

PREMESSA

Nel 2000 scrissi assieme al compianto gen. Lorenzo Golino, valente perito balistico ed esplosivista, un piccolo “manuale del fochino” da mettere a disposizione gratuita dei visitatori del mio sito www.earmi.it.

Dopo 12 anni è giunto il momento di rivedere la materia, per aggiornarla sia normativamente che tecnicamente.

Ho quindi rielaborato il Manuale che spero sia utile a chi deve sostenere l'esame da fochino. Ringrazio l'amico gen. Romano Schiavi per le correzioni e i consigli.

Ricordo a tutti che la patente di fochino è come la patente di guida: non basta assolutamente per poter guidare con sicurezza. Un manuale può fornire le nozioni teoriche per avere un quadro dei problemi da affrontare, ma è poi necessaria una buona pratica per poter operare sul campo senza mettere a rischio la vita propria e altrui :
CON GLI ESPLOSIVI SI PUÒ SBAGLIARE, MA È DIFFICILE RIPETERE L'ERRORE UNA SECONDA VOLTA !

Bolzano, ottobre 2012

Edoardo Mori

INDICE

Cap. I	Gli esplosivi	Pag.	5
	Generalità	”	5
	Proprietà	”	6
	Classificazione	”	7
	Descrizione	”	9
Cap. II	Accessori da mina	”	19
	Mezzi di innescamento	”	10
	Mezzi di accensione	”	28
	Mezzi ausiliari	”	31
Cap. III	Norme pratiche d'impiego	”	36
Cap. IV	Regole di prudenza	”	50
Cap. V	Norme di legge	”	54
Cap. VI	Testi legislativi su esplosivi e mine	”	61
Cap. VII	Moduli	”	104
APPENDICE	Tullio Seguiti – Il Minatore	”	110

Cap. I - GLI ESPLOSIIVI

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 atmosfere. 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'ef-

fetto 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 esplodenti.

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, innesca-mento.

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 *cn*.

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° 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 (pulverulenti 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

 Polveri da sparo

 Polvere nera compressa o polvere nera in compresse

 Polvere nera in grani o polverino;

- Categoria II: Dinamiti e prodotti affini negli effetti esplodenti

 Tutti gli altri esplosivi di scoppio

 Miccia a combustione rapida

 Miccia detonante a carica ridotta con rivestimento metallico

 Miccia detonante ad involucro metallico

 Miccia detonante con rivestimento metallico

 Miccia detonante flessibile

- Categoria III: Detonanti e prodotti affini negli effetti esplodenti

 Capsule innescanti a percussione

- Capsule innescanti a percussione
 - Carica di rinforzo con detonatore
 - Cariche di rinforzo con detonatore
 - Detonatori da mina elettrici
 - Detonatori ordinari (a fuoco)
 - Detonatori da mina non elettrici
 - Detonatori elettronici
 - Categoria IV: Artifici e prodotti affini negli effetti esplosivi
 - Accenditori
 - Miccia istantanea non detonante ¹
 - Categoria V: Munizioni di sicurezza e giocattoli pirici
 - Miccia a lenta combustione, di sicurezza V/B
 - Oggetti pirotecnici per uso tecnico V/E
- Nota: alcuni tipi di accenditori e detonatori possono essere in IV o V cat.

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 (peso specifico) = 1,6. Congela ad 8°C. Detona a 218°C. Detona nell'urto tra metalli. Vd (velocità di detonazione) = 7.400. Su (sensibilità all'urto) = 6. Te (temperatura di esplosio-

¹ La miccia istantanea è stata introdotta addirittura nella seconda categoria come la miccia detonante. Una grossa bufala da parte del ministero in quanto tale miccia deflagra.

ne) = 4200°C; BO positivo. A causa della sua elevata Su (sensibilità all'urto), 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, alcole, benzolo. Velenoso. Ps (peso specifico) = 1,5. Congela a -22°. Vd (velocità di detonazione) = 8000. Su (sensibilità all'urto) = 7. Te (temperatura di esplosione) = 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 (peso specifico) = 1,76. Fonde a 140°C. A 215°C, brucia all'aria libera ed esplosione in involucro chiuso. Vd (velocità di detonazione) = 8600. Su (sensibilità all'urto) = 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 (pentriti). Flemmatizzata (*significa: trattare con apposite sostanze in modo da ridurre la sensibilità*) 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

Sono ricavate dalla cellulosa.

Binitrocellulosa o cotone collodio. Aspetto simile al cotone. Brucia a 200°. Ps (peso specifico) = 1,6. Insolubile in acqua. Gelatinizza in unione alla nitroglicerina ed al nitrodiglicole. Soggetto a decomposizione lenta nel tempo. Esplosione in recipiente chiuso, con Vd (velocità di detona-

zione) = 5400. Su (sensibilità all'urto) = 35. Te (temperatura di esplosione) = 2100°C. Viene usato in composizione con altre sostanze nella preparazione di polveri infumi e di dinamiti.

Trinitrocellulosa o Fulmicotone. Scoperto da Schönbein nel 1846. Simile al cotone collodio, ma più igroscopico ed infiammabile e meno stabile. Vd (velocità di detonazione) = 6800. Su (sensibilità all'urto) = 30. Te (temperatura di esplosione) = 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.

Esogene (T4, RDX, cyclonite, trimetilentrinitroamina)

Scoperto nel 1899 da Henning. Aspetto simile alla pentrite, della quale ha maggiore stabilità e minore sensibilità. Ps, densità = 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 (velocità di detonazione) = 8400. Su (sensibilità all'urto) = 29. Te (temperatura di esplosione) = 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 B per il caricamento dei proiettili, 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, densità = 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 (velocità di detonazione) = 6800. Su = 110. Te (temperatura

di esplosione) = 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 (peso specifico) densità = 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 (velocità di detonazione) = 2500 circa. Quando è a basso tenore d'azoto si impiega come 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 carica per scavare crateri (*cratering charge*), in bidoni metallici sigillati da 40 lbs, con un booster di TNT che ne assicura l'esplosione.

Innescanti.

Sono tutti prodotti di III categoria.

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, densità = 4,4. Su = 4. Vd (velocità di detonazione) = 5400.

Esplode 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, densità = 4,8. Su = 8. Vd (velocità di detonazione) = 5300. Esplode a 350°C. È 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 stifnato di piombo. Si tende a preferirlo al fulminato di mercurio per la sua minore sensibilità, per il maggior potere innescante e per la possibilità di essere lavorato in umido..

Stifnato di piombo

È un esplosivo tossico utilizzato come componente nei detonatori primari in composizione con altri composti, che ne diminuiscono l'estrema sensibilità. Esplode a 270-280°; Vd (velocità di detonazione) 5200 ms

È in piccoli cristalli, con colore variabile dal giallo al marrone. Lo stifnato di piombo è particolarmente sensibile al fuoco e alle scariche di elettricità statica. Quando asciutto, è addirittura possibile farlo detonare toccandolo, grazie all'elettricità statica del corpo umano. Non reagisce con metalli ed è meno sensibile alla frizione del fulminato di mercurio o dell'azotidrato di piombo. È poco solubile in acqua o in alcol metilico, e può essere neutralizzato con una soluzione di carbonato di sodio, con il rilascio di anidride carbonica. È stabile quando stoccato correttamente, anche alle alte temperature.

Miscele 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 zolfo, 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 grafiati. Si accende a 270°C. Ps, densità = 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 Vd (velocità di detonazione) = 1400. Benché di Su (sensibilità all'urto) = 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 o per lavori di campagna oltre che in pirotecnia..

Precauzioni:

- è commercializzata in pacchi da 1-2 kg, ma deve essere introdotta nei fori a mina sempre avvolta in cartucce, mai sciolta;

- 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 è cosa da evitare assolutamente. In teoria, in caso di necessità, 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). Oggi questa necessità è abbastanza remota per l'impiego di nitrogliceroglicole (dinamiti incongelabili)

Le dinamiti 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. È costituita in prevalenza da silice, in ragione del 25%, contro il 75% di Ngl. Sono state le prime dinamiti, ma oggi sono in disuso (non si usano più da noi) 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 assi-

curata 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%). È la più potente delle dinamiti: nella scala Strength ha valore 100. Densità relativa 6, $S_u = 12$, V_d (velocità di detonazione) = 7200-8000, T_e (temperatura di esplosione) = 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 collodio² 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 binitroloolo, 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 o gelatinato 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; esistono anche cosiddette dinamiti economiche prive di ngl ma con TNT e nitrato di ammonio e

² Usato anche come flemmatizzante della ngl nel suo passaggio al miscelatore.

che rientrano fra gli *amatoli*)

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%) che si presenta allo stato solido. Piuttosto sordo all'innesco, inizia a decomporsi a 255°C. Alla densità 1,5, ha Vd (velocità di detonazione) 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 Vd (velocità di detonazione) = 4000 circa. B.O. negativo, sia pure in lieve misura. Richiede un innesco energico, meglio se assicurato con una smorza di dinamite o di amatolo. È 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. In Italia non è consentito il trasporto dei componenti separati come succede negli Stati Uniti per evitare il trasporto di esplosivo.

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, solfo, 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 Tuta-gex, idoneo alla frantumazione di rocce dure, con densità 1,15 e Vd (velocità di detonazione) = 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 energico e posto sul fondo del foro da mina.

Gli slurries, nonostante la recente introduzione, sono oggi superati dalle "emulsioni".

Le emulsioni sono esplosivi costituiti al 90% circa di una soluzione concentrata di nitrato d'ammonio tecnico in acqua (fase acquosa) ed al 10% di olii, cere e paraffine (fase oleosa combustibile).

L'elenco degli esplosivi commerciali, degli accessori detonanti e dei mezzi di accensione riconosciuti idonei all'impiego nelle attività estrattive, per l'anno 2012 (previsto dall'art. 297 DPR 128/1959) è molto ampio e viene

aggiornato di frequente; per la sua consultazione si rinvia al sito del Ministero per lo sviluppo economico <http://unmig.sviluppoeconomico.gov.it/>

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 Nonex 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. Poiché le cartucce possono essere acquistate da persone munite di solo porto d'armi, ha dato luogo ad incidenti ed ha perso d'interesse a favore del nonex

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 ed usabile per sgretolare rocce e calcestruzzi. Il Bristar (malta espansiva) 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'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.**

Prodotti analoghi, di ancor più semplice impiego, le cartucce Nonex e le più recenti cartucce Green Break Technology (BBT) che producono un gran volume di gas entro un foro sigillato. Sono classificati come "articoli pirotecnici per uso tecnico" e classe "1.4S".

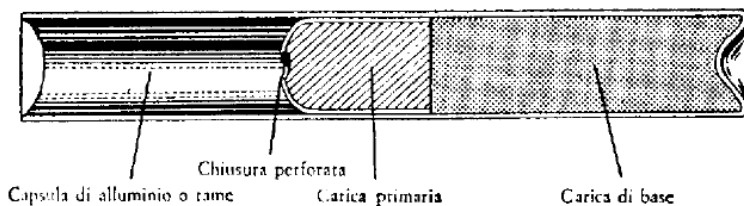
Cap. II ACCESSORI DA MINA

MEZZI DA INNESCAMENTO

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

Si tenga presente che molte delle nozioni che si trovano nei testi di qualche anno fa sui sistemi di accensione sono superate dal sopraggiungere di nuovi materiali o tecnologie che consentono di raggiungere livelli di sicurezza ben superiori a quelli del passato. È necessario conoscere i vecchi sistemi, utilizzabili per piccoli brillamenti o in particolari situazioni, ma occorre anche apprendere come si usano i sistemi elettrici ed elettronici.

Detonatori ordinari a fuoco (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 stinato 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 metallici. La parte cava, se necessario, deve essere pulita, evitando però di soffiarvi per non inumidirla 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). Se manca il foro vedi fig. 2.

Vanno bene per mine con una sola carica in cui non si richiede una esplosione sequenziale di più cariche; è possibile realizzarla con micce di diversa lunghezza, ma i tempi di intervallo non sono determinabili con esattezza il che può pregiudicare il risultato globale; inoltre un'esplosione può danneggiare le micce dei fornelli vicini e dar luogo a "mine gravide". Non sono usabili in acqua (tranne che dai pescatori di frodo). Hanno il vantaggio della semplicità e rapidità di impiego e di non essere soggetti a disturbi esterni (campi elettrici, campi elettromagnetici, fulmini, correnti vaganti).

Un tempo erano in commercio con varia numerazione da 1 a 10 a seconda della potenza; attualmente si usano solo quelli "nr. 8".

② FISSARE IL DETONATORE ALLA MIC-
CIA STROZZANDOLO
A 2÷3 m/m DALLA
ESTREMITA'

