

Gen. Lorenzo Golino

**MANUALE PER L'ESAME
DI FOCHINO**

Nozioni tecniche e giuridiche

Bolzano, aprile 2000

*Ho il piacere di presentare ai visitatori del mio sito internet
<http://www.earmi.it>*

il presente aureo manuale dell'amico generale Golino.

Egli opera da lungo tempo in Alto Adige e regioni vicine come valente perito balistico ed esplosivista ed ha provveduto a raccogliere tutte quelle nozioni tecniche e giuridiche che è necessario conoscere per maneggiare esplosivi e per ottenere la licenza di fochino.

Come me, non lavora per fini di lucro, ma per passione, e mette quindi il manuale a disposizione gratuita dei lettori.

Edoardo Mori

Questo libro è coperto da copyright dell'Autore che lo mette a disposizione gratuita degli interessati. Può essere quindi riprodotto e distribuito gratuitamente, in tutto o in parte, purché senza modifiche e con indicazione dell'Autore e della fonte. Ne è vietato ogni uso commerciale.

Copyright © 2000

Cap. I GLI ESPLOSIVI

GENERALITÀ

Definizione

Qualsiasi sostanza o miscuglio di sostanze che dietro idonea azione innescante, è capace di trasformarsi in tempi brevissimi in gas ad alta temperatura, con formazione di altissime pressioni e, quindi, con produzione di lavoro.

Fenomeno esplosivo

Può avvenire nell'ordine di:

- decimi di secondo, nella *deflagrazione*, che avviene a velocità subsonica e con carattere progressivo. La deflagrazione avviene in tre fasi: *accensione* da parte di un innescante; *infiammazione* della superficie esterna; *combustione* con carattere progressivo dall'esterno all'interno.

- millesimi di secondo, nella *detonazione*, che avviene con carattere istantaneo, dal punto di innesco iniziale all'intera massa della sostanza, con velocità (**Vd**) di 5.000-8.000 m/s.

Onda d'urto

È la somma dell'onda di pressione e dell'onda retrograda.

L'istantaneo aumento di volume dei gas provoca un'onda di pressione nel mezzo a contatto. Se il mezzo è solido, viene deformato, a volte fin oltre il limite di rottura. Nell'aria si forma un picco di pressione (*onda diretta*) che può raggiungere le centinaia di migliaia di

atmosfera. Il picco decresce allontanandosi dal punto di esplosione e colpisce gli oggetti che incontra. L'aria viene allontanata dal punto di esplosione e, esaurito l'effetto dell'onda diretta, torna ad occupare lo spazio vuoto, con movimento inverso al precedente. Si forma l'*onda retrograda*, che completa la demolizione delle strutture già compromesse dall'onda diretta.

PROPRIETÀ

Bilancio d'ossigeno (B.O.)

È detto *negativo* quando l'esplosione assorbe ossigeno dall'aria (ossidazione incompleta e quindi necessità di uso soltanto all'aperto).

È detto *positivo* quando l'esplosione cede ossigeno all'aria (ossidazione completa, con possibilità di impiego in galleria).

Calore di esplosione

Quantità di calore sviluppato nell'esplosione da un kg di sostanza.

A volume costante (cioè in un recipiente indeformabile ed a 20°C), oscilla tra 400 e 1.500 Kal/Kg.

Densità

Assoluta: peso di un litro di esplosivo (**Ps**). Varia da 0,9 a 1,8 **Kg/l**.

Di carica: peso dell'esplosivo contenuto in un litro di foro da mina.

Distanza di colpo

Sensibilità all'esplosione di una carica a non immediato contatto. Viene anche chiamata esplosione "per simpatia". Dipende dalla natura dell'esplosivo, dalla sua densità, dalla conduttività del mezzo interposto tra le cariche.

Forza

Energia di esplosione misurata al pendolo balistico e convenzionalmente espressa in *Strenght*, attribuendo il valore 100 alla gelatina gomma. Dalla forza si valuta la *dirompenza* di un esplosivo.

Igroscopicità

Resistenza all'umidità, senza perdita delle qualità esplosivi.

Pressione di esplosione

Fenomeno complesso, che dipende dalla densità di carica esplosiva. Si misura in Kg/cmq. Non è mai inferiore a 290 Kg/cmq e nelle dinamiti può raggiungere gli 85.000 kg/cmq.

Sensibilità

Attitudine ad esplodere più o meno facilmente all'inizio dell'azione esplosiva, per effetto di una causa specifica: urto, frizione, temperatura, pressione, innescamento.

La sensibilità all'urto (**Su**) si misura in *cm* di caduta di un peso in un apparecchio detto "berta" e varia tra 4 e 110.

Stabilità

Attitudine dell'esplosivo a mantenere inalterate nel tempo le sue caratteristiche chimico-fisiche, in normali condizioni di umidità, temperatura e luce. Varia in relazione a temperatura e umidità.

Temperatura di accensione

È la temperatura alla quale l'esplosivo inizia a bruciare.

È inferiore alla temperatura necessaria a dar luogo all'esplosione, fenomeno che dipende anche dalla pressione. Varia da 210°C a 350°C.

Temperatura di esplosione (Te)

È quella raggiunta dalla fiamma nella fase di esplosione. Varia da 900°C a 4.000°C.

Velenosità

Tendenza di un esplosivo ad originare fumi tossici e, particolarmente, gas nitrosi ed ossido di carbonio.

CLASSIFICAZIONE

Gli esplosivi possono essere classificati con differenti criteri.

Secondo lo stato fisico:

- gassosi
- liquidi
- gelatinati
- solidi (polverulenti o compatti)

Secondo la composizione chimica:

- composti esplosivi o esplosivi chimici fondamentali;
- miscele esplosive, composte da esplosivi chimici di vario genere e da altre sostanze;
 - miscugli esplosivi, formati mescolando sostanze combustibili ed ossidanti, singolarmente non esplosive.

Secondo la destinazione d'impiego:

- di lancio, deflagranti
- dirompenti (*di scoppio*, alti esplosivi detonanti in granate e bombe, e *da mina*, detonanti e di rado deflagranti, per lavori o demolizioni)
- innescanti, sempre detonanti

Secondo l'ambiente di lavoro (soltanto quelli da mina):

- per cava o lavori all'aperto (avvolti in carta gialla)
- per lavori in sotterraneo (avvolti in carta rossa)
- di sicurezza o antigrisoutosi (avvolti in carta verde)

Secondo le leggi di Pubblica Sicurezza (all. "A" al Regolamento di PS)

- Categoria I: Polveri e prodotti affini negli effetti esplodenti (polvere pirica nera ordinaria da mina);
- Categoria II: Dinamiti e prodotti affini negli effetti esplodenti (tutti gli altri esplosivi detonanti e la miccia detonante);

- Categoria III: Detonanti e prodotti affini negli effetti esplosivi (detonatori ordinari ed elettrici);
- Categoria IV: Artifici e prodotti affini negli effetti esplosivi (nulla che interessi i lavori da mina);
- Categoria V: Munizioni di sicurezza e giocattoli pirici (micce a lenta combustione, accenditori elettrici non detonanti)

DESCRIZIONE

Esplosivi chimici

Eteri nitrici

Si ottengono tutti per azione di acidi nitrico e solforico su una sostanza base (S.B.).

Nitroglicerina (Ngl, trinitroglicerina)

Scoperta nel 1847 da Ascanio Sobrero. S.B. glicerina. Liquido oleoso e incolore allo stato puro, ma giallo nella produzione commerciale. Poco solubile in acqua, ma solubile in alcool. Stabile allo stato puro. Molto velenosa per contatto e nei suoi vapori (antidoti: caffè, piramidone, aria fresca). Brucia all'aria libera. Ps=1,6. Congela ad 8°C. Detona a 218°C. Detona nell'urto tra metalli. Vd=7.400. Su=6. Te=4200°C. BO positivo. A causa della sua elevata Su, non si impiega da sola, ma miscelata ad altre sostanze esplosive o inerti.

Nitroglicole (dinitroglicol)

Scoperto nel 1870 da Henry. S.B. glicole etilenico. Aspetto analogo alla nitroglicerina. È solubile in acqua, alcoole, benzolo. Velenoso. Ps=1,5. Congela a -22°. Vd=8000. Su=7. Te=3600°C. B.O.=0. Si impiega in miscela con la nitroglicerina, per preparare dinamiti incongelabili.

Pentrite (tetranitropentaeritrite, PETN, nitropenta)

Scoperta nel 1891 da Tollens e Wigland. S.B. pentaeritrite. Polvere bianca e cristallina. Insolubile in acqua ed alcool. Ps=1,76. Fonde a 140°C. A 215°C, brucia all'aria libera ed esplose in involucro chiuso. Vd=8600. Su=27. BO negativo. Siccome può detonare in masse di piccolo diametro, è impiegata nelle micce detonanti (primacord) più avanti descritte. Viene anche impiegata come detonatore secondario (booster) in grosse cariche. Con la nitroglicerina, forma miscele plastiche di forte dirompenza (pentriniti). Flemmatizzata con paraffina, era impiegata come esplosivo da demolizione. Unita con olio minerale, forma molti esplosivi plastici militari, di potenza pari a circa il 160% di quella del TNT. Tossica per inalazione, provoca abbassamento di pressione e, in forti dosi, difficoltà respiratorie.

Nitrocellulose

S.B. cellulosa.

Binitrocellulosa o cotone collodio. Aspetto simile al cotone. Brucia a 200°. Ps=1,6. Insolubile in acqua. Gelatinizza in unione alla nitroglicerina ed al nitrodiglicole. Soggetto a decomposizione lenta nel tempo. Esplose in recipiente chiuso, con Vd=5400. Su=35. Te=2100°C. Viene usato in composizione con altre sostanze nella preparazione di polveri infumi e di dinamiti.

Fulmicotone. Scoperto da Schönbein nel 1846. Simile al cotone collodio, ma più igroscopico ed infiammabile e meno stabile. Vd=6800. Su=30. Te=3100°C. B.O. negativo. Entra nella composizione di alcune polveri infumi.

Nitroderivati

Tutti non igroscopici, ad ossidazione incompleta, stabili al calore, fatta qualche eccezione non intaccano i metalli.

Esogéne (T4, RDX, cyclonite, trimetilentrinitroamina)

Scoperto nel 1899 da Henning. Aspetto simile alla pentrite, della quale ha maggiore stabilità e minore sensibilità. Ps=1,8. Fonde a 202°C. Esplose a 251°. Insolubile in acqua. Con la nitroglicerina forma una massa plastica. Molto stabile. Brucia con fiamma chiara. Vd=8400. Su=29. Te=3400°C. B.O. negativo. Poco tossico allo stato puro, viene impiegato come detonatore secondario (booster). Negli USA, viene impiegato in miscele resistenti al lungo periodo di immagazzinaggio, per demolizioni e lavori da mina. Si tratta dei noti Compound C.3 e C.4 plastici (potenza 145% del TNT) e dei potenti HBX solidi, formati da RDX, TNT e alluminio, per usi subacquei.

Tritolo (TNT, trinitrotoluene)

Scoperto nel 1863 da Wilbrand. Cristalli gialli, che tendono a scurire esposti alla luce. Fonde a 80° C circa. Insolubile in acqua. Ps=1,1, ma fuso può raggiungere una densità di 1,6. A 150°C inizia a decomporsi. A 300°C brucia con fiamma gialla e fuliginosa. Vd=6800. Su=110. Te=2800°. B.O. fortemente negativo. È velenoso sia per prolungato contatto, sia nei fumi. Grazie alla sua stabilità e scarsa sensibilità (può essere segato, sbriciolato o fresato), è largamente impiegato in campo militare, per il caricamento di granate, allo stato fuso, oppure come carica da demolizione, in cartucce avvolte in carta nera per sottrarlo alla luce. Le cartucce prismatiche hanno base di cm 5x 6,7 ed altezza di cm 4 e 10 e pesano rispettivamente g 200 e 500. Quelle cilindriche hanno lunghezza di cm 10 e diametro di cm 2,9 e pesano g 100. Negli USA è impiegato in blocchi M2 da 1,135 kg, con alloggiamento per detonatore predisposto su piastrina metallica. In commercio, il TNT si trova in miscela con altri esplosivi a bilancio d'ossigeno positivo.

Nitrato d'ammonio

Cristalli bianchi. Ps=1,74. Assai igroscopico. Fonde a 170°C. A 200°C inizia a decomporsi. Brucia con difficoltà e, se umido, attacca alcuni metalli e forma ad acido nitrico. Poco sensibile, detona se

fortemente innescato. Le sue qualità esplosive sono scarse. Vd=2500 circa. Ottimo fertilizzante, viene sempre impiegato in miscela con altri esplosivi in virtù del suo basso costo e del B.O. positivo. Oggi trova grande diffusione nei lavori da mina nelle miscele denominate ANFO e Slurries. Negli USA, viene ancora impiegato come *cratering charge*, in bidoni metallici sigillati da 40 lbs, con un booster di TNT che ne assicura l'esplosione.

Innescanti

Fortemente igroscopici, si alterano sotto azione degli agenti atmosferici e sono estremamente sensibili. Scarsa forza di esplosione.

Sono esplosivi detonanti ad alta sensibilità.

Fulminato di mercurio

Scoperto nel 1799 da Howard. Ha colore bianco o grigio-giallastro. Ps=4,4. Su=4. Vd=5400. Esplose a 170°C. Assai igroscopico, basta il 10% di umidità a non fargli raggiungere il punto di esplosione. Attacca i metalli, ad eccezione del rame. Fortemente compresso oltre le 700 atm, perde le qualità esplosive. B.O. negativo. Viene impiegato in quantità piccole, nei detonatori.

Azotidrato di piombo

Cristalli bianchi. Ps=4,8. Su=8. Vd=5300. Esplose a 350°C. E' meno igroscopico del fulminato di mercurio. Attacca i metalli, ad eccezione dell'alluminio. Se compresso, le sue qualità esplosive aumentano. Viene impiegato in piccole quantità nei detonatori, in miscela con lo stinato di piombo. Si tende a preferirlo al fulminato di mercurio per la sua minore sensibilità e per il maggior potere innescante.

Miscela e miscugli

Quasi tutti gli esplosivi commerciali sono costituiti da miscele. Combinando esplosivi chimici tra loro o miscelandoli con altri prodotti e con polveri metalliche, l'industria mira ad un compromesso prezzo-prestazioni, che risponda alle richieste del mercato. Della

grandissima varietà di miscele militari e commerciali citeremo soltanto le più attuali e diffuse.

Polvere nera

È il più antico degli esplosivi. La sua comparsa viene collocata attorno all'anno 1000. Miscuglio di nitrato di potassio o salnitro al 75%, carbone vegetale e solfo, entrambi in percentuali tra 12,5 e 15%. Viene prodotta in grani di varia dimensione. La polvere da mina è in grani di circa 8 mm. Assai igroscopica, deve essere tenuta all'asciutto ed i grani di maggiori dimensioni sono grafitati. Si accende a 270°C. $\rho_s=1,7$. All'aria aperta brucia con fumo bianco, tossico all'inalazione. In recipienti chiusi, deflagra con temperatura di 2700°C. Un litro di polvere nera produce 320 litri di gas che per effetto della temperatura, occupano un spazio di 1500 litri. In particolari condizioni, può detonare con $V_d=1400$. Benché di $S_u=100$, è pericolosa perché sensibile alla frizione ed esplose a semplice contatto con fiamma o scintilla (il detonatore non è necessario). Di scarso potere dirompente, viene impiegata esclusivamente nelle micce a lenta combustione (in polverino a grani di 0,2-0,7 mm) e nel distacco di grossi massi di marmo.

Precauzioni:

- è commercializzata in pacchi da 1-2 kg, ma deve essere introdotta nei fori a mina mai sciolta, ma sempre avvolta in cartucce;
- la comparsa di sali bianchi di salnitro sui grani è sintomo di alterazione. La polvere deve essere distrutta.

