370600307 (Planimetria Catastale con Aree Potenzialmente Impegnate), e doc. n° T07370600402 (Elenco Proprietari) allegati.

4 Criticità

La linea per gran parte del suo tracciato è realizzata in aperta campagna, su un terreno pianeggiante e non presenta grandi criticità. L'unico tratto in prossimità di un centro abitato si trova nella zona sud di Sava, dove si trovano alcuni edifici adiacenti alla linea.

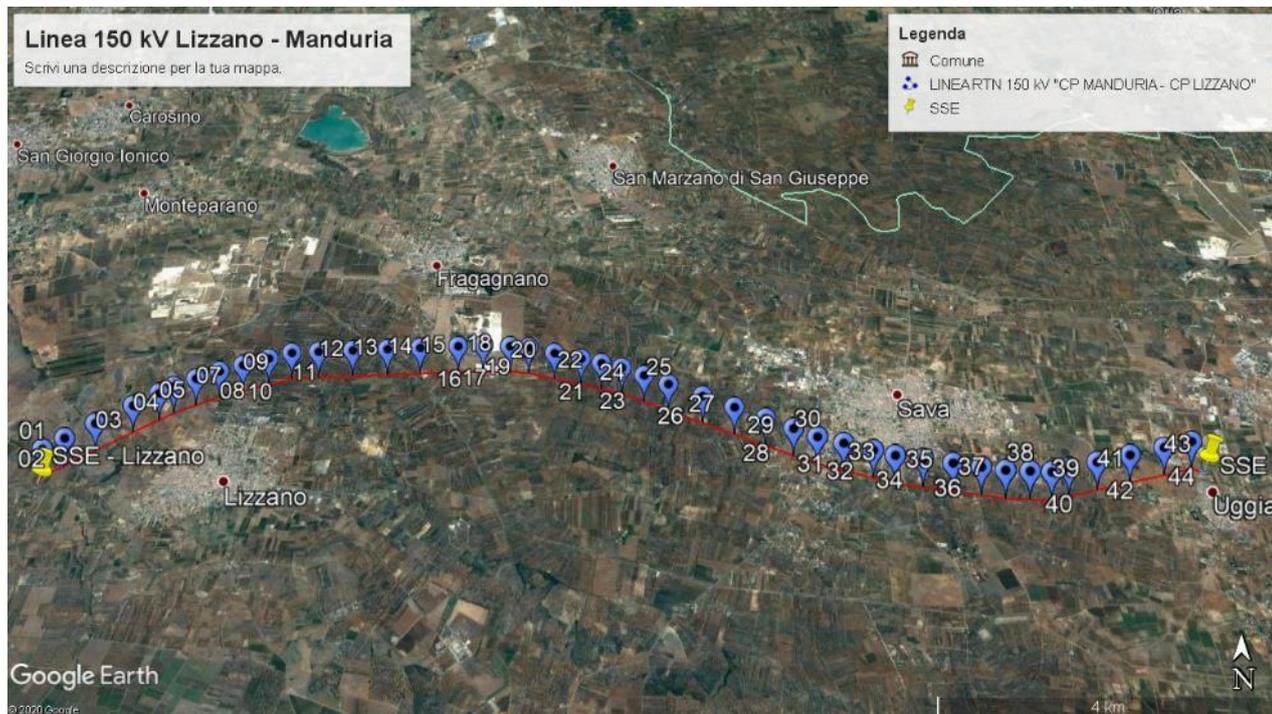


Figura 3: Sviluppo della linea rappresentato su ortofoto

In particolare, “recettori sensibili” (ossia, ai sensi della legge, edifici ad uso residenziale per i quali è lecito sopporre una permanenza superiore alle 4 ore giornaliere) per i quali la mera sostituzione dei conduttori non consentirebbe il raggiungimento degli obiettivi del progetto. La localizzazione di tali recettori sensibili è mostrata in Figura 4 e Figura 5.

Considerando l'impiego di conduttori ad alta temperatura nella posizione effettiva in condizione di linea scarica e nella condizione di massima freccia a 150°C, percorsi da una corrente di 839 A, per tali recettori non sarebbe rispettato l'obiettivo di qualità definito dal D.P.C.M. dell'8 luglio 2003, risultando esposti ad un campo di induzione magnetica superiore ai 3 μ T. Si sottolinea come già ad oggi, col conduttore attuale considerando la sua corrente di normale esercizio pari a 570 A, i recettori MAN-32, 34, 37A, 38, 43 e 50 sono esposti ad un campo di induzione magnetica superiore a 3 μ T ed in un caso addirittura prossimo ai 10 μ T. L'intervento proposto quindi si configura non solo come un potenziamento ma anche come un miglioramento della situazione pre-esistente dal punto di vista dell'esposizione della popolazione ai campi di induzione magnetica.

