

## Servizio Sanitario Nazionale



REGIONE  
TOSCANA



Prot. n ASS/PRC/02/24644

Bologna, 3 giugno 2002

**AL RESPONSABILE DEL DIPARTIMENTO  
DELLA PREVENZIONE AZIENDA USL 10 DI  
FIRENZE**

**AI RESPONSABILI DEI DIPARTIMENTI  
DI SANITÀ PUBBLICA AZIENDE USL DI  
BOLOGNA SUD E CITTÀ DI BOLOGNA**

**AL MINISTERO DEL LAVORO**

**AL RESPONSABILE DEL DIPARTIMENTO  
TECNOLOGIE DI SICUREZZA  
ISPESL**

**AL DIRETTORE DELLA DIREZIONE  
REGIONALE DEL LAVORO TOSCANA**

**AL DIRETTORE DELLA DIREZIONE  
REGIONALE DEL LAVORO EMILIA-  
ROMAGNA**

**AI RESPONSABILI DELLE  
ORGANIZZAZIONI SINDACALI  
FILLEA-CGIL, FILCA-CISL, FENEAL-UIL**

**AD AUTOSTRADE S.p.A.**

**A SPEA S.p.A.**

**A TAV S.p.A.**

**AD ITALFERR S.p.A**

**A CONDOTTE S.p.A.**

**A CONSORZIO CAVET**

**A CONSORZIO NECSO**

**A QUERCIA 2 S.C.a R.L.**

Oggetto: **Standard di sicurezza per i lavori in galleria da adottarsi durante la costruzione di grandi opere pubbliche quali la linea ferroviaria ad Alta Velocità e la Variante Autostradale di Valico.**  
**Metodo di avanzamento con perforazione e sparo. Sistema di innesco delle cariche esplosive a tubo conduttore d'onda nelle gallerie grisuose**

Le gallerie vengono scavate attraverso processi di abbattimento che fanno ricorso ad energia meccanica ed a mezzi meccanici.

Detti processi vengono distinti in due classi principali che sono identificate come processi di abbattimento con perforazione e sparo (dall'inglese drilling & blast) e processi di abbattimento meccanico (o con mezzi meccanici).

La scelta del metodo di scavo è condizionata dal sistema "tecnica di abbattimento – formazione geologica" e quindi dalle caratteristiche del mezzo e dagli effetti indotti nell'intorno dell'opera.

In termini generali il processo di abbattimento con perforazione e sparo trova applicazione nello scavo di gallerie in ammassi rocciosi aventi elevate caratteristiche di resistenza.

L'utilizzo degli esplosivi in campo civile, per gli aspetti connessi alla produzione, trasporto e controllo, è sottoposto ad una specifica disciplina che ha le sue fonti nel Testo Unico delle Leggi di Pubblica Sicurezza (R.D. 18/06/1931 n° 773) e nel Regolamento di Attuazione (R.D. 06/05/1940 n° 635). Per gli aspetti di sicurezza del lavoro, con l'esclusione dei lavori minerari, nel capo III del D.P.R. 19/03/1956 n° 302 e per l'utilizzo in sotterraneo nel D.P.R. 20/03/1956 n° 320.

I processi di integrazione nella Unione Europea e gli sforzi di creare un mercato comune di libera circolazione delle merci hanno riguardato il settore della immissione sul mercato e di controllo degli esplosivi per uso civile con l'emanazione di una "direttiva di prodotto" (93/15/CEE) che è stata recepita con il D.Lgs. 02/01/1997 n° 7 entrato in vigore il 12/02/1998. Questo decreto prevede come termine ultimo per la produzione, la vendita e l'utilizzo degli esplosivi prodotti secondo la precedente normativa il 31/12/2002. Il D.Lgs. 02/01/1997 n° 7 è di fatto inoperante perché, ad oggi, ancora privo del regolamento di attuazione.

Nel campo della sicurezza del lavoro, che è l'argomento che interessa nello specifico le scriventi Regioni, la legislazione di settore prima citata, pur essendo stata emanata oltre mezzo secolo fa, non è mai stata completata nei suoi aspetti attuativi come ad esempio la predisposizione dell'elenco ministeriale degli esplosivi e dei mezzi di accensione ammessi in sotterraneo (artt. 42 e 43 del D.P.R. 20/03/1956 n° 320) in cui devono essere compresi gli esplosivi riconosciuti antigrisutosi per l'impiego in scavi in terreni grisutosi (art. 77 del D.P.R. 20/03/1956 n° 320).

