

COLONNELLO DOTT. ATTILIO IZZO

PIROTECNIA

E

FUOCHI ARTIFICIALI

Manuale pratico e ricettario per chi fabbrica fuochi
artificiali e chi vende materie prime per usi pirotecnici

139 illustrazioni



EDITORE **ULRICO HOEPLI** MILANO
1950

AVVERTENZA

Non si assume alcuna
responsabilità per eventuali
e sempre possibili errori nella
indicazione delle dosi delle
miscele e per errori di stampa

PREFAZIONE

Ho accolto l'invito rivoltomi di aggiornare il manuale di Pirotecnicia compilato dal Di Maio per accedere alle numerose richieste pervenute da pirotecnici e dilettanti circa la ristampa di un libro sulla pirotecnicia.

L'interesse per tale particolare argomento è tale che perfino la Radio si è occupata dell'argomento nell'agosto 1949, descrivendo attraverso il microfono da parte di un fantasioso radio cronista la suggestione e la bellezza di uno spettacolo pirotecnico notturno.

Di massima ho seguito la traccia del vecchio, ma ottimo manuale del Di Maio, curando in particolare un piccolo dizionario di materie prime impiegate in Pirotecnicia sia per luci che per fumi colorati, facendo conoscere in altro capitolo succinto alcuni metodi seguiti in laboratori statali per stabilire la sensibilità e la maggiore o minore sicurezza di impiegabilità dei miscugli pirotecnici ed infine aggiungendo un ricettario di composizioni pirotecniche.

Ho inoltre aggiunto brevi dati sulle composizioni tedesche usate nella guerra 1939-1945: le novità più importanti sono consistite nella sostituzione di talune materie prime (gomma lacca e acroidaz, ecc.) con resine sintetiche tipo Vipla.

La parte prima tratta dell'allestimento delle composizioni Pirotecniche.

Nella parte seconda è trattato dell'allestimento dei Pezzi Pirotecnici di guarnizione, fissi a terra, oppure aerei, (razzi, ecc.) nonché della costituzione dei pezzi elementari e di quelli Per feste e gare pirotecniche.

Nella parte terza è trattato succintamente dei giuochi pirotecnici per sala e teatro.

Ho aggiunto una parte quarta, in cui ho ritenuto opportuno segnalare gli artifizi pirotecnici aventi usi agricoli (artifizi anti-grandine, contro le brine per la protezione dei frutteti, ecc.), industriali (petardi per TF. SS.) e bellici.

In altra parte aggiunta, la quinta, ho voluto compilare un apposito ricettario di composizioni, nelle quali ho riportato a valori centesimali i vari componenti, in contrapposto alle normali usanze dei pirotecnici. Ho voluto segnalare anche le formule che utilizzano, con minor pericolo nell'allestimento, il perclorato potassico al posto del clorato, tutte di origine americana.

Mi son valso dell'esperienza da me compiuta presso due enti militari, il Laboratorio Pirotecnico di Felino e la Sezione Pirotecnica del Genio di Pavia e delle notizie apprese su materiali esteri, per riportare in tale ricettario numerose composizioni, sia italiane che estere.

Ho ritenuto utile dare altresì un esempio, per i pirotecnici forniti di maggiori conoscenze chimiche, su come si imbastisce un calcolo teorico di composizione, e come si possono analizzare le composizioni stesse per conoscerne i componenti.

Ho ritenuto utile dare altresì un esempio, per i pirotecnici forniti di maggiori conoscenze chimiche, su come si imbastisce un calcolo teorico di composizione, e come si possono analizzare le composizioni stesse per conoscerne i componenti.

Infine in appendice ho aggiunto dei dati costruttivi sugli essiccatoi, locali indispensabili in ogni fabbrica pirotecnica di una certa entità e l'estratto del vigente regolamento di P. S. relativo alle norme per i laboratori pirotecnici.

Completa il volume la bibliografia.

Spero che il manuale di pirotecnicia così rifatto riesca di utile consultazione ai Pirotecnici, dai quali sarò lieto di ricevere consigli o richieste di dati o segnalazioni di eventuali inesattezze in cui potessi essere incorso.

ATTILIO IZZO

30 settembre 1949

INDICE DELLA MATERIA

PARTE PRIMA

	Pag
Introduzione	3
Cenni storici	3
Cenni tecnici	4
CAP. I - Principali materie adoperate in pirotecnia	
A) Per luci bianche o colorate	8
Acido gallico	8
Acido picrico	8
Alluminio	9
Antimonio	9
Argilla	10
Biadetto	10
Bicarbonato di sodio	10
Calomelano	10
Canfora	11
Carbonato di rame	11
Carbonato di stronzio precipitato	11
Carbone di legna	12
Carta e cartoni	14
Cera sintetica	14
Clorati	14
Clorato di bario	15
Clorato di sodio	15
Clorato di potassio	15
Cloruro d'antimonio	16
Cloruro di polivinile.	16
Cloruro mercurioso	16
Colla	16
Colofonia	17

Destrina	17
Filiera di leone	17
Fluoruro di bario	17
Fosforo rosso	17
Fulmicotone.	17
Gesso	18
Gomma acroidaz	18
Gomma arabica	18
Gommalacca.	18
Lattosio	19
Licopodio	19
Limature	20
Magnesio	20
Minio	20
Nero fumo	20
Nitrato di bario	21
Nitrato di potassio	21
Nitrato di sodio	22
Nitrato di stronzio	22
Ossalato di sodio	23
Ossalato di stronzio	23
Ossicloruro di rame	23
Ossido di magnesia	23
Ossido di rame nero	23
Pece	24
Perclorato di potassio	24
Perossido di bario	25
Perossido di stronzio	25
Picrato ammonico	25
Picrato potassico	26
Piroforiche (polveri)	26
Polvere nera	26
Polverino	23
Sego	29
Scialacca	29
Silicato di sodio o potassio	29
Siliciuro di calcio	29
Solfato di rame	30
Solfato di rame ammoniacale.....	30
Solfato di stronzio	30

Solfocianuro di mercurio	31
Solfuro di antimonio	31
Solfuro di arsenico	31
Solfuro di rame nero	31
Spago	31
Stearina	32
Stirolti	32
Sughero	32
Verde azzurro	32
Vernici	32
Vetro solubile	33
Zinco	33
Zirconio	33
Zolfo	33
Zucchero di latte	34
B) Per fumi bianchi o colorati	34
Antracene	34
Arsenico bianco	34
Arsenico giallo	35
Bleu oltremare	35
Cinabro	35
Crisoidina	35
Esaeloroetano	35
Fosforo bianco	35
Fosforo rosso	35
Giallo auramina	36
Indaco	36
Indulina	36
Iodio e suoi composti	36
Naftalina	36
Nitrato sodico	36
Oli minerali	37
Rodamina	37
Rosso di paranitroanilina	37
Termite	37
Tetracloruro di carbonio	37
Zinco	37
CAP. II - Generalità sui laboratori pirotecnici e le operazioni per l'allestimento dei pezzi pirotecnici	38

Per bengala	40
Per castagnole o botte	40
Per fontane	40
Per granate	40
CAP. III - Allestimento delle parti incendive e dei cartocci	42
Stoppini	43
Micce incendive rapide	45
Candele incendive	46
Cilindretti incendiari	48
Accenditori elettrici	48
Preparazione dei cartocci	49
Mezzi per rendere incombustibili i cartocci	50
CAP. IV - Preparazione delle composizioni pirotecniche	52
Considerazioni utili per la preparazione delle composizioni luminose	55
Mezzi per aumentare le luminosità delle composizioni	56
Pericoli di combustione spontanea dei miscugli pirotecnici	58
Sistemi per provare la sensibilità all'urto, al calore ed allo sfregamento dei miscugli pirotecnici	60
Conservazione delle composizioni pirotecniche	64
Composizioni pirotecniche per proiettili traccianti	65
Composizioni pirotecniche a fumi bianchi	66
Composizioni pirotecniche a fumi colorati	68

PARTE SECONDA

CAP I - Fuochi di guarnizione	73
A) Stelle	73
B) Serpentelli	74
C) Farfalle (o Colombe)	76
D) Girandolette	76
E) Stelle a castagnola	76
F) Pioggia di fuoco	77
G) Pioggia con lumi sotto	77
H) Stelle a serpentelli	78
I) Fiammette a vario colore	78

CAP. II - Fuochi fissi	80
A) Fontana	80
Fontane a filiera	83
Fontane a fuoco cinese	84
Fontane di grosso calibro	84
B) Castagnole (o Botte)	84
Castagnole a polvere	85
Castagnole a composizione fulminante	85
C) Tracchi	87
D) Bengala o Lumi	88
Cartoccio	88
Lumi	88
Bengala	80
Ordine con cui vanno messi i colori nel cartoccio	90
E) Fiamme	90
F) Candele romane	91
Mosaici	92
C) Sbruffi	93
H) Mortaletti	93
Sbruffi caricati di stelle a raggi	94
CAP. III - Fuochi aerei	95
A) Generalità sui razzi	95
Razzi di grosso calibro	98
Grossi razzi a composizione brillante	99
B) Diverse specie di razzi	101
Razzi a paracadute	101
Razzi a stelle, a castagnole, a razzo matto	103
Razzo con guarnizione di razzetti	103
Razzi consecutivi	104
Dragone	104
Razzo a girello	105
Razzo a catena	105
Razzo a carciofo	105
C) Razzi da tavola (o carciofi)	105
Girandole	106
D) Bombe o granate	106
I°- Granate semplici	111
a) Granate a stelle	111
b) Granate a serpentelli	114
c) Granate a colombe	116

d) Granate a girandolette	116
e) Granate a pioggia	116
l) Granate a pioggia con lumi di sotto	116
g) Granate con stelle a serpentelli	116
h) Granate con stelle e tracchi	116
i) Granate con stelle e candele romane	116
l) Granate con stelle a castagnola	116
m) Granate a sfera	117
n) Granata a palle bianche	118
o) Granata a fiammette	119
p) Granata a paracadute	119
q) Bomba a granatine	119
r) Granata a castagnole,	119
s) Granata mista a sfera e colorata	121
t) Granate luminose	121
2° Granate composte o successive	122
CAP IV - Pezzi elementari	125
1. Mazzetti di razzi volanti	125
2 Ruote	126
3 Ruota a raggi prolungati guarniti di lumi	129
4 Girasoli	130
5 Ruote orizzontali	130
6 Regoli giranti	131
7 Farfalla o girandola girante	131
8 Scalette	132
Scaletta a colonna	132
9 Colonna a cerchi	134
10 Sole di fontane fisso	134
11 Sole girante	137
12 Spirale	138
Spirale doppia	138
13 Colonne giranti	139
14 Ossature varie guarnite di lumi e giranti	139
15 Piccole ossature guarnite con lumi, fisse	140
16 Pezzi formati da elementi giranti e fermi	141
17 Castelletti a sbruffi o a mortaletti	142
18 Fuoco rabescato	143
19 Batterie	143
20 Batteria di candele romane	144
21 Dischi di fuoco colorato	145

22 Parasoli	145
23 Imitazione di fiori con piccole lance per decor.	146
Mazzetti di fiori	147
24 Vasi luminosi aerei	147
Fiscella	148
Mazzetti di fiori aerei	149
25 Ruota luminosa aerea	140
26 Ruota verticale, indi aerea	149
27 Ruota a raggi guarniti di piccole ruote	150
28 Cascate	151
CAP V - Grandi fuochi d'artificio	152
A) Sostegni	152
B) Disposizione	152
C) Ordine d'accensione	153
D) Riprese	153
E) Salve di mortaletti	154

PARTE TERZA

Artifizi e giocattoli (scherzi) pirotecnici	171
Girandole	171
Artifizi per locali chiusi	172
Vampe	172
Eruzioni	172
Fulmine	172
Lampi	173
Serpenti di faraone	173
Nido di serpenti	173
Neve	174
Candelette a stelle	174
Fiammiferi lampeggianti giapponesi	174
Bengalini a luci colorate	174
Artifizi per luoghi aperti	175
Turbini	175
Fiaccole a lenta combustione	175
Artifizi e razzi per fuochi di giorno	175
Fiamme ad alcool colorate	176
Elenco dei più comuni artifizi e scherzi innocui trovantisi in commercio	176

Scherzi	176
---------	-----

PARTE QUARTA

ARTIFIZI PIROTECNICI PER USI VARI

CAP. 1 - Artifici pirotecnici per scopi agricoli	181
Razzi antigrandine	181
Grappoli detonanti per la difesa dei raccolti e delle semine contro gli animali nocivi, passeri, corvi, conigli, ecc.	183
Artifici fumogeni per attenuare i danni delle brine e dei geli primaverili	184
Artifici per la distruzione di nidi di vespe	184
Artifici a fumi irritanti	186
CAP. II - Pirotecnia industriale	187
Petardi di segnalazione per ferrovie	187
Torce a vento	187
Artifici per accensione di motori a comb. interna	188
Artifici fumogeni per prove di tenuta stagna di caldaie, tubazioni, ecc,	188
Razzi lancia cavi, di salvataggio	188
CAP. III - Artifici pirotecnici per usi bellici	
A) Cenni sui principali tipi da guerra terrestri	190
Razzi	190
Racchette	193
Cartucce Very da segnalazione	195
B) Artifici per aerei	197
Altri artifici usati in aeronautica	199
C) Artifici per navi	200

PARTE QUINTA

CAP. I - Ricettario di composizioni pirotecniche	203
Composizioni a luce gialla	201
Per stelle	204
Per segnalazioni	204
Per lance di decorazione, bengala e fiamme	204