Dinamiti

Si chiamano dinamiti tutte le miscele esplosive che contengono nitroglicerina in misura prevalente. Padre delle dinamiti è lo svedese Alfred Nobel, che iniziò a produrle nel 1867. La nitroglicerina viene fatta assorbire da sostanze che ne riducono la sensibilità.

Tutte le dinamiti sono plastiche, ma già ad 8°C *sopra zero* gelano e diventano dure e pericolosissime perché la Ngl si separa dalla sostanza base e trasuda in superficie. Sgellarle, quando è possibile, è

compito specifico del fochino. L'operazione viene eseguita, lontano dal fuoco, in recipiente asciutto, scaldato a bagnomaria con acqua di 40°-50°C, temperatura che non va superata, per la formazione di vapori tossici (Art. 23 DPR n. 302/56). Al tatto sono untuose e tossiche, per la presenza di Ngl. All'aria aperta ed in piccole quantità, bruciano con fiamma corta e chiara. Sono sensibili all'urto tra corpi metallici. Nelle confezioni commerciali, alla pasta viene aggiunto un colorante rosso.

In base alle componenti destinate a combinarsi con la Ngl, le dinamiti si suddividono in tre grandi categorie: a base inerte, a base attiva, a base esplosiva.

A base inerte.

La base è la farina fossile, che non partecipa al fenomeno esplosivo. E' costituita in prevalenza da silice, in ragione del 25%, contro il 75% di Ngl. Sono state le prime dinamiti, ma oggi sono in disuso perché pericolose a causa della facilità di congelamento e di essudazione di Ngl. Vengono impiegate in paesi caldi ed asciutti.

A base attiva

La base partecipa al fenomeno esplosivo, rafforzandolo. È costituita da materiale combustibile (carbone vegetale, segatura, solfo, oli). L'azione ossidante è assicurata da sali minerali, come i nitrati d'ammonio, di potassio e di sodio. Le percentuali variano, con prevalenza di Ngl.

A base esplosiva

La Ngl è unita a sostanza esplosive, con funzioni di amalgama ed ossidanti.

Le dinamiti a base esplosiva si suddividono in due categorie:

- *gelatina gomma*, scoperta e brevettata da Nobel nel 1875, composta da Ngl (92-94%) e cotone collodio (6-8%). E' la più potente delle dinamiti: nella scala Strenght ha valore 100. Densità relativa=1,6. Su=12. Vd= 7200-8000.Te=3500°C. Ossidazione completa, ma fumi tossici che richiedono buona ventilazione nei lavori in galleria. Forte dirompenza, quindi idonea alla rottura di rocce dure (dioriti, quarziti, graniti, basalti) e metalli. Sensibile agli urti tra

metalli o tra pietre. Teme la lunga esposizione al calore solare. Denominazione commerciale: Gomma A.

- *gelatine dinamiti*, sono le più diffuse. Oltre alla Ngl, al cotone collodio ed a polveri assorbenti, incorporano altre sostanze, in particolare nitrati di sodio e nitroderivati. Si migliora il B.O., ma la miscela è più igroscopica. A volte, la Ngl viene miscelata a nitroglicole etilenico oppure a binitrolouolo, che ne abbassano il punto di congelamento fino a -20°C. Se la percentuale di Ngl è inferiore al 50%, la miscela prende il nome di esplosivo gelatinoso a base di nitrati. In commercio le gelatine dinamiti hanno varie denominazioni (Gomma BM, GEOM, Donarit, Gelignite SA, Nitrogel, Gelatina 1, Gelatina 2, ecc). Gli esplosivi pulverulenti sono a basso tenore di Ngl (3-6%). In commercio sono reperibili con le denominazioni Cava 1, Vulcan 3, Cava extra 2, Dinamon 1, Ammonite, ecc.

Precauzioni. Le dinamiti che invecchiano o gelano perdono Ngl, che a volte trasuda oltre la carta paraffinata che avvolge le cartucce. Le gocce di Ngl, oltre ad essere tossiche per contatto, cristallizzano e sono sensibilissime all'urto. La Ngl deve essere rimossa per assorbimento con segatura versata senza rimuovere le cartucce. In seguito, l'esplosivo deve essere distrutto (art. 24 DPR n. 203/56).

Amatolo (Fullpulver, NT)

È una miscela di nitrato d'ammonio (80%) e TNT (20%). Piuttosto sordo all'innesco, inizia a decomporsi a 255°C. Alla densità 1,5, ha Vd che varia da 4000 a 5000 m/s. Di impiego prevalentemente militare (demolition kit e tubi bangalore), è anche un buon esplosivo da mina.

AN-FO (NA-OC)

Sigla che sta per Ammonium Nitrate-Fuel Oil, è una miscela di nitrato d'ammonio puro (92-95%) con gasolio da autotrazione (8-5%). Il suo impiego ha avuto origine negli USA ed in Canada, nel 1956.

Il nitrato viene *prilled* cioè lavorato in sferette con agglomerante, di densità 0.75 circa.

Economico e di sicuro maneggio, l'AN-FO ha $V_d=4000$ circa. B.O. negativo, sia pure in lieve misura. Richiede un innesco energetico, meglio se assicurato con una smorza di dinamite o di amatolo. E' necessario che i fori di caricamento non siano inferiori a 50 mm. La cartuccia innescante va posta in fondo al foro, in modo che la miccia detonante lo percorra in tutta la sua lunghezza. È fortemente igroscopico e con un'umidità dell'8% perde le qualità esplosive. È l'unico esplosivo per il quale sia permesso il caricamento sfuso, con apparecchiatura pneumatica predisposta contro le correnti elettrostatiche, purché le rocce non siano fessurate ed i fori siano asciutti. Denominazioni commerciali: AN-FO 4, AN-FO 5.

Slurry (Bouilly, Hydrogel, Watergel, Blasting agent)

Sostituiscono gli AN-FO nei luoghi umidi o addirittura in presenza di acqua. Sono costituiti da: *comburenti* (nitrati di sodio e di ammonio. in parte preponderante), *combustibili* (non esplosivi, ma fortemente reattivi, come l'alluminio, altri additivi, idrocarburi, zolfo, carbone, melassa), ed infine *acqua*. Gli Slurries sono gli esplosivi della nuova generazione. Non contengono Ngl, sono ad ossidazione completa, non producono effetti tossici, sono di facile maneggio e di rusticità superiore al TNT. In Italia viene prodotto il Tutagex, idoneo alla frantumazione di rocce dure, con densità 1,15 e $V_d=4000-4200$. Viene confezionato in cartucce di polietilene a frattura prestabilita, di lunghezza 40 cm e diametro variante tra 25 e 90 mm. Tempo di immagazzinamento di circa un anno. Innescabile con detonatori ordinari e miccia detonante. In caso di incendio, le cartucce si decompongono negli involucri, senza esplodere. Alla fiamma, bruciano. Resistono assai bene all'urto. Alle bassissime temperature perdono la sensibilità al detonatore, che comunque deve essere energetico e posto sul fondo del foro da mina.

Strumenti alternativi

In particolari circostanze la rottura di massi isolati o di rocce di modesta durezza, possono essere impiegati mezzi non esplosivi.

Boulder Buster

È un congegno commercializzato dalla C.R.M. Chemical trading di Milano e consiste in una robusta canna con otturatore, di diametro di mm 26 o mm 34, che si applica in un foro da mina preventivamente riempito d'acqua. Nella canna viene introdotta una cartuccia simile a quella da caccia, caricata con 10-15 g di polvere propellente. Chiuso l'otturatore, viene provocato lo sparo con un filo di strappo, a distanza di 7 m. L'onda di pressione agisce sulla colonna d'acqua e provoca la rottura del masso in blocchi minori, senza proiezione di frammenti e, quindi, anche in prossimità di strade e abitati.

Bristar

È stato messo a punto in Giappone ed introdotto in Italia da qualche anno. È una miscela inorganica di polvere ed acqua, da versare nei fori da mina. In 24-36 ore, la miscela aumenta di volume ed esercita sulle pareti del foro una pressione di 4000 T/mq, efficace su materiale di media durezza. Il Bristar può essere impiegato anche da personale non abilitato e senza formalità di PS. Unica precauzione, l'uso di guanti ed occhiali protettivi, nelle prime fasi di impiego.

L'argomento merita qualche approfondimento, ma si rimanda ai siti che si trovano in Internet per ulteriori dettagli. Qui aggiungiamo solo che il Bristar è prodotto in Giappone dalla Onoda, che si è proposta di creare un lento sgretolatore di rocce e calcestruzzi.

L'effetto non è immediato, ma si evitano rumori, vibrazioni, proiezione di frammenti e fumi tossici. Ne consegue che il Bristar trova efficace impiego anche nelle aree densamente abitate. Acquisto, detenzione e trasporto non vanno soggetti a limitazioni e licenze di P.S. Per l'impiego non è necessario personale con particolari qualifiche. Materiale pregiato, può essere staccato in lastre, senza perdite da frantumazione.

Il Bristar è una polvere composta da materiale organico ed inorganico (in prevalenza silicati). I prodotti sono innocui.

Mescolata con acqua, la polvere nel giro di alcune ore aumenta di volume.

Se polvere ed acqua vengono introdotte in un foro da mina, sulle pareti del foro si esercita una pressione crescente, che giunge fino a 300 kg/cmq nel giro di 16 ore circa.

La roccia ed i conglomerati cementizi hanno una forte resistenza a compressione (dell'ordine di 600 kg/cmq per il granito, 400 kg/cmq per i calcari e 250 kg/cmq per le malte cementizie). La resistenza a trazione, tuttavia, è molto inferiore (40 kg/cmq per i graniti, 30 kg/cmq per i calcari e 20 kg/cmq per le malte cementizie).

Il Bristar, nella sua dilatazione, provoca il distacco per trazione secondo linee di minore resistenza del materiale.

In genere, da un foro si dipartono due o quattro fessurazioni.

Ad un inizio di fessurazione seguono l'allungamento e lo ampliamento delle lesioni radiali.

Una serie di fori allineati, provocherà il distacco del materiale verso il fronte scavo (cioè la parete libera).

Una doppia o tripla serie di fori sfalsati, creerà una rete di fessurazioni nel blocco inerte.

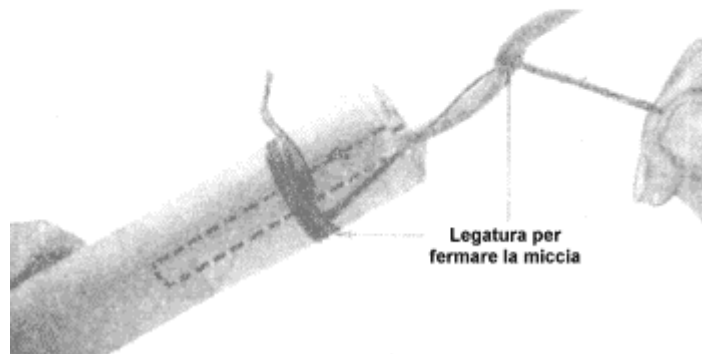
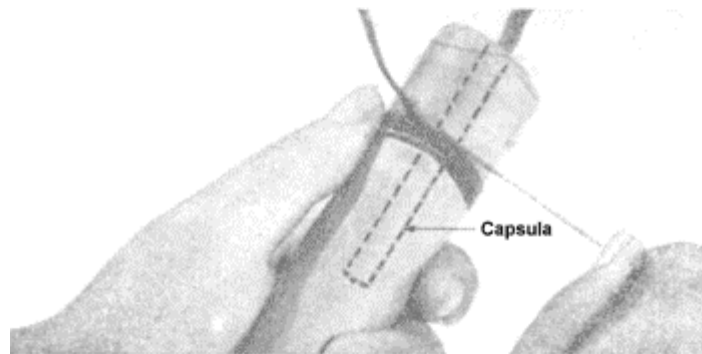
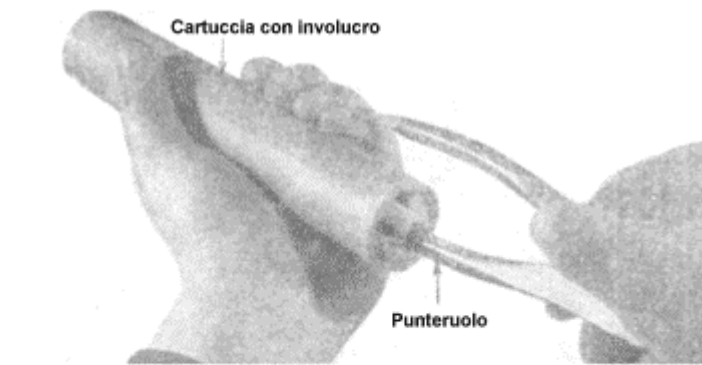
Il materiale verrà quindi rimosso con mezzi meccanici, quali i martelli demolitori e gli escavatori.

Naturalmente, il diametro dei fori sarà proporzionale all'efficacia dell'azione di espansione. Con una miscela del 30% di acqua, la quantità di polvere per ogni metro di foro varia da 1,7 kg nei fori da 36 mm, fino a 3,2 kg nei fori da 50 mm.

In pratica sono necessari 12-20 kg di polvere per demolire un mc di buona roccia e 20-35 kg per un mc di cemento fortemente armato.

Una maggiore efficacia di caricamento si consegue con fori verticali.

Per evitare schizzi di Bristar, dannosi per gli occhi, è necessario attendere che la temperatura dei fori sia scesa a livelli accettabili, regola che vale anche per gli esplosivi ordinari, per i quali 70° C costituiscono già il limite di rischio.



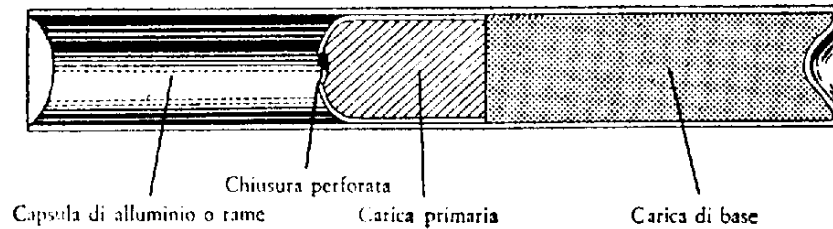
Come innescare "in testata" una cartuccia priva di foro per la capsula.

Cap. II ACCESSORI DA MINA

MEZZI DA INNESCAMENTO

Hanno lo scopo di generare l'onda esplosiva iniziale che provoca l'inizio della detonazione della massa esplosiva

Detonatori ordinari (blasting caps, Sprengzünder)



Tubicini cilindrici in rame o alluminio, chiusi ad un'estremità.

Sono riempiti per quasi metà con:

- una carica primaria, g 0,4-0,5 di fulminato di mercurio (tubicino di rame) o miscela di azotidrato e stifenato di piombo (tubicino di alluminio);
- una carica secondaria, g 0,8-1 di PETN, T4 o TNT.

I detonatori vengono venduti in confezioni da 10, 25 o 100 pezzi. Devono essere estratti con precauzione, senza far uso di oggetti me-

tallici. La parte cava, se necessario, deve essere pulita evitando però di soffiarvi o, peggio, di introdurvi chiodi.

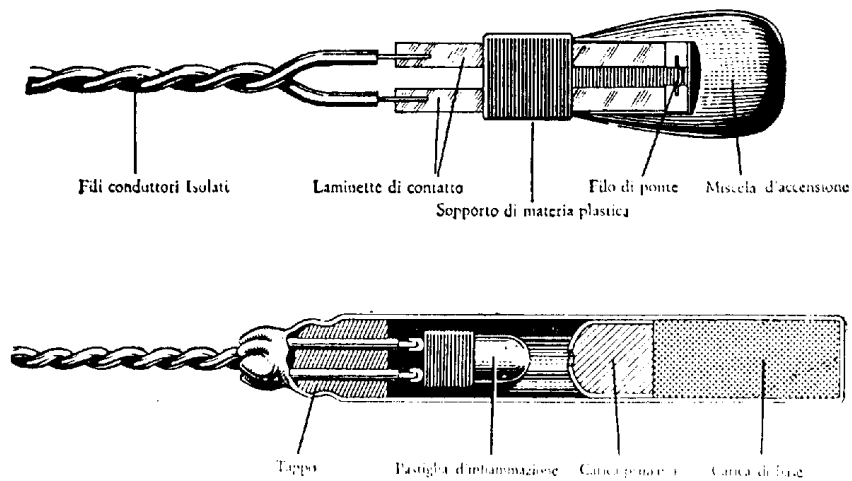
La miccia a lenta combustione, infilata nella parte cava e ivi fissata, con il suo dardo di fiamma provoca la detonazione della carichetta primaria e dà inizio alla catena incendiava.

