

***Elettrodotto 380kV S.E. Colunga – S.E. Calenzano ed opere connesse***

***Opere di razionalizzazione della Rete Elettrica Nazionale***

***Prescrizione A31***

***Piano dettagliato delle tempistiche e delle modalità realizzative***

**REGIONE TOSCANA**



***Storia delle revisioni***

Rev. 00	15/02/2022	Prima emissione
---------	------------	-----------------

Elaborato	Verificato	Approvato
Petteno' M. RIT-REI-ARI PD	Salaro S. RIT-REI-ARI PD	Scarietto S. RIT-REI-ARI PD

## INDICE

1	PREMESSA E SCOPO .....	4
2	OPERE DI RAZIONALIZZAZIONE .....	4
3	INTERVENTI NEL COMUNE DI BARBERINO DI MUGELLO.....	6
3.1	Demolizione tratto linea 132 kV s.t. “Barberino – Firenzuola Al.” e ricostruzioni .....	6
3.2	Demolizione tratto linea 132 kV “Barberino - Calenzano” e ricostruzioni .....	9
3.3	Demolizione tratto linea 220 kV “Colunga - S. Benedetto del Querceto – Casellina” ...	10
3.4	Tempistiche .....	12
4	INTERVENTI NEL COMUNE DI CALENZANO .....	12
4.1	Variante 132kV d.t. “Calenzano – Sesto Fiorentino c.d. Unicem” .....	12
4.2	Variante aerea 132kV s.t. Museo – Case di Valibona .....	13
4.3	Variante aerea 132kV s.t. “Rifredi FS – Cà Landino FS” .....	13
4.4	Variante aerea 380kV s.t. “Bargi staz. - Calenzano” .....	14
4.5	Variante aerea 380kV d.t. “Calenzano – Marginone/Suvereto” .....	15
4.6	Variante in cavo interrato 132 kV “Calenzano – San Martino CP” .....	16
4.7	Tempistiche .....	17
5	DETTAGLII SULLE MODALITA' REALIZZATIVE .....	17
5.1	Elettrodotti aerei.....	17
5.1.1	Premessa.....	17
5.1.2	Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto .....	18
5.1.3	Distanza tra i sostegni .....	18
5.1.4	Conduttori e corde di guardia .....	18
5.1.5	Capacità di trasporto.....	18
5.1.6	Sostegni .....	18
5.1.7	Isolamento .....	19
5.1.8	Morsetteria ed armamenti.....	19
5.1.9	Fondazioni .....	20
5.2	Cavi interrati .....	20
5.2.1	Premessa.....	20
5.2.2	Caratteristiche del cavidotto .....	21
5.2.3	Caratteristiche meccaniche del conduttore di energia .....	21
5.2.4	Composizione del cavidotto.....	22
5.2.5	Modalità di posa e di attraversamento.....	22
5.2.6	Buche giunti .....	22
5.2.7	Sistema di telecomunicazioni .....	23
5.2.8	Caratteristiche componenti .....	24
5.2.9	Realizzazione del cavidotto .....	28
5.3	Demolizioni .....	28

5.3.1	Smontaggio della carpenteria metallica dei sostegni .....	28
5.3.2	Demolizione delle fondazioni dei sostegni.....	29
5.3.3	Intervento di ripristino dei luoghi.....	29
5.3.4	Gestione materiali da demolizione .....	30

## 1 PREMESSA E SCOPO

La Società TERNA – Rete Elettrica Nazionale S.p.A. (di seguito Terna) è la società responsabile in Italia della trasmissione e del dispacciamento dell'energia elettrica sulla rete ad alta (AT) e altissima tensione (AAT) 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 S.p.A., nell'ambito dei suoi compiti istituzionali e del vigente programma di sviluppo della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), approvato dal Ministero per lo Sviluppo Economico (MISE), è stata autorizzata con Decreto N. 239/EL-173/324/2020 del MISE di concerto col Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) oggi Ministero per la Transizione Ecologica (MITE), a costruire ed esercire l'opera denominata "Elettrodotto 380kV S.E. Colunga – S.E. Calenzano ed opere connesse".

Nel Decreto VIA n.0000275 del 17/11/2014 (prorogato), viene riportata la prescrizione A31 che cita:

31. Prima dell'avvio dei lavori dell'Elettrodotto a 380 kV dovrà essere redatto d'intesa con la Regione Toscana e la Regione Emilia Romagna e pervenire al MATTM il piano dettagliato che contenga la tempistica e le modalità di realizzazione degli interventi inseriti nell'elenco delle Opere di Razionalizzazione.

Lo scopo del presente elaborato, pertanto, è quello di rappresentare il piano dettagliato, che contenga quanto richiesto dalla prescrizione suddetta, per le opere di razionalizzazione localizzate nella Regione Toscana, nei comuni di Barberino di Mugello e Calenzano, al fine di condividere il medesimo piano con la Regione Toscana e poterlo trasmettere al MATTM, oggi MITE, prima dell'avvio dei lavori dell'Elettrodotto a 380 kV "Colunga-Calenzano". Identica cosa viene fatta con la Regione Emilia-Romagna, per le opere di razionalizzazione localizzate nel territorio di competenza.

## 2 OPERE DI RAZIONALIZZAZIONE

Le opere di razionalizzazione della rete elettrica nazionale, citate nella prescrizione A31, sono quelle condivise con il territorio durante la fase concertativa/autorizzativa, il cui elenco è contenuto nella documentazione ambientale di progetto (SIA e successive integrazioni). Per quanto riguarda la regione Toscana, tali opere,

	<b>Opere di Razionalizzazione RTN</b>  <b>RELAZIONE TECNICA</b>	Codifica <b>REDR04002C2391917</b>	
		Rev. N° 00	Pag. <b>5</b> di 30

non incluse nell'autorizzazione in premessa, ma oggetto di iter autorizzativi separati, vengono riportate di seguito così come richiamate nella stessa documentazione ambientale:

**Opere di razionalizzazione della rete – INTERVENTI NEL COMUNE DI BARBERINIO DI MUGELLO (FI)**

- Demolizione tratto linea 132 kV s.t. “Barberino – Firenzuola Al.”, dalla località “Le Fontanelle” a nord, fino alla località “Casalunga” a sud;
- Raccordo con declassamento a 132 kV tratto linea a 220 kV s.t. “Casellina - S. Benedetto del Querceto”;
- Realizzazione di due tratti in s.t. delle linee 132 kV “Barberino – Firenzuola Al.” e “Barberino – Borgo S. Lorenzo”;
- Interramento tratto linea 132 kV s.t. “Barberino – Calenzano”, dalla CP di Barberino fino approssimativamente alla località “Fattoria Palagio”;
- Variante aerea tratto linea 132 kV s.t. “Barberino – Calenzano”, dalla località “Fattoria Palagio” fino in prossimità della località “Latera”;
- Demolizione tratto linea 132 kV s.t. “Barberino - Calenzano”, dalla CP di Barberino fino approssimativamente alla località “Latera”;

**Opere di razionalizzazione della rete – INTERVENTI NEL COMUNE DI CALENZANO (FI)**

- Interramento tratto linea 132 kV d.t. “Calenzano – Varlungo / Sesto Fiorentino”, dalla località Torricella La Casaccia fino all’ingresso nella SE di Calenzano;
- Interramento tratto linea 132 kV s.t. “Derivazione UNICEM Settimello AI – UNICEM Settimello”;
- Variante aerea “Museo – Case di Valibona” linea 132 kV s.t. “Calenzano – Vaiano All.” (RFI) in località “Museo – Case di Valibona”;
- Variante aerea alla linea 132 kV s.t. “Rifredi FS – Cà Landino FS” (RFI) in località “Carraia”;
- Variante aerea alla linea 380 kV s.t. “Bargi Staz. – Calenzano” in località “Carraia”;
- Variante aerea alla linea 380 kv “Calenzano – Poggio a Caiano/Suvereto”.

Per quanto riguarda in particolare il Comune di Calenzano, le opere di razionalizzazione sovra citate, in accordo con l’Amministrazione, hanno poi subito delle modifiche. Pertanto, il nuovo elenco che annulla e sostituisce il precedente è il seguente:

- Variante aerea 132kV d.t. Calenzano – Sesto Fiorentino c.d. Unicem
- Variante aerea “Museo – Case di Valibona” linea 132 kV s.t. “Calenzano – Vaiano All.” (RFI) in località “Museo – Case di Valibona”;
- Variante aerea alla linea 132 kV s.t. “Rifredi FS – Cà Landino FS” (RFI) in località “Carraia”;
- Variante aerea alla linea 380 kV s.t. “Bargi Staz. – Calenzano” in località “Carraia”;
- Variante aerea alla linea 380 kV d.t. “Calenzano – Marginone/Suvereto”.
- Variante in cavo interrato 132 kV “Calenzano – San Martino”

Di seguito vengono riportate nel dettaglio le modalità realizzative e le tempistiche delle opere suddette.