Per fuochi da teatro o da tavola	205
Fiaccole o torce a lenta combustione	205
Torce	205
Per traccianti	205
Composizioni a luce giallo oro	206
Per stelle	206
Per torce	206
Per candele romane	206
Per fiamme	207
Composizioni a luce rossa	207
Per stelle	207
Per segnalazioni	207
Composizioni tedesche per segnalazioni	208
Composizioni tedesche con resine sintetiche	208
Per lumi di decorazione bengala e fiamme	208
Per fuochi da teatro e da sala	208
Per sala	209
Fiaccole o torce a lenta combustione	209
Torce brillanti all'alluminio	209
Torce comuni	209
Composizione per traccianti	210
Composizioni a luce rosea	210
Per stelle	210
Per fuochi da tavola	211
Composizioni a luce verde	211
Per stelle	211
Per segnalazioni	211
Composizioni tedesche usate nel 1944	211
Per lance: di decorazione, bengala e fiamme	212
Per fuochi da teatro e da sala	212
Composizioni all'acido picrico e derivati	212
Composizioni tedesche per segnalazioni	212
Fiaccole o torce	213
Composizioni per traccianti	213
Composizioni a luce azzurra	213
Per stelle	213
Per segnalazioni	214
Per lance di decorazione, ecc	214
Torce per fiaccole a lenta combustione	214
Fuochi da tavola, lance e torce per festività	

al perclorato	214
Composizioni per fuochi da tavola americani	215
Composizioni a luce violetta	215
Per stelle	215
Per lance di decorazione, bengala e fiamme	215
Per torce per festività	215
Composizioni a luci bianche	216
Per stelle	216
A stella per piogge d'argento, e polveri metalliche	217
Per stelle al perclorato	218
Per segnalazioni	218
Per lance di decorazione, bengala e fiamme	218
Per grossi bengala a terra	218
Composizione tedesca per bengala	219
Per fuochi da teatro e da sala	219
Fiaccole o torce a lenta combustione	219
Torce illuminanti all'alluminio	219
Composizione tedesca per traccianti	220
Composizione francese d'accensione per proiettili traccianti	220
Composizioni estere a effetti particolari	220
Composizioni tedesche per l'accensione dei miscugli pirotecnici	221
Composizioni tedesche usate per l'accensione nelle miscele traccianti	221
Composizioni a polvere per fuochi di guarnizione	221
Per serpentelli semplici e bengaletti per pioggia con lumi sotto	221
Per serpentelli a piroetta e a girello	221
Per colombe	221
Per bengaletti per pioggia con lumi sotto	221
Per globetti di fuoco	222
Composizioni per fontane comuni	222
A luce comune	222
A luce brillante	222
A fuoco cinese	222
Composizioni per fontane di notevole diametro	222
A luce brillante	222
A fuoco cinese	223
Composizioni per candele romane e mosaici	223

Composizione dell'anima dei razzi di medio e grande diametro	223
Composizioni di fuoco brillante e cinese per grossi razzi	223
Composizioni estere per razzi e candele	224
Composizioni per razzi da tavola (o carciofi) grandi	224
Composizione per stelle per granate a sfera	224
Composizione per stelle per granate a palle bianche	225
Composizione per granate luminose	225
Composizione per candele romane	225
Composizioni per bombe o castagnole	225
Tipo normale	225
Tipo fulminante	225
Bombe oscure	226
Bombe a lampo	226
Miscele sibilanti	226
Petardi ferroviari	226
Composizioni francesi per cartucce militari da segnalazione tipo Very	226
A stelle bianche	226
A stelle bianca con paracadute	227
A stelle rosse	227
A stella rossa con paracadute	227
Stelle verdi	227
A stella verde per paracadute	227
Cartucce a catena o a corone	228
Composizione delle stelle bianche	228
Composizione delle stelle rosse	228
Composizioni tedesche per cartucce da segnalazioni militari	228
A luce verde	228
A luce rossa	229
Composizione delle stelle verdi	229
Composizioni per giocattoli pirotecnici	229
Composizioni per girandole	229
Composizione per vampe	229
Composizioni per eruzioni, vulcani, caricate in coni	229
Per serpenti di Faraone	230
Composizione per nido di serpenti	230
Composizione per candelette a stelle	230

Composizioni per fiammiferi lampeggianti giapponesi	230
Composizione per bacchette a luce colorata	230
Color rosso	230
Colore azzurro	231
Color verde	231
Razzi da tavola	231
Composizione per fumata grigia	231
Altre composizioni pirotecniche estere	232
Per fasci di scintille	232
Fasci di fuoco scintillante	232
Vaso di fiori	232
Cascate ordinarie	232
Cascate al perclorato	232
Composizione per serpentelli, saucissons ecc.	233
Composizioni per miscele fumogene a fumo bianco	233
A base di nitrati	233
Miscela al tetracloruro di carbonio	233
Miscela all'esacloroetano	234
Composizione al tetracloroetano	234
Composizioni per miscele fumogene colorate	234
Composizioni a fumo giallo	234
Composizioni a base di prodotti inorganici	235
Composizioni a base di prodotti coloranti organici	235
Composizioni americane del Servizio militare	235
Composizioni a fumo rosso	236
Composizioni a fumo verde	236
Composizione a fumo viola americana	237
A fumo azzurro	237
A fumo nero	237
CAP. II - Calcolo di composizioni pirotecniche	239
Verifica delle disponibilità d'ossigeno da parte delle sostanze comburenti e del fabbisogno d'ossigeno da parte delle sostanze combustibili	239
Cedibilità ossigeno da parte dei comburenti	240
Fabbisogno di ossigeno delle sostanze combustibili	240
Trasformazione in percentuale di ossigeno dei dati di cui sopra	240
Verifica dell'ossigeno disponibile nel miscuglio in esame	241

Calcolo teorico della quantità di un componente combustibile da aggiungere per avere la combustione completa del miscuglio	242
Calcolo teorico per sostituire con determinati effetti, un elemento ad un altro	243
Calcoli percentuali dei miscugli	244
CAP. III - Analisi chimica delle composizioni pirotecniche in genere	245
A) Analisi chimica delle composizioni pirotecniche a luci bianche o colorate	245
Esame fisico del miscuglio da analizzare	246
Ricerca di alcuni singoli componenti	247
Ricerca analitica generale	248
Ricerca delle sostanze solubili in acqua	250
B) Analisi della polvere nera	255
Analisi quantitativa	256
C) Ricerca dell'acido picrico e picrati	257

APPENDICE

Dati costruttivi sugli essiccatoi per artifizi pirotecnici	261
Bibliografia di libri di pirotecnicia e mezzi pirotecnici	272

PARTE PRIMA

INTRODUZIONE

CENNI STORICI

Le prime notizie storiche sull'impiego di mezzi pirotecnici coincidono con quelle riguardanti la polvere nera, di cui furono la prima applicazione: i più antichi mezzi pirotecnici, i razzi, sarebbero stati inventati dai cinesi, che a loro volta li fecero conoscere agli arabi, e quindi, introdotti in Europa.

Le notizie più sicure rimontano attorno al 1232 avanti Cristo. Ne parla una cronaca relativa all'assedio di Kai-Fung-Fu (Pieng-King), nella quale è detto che i cinesi assediati dai mongoli si difendevano lanciando sugli assediati "delle frecce dal fuoco alato". Secondo von Romocki, la scoperta della polvere nera è attribuita appunto ai cinesi, che avrebbero sostituito casualmente il nitrato potassico al sale comune impiegato per ravvivare la fiamma di una miscela incendiaria a base di carbone e zolfo.

L'introduzione dei razzi e della polvere nera in Europa avvenne verso il 1250 e se ne trova cenno nel trattato *De mirabilis Mundi* di Alberto Magno e, nell'opera *Liber ignium* di Marco Greco. Applicazioni furono eseguite in alcuni fatti d'armi ed anzi, in una pubblicazione del 1420 d'un ingegnere militare italiano Giovanni da Fontana, si trovano disegni di razzi camuffati da pesci volanti, colombi, ecc. per essere lanciati contro le fortificazioni nemiche.

Al principio del XVI secolo si ha una prima descrizione di razzi muniti di rudimentali paracadute e quindi nel 1591 viene pubblicato a Norimberga, da un certo Schmidlap, il primo e vero trattato di pirotecna, dedicato ai fuochi d'artificio.

Non si può dire che da allora e per vari secoli la fabbricazione dei mezzi pirotecnici abbia progredito di molto. Fin

dall'inizio l'elemento essenziale degli artifizi era un tubetto leggero, incombustibile, chiuso ad una estremità e riempito di miscuglio analogo alla polvere nera: da questi tubetti, differientemente collegati e montati su armature mobili o fisse, si ottenevano, come oggi, i più diversi effetti. I progressi fatti successivamente consistono essenzialmente in nuove formule di miscele combustibili di maggiore effetto luminoso, di più rapida combustione e nello studio di norme di sicurezza tendenti a ridurre o eliminare le probabilità d'infortunio.

Le principali applicazioni dei mezzi pirotecnici furono sempre le feste, se si eccettuano i razzi che, per molto tempo, furono usati per scopi bellici, in particolare nel periodo detto di Congreve (1772-1828) dal nome del creatore dei razzi inglesi da guerra: tale impiego fu originato dalle gravi perdite subite dagli inglesi durante una sfortunata campagna in India, dal 1780-84 ad opera degli indiani, che usavano dei grossi razzi del peso variabile dai 3 ai 5 kg.

Furono costruiti razzi incendiari ed esplosivi che si dimostrarono efficaci per i tempi in cui furono ideati. Ben presto anch'essi furono abbandonati per il progresso delle artiglierie.

Le due guerre mondiali di questo secolo hanno visto la utilizzazione su vasta scala di mezzi pirotecnici, quali mezzi di segnalazione diurna e notturna, impiego di mezzi fumogeni per l'occultamento di vaste zone di terreno, di pallottole traccianti a scia luminosa, ecc.

Un altro ramo della pirotecnicia di guerra si stacca da quella comune per spettacoli e segnalazioni e non si occupa di effetti luminosi, ma dell'impiego degli esplosivi e dei mezzi tecnici necessari per avere da questi i migliori effetti. Esso forma oggetto di appositi trattati.

CENNI TECNICI

I pezzi elementari degli artifizi pirotecnici sono riempiti di miscugli che bruciano rapidamente e che contengono in sé l'ossigeno necessario alla combustione.

La materia prima più usata in pirotecnicia è la polvere nera ridotta in una specie di farina, detta polverino, a cui possono aggiungersi in differenti proporzioni altre sostanze, allo scopo di

modificarne le proprietà ed in particolare la velocità di combustione.

Per renderci più facilmente conto degli effetti di tali aggiunte, nel campo pirotecnico, occorre fermiamoci brevemente sul processo chimico della combustione.

Per combustione intendiamo praticamente la combinazione chimica dell'ossigeno con i corpi atti ad unirsi col medesimo e che avviene con sviluppo di calore e, spesso, di luce: essa costituisce in termine chimico una "ossidazione".

I corpi atti a bruciare, cioè a combinarsi con l'ossigeno, si chiamano combustibili: l'ossigeno si chiama comburente.

Esempi di combustibile se ne hanno continuamente a portata di man e hanno luogo con velocità diverse. L'aria è costituita da ossigeno e azoto: per es. l'ossigeno contenuto nell'aria agisce anche alla temperatura ordinaria, su alcuni metalli, come per es. il ferro, dando luogo alla formazione della ruggine. In questo caso la reazione impiega molto tempo ad effettuarsi: è cioè una combustione lenta. Altri esempi di combustione più rapida l'abbiamo quando accendiamo un comune fiammifero di legno: l'odore acre che colpisce le nostre narici è quello dell'anidride solforosa, formata per effetto dell'ossidazione dello zolfo (combustibile) da parte dell'ossidante (comburente) contenuto nell'aria. Lo stesso avviene quando bruciamo il carbone che, a seconda della quantità d'aria disponibile, può formare due gas: l'ossido di carbonio, se l'aria è in difetto, e l'anidride carbonica, se l'aria è in eccesso, o nelle giuste proporzioni.

Perché il corpo bruci occorre però che esso sia portato ad una determinata temperatura, detta d'accensione, e che varia a seconda del corpo combustibile.

Vi sono poi dei corpi che anche senza la presenza dell'aria possono fornire l'ossigeno necessario alla combustione dei miscugli, in cui essi sono contenuti: così i nitrati, i clorati, il bicromato di potassio, ecc., che si dicono sostanze ossidanti, perché forniscono l'ossigeno: la combustione da essi prodotta è naturalmente più rapida che non quella, lenta, dovuta all'ossigeno dell'aria.

È possibile, variando opportunamente nel miscuglio le proporzioni dell'ossidante e del combustibile (detto anche componente riducente), regolare la velocità di combustione di una composizione pirotecnica e l'esempio più evidente ci è dato dalla

polvere nera, attraverso le sue numerose formule, ottenute variando le proporzioni dei suoi tre componenti: nitrato potassico (ossidante), zolfo e carbone (combustibili).

Se nella composizione, lasciando inalterata la quantità di nitrato e zolfo, si aumenta a poco a poco il carbone, si ottiene una polvere, sempre a più lenta velocità di combustione.

Altro campo di studio in pirotecnicia è la formazione di miscele che bruciando danno luce di determinato colore: in pratica si designano le composizioni con il nome del colore che danno bruciando. Si adoperano a tale scopo alcuni sali e polveri metalliche che, decomponendosi alla temperatura di combustione dei miscugli allestiti, inducono ai gas di combustione speciali e caratteristiche colorazioni.

L'intensità luminosa dipende dalla temperatura della fiamma. Occorre inoltre tenere conto che siccome alcune sostanze sono volatili solo a temperature elevate, la composizione prescelta dovrà essere tale che decomponendosi sviluppi la temperatura sufficiente a far sviluppare dalla sostanza prescelta i vapori che devono colorare la fiamma.