Immagazzinaggio: in locali asciutti e ventilati, distinti da quelli in cui sono immagazzinati gli esplosivi.

Trasporto: separato dagli esplosivi.

Il detonatore va infilato sulla miccia in modo che l'estremità di questa rimanga bene a contatto con il foro che conduce alla carica primaria (vedi figura 1).

Detonatori elettrici

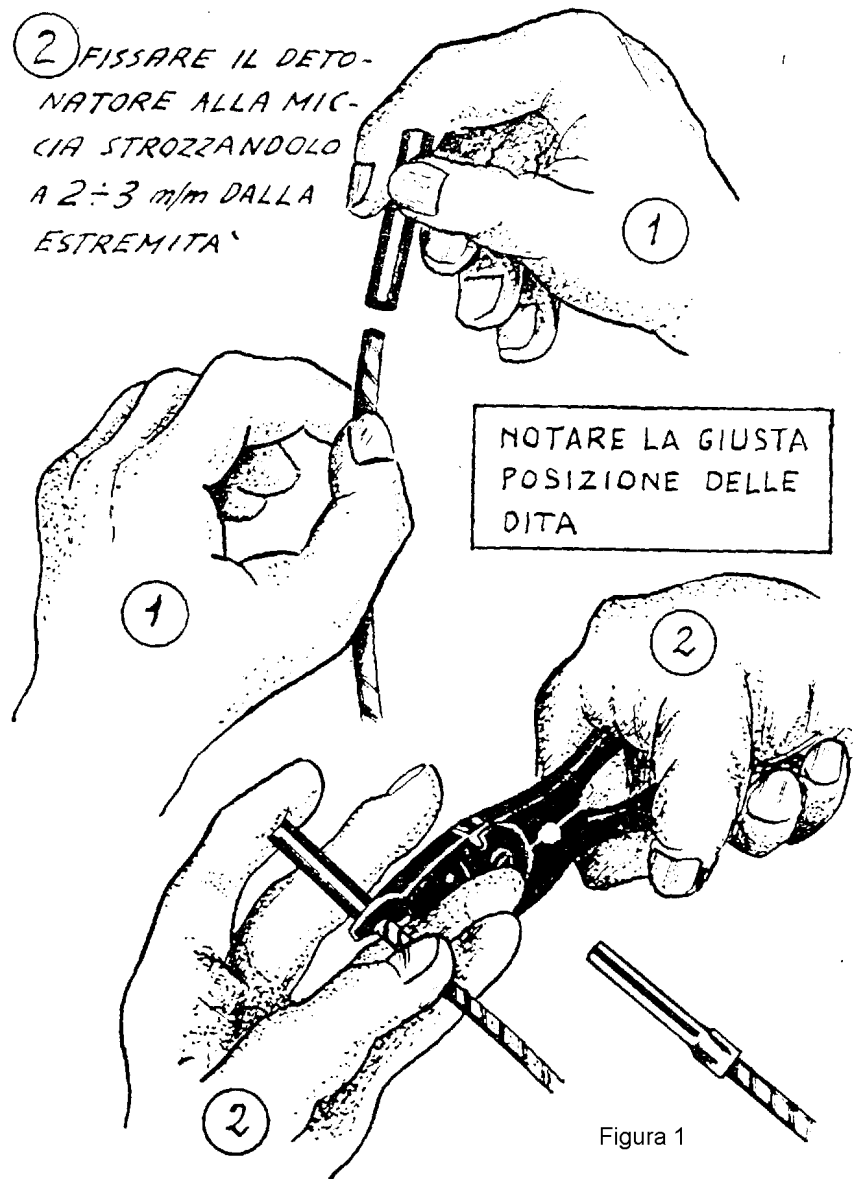


Testina di accensione e
detonatore elettrico

Analoghi a quelli ordinari, ma dotati di una testina di accensione la cui combustione è causata da una spiralina resa incandescente dal passaggio di corrente elettrica. Tra spiralina e carica primaria può essere interposto un ritardo pirico. Ne esistono in commercio

① INTRODURRE LAMICCIA NEL DETONATORE
(senza forzare) FINO A CHE QUESTA GIUNGE
A CONTATTO CON L'OPERCULO DI OTTONE

② FISSARE IL DETO-
NATORE ALLA MIC-
CIA STROZZANDOLO
A 2÷3 mm DALLA
ESTREMITA'



versioni con ritardo normale frazionato a ½ secondo e con microritardo, frazionato in 30 e 250 millisecondi. Ai fili conduttori è fissata una targhetta che porta la lettera B per i ritardi normali e M per i microritardi. Il costruttore indica nella confezione la resistenza della testina e dei reofori e l'intensità di corrente ottimale. Dove si teme la presenza di correnti vaganti, vengono impiegati detonatori HU, ad alta insensibilità, che richiedono energici lanci di corrente. I detonatori possono essere collegati in serie oppure in parallelo. È da evitare l'impiego di detonatori di differenti marche nella stessa volata. Controlli: integrità dei cilindretti e dei reofori (Art. 30 DPR n. 203/56).

Miccia detonante (primacord, Sprengschnur)

È costituita da un'anima di PETN protetta da più strati di filati avvolti a spirale ed impermeabilizzati. Il tutto è avvolto in una guaina di materiale plastico. Viene innescata da un detonatore. Detona comunicando l'onda d'urto a più cariche distanziate. Può essere impiegata come innesco, in luogo del detonatore: vale a dire che la miccia viene inserita direttamente nella cartuccia di esplosivo, il che facilita molto eventuali operazioni di scaricamento. Viene normalmente prodotta in versione da 12 e da 15 g PETN al metro, ma sono possibili anche cariche maggiori. Oltre che come innescante, la miccia detonante può essere impiegata come carica di taglio, appoggiandola o avvolgendola semplicemente sul corpo da tranciare (piastra, tronco, lastra). Viene venduta in rotoli, collegabili direttamente per annodatura, oppure, quando occorre, con relais che assicurano ritardi di 20 millisecondi.

Viene immagazzinata in locali asciutti e ventilati. È necessario controllare che non presenti ingrossamenti o ammaccature.

Per le giunzioni vedi figura che segue.

Nonel

Tubicino di plastica da 3 mm, simile alla miccia detonante, contenente una miscela detonante che, innescata, trasmette l'onda d'urto ad uno speciale detonatore Nonel, di piccola potenza (1/7 di

un detonatore ordinario), con velocità di 2000 m/s. La reazione esplosiva rimane contenuta nel tubicino. Sono previste anche giunzioni di microritardo. Il sistema Nonel potrebbe sostituire i circuiti elettrici, in quanto non teme correnti vaganti né di altri genere. Rispetto alla miccia detonante, ha il vantaggio di assicurare l'innesco dei fornelli di una volata con intervalli ottimali. Si trova in commercio in spezzoni di varia lunghezza, con moduli da cm 60. Ha un costo elevato.

MEZZI DI ACCENSIONE

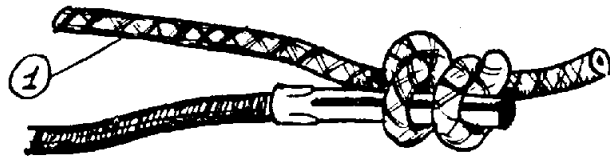
Miccia a lenta combustione

E' stata inventata nel 1831 da Bickford. Serve a portare l'accensione ad un detonatore ordinario oppure ad una carica di polvere nera, con adeguato ritardo.

È costituita da un'anima di polvere nera a granitura sottilissima, protetta da più strati di filati impermeabilizzati ed avvolta da un involucro esterno impermeabile, catramato o viplato di colore bianco o rosso. Il tempo di combustione standard è di 120 secondi al metro, che può cambiare in relazione allo stato di conservazione o di impiego (sotto pressione, anche per effetto di un borrhaggio molto compatto, la velocità aumenta). Perciò prima dell'impiego, è necessario tagliare un primo spezzone da 10 cm e non utilizzarlo. Ogni cento metri, occorre verificarne uno spezzone da un metro, cronometrando il tempo di combustione. Se è diverso da 120", la miccia va distrutta. La miccia viene fissata al detonatore con apposite pinze, evitando soluzioni di circostanza. In ambiente umido, quando nel fornello vi è acqua, oppure quando si procede ad intasamento con acqua, la giunzione miccia-detonatore deve essere resa accuratamente impermeabile con nastro adesivo od altro mezzo.

La giunzione miccia-detonatore deve essere eseguita a distanza dagli esplosivi. Nel caricamento dei fornelli, lo spezzone di miccia a lenta deve innescare la carica ad almeno un metro di profondità e deve sporgere di almeno 50 cm dal foro. In caso di spari multipli, la lunghezza degli spezzoni di miccia deve consentire il controllo dei

GIUNZIONE MICCIA A LENTA COMBUSTIONE
CON MICCIA DETONANTE



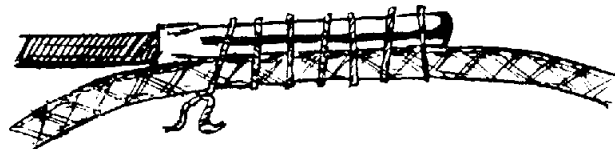
A - mediante due nodi semplici della
miccia detonante sul detonatore



B - con l'uso del fermaglio M1



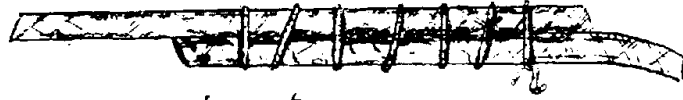
C - con fasciatura di nastro isolante



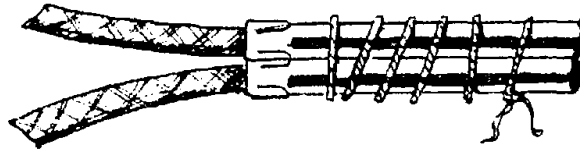
D - con fasciatura di spago

① almeno 15 cm.

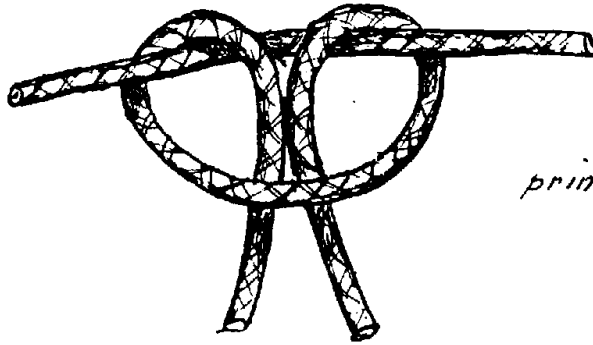
UNIONE DI MICCE DETONANTI



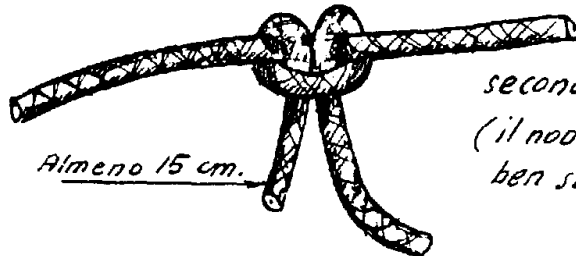
A - con legatura



B - con capsula doppia



prima fase



seconda fase
(il nodo deve essere
ben stretto)

C - con nodo a bocca di lupo

colpi esplosi. In ogni caso, la miccia deve essere usata in spezzoni di lunghezza non inferiore al metro. Evitare la lunga esposizione al sole e la vicinanza con liquidi oleosi o solventi.

Accenditori pirea

Tubetti rigidi di miccia, color rosso mattone, che emettono un breve dardo di fiamma della durata di un minuto. Servono ad accendere più spezzoni di miccia a lenta combustione; temono l'umidità. Sono in via di sostituzione con accenditori a gas.

MEZZI AUSILIARI

Esplositori

La corrente di lancio deve essere fornita soltanto da esplositori appositamente progettati (caratteristiche riportate nell'art. 32 DPR n. 203/56).

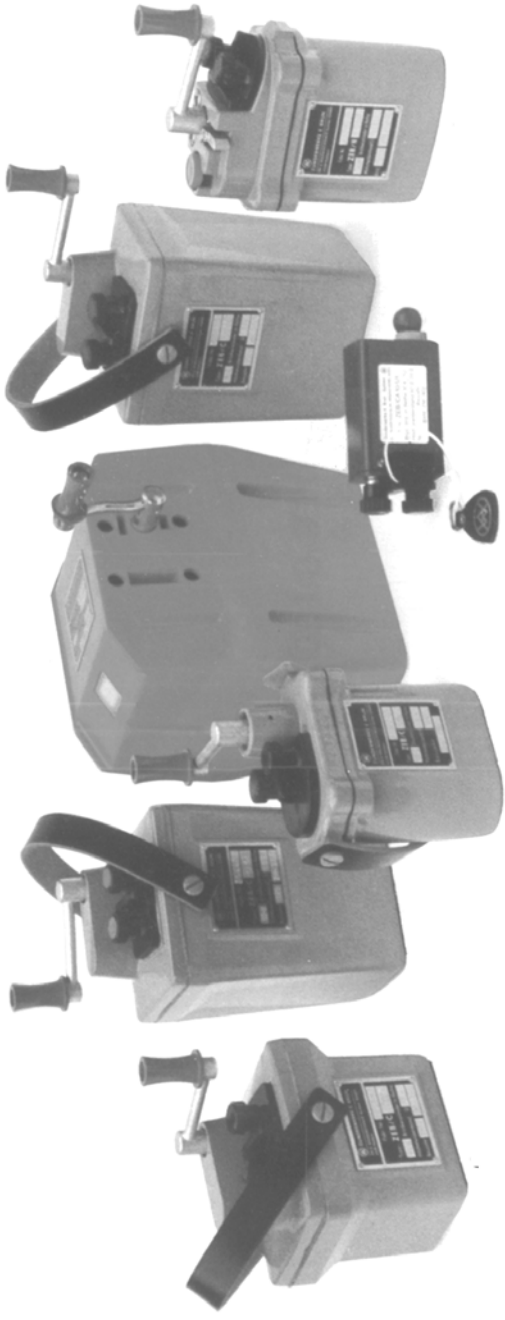
Ne esistono di vari tipi e potenza, che possono innescare da un minimo di 30 ad un massimo di 400 detonatori. Il controllo di efficienza deve essere eseguito ogni sei mesi, dalla ditta produttrice.

Ohmetri

Per verificare la resistenza di un circuito, vengono impiegati ohmetri analogici o digitali. Siccome gli apparecchi inviano una corrente dosata nel circuito (mai superiore a 7 milliAmpère), è vietato impiegare ohmetri non specificamente fabbricati per lavori da mina. Come gli esplositori, devono essere controllati soltanto dalla casa produttrice.

Cavo e giunzioni

Servono a collegare i reofori dei detonatori all'esplositore. In commercio si trovano rotoli di cavo con isolamento a semplice e doppia viplatura. Le resistenze elettriche vanno da 0,02 ohm/m per reofori in rame di diametro di mm 1, a 0,42 ohm/m per reofori in ferro di diametro di mm 0,6.



Le giunzioni possono essere effettuate con nastro isolante, oppure con appositi giuntori, rapidi e sicuri. Rilevanti, le norme di cui all'art. 31 DPR n. 203/56

Pinze di serraggio

Pinze stringicapsule in materiale antiscintilla, utili anche per il taglio delle micce e per forare le cartucce di dinamite.

Per il serraggio, esistono pinze di sicurezza con un tamburo nel quale si introducono detonatore e miccia e che garantisce l'operatore in caso di accidentale detonazione.