Questi recettori sensibili si trovano tra i sostegni da 29 e 34 e tra i sostegni 36 e 37 (vedi Figura 4, Figura 5). La situazione dei sostegni di questa tratta e coinvolti negli interventi proposti nella presente relazione è riportata da Figura 6 a Figura 11.



Figura 4: Dettagli su ortofoto tra sostegni 29 e 34



Figura 5: Dettagli su ortofoto tra sostegni 35 e 40



Figura 6: Sostegno n°29



Figura 7: Sostegno n°30



Figura 8: Sostegno n°31



Figura 9: Sostegno n°32



Figura 10: Sostegno n°33



Figura 11: Sostegno n°37

5 Descrizione dell'intervento

Il potenziamento dell'elettrodotto sarà ottenuto mantenendo in gran parte inalterati il tracciato ed il profilo della linea esistente, mediante sostituzione del conduttore attuale con conduttore KTAL diam. 19,6 mm, avente caratteristiche meccaniche idonee all'impiego dei sostegni ed equipaggiamenti esistenti.

Al fine di risolvere le criticità evidenziate nel paragrafo precedente, sono stati definiti i seguenti interventi di variante:

- Demolizione dei sostegni 29 – 30 – 31 – 32 - 33 – 37
- Realizzazione di 5 nuovi sostegni 29VAR– 30VAR – 31VAR – 32VAR - 33VAR - 37VAR

La sequenza finale della linea sarà quindi la seguente

- C.P. Lizzano [...] – 28 – **29VAR – 30VAR – 31VAR – 32VAR – 33VAR** – 34 – 35 – 36 – **37VAR** – 38 – [...] C.P. Manduria

Il percorso della linea viene modificato come riportato in maniere indicativa su ortofoto nelle figure seguenti ed utilizzando sostegni aventi le seguenti caratteristiche:

- **Sostegno 29VAR**
 - Tipo "E" altezza h = 27 m
 - Doppio Amarro – Doppio Amarro
- **Sostegno 30VAR**
 - Tipo "M" altezza h = 30 m
 - Doppia Sospensione
- **Sostegno 31VAR**
 - Tipo "V" altezza h = 36 m
 - Doppia Sospensione
- **Sostegno 32VAR**
 - Tipo "E" altezza h = 21 m
 - Doppio Amarro – Doppio Amarro
- **Sostegno 33VAR**
 - Tipo "E" altezza h = 30 m
 - Doppio Amarro – Doppio Amarro
- **Sostegno 37VAR**
 - Tipo "E" altezza h = 24 m
 - Doppio Amarro – Doppio Amarro

La lunghezza complessiva del tratto di linea modificato è inferiore ai 3.000 m, i nuovi sostegni sono inseriti in asse all'elettrodotto esistente o al più con uno scostamento inferiore ai 60 m (quindi sempre all'interno delle aree potenzialmente impegnate). I dettagli degli interventi sono riportati nei documenti da [1] a [17].

In corrispondenza della campata tra i sostegni n°40 e n°41 si evidenzia una interferenza con una linea MT realizzata successivamente all'elettrodotto in oggetto e gestita da e-distribuzione; tale interferenza sarà risolta da TERNA s.p.a durante la fase esecutiva dei lavori.