Nel confezionamento dei miscugli per luci colorate, per es., si suole adoperare una piccola quantità di miscela a luce bianca, perché i componenti di questa, accendendosi, sviluppano una notevole quantità di gas e calore e facilitano perciò la decomposizione dei sali colorati, meno volatili.

Tra le sostanze più usate in pirotecnicia si citano:

Sviluppatori ossigeno (Comburenti). - Clorato potassico, perclorato potassico, nitrato potassico, nitrato di sodio, nitrato di bario, nitrato di stronzio, ecc.

Combustibili. - Carbone di legna, gomma lacca, zucchero di latte, destrina, colofonia, farina di legno, zolfo, ecc.

Citiamo tra i diversi colori richiesti in pirotecnicia e le sostanze atte ad ottenerli:

- Luci bianchemagnesio, alluminio.
- " rossesali di stronzio (nitrato, carbonato) e di litio (poco usati per il prezzo).
 - " rosasali di calcio (carbonato, solfato, ossalato).
 - " verdi.....sali di bario (nitrato, clorato) e sali di tallio (poco usati per il prezzo).
 - " giallesali di sodio (ossalato, bicarbonato, nitrato).
 - " giallo orolimatura di ferro, a elevata temperatura.
 - " azzurre.....sali di rame (carbonato, arsenito, solfuro, solfato e solfato ammoniacale).
 - " viola chiaro...sali di potassio.
 - " viola intenso...miscuglio di sali di stronzio e di rame, o dei medesimi con calomelano.
 - " aranciomiscuglio sali di sodio e di stronzio.

CAPITOLO I

PRINCIPALI MATERIE PRIME ADOPERATE IN PIROTECNIA

Le materie prime da adoperare in pirotecnia devono corrispondere a particolari requisiti e perciò non devono essere acquistate ovunque ma presso ditte grossiste specializzate nella vendita e che a loro volta comprano i prodotti presso fabbriche italiane od estere, che li allestiscono con le caratteristiche necessarie all'uso pirotecnico. La cosa è tanto più importante per le sostanze coloranti dove le sofisticazioni o le possibilità di errori materiali sono maggiori.

A) PER LUCI BIANCHE O COLORATE

Acido gallico. - In cristalli bianchi o leggermente giallicci, inodori, di sapore astringente e un po' acido. Riscaldato a 1200 perde la molecola d'acqua di cristallizzazione in esso contenuta. Solubile in alcool; poco solubile in acqua. Impiegato in pirotecnia in miscele sibilanti. All'estero si è anche tentato di usarlo in miscele a luce colorata, per avere una fiamma più intensa, sfruttando il grande volume di gas che produce nella sua decomposizione.

Acido picrico (*trinitrofenolo*). - È in cristalli gialli, inodori, di sapore amaro. Velenoso. Solubile in acqua e alcool. L'umidità non deve superare lo 0,25%; le impurezze insolubili in acqua lo =,1%. È un potente esplosivo, che può esplodere per sfregamento a contatto con i metalli, specie con piombo e ferro. Il prodotto cristallizzato è generalmente messo in commercio con una percentuale di umidità del 10% per evitare pericoli di esplosione o incendi.

È usato specialmente all'estero in talune composizioni pirotecniche, dando a esse notevole splendore e lucentezza. Va impiegato con precauzione.

Per le spedizioni a ferrovia fa parte della Categoria 13, Gruppo I, Alleg. 7°.

Alluminio. - Metallo argenteo, lucente, usato in pirotecnicia sotto forma di polvere finissima, bruciante facilmente con luce vivissima bianca.

L'alluminio in polvere è la sostanza più facilmente infiammabile ed è ossidabile: mescolato con aria, può dar luogo a esplosioni. Va conservato in locali freschi, evitando che la polvere d'alluminio si diffonda nell'aria ambiente e tutte le altre cause che possono determinare l'accensione di sostanze infiammabili.

In caso d'incendio non adoperare acqua o estintori al tetracloruro di carbonio, il cui uso sarebbe pericoloso, ma *sabbia o terra*.

In commercio si trovano le qualità « nera » od « oscura », brillante, in scaglie, in granelli e tipo « piro », Esse passano attraverso ad uno staccio a numero diverso di maglie per cm²: così, per es., la qualità « piro » passa attraverso lo staccio n. 350 a 19.000 maglie/cm²; la polvere fine passa attraverso 1250 maglie/cm².

Antimonio (*regolo d'antimonio*) - È un metallo bianco grigio, brillante, che può essere facilmente polverizzato.

Deve essere molto puro, se usato per usi pirotecnici e da non confondersi con il cosiddetto *antimonio crudo*, che è in vece solfuro d'antimonio e dal quale si ottiene di solito l'antimonio. Questo, in polvere, impartisce alla fiamma una colorazione bianco-azzurrognola. Il Di Maio ha suggerito due metodi per depurare il prodotto, qualora non si trovasse in commercio abbastanza puro.

Un sistema di depurazione consiste nel tenere il prodotto in fusione per un'ora in un crogiolo di terra, mescolato con carbonato di sodio e solfuro d'antimonio. Lasciando raffreddare il crogiolo, dopo aver rotto la crosta superficiale, si separano le scorie e si rifonde il prodotto ottenuto per altre 2 volte con carbonato di sodio.

Un altro sistema consiste nel fondere in un crogiuolo di terra 5 p. di ossicloruro di antimonio (polvere d'Algarotti) con 4 p. di carbonato sodico e 1 p. di carbone, ricoprendo il tutto con uno strato di carbone in polvere: per raffreddamento si ottiene in fondo il metallo, purissimo, sotto forma di un bottone, che poi si polverizza in un mortaio di ferro.

Argilla. - È una sostanza a base di silice (dal 42 al 66%) e di allumina (dal 18 al 39%), adoperata per laterizi, ecc.

Per gli usi pirotecnici è bene adoperare quella plastica, che si presenta untuosa al tatto. Questa qualità assorbe molta acqua (fino al 70% del proprio peso) e si può manipolare ed adattare a qualunque foggia. Prima di fare l'impasto con acqua è bene polverizzarla e passarla per uno staccio, in modo da privarla delle eventuali pietruzze di silice in essa contenute. Prima dell'uso è preferibile sia leggermente umida.

Arsenico rosso (*realgar*): vedi *Solfuro d'arsenico*.

Arsenito di rame (*verde di Scheele*). - È una polvere verde amorfa lucente, insolubile in acqua e in alcool. Usato per la fabbricazione di fuochi a luce azzurra.

Si ottiene aggiungendo una soluzione di solfato di rame ad una soluzione acquosa di acido arsenico.

Biadetto. - S'intende il miscuglio di azzurro di Berlino (o blu di Prussia o ferrocianuro ferrico) mescolato con gesso.

È usato in pirotecnicia per miscugli azzurri.

Bicarbonato di sodio. - In polvere, impalpabile bianca, di sapore leggermente liscivioso, che si altera all'aria umida, perdendo a poco a poco acido carbonico. Solubile in acqua. Adoperato nella preparazione di fuochi a luce gialla.

Calomelano (*cloruro mercurioso - mercurio dolce*). - In cristalli o in polvere bianca, fine, inodora, insipida, untuosa al tatto, alterabile alla luce. insolubile in acqua e alcool. Si usa per ravvivare il colore dei fuochi e in alcune composizioni verdi, estere.

Canfora. - È una sostanza bianca, cristallina, insolubile in acqua, solubile in alcool, d'odore aromatico, caratteristico.

Si trova in commercio naturale o sintetica in pezzi irregolari o in pani, o in tavolette. È volatile anche alla temperatura ordinaria e perciò va conservata in flaconi di vetro ben chiusi. Difficilmente si riduce in polvere, s'è pura, facilmente con l'aggiunta di qualche goccia di alcool. Sciolta in alcool serve per umettare varie composizioni pirotecniche e facilita la soluzione della gomma lacca nell'alcool per rendere i fuochi più brillanti.

Carbonato di rame (azzurrite). - Si ottiene precipitando a freddo un sale di rame disciolto in acqua (per es. solfato di rame con un carbonato solubile (per es. carbonato d'ammonio).

Si trova in commercio con tinte verde chiaro od azzurro chiaro conosciute col nome di *ceneri verdi o ceneri azzurre*.

Si usa in polvere finissima per fuochi a luce violetta in miscuglio col nitrato di stronzio e per fuochi a luce azzurra, con risultati però minori di altri sali di rame (come per es. i sali doppi di rame in miscuglio con il cloruro d'antimonio e che non richiedono l'aggiunta di calomelano).

Carbonato di stronzio precipitato. -- Normalmente usato nei climi umidi, in sostituzione del nitrato di stronzio. Il carbonato di stronzio si trova in natura, nel minerale noto sotto il nome di stronzianite. Per ottenerlo puro e polverulento si tratta la soluzione del sale di stronzio con una corrente di acido carbonico da cui precipita il carbonato di stronzio, oppure trattando una soluzione di nitrato di stronzio con carbonato di ammonio. Non conviene usare allo stesso scopo il carbonato sodico, perché è poi difficile eliminare completamente le tracce di tale ultimo prodotto che non hanno reagito e che disturberebbero la caratteristica colorazione del carbonato di stronzio.

Si presenta sotto forma di piccoli cristalli bianchi, insapori. Il prodotto ottenuto artificialmente, cioè quello precipitato, è più fine e più puro di quello naturale ed è quello usato in pirotecnica. Solubile in acqua contenente anidride carbonica e in alcool.

Si può riconoscere facilmente per l'effervescenza che dà se trattato con sostanze acide.

In commercio possono trovarsi 3 tipi:

Tipo *tecnico* al 93-94% di carbonato di stronzio, 2%, circa di carbonato di calcio, 3% di carbonato di bario, 1,35% insolubile in acidi, umidità 0,12% e 1,10% circa di altre impurezze.

Tipo *precipitato* il più usato in pirotecnica, al 96-98% di carbonato di stronzio, assenza di carbonato di bario, 0,5 di impurezze varie e il resto carbonato di calcio e umidità.

Tipo *puro* al 99,2% circa di carbonato di stronzio, 0,12% umidità, 0,5% di carbonato di calcio, assenza di sali di bario e 0,28% circa altre impurezze.

Carbone di legna. - Il carbone di legna usato in pirotecnica proviene dalla distillazione di legni di differenti qualità, effettuate con norme diverse e particolari.

Tale carbone pur essendo costituito dall'elemento chimico «carbonio» è sempre mescolato per piccolissime percentuali con altre sostanze, che gli impartiscono caratteristiche diverse: tali percentuali variano a seconda del procedimento usato nella carbonizzazione del legno. Più elevata è la temperatura di carbonizzazione e maggiore è il contenuto in carbonio del carbone ottenuto e minore la sua infiammabilità, essendosi ridotto il suo contenuto in sostanze volatili. Inversamente, se la temperatura a cui fu condotta la carbonizzazione non è eccessivamente elevata, il carbone ricavato è più facilmente accendibile.

In pirotecnica, uno dei, più usati è il carbone di legno di salice, di pioppo, i canapuli e in genere i legni leggeri. L'epoca più appropriata per tagliare il legno da servire per scopi pirotecnici è la primavera, perché, dopo il ridestarsi della vegetazione, il flusso della linfa nelle piante scioglie i sedimenti di sali minerali ed il legno, bruciando, lascia minore quantità di ceneri.

Per quanto riguarda la temperatura di carbonizzazione, mantenendo questa fra i 2500-3500 si ha una polvere morbida, friabile, di colore rosso-bruno (carbone rosso): elevando questa temperatura si ha un prodotto pesante, sonoro, di colore nero (carbone nero).

I carboni preparati a bassa temperatura, specie se ammassati in grandi quantità, hanno tendenza ad accendersi spontaneamente a contatto dell'aria: vanno conservati perciò in reci-

pienti chiusi, fuori del contatto dell'aria e in locali separati, dove non esistano altre sostanze infiammabili.

Il processo di carbonizzazione del legno per distillazione viene fatto con sistemi che permettono di regolare e stabilire costantemente la temperatura, detti anche sistemi dei cilindri: fu ideato dal vescovo inglese Landloff verso la fine del secolo XVIII e successivamente perfezionato. Si suddivide in due metodi, dei cilindri fissi e dei cilindri mobili: in tali cilindri, di ferro, riscaldati alla temperatura necessaria o con aria calda, o con vapore soprariscaldato, si carbonizza il tipo di legno più adatto al lavoro pirotecnico prefisso. Per es. alcuni pirotecnici preferiscono usare carbone di legna forte per il confezionamento di stelle e luci colorate, mentre il carbone di legna di salice e pioppo è preferito per la fabbricazione del polverino.

Qualora il pirotecnico non disponesse del carbone necessario per determinati impieghi e volesse fabbricarlo coli mezzi propri, se pur limitati, può seguire il seguente procedimento semplice ed economico, suggerito dal Di Maio.

Si prende un cilindro in lamiera di ferro di opportuno spessore, lo si spalma con una densa poltiglia di argilla per proteggerlo contro l'arroventamento, lo si riempie con sottili rami del legno prescelto e lo si chiude con un coperchio che abbia un piccolo foro per la fuoruscita dei prodotti della distillazione. Si colloca poi questo cilindro in posizione orizzontale in un adatto focolare e si accende il fuoco cautamente, in modo da elevare la temperatura del cilindro fino a che questa non raggiunga quella di fusione dello stagno (circa 232°), il che si controlla gettando particelle di questo metallo sopra la superficie esterna del cilindro. Dopo 2 ore circa di riscaldamento, si toglie il cilindro dal forno, lasciandolo chiuso fino a completo raffreddamento. Si ottiene così un carbone che si accende facilmente, adatto per le composizioni pirotecniche vivaci. Se si innalza la temperatura portandola fino ed oltre i 400° , si ottiene carbone nero che si impiega per composizioni più lente.

