

**BONA ENERGIA S.r.l**

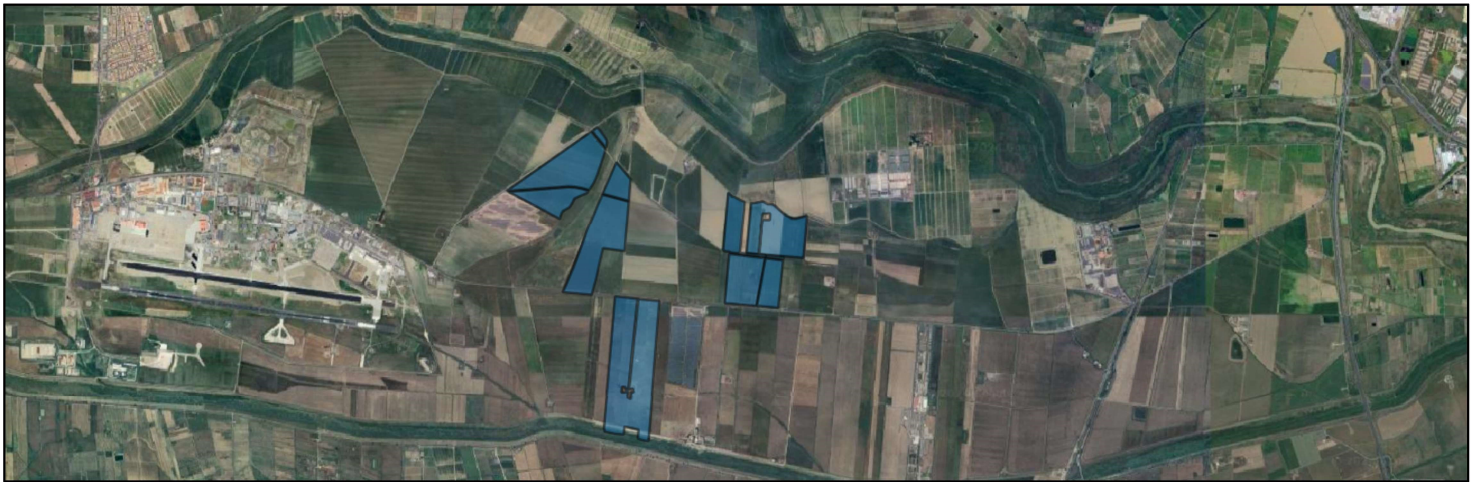
Via G. Boccaccio 7 - 20123 Milano (MI)



**Regione Siciliana**

Assessorato Regionale dell'Energia e dei servizi di pubblica utilità  
**Dipartimento dell'Energia**

Realizzazione di parco fotovoltaico della potenza complessiva di 98.89 MW  
e relativo cavidotto da realizzarsi nel territorio del comune di Catania,  
c/da Sigona



**Elaborato :** Relazione tecnica cavidotto

<b>Progettazione</b>		<b>REL</b>
dott ing Giuseppe De Luca	Geologia: _____	
		Formato <b>A4</b>
		Scala
		Note
		Data
		Note
		Data emissione <b>febbraio 2024</b>
Ambiente: _____	Collaborazione alla progettazione	
	dott ing Chiara Morello	geom. Antonio Lanza

## Sommario

PREMESSA E MOTIVAZIONE.....	2
NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
INDIVIDUAZIONE DEL TRACCIATO.....	4
INQUADRAMENTO SU PIANO PAESAGGISTICO.....	6
INQUADRAMENTO SU PAI E PSFF.....	8
INQUADRAMENTO SU PIANIFICAZIONE COMUNALE.....	8
CARATTERISTICHE TECNICHE DEL CAVIDOTTO.....	9
DISPOSIZIONI PARTICOLARI PER LA POSA.....	11
<i>Incrocio tra cavi di energia e cavi di telecomunicazioni:</i> .....	11
<i>Parallelismo tra cavi</i> .....	11
<i>Incroci tra cavi di energia e tubazioni metalliche interrato</i> .....	11
<i>Parallelismo tra cavi di energia e tubazioni metalliche</i> .....	11
<i>Serbatoi di liquidi e gas infiammabili</i> .....	11
<i>Incroci tra cavi di energia e tubazioni di gas con densità non superiore a 0,8 non drenante con pressione massima di esercizio &gt; 5BAR</i> .....	11
<i>Parallelismi tra cavi di energia e tubazioni di gas (densità non superiore a 0,8 non drenante con pressione massima di esercizio &gt; 5BAR)</i> .....	12
MODALITA' DI POSA.....	14
SERVITU' DI CAVIDOTTO.....	16
SISTEMA DI TELECOMUNICAZIONE.....	17
DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEL CAVO ADOTTATO.....	18
<i>Caduta di Tensione</i> .....	18
<i>Calcolo delle correnti di impiego</i> .....	19
<i>Cadute di tensione</i> .....	19
PARAMETRI DELLA LINEA.....	20
REALIZZAZIONE DELL'OPERA.....	22
<i>Fase di costruzione</i> .....	22
<i>Realizzazione delle infrastrutture temporanee di cantiere</i> .....	22
<i>Apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea</i> .....	22
<i>Posa del cavo</i> .....	23
<i>Ricopertura e ripristini</i> .....	23
<i>Collaudo dell'elettrodotto</i> .....	24
TERRE E ROCCE DA SCAVO.....	25
SICUREZZA NEI CANTIERI.....	26

## **PREMESSA E MOTIVAZIONE**

Il documento ha lo scopo di fornire una generale descrizione tecnica del progetto di realizzazione di un impianto di generazione elettrica innovativo con l'utilizzo di fonte rinnovabile solare attraverso la conversione fotovoltaica.

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico della potenza di 98,89 MW da installare al suolo a mezzo sostegni metallici nel Comune di Catania (CT) in C.da Sigona.

Coordinate: Latitudine 37°24'21.92"N Longitudine 14°57'40.19"E

L'impianto funzionerà in parallelo alla rete AT di TERNA collegata a 150 kV sulla sezione a 150 Kv della costruenda Stazione Elettrica 380/150 Kv "Pantano d'Archi".