 <small>TERNA GROUP</small>	<b>Opere di Razionalizzazione RTN</b>	<small>Codifica</small> <b>REDR04002C2391917</b>	
	<b>RELAZIONE TECNICA</b>	<small>Rev. N° 00</small>	<small>Pag. 6 di 30</small>

### 3 INTERVENTI NEL COMUNE DI BARBERINO DI MUGELLO

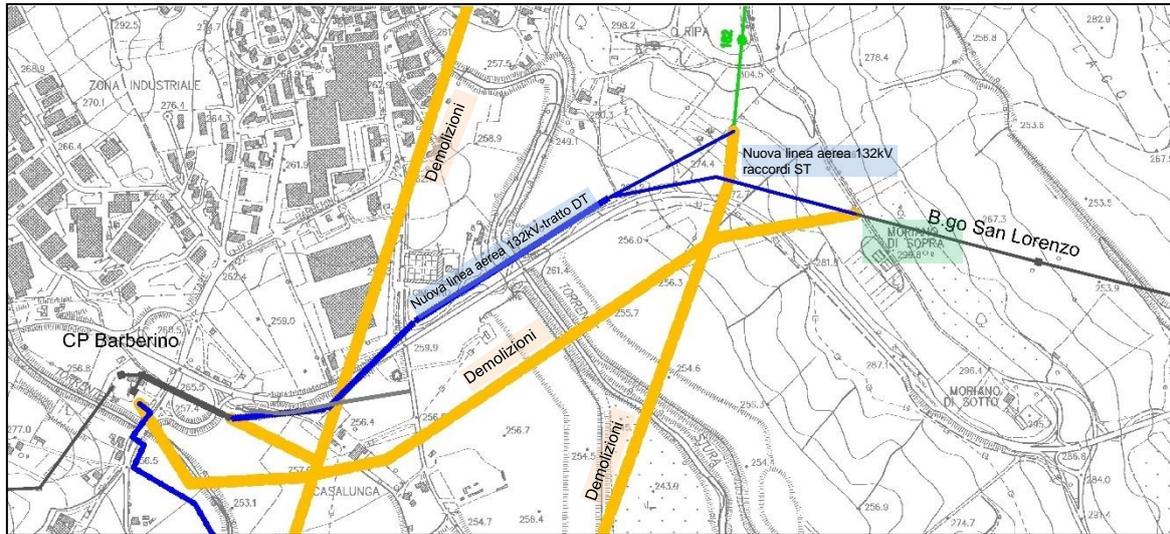
#### 3.1 Demolizione tratto linea 132 kV s.t. “Barberino – Firenzuola Al.” e ricostruzioni

L'intervento prevede la demolizione di un tratto della linea 132kV s.t. “Barberino – Firenzuola Al.”, dalla località “Le Fontanelle” a nord, fino alla località “Casalunga” a sud. La tratta di elettrodotto demolito è lunga circa 8.5 km. Tale demolizione sarà attuata successivamente agli interventi di adeguamento di seguito descritti:

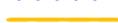
- a) In prossimità della località “Le Fontanelle”, l'esistente linea a 220 kV “Colunga - S. Benedetto del Querceto - Casellina” sarà declassata a 132 kV fino alla località “Moriano di Sopra”.
- b) Dalla località “Moriano di Sopra”, sarà realizzata una variante aerea di circa 0.6 km alla linea 132 kV semplice terna (s.t.) “Barberino – Borgo S. Lorenzo”, che sarà poi raccordata alla futura linea 132 kV “Barberino – Firenzuola Al.”, realizzando così il nuovo ingresso in palificata doppia terna alla CP di Barberino (titolare ENEL D.); il raccordo in doppia terna avrà una lunghezza di circa 1.2 km.



**Interventi punto b)**



**Legenda**

-  Nuova linea aerea 132kV d.t.
-  Nuova linea aerea 132kV s.t.
-  Nuovo cavo interrato 132kV
-  Demolizione linea aerea
-  Linea aerea 220kV da declassare a 132kV

### 3.2 Demolizione tratto linea 132 kV “Barberino - Calenzano” e ricostruzioni

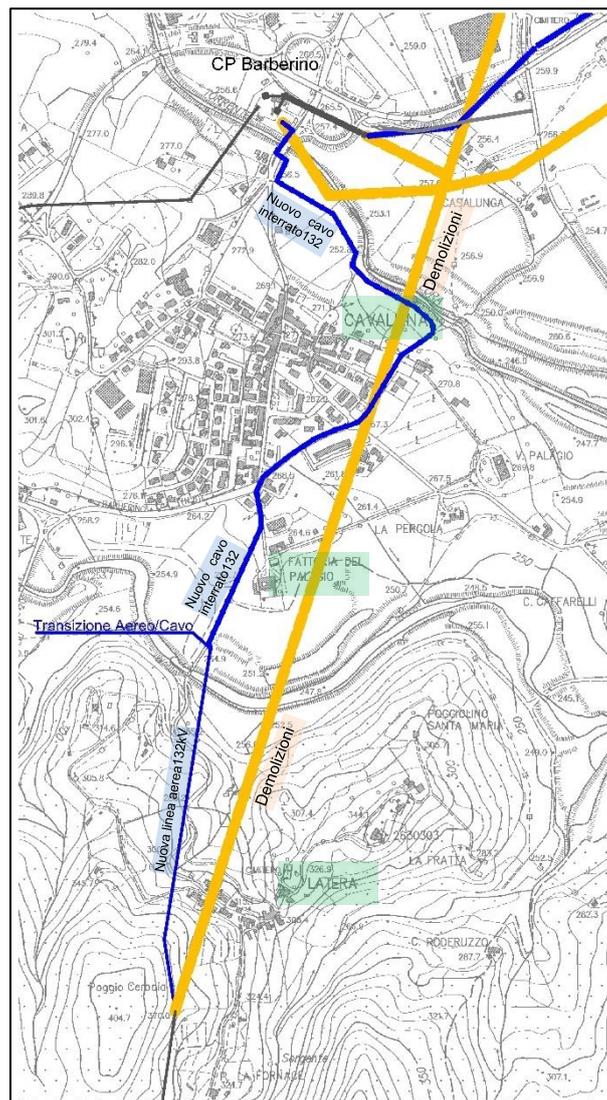
La linea a 132 kV “Barberino – Calenzano” verrà demolita nel tratto riguardante il territorio del Comune di Barberino che si estende dalla CP di Barberino fino approssimativamente alla località “Latera” per una lunghezza complessiva di circa 2.5 km.

Tale demolizione sarà attuata successivamente agli interventi di adeguamento di seguito descritti:

- Dalla CP di Barberino fino nei pressi della località “Fattoria Palagio” sarà realizzato un elettrodotto in cavo interrato a 132 kV, per una lunghezza complessiva di circa 1.8 km, in modo tale da eliminare le interferenze con l’abitato della frazione “Cavallina”.
- Dalla località “Fattoria Palagio” fino in prossimità della località “Latera” sarà realizzata una variante aerea a 132 kV per una lunghezza di circa 0.9 km.

Gli interventi di razionalizzazione descritti nei precedenti punti a) e b) consentiranno di ridurre il numero di linee aeree in ingresso alla C.P. di Barberino, che passeranno da quattro a tre (due di esse arriveranno sulla medesima palificata), e allo stesso tempo, una loro delocalizzazione consentirà di ridurre al minimo l’impatto sul territorio.

#### Interventi punti a) e b)



#### Legenda

- Nuova linea aerea 132kV d.t.
- Nuova linea aerea 132kV s.t.
- Nuova cavo interrato 132kV
- Demolizione linea aerea
- Linea aerea 220kV da declassare a 132kV

### 3.3 Demolizione tratto linea 220 kV “Colunga - S. Benedetto del Querceto – Casellina”

La linea a 220 kV “Colunga – S. Benedetto Querceto” verrà demolita nel tratto riguardante il territorio del Comune di Barberino di Mugello per una lunghezza di circa 1.3 km a nord (tra le località “C. Bufarelli” e “Le Fontanelle”) e per una lunghezza di 4.6 km a sud (tra la località “Moriano di Sopra” ed il confine meridionale del Comune di Barberino di Mugello).