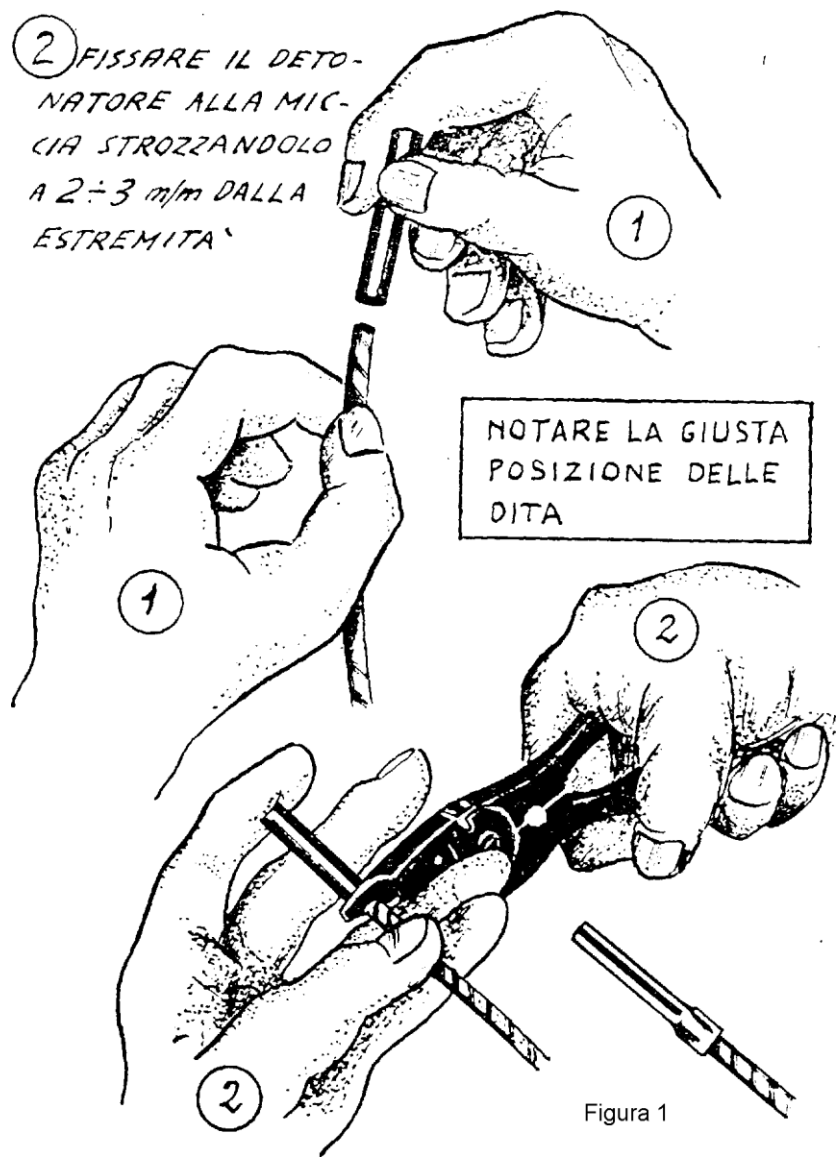


Figura 1

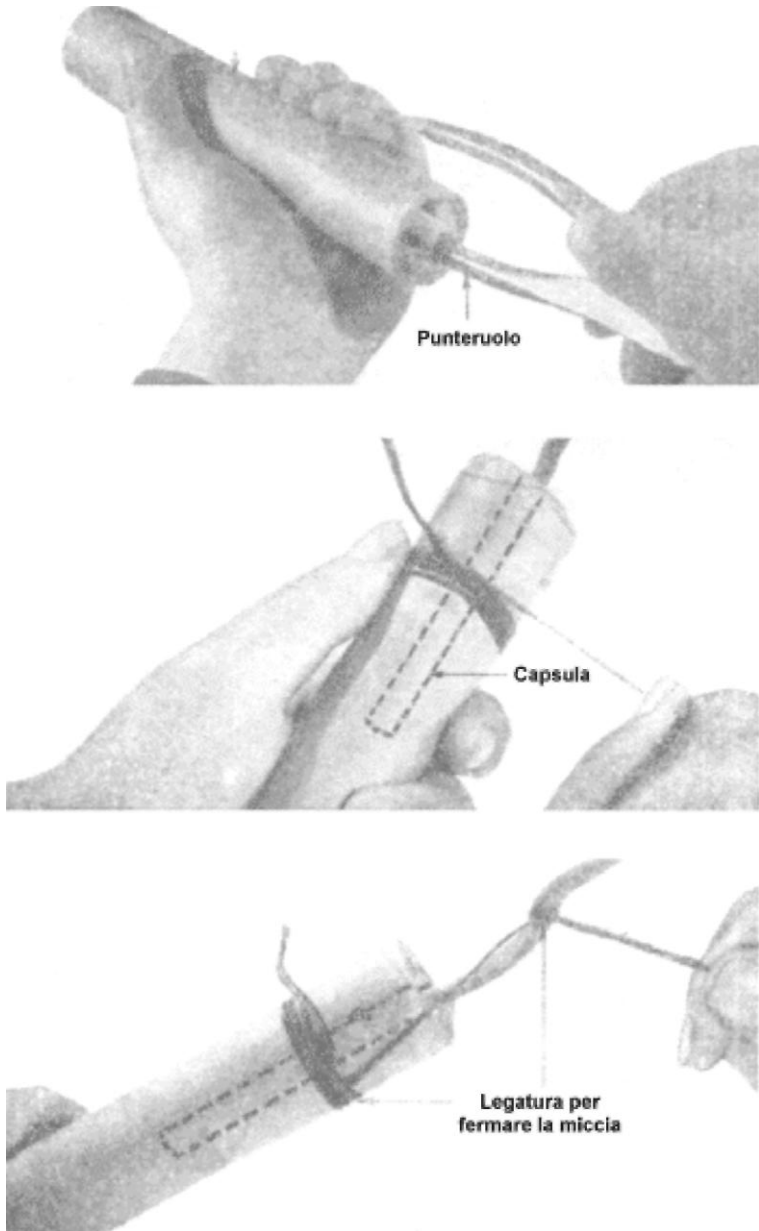
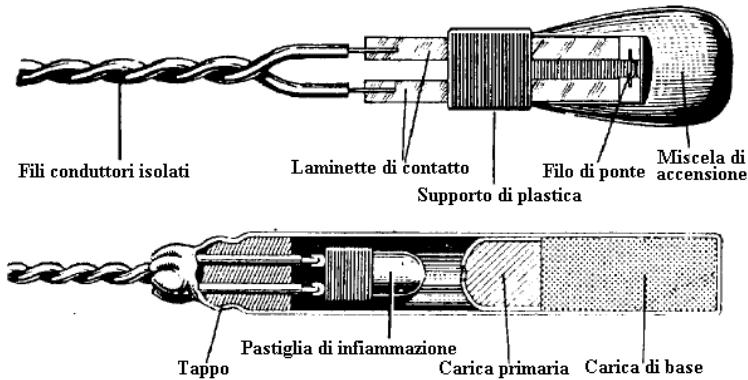


Fig. 2. Come innescare "in testata" una cartuccia priva di foro per la capsula.

Detonatori elettrici



Testina di accensione e detonatore elettrico (storici!)

Analoghi a quelli ordinari, ma dotati di una testina di accensione la cui combustione è causata da una spirulina resa incandescente da una corrente originata da un esploditore apposito. A seconda della corrente necessaria (amperaggio) si distinguono in detonatori a intensità

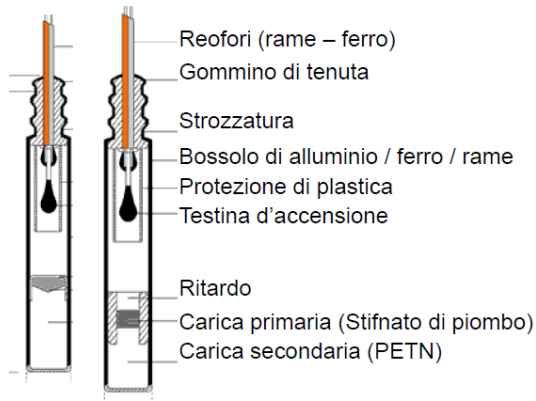
- **bassa** (media di 0,75 A); sigla A
- **media** (media di 1,8 A); sigla U, colore giallo
- **elevata** (25 A) intensità; sigla HU, colore blu.

La legge antiterrorismo 31 luglio 2005 n. 155 ha di fatto vietato l'uso dei detonatori elettrici a bassa e media intensità in quanto utilizzabili anche con la corrente di batterie e quindi per ordigni; perciò si usano esclusivamente detonatori ad alta intensità.

Essi possono essere istantanei o a innesco ritardato.

Detonatori elettrici

istantaneo - a innesco ritardato



da NITREX srl

Tra spirulina e carica primaria può essere interposto un ritardo pirico. Ne esistono in commercio versioni con ritardo normale frazionato a 1/2 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).

In genere la carica primaria è di 0,3 gr di azidrato di piombo e la carica secondaria di 0,8 gr di pentrite (PETN) o di Tetryl.

Alcuni esplosivi pulverulenti o in forma di emulsione richiedono cariche aggiuntive (Booster: hanno forma di "lattine" contenenti esplosivo, che si innescano nel modo abituale.

A seconda del tipo di ritardo si distinguono:

- Detonatori istantanei senza ritardo (colore bianco);

- Detonatori a breve ritardo se il ritardo è inferiore a 100 ms; di solito è di 25 ms (colore verde);

- Detonatori a lungo ritardo se il ritardo è superiore a 120 ms; di solito 250 ms (colore rosso);

I singoli detonatori possono avere inoltre diversi intervalli di tempo di esplosione, utilizzati specialmente in opere di demolizione controllata. Un detonatore con ritardo di 25 ms e un tempo di intervallo di grado 10 esploderà in 250 ms e quindi avrà lo stesso tempo di esplosione di un detonatore da 250 ms di grado 1. Di solito i detonatori vengono venduti con tempo di intervallo da 1 a 20.

Si ricorda che per indagini sismiche i tempi di scoppio devono essere ritardati con estrema precisione.

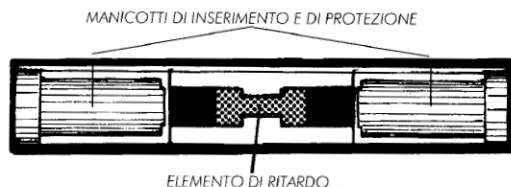
I detonatori elettrici costano poco e sono di impiego universale, ma hanno alcuni limiti. A seconda del tipo di accenditore impiegato il numero di detonatori usabili è limitato per non superare un dato limite di resistenza elettrica; non si possono superare 52 intervalli di tempo e i 160 detonatori ad alta intensità. Anche con questi ultimi occorre fare attenzione alle correnti estranee (parassite.)

Miccia detonante (primacord, Sprengschnur)

Mentre una volta particolari micce detonanti erano di terza categoria oggi rientrano tutte nella seconda categoria TULPS.

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) e, principalmente, per il distacco blocchi di marmo da usare bell'edilizia al posto della polvere nera o del filo diamantato. Viene venduta in rotoli, collegabili direttamente per annodatura, oppure, quando occorre, con relais che assicurano ritardi di 20-50 millisecondi. Si pratica un taglio preciso nella miccia detonante; un capo si inserisce nel tratto di destra ed uno in quello di sinistra. La chiusura viene fatta con le pinze da minatore. L'onda d'urto arrivata all'elemento di ritardo subisce uno sfasamento prima di proseguire.



Relais

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

Per le giunzioni vedi figure che seguono.

Il loro limite principale è la possibilità che la miccia venga tranciata da proiezioni delle mine precedenti; sono insensibili a correnti elettriche o elettromagnetiche (ovviamente se non si innescano con un detonatore elettrico inadeguato).

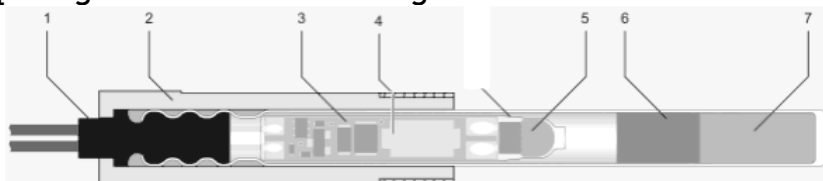
Accensione elettronica

L'accensione elettronica (EBS= Electronic Blasting Systems) rappresenta la più moderna evoluzione nel settore. Un microprocessore integrato nella capsula offre una precisione di temporizzazione di estrema precisione e consente una grande flessibilità di impiego, con risparmi di ogni genere: rapidità di impiego, frammentazione ottimale della roccia, regolare discesa del mate-

riale, limitazione delle vibrazioni, volate più ampie e risparmi di esplosivo.

Ogni capsula contiene un microchip e un condensatore. Il chip viene programmato al tempo di ritardo voluto con un apposito apparecchio; quando il circuito elettrico è pronto con un secondo apparecchio si dà corrente che carica i singoli condensatori; il chip rilascia nel tempo programmato la corrente del condensatore al singolo detonatore che contiene l'elemento che si arroventa, la carica iniziale e quella secondaria.

Sono più costosi degli altri per la complessità tecnica e per la necessità dei due apparecchi di regolazione e scarica. Essi possono essere usati in acqua e in presenza di correnti elettriche o elettromagnetiche, consentono tiro sequenziale fino ad 8.000 colpi, con intervallo di 1 millesimo di secondo, e usando fino a 2.000 detonatori per ogni volata. Hanno un ingombro minimo.



- 1 – giunto sigillante; 2 – cappellotto; 3 – chip; 4 – condensatore
5 – elemento incandescente; 5 – carica primaria; 6 – c. secondaria.

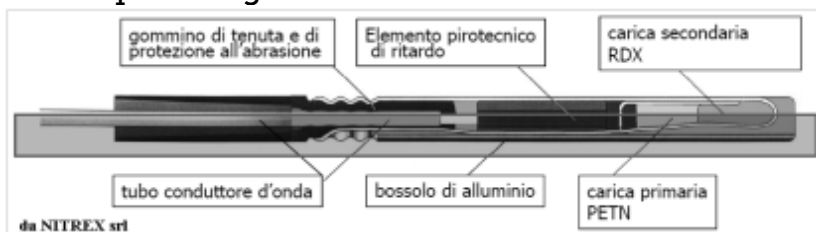
Detonatori a tubo conduttore d'onda

Sono particolari detonatori che in Italia vengono erroneamente chiamati “detonatori ad onda urto”, espressione che nulla dice perché tutti i detonatori sono basati su di un'onda d'urto. In USA ed Italia vengono chiamati anche NONEL (non-electric). Negli USA sono definiti N.P.E.D. (Non Primary Explosive Detonator); tutte espressione poco indicative. Pare rientrano nella III cat. TULPS (1.1.B europea).

Il nome corretto è quello indicato nel titolo, corrispondente al tedesco Zündschlauchsysteme (sistema di accensione a tubo) e all'inglese **shock tube detonator** in cui si pone in evidenza come l'onda d'urto che innesca la capsula venga originata non in una miccia ma in un tubo. Esso venne inventato dalla svedese Dyno Nobel e messo sul mercato nel 1973. Analoghi prodotti sono chiamati Dynashoc e Daveyquick. Sono prodotti che richiedono un apposito addestramento.

Invece di usare cavi elettrici esso impiega un robusto tubetto di plastica a tre strati rivestito all'interno di un sottile strato di sostanza esplosiva (Pentrite ed altro) che, quando acceso, trasmette alla velocità di circa 2.000 m/s una robusta onda esplosiva alla carica secondaria (in sostanza è un sofisticato tipo di miccia rapida). Il tubo è lungo da 60 cm a 3 m munito all'inizio di un connettore a cui fissare detonatori, micce o altro tubi analoghi; al termine del tubo vi è un connettore ritardante che può innescare ulteriori tubi, oppure una capsula con ritardante ed esplosivo secondario (RDX, PETN). Vengono fatti esplodere con un apposito esploditore.

Essi possono essere usati in acqua e in presenza di correnti elettriche o elettromagnetiche, non vi è limite al numero di colpi tirabili in sequenza e al numero di detonatori impiegabili in una volata, sono facili da usare. Sono alquanto ingombranti.



MEZZI DI ACCENSIONE

Miccia a lenta combustione

È 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 verificare 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 accuratamente impermeabilizzata 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 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. Non piegare mai la miccia ad angolo acuto o a curva stretta; può interrompersi la continuità del polverino.

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



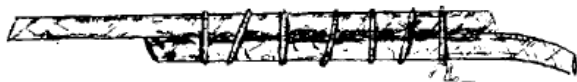
D - con fasciatura di spago

① almeno 15 cm.

Per accendere la miccia si usano o pezzi della stessa miccia nera (micino) o fiammiferi antivento o l'accenditore Pirea: tubetti rigidi di miccia, color rosso mattone, lunghi circa 10 cm, che emettono un breve dardo di fiamma della durata di un minuto. Per questo servivano anche per segnalare i tempi di sicurezza in occasione di accensioni multiple.

Servono ad accendere più spezzoni di miccia a lenta combustione; temono l'umidità. Sono in via di sostituzione con accenditori a gas.

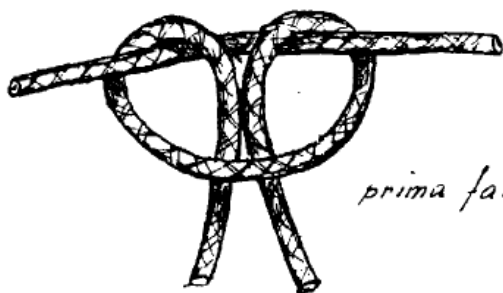
UNIONE DI MICCE DETONANTI



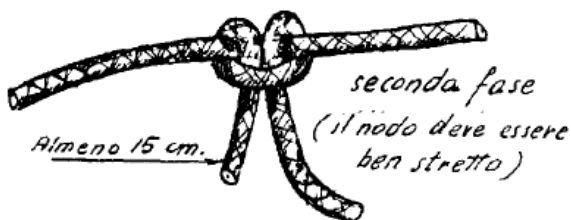
A - con legatura



B - con capsula doppia



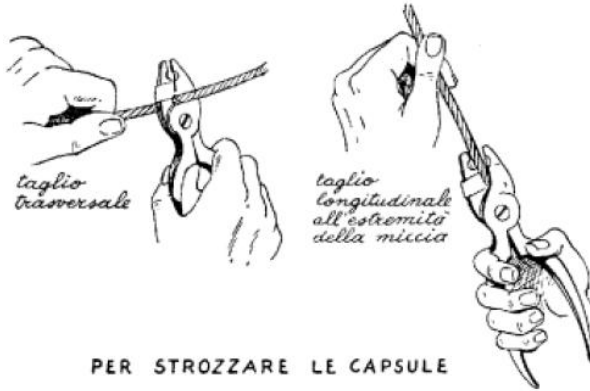
prima fase



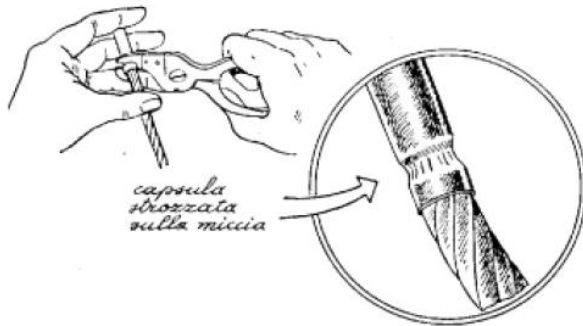
C - con nodo a bocca di lupo

Si ricorda comunque che nell'esplosione di più cariche le micce vanno unite alla madre (innescata da un detonatore) nel senso dell'onda esplosiva; vale a dire che non basta accostare le micce come capita, ma una deve essere la prosecuzione dell'altra (fig. A).

....PER TAGLIARE LE MICCE



PER STROZZARE LE CAPSULE



Uso della pinza per minatore

MEZZI AUSILIARI

Esplosivi

La corrente di lancio deve essere fornita soltanto da esplosivi appositamente progettati (caratteristiche riportate nell'art. 32 DPR n. 203/56). In sostanza sono formati da una dinamo che produce corrente continua ma non si possono usare apparecchi destinati ad altri usi. Devono essere progettati in modo da non introdurre nel circuito di sparo correnti parassite.

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.

Si distinguono in esploditori a dinamo e esploditori a condensatore.

Quelli a dinamo, ormai superati, funzionano mediante il caricamento di una robusta molla che quando viene rilasciata fa girare rapidamente il rotore oppure mediante l'uso diretto della forza muscolare: una sbarra dentata che sporge dall'apparecchio viene premuta con forza verso il basso e si fa così girare una ruota dentata collegata con il rotore.

Gli esploditori a condensatore, ora usati, sono esploditori a dinamo in cui la carica viene inviata entro un condensatore o una batteria di condensatori; al momento dello sparo è sufficiente premere un tasto per rilasciare la scarica di corrente. Esistono modelli che fanno brillare 1000 mine in serie e 9000 in parallelo. Il peso di un tale tipo di arnese è di circa 15-20 Kg. Alcuni di questi esploditori hanno un misuratore di carica per evitare scariche superiori alle necessità di linea.

Nei grandi cantieri vi sono stazioni apposite di corrente a cui ci si collega per le accensioni.