Avvisatori di temporali (art. 52 PDR n. 320/56)

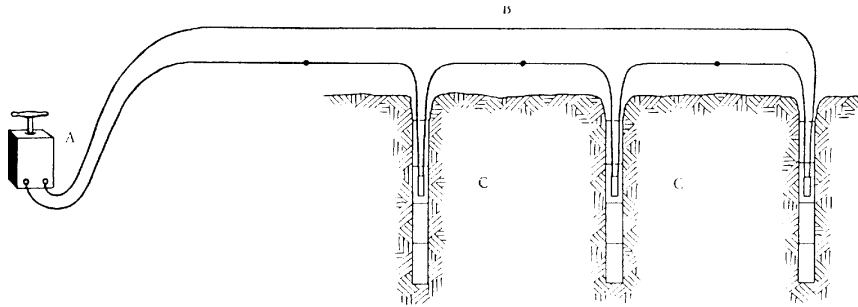
È vietato lo sparo di mine con circuiti elettrici, anche in galleria, se sono in corso temporali entro un raggio di Km 10. Esistono in commercio apparecchi che avvertono della presenza di temporali entro il raggio voluto, con segnali acustici e luminosi. Gli apparecchi possono essere collocati all'esterno del cantiere e la segnalazione può essere portata sul fronte di scavo, in lavori in galleria.

Capitolo III

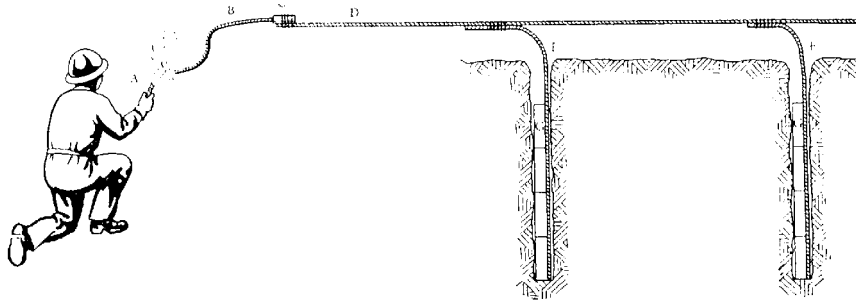
NORME PRATICHE DI IMPIEGO

Nelle presenti norme, di carattere essenzialmente pratico, vengono esclusi i calcoli relativi ai circuiti elettrici in serie ed in parallelo. A puro titolo di esempio si riporta una figura in cui sono illustrati i tipi di collegamento di più cariche (Tratte dall'opera: C. Giorgio, Impiego degli esplosivi, Udine 1964).

Attenzione: leggere bene anche le norme di legge indicate!



Brillamento con detonatori elettrici in serie:
A) esploditore; B) conduttori; C) cariche.



Brillamento con miccia a lenta combustione e miccia detonante.

A) accendino; B) miccia a lenta; D) miccia detonante primaria

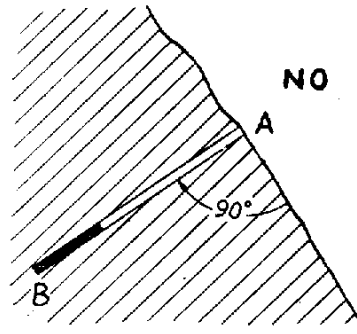
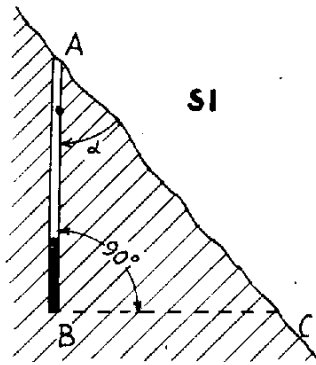
E, F) micce detonanti secondarie; G) cartucce di esplosivo.

Il fochino opera quasi esclusivamente con *cariche interne*, collocate cioè entro cavità ricavate entro la struttura da demolire; se queste cavità sono di notevoli dimensioni, prendono il nome di *camere da mina*, e, una volta riempite di esplosivo, di *fornelli*; cariche interne di minore entità vengono poste in *fori da mina*, che, una volta muniti della carica, prendono il nome di *petardi*.

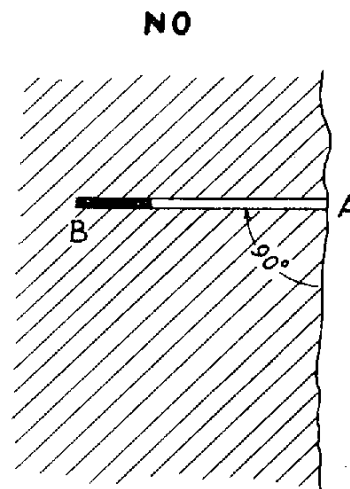
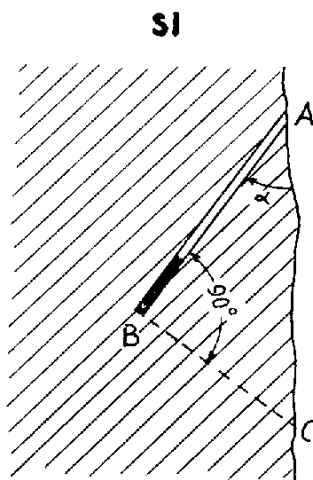
Esecuzione dei fori da mina

L'esecuzione dei fori da mina nella roccia, con il calcolo della loro più idonea posizione e delle loro dimensioni, non è compito del fochino.

Solo al fine di fornire di fornire un'idea generale del problema, ricordiamo che il foro, o i fori, debbono essere posizionati e dimensionati in modo da avere il miglior risultato rispetto alla parete libera, nella cui direzione deve sfogarsi l'esplosione. Quando la roccia ha una sola parete libera non conviene agire con fori perpendicolari, che potrebbero portare all'effetto cannone o all'assorbimento del colpo all'interno della roccia, ma conviene fare dei fori inclinati. L'angolo più conveniente va da circa 30° per rocce dure fino a 45° per rocce tenere, come indicato nella seguente figura

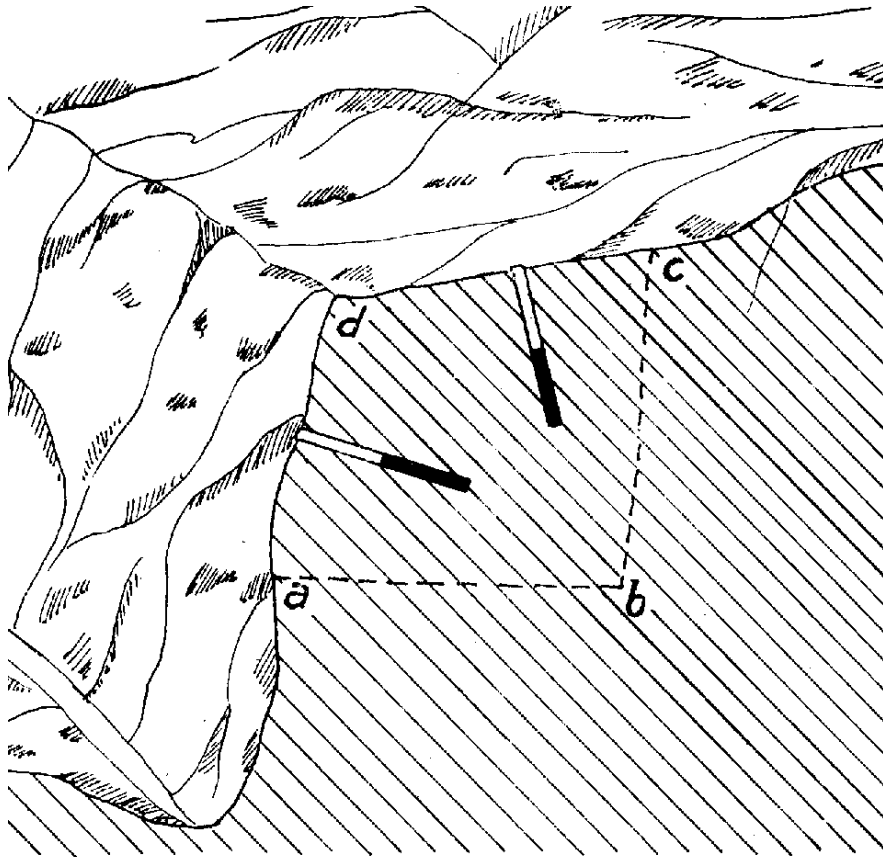


PARETE VERTICALE



L'angolo α varia da 30° per rocce dure a 45° per rocce tenere.
 La distanza BC deve essere minore (da $\frac{2}{3}$ a $\frac{3}{4}$) della lunghezza AB del foro.

Con l'esplosione si otterrà un fronte con due pareti libere e si potranno poi usare fori di mina convergenti, con risultati di gran lunga migliori.



a b c d - Primo cordone di attacco

La distanza fra fori di mina è di solito tenuta a una volta e mezza la loro profondità media.

Quando si deve realizzare un fronte di abbattimento, la carica deve essere posta alla distanza dal fronte che consentirà di ottenere la caduta e proiezione ottimale del materiale. Siccome il diametro del foro di mina è indicativo della quantità di esplosivo caricabile in esso, si è soliti valutare la carica in base al rapporto tra il diametro del foro e la distanza dal fronte di abbattimento. Un rapporto pari a 40 risulta essere ottimale, come dalla figura 2.

Smorze

La smorza è una cartuccia di esplosivo innescata con detonatore oppure con miccia detonante.

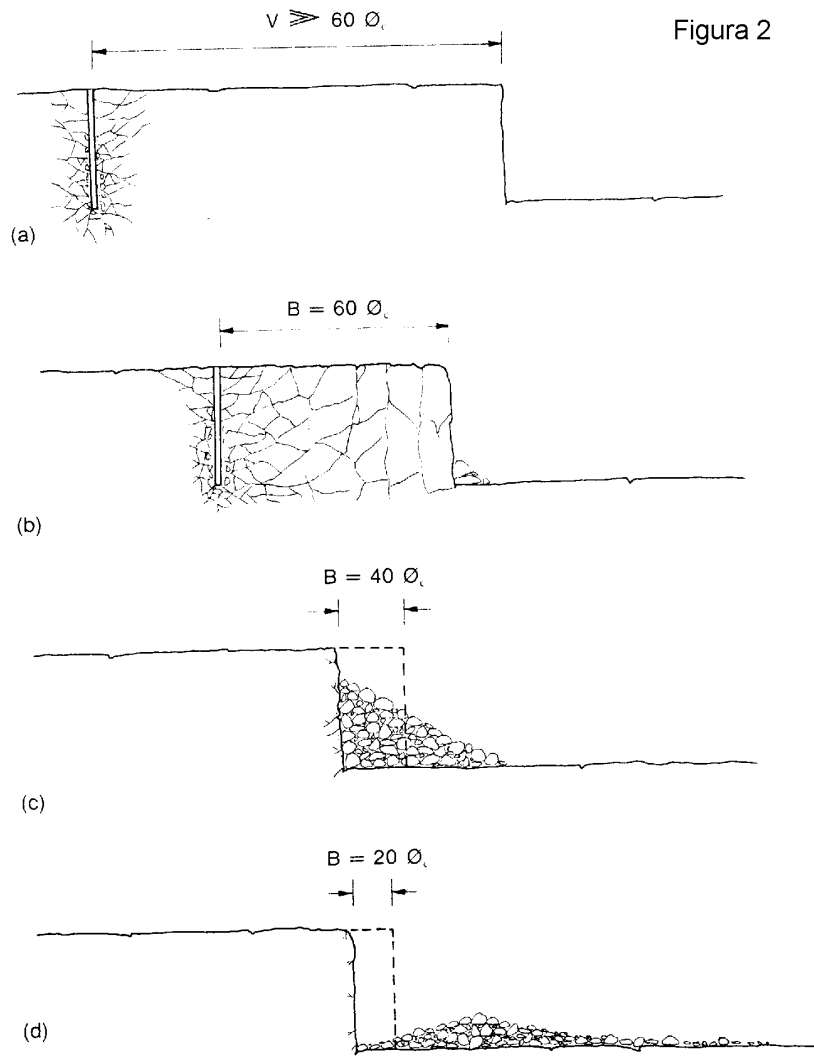
Le operazioni di formazione delle smorze devono essere eseguite a distanza dagli altri esplosivi.

Nell'innescato a fuoco, la miccia viene tagliata a spezzoni di almeno un metro, introdotta nei detonatori fino a contatto con la carica innescante e poi serrata al bordo con apposita pinza stringicapsule.

Il detonatore può essere introdotto nella cartuccia di esplosivo preventivamente forata con punteruolo in legno o metallo antiscintilla, oppure accostata a lato della cartuccia. In ogni caso, il detonatore deve essere ben fissato alla cartuccia, per evitare che se ne distacchi. Il detonatore elettrico può essere fissato utilizzando i suoi stessi reofori. La miccia detonante può essere impiegata come innescato introducendola a tutta lunghezza nella cartuccia oppure – meglio ancora - ripiegandola attorno alla cartuccia e fissandola con robusto nastro isolante.

La miccia detonante deve essere a sua volta innescata, all'estremo opposto, con detonatore ordinario che aderisca bene ad essa, fissato con nastro isolante; per collegare due pezzi di miccia detonante occorre accostarli per almeno 5 cm e fissarli strettamente con nastro adesivo. Norme particolari sulle smorze sono contenute nell'art. 26 del DPR 302/1956 e nell'art. 47 del DPR 320/1956.

Figura 2



Caricamento dei fori da mina

I fori da mina devono essere preventivamente puliti e controllati. Per favorire lo scorrimento delle cariche, è indicato introdurre nei fori tubi di plastica leggera, a perdere, che oltre tutto preservano l'esplosivo da eventuale contatto con acqua.

È vietato il caricamento di esplosivi sciolti, fatta eccezione per gli AN-FO, con le modalità ed i limiti prima descritti.

Il caricamento spetta al fochino. Tutto il personale non addetto ed i mezzi devono essere allontanati, fino a distanza di sicurezza. Sul fronte di sparo deve essere portato soltanto l'esplosivo e le smorze necessarie.

Le cartucce vengono spinte nel foro con calcatoio in legno o in metallo antiscintilla. La smorza deve essere trattata con precauzione e può essere collocata in fondo, a metà oppure in cima alla carica. È da preferire la smorza innescata con miccia detonante, collocata sul fondo, in modo che la miccia percorra l'intero foro.

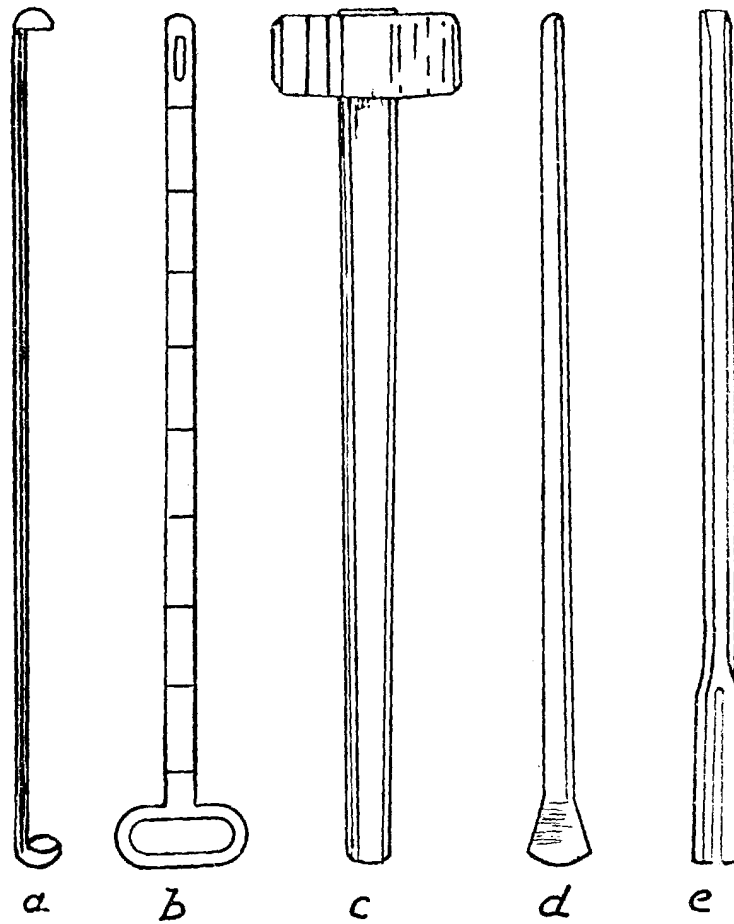
Intasamento e borraggio

L'intasamento consiste nel comprimere le cariche pulverulente con calcatoio, in modo da ottenere la massima densità di caricamento. Nel caso degli slurries l'intasamento serve a rompere le linee di frattura delle guaine.

