

**RIASSETTO E REALIZZAZIONE DELLA RETE DI TRASMISSIONE NAZIONALE A  
380/220/150 KV NELL'AREA DEL PARCO DEL POLLINO**

**DECLASSAMENTO ELETTRDOTTO AEREO DA 220 KV A 150 KV  
REALIZZAZIONE DI NUOVO TRATTO LINEA ROTONDA-MUCONE E  
DEMOLIZIONE LINEA 150 KV ROTONDA-CASTROVILLARI PREVIA REALIZZAZIONE DI  
DI COLLEGAMENTO ALLA C.P. DI CASTROVILLARI**

**Storia delle revisioni**

Rev. 00	Del 23/11/2009	Prima emissione

Elaborato	Verificato	Approvato
Quartararo S. SRI-PRI/NA		Paternò P. SRI-PRI/NA

m010CI-LG001-r02

## INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	IL TERRITORIO.....	3
2.1	Descrizione.....	3
2.2	Inquadramento geologico preliminare.....	3
3	REGIONI, PROVINCE E COMUNI INTERESSATI DALL'OPERA.....	3
4	VINCOLI PAESAGGISTICI ED AMBIENTALI.....	4
5	AREE IMPEGNATE E FASCE DI RISPETTO.....	4
6	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
7	ELABORAZIONE DEL PROGETTO.....	5
8	DESCRIZIONE DEL TRACCIATO.....	6
9	ATTRAVERSAMENTI.....	6
10	CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA.....	7
10.1	Calcolo della portata in corrente.....	7
10.1.1	Corrente al limite termico.....	7
10.1.2	Corrente al limite di funzionamento permanente.....	7
10.2	Componenti dell' elettrodotto.....	7
10.2.1	Conduttori.....	7
10.2.2	Sostegni e relative fondazioni.....	8
10.2.3	Isolatori.....	8
10.2.4	Morsetteria.....	8
10.2.5	Campata normale.....	9
10.2.6	Dati generali di progetto.....	9
10.2.7	Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto.....	9
10.3	TERRE E ROCCE DA SCAVO.....	10

## **1 PREMESSA**

Nell'ambito del riassetto delle linee 150 e 220 kV nell'intorno delle stazioni elettriche di Rotonda e Laino di proprietà Terna S.p.A. così come meglio specificato nel documento. n° RGFR06003BGL00101, la presente relazione fa riferimento al seguente intervento.

Declassamento a 150 kV della linea 220 kV Rotonda-Mucone previo la realizzazione di un nuovo tratto aereo a 150 kV che porterà fuori dell'abitato di Rotonda il tracciato dell'attuale collegamento 220 kV e la conseguente demolizione della linea 150 kV Rotonda-Castrovillari di 30 km dei quali 21 attraversano il Parco del Pollino.

Sarà inoltre realizzata una campata aerea, collegamento a "T", tra la linea declassata a 150 kV Rotonda-Mucone e la C.P. di Castrovillari così da garantire la doppia alimentazione della Cabina Primaria, che con tale soluzione potrà continuare ad essere alimentata dalla S.E. di Rotonda, nonostante la demolizione della linea Rotonda-Castrovillari, e dalla C.P. di Cammarata.

## **2 IL TERRITORIO**

### **2.1 Descrizione**

Il territorio interessato da questo intervento, appartiene alla media collina tra i 430 m s.l.m. della stazione di Rotonda e i 600 m s.l.m. del traliccio di aggancio al vecchio tracciato e fa parte del versante ovest del massiccio montuoso del Pollino e ricade totalmente al Comune di Rotonda della Provincia di Potenza.

Tale territorio è caratterizzato da medie pendenze dei versanti e da ridotta antropizzazione sviluppandosi lungo il fosso Paraturo dalla Stazione di Rotonda fino alla località S.Caterina. Il nuovo elettrodotto avrà una lunghezza complessiva di 3,4 km circa, mentre il tratto che sostituirà ha una lunghezza di circa 3,9 km ed interessa l'abitato di Rotonda.