Il carbone va polverizzato in mortai, o nei molini a palle e poi è setacciato, suddividendolo in base al grado di finezza.

Carta e cartoni. - La carta che si impiega in pirotecnicia, deve essere tale che, comunque manipolata, non si rompa facilmente. La migliore qualità sarebbe quella a mano, ma, dato il suo costo, si usa quella spessa dei registri, libri vecchi, ecc.

Per i paracadute dei razzi dà buoni risultati la carta giapponese, che è una qualità di carta molto resistente e dolce al tatto, che si prepara con il midollo o le cortecce di alcune piante indigene. La fabbricazione di questo tipo di carta viene fatta mano e si impiega come colla della salda d'amido di riso.

Per ottenere il cartone, si prendono 3 o 4 fogli di carta, si incollano uno sull'altro con della colla, comprimendo con dei pesi: qualora necessiti avere dei tubi di una certa consistenza (per es. i tubetti destinati a contenere miscele sibilanti), alcuni pirotecnici usano anziché la colla, della gomma lacca.

E' anche molto usato il cosiddetto cartone cuoio, che è un cartone molto pressato e compatto, non incollato, e il cartone di paglia per le fontane di grosso calibro.

Per i passafuochi si adopera la carta da scrivere e quella da stampa più morbida: è appunto in vendita carta passafuochi di prima e seconda qualità a seconda del tipo.

Si usa anche carta colorata per avvolgere i fuochi e poter distinguere il loro colore dalla carta esterna.

I cartoni cuoio si vendono di solito in balle da 25 kg, contenenti 100, o 80, o 50, o 25 fogli cartoni e si distinguono commercialmente a seconda del numero dei fogli contenuti in una balla (cartoni cuoio del 100, ecc.).

Cera sintetica. - È un prodotto, fabbricato in Germania ed usato per proteggere le miscele illuminanti a base di magnesio e conservarle inalterate.

Clorati. - Sono adoperati come comburenti, perché cedono facilmente il loro ossigeno. Le miscele che li contengono sono sensibili agli urti e vanno maneggiate con precauzione.

Per evitare i pericoli che può presentare la loro polverizzazione, si comprano già allo stato polverulento.

Evitare, sempre che possibile, miscugli a base di zolfo e clorati, altrimenti adoperare le necessarie precauzioni, che saranno

sempre osservate nel fare in genere le miscele a base di clorati, avendo inoltre l'avvertenza di lavorare con piccole quantità per volta.

I clorati più usati in pirotecnicia sono il clorato potassico e quello di bario¹, può anche usarsi il clorato di sodio per luci gialle, mentre è scarsamente usato il clorato di stronzio, molto deliquescente.

Clorato di bario. - È usato nei fuochi verdi, ai quali imparte un bel colore verde smeraldo. È in cristalli prismatici, o in polvere (titolo del prodotto raffinato 99,75%), contenenti una molecola d'acqua di cristallizzazione che perdono per riscaldamento a 120°. È solubile in acqua. Si può preparare trattando a caldo una soluzione di clorato sodico con cloruro di bario.

Clorato di sodio. - In polvere cristallina bianca, solubile in acqua e alcool. Titolo del prodotto macinato impalpabile 90,5%.

Clorato di potassio. È una delle materie prime che entra nella composizione della maggior parte degli artifici pirotecnici, per la facilità con cui cede l'ossigeno contenuto in esso (circa il 38,37% del suo peso).

È in cristalli o polvere bianca, di sapore salato, solubile in acqua. È, specie allo stato cristallino, sensibile agli urti ed agli sfregamenti; le miscele di clorato, con sostanze ossidabili, sono anch'esse sensibili agli urti, possono esplodere per sfregamento: così per es. lo zolfo, solfuro di antimonio, ecc. Perciò si useranno le maggiori precauzioni nell'effettuare le miscele che li contengono. Per riconoscerlo, si fa la classica esperienza di scaldarne una piccola quantità in un tubo da saggio: avvicinando alla bocca del tubo un pezzetto di legno con una punta in ignizione, questo brucia con viva fiamma.

Si prepara attualmente per via elettrolitica, partendo da soluzioni di cloruro potassico: si ha così allo stato notevole di purez-

(1) La più importante produttrice in Italia dei due detti clorati è la Soc. Idroelettrica di Borgofranco presso Ivrea (Torino).

za, in polvere raffinata, con un titolo di 99,75% circa, esente da cloruro di sodio. Per le spedizioni di clorato, occorre richiedere il nulla osta alle Autorità di P. S.

Cloruro d'ammonio (*sale ammoniaco*). - È in polvere cristallina bianco-neve, avente un titolo dal 98% al 100%. Qualora avesse un colore grigiastro, trattasi del prodotto commerciale, così colorato per presenza di sali di ferro e piombo. È solubile in acqua. È, spesso usato all'estero, per ragioni economiche, in sostituzione del calomelano. Non va usato in miscugli contenenti clorati.

Cloruro di polivinile (*Igelit* tedesca, *Vipla* sigla italiana della Soc. Montecatini). - È il prodotto risultante dalla polimerizzazione del cloruro di vinile: si presenta sotto forma di una polvere bianca, insolubile in acqua, alcool ed altri solventi organici. È stato usato in Germania durante l'ultima guerra per migliorare la velocità di combustione, di alcune composizioni per luci verdi, in proporzioni notevoli fino al 25%. Tale cloruro di polivinile deve però essere esente da sodio e quindi va preparato con un procedimento apposito o purificato.

Cloruro mercurioso: vedi *Calomelano*.

Colla. - Sono usati tre tipi:

Colla di farina: preparata setacciando la farina di frumento o di segala e stemperandola in 8,5 parti del suo peso di acqua; si fa bollire per circa 15 minuti girando lentamente finché comincia a filare.

In estate si aggiunge dell'allume all'acqua, per evitare che la farina inacidisca.

Colla quadrona: si scioglie in acqua, in parti 1 a 1, e si mantiene liquida a bagnomaria.

Colla incombustibile: formata mescolando colla di farina con creta setacciata.

Colofonia (*pece greca*). - Serve a volte per sostituire nelle composizioni pirotecniche la gomma lacca.

È il residuo solido che si ottiene dalla distillazione delle trementine nella preparazione della essenza di trementina. Un m³ di legno di pino contiene circa kg 22,1 di trementina, che può dare kg 16,6 di colofonia.

Si presenta sotto forma di masse irregolari, più o meno voluminose, di colore variabile dal giallo chiaro al nerastro (distinzione delle colofonie, secondo la colorazione), semi-trasparenti, fragili, facilmente polverizzabili: la polvere è sempre di colore giallo più o meno amaro. Ha lieve odore resinoso. Rammollisce verso 70° - 80° e fonde oltre i 100° (max 135° circa). Brucia con fiamma fuliginosa, non lasciando che traccia di ceneri. Insolubile in acqua, è solubile in alcool.

La colofonia extra superiore è contraddistinta dalla marca WW. Quella superiore dalla marca WG e quella ordinaria dalla marca K.

Destrina. - Si adopera per dare consistenza ad alcune miscele (migliora il colore dei fuochi), per regolare la velocità di combustione, che rallenta in minor proporzione della gomma arabica. È un prodotto di trasformazione dell'amido per azione del calore a 1800-2200 o anche per azione degli acidi diluiti. Generalmente si prepara con la fecola di patate, che se di buona qualità ha la caratteristica di avere aspetto brillante. Negli usi pirotecnici si usa la destrina in polvere gialla.

Le destrine del commercio contengono sempre quantità più o meno rilevanti di amido non trasformato, che le rende non completamente solubili nell'acqua. Le ceneri, in una buona destrina, non devono superare lo 0,5%.

Quando la destrina si usa per incollare, come sostituto della gomma arabica, va mescolata con acqua: normalmente si fanno parti uguali di destrina e acqua e la quantità adoperata di soluzione acquosa deve essere sufficiente nell'uso pratico per tutta la composizione fatta.

Filiera di leone: vedi *Limatura di ferro*,

Fluoruro di bario. - Si usa, in talune formule tedesche, per ridurre la formazione di scorie.

Fosforo rosso. - È usato in alcune composizioni pirotecniche, per giuochi pirotecnici e fiammiferi di sicurezza. È uno stato, in termine chimico, «allotropico» del fosforo ed ha caratteristiche diverse dal fosforo bianco o giallo, da cui si ottiene, perché non è velenoso, non è fosforescente e si in fiamma verso i 260°.

Si presenta sotto forma di polvere amorfa di colore rosso bruno, inalterabile all'aria. È solubile in alcool assoluto.

Fulmicotone (*cotone fulminante, nitrocellulosa, ecc.*). - Usato in talune composizioni pirotecniche, per accendere contemporaneamente più fuochi. Non ha una formula chimica ben definita. Contiene in media il 12-13% di azoto. È facilmente infiammabile e brucia all'aria con fiamma luminosa. È da considerarsi esplosivo. Trasporto per F. S. Alleg, 70, Categ. 12 e 13. Gruppo III, merci pericolose.

Gesso. - Si adopera anidro, in polvere sottile, della qualità detta da indoratore.

Gomma acroidaz: vedi *Scialacca*.

Gomma arabica. - Serve come la destrina a diminuire la velocità di combustione delle miscele e a dare a queste una certa consistenza. Finemente polverizzata è specialmente usata nella fabbricazione delle stelle.

Col nome di gomme arabiche si intendono varie gomme solubili prodotte da diverse specie di acacia: il liquido che fuoriesce dal tronco o dai rami delle acacie, da incisioni fatte per lo più appositamente o accidentali, si indurisce all'aria e dà la gomma, che poi si stacca a mano. La qualità più pregiata viene dal Sudan egiziano ed è detta gomma del Cordofan. Si presenta in masse più o meno voluminose e di forma irregolare, trasparenti od opache, incolore o ambrate, fragili, inodori, più o meno solubili nell'acqua, secondo la qualità.

Gomma lacca. - È una resina prodotta dalla secrezione d'un insetto vivente nell'India settentrionale: detto insetto vive sui rami di alcune piante, a cui si attacca con la bocca e vi secerne la resina.

Dopo essere stata sottoposta a vari processi viene messa in commercio sotto varie forme: quella in scaglie, usata in pirotecnicia, si presenta sotto forma di lamelle di colore ambrato o anche rosso bruno.

E' insolubile in acqua, solubile per la massima parte in alcool.

Si distingue in vari tipi, a seconda della qualità o, del colore: è molto usata in pirotecnicia il tipo TN. È quasi praticamente impossibile polverizzare a mano la gomma lacca; per la polverizzazione si può seguire il seguente procedimento chimico: "si fanno bollire 50 g di gomma lacca in una soluzione di 15 g di soda Solway in un litro d'acqua, finché sia completamente disciolta. Si filtra la soluzione e si lascia raffreddare. Col raffreddamento si separa alla superficie la cera sempre in essa contenuta. Tolta la cera, si aggiunge alla soluzione, goccia a goccia, un acido, finché il liquido non faccia più effervescenze e presenti una reazione leggermente acida. La gomma lacca si separa in fiocchi, si raccoglie sopra un feltro di lana, si lava fino a reazione neutra e si fa asciugare all'ombra)".

In America è anche usata una resina di colore rosso, proveniente dall'isola Kangaroo, (Australia).

La gomma lacca è di frequente sofisticata specie con colofonia o altre resine, o anche con un po' di solfuro di arsenico, orpimento (per il colore).

Una prova semplice è di trattare 10 g di gomma lacca con 200 cm³ di acqua in cui siano sciolti 5 cm³ di borace: l'assenza di resine estranee è confermata dal fatto che la soluzione così ottenuta deve essere limpida o appena opalescente.

Lattosio: vedi *Zucchero di latte*.

Licopodio. - E' particolarmente usato in talune composizioni a luce rossa. Si presenta sotto forma d'una polvere finissima, di colore giallo pallido, inodora e insipida, leggera.

Al tatto è morbida e quasi untuosa. Sull'acqua galleggia, senza inumidirsi e affonda solo in seguito a ebollizione. Gettata sopra una fiamma brucia con viva luce rapidamente e senza svolgere né odore alcuno né fumo.

È indicata la qualità nota in commercio sotto il nome di «Licopodio di Russia».

Limature. - Sono usate in pirotecnicia, nelle fontane, limature di vari metalli, di recente fabbricazione, *non ossidate* nè mescolate fra di loro.

Per avere grandi scintille, si adoperano dei piccoli pezzetti di filo di acciaio o di ferro, questi ultimi conosciuti sotto il nome di "filiera di leone,,.

La filiera è venduta sotto 3 forme:

in grossi aghi;
in aghi fini;
in polvere.

Bisogna conservare e impiegare con molta cura le limature di ferro, acciaio e ghisa, perché una volta ossidate non sono più impiegabili.

La limatura di rame è talvolta adoperata nelle fontane per avere riflessi verdi e quella di zinco per avere riflessi bianchi, tendenti leggermente all'azzurro.

Un effetto bellissimo, simile a quello delle cascate famose del Niagara, è prodotto con una composizione contenente limatura di acciaio sotto forma di aghi.

Magnesio. - Serve per luci bianche, vivissime.

È adoperato dal principio di questo secolo in pirotecnicia, sia in fotografia che in composizioni pirotecniche e incendiarie. È facilmente ossidabile e il suo impiego in polvere impalpabile, nelle composizioni pirotecniche, non è scevro di pericoli: perciò si suole imbeverlo con olio o con stearina, onde proteggerlo dalle ossidazioni.