#### **Interventi zona nord**



#### **Legenda**

- Nuova linea aerea 132kV d.t.
- Nuova linea aerea 132kV s.t.
- Nuovo cavo interrato 132kV
- Demolizione linea aerea
- Linea aerea 220kV da declassare a 132kV



### 3.4 Tempistiche

Le istanze autorizzative necessarie a poter realizzare le opere di razionalizzazione nel comune di Barberino di Mugello, descritte nei paragrafi precedenti, verranno avviate a seguito dell'entrata in servizio dell'elettrodotto 380kV da Colunga a Calenzano, attualmente prevista per Dicembre 2023.

Una volta ottenute le rispettive autorizzazioni, si ipotizzano le seguenti tempistiche realizzative:

- a) Demolizione tratto linea 132 kV s.t. "Barberino – Firenzuola Al." e ricostruzioni (paragrafo 3.1):  
**circa 18 mesi.**
- b) Demolizione tratto linea 132 kV "Barberino - Calenzano" e ricostruzioni (paragrafo 3.2):  
**circa 24 mesi.**
- c) Demolizione tratto linea 220 kV "Colunga - S. Benedetto del Querceto – Casellina" (paragrafo 3.3):  
**circa 6 mesi.**

## 4 INTERVENTI NEL COMUNE DI CALENZANO

### 4.1 Variante 132kV d.t. "Calenzano – Sesto Fiorentino c.d. Unicem"

La variante aerea 132kV risulta necessaria per consentire lo sviluppo del Parco delle Carpugnane in comune di Calenzano, la cui area è attualmente vincolata dalla presenza dell'elettrodotto aereo.

L'intervento in progetto consiste quindi nella realizzazione di una variante aerea dell'elettrodotto esistente 132 kV d.t. Calenzano - Sesto Fiorentino c.d. Unicem, nel tratto compreso tra i sostegni esistenti p.004 e p.006.

A seguito della realizzazione della variante aerea di una lunghezza di circa 550 m, potrà essere demolita la tratta di elettrodotto aereo interferente con lo sviluppo del parco.

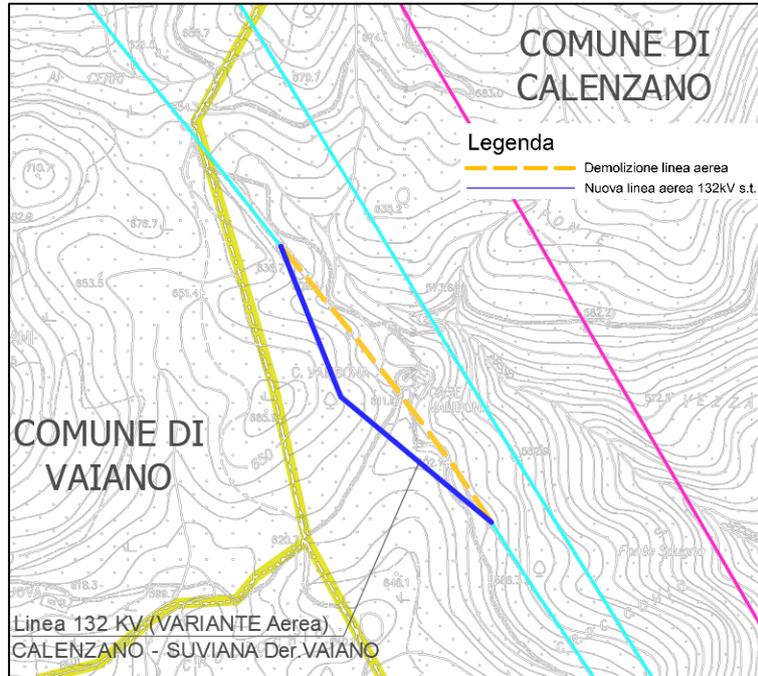
Si riporta di seguito l'inquadramento territoriale dell'intervento.



#### 4.2 Variante aerea 132kV s.t. Museo – Case di Valibona

La variante aerea riguarda un breve tratto dell'elettrodotto 132kV “Calenzano – Vaiano All” (ex “Calenzano – Suviana der Vaiano”) nella località “Museo – Case di Valibona” che verrà demolito e ricostruito per una lunghezza di circa 0.8 km, in allontanamento dall'area sensibile.

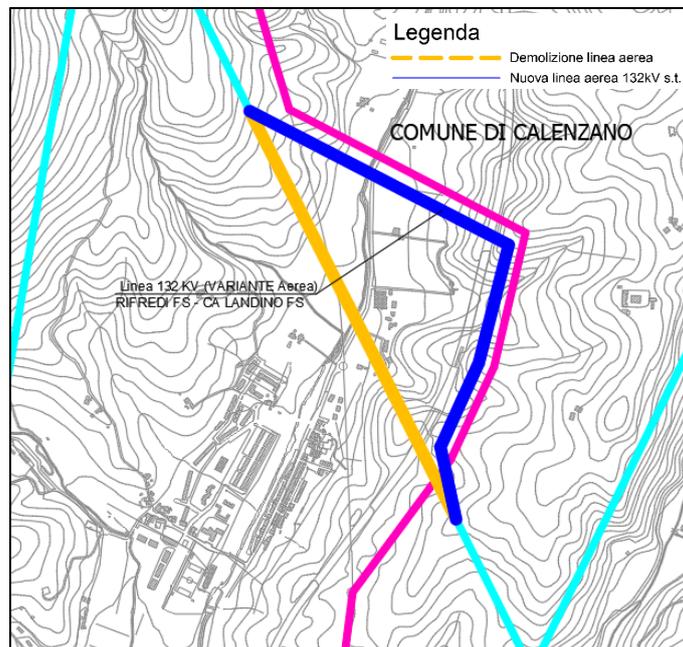
Si riporta di seguito l'inquadramento territoriale dell'intervento.



#### 4.3 Variante aerea 132kV s.t. “Rifredi FS – Cà Landino FS”

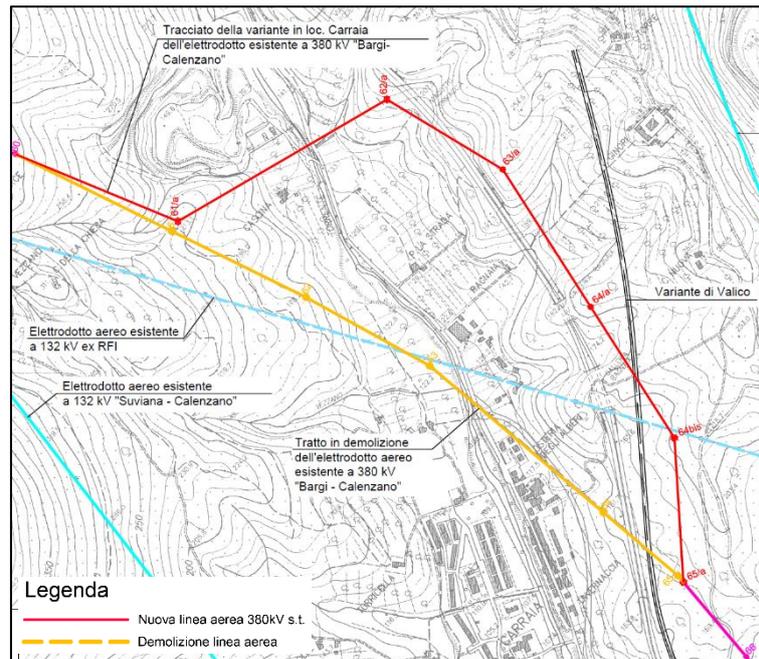
La linea 132 kV s.t. “Rifredi FS – Cà Landino FS” verrà demolita per una lunghezza di circa 1.5 km nel tratto riguardante la località Carraia e ricostruita in allontanamento dalla località per una lunghezza di circa 1.8 km.

Si riporta di seguito l'inquadramento territoriale dell'intervento.



#### 4.4 Variante aerea 380kV s.t. "Bargi staz. - Calenzano"

L'intervento scaturisce dalla necessità da parte del territorio di effettuare una variante in località Carraia dell'elettrodotto 380 kV Bargi - Calenzano. Tale variante è funzionale ad allontanare l'elettrodotto dall'area urbanizzata nelle immediate vicinanze dell'elettrodotto stesso, migliorandone l'inserimento territoriale e contribuendo, inoltre, a risolvere le attuali problematiche tecniche che limitano l'esercizio del suddetto elettrodotto alla sua piena potenzialità. La variante comporta la demolizione di 2.3 km di linea aerea per 2.9 km di nuova realizzazione. Si riporta di seguito l'inquadramento territoriale dell'intervento.