Ohmetri

L'insieme dei cavi di accensione e dei detonatori elettrici collegati ad essi, formano un circuito elettrico. Se vi è una interruzione l'accensione non si verifica o sarà solo parziale; evento dannoso e pericoloso perché occorre poi provvedere a individuare e a mettere in sicurezza le mine inesplose (gravide).

Perciò si calcola quale è la resistenza teorica del circuito e poi con un ohmetro analogico o digitale che la corrente circoli e che la resistenza del circuito corrisponda a quella teorica. Ciò dimostra che non vi sono rotture o cattivi contatti o che non ci si è dimenticati di collegare un detonatore. A quel punto si può collegare l'esploditore. Si ricorda che esiste l'obbligo di avere disponibili due ohmetri.

Siccome gli apparecchi inviano una corrente dosata nel circuito (mai superiore a 7 milliampère, ma che potrebbe provocare accensioni), è vietato impiegare ohmetri non specificamente fabbricati per lavori da mina. Come gli esploditori, devono essere controllati soltanto dalla casa produttrice.

Si ricorda nuovamente che un circuito elettrico è soggetto alla influenza di correnti estranee quali:

- correnti galvaniche per contatto di metalli diversi
- elettricità statica (attenti ai calcatoi di plastica)
- correnti vaganti e correnti indotte
- onde elettromagnetiche emanate da cellulari, linee ad alta tensione, apparecchi di trasmissione, ripetitori, ecc.
- temporali

Queste correnti possono creare correnti indotte nel circuito e quindi scintille o riscaldamento con esplosioni accidentali.

Le moderne attrezzature sono studiate per limitare al massimo questo pericoli, ma se si usa un circuito elettrico, la prudenza è d'obbligo. Prove con i cellulari hanno dimostrato che la distanza di sicurezza è di circa un metro. Maggiore attenzione occorre per i ripetitori per telefonia mobile, per radio e televisione nonché per le linee elettriche ad alta tensione aeree o sotterranee.

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 avvisano 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.

Cavo e giunzioni

Servono a collegare i reofori dei detonatori all'esplosore. 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.



MICKO 1 DUAL esplosore per 4 detonatori elettrici a.i. e per detonatore a tubo conduttore d'onda della Nitrex di piccole dimensioni e funzionante con comuni pile a stilo. Seguono immagini di altri esplosori.

Pinze di serraggio (tagliastrozza)

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

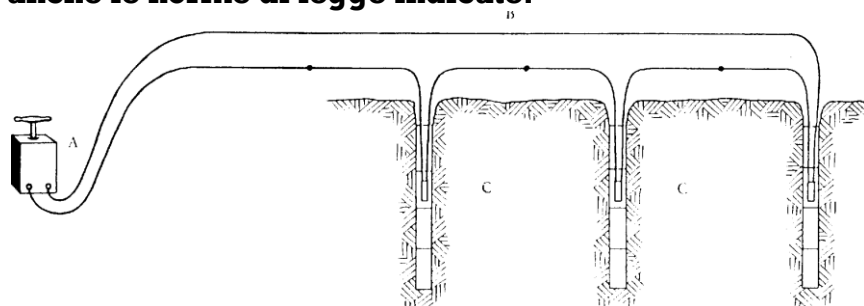
Per il serraggio, esistono pinze di sicurezza con un tamburo nel quale si introducono detonatore e miccia e che garantisce l'operatore in caso di accidentale detonazione.



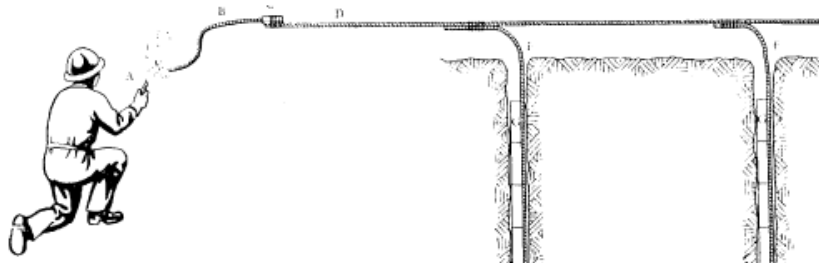
Capitolo III

NORME PRATICHE DI IMPIEGO

*Nelle presenti norme, di carattere essenzialmente pratico, vengono esclusi i calcoli relativi ai circuiti elettrici in serie ed in parallelo che dovrebbero essere compito del datore di lavoro e non del fochino. Si veda più avanti il capitolo con nozioni di elettricità. 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:

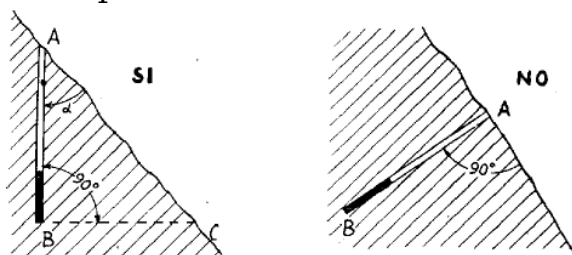


Brillamento con miccia a lenta combustione o miccia detonante.

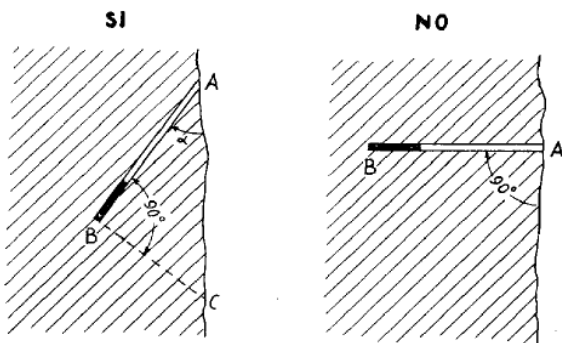
Il fochino opera quasi esclusivamente con *cariche interne*, collocate cioè entro cavità ricavate entro la struttura da demolire; se queste cavità sono di notevoli dimensioni, prendono il nome di *camere da mina*, e, una volta riempite di esplosivo, di *fornelli*, cariche interne di minore entità vengono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



PARETE VERTICALE

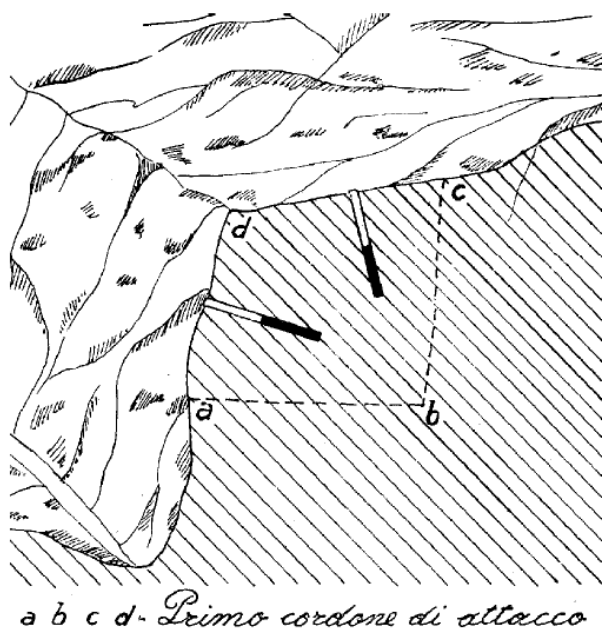


L'angolo α varia da 30° per rocce dure a 45° per rocce tenere.
La distanza BC deve essere minore (da $\frac{2}{3}$ a $\frac{3}{4}$) della lunghezza AB del foro.

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

zione 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 figura che precede.

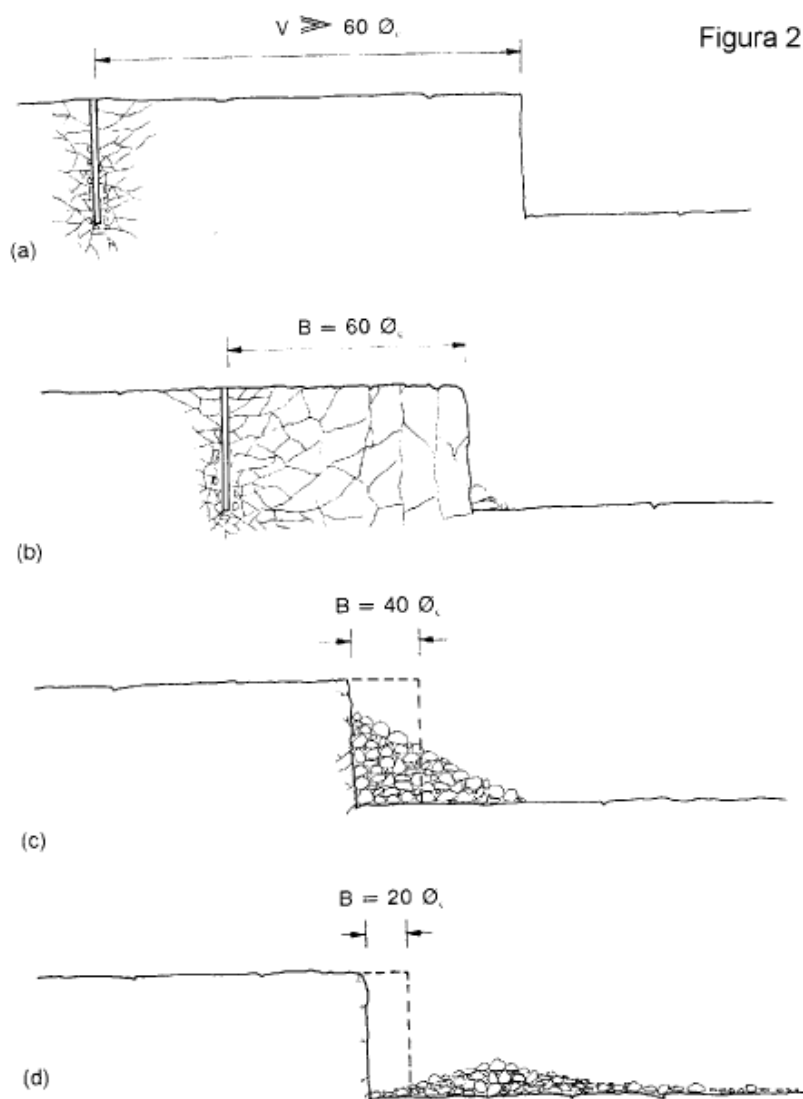
Con l'esplosione si otterrà un fronte con due pareti libere e si potranno poi usare fori di mina convergenti, con risultati di gran lunga migliori.



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'innescò 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 innesco 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.

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 sciolte 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.

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.

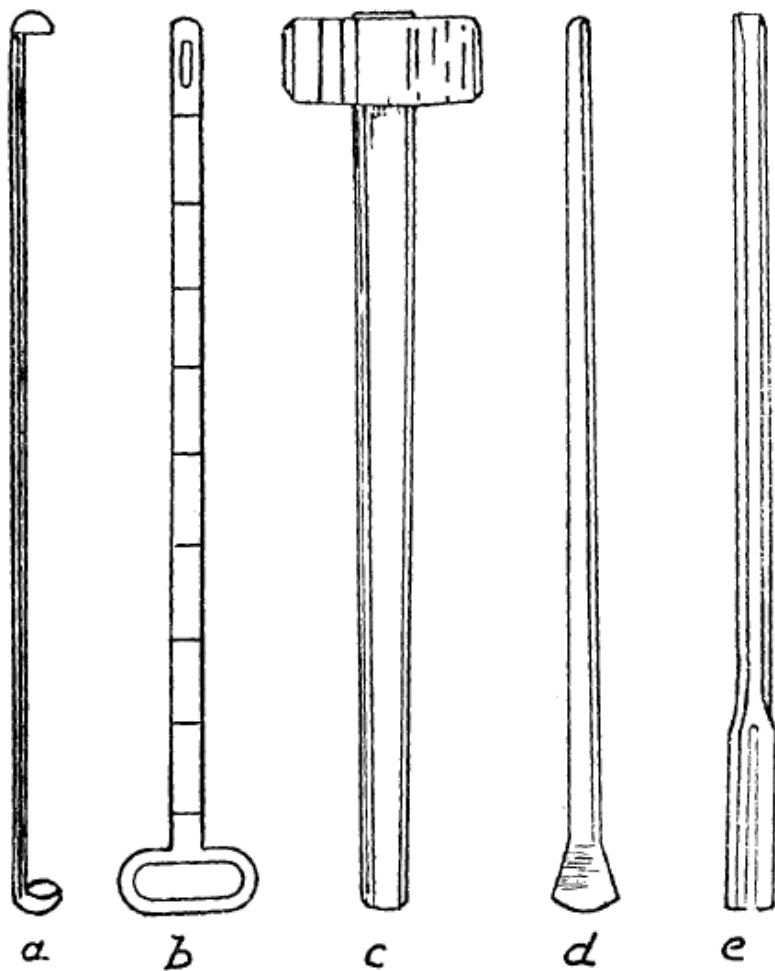
Un secondo segnale di tromba indica che il brillamento è imminente.

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

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

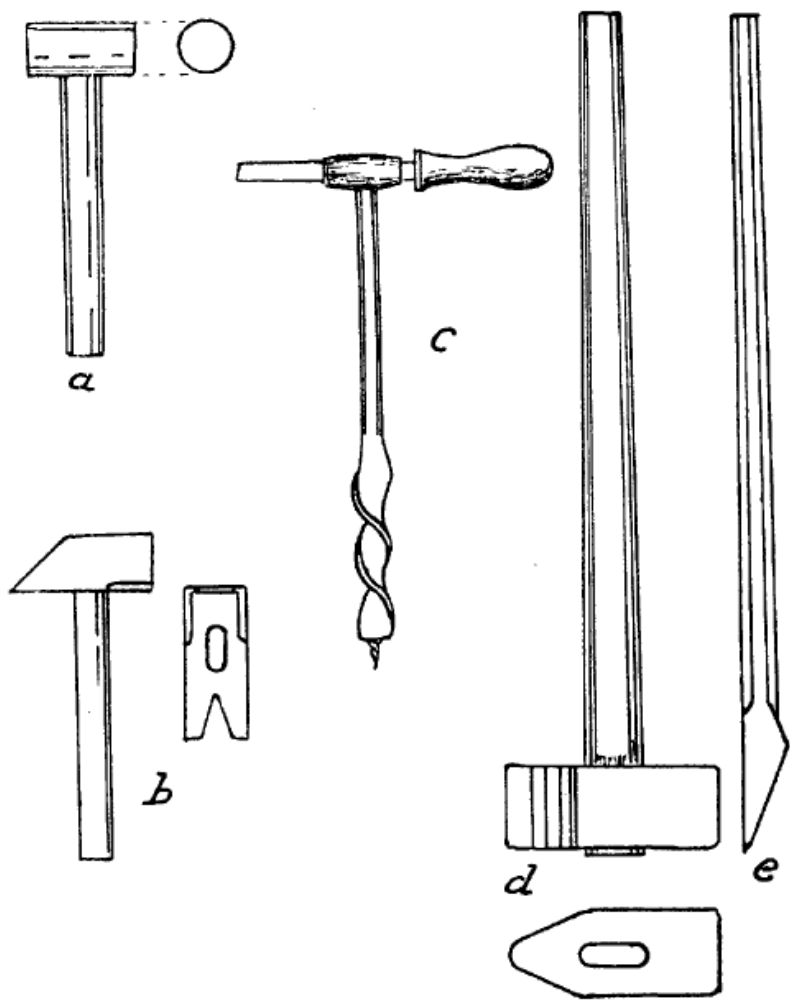
Dopo lo sparo dell'ultima carica, il personale deve attendere 15 minuti, prima di avvicinarsi al fronte di scavo. Se esiste il dubbio che un fornello sia rimasto carico (mina gravida), il tempo di attesa deve essere protratto a mezz'ora e la volata può essere ispezionata soltanto dai fochini. Nei lavori 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.



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

Fig. 3



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

Fig. 4

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 ammucchiati, 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 con nastro adesivo per evitare che qualcuno di essi venga proiettato lontano inesplosivo.

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

I fornelli inesplosivi 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 borraggio 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 coinvolgerla nell'esplosione, ma senza entrarvi a contatto. 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 commo- zione*, 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 av-

viene 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.

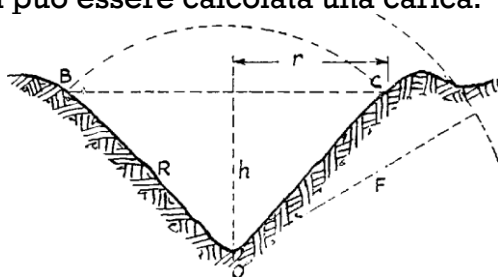
- Per lavori in galleria, sono consigliati: per fronti di scavo di circa 100 mq, 1,2 kg di esplosivo per mc di roccia; per fronti di scavo a sezione ristretta di circa 10 mq, 1,5 kg di esplosivo per mc di roccia.