Minio (*ossido rosso di piombo*). - È adoperato raramente in qualche miscela a luce bianca. Si presenta sotto forma di una polvere di colore rosso vivo.

Nerofumo. - Usato in alcune miscele pirotecniche per luci e in altre, data la sua facile accendibilità e grande leggerezza, per sostituire la polvere di carbone leggero: però alcuni pirotecnici, data la difficoltà della mescolazione delle composizioni conte-

nenti il nerofumo, a motivo della sua leggerezza, trovano preferibile l'impiego del carbone "rosso" che, pur accendendosi facilmente, si lavora con maggior facilità.

Il nerofumo è costituito da carbonio puro, finemente suddiviso, che si ottiene ogni qualvolta si raffreddano i prodotti di combustione di sostanze organiche, contenenti una forte percentuale di carbonio. Si presenta sotto forma di una polvere nera, impalpabile, leggerissima. I pirotecnici preferiscono usare le qualità tedesche e quella detta «di Venezia » e in genere quelle esenti da oli e da ogni impurità.

Per permettere alle qualità comuni di bagnarsi nell'acqua, si fa bollire il nerofumo per qualche tempo, agitando, in una soluzione leggermente alcalina (basta aggiungere un po' di soda caustica). Si raccoglie poi sopra un filtro, si lava con acqua calda e si lascia essiccare.

Nitrato di bario. - Si usa in alcune composizioni verdi e in alcune a luce bianca, contenenti alluminio, in sostituzione del nitrato di potassio, che come ossidante favorisce meno del nitrato di bario la decomposizione della composizione.

Si presenta sotto forma d'una polvere bianca cristallina, fine, solubile in acqua. Titolo in commercio 99-99,5%.

Le caratteristiche garantite dei prodotti esteri sono: grani di mm 0,2 di diametro; umidità: 0,1%; ferro in tracce; metalli pesanti zero; sali alcalini, sodio 0,16; insolubile in acqua 0,50%; cloruri 0,002 (Soc. Gignoux). Il prodotto nazionale ha un titolo non inferiore al 99%, in soluzione acquosa reazione neutra al tornasole; impurità insolubili in acqua: tracce non dosabili; cloro e sali di ferro: tracce non dosabili; finezza: passa completamente allo staccio di 1700 maglie/cm².

Si decompone oltre i 575° (suo punto di fusione), in modo regolare, lasciando un residuo solido formato da ossido di bario e sviluppando vapori nitrosi e ossigeno (18,38% rispetto il 36,76% di contenuto in ossigeno).

Nitrato di potassio (*o nitro o salnitro*), - Adoperato come comburente (contiene il 47,48% d'ossigeno) in miscele per luci e

nella fabbricazione della polvere nera, alle quali cede il 40% dell'ossigeno contenuto.

Si trova allo stato naturale, ma si prepara anche per doppia decomposizione del nitrato sodico e dal cloruro potassico. Si presenta sotto forma di una polvere bianca cristallina, igroscopica, che fonde a 336° e si decompone a circa 400° con svolgimento di ossigeno. È solubile in acqua: 100 p. di acqua a 0° ne sciolgono 13 p., mentre a 100° ne sciolgono 245 p. È quasi insolubile nell'alcool.

Vi sono in commercio 4 qualità di nitrato potassico

1° tipo tecnico al 98%;

2° tipo raffinato al 99,40%. Questa qualità dovrebbe essere esente da metalli pesanti (ferro, piombo, calcio) e con tenere dal 0,20 al 0,25% di umidità, cloruro di sodio dal 0,15 al 0,30% e sostanze insolubili dal 0,03 al 0,05% (titolo in azoto 13,71; 46,22 in potassa);

3° tipo doppio raffinato al 99,9% in cristalli minuti (prodotto francese) e impalpabile (prodotto belga), nel quale il cloruro sodico è solo in tracce (max 1/10.000 - 1/12.000) e infine:

4° tipo triplo raffinato neve al 99,99%, che ha caratteristiche quasi farmaceutiche.

Circa gli effetti del suo impiego, si può ritenere che il calore sviluppato nella combustione della polvere nera sia all'incirca proporzionale al contenuto in peso di nitrato potassico. Un aumento di nitrato potassico nella composizione ordinaria di polvere nera ne diminuisce la velocità di combustione e pur facendo aumentare la quantità di calore sviluppata, fa sì che si abbia una minor quantità di gas.

Nitrato di sodio (*nitro del Cile*). - Usato per fuochi gialli e talvolta in sostituzione del salnitro nella polvere nera. Si presenta in polvere bianca, igroscopica, di sapore salato amarognolo. Solubile in acqua. Contiene il 16% di azoto.

Nitrato di stronzio. - Serve per luci rosse. Si presenta sotto forma di cristalli bianchi, igroscopici, contenente 4 molecole di acqua di cristallizzazione: perciò prima dell'uso occorre essiccarlo, fondendolo lentamente a 100° (in una capsula di porcella-

na) e conservarlo in recipienti ben chiusi. Se l'acqua di cristallizzazione è stata completamente eliminata, il peso si riduce a circa il 75%. Non deve contenere che in tracce sali di sodio e lo 0,2% di altre sostanze: per usi militari è richiesto un contenuto max d'umidità del 0,2%, lo 0,1% max d'alcalinità e reazione neutra in soluzione acquosa.

Ossalato di sodio. - Serve per fuochi gialli. È una polvere bianca cristallina, solubile in acqua, velenosa. L'ossalato sodico deve usarsi ben secco, perché se umido, in presenza di clorati, possono avvenire decomposizioni provocate dalla formazione di acido ossalico e clorico.

L'ossalato di sodio si può facilmente fabbricare aggiungendo al bicarbonato sodico una soluzione concentrata di acido ossalico.

Ossalato di stronzio. - Adoperato da alcuni pirotecnici per luci rosse. Va essiccato prima dell'uso, per liberarlo dall'acqua di cristallizzazione, che si accompagna ad esso nella sua formazione. Contenuto in ossalato 98% circa. È in polvere bianca, impalpabile, con reazione neutra alla cartina di tornasole. Le composizioni fatte con questo sale non si possono conservare a lungo, per la tendenza dell'ossalato di stronzio a decomporsi.

Ossicloruro di rame. - E' qualche volta adoperato per luci azzurre. Si presenta sotto forma di una polvere amorfa verde-azzurra, insolubile in acqua. Trova applicazioni pratiche in agricoltura, dove è conosciuto sotto il nome dato al prodotto dalla Soc. Montecatini di « polvere Regina ».

Ossido di magnesio (*magnesia calcinata*). - È adoperato in alcune composizioni pirotecniche per moderare la velocità di combustione e diminuire le probabilità di autoaccensione. Si presenta sotto forma di polvere bianca amorfa, quasi insolubile in acqua.

Ossido di rame nero (*ossido rameico*). - Usato all'estero in alcune composizioni pirotecniche azzurre e viola.

Si presenta sotto forma di polvere nera bluastra, amorfa, igroscopica, insolubile in acqua.

Pece. - Da non confondersi con la pece greca (colofonia), è un prodotto residuo dalla distillazione del catrame minerale o di carbon fossile: a seconda del grado cui è stata spinta la distillazione, si ottengono peci più o meno molli alla temperatura ordinaria e di proprietà diverse a seconda della materia prima di partenza.

La pece comune proveniente dalla distillazione del carbon fossile si presenta sotto forma d'una sostanza bituminosa, di colore nero, avente odore caratteristico. A seconda del tipo rammolisce dai 40° agli 80° e fonde dai 50° fino ai 120°. La pece nera o navale proviene dalla distillazione del catrame *vegetale*.

Con la pece che si ottiene dalla distillazione secca della colofonia si fa la *pece per calzolai*, usata per incatramare lo spago.

Perclorato di potassio. - È impiegato da non molto in pirotecnica, specie all'estero, per il fatto che pur contenendo più ossigeno del clorato (circa il 46% contro il 38% del clorato) è meno soggetto a decomporsi per essere un sale dell'acido perclorico, molto più stabile dell'acido clorico dal quale deriva il clorato.

Le composizioni pirotecniche fatte con il perclorato danno praticamente gli stessi effetti del clorato: però ne va curata la loro accensione che è meno facile, a motivo appunto della maggior stabilità rispetto ai clorati.

Si presenta sotto forma di una polvere bianca cristallina, poco solubile in acqua fredda e insolubile in alcool; densità da 2,52 a 15°.

Normalmente ha un titolo di 97% - 98%,. La rimanenza ad andare a 100° è costituita da clorato potassico. L'umidità non è superiore allo 0,1%. Le impurezze extra clorato non superano di solito lo 0,2% e sono così costituite: insolubile in acqua inferiore al 0,05% ; cloruri 0,01% ; solfati 0,02%; bromati, nitrati, composti d'ammonio e metalli (extra potassio), assenti.

Perossido di bario. -- Esente da acqua di cristallizzazione, è impiegato in alcune composizioni bianche, luminose e per traccianti (titolo 95-97%).

Perossido di stronzio. È impiegato anidro, ad uno stato di purezza di circa il 95-97%, per miscele traccianti. Si presenta sotto forma di una polvere bianca impalpabile, passante ad uno staccio di 6600 maglie per cm². Densità apparente 0,416.

Picrato ammonico. - Adoperato all'estero in alcune luci rosse e verdi per sale di spettacolo, allo scopo di ridurre i gas irritanti sviluppati dalle sostanze impiegate nelle miscele ordinarie. Per luci verdi si mescola insieme al nitrato di bario e per luci rosse al nitrato di stronzio. Si prepara versando del carbonato d'ammonio o una soluzione concentrata d'ammoniaca in una soluzione calda di acido picrico: si deposita così, per raffreddamento, il picrato d'ammonio in bei cristalli di color rosso granata.

È poco sensibile agli urti. All'aria libera brucia senza detonare.

Picrato potassico. - Usato in miscele sibilanti. Il picrato potassico, come in genere tutti i picrati, eccettuato quello d'ammonio, è sensibile agli urti e sfregamenti ed esplose per contatto di un corpo in ignizione. Ciò però non si verifica se contiene almeno il 15% d'acqua. Quando brucia, produce un sibilo stridente e si utilizza appunto questa sua particolare proprietà per impiegarlo negli artifici sibilanti.

Si prepara versando poco per volta, in una soluzione bollente di carbonato potassico, dell'acido picrico. Le quantità teoriche sono nella proporzione di 1 p. di carbonato potassico e 3,32 di acido picrico: in pratica si può calcolare all'incirca di usare 30 p. di carbonato potassico sciolte in 1000 p. di acqua, a cui si aggiungono 100 p. di acido picrico. Il picrato potassico così ottenuto deve contenere soltanto in tracce il carbonato potassico impiegato nella reazione.

Per raffreddamento della soluzione si deposita il picrato potassico sotto forma di cristalli giallo oro. Si filtra e quindi si fanno asciugare fra carta da filtro i cristalli di picrato.

Il carbonato potassico (come anche il nitrato potassico che si mescola assieme al picrato potassico per ottenere la miscela sibilante) deve essere puro e necessita che in esso sia esclusa la presenza di sali di metalli pesanti, specie ferro e piombo.

In taluni laboratori si usa invece di carbonato potassico, il nitrato di potassio per la preparazione del picrato: si fa bollire in tale caso per circa 2 ore 50 p. di acido picrico; 50 p. di nitrato potassico e 100 p. di acqua, aggiungendo di volta in volta l'acqua che evapora e un po' di carbonato di magnesio per favorire la reazione.

Nel preparare il picrato potassico come anche il miscuglio con il nitrato potassico, evitare il contatto di tali sostanze con superficie di ferro rame e piombo: usare sempre recipienti di argilla o anche metallici, ma accuratamente stagnati.

Caricando le miscele sibilanti, impiegare bacchette di fibra e martelli di legno, avendo cura che la miscela sia ben secca e in polvere finissima.

La miscela di picrato e nitrato si introduce di solito in un tubo di cartone del diametro di circa 10 mm e una volta accesa dà luogo ad un sibilo prolungato che viene spiegato col fatto che la miscela è esplosiva: accesa brucia con violenza e siccome l'accensione ha luogo in uno spazio ristretto quale è il tubo di cartone, si produce l'inizio di una esplosione manifestantesi con un sibilo.

Piroforiche (*polveri*). - Sono così chiamate alcune sostanze che prendono fuoco a contatto con l'aria. Così il ferro ridotto in polvere impalpabile, il cerio, ecc.

Polvere nera. - È un intimo miscuglio di nitrato potassico, zolfo e carbone. Il nitrato potassico è la parte comburente, mentre gli elementi combustibili sono dati dallo zolfo e dal carbone: la reazione esplosiva è principalmente dovuta all'ossidazione istantanea del carbone (cioè alla trasformazione del carbone,

nell'ossido di carbonio e anidride carbonica, composti gassosi) per cui si sviluppa una grande quantità di calore.

Lo zolfo ha importanza nel miscuglio non tanto per la quantità dei gas che si sviluppano, quanto per la regolarità e rapidità della reazione ed altresì per la buona conservazione della polvere: per la rapidità perché accelera lo sviluppo dei gas, per la regolarità perché tra l'altro, bruciando a temperatura minore del carbone, facilita l'infiammazione, e per la conservazione sia perché ne assicura la consistenza (formazione in minore quantità di polverino) e sia perché rende la polvere meno igroscopica (il carbone ed anche il nitrato potassico sono igroscopici).

La percentuale dei tre componenti della polvere nera varia a seconda dell'impiego e dicesi dosamento.

Un dosamento molto usato è quello inglese: 75 p. di salnitro; 15 p. di carbone e 10 p. di zolfo: di solito il dosamento oscilla tra 70-78 p. di nitrato e 22-28 p. di zolfo e carbone in proporzioni variabili.