La legislazione sopra richiamata fa riferimento alle conoscenze scientifiche ed alle disponibilità tecnologiche del momento di attuazione (anno 1956). Si fa quindi riferimento ai sistemi di innesco a miccia (a fiamma) e di tipo elettrico.

Nelle previsioni legislative (art. 49 del D.P.R. 20/03/1956 n° 320 e art. 33 del D.P.R. 19/03/1956 n° 302) l'utilizzo di un sistema di tiro elettrico impone le seguenti misure:

- il sezionamento totale dell'impiantistica elettrica installata in sotterraneo e la sua cortocircuitazione
- la messa a terra dell'impianto elettrico e delle masse conduttrici presenti in galleria
- il divieto di effettuare il brillamento nel caso di manifestazioni temporalesche nel raggio di 10 km.

Tutte queste misure precauzionali sono volte ad evitare i pericoli che possono derivare dall'utilizzo di detonatori elettrici in presenza di eventuali fenomeni elettrici o elettromagnetici di origine atmosferica, o dovuti a correnti sotterranee disperse, o alla vicinanza di linee elettriche.

Durante i lavori di costruzione della galleria autostradale del Frejus la società costruttrice presentò istanza al Ministero del Lavoro per il riconoscimento di "pari efficacia" di un diverso sistema di sicurezza. Detto sistema, approvato con D.M. 19/05/1978, si basa sul concetto del sezionamento elettrico degli ultimi 300 m di linea elettrica verso il fronte previa adozione di specifiche misure di sicurezza complementari.

Da tale data non è stato più effettuato nessun aggiornamento legislativo in materia.

Rispetto ai sistemi di innesco citati nella normativa (miccia - a fiamma ed elettrico), in tempi recenti la ricerca tecnologica ha messo a disposizione un nuovo sistema di innesco di tipo non elettrico a tubo conduttore d'onda meglio noto come innesco non elettrico.

L'innesco non elettrico è costituito da un tubo di plastica, la cui superficie interna è ricoperta da una pellicola sottilissima di sostanza esplosiva, collegato ad un detonatore. La reazione all'interno del tubo, in analogia a quanto fatto dalla corrente elettrica nei reofori dei detonatori elettrici, innesca la carica del detonatore.

L'elevata affidabilità del sistema, la facilità di posa e collegamento, l'indipendenza dai campi elettrici, la visibilità dei collegamenti, il facile controllo hanno decretato una larga diffusione del sistema di innesco non elettrico.

Le aziende impegnate nella realizzazione dei lavori di costruzione della linea ferroviaria ad Alta Velocità hanno posto un quesito sulla possibilità di utilizzo del sistema di innesco non elettrico nelle gallerie grisutose visto che l'impianto legislativo prevede, per questa tipologia di gallerie, l'accensione elettrica delle mine.

E' evidente che una legislazione nata in un periodo precedente all'introduzione di questo nuovo metodo di innesco non poteva prendere in esame e disciplinare una tecnologia allora sconosciuta.

Nell'esecuzione di brillamenti elettrici in galleria può risultare complesso realizzare e controllare il circuito elettrico tra i detonatori. Inoltre alcune condizioni che possono essere presenti in galleria, quali venute d'acqua di notevole portata, confliggono con alcuni requisiti richiesti dal brillamento elettrico come il sezionamento dell'impianto. In queste condizioni si possono avere dei tempi di caricamento della volata e di controllo del circuito lunghi. Occorre ricordare che il caricamento della volata è la fase più delicata del sistema di abbattimento con perforazione e sparo e questa coinvolge una molteplicità di maestranze.

Tutte queste ragioni rendono pregnante il quesito posto e giustificano la necessità di effettuare un'analisi di rischio connessa all'utilizzo delle diverse metodologie.

Sulla base di queste considerazioni, tenuto conto della legislazione vigente, si propone una lettura aperta della normativa che, nel rispetto dello spirito legislativo, introduce la possibilità di utilizzo della nuova tecnologia.

Nel documento allegato si propone una configurazione con utilizzo di detonatori non elettrici del tipo a conduttore d'onda applicabile nelle gallerie grisutose. Tale configurazione conferma i principi di sicurezza che sono contenuti nell'impianto legislativo vigente e dà attuazione al principio di adeguamento delle modalità di lavoro al grado di evoluzione della tecnica, della prevenzione e della protezione previsto dal D.Lgs. 626/94.