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 esagerate 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 in metri
- BOC = imbuto reale
- r = raggio dell'imbuto reale
- R = raggio della sfera di esplosione
- F = raggio della sfera di commozione
- Fornello ordinario: $n = 1$ ($r = h$)
- Fornello sovraccarico: $n > 1$ ($r > h$)
- Fornello sottocarico: $n < 1$ ($r < h$)
- per fornelli sovraccarichi: $c_{kcr} = \frac{amh^3}{N}$
- N = coefficiente di guerra =

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*.

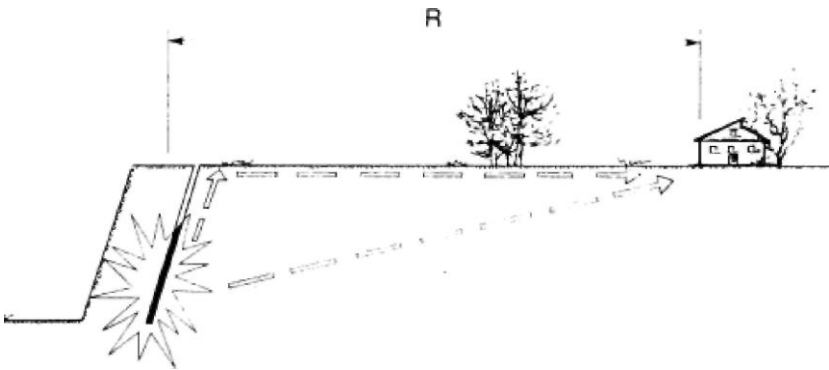
Se $r = h$, cioè $n = 1$, il fornello è detto *ordinario*. Se $r < h$, cioè $n < 1$, il fornello è detto *sottocarico*. Se $r > h$, cioè $n > 1$, il fornello è detto *sovraccarico*. In guerra, si ricorre soltanto a fornelli sovraccarichi. Quindi n va accresciuto del coefficiente di guerra N.

I valori dei coefficienti sono indicati nella seguente tabella

Valori di a		Valori di m			Valori di N	
esplosivo	a	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			
Nitr. amm.	0,30	rocce terrose	2,50			
		rocce compatte	3,27			
		muratura eccellente	3,21			

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 (onda sismica)



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 engine-

ring tool - Milano 1990)

Capitolo IV

NOZIONI ELEMENTARI SUI CIRCUITI ELETTRICI

Le indicazioni che seguono solo assolutamente elementari e divulgative senza alcuna pretesa di precisione scientifica.

La corrente elettrica consiste nello spostamento di elettroni lungo un corpo conduttore di elettricità; vi sono vari modi per produrre elettroni, ma i principali sono:

Il modo chimico, usato:

- nelle pile, in cui, usando apposite sostanze, si ottiene la trasformazione di energia chimica in energia elettrica; la prima fu la pila di Alessandro Volta formata da una serie di coppie costituite da una lamina di rame e una lamina di zinco immerse in acido solforico diluito. Ogni pila fornisce circa 1-1,5 volt di tensione per ottenere tensioni maggiori occorre collegarne molte in serie o, come si dice, in batteria. La produzione di energia non è reversibile; quando metalli od acido si consumano la pila produce sempre meno corrente e alla fine la pila è scarica e si butta.

- negli accumulatori, in cui si può immagazzinare energia elettrica prodotta da altre fonti e trasformata in energia chimica; vale a dire che la corrente introdotta provoca una modificazione chimica reversibile per cui l'accumulatore restituisce la corrente ricevuta e il processo può ripetersi per un certo numero di cicli di ricarica. Anche negli accumulatori la tensione di ogni elemento non supera i 2 volt e perciò essi vengono collegati in batteria con altri elementi. A voler essere precisi la batteria di un'auto dovrebbe essere chiamata "batteria di accumulatori". Moderne batterie, basate su diverse tecnologie, raggiungono per ogni cella anche voltaggi di 4-5 volt.

Mediante un generatore elettrico che sfrutta

l'induzione magnetica e trasforma energia meccanica in energia elettrica.

L'induzione elettromagnetica consiste nella produzione di una corrente elettrica in un conduttore per azione di un campo magnetico in movimento. Il campo magnetico può essere prodotto da un magnete permanente, da un elettromagnete o anche da un conduttore percorso da corrente, e non ha alcuna importanza che il magnete stia fermo e il conduttore si muova o viceversa: ciò che conta è che il conduttore e il magnete si muovano "l'uno rispetto all'altro". Questo fenomeno è importantissimo perché su di esso sono basati sia i generatori di corrente elettrica (dinamo e alternatore), sia i motori elettrici.

I generatori sono di due tipi, il generatore di corrente continua, detta dinamo e i generatori di corrente alternata, detti alternatori. Entrambi funzionano basilarmente secondo lo stesso principio: infatti, se si fa ruotare una spira di filo conduttore in un campo magnetico (cioè tra il polo nord e il polo sud di un magnete), si crea un flusso di corrente che attraversa la spira stessa. Nel caso dell'alternatore, la spira (statore) è mantenuta fissa, mentre è il magnete che ruota (rotore); nella dinamo si ha la condizione opposta, ma il risultato finale è identico salvo la complicazione che occorrono due contatti striscianti (spazzole) che raccolgano la corrente elettrica.

Nella realtà non vi una sola spira, ma vi sono molte spire (avvolgimento) e il magnete è un elettromagnete.

In un alternatore il rotore viene fatto ruotare da un albero motore che gli trasmette l'energia meccanica. Il rotore è un elettromagnete che produce un campo magnetico in movimento; si compone di un supporto di lamierini di ferro attorno ai quali vengono avvolte una serie di bobine alimentate in corrente continua. Lo statore avvolge il rotore e ha il compito di generare energia elettrica. Lo statore si compone di un supporto di lamierini di ferro con bobine di filo di rame isolato nelle quali si

genera, per induzione, la forza elettromotrice. Le estremità delle bobine dello statore sono collegate a collettori indipendenti che, attraverso le spazzole, immettono la corrente nella rete. Poiché ad ogni rotazione del rotore il verso della corrente si inverte, l'alternatore produce corrente alternata.

Nella dinamo il rotore genera la corrente e nello statore si trova l'elettromagnete ad anello. Nella dinamo ogni anello è composto da due mezzi anelli indipendenti, detti commutatori, che nel movimento rotatorio si scambiano continuamente le spazzole. In questo modo ogni spazzola riceve sempre corrente nello stesso verso producendo così corrente continua. La dinamo è stata storicamente il primo generatore di corrente elettrica, ma oggi è poco utilizzata negli impianti industriali. Le principali applicazioni si hanno nella rete elettrica per tram e filobus.

I motori elettrici sono macchine che trasformano l'energia elettrica in energia meccanica. L'energia elettrica, attraverso il fenomeno dell'induzione elettromagnetica, è in grado di mettere in movimento una parte rotante (rotore) che attraverso meccanismi di vario genere aziona macchine o altre apparecchiature. Vi sono motori elettrici che funzionano con corrente continua ed altri che funzionano con corrente alternata.

Mediante materiali semiconduttori, come il silicio, che trasformano l'energia solare in energia elettrica (fotovoltaico).

Corrente continua e alternata

Nella corrente continua il flusso degli elettroni è continuo dal polo segno con il segno - (meno) al polo segnato con il segno + (più).

Nella corrente alternata gli elettroni oscillano avanti e indietro per lo spazio di alcuni millimetri con un frequenza che dipende dalla macchina che l'ha generata

(quella delle abitazioni ha 50 oscillazioni al secondo (50 hertz).

Ogni alternatore o dinamo è reversibile e può funzionare come motore elettrico; quando la corrente deve essere trasportata a distanza con cavi, si usa la corrente alternata perché vi è minor consumo di corrente. In impianti di produzione casalinga si preferisce produrre corrente continua perché nel circuito si possono inserire direttamente accumulatori tampone per conservare l'energia prodotta. La moderna elettronica consente di trasformare più facilmente di un tempo la corrente continua in corrente alternata (ad esempio si possono usare in auto motorini per rasoio o per aspiratore) e viceversa (ad es. alimentazione di cellulari o computer portatili dalla presa elettrica).

L' apparecchio che trasforma la corrente alternata in corrente continua si chiama *raddrizzatore* a ponte di diodi; quelle che trasforma la corrente continua in corrente alternata si chiama *inverter* (invertitore).

Le unità di misura

Le caratteristiche della corrente elettrica possono essere definite in base ad apposite unità di misura. Quelle che occorre conoscere sono

L' ampère (A), il volt (V), il watt (W), l'ohm (Ω).

Quando si parla di unità di misura occorre non fare confusione fra grandezze istantanee (velocità dell'auto in un certo momento, km/h) e grandezza di totalizzazione (numero di chilometri percorsi in un'ora).

Amperaggio

Con l'unità di misura dell'ampère si indicava (1898) la capacità di una corrente di trasportare in un secondo, da un polo ad un altro in una soluzione di nitrato d'argento, una certa quantità di argento; successivamente sono stati adottati altri criteri di misura (forze elettrodinamiche generate), ma la sostanza non è cambiata. Se si legge che una batteria ha la capacità di "20 amperora (Ah)" significa che la batteria può rilasciare per venti ore un

ampère oppure due ampère per dieci ore e così via.

In genere per comprendere meglio le unità di misura elettrica, si fa un paragone con le condotte di acqua; il paragone è grossolano, ma serve ad avere una idea approssimativa dei problemi.

Si può dire quindi che l'ampère serve per indicare la quantità di corrente che può essere erogata da una batteria così come la capacità di un serbatoio di acqua viene indicata in litri o metri cubi. La quantità di acqua non ci dice nulla sul modo con cui essa viene erogata: può arrivare in tubi sottili o grossi, con molta pressione o senza pressione.

La potenza

La corrente elettrica è una forma di energia che può essere trasformata in calore, luce, energia meccanica. La potenza di una macchina si esprime attraverso una unità di misura detta chilowatt (kW), corrispondente a 1000 watt, che rappresenta la potenza occorrente per imprimere ad una massa di una tonnellata a riposo la velocità di un metro al secondo dopo un secondo. Un tempo si usava come unità di misura il cavallo vapore (HP) pari a 0,735 kW.

Mentre in un circuito senza derivazioni è disponibile sempre lo stesso numero di ampère sia nei fili che nello apparecchio di utilizzazione, varia grandemente l'assorbimento della corrente: una lampadina assorbe poche decine di watt, i fili elettrici ne assorbono un quantitativo trascurabile, un motore elettrico ne assorbe qualche chilowatt; vale a dire che i watt si misurano nel punto di utilizzazione.

Il kW, unità di potenza istantanea, diventa il chilowattora (kWh), unità di totalizzazione, quando si vuole indicare la quantità di energia prodotta o consumata da un apparecchio che ne produce o consuma un chilowatt.

Questa è nozione ben nota a chiunque è collegato ad una rete elettrica. Il fornitore gli mette a disposizione linee che consentono di scaricare un certo numero di

chilowattora, a seconda delle macchine o luci che si impiegano (di solito 3-5 kWh) in una casa moderna, e l'utente sa che il forno o il ferro da stiro consumano ciascuno un chilowatt ogni ora, che una lampadina consuma 30 watt all'ora, il computer 150 watt all'ora; deve fare attenzione a non accendere troppi elettrodomestici e luci contemporaneamente perché altrimenti "saltano le valvole". Il fornitore limita mediante il contatore la potenza prelevabile perché in tal modo riduce la potenza totale immessa nelle linee ed evita gli sprechi di corrente su di esse.

Un tempo il consumo delle lampadine veniva indicato su di esse in watt e si sapeva che una lampadina ad incandescenza da 100 watt produceva una intensità luminosa di circa "cento candele"; poi sono subentrate le lampadine a basso consumo che forniscono la stessa luce con 25 watt e infine le lampade a led che ne consumano solo 10 (più o meno, ovviamente!).

La tensione (voltaggio)

Un po' più complessa da comprendere è la nozione di differenza di potenziale o tensione. Fra i poli di una batteria o di una dinamo vi è una differenza di potenziale; sul polo negativo sono pronti gli elettroni che premono per uscirne, sul polo positivo non vi è nessuna attività. Questa differenza di potenziale è minima in un elemento di batteria e può aumentare di migliaia di volte in un alternatore di una centrale elettrica. Questa differenza si esprime con l'unità di misura volt (V) la quale indica quanti watt per ampère può fornire un erogatore di corrente. Più precisamente: Il volt è la tensione elettrica fra due punti di un conduttore metallico in cui con una corrente di un ampère (A) fra i due punti si ottiene un watt di prestazione. $V = W/A$

Facciamo un esempio concreto. La batteria di un'auto ha la capacità di circa 50 amperora; se per avviare l'auto si invia una rapida scarica di 100 ampère al motorino di avviamento da un cavallo, si mettono in gioco circa 800

watt. In una officina si utilizza invece un motore da 10 kW e si supponga che l'intensità della corrente sia ancora di 100 ampère; come è possibile una stessa corrente di 100 ampère fornisca due prestazioni così diverse? La diversità è data dalla diversa tensione; mentre la batteria ha una tensione di 12 volt, la corrente di rete ha una tensione di 220 volt e quindi ogni ampère fornisce quasi 20 volte tante di watt.

Qualcuno ha voluto paragonare la tensione elettrica alla pressione dell'acqua che esce da un tubo. Si tratta di fenomeni non paragonabili, salvo che su di un punto. Quanto maggiore è la tensione, tanto maggiore è la distanza fra i due poli fra cui può scoccare una scintilla, distanza che è indipendente dall'amperaggio. Con le tensioni usuali, fino a qualche centinaio di volt, la scintilla scocca solo se i terminali dei due poli si toccano, o quasi. Con tensioni di qualche migliaio di volt la scintilla può superare anche un metro di distanza il che è fonte di incidenti quanto operai lavorano sotto la linea elettrica con scale, tubi, macchine e credono di essere al sicuro solo perché non toccano i fili. In laboratorio, con macchine che raccolgono cariche elettrostatiche, si raggiungono voltaggi di milioni di volt e scintille di oltre 2,5 metri.

La corrente alternata ha il grande vantaggio di poter essere trasformata da un voltaggio ad un altro, mediante l'uso di trasformatori.

I voltaggi in uso sono circa 1,2-12 V nelle batterie, 220 V nelle reti cittadine, 550 V per le tramvie, 15.000 V per le ferrovie, fino 380.000 V per le linee ad alta tensione.

Quando si parla di corrente alternata ci si riferisce normalmente alla corrente *monofase*, distribuita con due cavi (ora diventati tre per l'obbligo del cavo di messa a terra degli impianti ed apparecchi) generata da un normale alternatore, come descritto. Ricordiamo, senza entrare in spiegazioni, che la produzione e distribuzione di corrente avviene spesso con corrente alternata trifase prodotte in alternatori in cui vi sono tre bobine sfasate di

120 gradi; la corrente viene distribuita a 380 V con tre cavi oltre a quello neutro, ma l'utente finale può collegarsi solo a due cavi e ottenere un voltaggio di $380/1,732 = 220$ (1.732 è la radice quadrata di 3). Vi sono motori trifase che utilizzano direttamente la corrente trifase a 380 volt.

La resistenza

Gli spostamenti degli elettroni generano calore nel corpo attraversato; il calore è tanto maggiore quanto maggiore è la resistenza che il corpo oppone al passaggio della corrente. Se si collega un sottile filo di platino in serie (vuol dire uno dopo l'altro) con un grosso filo di rame e si fa passare una corrente, il platino si arroventa mentre il rame aumenta la sua temperatura in modo irrilevante; si potrà quindi misurare, ad esempio, che il platino si scalda 2500 volte più del rame e si potrà dire che il platino ha una resistenza 2500 volte superiore.

L'unità di misura della resistenza è lo ohm (Ω , è la lettera greca oméga) legato alle altre unità dalle seguenti relazioni:

- la resistenza di un conduttore è di 1 ohm quando il passaggio di un ampère provoca una dissipazione di calore di 1 watt (in un'ora di un wattora) ;

- la resistenza di un conduttore è di 1 ohm, quando il passaggio di una corrente di un volt crea ai suoi estremi una corrente di 1 ampère: $\Omega = V/A$

- La resistenza è direttamente proporzionale al voltaggio e inversamente proporzionale allo amperaggio: $\Omega = V/A$ (legge di Ohm)

Si consideri che la resistenza di una lampadina ad incandescenza è dell'ordine dei 200 ohm e la spirale riscaldante di un radiatore sui 100 ohm. Invece gli isolanti che non lasciano passare la corrente elettrica superano i 100.000 ohm.

La resistenza di un cavo cilindrico è proporzionale alla sua lunghezza e inversamente proporzionale alla superficie della sua sezione (più è grosso, minore è la

resistenza)

La resistenza di fili metallici aumenta con l'aumento della loro temperatura. Per certe applicazioni sono state create leghe (Costantana, Manganina) di rame, nichel, manganese in cui la resistenza non risente delle variazioni di temperatura.

La resistenza rispetto ad una corrente alternata è soggetta a particolari fenomeni (resistenze cieche, resistenze da induzione) che comunque non è necessario conoscere per misurazioni pratiche. In questo caso piuttosto che di *resistenza* si parla di *impedenza*.