Nelle polveri nere da caccia (usate talvolta anche in pirotecnica) si cerca di avere una grande regolarità e progressività di combustione e di imprimere forte velocità al proietto. Le proporzioni dei vari componenti sono di solito le seguenti: nitrato potassico: 78 p.; zolfo p. 10; carbone p. 12.

Caratteri fisici. - Gli effetti della polvere nera dipendono, oltre che dal dosamento, anche dai caratteri fisici, come la granitura, densità ed altri derivanti dalla fabbricazione.

La polvere nera si adopera di solito in grani piccoli e sferici: così essa è più viva e la sfericità dei grani permette di avere inizialmente la massima superficie di combustione. La granitura permette di mantenere intimo il miscuglio (perché ostacola la separazione dei componenti) e di diminuire l'igroscopicità (perché diminuisce la superficie esposta all'aria). Per gli usi pirotecnici si adoperano varie graniture, a seconda degli effetti che si vogliono ottenere.

Cenno sulla fabbricazione. - Le fasi della fabbricazione della polvere nera sono:

- 1° - triturazione dei componenti il miscuglio;
- 2° - mescolamento in botti binarie (salnitro e carbone da una parte e zolfo e carbone dall'altra parte) prima e poi in botti

ternarie dei due miscugli binari, ottenendo la cosiddetta farina ternaria;

3° - compressione della farina ternaria, setacciata e innaffiata allo strettoio idraulico;

4° - granitura della polvere in granitoidi cilindrici di bronzo;

5° - essiccamento;

6° - lisciamento per rendere i grani più compatti e meno igroscopici in botti lisciatrici, a parte inumidite, rotanti.

Infine eventuale disangolamento ed uguagliamento dei grani.

Caratteri di una polvere:

a) essere priva di polverino, ciò che si riconosce osservando nel far scorrere i grani fra le mani se questi vi lasciano traccia;

b) essere di colore omogeneo: tutti i grani debbono presentare lo stesso colore bigio-ardesia più o meno lucente, o colore bruno; se invece vi si scorgono punti bianchi, che indicano efflorescenza di nitro, la polvere è difettosa;

c) avere i grani della forma e grossezza voluta, non raggruppati;

d) presentare sufficiente durezza: i grani non si devono sgretolare sotto la pressione delle dita o della mano;

e) accesa in piccole quantità su un foglio di carta, deve bruciare senza residui, lasciando intatto il foglio di carta, affumicandolo soltanto leggermente; macchie molto nere significherebbero eccesso di carbone e macchie gialle eccesso di zolfo.

Conservazione. - La polvere nera può esplodere per sola accensione e perciò va conservata separata da altri esplosivi. Inoltre, essendo igroscopica, si deve conservare in locali asciutti e in recipienti ben chiusi.

Polverino. - È la cosiddetta farina di polvere nera, cioè polvere nera finemente polverizzata, avente la stessa composizione della polvere a dosamento inglese, oppure l'altro dosamento: 6 p. di nitrato potassico, 1 p. di zolfo e 1 di carbone. il nitrato viene polverizzato e mescolato separatamente con una parte, del carbone, mentre in mortaio a parte si mescola lo zolfo col restante

carbone: i 2 miscugli binari, già polverizzati, si mescolano assieme e si ha così il polverino.

Prussiato di potassio (*ferrocianuro di potassio o prussiato giallo*). - Usato in alcune composizioni pirotecniche. Si presenta in cristalli di colore giallo cedrino, trasparenti, lucidi, di sapore prima dolciastro e poi amaro. Solubile in acqua, insolubile in alcool. Scaldato a circa 100° diventa anidro (perché in commercio è fornito cristallizzato con 3 molecole d'acqua), sotto forma di polvere giallastra che, esposta all'aria, sfiorisce.

Sego. - Viene talvolta mescolato con la pece per ammorbidire composizioni piriche durante la loro confezione.

Scialacca (*gomma rossa, gomma accroides, gomma acroidaz*). - È una resina naturale di colore giallo-rossiccio, che si ottiene da alcune piante (*Xanthorrhoea*) esistenti in Australia ed in Tasmania. Si presenta sotto forma di pezzi o scaglie normalmente di colore rosso scuro, fragili, polverizzabili facilmente. Rammolisce intorno ai 750 ed ha un punto di fusione, variabile a seconda della provenienza, fra i 110-128°. Densità 1,34. È solubile in alcool. Arriva in pezzi o scaglie contenute in fusto di circa 70 kg, (140 lbs) e quindi si macina per renderla impalpabile. Si adopera in pirotecnicia finemente polverizzata in sostituzione della gomma lacca, a causa del suo minor prezzo: il tipo più usato è quello di colore rosso (« red gum » inglese).

Silicato di sodio o potassio: vedi *Vetro solubile*.

Silicio. - Allo stato puro, polverulento, è stato usato in Germania, in sostituzione del magnesio, in composizioni colorate, per dare fiamme di più intenso colore.

Siliciuro di calcio. -- Adoperato, per ragioni di minor prezzo, in alcune miscele a luce bianca, alla quale però induce un tono rossastro. Si ottiene riducendo a elevata temperatura l'ossido di calcio col silicio e si presenta sotto forma d'una polvere nera

che, per gli usi pirotecnici, ha un notevole grado di finezza ed è indicato in Italia, dalla società produttrice, le Off. Elettrochimiche Trentine, in Milano, come "tipo 3200".

Solfato di rame. - Adoperato in fuochi a luce azzurra. È chiamato anche « vetriolo azzurro»). Non è molto usato in pirotecnica per la tendenza che ha in presenza di aria umida a decomporsi, con formazione di acido solforico, il quale nei miscugli contenenti clorato potassico tende a spostare l'acido clorico, con possibilità d'esplosioni. In ogni modo, una volta preparati i miscugli contenenti solfato di rame, usarli rapidamente, avendo l'avvertenza di mescolare prima tutti i componenti eccetto il clorato potassico, includendo questo prodotto nel miscuglio solo all'ultimo momento.

E' preferibile, volendo usare il solfato di rame, di impiegarlo assieme al perclorato di potassio (in sostituzione del clorato), ma ricordando di migliorare l'accendibilità della composizione. Il solfato di rame è in bei cristalli azzurri, contenenti 5 molecole di acqua di cristallizzazione e che vanno perciò essiccati prima dell'uso, con una perdita in peso del 36% circa: così si ottiene una polvere bianca, igroscopica (che in presenza d'aria umida si colora in azzurro), che va subito conservata in recipienti chiusi.

Solfato di rame ammoniacale. - Usato per luci azzurre. È preferito al solfato di rame, perché meno suscettibile di esplosioni, quando è mescolato con il clorato potassico. Vale anche per questo prodotto l'avvertenza di non conservare a lungo i miscugli fatti con questa sostanza. Inoltre è preferibile non usare la gomma lacca nelle composizioni, perché la fiamma non è nitida.

Si presenta sotto forma di cristalli di colore azzurro cupo, igroscopici, che vengono preparati trattando una soluzione di solfato di rame con ammoniaca in eccesso ed evaporando la soluzione finché non cristallizza il solfato di rame ammoniacale.

Solfato di stronzio. - Serve per luci rosse, ma ha minori effetti del nitrato. Si trova libero in natura allo stato di celestina; polverizzato è di colore bianco. Igroscopico.

Solfocianuro di mercurio (*solfocianato di mercurio*)¹. - Serve per preparare alcuni giuochi pirotecnici, noti sotto il nome di « Serpenti di Faraone ». Si presenta sotto forma di polvere bianca, solubile in alcool, poco solubile in acqua. Brucia lentamente nell'aria, lasciando un residuo voluminoso. È velenoso.

Si prepara mescolando e lasciando a riposo per 24 ore le soluzioni concentrate di cloruro mercurico con soluzioni di solfocianuro di potassio in pesi molecolari equivalenti e cioè per ogni 100 g di cloruro mercurico 71,58 p. di solfocianuro di potassio. Rendimento circa il 90%. Il solfocianuro di mercurio cristallizza dall'acqua bollente o dall'alcool in piccoli cristalli. Comincia a decomporsi a 165°, poi si rigonfia sviluppando azoto, solfuro di carbonio, cianogeno e vapori di mercurio, lasciando nei residui una massa grigia.

Solfuro d'antimonio (*antimonio crudo*). - Adoperato in alcune miscele a luce bianca, lampi, ecc. Si trova allo stato naturale e si prepara anche artificialmente: quest'ultimo è anche usato in pirotecnia, perchè depurato. Si presenta sotto forma di polvere finissima, di colore grigio scuro metallico.

Solfuro d'arsenico. - Ve ne sono due tipi: il rosso (bisolfuro d'arsenico o realgar) e quello *giallo* (trisolfuro d'arsenico o orpimento). Il solfuro d'arsenico rosso è usato per la preparazione di alcune composizioni bianche. Si presenta, quando è depurato, sotto forma d'una polvere rossa, velenosa. Brucia, volatilizzando completamente, con odore agliaceo-solforoso.

Il solfuro d'arsenico giallo si presenta sotto forma di polvere gialla, che al calore volatilizza completamente, senza lasciare residui. A adoperato nella formazione di fumi gialli.

Solfuro di rame nero. - ~E usato, assieme al calomelano, nella preparazione di composizioni azzurre e viola.

Spago. - È usato in pirotecnia, in tipi di vario spessore, formato di due o tre fili torti insieme e liscio. Per le piccole botte,

¹ Cfr. anche GUARESCHI, *Enciclopedia chimica*, vol. VI, parte 13, pag. 721; GMELIN, *Handbuch der Organischen Chemie*, vol. V, parte 2-, pag. 862, a. 1914.

tracchi e piccole fontane può avere il diametro di 1 mm; per le fontane e le altre botte da mm 1,5 a 2,5, secondo le dimensioni dei pezzi che si confezionano. In commercio, per i pirotecnici, è in vendita in matasse del n. 3 e n. 4 (più sottili) o in gomitoli del n. 4.

Stearina (*acido stearico*). - È usata nelle composizioni pirotecniche e specialmente in quelle azzurre, come sostanza combustibile (contiene circa il 77% di carbonio, oltre il 13% di idrogeno). È inoltre particolarmente indicata per preservare dall'alterazione le miscele illuminanti a base di magnesio. Si presenta sotto forma di pani, che vengono poi ridotti in polvere bianca, inodora, insapora.

Stirolì. - Trattasi di una materia prima usata nell'industria delle resine sintetiche per la produzione di polistirolì, fabbricati a partire dall'etilene e dal benzolo. Il monostirolò è stato usato dai tedeschi nell'ultima guerra mondiale in alcune composizioni pirotecniche.

Sughero. - È impiegato, finemente polverizzato, in talune composizioni pirotecniche, come parte combustibile.

Tetranitrocarbazoło. - Usato in Germania, nell'ultima guerra, in luci verdi, assieme al clorato di bario, e in miscele d'accensione, unitamente all'alluminio e al nitrato potassico.

Verde azzurro (*verde di Schweinfurth o acetoarsinito di rame*). - Adoperato in alcune luci azzurre. Si presenta sotto forma di una polvere amorfa verde smeraldo, insolubile in acqua. Il prodotto commerciale puro contiene di solito 31% di ossido di rame, 50-55% di anidride arseniosa combinata, non più di 1/2 % di anidride arseniosa libera e 10-12% di acido acetico. Sotto il nome di *verde di Parigi* si intende una varietà del verde di Schweinfurth, composto come base di rame ed arsenico, misto ad altri prodotti, come calce, ecc.

Vernici. - Se ne adoperano variè qualità (di copale, di gomma lacca, ecc.) per conservare gli artifizi e proteggerli dall'umidità.

Vetro solubile (*silicato di sodio o di potassio*). - Sotto questo nome si intendono i silicati di sodio e di potassio che si presentano di aspetto simile e si utilizzano per gli stessi scopi: si trovano in commercio sotto forma di soluzioni aventi una densità da 33° Baumé a 69° Baumé, di colore bianco o torbido, che, esposte all'aria, si raggomolano in una massa vetrosa, trasparente.

In pirotecnica il vetro solubile è usato di preferenza per rendere incombustibili i cartocci e per proteggere, entro certi limiti, sia i cartocci che i pezzi pirotecnici dall'azione della pioggia.

I pezzi pirotecnici, una volta finiti - eccezion fatta per gli incendiivi - vengono immersi nella soluzione di vetro solubile, quindi si lascia sgocciolare l'eccesso di liquido e si fa essiccare. Gli involucri e i sostegni sono così resi incombustibili e possono resistere alla pioggia senza che il contenuto si deteriori. La stessa imbibizione di vetro solubile è utile sia fatta alle incastellature di legname, a cui sono fissati i fuochi.

Così pure, resi incombustibili con vetro solubile, dovrebbero essere tutte le parti in legno dei laboratori pirotecnici, comprese le travi dei tetti, telai di finestre, ecc. per una efficace protezione antincendi.

Zinco (*in Polvere*). - Si impiega in alcune composizioni pirotecniche, e in artifici fumogeni.

Ha azione fortemente riducente e va usato con precauzione essendo la polvere di zinco facilmente infiammabile, con tendenza a produrre esplosioni.

Zirconio. - Si usa in pirotecnica, in limitata quantità, a motivo dell'elevato prezzo. Si presenta sotto forma di una polvere nera, infiammabile con viva luce, senza fumo né odore. È perciò indicata per usi fotografici, nei «lampi».

Zolfo. - Si trova libero in natura, in diverse qualità, sotto forma di polvere sottile, gialla. Si hanno le qualità in pani, in cannoli, macinato, ventilato, fiori di zolfo, ecc.