Il borraggio consiste nel creare un tappo di materiale inerte (argilla, terra asciutta, sabbia, ecc.) a chiusura del foro da mina, per evitare che la pressione di esplosione trovi sfogo dal canale del foro (effetto cannone).

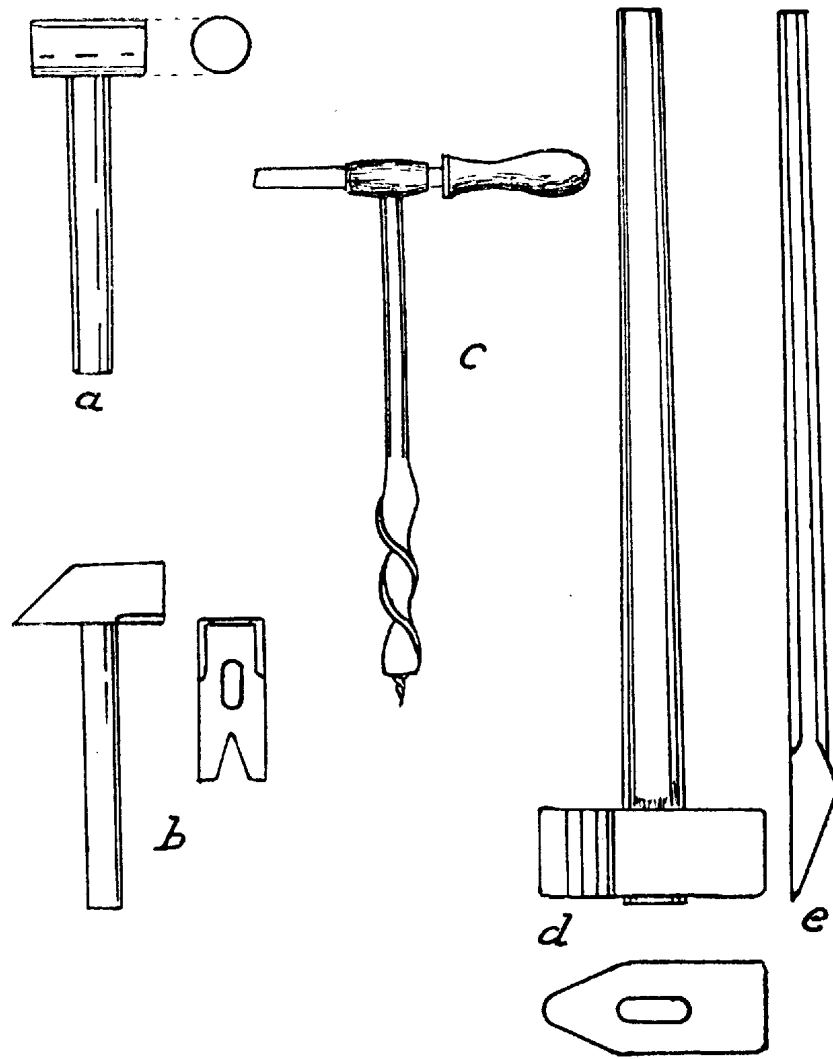
Nella maggior parte dei testi, specie in quelli per i militari, i quali usano cartucce di esplosivo, il borraggio viene chiamato intasamento.

Le figure 3 e 4 mostrano i tradizionali strumenti dei fochini.



a - nettamine b - asciugatoio
c - mazzetta d - pistoletto
e - calcatoio

Figura 3



a - martello di rame. b - martello ad unghia. c - succhio americano. d - mazza spaccapietre. e - palo a leva.

Figura 4

Sparo (Cap. V Regolamento di PS, art. 34, 35 DPR 302/56)

I grossi brillamenti (varate) devono essere preceduti da comunicazioni alla popolazione, in ordine alle zone a rischio.

Allontanati del fronte d'impiego personale e mezzi estranei, viene dato un primo segnale di tromba o sirena, convenzionato.

Operai dotati di bandierine rosse interrompono il transito nell'area a rischio.

Un secondo segnale di tromba indica che il brillamento è imminente.

A questo punto, vengono accese le micce, oppure si procede al lancio di corrente.

Attesa, dopo lo sparo (art. 36 DPR n. 302 / 1956)

Dopo lo sparo dell'ultima carica, il personale deve attendere 15', prima di avvicinarsi al fronte di scavo. Se esiste il dubbio che un fornello sia rimasto carico (mina gravida), il tempo di attesa deve essere protratto a 30' e la volata può essere ispezionata soltanto dai fochini. Nei lavori in galleria, occorre attendere che i fumi si siano quanto meno diradati.

Un segnale convenzionato consentirà al personale di cantiere di avvicinarsi al fronte di mina.

Ispezione dopo il brillamento (art. 38 DPR n. 302/1956)

Dopo lo sparo, i fochini controllano che non siano rimaste mine gravide o fornelli parzialmente carichi. Nei lavori in galleria, dovrà essere anche ispezionata l'integrità della volta. Il materiale a rischio di distacco deve essere rimosso con la tecnica del disgaggio. A fine disgaggio, dovrà essere verificata la presenza di eventuali mine inesplose. Alla ripresa del lavoro, non dovranno essere utilizzati eventuali fori già praticati in precedenza o residui di fori (culacci), che potrebbero nascondere cariche inesplose.

Eventuali residui di esplosivo devono essere rimossi, allontanati e distrutti. I detonatori vanno sempre separati dalle cariche.

Distruzione di esplosivi

In assenza di deposito di cantiere, al termine della giornata di lavoro, l'esplosivo non utilizzato deve essere distrutto, laddove non se ne ritenga economicamente conveniente la restituzione al deposito dal quale è stato prelevato (con licenza di trasporto richiesta in anticipo!).

La polvere nera e gli AN-FO possono essere distrutti o neutralizzati con acqua, oppure per combustione all'aperto.

Gli esplosivi gelatinati, pulverulenti contenenti Ngl o nitroglicole, devono essere liberati dalla carta di involucro, allineati e distrutti per combustione. Non distruggere mai più di kg 20 di esplosivo per volta. Non metterli ammassati, ma in fila o in strisce; non aggiungere esplosivo a quello che sta bruciando e non appoggiare esplosivo sul terreno ancora caldo.

La miccia a lenta combustione viene distrutta per accensione.

L'accensione del materiale da distruggere viene comunicata con miccia a lenta e con ausilio di carta imbevuta con petrolio o gasolio. Mai benzina!

Miccia detonante e detonatori vengono distrutti per innesco e miccia a lenta. I detonatori vanno ben fissati l'uno all'altro per evitare che qualcuno di essi venga proiettato lontano inesplosivo.

Mine inesplose (gravide) (art 37 DPR n. 302/1956)

I fornelli inesplosi devono essere sempre eliminati. Trattasi di operazione che presenta sempre un certo pericolo ed occorre operare con molta prudenza, allontanando a distanza di sicurezza ogni persona non necessaria. Occorre comprendere se se vi è stata una mancata detonazione della capsula oppure una mancata esplosione dell'esplosivo; la prima situazione è più pericolosa perché la capsula è ancora attiva.

Con cura, si procede alla rimozione del borrhaggio e si colloca una nuova smorza sulla carica, per provocarne l'eliminazione.

Laddove ciò non fosse possibile, si procede ad un nuovo foro parallelo al primo, fino a raggiungere la carica, a distanza tale da co-

coinvolgerla nell'esplosione. Il nuovo foro va quindi caricato e fatto brillare.

Dimensionamento delle cariche

Nell'esplosione, l'onda di pressione crea una *sfera di distruzione* con completa frantumazione del materiale ad immediato contatto con la carica ed una *sfera di commozione*, più ampia, con fratture che formano pezzature che possono essere rimosse con mezzi meccanici.

Una carica correttamente dimensionata e collocata deve ottenere la distruzione del materiale con minimo impiego di esplosivo, senza proiezioni pericolose di frammenti e con minima formazione di vibrazioni, che possono nuocere a manufatti abitativi, anche a distanze ragguardevoli.

È opportuno rammentare che la cosiddetta Direttiva cantieri (D. Lgs. 14.8.94 n. 494) non si applica ai lavori di cava e di galleria. Tuttavia, l'impiego di esplosivo avviene pur sempre in un cantiere di lavoro. Ne consegue che la scelta dell'esplosivo da impiegare, la collocazione ed il dimensionamento delle cariche competono al *Progettista ed al Direttore dei Lavori*. Così come l'attuazione delle norme di sicurezza compete al *datore di lavoro*, al *dirigente*, al *preposto* ed al *lavoratore*, ma soltanto per la parte di sua specifica competenza.

L'art. 27 del DPR 302/56 delinea con chiarezza i limiti di competenza del fochino.

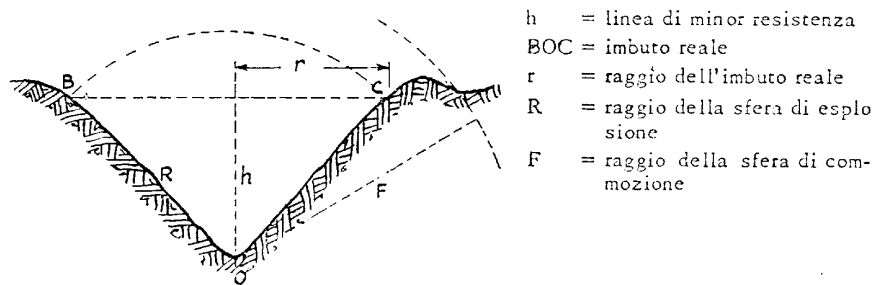
Tuttavia, a solo titolo orientativo, si forniscono alcuni dati empirici sul dimensionamento delle cariche, nella misura minima ed efficace.

- Per la demolizione di massi isolati (patarri): da 20 a 50 g /mc di esplosivo (il tipo dipende dalla durezza della roccia), con borraggio minimo di cm 20;
- Per lavori di sbancamento a fori verticali, tenere presente che il raggio di frantumazione efficace del materiale è di 40-60 volte il diametro del foro. Al di sotto, si possono avere proiezioni sul fronte di scavo. Il borraggio deve essere pari a 25-30 volte il

diametro stesso. La distanza tra i fori è bene non sia inferiore alla lunghezza del borraggio.

- Per lavori in galleria, sono consigliati: per fronti di scavo di circa 100 mq, 1,2 Kg di esplosivo per mc di roccia; per fronti di scavo a sezione ristretta di circa 10 mq, 1,5 Kg di esplosivo per mc di roccia.
- La demolizione di calcestruzzi richiede non meno di 2,5 Kg di alto esplosivo per mc di materiale, in cariche interne. Ma il calcolo esatto è di esclusiva competenza del progettista.
- L'uso di cariche esterne di rottura è sempre causa di proiezioni ed è eccezionale per lavori civili. Nel taglio di lastre di metallo, i frammenti possono raggiungere distanze notevoli. Le norme militari prescrivono distanze di sicurezza di 900 metri, nella demolizione all'aperto di manufatti metallici e di cemento armato.

L'immagine alla pagina che segue fornisce un'idea del modo in cui può essere calcolata una carica.



- h = linea di minor resistenza
- BOC = imbuto reale
- r = raggio dell'imbuto reale
- R = raggio della sfera di esplosione
- F = raggio della sfera di commozione

$$c = \alpha m h^3$$

Kg. mt.

- Fornello ordinario: $n = 1 (r = h)$
- Fornello sovraccarico: $n > 1 (r > h)$
- Fornello sottocarico: $n < 1 (r < h)$

per fornelli sovraccarichi: $c = \alpha m h^3 N$

$N =$ coefficiente di guerra $= (\sqrt{1+n^2} - 0,41)^3$

I valori dei coefficienti sono indicati nella seguente tabella

Valori di α		Valori di m			Valori di N	
esplosivo	α	mezzo	m	interruzione	n	N
Tritolo	0,24	terra leggera	1,20	rotabili	1,50	2,70
Gelatina	0,16	sabbia forte	1,75	pontoni	1,50	2,70
Dinamite N. 1	0,23	terra con pietre	2,00		1,80	2,45
Balistite	0,20	muratura cattiva	1,88	galleria	1,80	4,50
Polvere nera	0,55	muratura media	2,42		2,50	11
Pentrite	0,22	calcestruzzo e rocce dure	4,24			
T4	0,22	rocce fessurate	5,60			
Romite	0,30	rocce terrose	2,50			
		rocce compatte	3,27			
		muratura eccellente	3,21			

La formula sopra riportata è generalmente adoperata per il calcolo empirico delle cariche.

Il rapporto “n” tra raggio “r” ed altezza “h” è chiamato *indice di fornello*.

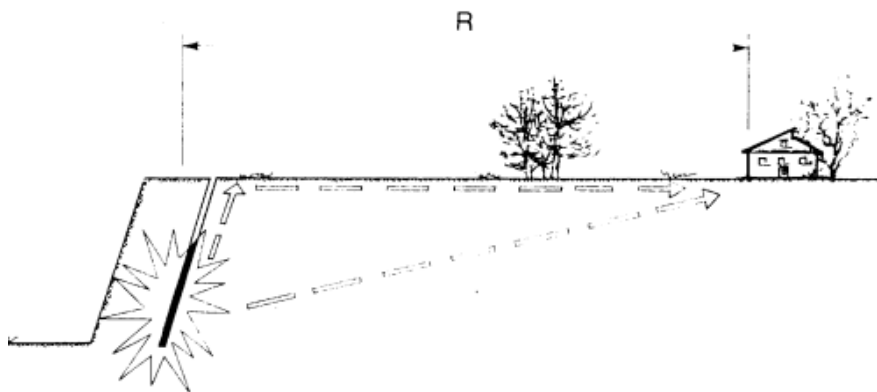
Se $r = h$, cioè $n = 1$, il fornello è detto *ordinario*

Se $r < h$, cioè $n < 1$, il fornello è detto *sottocarico*

Se $r > h$, cioè $n > 1$, il fornello è detto *sovraccarico*

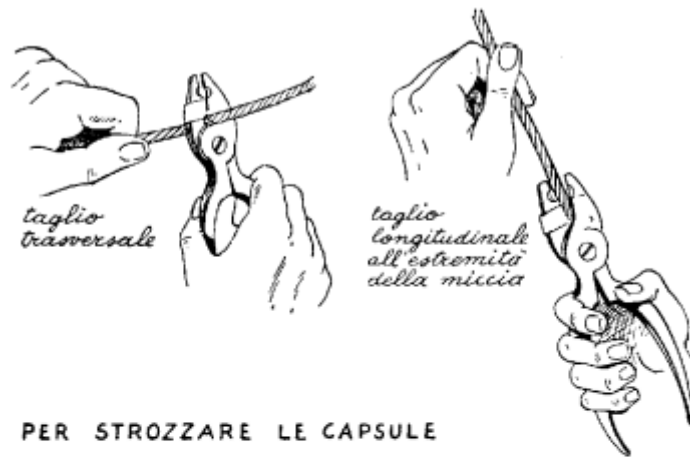
In guerra, si ricorre soltanto a fornelli sovraccarichi. Quindi **n** va accresciuto del coefficiente di guerra **N**.