I pericoli della corrente elettrica

Abbiamo già visto che una corrente elettrica crea calore e scintille; evidente quindi il rischio di incendi. Essi possono derivare da:

a) cortocircuito; esso si ha quando due conduttori sotto tensione vengono a contatto direttamente o con interposizione di un corpo con resistenza minima (un pezzetto di filo di rame ha una resistenza di un decimillesimo di ohm). In tal caso, se dividiamo il voltaggio 220 per 1/10.000 otteniamo che il filo viene attraversato da oltre duemilioni di ampère; se vi è una valvola di sicurezza o un fusibile, tutto si risolve con una forte scintilla che, se il filo non poggia su materiale infiammabile, fa danni limitati. Se non vi è una valvola, tutto l'impianto elettrico si scalda e brucia. Ricordiamoci che il cortocircuito può essere provocato da un topo che rosicchia i cavi, da un cacciavite che tocca i due cavi, da liquidi sui cavi, ecc. ecc.

b) riscaldamento dei cavi: i cavi di un impianto elettrico sono calcolati per sopportare un certo carico di corrente con ampie tolleranze; ma spesso avviene che si usino prolunghe e che un singolo cavo, previsto forse per una lampada venga utilizzato per alimentare troppe apparecchiature; in tal caso il cavo si surriscalda, la guaina fonde e il calore incendia sostanze infiammabili a

contatto (ad esempio polistirolo usato nei muri come isolante termico).

c) Contatti difettosi: due fili giuntati male, una vite di fissaggio del cavo in una spina o un interruttore, si ossidano. Si allentano a seguito di vibrazioni fino a che fra i cavi o fra vite e cavo si formano dei minuscoli archi elettrici che sviluppano molto calore; l'isolante si carbonizza, la plastica si fonde e il calore può infiammare legno, tende, tappezzerie a contatto.

Ancor maggior attenzione va ovviamente rivolta ai pericoli per l'incolumità delle persone. Quando due punti del corpo umano vengono a contatto con due conduttori sotto tensione si crea un circuito con passaggio di corrente che provoca bruciature, ustioni, shock (la cosiddetta elettrocuzione). Per ragioni tecniche che non trattiamo in questa sede, si deve ricordare che la terra funziona da conduttore e che pertanto quando il corpo non è perfettamente isolato dal terreno o dai muri, è sufficiente toccare un solo conduttore per ricevere la scarica elettrica. In una autovettura, isolata dalle ruote di gomma, si può toccare un conduttore sotto tensione, ma bisogna fare bene attenzione a non toccare altre parti del veicolo perché telaio, carrozzeria, motore rappresentano tutte l'altro conduttore (la cosiddetta massa, che corrisponde alla terra).

Perciò, fermo restando che si dovrebbe togliere la corrente dall'impianto, si ricordi che quando vi è la corrente occorre essere ben isolati dal terreno o su pavimenti isolanti asciutti, o con scarpe di gomma o su scale di legno e che occorre stare ben attenti a non toccare tubi o ringhiere. Così operando si potrà prendere una scossa, limitata ad una mano o ad un braccio e di minor pericolosità, ma si eviteranno le scariche che attraversano tutto il corpo o il cervello e che possono essere mortali anche con i voltaggi casalinghi.

Il perché siano pericolose anche queste tensioni è presto spiegato: il corpo umano ha una resistenza di

circa 5.000 ohm. Se fra due punti di esso scorre una corrente di 220 volt l'intensità di corrente che lo attraversa si ottiene dividendo 220 per 5.000 e sarà di 0,045 ampère, valore già pericoloso.

La corrente alternata provoca poi delle contrazioni muscolari (tetanizzazione) che impedisce di staccarsi dal conduttore.

Qualcuno pensa che il pericolo sia ridotto quando sul circuito vi è una resistenza, ad esempio una lampadina; in realtà la lampadina aumenta la resistenza del "circuito" uomo-cavo di soli 200 ohm e quindi la corrente conserva un amperaggio pericoloso.

Collegamento in serie e in parallelo delle resistenze.

La proprietà, se vogliamo negativa, dei conduttori di opporre resistenza al passaggio della corrente elettrica, viene sfruttato per la realizzazione di componenti elettrici, chiamate resistenze utilizzate per uno di seguenti tre scopi:

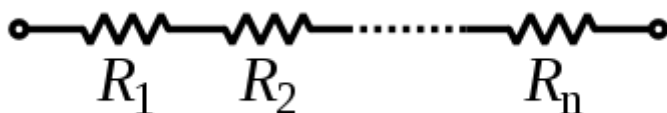
- a) limitare il passaggio di corrente
- b) riscaldare (filamento della lampadina, spirale del ferro da stiro o del phon)
- c) localizzare una caduta di tensione (caso della radio che funziona a 6V e che voglio farla funzionare a 12 V).

1) Si parla di *collegamento in serie* quando due o più componenti sono collegati in modo da formare un percorso unico; La corrente ha lo stesso valore in qualsiasi punto del circuito. Infatti non esistono percorsi alternativi. Se si inseriscono più resistenze (ad es. più lampadine, la resistenza totale è data dalla somma delle singole resistenze; il circuito si comporta come se in esso fosse inserita un'unica resistenza. Un tipico circuito in serie è quello delle ghirlande luminose per l' albero di Natale, con l'inconveniente che se si rompe una lampadina si spengono tutte. Inoltre ogni resistenza (apparecchio)

riceva una tensione un po' minore di quello che lo precede.

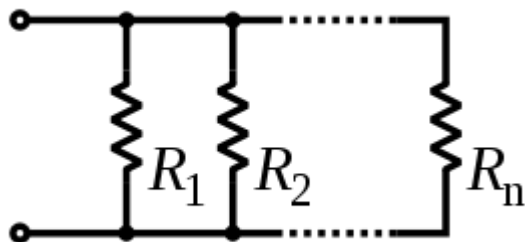
Conoscendo il valore della resistenza (in ohm e l'intensità della corrente elettrica (in ampère) è possibile determinare la tensione elettrica (in volt) su una resistenza mediante la legge di Ohm:

$$V=R/I$$



Inversamente conoscendo la differenza di potenziale V ai capi della resistenza e il valore della sua resistenza R , è possibile calcolare l'intensità della corrente elettrica I che circola utilizzando la formula inversa: $I = V/R$

- 2) Si parla di circuito in parallelo quando le resistenze (apparecchi) sono collegati ad una coppia di conduttori in modo che la tensione elettrica sia applicata a tutti quanti allo stesso modo. È ciò che avviene quando infiliamo la spina di più apparecchi in una ciabatta.



Si noti che con questa disposizione ogni lampadina può restare accesa anche quando le altre sono spente. In questo caso esistono più percorsi per la corrente che quindi si dirama nei vari bracci presenti. L'intensità I della corrente è data dalla intensità utilizzata dai singoli apparecchi.

Le cariche che arrivano in ogni punto di incrocio (detto *nodo*) si dividono passando in tutti e due i rami. Quindi la corrente che attraversa il singolo utilizzatore è inferiore rispetto a quella del circuito principale e *le cariche che entrano in un nodo sono in numero uguale a quelle che ne escono*. La resistenza totale è data dalla formula

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

I vantaggi del circuito in parallelo sono:

- Rende indipendenti gli utilizzatori;
- Ha una minore resistenza complessiva;
- È percorso da una corrente di maggiore intensità.

In questo tipo di circuito se si inseriscono troppi apparecchi utilizzatori, la corrente che circola può diventare più intensa di quella che i suoi fili possono sopportare. Il valore limite della corrente è determinato dallo spessore dei fili; infatti come sappiamo dalla seconda legge di Ohm, un filo più spesso ha una resistenza minore e, di conseguenza, può trasportare una corrente più intensa. Quando la corrente supera il limite consentito, si dice che si ha un **sovraccarico**. In tale situazione, il circuito può scaldarsi eccessivamente e le sue parti più delicate possono guastarsi o addirittura fondersi e causare incendi.

In linea di massima la sezione dei cavi dovrà attenersi ai seguenti parametri:

Sezione nominale	Portata in ampere a)	Portata in ampere b)	Resistenza a 60 °C
mm ²	A	A	Ω/km
1	8	8	20,6
1,6	13	13	13,9
2,5	19	19	8,4
4	26	26	5,4
6,3	39	37	3,5
10	55	50	2,1
16	80	68	1,3
25	105	92	0,88
40	140	120	0,53
63	185	155	0,32
100	255	205	0,21

La tabella è formata da 4 colonne: nella prima sono presenti i valori in mm² della dimensione dei cavi di rame unipolari isolati da utilizzare; nella seconda (a) la loro portata in ampere riferita a cavi in aria libera; nella terza (b) la loro portata a cavi chiusi in tubi o cassette; nella quarta la resistenza r del conduttore alla temperatura di 60°C per chilometro.

Capitolo V

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 fornello 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 antivento, 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...

Capitolo VII NORME DI LEGGE

Le norme di legge che interessano l'impiego di esplosivi da mina sono riportate nel resto originale in appendice. 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 alcune operazioni con gli esplosivi siano affidati esclusivamente ad un fochino autorizzato; queste sono:

- a) disgelamento delle dinamiti;
- b) confezionamento ed innesco delle cariche e caricamento dei fori da mina;
- e) brillamento delle mine, sia a fuoco che elettrico;
- d) eliminazione delle cariche inesplose.

Altre operazioni (art. 317 D.P.R. 128/59). Possono essere eseguite da minatori, o da operai con formazione almeno equivalente, dopo che abbiano seguito appositi corsi di preparazione.

Per ottenere la licenza l'aspirante fochino deve dimostrare la propria capacità tecnica e deve possedere requisiti fisici (vista, udito, piena funzionalità degli arti attestata da certificato medico ASL o di medico militare) e sufficiente cultura generale oltre, ovviamente alle nozioni tecniche, teorico-pratiche, sopra esposte. Tutto ciò viene accertato nel corso di un esame da tenersi presso la Commissione Tecnica Provinciale per le Sostanze Esplosive ed Infiammabili. La capacità tecnica, una volta

acquisita, rimane valida per tutta la vita.

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. È richiesta l'esibizione del libretto di lavoro, se esistente, ed eventuali attestati di attività svolte.

Attenzione a non confondere (come fa talvolta il Ministero) il fochino con l'artificiere pirotecnico: sono due figure professionali distinte che sostengono un diverso esame davanti a diverse commissioni e che ottengono diverse licenze.

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 è gratuita, ha durata triennale e può essere sospesa o revocata in caso di abuso o di particolari condanne penali o di condotta che dimostri la non affidabilità (uso di droghe, abuso di alcool). 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.

Dopo che la competenza al rilascio della licenza era passata al Sindaco, nuove norme antiterrorismo hanno stabilito che il Sindaco deve richiedere al Questore il nulla osta al rilascio della licenza!

La legge non prevede sanzioni per l'operaio che svolga compiti di fochino senza licenza; il datore di lavoro risponde per una contravvenzione obblabile con 1.300 €, sempre che non siano stati commessi reati in materia di maneggio di esplosivi.

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 occorre 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. Se l'esplosione viene spostata è opportuno darne avviso all'autorità già avvisata.

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

Le attività di posizionamento e di sparo dei prodotti esplosivi di 2^a e 3^a categoria per uso civile devono svolgersi alla presenza della Forza pubblica, osservate le disposizioni vigenti per i servizi a pagamento richiesti da privati, o, in mancanza, adottando le misure di sicurezza e di controllo prescritte dal questore, che può disporre la vigilanza, con spese a carico dell'impresa interessata, di guardie particolari giurate, munite di specifici ordini di servizio.

Per le finalità di cui al comma 1° delle operazioni di posizionamento e sparo deve essere dato preventivo avviso, almeno cinque giorni prima, al questore, che, nei tre giorni successivi comunica la disponibilità della forza pubblica o prescrive le misure di sicurezza e di controllo occorrenti.

L'esecuzione di lavori senza autorizzazione è sanzionata penalmente.

Per la cave e miniere non viene rilasciato alcuno specifico permesso di sparo mine perché esso è implicito nell'attività stessa di coltivazione. È sufficiente la denuncia di esercizio ex art. 24 e 28 DPR 128/1959.

La denuncia va fatta almeno 8 giorni prima dell'inizio dei lavori e diretta, all'Ufficio Minerario di vigilanza competente per territorio (miniere) unitamente all'*ordine di servizio* di cui all'art. 305, stesso DPR. Per cave la denuncia va inviata al Comune assieme all'*ordine di servizio* redatto dal Direttore dei lavori.

L'*ordine di servizio*, che deve indicare le quantità di esplosivo che si ritengono necessarie per un dato periodo di tempo serve poi per ottenere la licenza di trasporto relativa ad essi.

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

Chi è responsabile del deposito degli esplosivi sul luogo di lavoro lo distribuisce ai fochini senza superare il quantitativo necessario per un turno di lavoro in un dato cantiere e comunque senza mai superare i 25 Kg, salvo specifica autorizzazione rilasciata dalla direzione dei la-

vori.

Per le cave e le miniere trova applicazione l'art. 296 DPR 128/1959 in cui si prevede che il trasporto e deposito di esplosivi è subordinato all'attestato del distretto minerario da cui risulti l'avvenuto adempimento dell'obbligo della denuncia di esercizio dell'attività. Nella richiesta al Distretto si richiede di indicare i quantitativi di esplosivo che si intendono acquistare in un dato periodo di tempo,

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 (dynamiti 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.

Chiunque constati smarrimento o sottrazione di esplosivo deve darne subito notizia alle autorità.

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 mate-

riale difficilmente infiammabile e munito della segnaletica ESPLOSIVI 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. Durante il trasporto gli esplosivi non devono essere lasciati senza sorveglianza.

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.

Registro operazioni giornaliere

Si ricorda che il titolare di una licenza di deposito di esplosivi e chiunque fa abituale impiego di esplosivi, deve tenere un registro delle operazioni giornaliere (art. 55 TULPS e art. 25 L. 1975 n. 110) in cui caricare gli esplosivi ricevuti, scaricare gli esplosivi consegnati ad

altri con indicazione delle generalità oppure quelli utilizzati personalmente.

Capitolo VIII

TESTI LEGISLATIVI

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

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*)

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

D.P.R. 20 marzo 1956, n. 321 - Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro nei cassoni ad aria compressa. (*estratto*)

D.P.R. 9 aprile 1959, n. 128 - Norme di polizia delle miniere e delle cave. Tit. VIII (*estratto artt. 296 - 355*)

DECRETO LEGISLATIVO 25 novembre 1996, n. 624 - Attuazione della direttiva 92/91/CEE relativa alla sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive per trivellazione e della direttiva 92/104/CEE relativa alla sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive a cielo aperto o sotterranee (*estratto*)

DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008, n. 81 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

D.M. 8 aprile 2008 - Sostituzione del decreto 15 agosto 2005, recante: «Speciali limiti all'importazione, commercializzazione, trasporto e impiego di detonatori ad accensione elettrica a bassa e media intensità nonché all'impiego e al trasporto degli altri esplosivi di 2^a e 3^a

categoria, ai sensi dell'articolo 8, comma 1, del decreto-legge 27 luglio 2005, n. 144, convertito, con modificazioni, dalla legge 31 luglio 2005, n. 155».

DECRETO DIRETTORIALE 2 aprile 2012 - Approvazione dell'elenco degli esplosivi, degli accessori detonanti e dei mezzi di accensione riconosciuti idonei all'impiego nelle attività estrattive, per l'anno 2012 (previsto da art.297 DPR 128/1959).

L'elenco, molto ampio, viene aggiornato di frequente e per la sua consultazione si rinvia al sito

<http://unmig.sviluppoeconomico.gov.it/> del Ministero per lo sviluppo economico.

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'innescio si deve fare uso di pinze o di tenagliette che non siano di ferro o di acciaio.

c) 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:

d) 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 ne sia fatta simultanea-

mente 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 accedere 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 di-

mensioni, 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 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. È 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 cari-

camento dei fori da mina;

e) 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 Commissione 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 pie-sente 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 borrhaggio 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 pio-venienti 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 li-mozione 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'av-

vertimento 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*). E 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 ine-

splose.

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)

Art. 1. Campo di applicazione.

Le norme di prevenzione degli infortuni e di igiene del lavoro contenute nel presente decreto si applicano ai lavori eseguiti in sotterraneo per costruzione, manutenzione e riparazione di gallerie, caverne, pozzi e opere simili, a qualsiasi scopo destinati, ai quali siano addetti lavoratori subordinati ai sensi dell'art. 3 del decreto del Presidente della Repubblica 27 aprile 1955, n. 547.

Per le gallerie di lunghezza non superiore ai metri 50, si applicano solamente le norme dei capi II, VII, VIII e X.

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 e 43; abrogati dal d. Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 come modificato dal d. Lgs. 3 agosto 2009, n. 106)

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 im-

piego.

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 raccamenti.