### **2.2 Inquadramento geologico preliminare**

Si rimanda allo Studio di Impatto Ambientale (S.I.A.)

## **3 REGIONI, PROVINCE E COMUNI INTERESSATI DALL'OPERA**

Il tracciato della variante dell'elettrodotto in oggetto interessa:

- Regione della Basilicata

Provincia di Potenza

Comune di Rotonda

- Regione della Calabria

Provincia di Cosenza

Comune di Castrovillari

## 4 VINCOLI PAESAGGISTICI ED AMBIENTALI

Nell'area, nonostante il vincolo del Parco non sono state istituite aree caratterizzate da ZPS e SIC. Per il tratto interessato dalla linea oggetto dell'autorizzazione non si riscontrano vincoli secondo il T.U. dei Beni Culturali n. 42/04 né aree soggette a rischio di inondazione né di frane. E' presente tuttavia il vincolo idrogeologico.

Nella definizione della variante si è tenuto in conto della presenza del vallone Paraturo e delle abitazioni sparse poste ad Ovest dell'abitato di Rotonda.

Non insistono vincoli aeroportuali.

## 5 AREE IMPEGNATE E FASCE DI RISPETTO

Le aree effettivamente interessate dall'elettrodotto sono individuate, dal Testo Unico sugli espropri, come aree impegnate, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto, e nel caso specifico sono pari a circa 20 m dall'asse linea per parte. Il vincolo preordinato all'esproprio sarà invece apposto sulle "aree potenzialmente impegnate" (previste dalla L. 239/04), che equivalgono alle "zone di rispetto" di cui all'articolo 52 quater, comma 6, del Decreto Legislativo 27 dicembre 2004, n. 330, all'interno delle quali poter inserire eventuali modeste varianti al tracciato dell'elettrodotto senza che le stesse comportino la necessità di nuove autorizzazioni. L'ampiezza delle zone di rispetto (ovvero aree potenzialmente impegnate) sarà di circa 40 m per parte dall'asse linea, come indicato nella planimetria catastale allegata. Ai fini dell'apposizione del vincolo preordinato all'esproprio, le "aree potenzialmente impegnate" coincidono con le "zone di rispetto"; di conseguenza i terreni ricadenti all'interno di dette zone risulteranno soggetti al suddetto vincolo. In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà alla delimitazione delle aree effettivamente impegnate dalla stessa con conseguente riduzione delle porzioni di territorio soggette a vincolo preordinato all'esproprio e servitù.

I proprietari dei terreni interessati dalle aree potenzialmente impegnate (ed aventi causa delle stesse) e relativi numeri di foglio e particelle sono riportati nell'elaborato allegato, come desunti dal catasto.

## 6 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

### Leggi

- Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge in merito alle acque ed agli impianti elettrici.
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", (G.U. n. 55 del 7 marzo 2001)

- Decreto Del Presidente Del Consiglio Dei Ministri 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", (GU n. 200 del 29-8-2003)
- Decreto Del Presidente Del Consiglio Dei Ministri 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",
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n° 42 "Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio",
- Decreto Del Presidente Del Consiglio Dei Ministri 12 dicembre 2005 "Verifica Compatibilità Paesaggistica ai sensi dell' art 146 del Codice dei Beni Ambientali e Culturali",
- Decreto Ministeriale del 21 marzo 1988 ,"Disciplina per la costruzione delle linee elettriche aeree esterne" e successivi,
- Circolare Ministero Ambiente e Tutela del Territorio DSA/2004/25291 del 14 novembre 2004 in merito ai criteri per la determinazione della fascia di rispetto

### **Norme tecniche**

#### **Norme CEI**

- CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", quinta edizione, maggio 1989
- CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", prima edizione, 2000-07
- 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
- CEI 106-11, "Guida per la determinazione della fascia di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art.6)