Il documento è stato elaborato nell'ambito del Gruppo interregionale Alta Velocità, da operatori dei servizi di Sicurezza del lavoro delle Aziende USL, da operatori delle Regioni interessate e con la collaborazione dell'Istituto di Scienze Minerarie della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna e del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze.

In allegato alla presente si fornisce lo standard di sicurezza che rende possibile l'utilizzo del sistema di innesco non elettrico nelle gallerie grisutose.

Si invitano le società committenti dei lavori a trasmettere copia della presente nota interregionale alle imprese a cui è stata assegnata o verrà affidata la realizzazione di lotti dei lavori di queste opere pubbliche. Si invitano queste ultime imprese a dare applicazione alle misure di prevenzione e protezione previste nel presente documento qualora le stesse optino per l'utilizzo di un sistema di tiro non elettrico nelle gallerie grisutose.

Si invitano i servizi di vigilanza in indirizzo a fare applicare i provvedimenti in oggetto.

**Regione Emilia Romagna  
Assessorato alla Sanità**

**Servizio Sanità pubblica  
PIERLUIGI MACINI**

**Regione Toscana  
Dipartimento del Diritto alla salute  
e delle Politiche di solidarietà'**

**Area Servizi di Prevenzione  
BRUNO CRAVEDI**

Si allega: "Standard di sicurezza per i lavori in galleria da adottarsi durante la costruzione di grandi opere pubbliche quali la linea ferroviaria ad Alta Velocità e la Variante Autostradale di Valico.

Metodo di avanzamento con perforazione e sparo. Sistema di innesco delle cariche esplosive con tubo conduttore d'onda nelle gallerie grisutose".

**Standard di sicurezza per i lavori in galleria da adottarsi durante la costruzione di grandi opere pubbliche quali la linea ferroviaria ad Alta Velocità e la Variante Autostradale di Valico.**

**Metodo di avanzamento con perforazione e sparo. Sistema di innesco delle cariche esplosive a tubo conduttore d'onda nelle gallerie grisutose**

## 1 INTRODUZIONE

Ogni sistema di innesco presenta delle caratteristiche proprie che influenzano e condizionano le modalità d'uso e le regole di sicurezza da applicare. Nel corso degli anni la ricerca sulla utilizzazione degli esplosivi ha fatto compiere grandi balzi in avanti alla affidabilità, alla stabilità, alla indipendenza dai fattori esterni.

I sistemi di innesco tradizionali a miccia (a fiamma) o elettrico sono stati affiancati da un nuovo sistema denominato a tubo conduttore d'onda che ha profondamente innovato il settore.

## 2 INNESCO CON MICCIA A LENTA COMBUSTIONE

### *Principio*

La miccia a lenta combustione trasporta l'energia di attivazione (calore) alla carica esplosiva del detonatore ordinario mediante la combustione dell'anima, costituita da polvere nera, che è avvolta da più strati incrociati di cotone e canapa, avvolti in un involucro impermeabile. La miccia a lenta combustione viene attivata con fiamma.

### *Problematiche connesse all'uso*

Esistono problemi legati al mantenimento delle caratteristiche intrinseche (velocità di combustione) e di integrità del cordone con conseguente pericolo di interruzione della combustione e quindi mancata trasmissione della fiamma di innesco. Le micce sono sensibili all'umidità e all'acqua.

### *Utilizzabilità*

Non esistono limitazioni per quanto riguarda la sicurezza all'impiego dell'accensione con miccia a lenta combustione nelle gallerie non grisutose (classe 0; classe 1a, 1b e 1c se il modello di flusso di grisù derivante dall'elaborazione dei dati di monitoraggio lo consente come da nota interregionale prot. n° 9940/PRC del 09/03/00).

E' vietato l'impiego nelle gallerie grisutose (classe 2) ai sensi dell'art. 77 del D.P.R. 320/56. La ragione del divieto nasce dal fatto che l'attivazione della miccia avviene tramite una fiamma e la propagazione è una combustione. La fiamma o la combustione sono un innesco per il grisù eventualmente presente in galleria.