Chi progetta uno sparo di mine dovrà porre particolare attenzione, oltre che agli effetti diretti dell'esplosione, anche a quelli indiretti ed in particolare alle vibrazioni telluriche provocate dall'esplosione

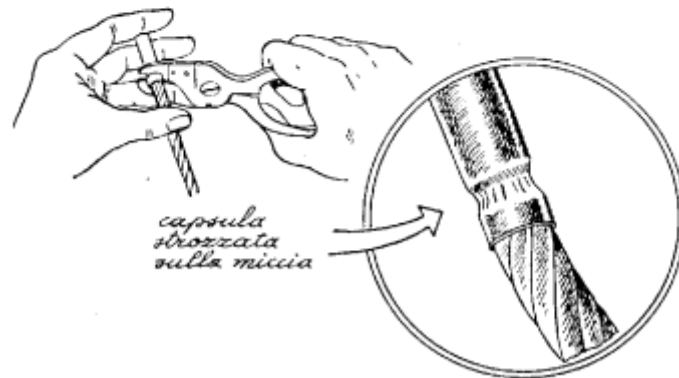


Il brillamento di cariche esplosive sotterranee induce nella massa rocciosa e nel terreno di superficie onde d'urto, la cui vibrazione può danneggiare edifici. L'intensità della vibrazione dipende dalla carica. Il calcolo è abbastanza complesso ed ogni soluzione empirica è da evitare. A titolo di esempio, un vecchio rustico come quello in figura può resistere ad una vibrazione ammissibile di non più di 10 mm/s, che con un sottofondo di buona roccia ed una distanza di circa m 20, costringe ad impiegare cariche non superiori a 300 g di dinamite. (Figura tratta dall'opera di G. Berta – Explosives: An engineering tool – Milano 1990)

....PER TAGLIARE LE MICCE



PER STROZZARE LE CAPSULE



Uso della pinza per minatore

Cap. IV

REGOLE DI PRUDENZA

Oltre quanto stabilito dalla legge, e che deve essere rigidamente osservato, vi sono altre regole di esperienza che è opportuno conoscere al fine di evitare incidenti.

Maneggio degli esplosivi

Gli esplosivi vanno maneggiati sempre con precauzione e quindi:

- gli esplosivi non vengono venduti "sciolti", ma sempre in confezioni originali che riportano marca, tipo e caratteristiche. Vanno tolti dalle confezioni soltanto nell'imminenza del loro impiego;
- maneggiare gli esplosivi con la massima attenzione e non usare mai quelli deteriorati e quelli di marca sconosciuta;
- ovviamente, non cedere alla tentazione di "inventare" nuove sostanze esplodenti mescolando pulverulenti, plastificati, metalli vari (alluminio), polveri da caccia, ecc. Non è un'esagerazione. È accaduto ed accade, con conseguenze gravi;
- non conservarli in vicinanza di carburanti e manipolarli in zone sgombre da erbacce, cespugli, carte ed altro materiale infiammabile;
- allontanare dalla zona di lavorazione, oltre il raggio di sicurezza, tutte le persone che non sono strettamente necessarie all'impiego degli esplosivi;
- non fumare o accendere fiamme vicino agli esplosivi; il disgelamento delle dinamiti va fatto in locali separati e distanti dal fronte d'impiego;
- non lasciare esplosivi e inneschi al sole, vicino a fonti di calore o in prossimità di lubrificanti o solventi;

- tenere i detonatori sempre a distanza dagli esplosivi; l'approntamento delle smorze deve avvenire in locale separato e su tavoli;
- non piegare ad angolo acuto e non torcere le micce;
- non mettere i detonatori in tasca; anche questo accade con una frequenza preoccupante;
- non usare fili di ferro o chiodi per togliere materiale dalle capsule;
- fare attenzione a non far cadere a terra, urtare o schiacciare i detonatori;
- gli involucri (casse o cartoni) al termine dell'impiego, devono essere bruciati in località distante e sicura, ma il fuoco non serve a scaldarsi....
- non tentare di spegnere incendi prossimi agli esplosivi; piuttosto sgomberare l'area.

Zona pericolosa

Per il brillamento di cariche in fornelli si consiglia una distanza di sicurezza per gli spettatori da 250 a 500 metri, a seconda della carica e del materiale; in terreni scoscesi occorre prevedere la possibilità di frane o di rotolamento di massi. In presenza di corpi metallici (travi, piastre) la zona pericolosa può arrivare fino a 900 metri.

Per mine in tronchi e ceppi di legno o petardi contro roccia o muratura, si consiglia una distanza di 300 metri.

I fochini potranno restare a distanza minore purché adeguatamente protetti in postazioni rase (buche con parapetto di sacchetti a terra), per evitare l'onda diretta e quella retrograda., oltre alla proiezione di schegge; la postazione deve essere coperta con travi e tavolame, se si prevede la ricaduta di grossi frammenti dall'alto.

Gli edifici posti nella zona di pericolo o ai suoi margini dovranno essere sgomberati da persone e lasciati con tutte le porte (anche quelle interne) e le finestre aperte.

Al fine di ridurre la proiezione di frammenti, ma solo nel caso di piccole cariche in roccia o analoghi materiali, si può ricoprire il for-

nello con reti elastiche di contenimento (ne esistono in commercio, di buona qualità) o altro materiale di fortuna (fascine, frasche).

Preparazione ed accensione delle cariche

- controllare sempre il perfetto stato di conservazione del materiale;
- portare il materiale solo nella stretta quantità necessaria;
- tagliare la miccia solo al momento dell'impiego e, prima di congiungerla alle capsule, tagliarne 10 cm ad ogni estremità;
- controllare la velocità di combustione di un metro di miccia ricordando che il tempo effettivo di combustione sarà un po' minore dei prescritti e misurati 120";
- preparare le smorze nei posti previsti ed in buone condizioni di lavoro, quando si è sicuri che tutte le misure di sicurezza sono state adottate;
- strozzare le capsule nel punto giusto e usando le apposite pinze, meglio se "di sicurezza" e...mai i denti!;
- non chiacchierare e lavorare con la massima concentrazione;
- tra le cartucce e il materiale di intasamento, mettere carta o tela (stoppaccio) che impedisca al calcatoio di percuotere la capsula e faciliti l'eventuale rimozione del borraggio, in caso di mancata esplosione;
- curare che il borraggio sia privo di pietre, anche minute (il miglior borraggio è l'acqua, se compatibile con il tipo di esplosivo);
- prima dell'accensione della mina assicurarsi che tutte le altre persone siano in zona di sicurezza e che siano stati dati tutti i prescritti segnali
- accendere le micce con appositi accenditori o con fiammiferi antiventto, mai con carta e torce improvvisate; la miccia si accende con il sigaro soltanto nei films...
- nel tiro elettrico, impiegare apparecchi della stessa marca;
- impedire ogni contatto delle connessioni elettriche con il terreno;

- assicurarsi che siano stati collegati a terra binari, manichette d'aria, tubazioni ed ogni conduttore che possa portare correnti estranee;
- non tentare di modificare o riparare ohmetri ed esploditori: i risultati sono sempre catastrofici;
- mai e poi mai ricorrere a fonti diverse da quelle prescritte per il lancio di corrente, come batterie d'auto, linee elettriche, ecc.: il minimo che può accadere, è la mancata esplosione della volata; ma c'è di peggio...

**RICORDA CHE CON GLI ESPLOSIVI SI PUÒ SBAGLIARE,
MA È DIFFICILE RIPETERE L'ERRORE PIÙ DI UNA VOLTA**

Cap. V

NORME DI LEGGE

Le norme di legge che interessano l'impiego di esplosivi da mina vengono appresso trascritte integralmente. Tuttavia, siccome le norme spesso si intrecciano, si ripetono e si sovrappongono, per facilitarne l'interpretazione, si forniscono alcune indicazioni su aspetti di immediato interesse.

Diventare fochino

Il citato art. 27 del D.P.R. 302/56 prevede che, per compiere le operazioni di competenza, il fochino debba dimostrare la propria capacità tecnica e debba possedere requisiti fisici e di cultura generale. Tutto ciò viene accertato nel corso di un esame da tenersi presso la Commissione Tecnica Provinciale per le Sostanze Esplosive ed Infiammabili.

Per partecipare all'esame, gli aspiranti devono inoltrare una domanda in carta libera alla Questura, oppure al Commissariato di PS o alla Stazione Carabinieri del luogo di residenza. E' richiesta l'esibizione del libretto di lavoro ed eventuali attestati di attività svolte.

Licenza di esercizio

Superato l'esame, l'interessato deve richiedere al Sindaco del Comune di residenza una *licenza per l'esercizio del mestiere di fochino* (art. 163/e D.Lgs. n. 112/98). La licenza ha durata annuale e può essere sospesa o revocata in caso di abuso, di particolari condanne penali. Non è richiesta l'effettiva necessità di farne uso (assunzione da parte di una ditta), trattandosi di un titolo di qualificazione professionale che serve proprio per trovare lavoro.

Avviso di sparo mine

Ai sensi dell'art. 57 TULPS occorre la licenza dell'autorità locale di PS per accensioni ed esplosioni pericolose in un luogo abitato o nelle sue adiacenze o lungo una pubblica via. Se lo sparo di mine avviene in luoghi diversi o a distanza di sicurezza da detti luoghi si applica l'art. 3, Cap. V, all. "B" al Regolamento di PS, secondo cui ogni volta che occorra impiegare esplosivo, il Direttore dei Lavori (ma anche il capo cantiere oppure il fochino abilitato) deve darne avviso alle Autorità locali cioè al Questore, al Commissariato di PS o, infine al Sindaco nei comuni privi di Commissariato. Si allega un fac-simile di domanda.

L'avviso non è necessario, se si tratta di impiegare saltuariamente *piccole cariche di polvere nera*, lontano da strade, abitazioni ed opifici.

L'autorità di P.S., se autorizza lo sparo delle mine, appone il proprio visto sull'avviso stabilendo, se lo ritiene, le opportune cautele.

L'esecuzione di lavori senza autorizzazione è sanzionata penalmente.

Acquisto di esplosivi

L'art. 104 del Reg. al TULPS stabilisce che per acquistare esplosivi della II o III categoria occorre consegnare al venditore di esplosivi, che lo trattiene, un certificato dell'autorità locale di PS (del luogo in cui verrà usato l'esplosivo) in cui si certifica che l'acquirente ha bisogno dell'esplosivo, ecc. Nulla vieta che questa certificazione venga inserita nella licenza di sparo mine, se necessaria. Quando non si richiede la licenza, ma si dà solo avviso di sparo mine, dovrà invece essere richiesta separatamente.

Acquisito il *certificato di sparo mine*, il titolare della ditta o personale incaricato ed abilitato, chiederà il nulla osta all'acquisto di esplosivo, sempre da depositi o esercizi autorizzati. Si allega fac-simile di domanda, da indirizzare in carta semplice al Questore. Secondo una circolare del 13 marzo 2000 del Ministero dell'Interno, fermo restando che il nulla osta va richiesto al questore della pro-

vincia di residenza, nel caso di acquisti per cantieri o cave il nulla osta può essere richiesto al questore del luogo di impiego che provvederà ad informare il questore della provincia di residenza. Il nulla osta ha valore su tutto il territorio nazionale e validità di un mese.

Detenzione

Gli esplosivi acquistati devono essere impiegati in giornata, oppure custoditi nei depositi di cantiere.

La detenzione in abitazioni private (o in uffici) di esplosivi di II e III categoria (dinamiti e detonatori) è vietata, anche in minime quantità. La violazione del divieto comporta l'arresto obbligatorio in flagranza.

Il privato può detenere, previa denuncia, fino a kg 5 di polvere nera e miccia lenta senza limiti di metraggio.

Trasporto di esplosivi

Spetta di norma al titolare del deposito di vendita (che può essere autorizzato in via permanente, ma eccezionalmente il Prefetto può rilasciarne *licenza* alla ditta che effettua i lavori. La licenza è valida 90 giorni, nei quali può essere utilizzata anche giornalmente per trasportare l'esplosivo dal deposito al cantiere. Se in cantiere non esiste un deposito autorizzato, l'esplosivo avanzato alla fine della giornata deve essere riconsegnato oppure distrutto.

Possono essere trasportati fino a 5 kg di polvere nera, senza licenza.

Per quantitativi superiori a kg 5 di dinamite, il trasporto per via ordinaria richiede la scorta di polizia e guardia giurata, con divieto di sosta per rifornimento carburante nei centri abitati. L'automezzo deve essere in ordine e munito di due estintori, con copertura in materiale difficilmente infiammabile e munito della segnaletica E-SPLOSIVI e con tubo di scappamento dotato di rete antiscintilla. Non si possono trasportare promiscuamente esplosivi di diverse categorie (particolarmente dinamiti e detonatori), fatta eccezione per micce a lenta combustione. È altresì vietato trasportare dinamiti e materiali infiammabili o contundenti. Gli esplosivi dovranno essere

riposti negli involucri originali, ed il carico deve essere ben ancorato al cassone del mezzo.

Il trasporto a mezzo di elicotteri è previsto soltanto per il distacco di valanghe e con particolari precauzioni.

Attenzione: le dinamiti gelano già a +8° ed è pericoloso il trasporto di dinamiti semicongelate (un po' meno se sono congelate completamente, ma il trasporto è sempre da evitare). Vi sono in commercio dinamiti che non gelano.

Norme particolareggiate sul trasporto sono contenute nell'allegato C al Regolamento di P. S.

Denuncia di esplosivi

La polvere nera (con la relativa miccia) può essere acquistata in base ad apposito nulla osta, o presentando una qualsiasi licenza di porto d'armi, nel quantitativo massimo di cinque chilogrammi alla volta.

Se la polvere e la miccia non vengono consumate in giornata o almeno entro il giorno successivo alla ricezione, esse debbono essere denunciate. Non è consentito detenere più di 5 kg di polvere, se non si è muniti di licenza di deposito di esplosivi.

Si ricorda che il titolare di una licenza di deposito di esplosivi deve tenere un registro delle operazioni giornaliere (art. 25 L. 1975 n. 110)

Cap. VI Testi legislativi

Regolamento R.D. 4 maggio 1940 n. 635 del T.U. di P. S., Allegato B (Estratto)

CAPITOLO V - Uso delle mine.

1 - Il brillamento delle mine non è compreso tra le esplosioni o accensioni pericolose di cui all'art. 57 della legge e 110 del regolamento.

2. - L'uso delle mine nelle miniere e cave è regolato dalla legge e dal regolamento di polizia mineraria.

3. - Per le mine da usarsi in lavori diversi, si dovrà dare *preventivo avviso* all'Autorità locale di pubblica sicurezza che potrà prescrivere le opportune cautele. Tale obbligo non si estende ai casi in cui si tratti di fare esplodere, saltuariamente, piccole mine a polvere nera, in aperta campagna e lontano da strade in genere, case abitate, opifici e simili.

4. - Per il caricamento e per il brillamento delle mine, dovranno osservarsi, nei singoli casi, le norme della legge e del regolamento di polizia mineraria, in quanto applicabili.

In particolare saranno di osservare le disposizioni seguenti:

a) il caricamento e lo scoppio delle mine dev'essere affidato ad operai riconosciuti idonei dalla direzione dei lavori;

b) il caricamento delle mine dev'essere fatto con calcatoi di legno, di zinco, di rame, di ottone, di bronzo o d'alluminio, dovendosi assolutamente escludere l'impiego del ferro e dell'acciaio, e quello di altre sostanze che possano nell'intasamento produrre scintille. Per l'intasamento si debbono adoperare materie scevre completamente da granelli o noduli quarzosi, piritosi o metallici,

Le cartucce di dinamite e di esplosivi congeneri non debbono essere innescate che a misura del loro impiego e debbono spingersi nei fori da mina mediante bacchette di legno.