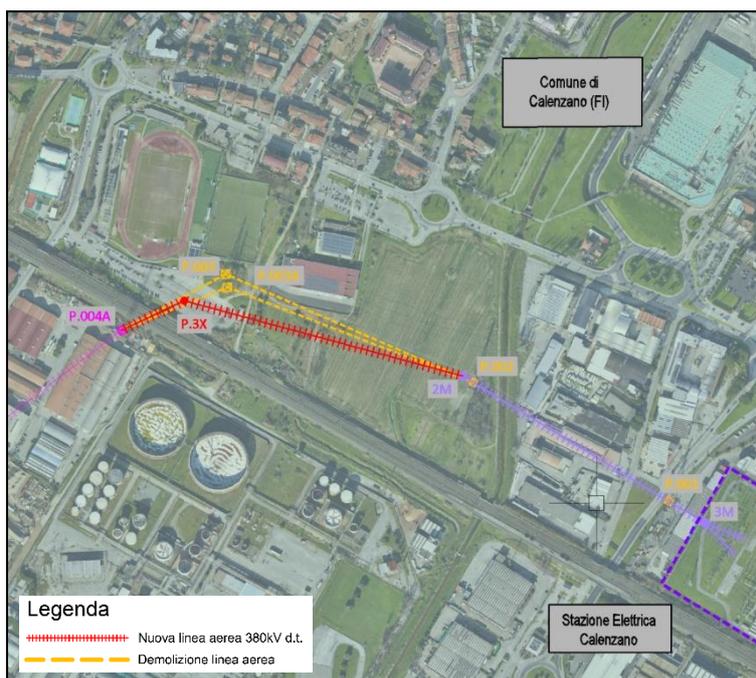


L'opera è stata autorizzata e realizzata con entrata in servizio in data 28/10/2021. Anche le demolizioni sono state completate.

#### 4.5 Variante aerea 380kV d.t. “Calenzano – Marginone/Suvereto”

L'intervento, condiviso con il Comune, permette, in unione con l'intervento di cui al paragrafo 4.6, l'ampliamento e lo sviluppo della zona sportiva Fogliaia. Le opere in progetto consistono nella realizzazione della variante aerea dell'elettrodotto esistente 380 kV d.t. “Calenzano – Marginone/ Suvereto” nel tratto compreso tra il sostegno esistente p.004A ed il sostegno p.2M oggetto di altro iter autorizzativo. Complessivamente l'intervento presenta una lunghezza di circa 0.5 km di nuova realizzazione e contestuale demolizione della tratta non più utilizzata.

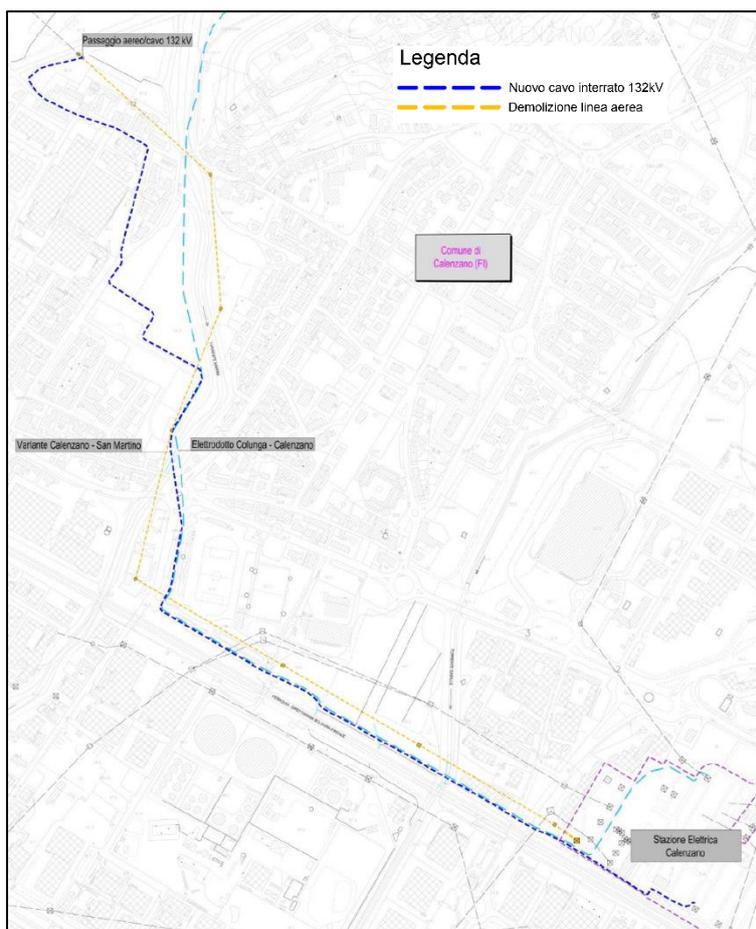
Si riporta di seguito l'inquadramento territoriale dell'intervento.



#### 4.6 Variante in cavo interrato 132 kV “Calenzano – San Martino CP”

L'intervento, condiviso con il Comune, permette, in unione con l'intervento di cui al paragrafo 4.5, l'ampliamento e lo sviluppo della zona sportiva Fogliaia. Le opere in progetto consistono nella realizzazione di una variante in cavo interrato all'elettrodotto esistente 132 kV s.t. “Calenzano – San Martino CP” nel tratto in ingresso alla SE Calenzano, in area urbanizzata. Complessivamente l'intervento in cavo interrato presenta una lunghezza di circa 2.6 km, al quale sarà associata una demolizione di circa 2.1 km di elettrodotto aereo non più utilizzato.

Si riporta di seguito l'inquadramento territoriale dell'intervento.



	<b>Opere di Razionalizzazione RTN</b>  <b>RELAZIONE TECNICA</b>	Codifica <b>REDR04002C2391917</b>	
		Rev. N° 00	Pag. <b>17</b> di 30

## 4.7 Tempistiche

Per quanto riguarda le opere di razionalizzazione concordate con il comune di Calenzano, si riportano di seguito le tempistiche:

- a) Variante 132kV d.t. "Calenzano – Sesto Fiorentino c.d. Unicem" (paragrafo 4.1):  
l'istanza autorizzativa verrà avviata entro l'anno 2022. La realizzazione avverrà a seguito dell'entrata in servizio dell'elettrodotto 380kV da Colunga a Calenzano e avrà una durata di **circa 6 mesi**.
- b) Variante aerea 132kV s.t. Museo – Case di Valibona (paragrafo 4.2):  
l'istanza autorizzativa verrà avviata a seguito dell'entrata in servizio dell'elettrodotto 380kV da Colunga a Calenzano. Una volta ottenuta l'autorizzazione, si ipotizza per la realizzazione una durata di **circa 6 mesi**.
- c) Variante aerea 132kV s.t. "Rifredi FS – Cà Landino FS" (paragrafo 4.3):  
l'istanza autorizzativa verrà avviata a seguito dell'entrata in servizio dell'elettrodotto 380kV da Colunga a Calenzano. Una volta ottenuta l'autorizzazione, si ipotizza per la realizzazione una durata di **circa 6 mesi**.
- d) Variante aerea 380kV s.t. "Bargi staz. - Calenzano" (paragrafo 4.4):  
l'opera è stata autorizzata e realizzata con **entrata in servizio in data 28/10/2021**. Anche le demolizioni sono state completate.
- e) Variante aerea 380kV d.t. "Calenzano – Marginone/Suvereto" (paragrafo 4.5):  
l'istanza autorizzativa verrà avviata entro l'anno 2022. La realizzazione avverrà in concomitanza con l'Intervento M autorizzato con Decreto Ministeriale di cui in premessa, in modo da ottimizzare il disservizio elettrico su rete 380kV.
- f) Variante in cavo interrato 132 kV "Calenzano – San Martino CP" (paragrafo 4.6):  
l'istanza autorizzativa verrà avviata entro l'anno 2022. La realizzazione avverrà a seguito dell'entrata in servizio dell'elettrodotto 380kV da Colunga a Calenzano e avrà una durata di **circa 10 mesi**.