## 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.

- Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico o 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";
- 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";
- 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";
- Decreto Ministero Infrastrutture e Trasporti 14 settembre 2005 n. 159 "Norme tecniche per le costruzioni";
- Ordinanza PCM 23/01/2004 n. 3333 "Disposizioni urgenti di protezione civile";
- **NORME TECNICHE**
- **NORME CEI**
- CEI 11-1, "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata", nona edizione, 1999-01;
- 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", prima edizione, 1996-07;
- 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;

## INDIVIDUAZIONE DEL TRACCIATO

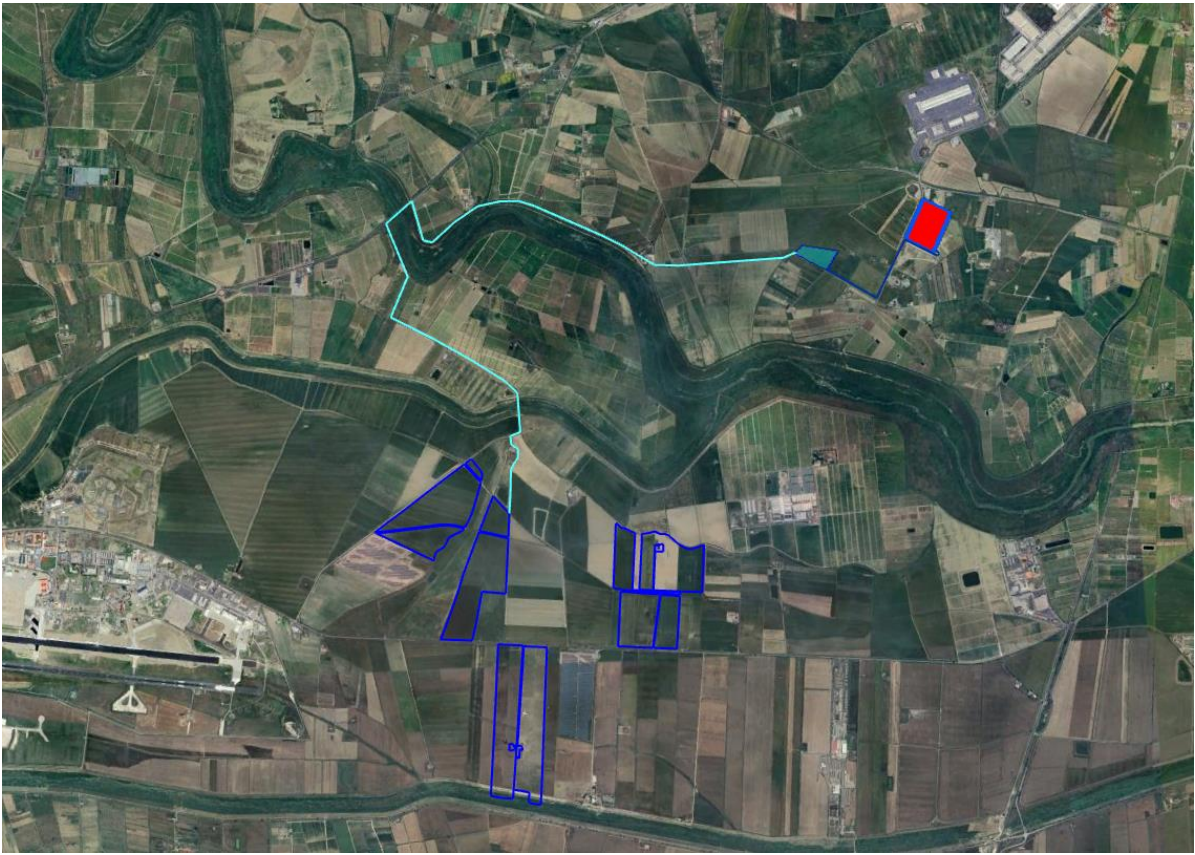
È previsto che l'impianto venga collegato alla costruenda stazione di trasformazione 380/150 Kv denominata "Pantano d'Archi" su indicazione del documento TERNA, codice pratica 201800332 che riporta la soluzione tecnica minima generale (STMG) per la connessione dell'impianto in oggetto alla rete di trasmissione nazionale.

1. Il cavidotto in uscita dall'impianto si immetterà direttamente sulla SP 70ii, la percorrerà in direzione est per circa 80 m, fino ad incrociare in direzione nord la SP 207 che attraversa il fiume Dittaino per mezzo di un ponticello, che verrà utilizzato come aggancio per il cavidotto al fine di evitare la realizzazione di opere aggiuntive.
2. Si percorrerà la statale in direzione est per circa 1.3 km e si procederà in direzione della SP 417, su strade interpoderali
3. Si attraverserà il fiume Simeto, procedendo sulla stessa statale, anche in questo caso sfruttando il ponte esistente.
4. Il cavidotto interrato costeggerà le sponde del fiume in direzione est, su viabilità interpoderale, fino ad immettersi alla SP 70/I in direzione nord, per giungere all'area individuata per la realizzazione della stazione utente, adiacente al sito della realizzanda stazione " Pantano d'archi ".

Il collegamento tra l'area del parco Fotovoltaico e la Stazione Utente avverrà mediante cavidotto in MT che presenterà una lunghezza di circa 6800 ml.

Dalla Stazione Utente di elevazione 30/150 KV si dipartirà un cavidotto in AT di lunghezza pari a circa 1.400 ml.

I cavidotti sia in AT che MT verranno realizzati interamente interrati.