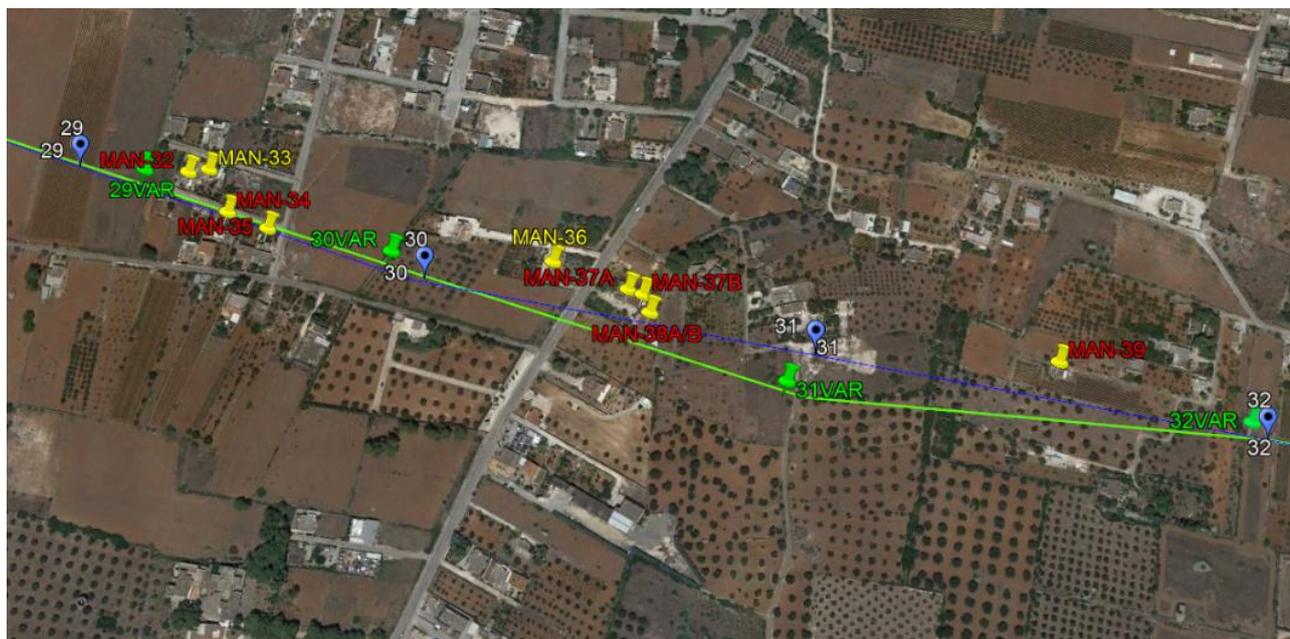


Figura 12: Variante su ortofoto dal sostegno 29 al 32VAR

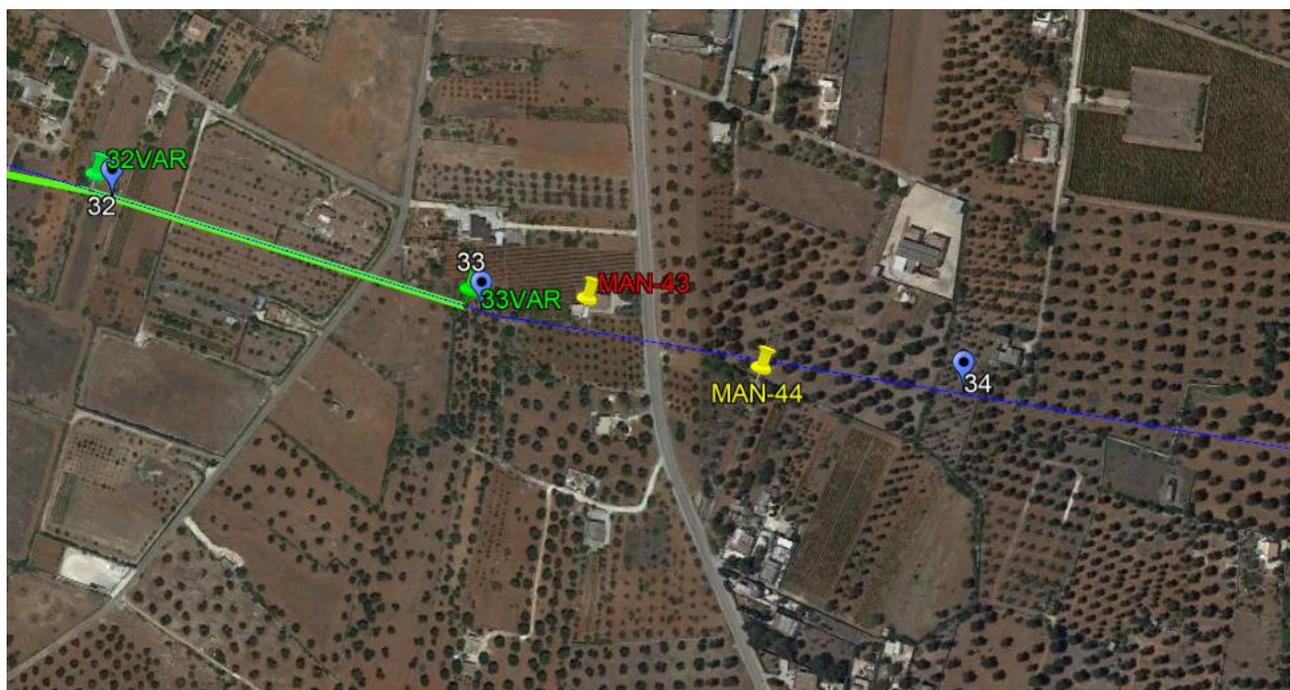


Figura 8: Variante su ortofoto dal sostegno 32VAR al 34

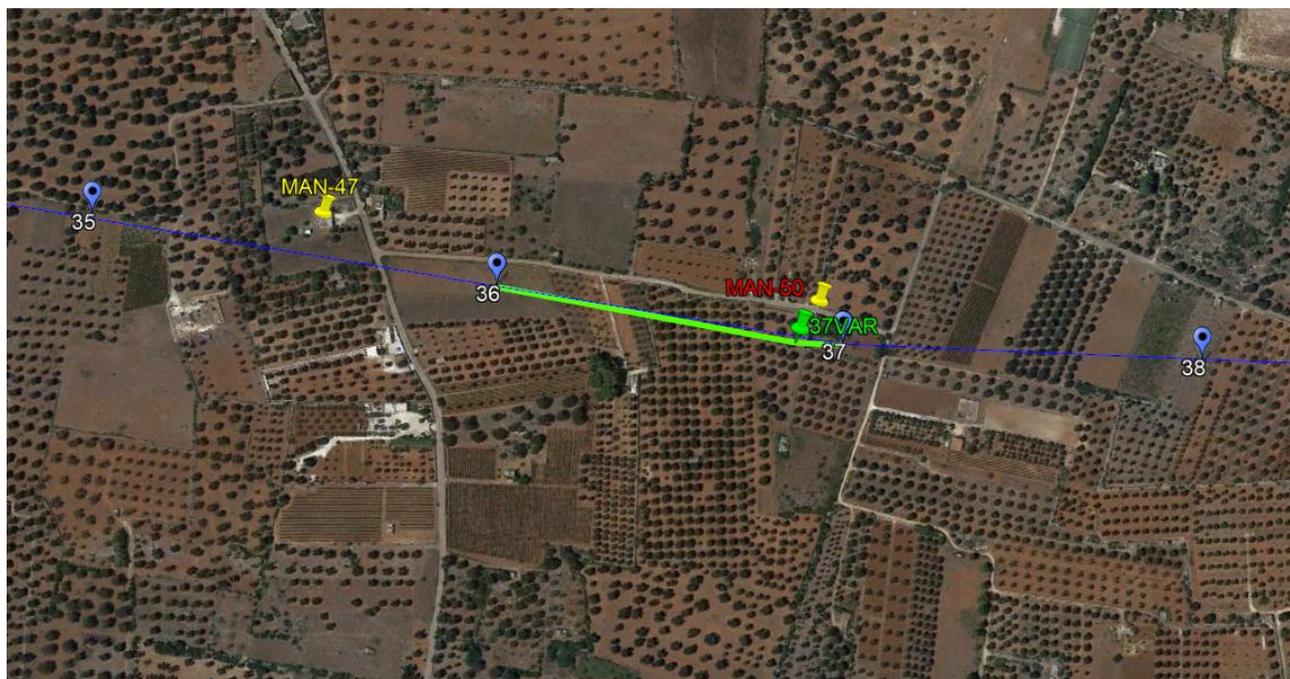


Figura 9: Variante su ortofoto dal sostegno 35 al 38



Figura 10: Dettaglio del sostegno 29VAR



Figura 11: : Dettaglio del sostegno 30VAR

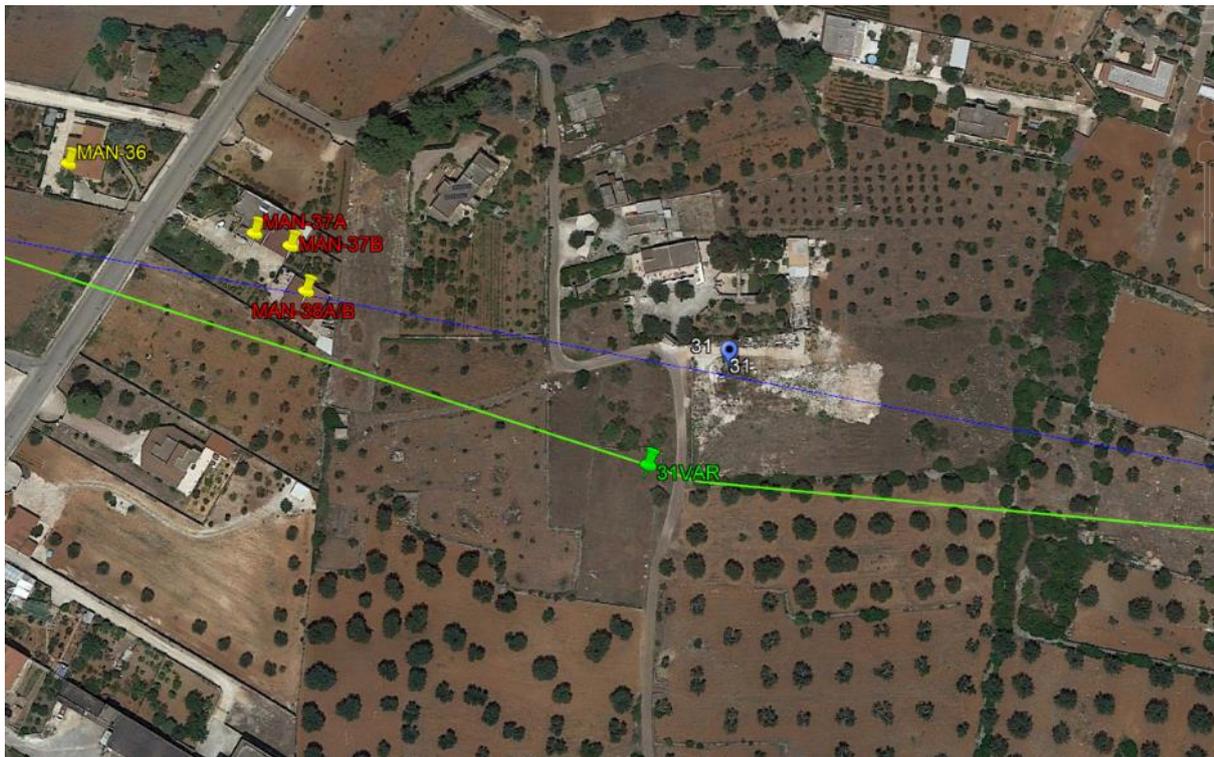


Figura 12: : Dettaglio del sostegno 31VAR



Figura 13: : Dettaglio del sostegno 32 VAR



Figura 14: : Dettaglio del sostegno 33VAR

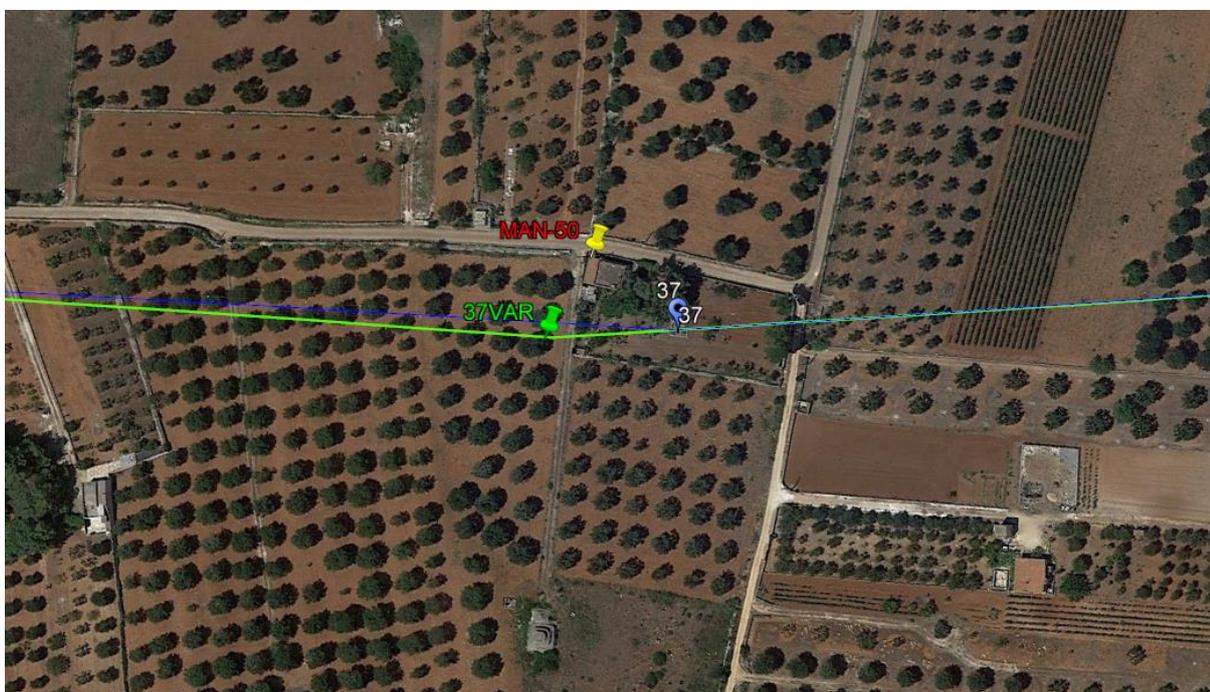


Figura 15: : Dettaglio del sostegno 37VAR

Conduttori e corde di guardia

L'elettrodotto 150 KV C.P. Lizzano – C.P. Manduria, è costituito per ciascuna fase elettrica da n.1 conduttore (singolo). Ciascun