Detta operazione deve essere eseguita in presenza di non più di 200 detonatori e solo tacendo 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 DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA
20 marzo 1956, n. 321 - Norme per la prevenzione degli
infortuni e l'igiene del lavoro nei cassoni ad aria com-
pressa. (*estratto*)

Art. 30. Brillamento delle mine

Per il deposito, il trasporto, la manipolazione e l'im-
piego degli esplosivi per il brillamento delle mine nei
lavori in cassoni ad aria compressa, oltre alle norme
contenute nel testo unico dei regolamenti di pubblica
sicurezza e negli altri provvedimenti vigenti in materia,
devono essere osservate le seguenti disposizioni:

a) nell'interno dei cassoni si devono usare esplosivi
che sviluppino il meno possibile gas tossici ed a bilancio
positivo di ossigeno;

b) quando si operi in presenza di grisù o di altri gas
infiammabili, si devono impiegare esclusivamente e-
splosivi aventi buoni requisiti di sicurezza contro detti
gas;

c) l'accensione delle mine deve avvenire di prefe-
renza elettricamente, a meno che non si tema la presenza
di gas infiammabili, nel qual caso l'accensione elettrica è
obbligatoria;

d) prima del brillamento delle mine, i lavoratori de-
vono uscire dai cassoni e le portelle di comunicazione fra
le campane ed i cassoni stessi devono essere chiuse.

I lavoratori possono sostare in campana se, a giudizio
di chi dirige il lavoro, ciò non costituisca pericolo.

Dopo il brillamento delle mine il lavoro non può es-
sere ripreso prima che l'aria sia stata sufficientemente
depurata.

D.P.R. 9 aprile 1959, n. 128 - Norme di polizia delle miniere e delle cave. Tit. VIII (estratto artt. 296 - 355)

TITOLO 8 - Esplosivi

Art. 296

Nei lavori delle miniere e delle cave l'uso degli esplosivi è consentito con le modalità e le limitazioni del presente decreto. Nei confronti degli imprenditori di miniere o di cave la concessione della licenza per il trasporto o il deposito di esplosivi, di cui agli articoli 46 e 47 del testo unico delle leggi di pubblica sicurezza, approvato con regio decreto 18 giugno 1931, n. 773, è accordata su esibizione di una attestazione rilasciata dal Distretto minerario comprovante l'avvenuto adempimento dell'obbligo della denuncia di esercizio di cui agli articoli 24 e 28 del presente decreto.

Art. 297

Nelle miniere e nelle cave è vietato impiegare esplosivi da mina, accessori detonanti e mezzi di accensione non compresi tra quelli riconosciuti dal Ministero dell'interno ai sensi dell'articolo 53 del testo unico delle leggi di pubblica sicurezza approvato con regio decreto 18 giugno 1931, n. 773, e riconosciuti idonei per l'impiego minerario dal Ministro per l'industria ed il commercio.

Art. 298

Ai fini delle idoneità di cui al precedente articolo, gli esplosivi da mina, accessori detonanti ed i mezzi di accensione sono classificati in comuni o di sicurezza contro il grisù e le polveri infiammabili.

Quelli comuni si distinguono in esplosivi da impiegarsi soltanto in lavori a cielo aperto ed esplosivi ammessi anche nei lavori in sotterraneo. Sono considerati mezzi di accensione:

- a) le micce non detonanti;
- b) gli accenditori delle micce e gli accenditori elettrici senza capsula detonante;
- c) le macchine di accensione elettrica (esploditori).

Art. 299

È istituito presso il Ministero dell'industria e del commercio l'elenco degli esplosivi, degli accessori detonanti e dei mezzi di accensione riconosciuti idonei per l'impiego minerario dallo stesso Ministero.

Nell'elenco sono indicate le denominazioni degli esplosivi, accessori detonanti e mezzi di accensione nonché i nomi delle rispettive ditte produttrici.

L'elenco è approvato con decreto da pubblicarsi nella Gazzetta Ufficiale.

Art. 300

Le ditte produttrici, nell'avanzare domanda al Ministero dell'industria e del commercio per il riconoscimento dell'idoneità e per la classifica degli esplosivi, degli accessori detonanti e dei mezzi di accensione, devono fornire i seguenti elementi:

a) denominazione degli esplosivi, degli accessori detonanti e dei mezzi di accensione;

b) stabilimenti di produzione;

c) per gli esplosivi da mina, dati sulla natura e sulle caratteristiche particolarmente concernenti lo stato di aggregazione, la densità, la percentuale in peso delle sostanze componenti e relative tolleranze di fabbricazione, il bilancio di ossigeno, il normale volume calcolato dei gas d'esplosione, la temperatura calcolata dei gas d'esplosione, la stabilità chimica, la sensibilità all'urto e all'innescamento, la distanza di colpo, la velocità di detonazione e la potenza.

Per gli esplosivi di sicurezza nei riguardi del grisù e delle polveri infiammabili, devono inoltre essere indicate le modalità ed i dati degli accertamenti eseguiti nella galleria di prova.

Per gli esplosivi dichiarati antigelo dal fabbricante, devono essere comunicate, oltre ai suddetti elementi, anche la natura e la percentuale delle sostanze anticongelanti;

d) per gli accessori detonanti da mina e per i mezzi di

accensione, dati sulla struttura e composizione nonché sulle caratteristiche funzionali.

Il Ministro per l'industria e per il commercio può disporre che siano eseguiti nella Stazione mineraria statale di prova esperimenti sugli esplosivi, sugli accessori detonanti e sui mezzi di accensione.

Le spese relative sono a carico del fabbricante.

Art. 301

Con successivi decreti del Ministro per l'industria ed il commercio sono approvate le aggiunte e variazioni all'elenco.

Art. 302

Gli esplosivi, gli accessori detonanti e i mezzi di accensione riconosciuti idonei possono, anche limitatamente ad un solo fabbricante, essere cancellati dall'elenco di cui all'art. 299 per i seguenti motivi:

a) se durante l'uso in miniera o cava abbiano dato luogo ad inconvenienti;

b) se non corrispondano più ai requisiti di idoneità.

Alla cancellazione si provvede, previa revoca del riconoscimento di idoneità, con decreto del Ministro per l'industria ed il commercio, valutate le deduzioni del fabbricante interessato.

Art. 303

Gli imprenditori sono tenuti a fornirsi degli esplosivi, degli accessori detonanti e dei mezzi di accensione destinati alle lavorazioni minerarie, eventualmente tramite imprese commerciali, soltanto dalle ditte produttrici comprese nell'elenco di cui all'art. 299.

Art. 304

È vietato impiegare nelle miniere e cave esplosivi, accessori detonanti e mezzi di accensione diversi da quelli distribuiti dal direttore.

Gli esplosivi, gli accessori detonanti e i mezzi di accensione non devono essere adoperati per impieghi diversi da quelli consentiti dal presente decreto.

È proibito portar fuori dalle miniere e dalle cave e-

splosivi, accessori detonanti e mezzi di accensione, salvo diversa disposizione della direzione.

Art. 305

Le norme di cui al presente titolo sono riportate in ordine di servizio del direttore unitamente alle modalità con le quali sono condotte le singole operazioni.

Tale ordine di servizio è sottoposto all'approvazione dell'ingegnere capo.

Art. 306

Il disgelamento degli esplosivi contenenti nitroglicerina deve farsi di giorno ed all'esterno da operai esperti, sotto la direzione di un sorvegliante e a conveniente distanza dal luogo dove si eseguono altri lavori. Il disgelamento deve operarsi in appositi recipienti scaldati all'esterno con acqua calda, osservando cautele atte ad evitare il contatto dell'acqua con gli esplosivi. In ogni caso è vietato asciugare o disgelare esplosivi esponendoli al fuoco, o collocandoli su fornelli, o a diretto contatto con la persona.

Gli esplosivi congelati non devono mai essere manipolati o trattati con corpi duri ed il loro trasporto per procedere al disgelamento deve essere eseguito con particolare precauzione.

Art. 307

Gli esplosivi alla nitroglicerina che trasudano oppure sviluppano odore acre o vapori rutilanti devono essere rimossi con ogni cautela procedendo, appena possibile, alla distruzione di essi. Questa deve effettuarsi bruciando l'esplosivo per piccole quantità, all'aperto ed in luogo non pietroso, seguendo tutte le cautele atte ad evitare danni in caso di esplosione.

Art. 308

Le partite di miccia devono essere fatte controllare a cura della direzione, prima dell'impiego, nella misura di almeno un metro su cento metri al fine di accertare la velocità media di propagazione del fuoco. Il risultato degli accertamenti è annotato in registro.

Art.309

Gli esplosivi devono essere trasportati e immessi nel deposito sotterraneo o riservetta e nei locali di distribuzione nell'imballaggio originario.

Ove il trasporto avvenga a mezzo di vagonetti, questi devono essere a cassa fissa e muniti di segno di riconoscimento.

È vietato trasportare esplosivi insieme con materiale di altro genere, apparecchi od utensili.

Le capsule detonanti non devono essere trasportate congiuntamente ad altro esplosivo.

Durante il trasporto gli operai addetti devono essere muniti di lampade elettriche a bulbo protetto.

Art. 310

Il trasporto degli esplosivi nei pozzi deve essere effettuato a velocità non superiore a quella consentita per il trasporto delle persone e la circolazione del personale deve essere sospesa.

Gli uomini addetti al trasporto degli esplosivi possono viaggiare insieme con essi. Il macchinista ed i ricevitori, sia alla superficie sia in sotterraneo, debbono essere preavvertiti del movimento degli esplosivi.

Art. 311

Nelle gallerie di carreggio i vagonetti contenenti gli esplosivi devono procedere a passo d'uomo.

Qualora la trazione sia effettuata con mezzi meccanici che non escludano la formazione di scintille o fiamme, il primo vagonetto agganciato al mezzo di trazione deve essere vuoto. In coda al convoglio deve essere sistemata una lampada elettrica a luce rossa con bulbo protetto.

Art. 312

È vietato effettuare il trasporto in convoglio dell'esplosivo durante i periodi di circolazione normale del personale. Il transito del convoglio dell'esplosivo è segnalato con mezzi acustici o luminosi ed è fatto obbligo al personale presente lungo il percorso di mettersi al riparo.

Art. 313

Durante il trasporto gli esplosivi non devono essere lasciati senza sorveglianza.

Art. 314

L'esplosivo è distribuito agli operai incaricati del prelievo soltanto da chi è addetto alla distribuzione e negli appositi locali, dando la precedenza al materiale rimasto immagazzinato da maggior tempo.

È vietata la distribuzione di esplosivi avariati, di esplosivi al nitrato di ammonio umidi, di esplosivi congelati contenenti 10 per cento o più di nitroglicerina, o che comunque presentino tracce di trasudamento dei loro componenti liquidi.

Quando si impiegano esplosivi di caratteristiche diverse e se il materiale non è distribuito in pacchi con le relative etichette, le cartucce debbono essere contraddistinte in modo da poterne riconoscere le caratteristiche.

La quantità di esplosivo che può essere consegnata ad un uomo è limitata per ciascun cantiere al consumo di un turno e comunque non deve eccedere i venticinque chilogrammi, salvo eccezione autorizzata dalla direzione.

Art. 315

L'esplosivo eventualmente non adoperato deve essere restituito a fine turno all'addetto alla distribuzione.

Art. 316

In ogni riservetta o locale di distribuzione è tenuto un registro nel quale sono annotate le operazioni di carico e scarico dell'esplosivo.

Una copia aggiornata di tale registro è tenuta all'esterno della miniera.

Ogni ventiquattro ore si effettuano i conteggi ed il controllo del materiale esistente.

Art. 317

Il caricamento e lo sparo delle mine devono essere eseguiti soltanto da minatori, o da operai con formazione almeno equivalente, dopo che abbiano seguito appositi

corsi di preparazione. Periodicamente la preparazione del suddetto personale deve essere aggiornata e l'idoneità controllata. Nell'ordine di servizio dei cui all'art. 305 sono stabilite le attribuzioni dei lavoratori addetti al servizio degli esplosivi e allo sparo delle mine e quelle del personale appositamente incaricato della sorveglianza di tali operazioni. Nello stesso ordine di servizio è precisata la periodicità degli aggiornamenti e dei controlli di cui al secondo comma.

Art. 318

Gli esplosivi distribuiti sono trasportati ai cantieri soltanto dagli operai incaricati del prelevamento. Se il trasporto è fatto a spalla deve effettuarsi per un quantitativo massimo di quindici chilogrammi per persona in cassette o in borse. I recipienti predetti devono essere chiusi a chiave ed essere portabili a tracolla o a zaino. I detonatori e le micce possono essere trasportati nei recipienti predetti, sempreché siano posti in apposito scomparto rigido separato da quello delle cartucce di esplosivi.

Art. 319

Coloro che trasportano a mano gli esplosivi non possono prendere posto nelle gabbie dei pozzi con altre persone, salvo che con gli addetti alla direzione e sorveglianza della miniera.

Art. 320

Gli operai addetti allo sparo delle mine che esplicano il loro compito in più cantieri devono conservare, durante il turno di lavoro, gli esplosivi, gli accessori detonanti ed i mezzi di accensione che non portano con se in un deposito provvisorio costituito da una camera e munita di porta con chiave.

Può essere anche usata, come deposito provvisorio, una cassa di legno munita di chiusura a chiave, che è collocata nel posto indicato dal sorvegliante. Le capsule sono tenute separate in apposito scomparto. Il personale suddetto deve avere un registro di carico e di scarico nel quale sono indicati i quantitativi di esplosivo prelevati e

quelli consumati nei vari cantieri.

Art. 321

Le chiavi dei depositi provvisori dei cantieri sono tenute esclusivamente dagli addetti allo sparo delle mine. È vietato porre utensili di qualsiasi specie nel deposito provvisorio.

Art. 322

Gli operai addetti allo sparo delle mine non devono dare gli esplosivi avuti in consegna ad altri operai anche se questi ultimi siano pure essi addetti allo sparo. Gli stessi operai, alla fine del turno, devono riportare e consegnare alla riserverta le cassette, anche se vuote, e versare il materiale esplosivo residuo.

Art. 323

Chiunque constati smarrimento o sottrazione di esplosivo deve darne subito notizia al sorvegliante di turno. La direzione è tenuta a darne immediata comunicazione alla autorità locale di pubblica sicurezza.

Capo III Depositi di esplosivi nei sotterranei di miniere o cave

Art. 324

È vietato depositare esplosivi in quantità superiore a 50 kg in riserve non autorizzate dall'ingegnere capo.

Art. 325

Le riserve non devono contenere un quantitativo di esplosivi superiore al consumo di una settimana o, comunque, a mille chilogrammi.

Art. 326

La riserverta deve essere ubicata in modo che un'eventuale esplosione non comprometta, per quanto è dato tecnicamente prevedere, i cantieri di coltivazione, le vie principali di accesso, di circolazione o di ventilazione nonché gli organi essenziali della ventilazione.

Art. 327

Le riserve per quantitativi di esplosivi inferiori a 50 kg possono essere costituite in un unico locale purché provvisto di nicchie separate per il deposito rispettiva-

mente dell'esplosivo e dei detonatori. Nei depositi per quantitativi compresi fra 50 e 100 kg la galleria di accesso diramantesi da una via di servizio deve presentare un gomito ad angolo retto. Se la capacità del deposito è maggiore di 100 kg detta galleria deve presentare un tracciato a due o più gomiti. Ognuno dei gomiti, previsti dal comma precedente deve prolungarsi in una nicchia a fondo cieco di almeno quattro metri di profondità nel senso della spinta dei gas di una eventuale esplosione proveniente dalla riservetta.

Art. 328

Le riservette devono essere aerate mediante aperture protette con mezzi atti ad impedire il passaggio di fiamme.

Una porta robusta, munita di serratura di sicurezza ed apribile verso l'esterno, deve essere posta nel punto in cui la galleria di accesso si dirama dalla galleria di servizio ed altra porta, anche essa munita di serratura ed ugualmente apribile verso l'esterno, deve chiudere la camera della riservetta. Quando nella galleria di accesso sia ricavato un locale di distribuzione, come previsto all'art. 332, la prima porta deve essere posta tra tale locale ed il primo gomito della galleria. L'ingresso alle riservette è vietato al personale non autorizzato.

Art. 329

La temperatura nella riservetta non deve essere superiore a 40°C e, qualora la riservetta contenga esplosivi col 10 per cento o più di nitroglicerina, non deve scendere al disotto di 8°C. Nella riservetta deve sempre tenersi un termometro a massima e minima. Devono essere adottate misure idonee a preservare gli esplosivi dall'umidità.

Art. 330

Le casse contenenti esplosivi devono essere collocate in scaffali o poste l'una sull'altra in forma di pile senza sorpassare in ogni caso un'altezza di 1,80 m e devono essere disposte in modo che fra esse possa circolare l'a-

ria. Ciascun tipo di esplosivo, raggruppato in pile o in scaffali, deve essere separato da spazi liberi dagli altri esplosivi e contraddistinto da un cartello.

Art. 331

L'ingegnere capo stabilisce con provvedimento definitivo, sentito il direttore, il quantitativo massimo delle capsule detonanti, delle micce detonanti e degli accenditori con capsula che possono essere depositati nel sotterraneo della miniera e della cava.