**Figura 1** – Percorso cavidotto in MT (ciano) e in AT (Blu)

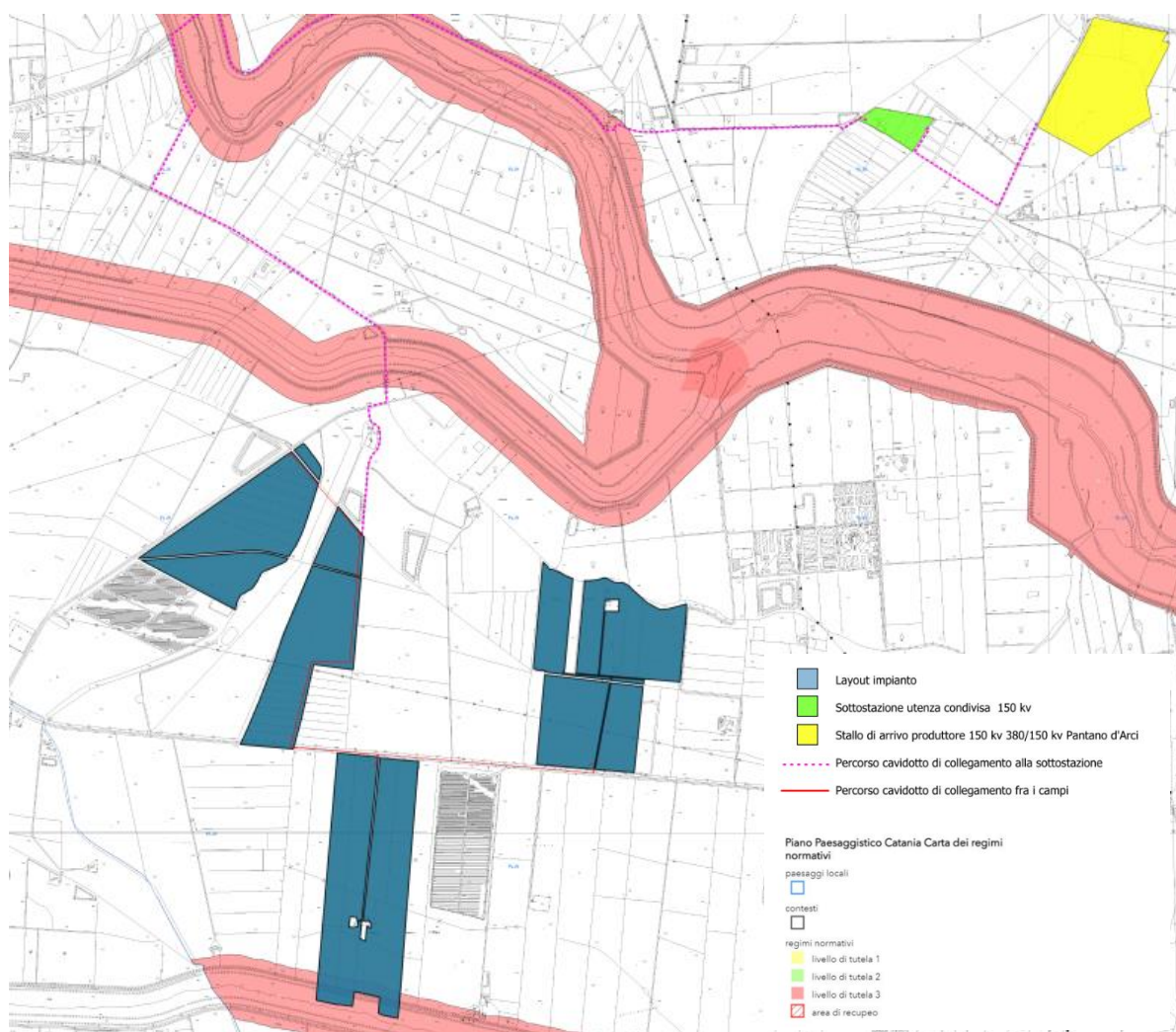
## INQUADRAMENTO SU PIANO PAESAGGISTICO

L'area d'impianto risulta posta in prossimità della SP 106 e della SP 47ii, ed è ricompresa nelle Tavole 19.8 e 21.8 del vigente Piano Paesaggistico della provincia di Catania, Ambiti 8, 11, 12, 13, 14, 16, 17.

L'intera area presenta un'estensione di circa 155,44 Ha, e risulta ricadere in aree prive da vincoli di natura paesaggistica.

Il PPTP suddivide il territorio in Paesaggi Locali che identificati per fattori affini sia paesaggistici che ecologici e culturali.

Il sito di progetto si colloca nel **Paesaggio locale PL 21** – “*Area della pianura dei fiumi Simeto, Dittaino e Gornalunga*”.



**Figura 2** - Estratto Tavola 21.8 Regimi Normativi (PPTP – Catania)

Il Paesaggio Locale 21 è caratterizzato da una morfologia pianeggiante che accoglie tre principali corsi d'acqua (F. Simeto, F. Dittaino e F. Gornalunga). Esso presenta una spiccata vocazione agricola; interessa una parte della Piana di Catania

dove agrumeti, seminativi ed ortaggi si alternano, dando luogo ad un paesaggio diversificato.

Il Piano, ai sensi dell'art. 41 delle Norme di Attuazione (N.d.A.), identifica aree soggette a diverso livello di tutela (1, 2, 3 e aree di recupero).

Da un punto di vista legato alla tutela del paesaggio, l'area ricade parzialmente all'interno della perimetrazione del Piano Paesaggistico della Provincia di Catania, Ambiti 8, 11, 12, 13, 14, 16, 17. In particolare, il campo 4, è interessato nell'area a sud da un Livello di tutela 3, pertanto si provvederà alla installazione delle strutture nelle sole aree libere da vincoli. Il passaggio del cavidotto interrato interessa per una piccola parte una porzione di area con livello di tutela 3.

Per quanto su esposto il progetto non è in contrasto con i vincoli riportati nel Piano Paesaggistico Provinciale.



## **INQUADRAMENTO SU PAI E PSFF**

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del decreto legge n. 180/1998, rappresenta un importantissimo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo ai fini della pianificazione e programmazione delle azioni e delle norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo, alla prevenzione del rischio idrogeologico individuato sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio regionale.

Le perimetrazioni individuate nell'ambito del PAI delimitano le aree caratterizzate da elementi di pericolosità idrogeologica, dovute a instabilità di tipo geomorfologico o a problematiche di tipo idraulico, sulle quali si applicano le norme di salvaguardia contenute nelle Norme di Attuazione del Piano.

L'opera non ricade in nessuna area di pericolosità o rischio geomorfologico, è interessata da rischio e pericolosità idraulica, compatibili con la realizzazione dell'opera stessa.

## **INQUADRAMENTO SU PIANIFICAZIONE COMUNALE**

L'area d'impianto ricade nel territorio del Comune di Catania, come descritto nella relazione tecnico-descrittiva del progetto, in zona agricola.

L'elettrodotto, come già scritto, seguirà per lo più strade esistenti sia pubbliche che interpoderali, andando a ricadere sulla loro banchina e altre infrastrutture viarie locali e terreni di proprietà privata.

A seconda del tipo di strada, o opera, verrà richiesta adeguata servitù di "fiancheggiamento" all'ente competente (Regione, Provincia, Comune), o comunque ogni permesso necessario.

## CARATTERISTICHE TECNICHE DEL CAVIDOTTO

La progettazione dell'elettrodotta in cavo interrato è stata eseguita in accordo ai parametri elettrici specificati nel seguito; in particolare la scelta del cavo è stata eseguita in relazione alla tensione di impiego ed alle condizioni di carico previste ed in relazione alla tipologia di posa ipotizzata.