## 5 DETTAGLI SULLE MODALITA' REALIZZATIVE

### 5.1 Elettrodotti aerei

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

Ogni elettrodotto aereo sarà costituito da una palificazione con sostegni del tipo troncopiramidali o tubolari laddove ce ne sia l'esigenza. La palificata sarà armata con tre fasi (semplice terna), ciascuna composta da 1 conduttore di energia, e una corda di guardia. Ciascun conduttore di energia sarà costituito da una corda di alluminio-acciaio con un diametro complessivo pari a 31.5 mm.

### 5.1.2 **Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto**

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto sono le seguenti:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	132 kV o 380kV in funzione dell'intervento
Portata di corrente alle condizioni di progetto (per fase)	Valore da CEI 11-60

### 5.1.3 **Distanza tra i sostegni**

La distanza tra due sostegni consecutivi dipende dall'orografia del terreno e dall'altezza utile dei sostegni impiegati; mediamente in condizioni normali, si ritiene possa essere pari a 350 m.

### 5.1.4 **Conduttori e corde di guardia**

Ciascuna fase elettrica sarà costituita da un fascio di 1 conduttore. Ciascun conduttore di energia sarà costituito da una corda di alluminio-acciaio della sezione complessiva di 585,3 mmq composta da n. 19 fili di acciaio del diametro 2,10 mm e da n. 54 fili di alluminio del diametro di 3,50 mm, con un diametro complessivo di 31,50 mm. Il carico di rottura teorico del conduttore sarà di 16852 daN.

I conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore alla distanza minima prevista dall'art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991.

L'elettrodotto sarà inoltre equipaggiato con corde di guardia destinate, oltre che a proteggere l'elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche, a migliorare la messa a terra dei sostegni. La fune di guardia potrà essere accessoriata con fibre ottiche.

### 5.1.5 **Capacità di trasporto**

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

La norma CEI 11-60 definisce le portate di corrente nel periodo caldo e freddo per un conduttore definito "conduttore standard" e applica una serie di coefficienti per gli altri conduttori che tengono conto delle caratteristiche dimensionali, dei materiali e delle condizioni di impiego. 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.

### 5.1.6 **Sostegni**

I sostegni saranno del tipo a semplice terna o doppia terna in funzione dell'impianto considerato, 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 sono stati eseguiti conformemente a quanto disposto dal D.M. 21/03/1988 e le verifiche sono state effettuate per l'impiego sia in zona "A" che in zona "B". In funzione delle esigenze progettuali e ambientali potranno essere utilizzati sostegni di tipologia tubolare.

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. I sostegni saranno provvisti di difese parasalite.

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.

#### **5.1.7 Isolamento**

L'isolamento degli elettrodotti, sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, con carico di rottura idoneo, nei due tipi "normale" e "antisale", connessi tra loro a formare catene di almeno di un certo numero di elementi in funzione della tensione di esercizio della linea aerea.. Le catene di sospensione saranno del tipo a I semplici o doppia, mentre le catene in amarro saranno del tipo ad I doppia. Le caratteristiche degli isolatori rispondono a quanto previsto dalle norme CEI.

#### **5.1.8 Morsetteria ed armamenti**

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

Sono stati previsti sei tipi di equipaggiamento: quattro impiegabili in sospensione e due in amarro.

Per equipaggiamento si intende il complesso degli elementi di morsetteria che collegano le morse di sospensione o di amarro agli isolatori e questi ultimi al sostegno.

La scelta degli equipaggiamenti viene effettuata, per ogni singolo sostegno, fra quelli disponibili nel Progetto Unificato, in funzione delle azioni (trasversale, verticale e longitudinale) determinate dal tiro dei conduttori e dalle caratteristiche di impiego del sostegno esaminato (campata media, dislivello a monte e a valle, ed angolo di deviazione).

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

### 5.1.9 Fondazioni

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

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

Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

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

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

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

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

Come già detto le fondazioni unificate sono utilizzabili solo su terreni normali di buona e media consistenza, pertanto le fondazioni per sostegni posizionati su terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, su terreni instabili o su terreni allagabili sono oggetto di indagini geologiche e sondaggi mirati, sulla base dei quali vengono, di volta in volta, progettate fondazioni speciali (pali trivellati, micropali, tubFix, tiranti in roccia).

Talvolta la scelta della tipologia di fondazione viene valutata in funzione anche delle aree e suoli interessate dai lavori per: gli accessi dei mezzi operativi, la morfologia del terreno, la litologia del terreno, la presenza della falda acquifera, riduzione dei movimenti terra, ed altri elementi che concorrono ad individuare la scelta eventuale di una fondazione di tipologia speciale dedicata.

## 5.2 Cavi interrati

### 5.2.1 Premessa

Le opere saranno progettate e realizzate in conformità alle leggi vigenti e alle normative di settore, quali: CEI, EN, IEC e ISO applicabili. Di seguito si riportano le principali caratteristiche tecniche dell'opera da realizzarsi:

#### Caratteristiche principali degli elettrodotti in cavo interrato a 132 kV

L'elettrodotto interrato sarà costituito da una terna composta di tre cavi unipolari realizzati con conduttore in alluminio o rame, isolante in XLPE, schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene. Ciascun conduttore di energia avrà una sezione indicativa di circa 1000-1600 mm<sup>2</sup>.

Le principali caratteristiche elettriche sono le seguenti:

- Tensione nominale 132 kV in corrente alternata
- Frequenza nominale 50 Hz
- Intensità di corrente nominale 500 A (per fase)
- Potenza nominale 120 MVA (per terna)

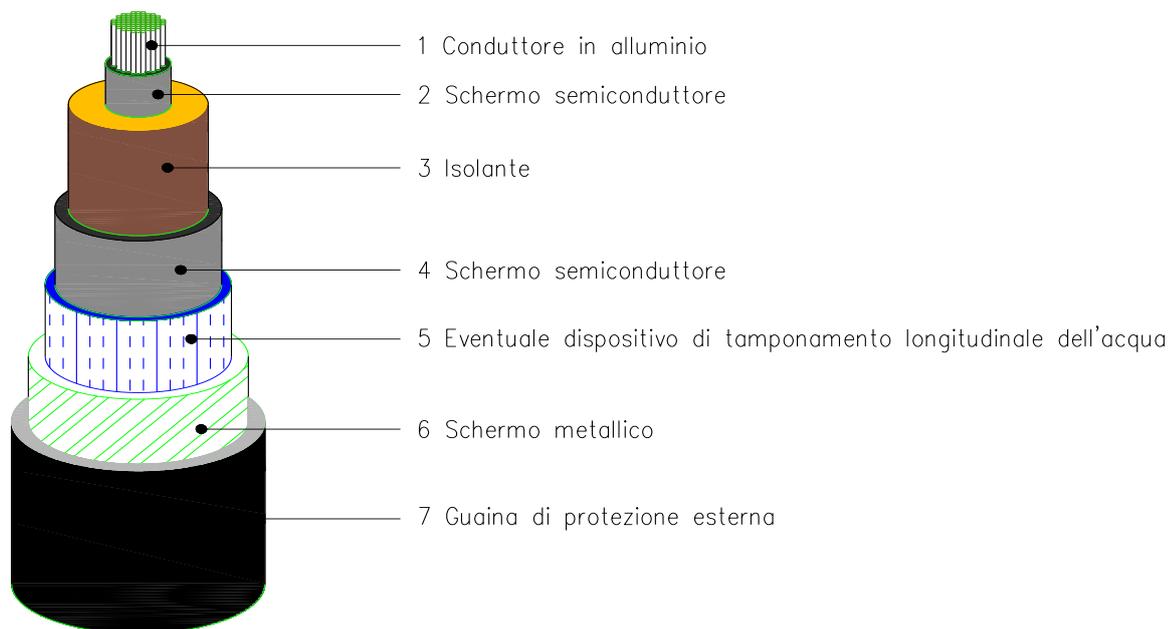
**5.2.2 Caratteristiche del cavidotto**

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

Sezione nominale del conduttore	Alluminio 1600 mm <sup>2</sup>
Isolante	XLPE
Diametro esterno	106,4 mm

**5.2.3 Caratteristiche meccaniche del conduttore di energia**

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



1	CONDUTTORE IN RAME O ALLUMINIO	5	BARRIERA CONTRO LA PENETRAZIONE DI ACQUA
2	SCHERMO SUL CONDUTTORE	6	GUAINA METALLICA
3	ISOLANTE	7	GUAINA ESTERNA
4	SCHERMO SEMICONDUCTORE		

L'elettrodotto sarà costituito da una terna di cavi unipolari, con isolamento in XLPE, costituiti da un conduttore in alluminio di sezione pari a circa 1600 mm<sup>2</sup>; esso sarà un conduttore di tipo milliken a corda rigida (per le

sezioni maggiori), compatta e tamponata di alluminio, ricoperta da uno strato semiconduttivo interno estruso, dall'isolamento XLPE, dallo strato semiconduttivo esterno, da nastri semiconduttivi igroespandenti. Lo schermo metallico è costituito da un tubo metallico di piombo o alluminio o a fili di rame ricotto non stagnati, di sezione complessiva adeguata ad assicurare la protezione meccanica del cavo, la tenuta ermetica radiale, a sopportare la corrente di guasto a terra. Sopra lo schermo viene applicata la guaina protettiva di polietilene nera e grafitata avente funzione di protezione anticorrosiva, ed infine la protezione esterna meccanica.