## **7 ELABORAZIONE DEL PROGETTO**

Per la realizzazione del tracciato del tratto aereo in uscita alla stazione di Rotonda si è tenuto in considerazione

- La posizione dello stallo di partenza ubicato nella stazione di Rotonda in armonia con la programmazione degli interventi previsti di ammodernamento della stessa e in considerazione delle fasi transitorie di esercizio della stessa.
- Le costruzioni adibite a presenza prolungata di personale nell'ambito della fascia di rispetto
- La individuazione del primo sostegno della vecchia linea da conservare

## **8 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO**

Il tratto di linea in variante partirà in cavo dal nuovo quadro 150 kV, che verrà realizzato in blindato nell'area della stazione di Rotonda, e proseguirà fino a un centinaio di metri fuori della recinzione della stazione da dove, mediante una trasformazione da cavo ad aereo, realizzata su apposite mensole alloggiate sul traliccio capolinea, proseguirà in direzione SUD fuori dell'abitato di Rotonda e prevalentemente parallelo al Vallone Paraturo, per riagganciarsi, in località S.Caterina del Comune di Rotonda, al vecchio tracciato ed avrà una lunghezza di circa 3,4 Km. Il nuovo tratto ricadrà pertanto integralmente nell'ambito del territorio del Comune di Rotonda e sostituirà il tratto aereo esistente della linea 220 kV Rotonda-Mucone. A seguito di tale intervento si potrà dismettere e smantellare il tratto che oggi attraversa parte dell'abitato di Rotonda.

Nel comune di Castrovillari sarà realizzata un collegamento a "T" tra la linea declassata a 150 kV Rotonda-Mucone e la C.P. di Castrovillari così da garantire la doppia alimentazione della Cabina Primaria, che con tale soluzione potrà continuare ad essere alimentata dalla S.E. di Rotonda, nonostante la demolizione della linea Rotonda-Castrovillari, e dalla C.P. di Cammarata. Tale collegamento sarà garantito mediante la realizzazione di n. 3 sostegni tra la linea Rotonda-Mucone e la C.P. di Castrovillari dello sviluppo totale di circa 400 mt.

## **9 ATTRAVERSAMENTI**

Per la modesta dimensione dell'opera e per le particolarità dei luoghi non si segnalano attraversamenti significativi.

Sulla corografia Doc. DVFR06003BGL00117 sono indicati gli attraversamenti di cui al documento DGFR06003BGL00135.

## 10 CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA

### 10.1 Calcolo della portata in corrente

#### 10.1.1 *Corrente al limite termico*

L'elettrodotto aereo esistente Rotonda–Mucone è equipaggiato con un conduttore Alluminio-Acciaio avente una sezione di 509 mq. Il nuovo tratto di variante sarà equipaggiato con un conduttore da 585 mmq. Pertanto anche se sussiste una limitazione di portata nel tratto attualmente in esercizio, verranno prese in considerazione le prestazioni offerte dal nuovo conduttore. Per tale sezione ipotizzando la linea posta nella zona climatica B la portata in corrente in servizio normale risulta pari a 575 A nel periodo C e pari a 675 A nel periodo F.

#### 10.1.2 *Corrente al limite di funzionamento permanente*

La verifica del sovraccarico termico verrà fatta con il valore di 675 A e per tale valore verrà eseguito il calcolo dell'andamento del campo magnetico e la determinazione della fascia di rispetto come indicato dalla circolare del Ministero dell'Ambiente.

### 10.2 Componenti dell' elettrodotto

#### 10.2.1 *Conduttori*

Ciascuna fase elettrica sarà costituita da un conduttore in corda di alluminio e acciaio, della sezione complessiva di 585 mmq, composta da n. 19 fili di acciaio del diametro di 2,1 mm con zincatura maggiorata e da n. 54 fili di alluminio del diametro di 3,5 mm, con un diametro complessivo di 31,5 mm.

Il carico di rottura teorico minimo della corda per il conduttore di energia sarà di 16533 daN.