Nella seguente tabella sono riportate le caratteristiche tecniche dell'opera:

- ✓ *Caratteristiche della linea in cavo MT*
- ✓ *Tipo di cavo : ARG7HIR 18/30 kV Unipolare;*
- ✓ *Conduttore . Alluminio, formazione rigida compatta, classe 2;*
- ✓ *Isolante : Gomma HEPR, qualità G7, senza piombo (HD 620 DHI 2);*
- ✓ *Schermatura : a filo di rame rosso con nastro di rame in controspirale;*
- ✓ *Guaina : PVC di qualità Rz, colore rosso;*
- ✓ *Sezione 400 mmq.*
- ✓ *Diametro esterno: 51,1 mm*
- ✓ *Peso : 3080 Kg /Km*
- ✓ *Reattanza di servizio 0,11  $\Omega$ /km*
- ✓ *Resistenza di servizio 0,0778  $\Omega$ /km*
- ✓ *Profondità di posa da 800 a 1500 mm*
- ✓ *Temperatura del suolo 20°C*
- ✓ *Resistività termica media del terreno 1,0 Km/ W*

I cavi saranno interrati ed installati in una trincea della profondità di circa 1,50 metri, con disposizione delle fasi che potrà essere a trifoglio o in piano, come rappresentato nella Tavola allegata.

Nello stesso scavo, sarà posata la fibra ottica.

Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica potrà essere corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento "mortar", e saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, e, ove necessario, anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore non inferiore a 6 cm.

La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto.

Qualora si rendesse necessario l'attraversamento di ponti e viadotti il cavo sarà alloggiato in apposite canalette ancorate alle stesse strutture o come meglio si riterrà opportuno, sempre in osservanza delle prescrizioni e norme vigenti.

In corrispondenza dell'attraversamento di acquedotti, eventuali canali o altre linee elettriche o di telecomunicazione, l'installazione potrà essere realizzata con il sistema dello spingi tubo o della perforazione teleguidata o come si riterrà più opportuno.

Il cavidotto sarà realizzato con scavo a sezione obbligata con mezzo meccanico.

Per quanto possibile si cercherà di utilizzare percorsi rettilinei o con cambiamenti di direzione di ampio raggio. Lo scavo avrà dimensioni medie di larghezza 600mm per una profondità minima di 1500mm. Il fondo dello scavo sarà sistemato con sabbia fine dove sarà posato il cavo e protetto con coppone adatto a questo impiego. Il riempimento potrà riutilizzare il materiale di scavo.

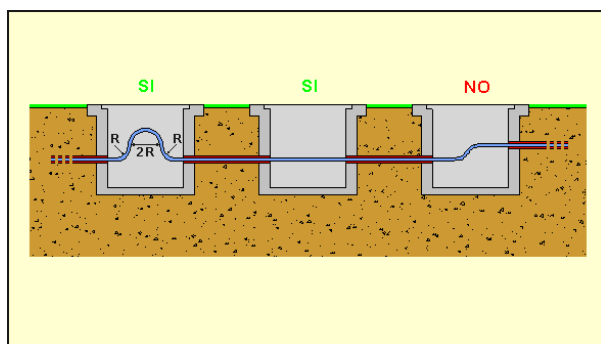
In ogni caso lo scavo riporterà in superficie le stesse condizioni esistenti prima dell'utilizzo : prato, terra compattata o asfalto.

Per il collegamento, oggetto del presente lavoro, essendo la distanza di collegamento 6800 m il cavo sarà posato in 14 pezzature, ciascuna da 500m. con l'impiego di appositi giunti.

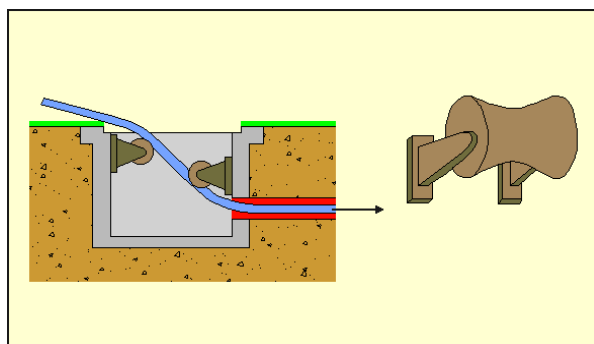
Il tracciato effettivo sarà reso disponibile dalla D.L. prima di effettuare i lavori

Per le operazioni di posa rispettare quanto riportato nelle Tav.1 e 2 sotto indicate

Corretta posa del cavo



**Tav. 1**



**Tav.2**

## **DISPOSIZIONI PARTICOLARI PER LA POSA**

Di seguito vengono indicate le prescrizioni da rispettare al verificarsi dei casi trattati.

### **Incrocio tra cavi di energia e cavi di telecomunicazioni:**

- Il cavo di energia, di regola, deve essere posato inferiormente al cavo di telecomunicazione;
- la distanza tra due cavi non deve essere inferiore a 0,30m;
- deve essere realizzata sul cavo superiore, una protezione per una lunghezza non inferiore ad 1m disposta simmetricamente rispetto all'altro cavo.

Tali dispositivi di protezione devono essere costituiti da involucri preferibilmente di acciaio zincato a caldo, sono ammessi involucri protettivi in PVC pesanti aventi caratteristiche meccaniche adeguate all'impiego.

### **Parallelismo tra cavi**

Nei percorsi paralleli i cavi di energia e i cavi di telecomunicazione devono essere posati alla maggiore distanza possibile. Al limite minimo la distanza da rispettare deve essere non inferiore a 0,30m misurata sulla proiezione dei cavi su un piano orizzontale.

### **Incroci tra cavi di energia e tubazioni metalliche interrate**

L'incrocio fra cavi di energia e le tubazioni metalliche adibite al trasporto e alla distribuzione di fluidi (acquedotti, gasdotti) non deve essere effettuato sulla proiezione verticale di giunti non saldati. La distanza non deve essere inferiore a 0,5m (b – c Tav.3)

### **Parallelismo tra cavi di energia e tubazioni metalliche**

Nei percorsi paralleli i cavi di energia e le tubazioni metalliche devono essere posati alla maggiore distanza possibile. Al limite minimo la distanza da rispettare deve essere non inferiore a 0,30m misurata sulla proiezione dei cavi su un piano orizzontale.