conduttore di energia, nella configurazione di cui al presente progetto di potenziamento, sarà costituito da una corda di lega di alluminio KTAL della sezione complessiva di 227,83 mmq composta da n. 30 fili KTAL del diametro 2,80 mm e da n.7 fili del diametro di 2,80 mm in lega Fe-Ni rivestita in alluminio (corda ACI), con un diametro complessivo di 19,6 mm. Il carico di rottura teorico del conduttore sarà di 8.793 daN. La corda di guardia avrà un diametro da 11,5 mm incorporante 48 fibre ottiche ed avrà una sezione complessiva di 75,40 mmq, inoltre il carico di rottura teorico della corda di guardia sarà di 7450 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. I conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 7,00, arrotondamento per accesso di quella minima prevista dall'art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991. L'elettrodotto è inoltre equipaggiato da una corda di guardia in acciaio con 48 fibre ottiche del diametro di 11,50 mm destinata, oltre che a proteggere l'elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche, a migliorare la messa a terra dei sostegni. Il carico di rottura teorico della corda di guardia è di 7450 daN.

Stato di tensione meccanica

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

- **EDS** – Condizione di tutti i giorni: +15°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **MSA** – Condizione di massima sollecitazione (zona A): -5°C, vento a 130 km/h
- **MSB** – Condizione di massima sollecitazione (zona B): -20°C, manicotto di ghiaccio di 12 mm, vento a 65 km/h
- **MPA** – Condizione di massimo parametro (zona A): -5°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **MFA** – Condizione di massima freccia (Zona A): +55°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

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 alluminio-acciaio 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, nella stessa condizione di EDS, come riportato di seguito:

- **ZONA A** EDS=15 % per corda di guardia in acciaio da 11,5 mm.

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

- -16°C in zona A

La linea in oggetto è situata in "**ZONA A**".

Capacità di trasporto

La capacità di trasporto dell'elettrodotto è funzione lineare della corrente di fase.

La Norma CEI 11-60 prevede la definizione della portata dei conduttori per ogni tipologia, definito dalla norma "standard" e definisce anche le portate nei periodi caldo e freddo.