Per assicurare la miccia alla capsula d'innescò si deve fare uso di pinze o di tenagliette che non siano di ferro o di acciaio.

e) le micce, prima di essere applicate alle mine, debbono essere accuratamente esaminate per assicurarsi che non siano rotte e non abbiano sofferto alcun deterioramento. Esse debbono essere lunghe tanto quanto occorre, per dar tempo a chi le accende di mettersi al sicuro. Per l'accensione è vietato l'uso delle cannette:

(1) nei luoghi umidi si dovranno usare micce incatramate, e per le mine subacquee o praticate in terreni acquitrinosi si adopereranno micce impermeabilizzate. Le cartucce costituenti la carica da usarsi nei luoghi umidi devono pure essere impermeabilizzate;

e) le mine dovranno accendersi, di regola, e farsi scoppiare nei periodi di riposo, fa una muta e l'altra degli operai, od almeno in ore prestabilite, in modo che nessun ostacolo si opponga alla applicazione delle necessarie cautele;

f) prima dell'accensione delle mine, chi ne dirige l'esecuzione deve disporre che le persone si mettano al riparo in luogo sicuro ed a conveniente distanza dalle mine stesse. Egli darà il segnale dell'accensione, previo avvertimento ad alta voce, o mediante suoni di tromba prestabiliti, a tutte le persone che si trovano nelle vicinanze, di ritirarsi, lasciando loro il tempo necessario e facendo loro conoscere il numero dei colpi di mina che dovranno esplodere;

g) in ciascun cantiere di lavoro le mine dovranno farsi esplodere in modo che si possano agevolmente contare i colpi per rendersi conto del numero delle mine esplose, a meno che l'accensione non sia fatta simultaneamente a mezzo dell'elettricità;

h) gli operai incaricati, dovranno, appena dato fuoco alle mine, mettersi anche essi prontamente al sicuro, ed avranno quindi cura di contare esattamente i colpi per verificare se qualche mina abbia fallito, Qualora questo caso avvenga, gli operai predetti dovranno avvertire subito chi sovrintende al lavoro. Intanto nessuno potrà ac-

cedere ai cantieri dove è avvenuto lo sparo delle mine, se non dopo autorizzazione dei capo minatore;

i) quando una mina non prende fuoco, è vietato rientrare nei cantieri ove essa si trova, e negli altri a questo adiacenti o contigui, prima che siano trascorsi 30 minuti almeno;

l) la mina mancata non potrà essere scaricata. Si potrà far esplodere con una cartuccia sovrapposta alla prima, soltanto nel caso che se ne possa facilmente togliere l'intasamento senza far uso di strumenti di ferro o di acciaio e senza urti con corpi duri. Quando ciò non si possa fare, si praticherà un'altra mina nelle vicinanze di quella non esplosa per provocarne l'esplosione, od almeno per ottenere la liberazione della carica - da ricuperarsi con ogni cura - dovendosi assolutamente evitare di lasciare abbandonate mine cariche inesplose:

m) dopo l'esplosione di una o più mine, e quando si sarà acquistata la certezza, contando i colpi, che non ne rimane alcun'altra da esplodere dovranno lasciarsi ancora trascorrere cinque minuti prima di rientrare nei cantieri corrispondenti, oppure dieci minuti se l'accensione ha avuto luogo elettricamente;

n) è vietato di utilizzare per nuove mine, introducendovi nuove cariche. le canne o fori da mina preesistenti, se non saranno stati prima prudentemente ed accuratamente esplorati. L'esplorazione non potrà farsi che in conformità alle istruzioni del sorvegliante.

5. - Le mine a fornello, quelle a gallerie, e anche quelle cilindriche, che per la loro disposizione o per l'importanza della carica, qualunque siano le loro dimensioni, possono produrre le così dette varate, cioè staccare una considerevole quantità di roccia, non possono essere praticate senza un permesso speciale del prefetto. il quale udito l'ingegnere del Distretto minerario, prescrive le cautele opportune.

Lo scoppio di tali mine o varate non può essere provocato se non dopo avviso dato in tempo al pubblico.

D.P.R. 19 marzo 1956, n. 302. Norme di prevenzione degli infortuni sul lavoro integrative di quelle generali emanate con decreto del Presidente della Repubblica 27 aprile 1955, n. 547. (Estratto)

Capo III - Impiego degli esplosivi.

20. (Scelta degli esplosivi). La scelta degli esplosivi per il loro impiego deve essere fatta tenendo presente la rispondenza del tipo di esplosivo alla natura dei lavori da eseguire.

21. (Istruzioni sull'uso degli esplosivi). Il datore di lavoro deve fornire ai lavoratori addetti alla custodia, manipolazione ed uso degli esplosivi, istruzioni scritte sulla loro conservazione e sulle cautele particolari da adottare nell'impiego dei vari tipi usati nel cantiere.

Le principali norme devono essere riportate in cartelli affissi alle porte dei depositi ed ai posti di confezionamento delle cariche.

22. (Trasporto degli esplosivi nell'interno dei cantieri). Gli esplosivi devono essere trasportati negli involucri originali, in cassette chiuse con chiavistelli o in contenitori idonei, tenendo separati gli esplosivi dalle micce e dalle capsule detonanti.

Il trasporto a braccia degli esplosivi ai luoghi di impiego deve essere attuato a mezzo di solide cassette munite di coperchio chiudibile con chiavistello, distinte sia nelle dimensioni che nella dicitura per gli esplosivi e per i detonanti.

Il trasporto degli esplosivi e dei detonanti deve avvenire in tempi diversi oppure per mezzo di lavoratori diversi, i quali non possono essere muniti di lampade a fiamma.

Gli esplosivi trasportati su veicoli devono essere contenuti in imballaggi idonei, stabilmente collocati.

I mezzi di trasporto devono essere costruiti in modo da impedire la caduta di scintille o di elementi brucianti sulle casse o sui recipienti contenenti gli esplosivi.

È vietato l'impiego di mezzi di trasporto che diano luogo a produzione di scintille o fiamme, salvo efficaci protezioni.

23. (*Disgelamento e asciugamento delle cartucce*). Il disgelamento degli esplosivi deve essere effettuato possibilmente di giorno sotto la direzione di un sorvegliante ed in posti isolati, a conveniente distanza dai luoghi dove si eseguono altri lavori.

Il disgelamento degli esplosivi deve essere eseguito esclusivamente in recipienti riscaldati a bagnomaria, evitando il contatto dell'acqua con gli esplosivi.

È vietato operare il disgelamento degli esplosivi esponendoli al fuoco o alle fiamme oppure collocandoli su fornelli accesi o riscaldati o portandoli sulla persona.

Le dinamiti congelate non devono essere tagliate, perforate, divise, radunate, compresse, battute o in altro modo sollecitate con corpi duri.

24. (*Dinamiti alterate*). Le dinamiti alterate, sciolte o in cartucce, quando emanano odore acre o vapori rutilanti o si presentano fortemente trasudate, non devono essere usate ma distrutte al più presto possibile.

La distruzione deve essere fatta, da lavoratori appositamente incaricati e sotto la vigilanza di persona competente, bruciando l'esplosivo per piccole quantità, disponendolo a strisce o in cartucce aperte ai due capi messe una di seguito all'altra. L'accensione deve essere fatta ad uno degli estremi con una miccia a lenta combustione o di lunghezza sufficiente in modo che dopo l'accensione della miccia, il lavoratore possa mettersi al sicuro.

È vietato l'uso di detonanti.

La distruzione deve essere fatta all'aperto, in luogo isolato e non pietroso, al quale sia con opportune segnalazioni interdetto l'avvicinamento di persone. Essa deve essere eseguita in modo da evitare danni nel caso che la dinamite, anziché bruciare, esploda.

25. (*Distribuzione degli esplosivi per l'impiego*). La consegna degli esplosivi deve essere effettuata dal consegnatario ai lavoratori incaricati del ritiro in misura non eccedente il fabbisogno giornaliero.

ro per i lavori in corso. È vietata la consegna di esplosivi avariati, dei quali non si deve far uso nelle mine.

La distribuzione degli esplosivi ritirati deve essere effettuata immediatamente prima del caricamento delle mine ed in misura non eccedente il fabbisogno di ogni singola squadra. È vietata la consegna di dinamiti congelate.

La dinamite e gli altri esplosivi congeneri devono essere consegnati, in cartucce, i cui involucri devono essere integri.

Gli inneschi devono essere consegnati nel numero strettamente necessario e solamente in appositi contenitori.

L'esplosivo non adoperato deve essere in ogni caso restituito dai lavoratori alla persona incaricata prima di abbandonare il lavoro.

26. (*Innescamento delle cartucce*). L'innescamento delle cartucce (preparazione delle smorze) deve essere eseguito nel seguente modo:

1) l'accoppiamento miccia-detonatore deve essere fatto a distanza di sicurezza. Per fissare la miccia alla capsula di innesco si deve far uso esclusivamente di pinze o tenaglie, le quali non possono essere composte di elementi di ferro o di acciaio. E' vietato schiacciare la capsula di innesco con i denti;

2) l'applicazione dei detonatori alle cartucce deve essere fatta sulla fronte di sparo a misura del loro impiego e a distanza di sicurezza da quantitativi anche piccoli di esplosivi. Le cartucce innescate devono essere di mano in mano introdotte nei fori da mina, evitando in ogni caso il loro accumulo.

27. (*Licenza per il mestiere del fochino*). Le operazioni di:

a) disgelamento delle dinamiti;

b) confezionamento ed innesco delle cariche e caricamento dei fori da mina;

c) brillamento delle mine, sia a fuoco che elettrico;

d) eliminazione delle cariche inesplose;

devono essere effettuate esclusivamente da personale munito di speciale licenza, da rilasciarsi, su parere favorevole della Commis-

sione tecnica provinciale per gli esplosivi, dal Prefetto previo accertamento del possesso dei requisiti soggettivi di idoneità da parte del richiedente all'esercizio del predetto mestiere.

La Commissione, di cui al comma precedente, è integrata da due ispettori del lavoro, di cui uno laureato in ingegneria e uno in medicina.

La Commissione deve accertare nel candidato il possesso:

- a) dei requisiti fisici indispensabili (vista, udito, funzionalità degli arti);
- b) della capacità intellettuale e della cultura generale indispensabili;
- c) delle cognizioni proprie del mestiere;
- d) della conoscenza delle norme di sicurezza e di legge riguardanti l'impiego degli esplosivi nei lavori da mina.

Gli aspiranti alla licenza devono far pervenire alla Prefettura competente, una domanda in carta libera specificante l'oggetto della richiesta, le generalità del richiedente, il domicilio o recapito.

All'esame gli aspiranti devono esibire il libretto di lavoro e gli eventuali documenti del lavoro prestato.

A datare dal 1° luglio 1958 potranno essere incaricati delle mansioni indicate nel primo comma del presente articolo soltanto i fochini muniti di licenza.

Fino al 30 giugno 1960 i fochini che dimostrano di aver esercitato il mestiere ininterrottamente da tre anni, possono ottenere la licenza senza esame.

28. (Micce). Le micce, prima di essere applicate ai detonatori, devono essere accuratamente esaminate per accertare la loro integrità. Esse devono essere tagliate in lunghezza tale che il lavoratore adibito all'accensione abbia il tempo necessario per mettersi al sicuro.

Nei luoghi umidi si devono usare micce incatramate; per le mine subacquee o praticate in terreni acquitrinosi devono essere impiegate micce ad involucro impermeabile. Periodicamente devono essere

controllate la velocità di combustione della miccia e le caratteristiche del dardo.

29. (Caricamento delle mine). I fori da mina devono essere caricati immediatamente prima del brillamento.

Durante dette operazioni, sul luogo di impiego devono essere tenuti soltanto i quantitativi di esplosivo e di detonatori o di cartucce innescate indispensabili a garantire la continuità delle operazioni.

Durante le operazioni di caricamento delle mine deve essere presente soltanto il personale addetti.

È vietato annodare le micce fra loro o in matasse o comunque piegarle con piccoli raggi di curvatura o sottoporle a trazione, torsione o compressione.

È vietato utilizzare, per nuove mine, canne o fori da mina preesistenti.

L'intasamento o borraggio deve essere fatto con materie prive di granelli o noduli quarzosi, piritosi o metallici.

Le cartucce di esplosivo devono essere spinte nei fori da mina soltanto mediante bacchette di legno.

Le cartucce a polvere, da adoperare nei luoghi umidi, devono essere a doppia impermeabilizzazione.

Le cartucce innescate e non utilizzate devono essere separate dall'innescato.

30. (Detonatori elettrici). I detonatori elettrici che presentano deformazioni, anomalie o deterioramenti, anche lievi, devono essere scartati e distrutti.

Il trasporto dei detonatori elettrici deve essere effettuato con le modalità indicate nell'art. 22; le cassette devono essere suddivise in scomparti, per tenere distinti i detonatori stessi per numero di ritardo.

In una stessa volata non devono essere impiegati detonatori provenienti da fabbriche diverse.

31. (Isolamento e controllo dei circuiti elettrici di brillamento). I conduttori dei detonatori elettrici non devono essere sottoposti a sforzi di trazione durante e dopo i collegamenti.

Si deve evitare che parti nude dei conduttori vengano a contatto con le parti rocciose e si trovino immerse nell'acqua. Le giunzioni dei conduttori, a mano a mano che vengono effettuate, devono essere rivestite con isolante.

Il collegamento finale dei conduttori capilinea al tratto di circuito principale deve essere eseguito da un solo operaio, previo allontanamento degli altri lavoratori.

Il collegamento del circuito principale alla fonte di energia deve costituire l'ultima operazione immediatamente prima del brillamento.

Il controllo del circuito deve essere effettuato con apposito ohmmetro: in sotterraneo devono essere sempre disponibili due ohmmetri, di cui uno di riserva.

Nel caso che, a caricamento completato, venga riscontrata la non continuità del circuito e l'inconveniente risieda nel difettoso funzionamento di uno o più detonatori, non si deve procedere alla loro rimozione scaricando a mano le relative mine; solo nel caso che se ne possa togliere facilmente l'intasamento, si può aggiungere una nuova cartuccia innescata nell'interno della canna, inserendola nel circuito; ove l'intasamento non possa essere tolto senza pericolo, i detonatori difettosi devono essere esclusi dal circuito.

Se a volata partita si accerti che le mine con detonatore difettoso non sono esplose, si deve procedere come indicato nell'art. 37.

32. (Fonti di energia per il brillamento elettrico). Per il brillamento elettrico delle mine è vietato l'uso della corrente di linea.

Gli esploditori portatili a magnete devono essere muniti di un dispositivo a chiave asportabile o di altro equivalente, senza il quale il circuito di accensione non possa essere inserito. Gli apparecchi esploditori e di controllo devono essere a tenuta stagna.

Gli esploditori portatili a batteria di pile o di accumulatori devono essere posti in cassetta chiusa e devono essere provvisti di uno

speciale contatto a ritorno automatico per realizzare la connessione fra batteria e conduttori d'accensione con chiave di comando asportabile. La connessione deve poter avvenire soltanto esercitando sul contatto una pressione e deve immediatamente interrompersi automaticamente.

Le chiavi di comando degli esploditori di cui al secondo e terzo comma devono essere tenute costantemente in custodia dal lavoratore incaricato dei collegamenti e della verifica del circuito.

I dispositivi di comando dei contatti e gli eventuali apparecchi di controllo devono essere contenuti in custodia a tenuta stagna.

33. (*Precauzioni per il brillamento elettrico*). È vietato l'impiego dell'accensione elettrica ogni qualvolta siano in corso temporali entro un raggio di 10 km. dal posto di brillamento delle mine.

Nel caso che il temporale sopravvenga durante la fase di caricamento, l'operazione deve essere sospesa ed i lavoratori devono essere allontanati dal fronte di lavoro.

È comunque vietato impiegare il brillamento elettrico delle mine quando linee elettriche o telefoniche, condutture o funi metalliche o binari si estendano a meno di 30 metri dal punto in cui il circuito dei reofori degli inneschi elettrici si connette alla linea di collegamento con lo esploditore.

34. (*Segnale di accensione*). L'accensione delle mine deve essere preannunciata con segnale di tromba dal capo squadra minatore o da un lavoratore appositamente incaricato.