### **Serbatoi di liquidi e gas infiammabili**

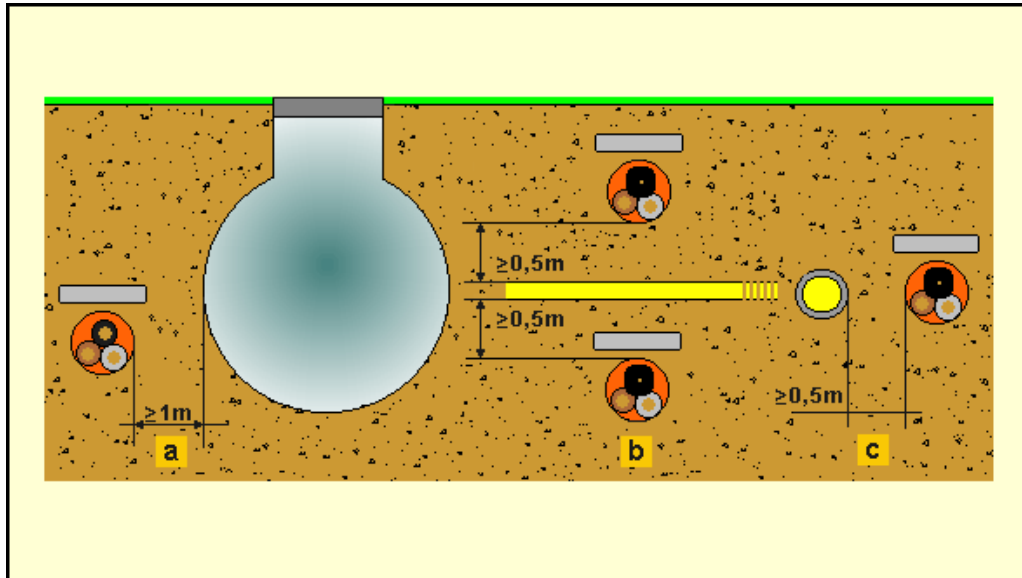
Le superfici esterne dei cavi di energia interrati non devono distare meno di 1m dalla superficie esterna di serbatoi (a Tav.3)

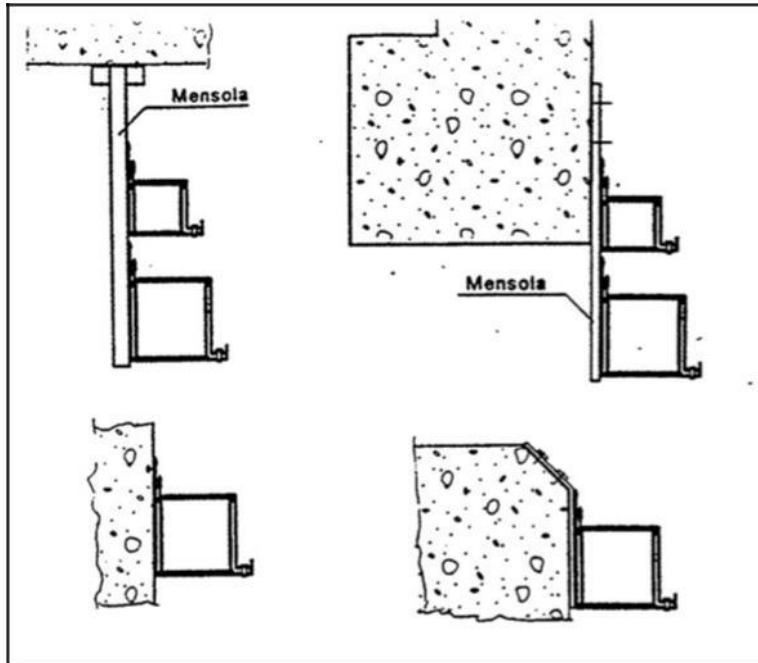
### **Incroci tra cavi di energia e tubazioni di gas con densità non superiore a 0,8 non drenante con pressione massima di esercizio > 5BAR**

Nei casi di sopra e sottopasso tra canalizzazioni per cavi elettrici e tubazioni non drenante, la distanza in senso verticale fra le due superfici affacciate deve essere  $\geq 1,50m$ . In ogni caso deve essere evitato il contatto metallico tra le superfici affacciate.

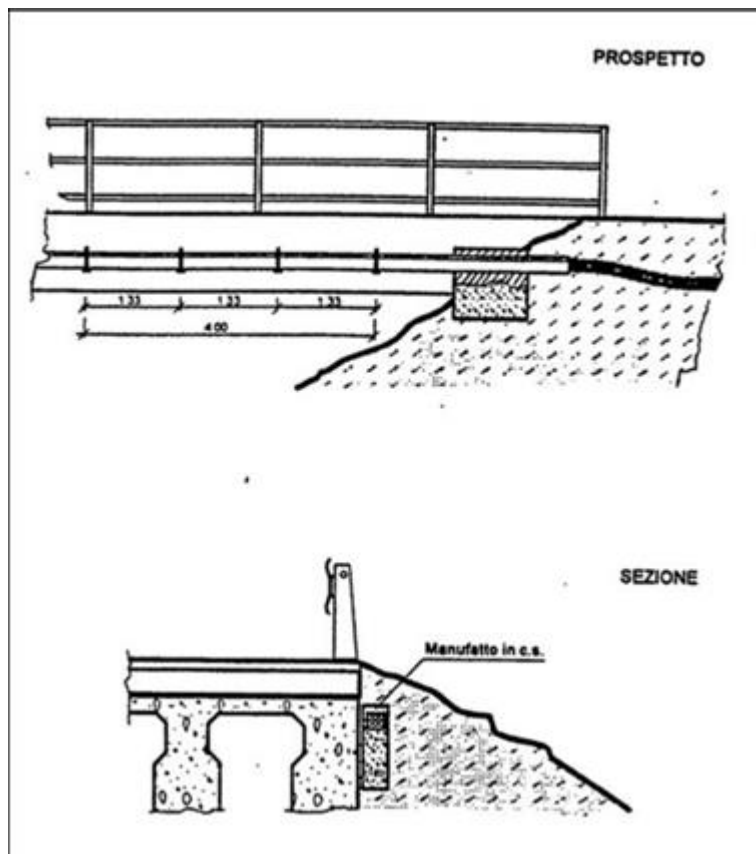
*Parallelismi tra cavi di energia e tubazioni di gas (densità non superiore a 0,8 non drenante con pressione massima di esercizio > 5BAR)*

La distanza minima tra le due superfici affacciate non deve essere inferiore alla profondità di interramento della condotta del gas, salvo l'impiego di diaframmi continui di separazione nei tipi sopra indicati.