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

Sostegni

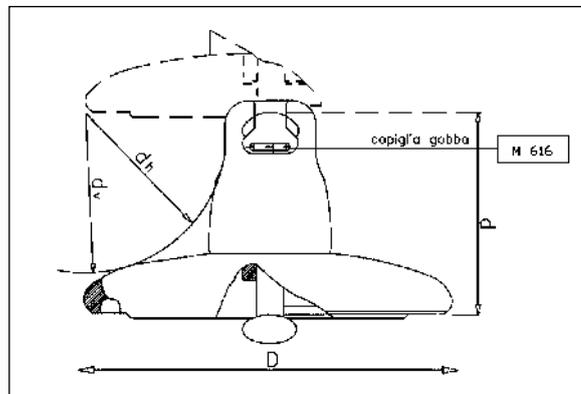
I nuovi sostegni, della serie 150 kV, saranno del tipo troncopiramidale e di tipologia a semplice terna con le mensole disposte "a triangolo". I sostegni si compongono di angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati, raggruppati in elementi strutturali. Ogni sostegno è costituito da un numero diverso di elementi strutturali in funzione della sua altezza. Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche ed il dimensionamento delle membrature è stato eseguito conformemente a quanto disposto dal D.M. 21/03/1988 e le verifiche sono state effettuate per l'impiego sia in zona "A" che in zona "B". Essi avranno un'altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme; l'altezza totale fuori terra sarà di norma inferiore a 61 m. Nei casi in cui ci sia l'esigenza tecnica di superare tale limite, si provvederà, in conformità alla normativa sulla segnalazione degli ostacoli per il volo a bassa quota, alla verniciatura del terzo superiore dei sostegni e all'installazione delle sfere di segnalazione sulle corde di guardia, limitatamente alle campate in cui la fune di guardia eguaglia o supera i 61 m. 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, ricorrendo, se necessario, all'impiego di opere di sottofondazione. Ciascun sostegno si può considerare composto dagli elementi strutturali: mensole, parte comune, tronchi, base e piedi. Ad esse sono applicati gli armamenti (cioè l'insieme di elementi che consente di ancorare meccanicamente i conduttori al sostegno pur mantenendoli elettricamente isolati da esso) che possono essere di sospensione o di amarro. Vi è infine 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 variante in semplice terna sarà realizzata utilizzando sostegni della serie unificata a 150 KV con conduttori disposti a triangolo. 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.

Isolamento

Per l'elettrodotto aereo 150 kV l'isolamento degli elettrodotti, previsto per una tensione di esercizio di 150 kV sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, con carico di rottura di 120 kN nei due tipi "normale" e "antisale", connessi tra loro a formare catene di almeno 9 elementi negli amarri e nelle sospensioni. Le catene di sospensione saranno del tipo a "I" (semplici o doppie per ciascuno dei rami) mentre le catene in amarro saranno sempre due in parallelo. Le caratteristiche degli isolatori rispondono a quanto previsto dalle norme CEI.

Caratteristiche geometriche

Nelle tabelle LJ2 allegate sono riportate le caratteristiche geometriche tradizionali ed inoltre le due distanze "dh" e "dv" (vedi figura seguente) atte a caratterizzare il comportamento a sovratensione di manovra sotto pioggia.



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 riportata qui di seguito, sono riportate, per ciascun tipo di isolatore, le condizioni di prova in nebbia salina, scelte in modo da porre ciascuno di essi in una situazione il più possibile vicina a quella di effettivo impiego. Nella tabella che segue è poi indicato il criterio per individuare il tipo di isolatore ed il numero di elementi da impiegare con riferimento ad una scala empirica dei livelli di inquinamento.

Le caratteristiche della zona interessata dall'elettrodotto in esame sono di inquinamento atmosferico medio e quindi si è scelta la soluzione dei 9 isolatori (passo 146) tipo J 1/2 (antisale) per tutti gli armamenti sia in sospensione che per gli armamenti in amarro.

LIVELLO DI INQUINAMENTO	DEFINIZIONE	MINIMA SALINITA' DI TENUTA (kg/m ²)
I – Nullo o leggero (1)	<ul style="list-style-type: none"> • Zone prive di industrie e con scarsa densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento • Zone con scarsa densità di industrie e abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti. • Zone agricole (2) • Zone montagnose <p>Occorre che tali zone distino almeno 10-20 km dal mare e non siano direttamente esposte a venti marini (3)</p>	10
II – Medio	<ul style="list-style-type: none"> • Zone con industrie non particolarmente inquinanti e con media densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento • Zone ad alta densità di industrie e/o abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti. • Zone esposte ai venti marini, ma non troppo vicine alla costa (distanti almeno alcuni chilometri) (3) 	40
III - Pesante	<ul style="list-style-type: none"> • Zone ad alta densità industriale e periferie di grandi agglomerati urbani ad alta densità di impianti di riscaldamento produttori sostanze inquinanti • Zone prossime al mare e comunque esposte a venti marini di entità relativamente forte 	160
IV – Eccezionale	<ul style="list-style-type: none"> • Zone di estensione relativamente modesta, soggette a polveri o fumi industriali che causano depositi particolarmente conduttivi • Zone di estensione relativamente modesta molto vicine a coste marine e battute da venti inquinanti molto forti • Zone desertiche, caratterizzate da assenza di pioggia per lunghi periodi, esposte a tempeste di sabbia e sali, e soggette a intensi fenomeni di condensazione 	(*)

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

(2) Alcune pratiche agricole quali la fertirrigazione o la combustione dei residui, possono produrre un incremento del livello di inquinamento a causa della dispersione via vento delle particelle inquinanti.