Nelle riserve per quantitativi di esplosivi superiori a 50 kg, i materiali suddetti sono collocati in apposita nicchia o armadio, chiusi da porta con chiave, e posti prima dell'ultimo gomito di accesso alla riserverta a distanza non inferiore a 10 m da esso.

Art. 332

Nelle riserve contenenti più di 100 kg di materie esplosive sono vietate le manipolazioni e la distribuzione degli esplosivi.

Queste operazioni devono essere eseguite in appositi locali di distribuzione distinti dalle riserve che devono contenere non più di 50 kg di esplosivo e soltanto il quantitativo di mezzi di accensione o accessori detonanti strettamente necessario.

Tali locali devono trovarsi ad una distanza di almeno 15 m dalla riserverta o comunque prima dei gomiti da ricavarsi nella galleria di accesso. I locali di distribuzione devono essere muniti di porta.

Art. 333

Nella riserverta e nel locale di distribuzione non provvisti di impianto di illuminazione fissa è vietato l'accesso a chi non è munito di lampada elettrica a bulbo protetto.

L'impianto di illuminazione fissa deve essere di tipo antideflagrante con lampade poste in nicchia nelle pareti o nel soffitto, chiuse da vetro protetto e i conduttori anch'essi convenientemente protetti.

Gli interruttori ed i dispositivi complementari deb-

bono essere installati all'esterno della riservetta.

Art. 334

È vietato introdurre nei depositi di esplosivi oggetti che non siano indispensabili al servizio del deposito stesso.

È vietato impiegare o introdurre nella riservetta e nel locale di distribuzione utensili o apparecchi di metalli ferrosi o comunque suscettibili di provocare scintille. I recipienti vuoti, gli involucri ed ogni altro materiale da imballaggio debbono essere giornalmente asportati dalla riservetta e dal locale di distribuzione.

Art. 335

Nel raggio di 50 m dalla riservetta e dal locale di distribuzione è vietato depositare materiali combustibili.

Nello stesso raggio è vietato fumare e accendere fuochi.

È vietato accedere alla riservetta ed al locale di distribuzione recando fiammiferi o altri oggetti atti a far fuoco.

Tali divieti devono essere resi noti al personale mediante cartelli.

Art. 336

Gli esplosivi allo stato granulare o polverulento non possono essere versati sciolti nel foro da mina, ma devono essere confezionati con involucro di conveniente resistenza. L'impiego di polvere nera sciolta è consentito solo nelle cave di materiali lapidei per mine con carica estesa in superficie o mine a fendere. Il calcatoio deve essere di legno e può essere guarnito con rame, ottone, zinco o bronzo, ma non con materiali ferrosi o altri che possono provocare scintille.

Art. 337

Per assicurare le micce alla capsula di innesco devono essere usate idonee pinze oppure altri strumenti di sicurezza.

Tale operazione è effettuata a distanza o in condizioni di sicurezza, nei confronti di quantitativi anche minimi di

esplosivi.

Art. 338

I fori da mina debbono essere caricati immediatamente prima del brillamento. Le cartucce devono essere innescate all'atto dell'impiego.

Da ogni cartuccia, innescata e non utilizzata deve essere tolto il detonatore.

Art. 339

Prima del caricamento e dell'intasamento, gli operai non addetti devono allontanarsi a distanza tale da non essere colpiti da esplosioni premature.

La miccia deve avere una lunghezza, misurata dalla cartuccia prossima all'orifizio del foro da mina, non inferiore ad un metro e deve sporgere all'infuori del foro non meno di 50 cm.

La lunghezza minima della miccia può essere ridotta a 70 cm nel caso di piccole mine fatte brillare isolatamente.

Qualora si faccia uso di micce ritardate o di dispositivi ritardatori, le lunghezze predette possono essere ridotte in relazione al ritardo impiegato.

La lunghezza delle micce, nel caso di spari in volata, è regolata in modo che sia possibile contare i colpi delle mine esplose.

Art. 340

Ogni mina deve essere intasata in modo adeguato alla entità, al genere di carica ed alla natura del materiale da abbattere.

La lunghezza dell'intasamento non deve essere inferiore a 20 cm.

Sono escluse dall'obbligo dell'intasamento le mine di cui all'art. 336, secondo comma.

Per l'intasamento si deve adoperare materiale non combustibile e non suscettibile di produrre scintille.

Art. 341

Con l'ordine di servizio di cui all'art. 305 devono essere stabiliti gli orari e le modalità del brillamento, in

modo da rendere minimo il numero delle persone esposte ai rischi del tiro.

Lo stesso ordine di servizio stabilisce l'impiego di ripari fissi o mobili nei luoghi che non offrano una sufficiente protezione contro le proiezioni del tiro, dai gas o dai fumi.

Art. 342

Per l'accensione delle micce nelle volate con più di cinque colpi, deve essere adottato un sistema idoneo a regolare il tempo di accensione.

Nei fornelli e nelle rimonte con inclinazione superiore a 45° quando la loro lunghezza superi i 20 m, il brillamento delle mine è eseguito elettricamente.

Art. 343

Per il brillamento elettrico delle mine si deve far uso di esploditore di tipo riconosciuto idoneo, o di corrente derivata da una linea di distribuzione.

Nel caso di corrente derivata da una linea di distribuzione, il circuito di accensione deve essere separato dalla linea di alimentazione da due interruttori bipolari, di cui uno addizionale, con i comandi posti all'interno di due distinte cassette chiuse con chiavi da conservarsi dall'incaricato dell'accensione. Il circuito di brillamento delle mine deve essere sempre aperto, salvo al momento della accensione.

Gli interruttori devono rendere impossibili chiusure accidentali del circuito e in particolare l'interruttore addizionale deve riaprirsi automaticamente appena viene abbandonato.

Nel caso di volate con numero di 15 o più mine, la resistenza totale del circuito della volata è verificata mediante ohmetro di tipo riconosciuto idoneo.

Art. 344

Nel tratto del circuito di brillamento prossimo alle mine, fino ad un massimo di 250 m, si possono usare linee volanti costituite da conduttori isolati, purché distanziati fra di loro e da altri circuiti elettrici.

È vietato usare per il brillamento delle mine tratti di linee costruite per altri scopi. I conduttori per il brillamento delle mine non devono essere riuniti in uno stesso cavo con altri conduttori.

Art. 345

Gli esploditori portatili devono essere azionabili a mezzo di un dispositivo da inserire nella propria, sede solo al momento del brillamento delle mine e che deve essere tenuto in custodia dal responsabile del tiro.

Le parti attive degli esploditori sono chiuse in involucro stagno.

Gli esploditori sono controllati almeno ogni sei mesi per accertare la rispondenza delle caratteristiche elettriche essenziali ai requisiti.

La verifica ha luogo in laboratori attrezzati. La frequenza e la natura di tali verifiche sono definite nell'ordine di servizio di cui all'art. 305.

Art. 346

Gli addetti allo sparo delle mine, prima di procedere all'accensione delle micce o al collegamento degli inneschi elettrici alla linea di tiro, debbono curare che gli altri lavoratori, anche di cantieri prossimi, siano al riparo dall'esplosione e dai gas o fumi che si producono.

Se i lavori non offrono al personale sufficiente protezione, devono essere predisposti idonei ripari fissi o mobili. A tutti gli accessi dei cantieri dove ha luogo lo sparo devono essere disposti incaricati che vietino l'ingresso. Gli addetti allo sparo non devono procedere alla accensione prima di avere avvertito le persone che siano nelle vicinanze.

Art. 347

Se le lavorazioni di cantieri attigui tendono ad avvicinarsi progressivamente, il sorvegliante deve indicare il termine a partire dal quale gli operai addetti alle stesse lavorazioni devono porsi in posizione di sicurezza ogni qualvolta in uno di quei cantieri si proceda al brillamento delle mine.

Art. 348

Nello scavo e nell'approfondimento dei pozzi e discenderie il tiro è effettuato elettricamente. Inoltre devono essere adottate le seguenti cautele:

1) le cartucce devono essere innescate in locale apposito stabilito dal capo servizio;

2) l'esplosivo deve essere calato nel pozzo, soltanto dopo che il personale non necessario al caricamento delle mine abbia abbandonato il fondo del pozzo stesso;

3) il brillamento deve essere effettuato dal sorvegliante o da giorno o da una galleria di livello;

4) per lo sparo si deve adoperare apposito cavo, la cui continuità deve essere controllata elettricamente dal sorvegliante, prima del brillamento delle mine;

5) prima di collegare i fili per il brillamento si deve togliere tensione all'eventuale impianto di illuminazione di fondo pozzo;

6) dopo lo sparo e prima di riprendere il lavoro il sorvegliante deve rendersi conto degli effetti dello sparo.

Art. 349

Nelle lavorazioni all'aperto è vietato il brillamento elettrico delle mine durante le manifestazioni temporalesche.

Per le lavorazioni minerarie all'aperto vicino a stazioni radio emittenti, capaci di determinare correnti indotte nei circuiti elettrici di accensione delle mine, con pericolo di esplosioni intempestive, il Ministro per l'industria ed il commercio stabilisce con proprio decreto condizioni, modalità e distanze dalle predette stazioni, per l'uso autorizzato del tiro elettrico, in relazione alla potenza ed alle altre caratteristiche elettriche delle stazioni.

Art. 350

Effettuato lo sparo delle mine, il minatore incaricato del brillamento non può consentire l'accesso al cantiere prima che i gas prodotti dalla esplosione si siano diradati

ed in ogni caso non prima di dieci minuti dall'ultima esplosione. Quando si abbia la certezza dell'avvenuto brillamento di tutte le mine e motivi di sicurezza lo esigano, l'accesso al cantiere dove si è effettuato il tiro può aver luogo in anticipo, purché il personale faccia uso di mezzi di protezione idonei. Nel caso di brillamento non elettrico, quando sia accertato od esista dubbio che una o più mine non siano esplose, deve essere avvertito subito il sorvegliante.

È fatto inoltre divieto a chiunque di accedere alla fronte di lavoro prima che siano trascorsi 60 minuti dall'esplosione, e senza ordine del sorvegliante che deve dare le istruzioni del caso.

Art. 351

Il personale adibito al lavoro in un cantiere, dopo lo sparo delle mine, deve provvedere al disgiungimento di sicurezza, alla ispezione della fronte di abbattimento per individuare eventuali mine inesplose e assicurarsi che non siano rimasti residui di materie esplosive nel fondo di mina.

Tale lavoro è eseguito in presenza del capo squadra. Ultimato il disgiungimento di sicurezza il lavoro di avanzamento può essere ripreso soltanto dopo che il capo-squadra abbia accertato che non siano rimaste mine inesplose.

Quando lo sparo delle mine avviene a termine del turno di lavoro, il carichino o il minatore incaricato del tiro, con le modalità stabilite dall'ordine di servizio di cui all'art. 305, dà a chi lo sostituisce nel turno successivo i ragguagli sul numero dei colpi sparati e sulla posizione dei fori di mina, ed avverte il sorvegliante nel caso di sospetto di mina inesplosa.

Art. 352

È proibito scaricare, sia pure parzialmente, le mine mancate, o vuotare e approfondire i fori o fondi di mina dopo l'esplosione. È vietato lasciare abbandonate mine cariche inesplose. Di queste si deve provocare l'esplo-

sione mediante nuova carica di esplosivo da collocarsi in nuovo foro prossimo a quello della mina mancata, oppure applicando un'altra cartuccia nel foro stesso della mina mancata, purché si possa togliere facilmente parte dell'intasamento senza fare uso di utensili ferrosi o suscettibili di dare scintille.

Art. 353

I nuovi fori da intestare vicino alle mine mancate, o a quelle che hanno fatto cannone, o ad altri fori nei quali non si possa escludere la presenza di esplosivo, devono essere effettuati a distanza non inferiore a 20 cm da questi e diretti in modo da non avvicinarsi alla carica inesplosa. Lo sgombero del materiale abbattuto dopo il tiro dei nuovi colpi di cui al comma precedente deve essere effettuato con precauzione in relazione alla possibilità che l'esplosivo sia stato proiettato all'esterno.

Art. 354

I fori delle mine non demoliti dalle esplosioni possono essere ricaricati solo dopo un intervallo di almeno mezz'ora e previa introduzione di tampone di argilla.

Art. 355

Le operazioni di cui agli articoli 352, 353 e 354 sono eseguite alla presenza del sorvegliante.

DECRETO LEGISLATIVO 25 novembre 1996, n. 624 - Attuazione della direttiva 92/91/CEE relativa alla sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive per trivellazione e della direttiva 92/104/CEE relativa alla sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive a cielo aperto o sotterranee. (estratto)

Art. 35 (Sosta e trasporto degli esplosivi nel cantiere)

1. In caso di assenza di deposito di esplosivo specificamente asservito attività estrattiva, il direttore responsabile deve assicurare che l'esplosivo sia fornito, per quanto possibile,

in prossimità dei punti di utilizzo ed in tempi immediatamente precedenti l'impiego dello stesso.

2. Ferme restando le disposizioni di cui al Titolo VIII del decreto del Presidente della Repubblica n. 128 del 1959, la sosta degli esplosivi all'interno dei cantieri di cui al comma 1, in attesa del loro impiego, è consentita solo se effettuata in ambienti idonei alla loro conservazione e sotto la custodia di personale appositamente designato, con dichiarazione scritta, dal datore di lavoro, allo scopo di preservare gli stessi da uso improprio o da sottrazione.

3. Fatte salve le specifiche disposizioni dell'articolo 73, comma 2, il trasporto degli esplosivi nell'ambito del cantiere può essere effettuato solo con mezzi e con modalità approvati dall'autorità di vigilanza.

Art. 36 (Impiego di automezzi per il caricamento dei fori da mina)

Fermo restando il disposto dell'articolo 46 del regio decreto 18 giugno 1931, n. 773, e in deroga al primo comma dell'articolo 336 del decreto del Presidente della Repubblica 9 aprile 1959 n. 128, la miscelazione dei prodotti utilizzati per il caricamento dei fori da mina, nonché il caricamento stesso, possono essere effettuati con automezzi riconosciuti idonei dal Ministero dell'in-

dustria, del commercio e dell'artigianato ai sensi dell'articolo 297 del decreto del Presidente della Repubblica n. 128 del 1959, e conformemente alle prescrizioni stabilite, caso per caso, dall'autorità di vigilanza. I prodotti miscelati dai mezzi di cui al comma 1 debbono essere utilizzati solo nei fori da mina in prossimità dell'automezzo e non possono essere incartucciati o alienati.

Art. 43 (Disposizioni sui rischi di esplosione, di incendio e da atmosfere nocive)

1. Il datore di lavoro, ove abbia previsto la possibile presenza di sostanze nocive o potenzialmente esplosive nell'atmosfera, fornisce strumenti per misurarne la concentrazione definendone le modalità di misurazione e, qualora preveda misurazioni automatiche o manuali, le modalità di registrazione e conservazione dei valori misurati

2. Il direttore responsabile provvede all'impiego delle apparecchiature di cui al comma 1, ai fini della misurazione automatica e continua delle concentrazioni di gas in luoghi specifici, nonché dei sistemi automatici di allarme e dei dispositivi per l'arresto automatico degli impianti elettrici e dei motori a combustione interna.

3. Ferme restando le più specifiche disposizioni contenute nel decreto del Presidente della Repubblica n. 128 del 1959, nelle zone esposte a rischi specifici d'incendio o d'esplosione è vietato fumare; è altresì vietato utilizzare in tali zone fiamme non protette, nonché effettuare lavori che comportino un rischio d'incendio o di esplosione, a meno che siano state adottate precauzioni sufficienti per prevenire lo sviluppo di tali fenomeni.

DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008, n. 81 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

Titolo XI PROTEZIONE DA ATMOSFERE ESPLOSIVE

Gli artt. 287- 296 regolano i doveri che incombono al datore di lavoro ed ai dirigenti per garantire la sicurezza sul luogo di lavoro. Si riporta solo l' ALLEGATO L

A. PRESCRIZIONI MINIME PER IL MIGLIORAMENTO DELLA PROTEZIONE DELLA SICUREZZA E DELLA SALUTE DEI LAVORATORI CHE POSSONO ESSERE ESPOSTI AL RISCHIO DI ATMOSFERE ESPLOSIVE.

Le prescrizioni di cui al presente allegato si applicano:

a) alle aree classificate come pericolose in conformità dell' ALLEGATO XLIX, in tutti i casi in cui lo richiedano le caratteristiche dei luoghi di lavoro, dei posti di lavoro, delle attrezzature o delle sostanze impiegate ovvero i pericoli derivanti dalle attività correlate al rischio di atmosfere esplosive;

b) ad attrezzature in aree non esposte a rischio di esplosione che sono necessarie o contribuiscono al funzionamento delle attrezzature che si trovano nelle aree a rischio di esplosione.