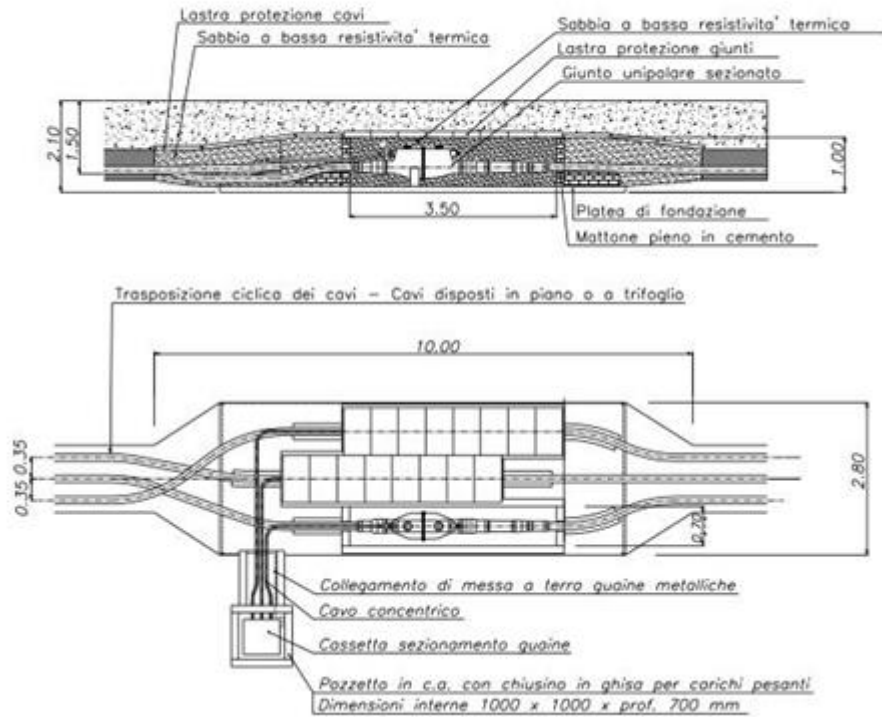


**Tipi di ancoraggio di canalette in acciaio per cavi**



**Schema tipico di attraversamento viadotto**

### PARTICOLARE BUCA GIUNTI



## **MODALITA' DI POSA**

Per realizzare l'intero elettrodotto sono state previste pezzature di cavo di lunghezza unitaria pari a circa 500 m, unite da apposite giunzioni. Tali giunzioni, necessarie su ogni conduttore di fase, saranno realizzate all'interno di apposite camere giunti realizzate in accordo al tipico schematizzato nella figura sotto indicata.

All'interno delle camere saranno posizionati i giunti terminali dei cavi e le scatole di messa a terra schermo, con scaricatori. Nelle fosse giunti saranno anche posate le scatole per i collegamenti equipotenziali degli schermi.

Le guaine metalliche dei cavi delle diverse pezzature verranno connesse e trasposte per mezzo di un sistema "Cross-Bonding". Alla fine di ogni trasposizione completa (ogni tre pezzature), le guaine verranno collegate a terra

Gli schermi metallici intorno ai conduttori di fase dei cavi con isolamento estruso forniscono una via di circolazione a bassa impedenza alle correnti di guasto in caso di cedimento dell'isolamento. Pertanto, tali schermi saranno dimensionati in modo da sostenere le massime correnti di corto circuito che si possono presentare. In fase di progetto esecutivo sarà valutata inoltre la necessità o meno di inserire scaricatori in linea per proteggere il cavo. I cavi verranno posati in piano.

La profondità di posa dei cavi sarà su tre livelli da 800mm a 1500, più o meno costante su tutto il percorso tranne nei tratti di incrocio con altri servizi, che verranno in genere sottopassati, e nel caso di attraversamenti stradali, ferroviari e di fiumi.

I cavi saranno ricoperti con cemento magro e con terra di controllate caratteristiche termiche.

Negli attraversamenti stradali, per i quali è prevista la posa complanare, i cavi saranno infilati in apposite tubazioni in PVC rigido a interasse di 0,35 m con riempimento in bentonite inglobati in massetto di calcestruzzo e con terra di controllate caratteristiche termiche.



## **SERVITU' DI CAVIDOTTO**

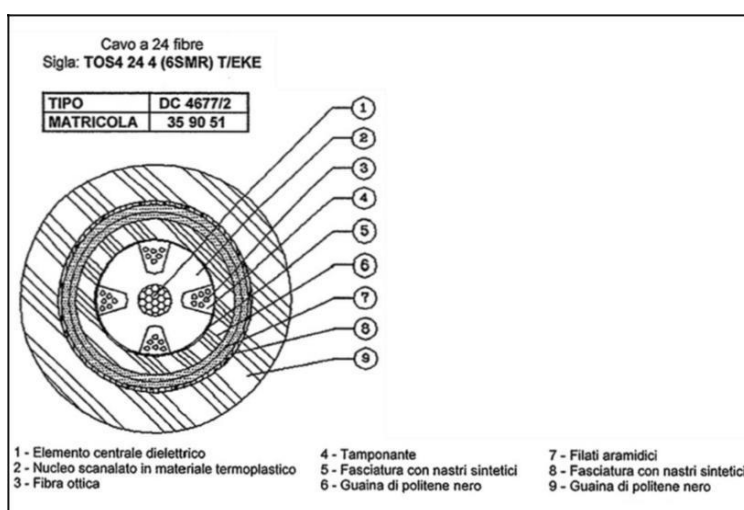
L'ampiezza convenzionale della fascia asservita o di asservimento per la tipologia in argomento è di metri 2 complessivi

## SISTEMA DI TECOMUNICAZIONE

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.

All'interno del cavidotto verrà inoltre posato un cavo per la trasmissione dei dati al sistema.

La trasmissione dati sarà di tipo ottico, esterna al cavo. La scelta di realizzare una rete in fibra ottica permette di avere a disposizione un mezzo di comunicazione esente da disturbi, con isolamento galvanico ed avere una banda larga di comunicazione anche per lunghe distanze.



*Esempio di cavo in fibra ottica*

## DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEL CAVO ADOTTATO

Un cavo è costituito dai seguenti elementi (non sempre tutti contemporaneamente presenti):

- conduttore*: parte metallica destinata a condurre la corrente, in rame
- isolante*: strato di dielettrico che circonda il conduttore
- riempitivo*: materiale in fibra tessile destinato a riempire gli interstizi nei cavi a più anime
- schermo protettivo*: elemento con funzione di protezione meccanica o di schermo elettrico costituito da una guaina metallica o da una armatura o da una fasciatura
- guaina*: rivestimento tubolare che ricopre le anime al fine di proteggerle
- filo di identificazione* : IMQ o HAR.

Indicando con  $I_z$  la portata massima di corrente trasportata dal cavo ricavata dalle tabelle del Costruttore, in funzione al sistema di posa, detta portata deve essere correlata ai parametri sotto indicati

La portata ( $I_z$ ) si modifica in funzione dei parametri:

- K6** coefficiente di correzione per temperatura del terreno diversa da 20°;
- K7** coefficiente di riduzione di portata di un cavo installato in tubo da solo o in vicinanza di altri cavi;
- K8** coefficiente di riduzione di portata in funzione della profondità di interramento;
- K9** coefficiente di riduzione di portata quando la resistività termica del terreno è diversa da 1,5;

### Caduta di Tensione

Seconda la Tabella A: NF C 15100 la caduta di tensione massima per alimentazione da stazioni ad alta tensione non deve superare l'8%.