## 3 INNESCO ELETTRICO

### *Principio*

L'innesco elettrico si basa sul principio che l'attivazione dei detonatori elettrici è provocata per mezzo della corrente elettrica generata da un esploditore e trasmessa attraverso la linea di tiro. L'intensità della corrente deve essere commisurata all'energia richiesta per

l'accensione dei detonatori elettrici. La resistenza del circuito elettrico (somma della resistenza della linea di tiro e della resistenza del circuito dei detonatori) dipende dalla resistenza di ciascun detonatore, dalla lunghezza dei reofori, dal collegamento tra i detonatori (in serie, in parallelo, in serie-parallelo, in parallelo-serie).

### *Problematiche connesse all'uso*

Corrente, tensione e resistenza del circuito non sono parametri indipendenti ma legati dalla legge di Ohm. Per mantenere il valore di resistenza entro limiti accettabili si devono eseguire configurazioni complesse del circuito della volata (collegamenti serie-parallelo). Se non si contiene il valore totale di resistenza del circuito o si sottodimensiona l'esplositore si corre il pericolo di mine gravide per insufficiente tensione elettrica di accensione.

La continuità elettrica e la corretta esecuzione dei circuiti secondo il progetto deve essere verificata con un ohmmetro.

Occorre adottare una serie di misure di sicurezza per evitare l'accensione accidentale e prematura della volata. Detto rischio è legato alla presenza di corrente elettrica da contatto, da scariche elettriche legate a fenomeni temporaleschi, da induzione o a causa di correnti vaganti. Il rischio di accensione accidentale comporta il divieto di usare corrente elettrica in galleria durante il caricamento con necessità di utilizzare per l'illuminazione e l'educazione delle acque dei sistemi alternativi.

### *Utilizzabilità*

Nelle gallerie non grisutose (classe 0; classe 1a, 1b e 1c se il modello di flusso di grisù derivante dall'elaborazione dei dati di monitoraggio lo consente come da nota interregionale prot. n° 9940/PRC del 09/03/00) è consentito l'utilizzo dell'innesco elettrico alla condizione che vengano rispettate le seguenti misure:

- evitare che parti nude di conduttori vengano a contatto con le parti rocciose o siano immerse nell'acqua (art. 31 D.P.R. 302/56)
- rivestire le giunzioni dei conduttori con isolanti (art. 31 D.P.R. 302/56)
- effettuare il controllo dei circuiti elettrici con ohmmetro (art. 31 D.P.R. 302/56)
- vietare l'accensione elettrica se entro un raggio di 10 km vi sono temporali (art. 33 D.P.R. 302/56)
- sezionare dall'esterno tutte le linee elettriche entranti in sotterraneo (art. 49 D.P.R. 320/56)<sup>1</sup>
- cortocircuitare e collegare elettricamente a terra i tratti di linea entranti in sotterraneo (art. 49 D.P.R. 320/56)<sup>1</sup>
- collegare elettricamente a terra i binari e tutte le condutture metalliche (art. 49 D.P.R. 320/56).

---

<sup>1</sup> Le misure annotate possono essere sostituite con il sistema di sicurezza autorizzato dal D.M. 19/05/78 (decreto Frejus) che prevede, prima del caricamento dei fori da mina, il sezionamento del circuito elettrico ad una distanza non inferiore a 300 m dal fronte. Inoltre tale circuito sezionato deve essere cortocircuitato e messo a terra. Ulteriore condizione è che l'energia elettrica in media tensione sia trasportata in galleria con cavo corazzato di opportune caratteristiche e che detta linea elettrica sia protetta con interruttore differenziale avente  $I_{\Delta N}=0,3$  A e tempo d'intervento  $t=250$  ms. La linea in bassa tensione 220-380 V deve essere protetta con interruttore differenziale avente  $I_{\Delta N}=0,15$  A e tempo d'intervento  $t=100$  ms. Infine i detonatori elettrici devono essere ad alta intensità di opportune caratteristiche.

Nelle gallerie grisutose (classe 2) le misure di sicurezza sopra descritte devono essere integrate con le seguenti:

- utilizzare esplosivi e accessori di sicurezza antigrisutosi (art. 77 D.P.R. 320/56)
- evacuare tutto il personale dal sotterraneo prima della fase di accensione delle mine (art. 77 D.P.R. 320/56)
- accendere elettricamente le mine dall'esterno (art. 77 D.P.R. 320/56).

La prima delle tre misure di sicurezza integrative si pone l'obiettivo di evitare l'innesco della miscela di grisù.