La qualità fiori di zolfo è in polvere sottile, ma è leggermente acida e se non è ben lavata può dar luogo a decomposizioni spontanee, se mescolata con clorato potassico.

A parità di purezza, viene preferita la qualità *ventilata*, perché in polvere più sottile.

Nelle composizioni colorate conviene adoperare il prodotto più puro e privo d'acidità (miscele con clorato); nella composizione bianca, in cui si lavora con nitrato potassico (e senza clorati), si può adoperare una qualità più comune.

Usare sempre le necessarie precauzioni nel preparare i miscugli a base di zolfo e clorati, che però sarà bene adoperare nel minor modo possibile.

Zucchero di latte (*Lattosio*). - Adoperato in alcune composizioni pirotecniche a luce rossa e verde. Si ricava dalla lavorazione del latte e si presenta, quando è raffinato, sotto forma di una polvere bianca, cristallina, di debole sapore, dolce, inalterabile all'aria.

Il prodotto usato in pirotecnicia è di solito quello farmaceutico (tipo F. U.), che va conservato in luoghi asciutti e preferibilmente in recipienti chiusi. Non è igroscopico, ma assorbe facilmente gli odori.

Può essere sofisticato con amido, destrina, ecc,

B) PER FUMI BIANCHI O COLORATI

Antracene. - Adoperato in miscele a fumo nero, ha anche il pregio di diminuire contemporaneamente la velocità di combustione della miscela.

L'antracene è un idrocarburo solido che si ricava dal catrame di carbon fossile. Se puro, si presenta in cristalli bianchi, che fondono a 217° circa, con un odore simile a quello della naftalina (contenuto in carbonio circa il 94%).

In commercio si trova il tipo greggio, detto anche antracene tecnico, che contiene di solito dal 40 al 50% di antracene, e il tipo *puro* al 90-95% di antracene.

Arsenico bianco (*anidride arseniosa*). - Adoperato in alcune miscele a fumo giallo. Si presenta sotto forma di polvere bianca o lievemente grigiastra (se non bene raffinata). Inodora, di sapore dolciastro, solubile in acqua e alcool. Velenosa.

Arsenico giallo (*trisolfuro d'arsenico*). - Adoperato in alcune miscele a fumo giallo. In polvere giallo oro, che volatilizza a caldo, senza lasciare residuo.

Bleu oltremare. - Usato in alcuni artifici pirotecnici diurni a nuvoletta azzurra. Viene preparato artificialmente calcinando un miscuglio di caolino, solfato sodico, carbone e zolfo.

Si presenta sotto forma d'una polvere pesante, colorata in bleu, che viene spesso sofisticata con aggiunta di gesso, creta, ecc.

Cinabro (*solfuro di mercurio*). - Usato in alcuni artifici pirotecnici diurni a nuvoletta rossa. Si presenta sotto forma di una polvere rosso viva, spesso sofisticata.

Crisoidina. -- Adoperata in miscele fumogene gialle.

E' una sostanza organica colorante, appartenente al gruppo dei colori azoici (chimicamente è un cloridrato di diammino-azobenzolo). Si presenta sotto forma d'una polvere cristallina bruno rossa, o in cristalli neri, solubili in acqua, con colorazione aranciata.

Esacloroetano. - Adoperato in miscele a fumo bianco e nero. Si presenta sotto forma di cristalli bianchi, di odore aromatico, come di canfora, insolubile in acqua. Sublima a 185°. Se purificato, non presenta tracce di acidità libera.

Qualche tecnico ha avanzato l'ipotesi che le miscele fumogene contenenti esacloroetano e zinco siano facilmente autoincendiabili: in prove fatte dall'A., adoperando esacloroetano purificato, l'inconveniente non si è mai verificato e varie miscele fumogene all'esaeloroetano si sono conservate inalterate per vari anni, senza alcun incidente.

Fosforo bianco. - Usato in miscele fumogene bianche e incendiarie, Non è di pratico impiego presso i laboratori pirotecnici.

Fosforo rosso. - Usato in miscele fumogene nere e incendiarie (veggasi per i dati a pag. 18).

Giallo auramina. - Si adopera in miscele fumogene colorate gialle e talvolta in quelle verdi. E' una sostanza colorante derivante dal difenilmetano. Si presenta sotto forma di una polvere gialla cristallina. Si adopera anche l'auramina G che, pur appartenendo allo stesso gruppo di coloranti, ha una diversa composizione e che è più indicata per le fumate a colore verde.

Indaco. E' adoperato in alcune composizioni fumogene azzurre e verdi. L'indaco è una sostanza colorante azzurra, contenuta in alcune piante asiatiche, e deve il suo potere colorante al principio essenziale in esse contenuto, l'indigotina. Si prepara attualmente in buona parte con vari metodi sintetici e si presenta sotto forma d'una polvere color viola.

I risultati che si ottengono nel suo impiego in miscele fumogene non sono dei migliori.

Indulina. - Adoperata in alcune composizioni fumogene color porpora.

Iodio e suoi composti (*ioduro di cadmio*). - Usato in alcune composizioni fumogene color porpora-viola, ha lo svantaggio di rendere sensibile all'umidità le miscele in cui è contenuto e a volta di autoaccendersi. Il suo uso è stato tentato nella prima guerra mondiale 1914-18 e poi abbandonato.

Naftalina. - Adoperata in composizioni a fumo nero e incendiarie. È un idrocarburo che si ottiene nella distillazione del carbon fossile; quella grezza è colorata in bruno, per le impurezze in essa contenute; quella pura si presenta in cristalli lamellari, sottili, bianchi, untuosi al tatto, avente un odore caratteristico.

All'aria brucia con fiamma fuliginosa. Contiene circa il 94% di carbonio.

Nitrato sodico (*nitro del Cile*). - Adoperato in alcune composizioni fumogene a fumo bianco. Si trova in natura nel Cile e viene preparato, per via sintetica, dall'azoto atmosferico. Quello per usi pirotecnici deve essere raffinato e depurato (nitro sodico neve) e deve contenere non meno del 98-99% di nitrato sodico (contro il 94-96% del prodotto commerciale); si presenta sotto forma di una polvere bianca, cristallina, igroscopica.

Oli minerali. - Usati in alcune composizioni fumogene bianche. Le qualità adoperate sono quelle "pesanti" che si ottengono dalla distillazione del catrame, a temperatura compresa tra i 310°-400°. Sono liquidi più o meno densi, di colore nerastro. Si possono utilizzare anche gli oli adoperati per i motori a combustione interna (Diesel).

Rodamina. -- Adoperata in miscele a fumo rosso. Il gruppo delle rodamine è derivato dal trifenilmetano. Il tipo più adatto è la Rodamina B, che si presenta sotto forma d'una polvere di color violetto, solubile in acqua con intensa colorazione rosso carminio.

Rosso di paranitroanilina (*rosso para*). - Usato in composizioni a fumo rosso.

Si presenta in polvere o pasta di colore rosso.

Termite. - Adoperata in composizioni incendiarie. È un miscuglio di polvere d'alluminio e sesquiossido di ferro (rispettivamente teorici 32,62% e 67,38%), che quando brucia

raggiunge la temperatura di 3000°. Ciò perché la polvere di alluminio ha forte proprietà riducente e toglie l'ossigeno contenuto negli ossidi metallici, con forte sviluppo di calore.

Siccome la temperatura d'accensione della termite è elevata, per innescare la termite si può usare del magnesio in polvere mescolato a biossido di bario o della termite di bario (83,34 p. di biossido di bario e 16,16 di alluminio in polvere).

Tetracloruro di carbonio. - Usato in composizioni fumogene bianche e nere. Il suo impiego è dovuto al fatto che ad elevata temperatura il tetracloruro di carbonio reagisce con vari idrocarburi aromatici con separazione di carbonio in stato di estrema suddivisione. Siccome, a volte, si forma anche acido cloridrico, questo a sua volta condensa l'umidità dell'aria, rendendo più denso il fumo.

Si presenta sotto forma di un liquido incolore, di odore dolciastro, che bolle a 76° circa. È difficilmente infiammabile.

Zinco. - Usato in composizioni fumogene bianche. Per le sue caratteristiche vedi pag. 33.

CAPITOLO II

GENERALITÀ SUI LABORATORI PIROTECNICI E LE OPERAZIONI PER L'ALLESTIMENTO DEI PEZZI PIROTECNICI

I pezzi pirotecnici sono costituiti essenzialmente di tre parti principali:

1° di un recipiente od involucro destinato a contenere la composizione da bruciare e che si indica col nome di cartoccio;

2° della composizione pirotecnica che bruciando deve produrre un determinato effetto luminoso o di scoppio: questa parte si chiama composizione o carica;

3° di una parte che serve per far iniziare la combustione e che si chiama incendiivo o innesco; quest'ultimo può essere anche elettrico.

Oltre queste parti essenziali, si hanno poi le cosiddette parti accessorie, come per es. le ossature di collegamento e di montaggio per formazione di fuochi più o meno complessi, i governali dei razzi, i paracadute, gli involucri, gli imballaggi, ecc.

Perciò i lavori da compiere per l'allestimento dei pezzi pirotecnici sono molteplici e si possono distribuire razionalmente in diverse sezioni e cioè:

preparazione dei cartocci;

preparazione delle composizioni;

preparazione degli incendiivi o degli inneschi elettrici;

introduzione delle composizioni nei cartocci (caricamento),;

lavori di finimento, che comprendono tutte le operazioni necessarie a fornire i pezzi pirotecnici pronti a bruciare.

Le miscele pirotecniche sono da considerare in massima parte veri e propri composti esplosivi, perciò è necessario disporre la fabbrica in modo da evitare per quanto è possibile ogni sinistro.

A tale scopo la polvere nera ed i fuochi già preparati dovranno essere tenuti lontani fra di loro e dal laboratorio di confezionamento, nel quale non deve trovarsi che la quantità minima di miscela occorrente per la lavorazione.

Il pirotecnico deve essere poi molto cauto nel lavorare, non soltanto quando impiega sostanze esplosive per se stesse, come per es. clorati, polvere nera, ecc., ma anche quando usa delle sostanze, le quali senza essere pericolose per se stesse diventano tali se sono mescolate con altre. Inoltre molte sostanze necessarie al pirotecnico sono velenose: hanno parimenti azione dannosa all'organismo non solo il pulviscolo che si solleva tritutando le miscele quanto e specialmente i prodotti gassosi che si sviluppano nella loro combustione. Fra le sostanze nocive sono da ricordare i sali di bario, di arsenico, di piombo, ecc.

Nel descrivere le diverse materie prime occorrenti in pirotecnicia è stato indicato quali di esse sono igroscopiche e debbono essere conservate in recipienti ermeticamente chiusi.

Per non essere costretti ad aprire troppo spesso questi recipienti ed esporre così le materie all'umidità dell'aria ambiente è utile tenere per i bisogni della lavorazione alcune bocce più piccole, ben tappate, con una quantità limitata delle materie stesse.

Nella fabbrica pirotecnica vi dovrà essere un locale separato per la essiccazione delle materie prime, dei fornelli per l'evaporazione delle sostanze saline, qualche crogiolo per la fusione dei metalli, un piccolo reagentario chimico per provare la purezza dei prodotti da impiegare, completo di aerometro, per determinare la densità delle soluzioni, nonché una o più bilance, permettenti di pesare da pochi grammi ad alcuni chilogrammi.

Nel reparto in cui si lavorano le miscele vi sarà un tavolo di legno forte di $1/2$ m² di superficie all'incirca, contornato da un bordo arrotondato di 2 o 3 cm, sul quale si macinano la polvere ed il carbone mediante un macinino di legno simile a quello che si adopera per i colori. Per le altre materie, secondo la loro durezza e natura, si usano mortai di legno, di vetro, di porcellana, di ghisa o di bronzo. Occorrono poi stacci di varie dimensioni, i più fini di seta, i comuni di crine, e per le polveri grossolane metallici, in ottone o in rame.

Per la lavorazione delle varie specie di fuochi si adoperano i seguenti utensili:

Per bengala. - Varie bacchette di rame e di ottone per fare i cartocci e caricarli.



Per castagnole o botte. - Varie forme cubiche o cilindriche, di legno duro, per fare i cartocci.

Per fontane. - Varie bacchette di rame o di ottone per caricare. Devono essere lunghe un dito appena di più della fontana scarica. Due mazzuoli di legno duro (fig. 1), uno leggero per fontane piccole, l'altro pesante per fontane grandi.

Per granate. - Varie forme cilindriche di legno duro, proporzionate al calibro dei mortai, per formare i cartocci.

Inoltre: una piccola sega per segare cannuce, diversi punteruoli di varia grossezza per bucare i fuochi, sgorbie per forare l'anima dei razzi, coltelli a lame lunghe e forti, spatole di legno e di metallo, penne di oca o di tacchino per le miscele di clorato, forbici comuni e grandi, pennelli per spalmare la colla sulla carta, spazzole, telai su cui essiccare gli stoppini, ecc.

Lo schizzo (fig. 2) rappresenta abbastanza chiaramente alcuni accessori per il caricamento e la compressione delle composizioni nei cartocci relativi.

A è un ceppo di legno su cui viene collocata la forma cilindrica di legno B, contenente il cartoccio da caricare; C è l'imbuto che serve a versare nel cartoccio la composizione a piccole proporzioni; D è la bacchetta che serve a comprimere pure a piccole proporzioni la composizione stessa e che secondo i casi sarà fatta di ottone, rame o legno duro.

Importa che la bacchetta D sia di esatto diametro corrispondente a quello del cartoccio, ma non dovrà esservi introdotta a colpi, bensì con leggera pressione della mano; i colpi di mazzuolo si applicheranno soltanto dopo che il fondo della bacchetta sarà venuto a contatto con la composizione.