### Calcolo delle correnti di impiego

Il calcolo delle correnti d'impiego viene eseguito in base alla classica espressione:

$$I_b = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_n \times \cos \phi}$$

Dove :

P	Potenza trasportata
V <sub>n</sub>	Livello di tensione
cos φ	fattore di Potenza del carico

### Cadute di tensione

Le cadute di tensione sono calcolate vettorialmente. Per ogni utenza si calcola la caduta di tensione vettoriale lungo ogni fase e lungo il conduttore di neutro (se distribuito). Tra le fasi si considera la caduta di tensione maggiore che viene riportata in percentuale rispetto alla tensione nominale.

Il calcolo fornisce, quindi, il valore esatto della formula approssimata :

$$cdt(I_b) = k I_b L / 1000 (R \cos \phi + X \sin \phi) \cdot 100 / V_n$$

I parametri R<sub>cavo</sub> e X<sub>cavo</sub> sono ricavati dalla tabella UNEL in funzione del tipo di cavo

(unipolare/multipolare) ed alla sezione dei conduttori; di tali parametri il primo è riferito a 80°C, mentre il secondo è riferito a 50Hz, ferme restando le unità di misura in Ω/km. La cdt(I<sub>b</sub>) è la caduta di tensione alla corrente I<sub>b</sub> e calcolata analogamente alla cdt(I<sub>b</sub>).

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi è tale da poter garantire la protezione dei conduttori alle correnti di sovraccarico. In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), infatti, il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo da verificare le condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z, \quad b) \quad I_f \leq 1,45 I_z$$

Per la condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte. Dalla corrente I<sub>b</sub>, pertanto, viene determinata la corrente nominale della protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questasi procede alla determinazione della sezione.

## PARAMETRI DELLA LINEA

Per scelta progettuale, il carico verrà suddiviso in quattro linee, per cui il carico iniziale di 98,89 Mw, dovrà essere considerato pari a 1/4 su ogni linea.

Per quanto su esposto :

<i>Tensione di esercizio :</i>	30kV
<i>Carico nominale trasportato:</i>	98.888,40 kW
<i>Corrente nominale :</i>	511 A
<i>AV %</i>	<<<3%
<i>Fattore di potenza</i>	1

Considerata la potenza di trasferimento e la relativa corrente elettrica si ritiene impossibile trasferire con un solo cavo. Pertanto l'intera potenza viene suddivisa in tre linee di pari corrente con cavi da 240 mmq e fasi binate,

Le tre linee saranno protette alla partenza con dispositivi automatici posti nella Stazione MT di Utenza e all'arrivo presso l'edificio servizi della Stazione AT di Utenza.

Protezione di massima corrente, direzionale di terra e di massima tensione residua sugli interruttori di partenza linea ed arrivo linea.

Per ciascuna unità funzionale di arrivo linea dal campo, un relè di protezione multifunzione a microprocessore tipo THYTRONIC NA60 o equivalente, con le seguenti funzioni di protezione:

1. Protezione di massima corrente trifase ad una soglia di intervento a tempo dipendente (51), contro il sovraccarico della linea in cavo;
2. Protezione di massima corrente trifase ad una soglia di intervento a tempo indipendente (50), contro i corto circuiti polifasi sulla linea. Tale protezione risulta intrinsecamente direzionale se viene tarata con soglia di intervento minore del contributo della RTN al corto circuito sulla linea proveniente dal campo e maggiore del contributo dei gruppi di conversione;
3. Protezione direzionale di terra ad una soglia di intervento a tempo indipendente (67N) con direzionalità di intervento in uscita dal quadro verso il campo. La protezione sarà in grado di intervenire su un guasto a terra lungo la linea, per effetto del contributo 3I0 fornito dalla linea sana. Inoltre, la direzionalità consente di evitare l'intervento nel caso di guasto nel ramo di trasformatore, garantendo continuità della produzione anche nel caso di fuori servizio di quest'ultimo.

Le protezioni di massima corrente 51-50 effettuano la misura trifase delle correnti da una terna di sensori di misura posti a valle dell'interruttore installato nelle unità

funzionali 05 e 06 del quadro MT di sottostazione, mentre la protezione direzionale di terra 67N effettua la misura della corrente residua mediante toroide sulla linea in partenza dal quadro; la protezione direzionale di terra 67N effettua inoltre la misura della tensione residua mediante il TV inserito nell'unità funzionale 04 del quadro stesso.

Per intervento della protezione 51 o 50 o 67N viene comandata l'apertura dell'interruttore dell'unità funzionale specifica (52L/01 e 52L/02).

## **REALIZZAZIONE DELL'OPERA**

La durata di realizzazione del cavidotto è stimata in circa 2 mesi, di seguito sono riportate in dettaglio le fasi di costruzione dell'opera:

### **Fase di costruzione**

La realizzazione dell'opera avverrà per fasi sequenziali di lavoro che permettano di contenere le operazioni in un tratto limitato (circa 500 metri) della linea in progetto, avanzando progressivamente sul territorio.

Le operazioni si articoleranno nel modo seguente:

- A. Realizzazione delle infrastrutture temporanee di cantiere;
- B. Apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea;
- C. Posa dei cavi e realizzazione delle giunzioni;
- D. Ricopertura della linea e ripristini;
- E. Collaudo della linea.

Tali fasi vengono descritte nel dettaglio.

### **Realizzazione delle infrastrutture temporanee di cantiere**

Prima della realizzazione dell'opera sarà necessario realizzare le piazzole di stoccaggio per il deposito delle bobine contenenti i cavi; di norma vengono predisposte piazzole ogni 500 metri circa.

Tali piazzole sono, ove possibile, realizzate in prossimità di strade percorribili dai mezzi adibiti al trasporto delle bobine e contigue alla fascia di lavoro, al fine di minimizzare le interferenze con il territorio e ridurre la conseguente necessità di opere di ripristino.

Si eseguiranno, se non già presenti, accessi provvisori dalla viabilità ordinaria per permettere l'ingresso degli autocarri alle piazzole stesse.

### **Apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea**

Le operazioni di scavo e posa dei cavi richiedono l'apertura di un'area di passaggio, denominata "fascia di lavoro".

Questa fascia dovrà essere la più continua possibile ed avere una larghezza tale da consentire la buona esecuzione dei lavori ed il transito dei mezzi di servizio.

Nelle aree occupate da colture, l'apertura della fascia di lavoro comporterà la rimozione delle medesime. Nelle aree agricole sarà comunque garantita la continuità funzionale di eventuali opere di irrigazione e drenaggio.