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

(4) (*) per tale livello di inquinamento non viene dato un livello di salinità di tenuta, in quanto risulterebbe più elevato del massimo valore ottenibile in prove di salinità in laboratorio. Si rammenta inoltre che l'utilizzo di catene di isolatori antisale di lunghezze superiori a quelle indicate nelle tabelle di unificazione (criteri per la scelta del numero e del tipo degli isolatori) implicherebbe una linea di fuga specifica superiore a 33 mm/kV fase-fase oltre la quale interviene una non linearità nel comportamento in ambiente inquinato.

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 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.
- 120 kN utilizzato per i rami semplici degli armamenti di amarro di un singolo conduttore.

Le morse di amarro sono invece state dimensionate in base al carico di rottura del conduttore. Per equipaggiamento si intende il complesso degli elementi di morsetteria che collegano le morse di sospensione o di amarro agli isolatori e questi ultimi al sostegno. Per le linee a 150 kV si distinguono i tipi di equipaggiamento riportati nella tabella seguente.

EQUIPAGGIAMENTO	TIPO	CARICO DI ROTTURA kg	SIGLA
SEMPLICE SOSPENSIONE	360/1	12.000	SS
DOPPIO PER SOSPENSIONE CON MORSA UNICA	360/2	12.000	DS
DOPPIO PER SOSPENSIONE CON MORSA DOPPIA	360/3	12.000	M
SEMPLICE PER AMARRO	362/1	12.000	SA
DOPPIO PER AMARRO	362/2	12.000	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	17.160	A

La scelta degli armamenti 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).

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 da:

- 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.

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. Infrastrutture 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni";*
- *D.M. Infrastrutture e Trasporti 14 settembre 2005 n. 159 "Norme tecniche per le costruzioni";*
- *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";*
- *Decreto Interministeriale 16 Gennaio 1996: "Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".*

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. 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.

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 di 6 tipi, adatti ad ogni tipo di terreno.

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, soprattutto in condizioni di elevata umidità dell'aria. 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. Considerazioni analoghe valgono per il rumore di origine eolica. 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.

4 Sicurezza nei cantieri

I lavori si svolgeranno in ossequio alla normativa vigente in materia di sicurezza vigente. Poiché in cantiere saranno presenti più imprese, l'opera 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.

5 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.

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.

Norme tecniche CEI

Vanno inserite le norme CEI applicabili. In particolare:

- 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 1 kV 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".

Norme tecniche diverse

Unificazione TERNA, "Linee a 150 kV - Semplice Terna conduttori Ø 31,5 mm" e "Stazioni Elettriche livello 380kV e 150kV.

6 Conclusioni

L'intervento proposto consente di realizzare il potenziamento della linea agli standard più aggiornati di TERNA e di rispettare i vincoli dell'obiettivo di qualità attraverso la sostituzione del conduttore per l'intera estensione della linea e la realizzazione di una variante di lunghezza inferiore ai 3.000 m ed uno scostamento planimetrico dal tracciato della linea esistente inferiore ai 60 m compreso nel tratto tra le campate 28 e 33 e tra 36 e 38.

Queste caratteristiche consentono di ottenere gli obiettivi del potenziamento con interventi caratterizzati dal minimo di invasività e costi di realizzazione, dall'impatto ambientale trascurabile e nel pieno rispetto degli obiettivi di qualità, andando, nel tratto soggetto a variante, a ridurre l'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici rispetto alla linea attuale. Si sottolinea altresì come l'intervento sia così circoscritto che, se fosse stato pianificato direttamente da TERNA e non realizzato nell'ambito di una procedura di connessione, potrebbe essere realizzato senza autorizzazione a seguito di una semplice Dichiarazione di Inizio Attività in quanto rispetterebbe in toto i vincoli definiti dall'art.4sexies del D.L. n°239 del 29 agosto 2003 per le procedure autorizzative semplificate.