#### **5.2.4 Composizione del cavidotto**

Per il collegamento in cavo sono previsti i seguenti componenti:

- conduttori di energia;
- giunti dritti circa ogni 500-800 m con relative cassette di sezionamento e di messa a terra (il cui numero dipenderà dall'effettiva lunghezza delle pezzature di cavo);
- terminali per esterno;
- sistema di telecomunicazioni.

#### **5.2.5 Modalità di posa e di attraversamento**

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di 1,6 m, con disposizione delle fasi a trifoglio. Nello stesso scavo, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, sarà posato un cavo con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati.

Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento 'mortar'.

I cavi saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm.

La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di 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 al traffico veicolare locale, la terna di cavi sarà posata in fasi successive in modo da poter destinare al transito, in linea generale, almeno una metà della carreggiata. In tal caso la sezione di posa potrà differire da quella normale sia per quanto attiene il posizionamento dei cavi che per le modalità di progetto delle protezioni. In corrispondenza degli 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. Gli attraversamenti delle opere interferenti saranno eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

#### **5.2.6 Buche giunti**

I giunti unipolari saranno posizionati lungo il percorso del cavo, a circa 500-800 m l'uno dall'altro, ed ubicati all'interno di opportune buche giunti che avranno una configurazione come descritto nel par. 6.7. Il posizionamento dei giunti sarà determinato in sede di progetto esecutivo in funzione di:

- interferenze sotto il piano di campagna;

- possibilità di trasporto;
- rispetto dei vincoli sull'induzione magnetica generata, secondo quanto prescritto nel DPCM 08/07/2003.

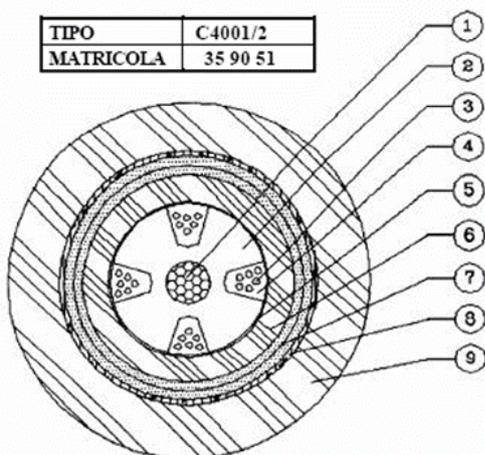
### 5.2.7 *Sistema di telecomunicazioni*

Per la trasmissione dati per il sistema di protezione, comando e controllo dell'impianto, sarà realizzato un sistema di telecomunicazione tra le stazioni terminali dei collegamenti.

Esso sarà costituito da un cavo con 24 fibre ottiche, illustrato nella figura seguente:

Cavo a 24 fibre  
Sigla: TOS4 24 4 (6SMR) T/EKE

TIPO	C 4001/2
MATRICOLA	35 90 51



- 1- Elemento centrale dielettrico
- 2- Nucleo scanalato in materiale termoplastico
- 3- Fibre ottiche

- 4- Tamponante
- 5- Fasciatura con nastri sintetici
- 6- Guaina in polietene nero

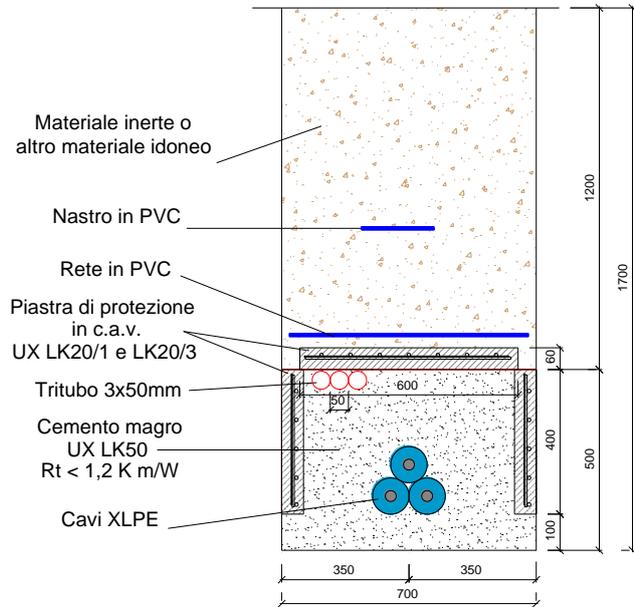
- 7- Filati aramidici
- 8- Fasciatura con nastri sintetici
- 9- Guaina in polietene nero

### 5.2.8 Caratteristiche componenti

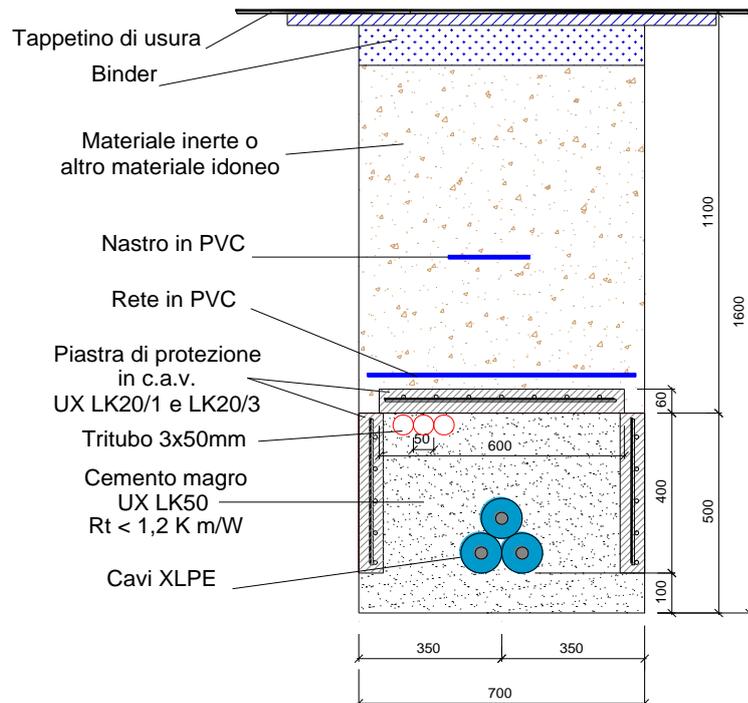
I disegni mostrati di seguito riportano la sezione tipica di scavo e di posa e le modalità tipiche per l'esecuzione degli attraversamenti.