### *Posa del cavo*

In accordo alla normativa vigente, l'elettrodotto interrato sarà realizzato in modo da escludere, o rendere estremamente improbabile, la possibilità che avvenga un danneggiamento dei cavi stessi in tensione provocato dalle opere sovrastanti (ad esempio, per rottura del sistema di protezione dei conduttori stessi). Una volta realizzata la trincea si procederà con la posa dei cavi, che arriveranno nella zona di posa avvolti su bobine.

La bobina viene comunemente montata su un cavalletto, piazzato ad una certa distanza dallo scavo in modo da ridurre l'angolo di flessione del conduttore quando esso viene posato sul terreno. Durante le operazioni di posa o di spostamento dei cavi saranno adottate le seguenti precauzioni:

- ✓ Si opererà in modo che la temperatura dei cavi, per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui essi possono essere piegati o raddrizzati, non sarà inferiore a 0°C;
- ✓ I raggi di curvatura dei cavi, misurati sulla generatrice interna degli stessi, non saranno mai inferiori a 15 volte il diametro esterno del cavo, e in ogni caso mai inferiore a 1 metro.

### *Ricopertura e ripristini*

Al termine delle fasi di posa e di rinterro si procederà alla realizzazione degli interventi di ripristino. La fase comprende tutte le operazioni necessarie per riportare il territorio attraversato nelle condizioni ambientali precedenti la realizzazione dell'opera.

Le opere di ripristino previste possono essere raggruppate nelle seguenti due tipologie principali:

- Ripristini geomorfologici e idraulici:
- Ripristini vegetazionali

Preliminarmente si procederà alle sistemazioni generali di linea, che consistono nella riprofilatura dell'area interessata dai lavori e nella riconfigurazione delle pendenze preesistenti, ricostruendo la morfologia originaria del terreno e provvedendo alla riattivazione di fossi e canali irrigui, e delle linee di deflusso eventualmente preesistenti.

La funzione principale del ripristino idraulico è essenzialmente il consolidamento delle coltri superficiali attraverso la regimazione delle acque, evitando il ruscellamento diffuso e favorendo la ricrescita del manto erboso.



Successivamente si passerà al ripristino vegetale, avente lo scopo di ricostituire, nel più breve tempo possibile, il manto vegetale preesistente i lavori nelle zone con vegetazione naturale.

Il ripristino avverrà mediante:

- ✓ Ricollocazione dello strato superficiale del terreno se prima accantonato;
- ✓ Inerbimento;
- ✓ Messa a dimora, ove opportuno, di arbusti e alberi di basso fusto.

Per gli inerbimenti verranno utilizzate specie erbacee adatte all'ambiente pedoclimatico, in modo da garantire il migliore attecchimento e sviluppo vegetativo possibile. Le aree agricole saranno ripristinate al fine di restituire l'originaria fertilità.

### *Collaudo dell'elettrodotta*

A posa e rinterro ultimati si renderà necessario provare la buona esecuzione dell'opera. A tale scopo, per dimostrare la conservazione dell'integrità e delle caratteristiche di tenuta elettrica dei cavi, saranno eseguite le prove in accordo alla norma IEC 62067.

Un test in corrente continua (10kV per 1') verificherà l'integrità della guaina plastica esterna. Per verificare l'integrità dell'isolante si condurrà una prova in corrente alternata alla La prova consiste nel testare l'isolamento di ogni conduttore a una frequenza variabile tra 20 e 300Hz con una tensione di prova indicata nella norma IEC 62067 (Tabella 10 ) per la durata di 1h.

## **TERRE E ROCCE DA SCAVO**

Prima di iniziare i lavori di scavo della trincea per la posa dei cavi, sarà eseguita una campagna di sondaggi, con prelievo dei campioni di terreno, allo scopo di caratterizzare il terreno per verificare l'assenza di contaminazione (rif. Valori dell'art.5 D.Lgs:152/06 col. A e B).

Le terre e rocce da scavo provenienti dall'attività di realizzazione del cavidotto saranno gestite secondo i criteri operativi di seguito esemplificati e conformi a quanto indicato nell'art.186 comma 1 del D.Lgs.152/06 e smi.

Come previsto nel progetto di massima, le stesse saranno utilizzate per il rinterro dello scavo della trincea.

L'utilizzo della parte destinata al reimpiego sarà integrale e tecnicamente possibile senza necessità di preventivo trattamento o di trasformazioni preliminari per soddisfare i requisiti merceologici e di qualità ambientale idonea a garantire che il loro impiego non dia luogo a emissioni e, più in generale, a impatti ambientali qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli ordinariamente consentiti e autorizzati per il sito dove sono destinate a essere utilizzate. La parte di terre e rocce non destinata a riutilizzo nell'ambito delle presenti opere ex art.186 comma 1 del D.Lgs.152/06, ai sensi dello stesso articolo, sarà gestita come rifiuto.

Il materiale proveniente dagli scavi sarà temporaneamente sistemato lungo lo scavo della trincea, in condizioni di massima stabilità in modo da evitare scoscendimenti (alla presenza di pendii) o intasamento di canali o di fossati e non a ridosso delle essenze arboree. I tempi di permanenza dei materiali in tali aree saranno conformi alle indicazioni dell'art.186 del D.Lgs.152/06.

Alla presenza di terreni agricoli e comunque in tutti i casi in cui è presente un discreto strato di humus, si provvederà a tenere separato il terreno di risulta di detto strato da quello dello strato sottostante ai fini del ripristino finale.

Lo stato superficiale del rinterro sarà ripristinato utilizzando il terreno fertile prima accantonato.

A lavori ultimati l'area interessata dagli scavi sarà completamente in ordine e potrà essere restituita alla sua funzione originale.

Qualora ci ritrovasse in presenza di roccia e di trovanti rocciosi sarà impiegato il martello demolitore o altri mezzi idonei non dirompenti.

## SICUREZZA NEI CANTIERI

I lavori si svolgeranno in ossequio alla normativa del Testo Unico in materia di Salute e Sicurezza dei lavoratori (Decreto Legislativo 9 aprile 2008 n. 81 Titolo IV). Pertanto, in fase di progettazione la committente nominerà un Responsabile dei lavori che a sua volta nominerà un Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione, abilitato ai sensi della predetta normativa, che redigerà il Piano di Sicurezza e Coordinamento.

Successivamente, in fase di realizzazione dell'opera, sarà nominato un Coordinatore per 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 Coordinamento

IL PROGETTISTA  
(DOTT. ING. GIUSEPPE DE LUCA)