1. Provvedimenti organizzativi.

1.1. Formazione professionale dei lavoratori.

Il datore di lavoro provvede ad una sufficiente ed adeguata formazione in materia di protezione dalle esplosioni dei lavoratori impegnati in luoghi dove possono formarsi atmosfere esplosive. 1.2. Istruzioni scritte e autorizzazione al lavoro.

Ove stabilito dal documento sulla protezione contro le esplosioni: a) il lavoro nelle aree a rischio si effettua secondo le istruzioni scritte impartite dal datore di lavoro;

b) è applicato un sistema di autorizzazioni al lavoro per le attività pericolose e per le attività che possono

diventare pericolose quando interferiscono con altre operazioni di lavoro. Le autorizzazioni al lavoro sono rilasciate prima dell'inizio dei lavori da una persona abilitata a farlo.

2. Misure di protezione contro le esplosioni.

2.1. Fughe e emissioni, intenzionali o no, di gas, vapori, nebbie o polveri combustibili che possano dar luogo a rischi di esplosioni sono opportunamente deviate o rimosse verso un luogo sicuro o, se ciò non è realizzabile, contenuti in modo sicuro, o resi adeguatamente sicuri con altri metodi appropriati.

2.2. Qualora l'atmosfera esplosiva contenga più tipi di gas, vapori, nebbie o polveri infiammabili o combustibili, le misure di protezione devono essere programmate per il massimo pericolo possibile.

2.3. Per la prevenzione dei rischi di accensione, conformemente all'articolo 289, si tiene conto anche delle scariche elettrostatiche che provengono dai lavoratori o dall'ambiente di lavoro che agiscono come elementi portatori di carica o generatori di carica. I lavoratori sono dotati di adeguati indumenti di lavoro fabbricati con materiali che non producono scariche elettrostatiche che possano causare l'accensione di atmosfere esplosive.

2.4. Impianti, attrezzature, sistemi di protezione e tutti i loro dispositivi di collegamento sono posti in servizio soltanto se dal documento sulla protezione contro le esplosioni risulta che possono essere utilizzati senza rischio in un'atmosfera esplosiva. Ciò vale anche per attrezzature di lavoro e relativi dispositivi di collegamento che non sono apparecchi o sistemi di protezione ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica 23 marzo 1998, n. 126, qualora possano rappresentare un pericolo di accensione unicamente per il fatto di essere incorporati in un impianto. Vanno adottate le misure necessarie per evitare il rischio di confusione tra i dispositivi di collegamento.

2.5. Si devono prendere tutte le misure necessarie per garantire che le attrezzature di lavoro con i loro dispositivi di collegamento a disposizione dei lavoratori, nonché la struttura del luogo di lavoro siano state progettate, costruite, montate, installate, tenute in efficienza e utilizzate in modo tale da ridurre al minimo i rischi di esplosione e, se questa dovesse verificarsi, si possa controllarne o ridurne al minimo la propagazione all'interno del luogo di lavoro e dell'attrezzatura. Per detti luoghi di lavoro si adottano le misure necessarie per ridurre al minimo gli effetti sanitari di una esplosione sui lavoratori.

2.6. Se del caso, i lavoratori sono avvertiti con dispositivi ottici e acustici e allontanati prima che le condizioni per un'esplosione siano raggiunte.

2.7. Ove stabilito dal documento sulla protezione contro le esplosioni, sono forniti e mantenuti in servizio sistemi di evacuazione per garantire che in caso di pericolo i lavoratori possano allontanarsi rapidamente e in modo sicuro dai luoghi pericolosi.

2.8. Anteriormente all'utilizzazione per la prima volta di luoghi di lavoro che comprendono aree in cui possano formarsi atmosfere esplosive, è verificata la sicurezza dell'intero impianto per quanto riguarda le esplosioni. Tutte le condizioni necessarie a garantire protezione contro le esplosioni sono mantenute. La verifica del mantenimento di dette condizioni è effettuata da persone che, per la loro esperienza e formazione professionale, sono competenti nel campo della protezione contro le esplosioni.

2.9. Qualora risulti necessario dalla valutazione del rischio: a) deve essere possibile, quando una interruzione di energia elettrica può dar luogo a rischi supplementari, assicurare la continuità del funzionamento in sicurezza degli apparecchi e dei sistemi di protezione, indipendentemente dal resto dell'impianto in caso della predetta interruzione;

b) gli apparecchi e sistemi di protezione a funzionamento automatico che si discostano dalle condizioni di funzionamento previste devono poter essere disinseriti manualmente, purchè ciò non comprometta la sicurezza. Questo tipo di interventi deve essere eseguito solo da personale competente;

c) in caso di arresto di emergenza, l'energia accumulata deve essere dissipata nel modo più rapido e sicuro possibile o isolata in modo da non costituire più una fonte di pericolo.

2.10. Nel caso di impiego di esplosivi è consentito, nella zona 0 o zona 20 solo l'uso di esplosivi di sicurezza antigrisutosi, dichiarati tali dal fabbricante e classificati nell'elenco di cui agli articoli 42 e 43 del decreto del Presidente della Repubblica 20 marzo 1956, n. 320. L'accensione delle mine deve essere fatta elettricamente dall'esterno. Tutto il personale deve essere fatto uscire dal sotterraneo durante la fase di accensione delle mine.

2.11. Qualora venga rilevata in qualsiasi luogo sotterraneo una concentrazione di gas infiammabile o esplosivo superiore all'1 per cento in volume rispetto all'aria, con tendenza all'aumento, e non sia possibile, mediante la ventilazione o con altri mezzi idonei, evitare l'aumento della percentuale dei gas oltre il limite sopraindicato, tutto il personale deve essere fatto sollecitamente uscire dal sotterraneo. Analogo provvedimento deve essere adottato in caso di irruzione massiva di gas.

2.12. Qualora non sia possibile assicurare le condizioni di sicurezza previste dal punto precedente possono essere eseguiti in sotterraneo solo i lavori strettamente necessari per bonificare l'ambiente dal gas e quelli indispensabili e indifferibili per ripristinare la stabilità delle armature degli scavi. Detti lavori devono essere affidati a personale esperto numericamente limitato, provvisto dei necessari mezzi di protezione, comprendenti in ogni caso l'autoprotettore, i quali non devono essere prelevati dalla dotazione prevista dall'articolo 101

del decreto del Presidente della Repubblica n. 320 del 1956 per le squadre di salvataggio.

B. CRITERI PER LA SCELTA DEGLI APPARECCHI E DEI SISTEMI DI PROTEZIONE.

Qualora il documento sulla protezione contro le esplosioni basato sulla valutazione del rischio non preveda altrimenti, in tutte le aree in cui possono formarsi atmosfere esplosive sono impiegati apparecchi e sistemi di protezione conformi alle categorie di cui al decreto del Presidente della Repubblica 23 marzo 1998, n. 126. In particolare, in tali aree sono impiegate le seguenti categorie di apparecchi, purché adatti, a seconda dei casi, a gas, vapori o nebbie e/o polveri:

- nella zona 0 o nella zona 20, apparecchi di categoria 1;

- nella zona 1 o nella zona 21, apparecchi di categoria 1 o di categoria 2;

- nella zona 2 o nella zona 22, apparecchi di categoria 1, 2 o 3. Nota agli artt.1.1 e 2.2

Per la qualifica di personale esperto, ed al fine di realizzare e mantenere in efficienza e sicurezza, impianti elettrici in luoghi classificati, si può fare riferimento alle norme tecniche armonizzate relative ai settori specifici quali le seguenti: EN 60079-14 (CEI 31-33) "Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas.

Parte 14: Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere)"

EN 61241-14 "Costruzioni elettriche destinate ad essere utilizzate in presenza di polveri combustibili. Parte 14: Scelta ed installazione"

EN 60079-17 "Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 17: Verifica e manutenzione degli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere)"

EN 61241-17 "Costruzioni elettriche destinate ad essere utilizzate in presenza di polveri combustibili. Parte 17: Verifica e manutenzione degli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione (diversi dalle miniere)"

EN 60079-19 "Atmosfere esplosive. Parte 17: Riparazioni, revisione e ripristino delle apparecchiature.

D.M. 8 aprile 2008 - Sostituzione del decreto 15 agosto 2005, recante: «Speciali limiti all'importazione, commercializzazione, trasporto e impiego di detonatori ad accensione elettrica a bassa e media intensità nonché all'impiego e al trasporto degli altri esplosivi di 2^a e 3^a categoria, ai sensi dell'articolo 8, comma 1, del decreto-legge 27 luglio 2005, n. 144, convertito, con modificazioni, dalla legge 31 luglio 2005, n. 155».

Art. 1. 1. Il decreto 15 agosto 2005 del Ministro dell'interno, con il quale sono state dettate disposizioni sul deposito, la commercializzazione ed il trasporto di esplosivi, con particolare riferimento a quelli destinati a scopi militari o di polizia, è sostituito dal seguente:

«Art. 1. - 1. Fermo quanto previsto dal testo unico delle leggi di pubblica sicurezza, dalla legge 2 ottobre 1967, n. 895, e dalla legge 9 luglio 1990, n. 185, la fabbricazione, l'importazione, l'esportazione, la detenzione, la commercializzazione, la cessione a qualsiasi titolo, il trasporto e l'impiego di detonatori ad accensione elettrica a bassa e media intensità, e dei prodotti bi-componenti realizzati in confezioni portatili specificamente destinate alla realizzazione di esplosivi sono consentiti, salvo speciali deroghe del Ministro dell'interno per le attività di studio, sperimentazione e di produzione di alte tecnologie civili, esclusivamente per le esigenze operative e di studio delle Forze armate e dei Corpi armati dello Stato, secondo le norme che ne disciplinano l'utilizzazione.

2. Sui detonatori elettrici a bassa e media intensità, importati prodotti e commercializzati per le finalità consentite a norma del comma 1, devono essere apposti elementi di marcatura sicuri, preventivamente approvati dal Ministero dell'interno, atti a migliorarne la tracciabilità.

Art. 2. - 1. Le attività di posizionamento e di sparo dei

prodotti esplosivi di 2^a e 3^a categoria per uso civile devono svolgersi alla presenza della Forza pubblica, osservate le disposizioni vigenti per i servizi a pagamento richiesti da privati, o, in mancanza, adottando le misure di sicurezza e di controllo prescritte dal questore, che può disporre la vigilanza, con spese a carico dell'impresa interessata, di guardie particolari giurate, munite di specifici ordini di servizio.

2. Per le finalità di cui al comma 1 delle operazioni di posizionamento e sparo deve essere dato, almeno cinque giorni prima, preventivo avviso al questore, che, nei tre giorni successivi, comunica la disponibilità della forza pubblica o prescrive le misure di sicurezza e di controllo occorrenti. Sono fatti salvi i casi di emergenza, per i quali comunque deve essere data immediata e preventiva notizia all'autorità di pubblica sicurezza.

Art. 3. - 1. Oltre a quanto previsto da specifiche disposizioni di legge o di regolamento, l'autorizzazione al trasporto su strada degli esplosivi destinati ad impieghi civili, è subordinata alla verifica delle condizioni tecniche, logistiche ed organizzative volte ad assicurare la costante sorveglianza dei veicoli. A tal fine il trasporto degli esplosivi è sempre effettuato con mezzi idonei, chiusi, non telonati, muniti di idonei apparati di telecomunicazioni, nonché di idoneo sistema di teleallarme o telesorveglianza collegato con un istituto di vigilanza privata in grado di assicurare il costante monitoraggio degli spostamenti del mezzo, la costante ricezione di eventuali allarmi, nonché, anche mediante accordi con altri Istituti di vigilanza privata autorizzati ad operare nel territorio da attraversare, l'immediato intervento in caso di necessità.

2. I mezzi di cui sopra debbono altresì possedere autonomi sistemi di protezione elettronica del vano di carico e debbono recare sul tetto del veicolo il numero di targa del veicolo stesso, con caratteri di misura tale da consentirne l'agevole localizzazione aerea, oltre ai sim-

boli che siano stabiliti dalle altre normative internazionali per il trasporto di materie esplosive.

3. Quando è prescritta la scorta ed il prefetto non dispone, in relazione alla tipologia del trasporto, che la stessa sia effettuata a mezzo della Forza pubblica, il servizio deve essere svolto da guardie particolari giurate specificamente addestrate, adeguatamente equipaggiate ed armate e munite di protezione individuale antiproiettile. L'applicazione della disposizione contenuta all'art. 106, comma 2, del regolamento per l'esecuzione del testo unico delle leggi di pubblica sicurezza è limitata ai casi assolutamente eccezionali, individuati dal Dipartimento della pubblica sicurezza, per i quantitativi minimi dallo stesso indicati.

4. In caso di brevi soste, per comprovate necessità, il veicolo deve essere collocato in un'area di parcheggio o di sosta nella quale non corra il rischio di essere danneggiato da altri veicoli, e deve essere costantemente vigilato dal personale di bordo o, se prescritto, da quello di scorta.

5. Per le soste prolungate che non prevedono la presenza del personale di bordo o di scorta, i veicoli debbono essere custoditi all'interno di aree o stabilimenti che, sentito il parere della Commissione tecnica provinciale di cui all'art. 49 del testo unico delle leggi di pubblica sicurezza, offrano tutte le garanzie per la sicurezza e l'incolumità pubblica previste dalle norme vigenti ed a condizione che:

a) il luogo sia chiuso o recintato, dotato di idonei sistemi di protezione passiva, di tecnologie di telesorveglianza, prevenzione delle intrusioni ed allarme e di adeguata vigilanza a mezzo di custodi o di guardie particolari giurate;

b) il veicolo sia perfettamente chiuso, con il motore spento, e con il sistema di teleallarme o telesorveglianza costantemente in funzione;

c) i sistemi di allarme del luogo di sosta e del veicolo

siano collegati con il personale di vigilanza o con un istituto di vigilanza, in grado di intervenire immediatamente in caso di necessità;

d) prima e dopo ogni sosta il veicolo e il carico siano attentamente controllati.

6. I dati relativi al trasporto degli esplosivi, compresi quelli dei commi 1, 3 e 4, devono essere conservati per almeno tre anni e sono comunicati, a richiesta, all'autorità di pubblica sicurezza.

7. È vietato trasportare a bordo del veicolo altre persone oltre i componenti dell'equipaggio (autisti e personale di scorta), i cui nominativi debbono essere preventivamente comunicati alla competente autorità di pubblica sicurezza.

8. L'equipaggio non può aprire i colli, dei quali ha l'obbligo di verificare preventivamente l'integrità, ma deve consegnarli chiusi al destinatario finale indicato nell'autorizzazione al trasporto, previa identificazione del medesimo.

Art. 4. - 1. Oltre a quanto previsto da specifiche disposizioni di legge o di regolamento, le disposizioni dell'art. 3 si applicano anche, in quanto compatibili, alle autorizzazioni di pubblica sicurezza per il trasporto di esplosivi destinati ad impieghi civili via aerea, via mare, attraverso acque interne o a mezzo ferrovia. Art. 5. - 1. Tutte le licenze e le autorizzazioni di polizia finalizzate all'acquisto ed alla movimentazione di prodotti esplosivi di qualsiasi natura debbono riportare, oltre agli estremi dei riconoscimenti, delle certificazioni e delle prese d'atto previste dalle norme vigenti rilasciate per gli stessi, le generalità complete ed il numero di codice fiscale dei titolari e delle persone che, compresi i fochinisti, sono incaricate della loro effettiva manipolazione ed uso. Alle annotazioni può provvedersi, oltre che con le modalità informatiche previste dalle leggi e dai regolamenti vigenti, anche mediante estensioni debitamente vidimate dalla competente autorità di pubblica sicurezza.

za.

2. I produttori, i titolari di depositi e gli utilizzatori degli esplosivi sono tenuti ad impedire l'accesso e la permanenza di estranei nelle aree in cui insistono le fabbriche o i depositi di tali prodotti, ovvero in quelle in cui gli stessi devono essere utilizzati e ad annotare nel registro di cui all'art. 55 del testo unico delle leggi di pubblica sicurezza, o in apposito registro debitamente vidimato, le generalità complete dei loro dipendenti e di tutte le altre persone che, in ragione dell'incarico affidato o per altri giustificati motivi, sono autorizzate ad accedere nei predetti luoghi, nonché delle persone comunque incaricate della movimentazione degli esplosivi, comunicando al questore, senza ritardo, ogni variazione.».

NOTA

Sono detonatori a bassa e media intensità quelli così definiti nel decreto del Ministro dell'industria, commercio ed artigianato del 21 aprile 1979, agli articoli 1 e 5, per i quali l'impulso di accensione è compreso fra lo 0,8 e 1000 mWs/Ohm, e la «corrente di non accensione in Ampere» è calcolata fino a 4 Ampere.

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 dalper 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 (Ali. 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 dalper 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 AC-
QUISTO 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 reca-
pito impresa)* comunica di dover eseguire lavori con
sparo mine in *(esatta indicazione e descrizione dei lavori
da eseguire, eventualmente allegando piantina o proget-
to)*.

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 oc-
corrente è il seguente

kg esplosivo di cat I kg esplosivo di cat II nr detona-
tori m di miccia detonante m di miccia a lenta combu-
stione

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.