Esso deve dare tempestivamente ad alta voce l'avvertimento di ritirarsi per tutti coloro che si trovano nelle vicinanze.

35. (*Accensione delle mine*). Le mine devono essere normalmente fatte esplodere nei periodi di riposo tra una muta e l'altra dei lavoratori oppure in ore prestabilite, in modo che sia facilitata l'adozione delle necessarie cautele.

Detto obbligo si estende anche ai cantieri attigui, quando in essi sussista pericolo per effetto dell'esplosione. I dirigenti di questi cantieri devono essere tempestivamente avvertiti.

Quando sia necessario devono essere prestabiliti posti nei quali i lavoratori possono mettersi al sicuro. Nella escavazione dei pozzi si devono stabilire, ove sia necessario, solidi impalcati di tramezzo e agevoli scale per il pronto allontanamento dell'operaio accenditore.

36. (*Tempo di attesa dopo lo sparo*). È vietato accedere al luogo di sparo prima che siano trascorsi almeno quindici minuti dall'ultimo colpo.

Detto limite può essere ridotto a dieci minuti quando si tratti di mine in luogo aperto.

Quando sia accertato od esista il dubbio che una o più mine non siano esplose, non si deve accedere alla fronte di lavoro prima che siano trascorsi almeno trenta minuti dall'ultimo colpo.

I tempi suddetti devono essere misurati dal caposquadra minatore. Il ritorno dei lavoratori alla fronte di sparo deve avvenire dopo segnale acustico dato dal caposquadra.

37. (*Mine inesplose*). La mina mancata non deve essere scaricata. Si può provocarne l'esplosione con una cartuccia sovrapposta alla prima, soltanto se può essere tolto facilmente l'intasamento senza far uso di strumenti di ferro o di acciaio e senza urti con corpi duri. Quando ciò non sia possibile, si deve praticare un'altra mina lateralmente a quella inesplosa per procurarne lo scoppio, non dovendosi lasciare abbandonate mine cariche inesplose.

Il nuovo foro deve essere praticato in modo da non incontrare il foro che contiene la carica inesplosa.

38. (*Misure di sicurezza dopo lo sparo*). Trascorsi i tempi di sicurezza indicati nell'art. 36, il caposquadra minatore, con i lavoratori strettamente necessari, deve provvedere:

- a) al disgaggio di sicurezza;

b) all'accurata ispezione della fronte di sparo per individuare le eventuali mine non esplose;

c) all'accertamento della eventuale esistenza di residui di esplosivo nei fondelli.

Nel caso di mine inesplose, e ove non sia rintracciabile la mina gravida sulla fronte e sia perciò presumibile l'avvenuta asportazione della stessa, si devono ricercarne attentamente i frammenti nel materiale abbattuto. In tal caso la rimozione del materiale deve essere effettuata con cautela.

È vietato scaricare l'esplosivo di cui sia stata accertata l'esistenza nei fondelli residui; esso deve essere fatto esplodere mediante una carica sovrapposta.

I fondelli residui devono essere accuratamente ricercati e messi in evidenza con appositi segnali indicatori, affinché siano evitati nella perforazione di nuovi fori.

I nuovi fori devono essere aperti parallelamente ed a sufficiente distanza dai fondelli residui.

D.P.R. 20 marzo 1956, n. 320. Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro in sotterraneo. (Estratto)

Capo VII - Impiego degli esplosivi.

41. (Disposizioni di carattere generale). Le imprese che impiegano esplosivi, oltre alle disposizioni delle leggi e dei regolamenti della Pubblica sicurezza ed alle altre relative alla stessa materia, devono osservare le disposizioni contenute nel presente capo.

42. (Elenco degli esplosivi e dei mezzi di accensione). Nei lavori in sotterraneo possono essere impiegati soltanto gli esplosivi ed i mezzi di accensione relativi riconosciuti e registrati in apposito elenco approvato con decreto del Ministro per il lavoro e per la previdenza sociale, su richiesta dei fabbricanti.

Gli esplosivi sono distinti in comuni e di sicurezza, comprendendo in questi ultimi i esplosivi che rispondono a buoni requisiti i sicurezza contro il grisù e le polveri infiammabili. Per ciascun esplosivo di sicurezza l'elenco indicherà la carica limite.

In detto elenco non possono essere iscritti esplosivi ad ossidazione incompleta, il cui impiego è perciò vietato.

43. (Iscrizione e classificazione). L'iscrizione degli esplosivi e dei mezzi di accensione nell'elenco di cui all'articolo precedente e la loro assegnazione all'una o all'altra delle due categorie ha luogo con decreto del Ministro per il lavoro e per la previdenza sociale, in conformità al riconoscimento ed alla classificazione già effettuata da parte del Ministero dell'interno, ai sensi dell'art. 53 del Testo pubblica sicurezza, approvato con regio decreto 18 giugno 1931, n. 773.

I fabbricanti, nell'inoltrare domanda al Ministero del lavoro e della previdenza sociale per l'iscrizione degli esplosivi e dei mezzi di accensione nel suddetto elenco, devono fornire i seguenti dati:

- a) denominazione degli esplosivi e dei mezzi di accensione;
- b) stabilimenti che li producono;

- c) natura e caratteristiche degli esplosivi e dei mezzi di accensione;
- d) gas prodotti dalla esplosione, dedotti dai calcoli ed indicati con le percentuali in volume ed in peso;
- e) risultati delle prove eseguite per accertare, quando occorra, la sicurezza contro il grisù e le polveri infiammabili;
- f) temperatura di congelamento per gli esplosivi alla nitroglicerina.

44. (*Controllo della temperatura all'interno dei depositi*). I depositi contenenti esplosivi alla nitroglicerina devono essere provvisti di termometri a massima e minima.

45. (*Sosta degli esplosivi in sotterraneo*). Negli intervalli di tempo, intercorrenti tra il trasporto e la loro utilizzazione, gli esplosivi non devono essere depositati nell'interno delle gallerie o in prossimità degli altri luoghi di impiego, in misura eccedente il fabbisogno di ogni squadra.

I detonatori, già applicati alle micce, e gli esplosivi devono essere custoditi entro distinti e robusti cassoni muniti di coperchio chiudibile a chiave.

Detti cassoni devono essere sistemati a conveniente distanza tra loro, dai posti di lavoro e da quelli di impiego.

46. (*Controllo delle micce*). Il controllo della velocità di combustione delle micce deve essere effettuato periodicamente ed i risultati devono essere annotati su apposito registro. Il registro deve essere tenuto in cantiere a disposizione degli ispettori del lavoro.

47. (*Applicazione dei detonatori alle micce*). L'applicazione dei detonatori alle micce deve essere effettuata in garitte o locali completamente distinti, siti all'esterno del sotterraneo ed a distanza non minore di 25 metri dai depositi degli esplosivi, dai luoghi di lavoro e dai baraccamenti.

Detta operazione deve essere eseguita in presenza di non più di 200 detonatori e solo facendo uso delle apposite pinze di sicurezza.

Nelle garitte e nei locali di cui al primo comma è vietato tenere quantitativi, anche minimi, di esplosivo.

48. (*Tempo di attesa dopo lo sparo*). Effettuato lo sparo delle mine, è consentito l'accesso al cantiere solo quando i gas e le polveri prodotti dall'esplosione siano stati eliminati e si sia potuta acquistare la presunzione che nessuna mina è rimasta inesplosa.

49. (*Misure precauzionali relative al brillamento elettrico*). Prima di introdurre nei fori da mina le cartucce innescate, tutte le linee elettriche entranti in sotterraneo devono essere interrotte con coltelli sezionatori sistemati all'esterno.

I tratti di linee entranti in sotterraneo devono essere posti in corto circuito e collegati elettricamente a terra. Le lampade e gli apparecchi elettrici spostabili devono essere rimossi dal fronte di lavoro prima di iniziare l'operazione di carica.

L'illuminazione del fronte deve essere garantita o con fari elettrici, alimentati da generatori ad aria compressa o da accumulatori o con lampade portatili non a fiamma libera.

I binari e tutte le condutture metalliche devono essere collegati elettricamente a terra con dispersori presentanti piccolissima resistenza ed installati a regola d'arte fuori del sotterraneo.

Si veda anche il Decreto Ministeriale 19 maggio 1978, sotto riportato.

50. (*Prova dei circuiti elettrici*). La prova del circuito di accensione deve farsi ad una distanza non inferiore ai 150 metri dal fronte minato e soltanto dopo che tutti i lavoratori si siano allontanati e posti al sicuro.

51. (*Fonti di energia per il brillamento elettrico*). Per il brillamento elettrico delle mine, devono essere usati esclusivamente esploditori portatili autonomi.

52. *(Misure di sicurezza in caso di temporale).* È fatto obbligo di approntare nel cantiere un idoneo sistema di segnalazione che consenta di dare ai lavoratori che si trovano nell'interno del sotterraneo disposizioni per la sospensione immediata del lavoro e per mettersi al sicuro dal pericolo di esplosione all'approssimarsi di condizioni atmosferiche temporalesche nella zona del cantiere, quando si faccia uso di accensione elettrica. *(omissis)*

Decreto Ministeriale 19 maggio 1978 (In deroga all'art. 49 D.P.R. 320/56) - Riconoscimento della efficacia del sistema di sicurezza proposto dal Consorzio traforo autostradale Frejus C.T.F., in materia di brillamento elettrico delle mine nei lavori in sotterraneo.

1) L'impianto elettrico entrante in galleria, prima di introdurre nei fori da mina gli inneschi elettrici, deve essere sezionato ad una distanza non inferiore a 300 metri dal fronte di lavoro, nonché essere posto in corto circuito e collegato elettricamente a terra.

2) Per l'alimentazione dei vari apparecchi utilizzatori deve essere impiegata, per trasformare la tensione da 5 kV a 380/220 V, una cabina elettrica mobile la cui sistemazione in galleria deve effettuarsi ad una distanza non minore di 300 m dal fronte di lavoro.

3) L'energia elettrica deve essere portata in galleria fino alla cabina mobile, impiegando un cavo corazzato quale conduttore di terra all'esterno ed all'interno della galleria. tale cavo dovrà essere protetto dal pericolo di dispersione di energia elettrica verso terra, impiegando interruttori differenziali toroidali a media sensibilità, regolati a 300 mA e 250 msec.

4) In conduttori percorsi da corrente elettrica a 380/220V devono essere protetti dal pericolo di dispersione di energia elettrica verso terra con relais toroidali differenziali a media sensibilità, regolati a 150 mA e 100 msec.

5) Gli inneschi elettrici devono essere del tipo ad alta intensità aventi le seguenti caratteristiche:

Impulso di accensione da 1100 a 2500 mW s/Ohm

Insensibilità alle correnti continue del valore massimo di 4 A, per 5'

Accensione di testina con corrente

pari a 7A e di una volta contenente testine in serie con corrente di almeno 9-10 A.

MODULI

LICENZA PER SPARO MINE IN LUOGO ABITATO (art. 57 TULPS)

Al Sign.

(Autorità di PS del luogo ove si devono sparare le mine e cioè il Questore o il Commissariato di PS o, in mancanza, il Sindaco)

Il sottoscritto

nato il

nato a

residente in

nella sua qualità di *(indicare nome e recapito impresa)*

ha necessità di eseguire lavori con sparo mine in zona abitata o in prossimità di pubblica via e cioè in

(esatta indicazione e descrizione del luogo e dei lavori da eseguire, eventualmente allegando piantina o progetto).

Il responsabile delle operazioni di sparo sarà il sign.

Le operazioni di sparo avverranno a partire dal per la prevedibile durata di giorni

Si propongono alla S.V. le seguenti misure di sicurezza in aggiunta a quelle già previste dalla legge:

-
-
-

(indicare se necessario provvedere a sgombero di persone, sospensione del traffico, intervento forza pubblica, ecc.,)

Chiede pertanto il rilascio della prescritta licenza.

_____, il _____

firma

AVVISO DI SPARO MINE (All. B, Cap. V , par. 3 al Reg. TULPS)

Al Sign.

(Autorità di PS del luogo ove si devono sparare le mine e cioè il Questore o il Commissariato di PS o, in mancanza, il Sindaco)

Il sottoscritto

nato il

nato a

residente in

nella sua qualità di *(indicare incarico e nome e recapito impresa)*

comunica di dover eseguire lavori con sparo mine in zona **non** abitata e **non** in prossimità di pubblica via e cioè in

(esatta indicazione e descrizione dei lavori da eseguire, eventualmente allegando piantina o progetto).

Il responsabile delle operazioni di sparo sarà il sign.

Le operazioni di sparo avverranno a partire dal per la durata prevedibile di giorni

Verranno osservate le cautele di legge e

(indicare eventuali cautele aggiuntive)

oltre alle cautele che la S.V. riterrà di prescrivere.

_____, il _____

firma

RICHIESTA DI CERTIFICATO DI NECESSITÀ ACQUISTO
ESPLOSIVI (ART. 104 Reg. TULPS)

Al Questore di *(luogo esecuzione lavori)*

Il sottoscritto

nato il

nato a

residente in

nella sua qualità di *(indicare incarico e nome e recapito impresa)*

comunica di dover eseguire lavori con sparo mine in

(esatta indicazione e descrizione dei lavori da eseguire, eventualmente allegando piantina o progetto).

Egli ha pertanto necessità di acquistare esplosivi della I e II categoria.

Il responsabile delle operazioni di sparo sarà il sign.

Le operazioni di sparo avverranno a partire dal e per la durata prevedibile di giorni

Il quantitativo massimo prevedibile di esplosivo occorrente è il seguente

kg esplosivo di cat I

kg esplosivo di cat II

nr detonatori

m di miccia detonante

m di miccia a lenta combustione

Detti esplosivi verranno gradualmente prelevati entro il

nelle seguenti quantità massime giornaliere:

kg esplosivo di cat I

kg esplosivo di cat II

nr detonatori

m di miccia detonante

m di miccia a lenta combustione

CHIEDE

pertanto alla S.V. il rilascio della certificazione di cui all'art. 104 Reg. TULPS per l'acquisto di detti esplosivi, con le modalità sopra indicate.

[Chiede inoltre nulla osta all'acquisto di detti esplosivi a norma art. 55 TULPS in quanto ne sarà il custode dalla consegna fino al consumo]

_____, il _____

firma

Nota: L'ultima frase può essere inserita nell'ipotesi che gli esplosivi vengano trasportati dal venditore e che la persona che richiede il certificato sia anche la persona che si assume l'obbligo di custodire gli esplosivi. Se il custode è persona diversa, dovrà essere richiesto nulla osta specifico per essa. In teoria il nulla osta non è necessario se la persona è munita di una licenza di porto d'armi.

RICHIESTA DI NULLA OSTA ALL'ACQUISTO DI ESPLOSIVI
(Art. 55 TULPS)

Al sign. Questore di

Il sottoscritto

nato il

nato a

residente in

nella sua qualità di (*indicare incarico e nome e recapito impresa*)

deve acquistare gli esplosivi di cui alla allegata richiesta di certificato ex art. 104 Reg. TULPS.

Chiede pertanto che gli venga rilasciato il prescritto nulla osta.

Nota: Il nulla osta all'acquisto è personale e deve essere richiesto dal soggetto che materialmente riceverà in custodia l'esplosivo. Se il richiedente vuole eseguire il trasporto con mezzo proprio, dovrà fare domanda di licenza di trasporto al Prefetto. Il questore può richiedere la presentazione di certificato medico di sanità mentale alle persone che non siano già conosciute o già in possesso di licenze per armi ed esplosivi.

INDICE

Cap. I – Gli esplosivi	pag. 3
Generalità	3
Proprietà	4
Classificazione	6
Descrizione	7
Cap. II – Accessori da mina	19
Mezzi di innescamento	19
Mezzi di accensione	23
Mezzi ausiliari	26
Cap. III – Norme pratiche d'impiego	29
Cap. IV – Regole di prudenza	45
Cap. V - Norme di legge	49
Cap. VI - Testi legislativi	53
Cap. VII – Moduli	73

*

GEN. LORENZO GOLINO

**MANUALE
DEL
FOCHINO**