La seconda e la terza misura si prefiggono lo scopo di incrementare il livello di sicurezza facendo in modo che prima della fase di accensione tutto il personale esca dalla galleria, compresa la persona che aziona l'esplosore. Nessuna persona deve subire un danno nel caso che il gas, già presente in galleria al momento della volata o quello eventualmente liberatosi durante l'abbattimento, venga innescato.

Per quanto riguarda la seconda misura di sicurezza si fa presente che con l'allocuzione "uscire", nel caso di una galleria di limitata lunghezza, non è sufficiente portare il personale all'esterno ma occorre che questo sia al di fuori della zona di rischio. Infatti l'esplosione del grisù può propagarsi oltre l'imbocco per l'effetto "canna da fucile" che si determina. In questi casi si deve intendere l'uscire come il portarsi in un luogo non interessato dagli effetti di un'esplosione verificatasi all'interno della galleria. Questa evenienza deve essere valutata in via preliminare, adottando, se del caso, le misure idonee.

Per il rispetto della terza misura di sicurezza si deve adottare in sequenza temporale la seguente procedura esecutiva:

- (1) stendere la linea di tiro cortocircuitandola ad entrambi i capi e collegandola a terra;
- (2) realizzare il circuito elettrico dei detonatori;
- (3) collegare il circuito dei detonatori alla linea di tiro;
- (4) togliere lato esplosore la cortocircuitazione e la messa a terra della linea di tiro e collegarla all'esplosore;
- (5) azionare l'esplosore.

#### **4 INNESCO NON ELETTRICO**

##### *Principio*

Il sistema d'innesco a tubo conduttore d'onda, si basa sul principio che l'attivazione dei detonatori non elettrici è provocata dall'onda di deflagrazione che si propaga all'interno di un tubo di plastica rivestito internamente da una sostanza esplosiva.

##### *Problematiche connesse all'uso*

Il sistema ha come vantaggio principale che non può essere attivato accidentalmente da scariche elettriche, correnti parassite o campi elettrici in quanto è indipendente da questi fenomeni. E' insensibile alla presenza di acqua. Presenta una facilità e rapidità di impiego e permette un controllo visivo del circuito di tiro.

Un vincolo è rappresentato dalla lunghezza dei tubi conduttori d'onda che è modulare e non può essere modificata in corso d'opera.

##### *Utilizzabilità*

Non esistono limitazioni per quanto riguarda la sicurezza all'impiego nelle gallerie non grisutose (classe 0; classe 1a, 1b e 1c se il modello di flusso di grisù derivante

dall'elaborazione dei dati di monitoraggio lo consente come da nota interregionale prot. n° 9940/PRC del 09/03/00).

Per le gallerie grisutose si rimanda al successivo punto 5.

## 5 INNESCO NON ELETTRICO NELLE GALLERIE GRISUTOSE

All'interno del capo X del DPR 320/56 vi è un articolo specifico, l'art. 77, che regola l'impiego degli esplosivi negli scavi in terreni grisutosi. Si richiamano, per comodità, le misure di sicurezza:

- utilizzare esplosivi e accessori di sicurezza antigrisutosi
- evacuare tutto il personale dal sotterraneo durante la fase di accensione delle mine
- accendere elettricamente le mine dall'esterno.

Se si realizza un caricamento con il sistema non elettrico non si devono rispettare le condizioni previste per il caricamento elettrico in quanto il sistema di innesco a tubo d'onda è indipendente dai fenomeni elettrici.

Occorre invece rispettare le condizioni previste per le gallerie grisutose i cui principi sono richiamati all'inizio di questo capitolo.

Guardandole in dettaglio:

- la prima condizione, quella di utilizzare esplosivi ed accessori di sicurezza per evitare l'innescò di grisù durante la volata, deve essere rispettata
- la seconda condizione, di allontanare tutto il personale prima della fase di accensione, deve essere sempre rispettata
- la terza condizione, quella di accendere elettricamente le mine dall'esterno, può essere raggiunta in due modi:
  - a) con una linea di tiro non elettrica che arriva all'esterno. L'utilizzo del sistema soddisfa la condizione di accensione elettrica in quanto lo scopo del legislatore era escludere l'accensione con miccia a lenta combustione che era l'altro metodo allora applicabile;
  - b) con un sistema ibrido in cui l'attivazione del sistema non elettrico è di natura elettrica. In questo caso, per la parte di circuito elettrico si devono rispettare le condizioni richieste per gli inneschi elettrici.