Presso il nuovo sostegno capolinea l'elettrodotto sarà collegato ai terminali del cavo per l'ingresso in stazione che saranno alloggiati sulla struttura metallica del traliccio terminale.

I conduttori di energia avranno un'altezza da terra non inferiore a 7 m, arrotondamento per eccesso di quella minima prevista dall' art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991 pari a 6,29 m.

L'elettrodotto sarà dotato di una fune di guardia, destinata a proteggerlo dalle scariche atmosferiche e migliorare la messa a terra dei sostegni.

Detta fune di guardia potrà incorporare la fibra ottica.

La fune di guardia di tipo incorporante fibre ottiche sarà costituita da corda del diametro esterno di 11,5 mm, contenente un tubetto in alluminio il quale racchiude dei tubetti in plastica che contengono le fibre ottiche.

Attorno al tubetto centrale sono avvolti due mantelli: uno interno composto da fili in acciaio ed uno esterno composto da fili in lega di alluminio.

### **10.2.2 Sostegni e relative fondazioni**

I sostegni saranno del tipo tronco piramidale, in singola terna, in angolari ad elementi bullonati e zincati a fuoco, della serie unificata TERNA, ed avranno un'altezza tale da garantire, anche in caso di freccia massima dei conduttori, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme ossia 6,2 m sul suolo.

L'altezza dei sostegni sarà determinata dal profilo altimetrico.

I sostegni previsti dalla variante avranno altezza totale fuori terra non superiore a 48 m e saranno infissi in fondazioni di calcestruzzo del tipo a piedini separati, oppure, di tipo speciale.

A seguito di indagini geologiche sui picchetti sui quali si risconterà una cattiva consistenza del terreno, verranno eseguiti dei pali di sottofondazione sotto ogni piedino o una speciale fondazione realizzata con travi di raccordo tra gli stessi

In ogni caso, i calcoli di verifica dei sostegni saranno eseguiti in conformità a quanto prescritto dalle vigenti norme.

I sostegni saranno provvisti d'impianto di messa a terra e di difesa parasalita.

### **10.2.3 Isolatori**

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

Le catene in amarro saranno composte da due catene in parallelo sulla linea di connessione.

### **10.2.4 Morsetteria**

La morsetteria sarà quella del tipo unificato TERNA.



### **10.2.5 Campata normale**

La campata media sarà di circa 200 m

### **10.2.6 Dati generali di progetto**

Per la determinazione dei calcoli dei sovraccarichi si deve tener presente che la variante ricade in zona B.

I calcoli delle frecce e delle sollecitazioni dei conduttori di energia, delle corde di guardia, dei sostegni e delle relative fondazioni, saranno rispondenti alla legge n. 339 del 28/06/1986 ed alle norme contenute nel Decreto 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;

Saranno altresì conformi alla suddetta legge ed alle norme CEI 11-4 le distanze dei sostegni dalle strade e dai gasdotti esistenti.

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 al dettato del D.P.C.M. del 8.7.2003 in quanto, con il valore di corrente nominale, il valore dei 3  $\mu$ T si ottiene a 21 m circa (vd par. 11.2).

### **10.2.7 Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto**

- |                                  |     |     |
|----------------------------------|-----|-----|
| - Frequenza nominale             | 50  | Hz  |
| - Tensione nominale              | 150 | kV  |
| - Potenza nominale               | 143 | MVA |
| - Intensità di corrente nominale | 550 | A   |

### 10.3 TERRE E ROCCE DA SCAVO

La realizzazione di un elettrodotto è suddivisibile in tre fasi principali:

1. esecuzione delle fondazioni dei sostegni;
2. montaggio dei sostegni;
3. messa in opera dei conduttori e delle corde di guardia.

Solo la prima fase comporta movimenti di terra, come descritto nel seguito.

Ciascun sostegno è dotato di quattro piedini separati e delle relative fondazioni, strutture interratoe atte a trasferire i carichi strutturali (compressione e trazione) dal sostegno al sottosuolo.

Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

- 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;
- un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
- 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.

Saranno inoltre realizzati dei piccoli scavi in prossimità del sostegno per la posa dei dispersori di terra con successivo reinterro e costipamento.

L'abbinamento tra ciascun sostegno e la relativa fondazione è determinato nel Progetto Unificato Terna mediante apposite "tabelle delle corrispondenze" tra sostegni, monconi e fondazioni.

Poiché le fondazioni unificate sono utilizzabili solo su terreni normali di buona e media consistenza, per sostegni posizionati su terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, su terreni instabili o su terreni allagabili, sono progettate fondazioni speciali (pali trivellati, micropali, tiranti in roccia), sulla base di apposite indagini geotecniche.

La realizzazione delle fondazioni di un sostegno prende avvio con l'allestimento dei cosiddetti "microcantieri" relativi alle zone localizzate da ciascun sostegno. Essi sono destinati alle operazioni di scavo, getto in cemento armato delle fondazioni, reinterro ed infine all'assemblaggio degli elementi costituenti la tralicciatura del sostegno. Mediamente interessano un'area circostante delle dimensioni di circa 30x30 m e sono immuni da ogni emissione dannosa.

Durante la realizzazione delle opere, il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso ciascun "microcantiere" 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 contrario, saranno eseguiti appositi campionamenti e il materiale scavato sarà destinato ad idonea discarica, con le modalità previste dalla normativa vigente.

In particolare, poiché per l'esecuzione dei lavori non sono utilizzate tecnologie di scavo con impiego di prodotti tali da contaminare le rocce e terre, nelle aree a verde, boschive, agricole, residenziali, aste fluviali o canali in cui sono assenti scarichi, vale a dire nelle aree in cui non sia accertata e non si sospetti potenziale contaminazione, nemmeno dovuto a fonti inquinanti diffuse, il materiale scavato sarà considerato idoneo al riutilizzo in sito.

Per tutte le tipologie di fondazioni, l'operazione successiva consiste nel montaggio dei sostegni, ove possibile sollevando con una gru elementi premontati a terra a tronchi, a fiancate o anche ad aste sciolte.

Ove richiesto, si procede alla verniciatura dei sostegni.

Infine una volta realizzato il sostegno si procederà alla risistemazione dei "microcantieri", previo minuzioso sgombero da ogni materiale di risulta, rimessa in pristino delle pendenze del terreno costipato ed idonea piantumazione e ripristino del manto erboso.

In complesso i tempi necessari per la realizzazione di un sostegno non superano il mese e mezzo, tenuto conto anche della sosta necessaria per la stagionatura dei getti.

Di seguito sono descritte le principali attività delle varie di tipologie di fondazione utilizzate.

#### Fondazioni a plinto con riseghe

Predisposti gli accessi alle piazzole per la realizzazione dei sostegni, si procede alla pulizia del terreno e allo scavo delle fondazioni. Queste saranno in genere di tipo diretto e dunque si limitano alla realizzazione di 4 plinti agli angoli dei tralicci (fondazioni a piedini separati).

Ognuna delle quattro buche di alloggiamento della fondazione è realizzata utilizzando un escavatore e avrà dimensioni di circa 3x3 m con una profondità non superiore a 4 m, per un volume medio di scavo pari a circa 30 mc; una volta realizzata l'opera, la parte che resterà in vista sarà costituita dalla parte fuori terra dei colonnini di diametro di circa 1 m.

Pulita la superficie di fondo scavo si getta, se ritenuto necessario per un migliore livellamento, un sottile strato di "magrone". Nel caso di terreni con falda superficiale, si procederà all'aggottamento della fossa con una pompa di esaurimento.

In seguito si procede con il montaggio dei raccordi di fondazione e dei piedi, il loro accurato livellamento, la posa dell'armatura di ferro e delle casserature, il getto del calcestruzzo.