#### SEZIONE TIPICA DI SCAVO E DI POSA

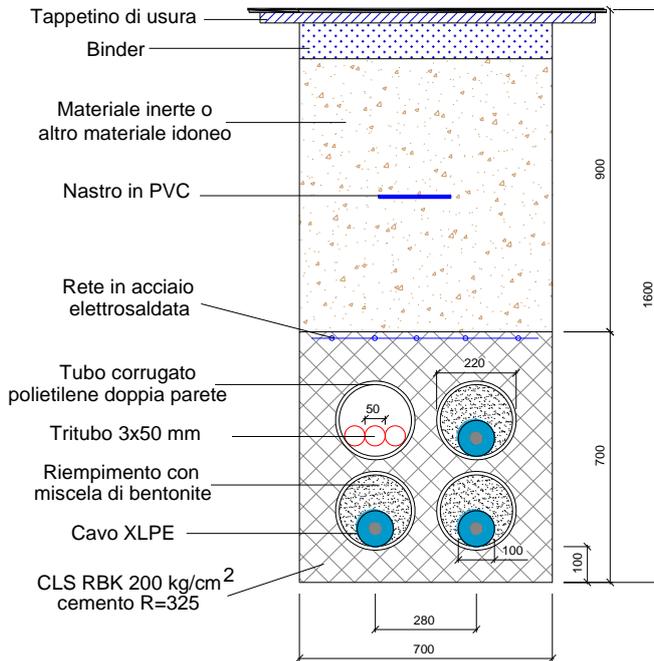
#### ESEMPIO DI POSA A TRIFOGLIO IN TERRENO AGRICOLO



#### ESEMPIO DI POSA A TRIFOGLIO SU SEDE STRADALE

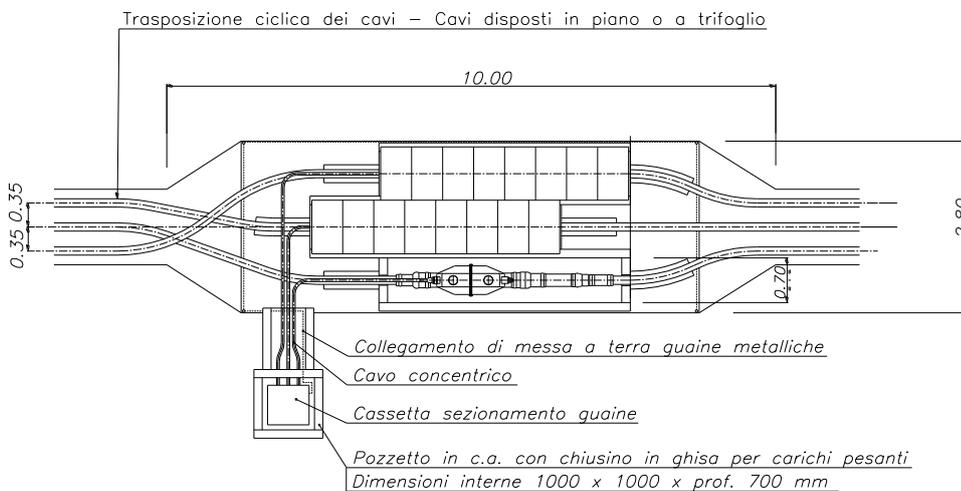
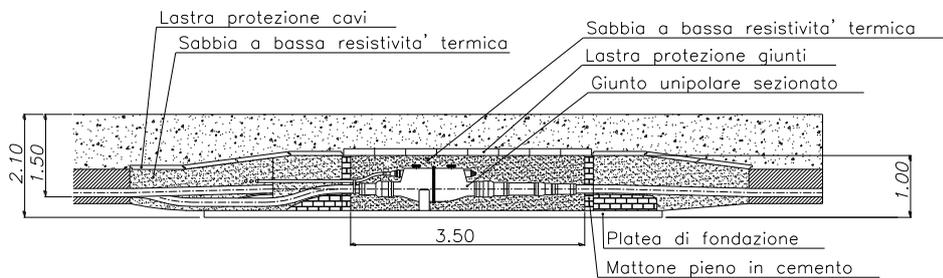


**ESEMPIO DI POSA IN TUBIERA PER ATTRAVERSAMENTI STRADALI**



**DIMENSIONI DI MASSIMA DELLE BUCHE GIUNTI**

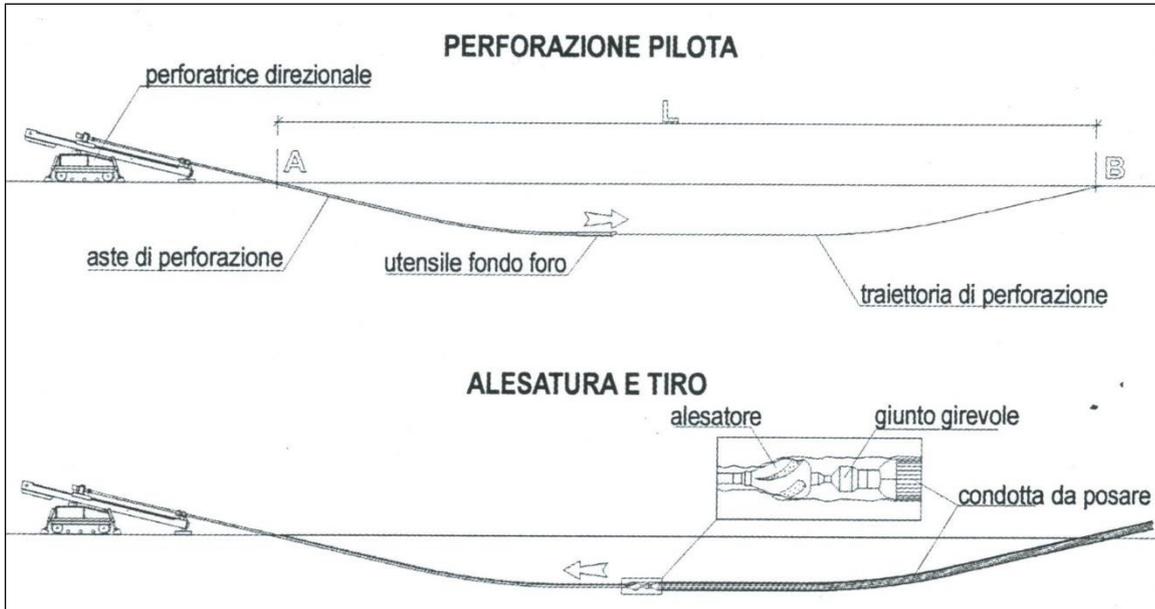
**PARTICOLARE BUCA GIUNTO**



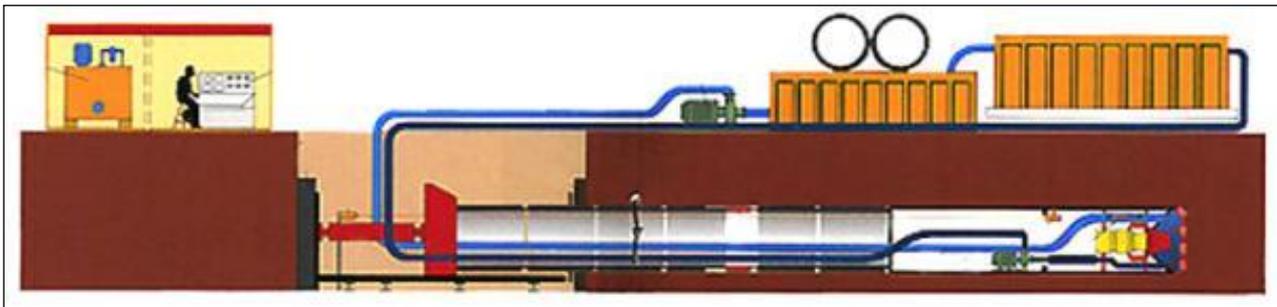
**MODALITA' TIPICHE PER L'ESECUZIONE DEGLI ATTRAVERSAMENTI**

Nel caso in cui non sia possibile eseguire gli scavi per l'interramento del cavo, in prossimità di particolari attraversamenti di opere esistenti lungo il tracciato (strade, fiumi, ecc.), potrà essere utilizzato il sistema di attraversamento teleguidato o con microtunnel, come descritto nei disegni sottostanti:

**ATTRAVERSAMENTO CON PERFORAZIONE TELEGUIDATA**

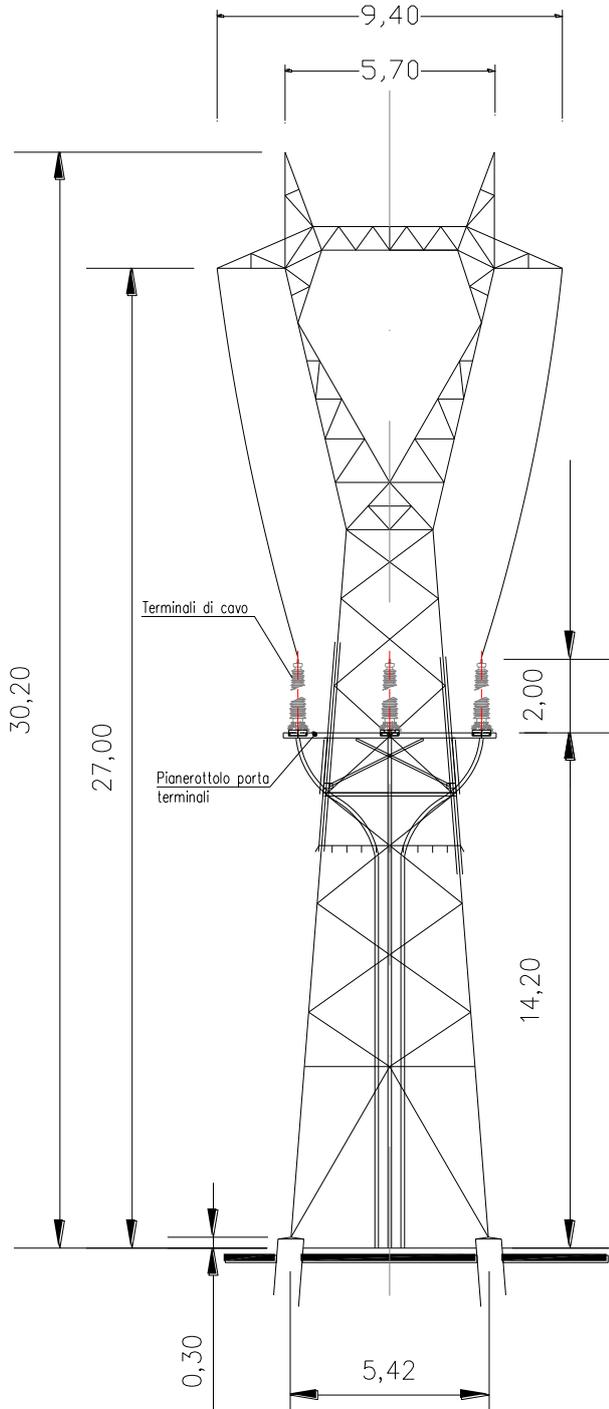


**ATTRAVERSAMENTO CON MICROTUNNELING**



**SOSTEGNO PORTATERMINALI**

Per la realizzazione del passaggio da elettrodotto aereo a cavo interrato sarà utilizzato un sostegno porta terminale 132 kV, come indicato nella figura sottostante, di carattere puramente indicativo e non esaustivo. I terminali cavo saranno inseriti su una mensola alloggiata sulla struttura del sostegno; in funzione della lunghezza del tratto di cavo interrato, potranno essere montati anche appositi scaricatori di sovratensione.



### 5.2.9 *Realizzazione del cavidotto*

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

1. esecuzione degli scavi per l'alloggiamento del cavo;
2. stenditura e posa del cavo;
3. reinterro dello scavo con ripristino delle aree.

L'area di cantiere in questo tipo di progetto è costituita essenzialmente dalla trincea di posa del cavo che si estende progressivamente sull'intera lunghezza del percorso. Tale trincea sarà larga circa 0.70 m per una profondità tipica di 1,7 m circa, prevalentemente su sedime stradale.

Durante la realizzazione delle opere, il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso l'area di cantiere e successivamente il suo utilizzo per il reinterro degli scavi, previo accertamento, durante la fase esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito. In caso i campionamenti eseguiti forniscano un esito negativo, il materiale scavato sarà destinato ad idonea discarica, con le modalità previste dalla normativa vigente e il riempimento verrà effettuato con materiale inerte di idonee caratteristiche.

Il materiale di riempimento potrà essere miscelato con sabbia vagliata o con cemento 'mortar' al fine di mantenere la resistività termica del terreno al valore di progetto.

## 5.3 Demolizioni

Per le attività di smantellamento di sostegni si possono individuare le seguenti fasi meglio descritte nel seguito:

- smontaggio della carpenteria metallica dei sostegni;
- demolizione delle fondazioni dei sostegni. Si provvederà sempre al trasporto a rifiuto dei materiali di risulta, lasciando le aree utilizzate sgombre e ben sistemate in modo da evitare danni alle cose ed alle persone.

### 5.3.1 *Smontaggio della carpenteria metallica dei sostegni*

La carpenteria metallica proveniente dallo smontaggio dei sostegni dovrà essere destinata a rottame; il lavoro di smontaggio sarà eseguito come di seguito descritto.

In fase di esecuzione dei lavori in ogni caso si presterà la massima cura, comunque, ad adottare tutte le precauzioni necessarie previste in materia di sicurezza per eliminare i rischi connessi allo svolgimento dell'attività di smontaggio in aree poste nelle vicinanze di strade, linee elettriche, linee telefoniche, case, linee ferroviarie, ecc.

Le attività prevedono:

- taglio delle strutture metalliche smontate in pezzi idonei al trasporto a discarica;
- carico e trasporto a discarica di tutti i materiali provenienti dallo smontaggio;
- pesatura dei materiali recuperati;
- adempimenti previsti dalla legislazione vigente in materia di smaltimento dei materiali (anche speciali) provenienti dalle attività di smantellamento;
- taglio delle piante interferenti con l'attività;

- risarcimento dei danni procurati sia ai fondi interessati dai lavori che ai fondi utilizzati per l'accesso ai sostegni per lo svolgimento dell'attività di smontaggio.

### 5.3.2 *Demolizione delle fondazioni dei sostegni*

La demolizione delle fondazioni dei sostegni, salvo diversa prescrizione comunicata nel corso dei lavori, comporterà l'asportazione dal sito del calcestruzzo e del ferro di armatura fino ad una profondità di m 1,5 dal piano di campagna in terreni agricoli a conduzione meccanizzata e urbanizzati e 0,5 m in aree boschive, in pendio.

La demolizione dovrà essere eseguita con mezzi idonei in relazione alle zone in cui si effettua tale attività, avendo cura pertanto di adottare tutte le necessarie precauzioni previste in materia di sicurezza, in presenza di aree abitate e nelle vicinanze di strade, ferrovie, linee elettriche e telefoniche, ecc.

Le attività prevedono:

- scavo della fondazione fino alla profondità necessaria;
- asporto, carico e trasporto a discarica di tutti i materiali (cls, ferro d'armatura e monconi) provenienti dalla demolizione;
- rinterro eseguito con le stesse modalità e prescrizioni previste nella voce scavo di fondazione e ripristino dello stato dei luoghi (dettagliato nel seguito);
- acquisizione, trasporto e sistemazione di terreno vegetale necessario a ricostituire il normale strato superficiale presente nella zona;
- taglio delle piante interferenti con l'attività;
- risarcimento dei danni procurati sia ai fondi interessati dai lavori che ai fondi utilizzati per l'accesso ai sostegni per lo svolgimento dell'attività di demolizione e movimentazione dei mezzi d'opera.



*Demolizione di un sostegno a traliccio*

### 5.3.3 *Intervento di ripristino dei luoghi*

Le superfici oggetto di insediamento di nuovi sostegni e/o di smantellamenti di elettrodotti esistenti saranno interessate, al termine dei lavori, da interventi di ripristino dello stato originario dei luoghi, finalizzati a riportare lo status pedologico e delle fitocenosi in una condizione il più possibile vicina a quella ante - operam, mediante tecniche progettuali e realizzative adeguate.

Il ripristino delle aree di lavorazione si compone delle seguenti attività:

 <small>TERNA GROUP</small>	<b>Opere di Razionalizzazione RTN</b>	<small>Codifica</small> <b>REDR04002C2391917</b>	
	<b>RELAZIONE TECNICA</b>	<small>Rev. N° 00</small>	<small>Pag. 30 di 30</small>

- pulizia delle aree interferite, con asportazione di eventuali rifiuti e/o residui di lavorazione;
- stesura di uno strato di terreno vegetale pari ad almeno cm 30;
- restituzione all'uso del suolo ante – operam.

Le superfici di intervento dei micro-cantieri avranno un'estensione che dipenderà dalla dimensione del sostegno da demolire. Per quanto riguarda le piste di accesso al cantiere, verranno impiegate quelle abitualmente utilizzate per accedere ai sostegni esistenti per il regolare esercizio della linea e quindi non si prevede nessun intervento di ripristino.

#### **5.3.4 Gestione materiali da demolizione**

Tutti i materiali derivanti dalle demolizioni e destinati a rottame (rottame di ferro zincato quali tralicci, funi di guardia etc., conduttori in alluminio e leghe di alluminio, conduttori in rame) dovranno essere conferiti in siti adeguati al loro riciclo. Per gli altri materiali di risulta derivanti dalle demolizioni (vetri e/o porcellane degli isolatori ecc.) verranno collocati in discarica autorizzata.

Per entrambe le categorie è previsto che Terna richieda agli appaltatori incaricati di eseguire le lavorazioni e a cui spetta l'onere del recupero e smaltimento nelle discariche autorizzate copia del Formulario di identificazione rifiuto ai sensi della normativa vigente.

Viene richiesto inoltre copia delle autorizzazioni all'esercizio della discarica stessa.