Nelle gallerie grisutose (di classe 2) in base alla nota interregionale prot. n° 9940/PRC del 09/03/00 è previsto un sistema di gestione del rischio grisù attraverso la presenza di figure esperte in materia e attraverso un sistema di monitoraggio continuo in ambiente con registrazione dei dati. In particolare è richiesta la figura del Responsabile del monitoraggio e degli addetti al monitoraggio, questi ultimi presenti in turno.

L'art. 79 del D.P.R. 320/56 prevede la sospensione dei lavori e l'abbandono del sotterraneo quando la concentrazione di grisù supera 1% in volume o in caso di irruzione massiva di gas.

Per definire il modello di emissione del gas il Responsabile del monitoraggio deve valutare:

- i risultati del monitoraggio effettuato nei fori da mina prima del caricamento
- i risultati del monitoraggio in continuo effettuati dal sistema automatico
- i risultati del monitoraggio con strumentazione portatile effettuati in ambiente (in prossimità della zona del fronte) prima e durante il caricamento della volata.

Al termine delle valutazioni sopra descritte il Responsabile del monitoraggio può autorizzare l'effettuazione del caricamento della volata con innesco non elettrico.



L'innesco non elettrico può essere effettuato in uno dei seguenti modi:

### **5 a - sistema di tiro totalmente non elettrico**

le misure di sicurezza integrative da rispettare risultano:

- utilizzo esplosivi antigrisutosi
- utilizzo accessori antigrisutosi
- evacuazione di tutto il personale prima della volata
- accensione delle mine dall'esterno

### **5 b - sistema di tiro misto: non elettrico nel circuito dei detonatori ed elettrico nella linea di tiro**

alle sotto elencate misure di sicurezza integrative:

- utilizzo esplosivi antigrisutosi
- utilizzo accessori antigrisutosi
- evacuazione di tutto il personale prima della volata
- accensione delle mine dall'esterno

si devono aggiungere le seguenti procedure e misure di sicurezza suppletive:

- (1) stendere la linea di tiro cortocircuitandola ad entrambi i capi e collegandola a terra;
- (2) caricare la volata con un circuito di detonatori non elettrici. Essendo il sistema indipendente dai fenomeni elettrici durante questa fase non esistono limitazioni di esercizio dell'impianto elettrico;
- (3) prima di procedere a collegare il/i detonatore/i di accensione con la linea di tiro elettrica si deve:
  - sezionare dall'esterno l'impiantistica elettrica installata in galleria<sup>2</sup>
  - cortocircuitare le linee elettriche entranti in galleria<sup>2</sup>
  - collegare elettricamente a terra le linee elettriche entranti in galleria<sup>2</sup>
  - collegare elettricamente a terra i binari e tutte le condutture metalliche
- (4) collegare il detonatore di accensione alla linea di tiro;
- (5) collegare il detonatore di accensione al circuito dei detonatori non elettrici;
- (6) togliere, lato esploditore, la cortocircuitazione e la messa a terra della linea di tiro e collegarla all'esploditore;

---

<sup>2</sup> anche in questo caso le misure annotate possono essere sostituite con il D.M. 19/05/78 (decreto Frejus) per la parte inerente l'innesco elettrico. Il decreto va adattato alla specificità del sistema ovvero si deve, prima di effettuare la connessione tra il sistema non elettrico e la linea di tiro elettrica, effettuare il sezionamento del circuito elettrico ad una distanza non inferiore a 300 m dal punto di connessione. Valgono tutte le ulteriori condizioni che per comodità si richiamano. Il circuito sezionato deve essere cortocircuitato e messo a terra. L'energia elettrica in media tensione deve essere trasportata in galleria con cavo corazzato di opportune caratteristiche e detta linea elettrica deve essere protetta con interruttore differenziale avente  $I_{\Delta N}=0,3$  A e tempo d'intervento  $t=250$  ms. La linea in bassa tensione 220-380 V deve essere protetta con interruttore differenziale avente  $I_{\Delta N}=0,15$  A e tempo d'intervento  $t=100$  ms. Infine i detonatori elettrici devono essere ad alta intensità di opportune caratteristiche.

(7) azionare l'esplosore.

Le Aziende che intendono adottare quest'ultima modalità di realizzazione e d'innescio della volata devono predisporre apposita procedura scritta che il fochino incaricato di realizzare l'ultima connessione deve sottoscrivere.