Trascorso il periodo di stagionatura dei getti, si procede al disarmo delle casserature. Si esegue quindi il reinterro con il materiale proveniente dagli scavi, se ritenuto idoneo, ripristinando il preesistente andamento naturale del terreno. Il materiale di risulta, mediamente meno del 10% di

quello scavato, può essere utilizzato in loco per la successiva sistemazione del sito o allocato in discarica.

### Pali trivellati

La realizzazione delle fondazioni con pali trivellati avviene come segue.

- Pulizia del terreno; posizionamento della macchina operatrice; realizzazione di un fittone per ogni piedino mediante trivellazione fino alla quota prevista in funzione della litologia del terreno desunta dalle prove geognostiche eseguite in fase esecutiva (mediamente 15 m) con diametri che variano da 1,5 a 1,0 m, per complessivi 15 mc circa per ogni fondazione; posa dell'armatura; getto del calcestruzzo fino alla quota di imposta del traliccio.
- A fine stagionatura del calcestruzzo del trivellato si procederà al montaggio e posizionamento della base del traliccio; alla posa dei ferri d'armatura ed al getto di calcestruzzo per realizzare il raccordo di fondazione al trivellato; ed infine al ripristino del piano campagna ed all'eventuale rinverdimento.

Durante la realizzazione dei trivellati, per limitare gli inconvenienti dovuti alla presenza di falda, verrà utilizzata, in alternativa al tubo forma metallico, della bentonite che a fine operazioni dovrà essere recuperata e smaltita secondo le vigenti disposizioni di legge. Anche in questo caso il materiale di risulta può essere riutilizzato per la sistemazione del sito o smaltito in discarica autorizzata.

### Micropali

La realizzazione delle fondazioni con micropali avviene come segue.

- Pulizia del terreno; posizionamento della macchina operatrice; realizzazione di una serie di micropali per ogni piedino con trivellazione fino alla quota prevista; posa dell'armatura; iniezione malta cementizia.
- Scavo per la realizzazione dei dadi di raccordo micropali-traliccio; messa a nudo e pulizia delle armature dei micropali; montaggio e posizionamento della base del traliccio; posa in opera delle armature del dado di collegamento; getto del calcestruzzo.

Il volume di scavo complessivo per ogni piedino è circa 4 mc.

A fine stagionatura del calcestruzzo si procederà al disarmo dei dadi di collegamento; al ripristino del piano campagna ed all'eventuale rinverdimento.

Durante la realizzazione dei micropali, per limitare gli inconvenienti dovuti alla presenza di falda, verrà utilizzato un tubo forma metallico, per contenere le pareti di scavo, che contemporaneamente alla fase di getto sarà recuperato. Anche in questo caso il materiale di risulta può essere riutilizzato per la sistemazione del sito o smaltito in discarica autorizzata.

### Tiranti in roccia

La realizzazione delle fondazioni con tiranti in roccia avviene come segue.

- Pulizia del banco di roccia con asportazione del "cappellaccio" superficiale degradato (circa 30 cm) nella posizione del piedino, fino a trovare la parte di roccia più consistente; posizionamento della macchina operatrice per realizzare una serie di ancoraggi per ogni piedino; trivellazione fino alla quota prevista; posa delle barre in acciaio; iniezione di resina sigillante (biacca) fino alla quota prevista;
- Scavo, tramite demolitore, di un dado di collegamento tiranti-traliccio delle dimensioni 1,5 x 1,5 x 1 m; montaggio e posizionamento della base del traliccio; posa in opera dei ferri d'armatura del dado di collegamento; getto del calcestruzzo.

Trascorso il periodo di stagionatura dei getti, si procede al disarmo delle cassetture. Si esegue quindi il reinterro con il materiale proveniente dagli scavi, se ritenuto idoneo. Il materiale di risulta, mediamente meno del 10% di quello scavato, può essere utilizzato in loco per la successiva sistemazione del sito o allocato in discarica.