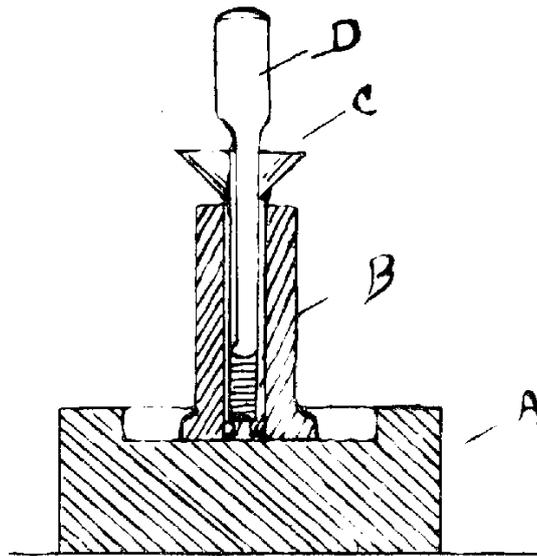


Fig. 2

La faccia inferiore della bacchetta non deve avere spigoli vivi, ma arrotondati e la sua superficie dovrà essere leggermente sferica. Inoltre, poiché l'esatta uguaglianza del diametro della bacchetta con il diametro interno del cartoccio ostacolerebbe l'uscita dell'aria e questa si riscalderebbe con la compressione, potendo dar luogo all'accensione della composizione, è opportuno che lungo una generatrice della bacchetta stessa venga praticato un canaletto di sfogo all'aria durante la introduzione.

L'inosservanza di questa semplice avvertenza ha qualche volta dato luogo a disgrazie.

CAPITOLO III

**ALLESTIMENTO DELLE PARTI INCENDIVE
E DEI CARTOCCI**

Parti incendive. - Servono a produrre l'accensione dei pezzi pirotecnici e dei loro elementi.

È inutile insistere sulla importanza della funzione di queste parti accessorie e quindi la diligenza ed accuratezza che richiedono la loro preparazione e messa in opera perché un pezzo pirotecnico, anche se confezionato con miscugli perfetti non potrà produrre l'effetto voluto se non ben studiato e sicuro innescamento delle sue parti non garantisca la buona accensione di queste nell'istante e con la successione voluta.

I più importanti organi incendiivi sono gli stoppini, le micce, a rapida combustione e a lenta combustione, le carte incendiive, i cordoncini incendiivi, la cui essenziale caratteristica è di trasmettere con sicurezza il fuoco con determinata velocità; fra di essi sono da includere gli accenditori elettrici, le fiaccole da artificiere, le micce di fulmicotone o di cordite, le cartucce innesco, le candele incendiive.

Il componente più importante degli organi incendiivi, in generale, è la pasta incendiiva, che deve essere una composizione pirotecnica molto infiammabile. Se ne preparano di diversa densità.

La pasta incendiiva *fluida* si prepara secondo la seguente formula:

Polverino	kg	1
Gomma arabica	g	20
Acqua.....	g	50
Alcool.....	l	1

Si scioglie la gomma arabica nell'acqua in modo che la soluzione sia perfettamente chiara e quindi si mescola in una bacinella di porcellana questa soluzione con l'alcool: poi vi si versa, rimescolando, il polverino, seguitando ad agitare fino a completa omogeneità. Se si dovesse conservare per qualche tempo questa pasta bisognerebbe tenerla chiusa in un vaso di vetro a cui si possa adattare un buon tappo.

Alla formula soprascritta per pasta incendiava alcuni pirotecnici aggiungono 50 g di nitrato potassico in polvere, per tenere conto della quantità di carbonio contenuto sia nella carta, sia nel cotone da imbibire, onde rimanere in mutate le proporzioni del comburente (nitrato potassico) nella composizione risultante rispetto agli elementi combustibili.

È preferito da alcuni pirotecnici l'impiego di gomma arabica invece che di destrina, essendo questa ultima leggermente igroscopica.

Volendo avere paste incendive più *dense* basta ridurre nella formula data la quantità di alcool.

Altri pirotecnici usano fare paste incendive più economiche riducendo o sopprimendo l'alcool e mettendo per ogni kg di polvere il 3% circa di destrina (o colla di farina liquida), destrina che si scioglie nella quantità d'acqua necessaria.

Le paste incendive possono servire, oltreché per allestimento di stoppini e di carte incendive, anche per spalmare quelle parti di cartocci di elementi pirotecnici, che non sono occupate dalla composizione ed a assicurare l'accensione di questa.

Le carte incendive si preparano tagliando prima la carta in strisce, spalmando queste sopra una faccia con la pasta incendiava fluida, spolverando lo strato ancora umido con farina di carta e facendo asciugare: in seguito, si ripetono le medesime operazioni sull'altra faccia.

Quando vi sia atmosfera asciutta, la carta incendiava si può vantaggiosamente in piegare in luogo degli stoppini per innescare i fuochi.

Stoppini. - Gli stoppini comuni si preparano con fili di cotone raggruppati in numero di tre ad otto leggermente torti in modo da formare un cordoncino soffice di circa 2 mm di diametro. Il cotone deve essere idrofilo, cioè, immerso nell'acqua, deve

prontamente inzupparsi e colare a fondo. Se non è idrofilo bisogna sgrassarlo facendolo bollire per qualche tempo in una soluzione diluita di soda caustica, oppure tenendolo semplicemente immerso a freddo per qualche giorno in detta soluzione. In seguito si lava abbondantemente finché sia scomparsa ogni traccia di soda e si fa asciugare.

Successivamente si immerge in una grande bacinella di porcellana o di terracotta il detto cordoncino avvolto molto lento sopra un aspo e vi si versa sopra la pasta incendiava fluida, allungandola ancora se necessario con alcool concentrato, e si copre il tutto, lasciando durare l'immersione per oltre dodici ore. Dopo questo tempo i fili sono completamente imbibiti di pasta incendiava, ma per meglio garantire l'omogeneità di imbibizione, l'estrazione del cordoncino dal bagno si fa facendolo passare per un foro tronco-conico praticato in una tavola sovrapposta alla bacinella ed avente la base maggiore in basso. Il cordoncino così tirato vien disteso all'aria sopra rulli in ambiente riscaldato e ventilato: esso si asciuga rapidamente, data la grande volatilità dell'alcool; poi, avendolo nuovamente avvolto sopra un aspo a gabbia, se ne ripete l'immersione nella pasta incendiava, e si fa passare il cordoncino bagnato sotto un setaccio che lascia cadere del polverino, avendo cura che il cordoncino stesso ne resti spolverato da ogni parte. Così umido e spolverato lo stoppino vien tirato fra due rulli, in cui sono praticate due incisioni semicircolari, in modo che lo stoppino o miccia diviene uniforme ricevendo una leggera compressione.

In seguito viene asciugato perfettamente sopra l'aspo e poi collocato in scatole cilindriche.

I piccoli laboratori pirotecnici preparano gli stoppini con un procedimento più semplice.

In una bacinella larga e piatta di porcellana viene stemperato il polverino in soluzione acquosa molto diluita di gomma araba, tanto che ne risulti una pasta piuttosto liquida. In questa si immergono gli stoppini di cotone già tagliati di lunghezza voluta; vi si lasciano immersi per alcune ore, indi si estraggono e si fanno asciugare all'aria aperta distesi sopra telai.

Si preparano stoppini di due grandezze: i sottili, che tagliati a pezzetti servono per accendere i singoli fuochi; i doppi che servono per mettere in comunicazione le diverse parti di un fuoco.

In questo caso si appaiono talvolta due stoppini per l'eventualità che uno si spenga.

Micce incendive rapide¹ - Per uso pirotecnico esse vengono generalmente preparate con gli stoppini incendivi comuni avvolti in tubetti di carta; questi ultimi, detti anche porta-fuochi, hanno lo scopo di assicurare la più rapida trasmissione del fuoco e di difendere lo stoppino dall'umidità.

Un metodo molto semplice per prepararle è di avvolgere attorno allo stoppino ben secco un nastro di carta ed in seguito verniciarlo esternamente con vernice impermeabile.

Se si devono riunire con stoppini più fuochi distanti, la loro contemporanea accensione si fa con diversi stoppini riuniti per mezzo di beccucci.

Il beccuccio è un cilindretto di carta di diametro tale da poter contenere anche quattro o cinque stoppini; in esso a causa della pressione dei gas, dei quali è ostacolata l'espansione, il fuoco viene propagato con maggior celerità e sicurezza, cosicché dal medesimo è comunicata contemporaneamente l'accensione ai fuochi, così collegati.

Gli stoppini incendivi da artificiere sopra descritti, cioè formati con fili di cotone in bevuti della pasta incendiava, quando siano ben preparati debbono bruciare con rapidità uniforme, la lunghezza di un metro deve in piegare al massimo per bruciare un minuto secondo².

¹ Fra i vari dispositivi incendivi per la rapida comunicazione del fuoco a molti pezzi pirotecnici, una volta era usato un cordoncino di fulmicotone che bruciava con estrema velocità e che poteva comunicare il fuoco ad una striscia di carta incendiava a cui era avvolta la sua estremità. Si usano anche al posto del fulmicotone pezzetti di cordite, polvere di lancio da guerra. Il vantaggio dell'uso del fulmicotone o cordite consiste nel fatto che in caso di pioggia, quando i pezzi pirotecnici siano stati resi impermeabili all'acqua con appropriata vernice, bastano poche ore perché il fulmicotone (o la cordite) che sia stato completamente bagnato, si asciughi e riacquisti la sua proprietà di trasmettere il fuoco con la massima velocità.

² All'estero, per altri artifici da guerra, sono usate micce a rapida a grande velocità di combustione: così la "fuse istantane-

Sebbene siano meno impiegati in pirotecnica, ma piuttosto in altre branche della tecnica esplosivista, si segnalano due tipi di miccia, a rapida e a lenta combustione.

Il cordoncino di filo di cotone idrofilo filato ed intrecciato in modo che risulti molto soffice si imbibisce in soluzioni diverse per i due tipi.

Per imbibire le micce a rapida combustione si impiega una soluzione di salnitro in dieci parti di acqua. Il cordoncino essiccato viene immerso in matassa nella detta soluzione, vi si lascia da sei a dodici ore e poi viene spremuto ed essiccato.

Alcuni vecchi tipi di miccia a lenta combustione venivano preparati in piegando come mezzo di imbibizione nitrato di piombo oppure cromato di piombo.

Per preparare la miccia al nitrato di piombo, si scioglieva in un recipiente di porcellana una parte di nitrato di piombo in dieci parti d'acqua e si scaldava alla ebollizione agitando.

Nella soluzione bollente si immergeva il cordoncino e lo si manteneva in agitazione per un'ora. Poi si lasciava sgocciolare e quindi asciugare all'aria.

La miccia a lenta combustione al cromato di piombo si allestiva facendo bollire il cordoncino di cotone idrofilo in una soluzione contenente, per ogni litro di acqua g 50 di acetato di piombo. Quindi lo si asciugava e poi si immergeva in una soluzione di cromato di potassio preparato con una parte del sale in una parte di acqua e si rimescolava a lungo. Si formava così sulla fibra il cromato di piombo riconoscibile al colore giallo. Si procedeva poi alla essiccazione all'aria.

Attualmente le micce a lenta combustione del commercio sono preparate con appositi macchinari con polverino ed hanno una velocità media di combustione di 1 cm al secondo.

Candele incendive. - Sono degli elementi pirotecnici che contengono una composizione di grande vivacità di combustione e servono ad accendere quei pezzi che non possono venire collegati con le micce, oppure nei quali la miccia ha comunque fal-

ous", inglese MK III, color arancione che brucia con la velocità di 27 m al minuto secondo. È in piegata in "trappole" cariche di esplosivo. Tali tipi di miccia sono fabbricati in Italia dalla Soc. SIPE di Milano, Via F. Turati, 27.

lito. La caratteristica fondamentale di una buona candela incendiava è di bruciare con estrema energia; essa deve bruciare anche sotto la pioggia impetuosa ed anche immersa nell'acqua, come se fosse nell'aria. Per raggiungere tale scopo la composizione che ne costituisce la carica deve essere ricca d'ossigeno e preparata con un metodo « a caldo », che sarà descritto in appresso (cap. IV). Si prepara il cosiddetto solfonitro di zolfo col metodo suddetto, cioè fondendo insieme una parte in peso del zolfo con tre parti di salnitro e si polverizza la massa solidificata omogenea. Al solfonitro polverizzato si aggiungono poi altri elementi, secondo diverse formole:

	Composizione tedesca	Composizione francese
Solfonitro	100	6
Zolfo	0	3
Resina di pino	8	0
Polverino	80	1,5

Si usano anche altre formole per le composizioni delle candele incendive, le quali contengono pure solfuro di antimonio e pece comune:

	Formula tedesca	F. francese
Nitrato potassico.....	66	30
Zolfo	13	10
Polverino	12	10
Solfuro d'antimonio	4	0
Pece da calafatare	0	5

Di solito alle candele incendive, che sono fatte di robusto cartone convenientemente in bevuto di nitrato potassico affinché bruci contemporaneamente alla composizione contenuta, si dà una lunghezza di circa 50 cm, con un diametro interno di 1 cm. La composizione viene introdotta a porzioni tali che ciascuna versata senza compressione nell'involucro occupi circa 5 cm di altezza; in seguito si introduce nella cavità una bacchetta di giusta misura e mediante alcuni colpi energici di mazzuolo la composizione viene compressa. Una candela incendiava ben preparata dà una fiamma di circa 10 cm di lunghezza e si presta bene ad accendere gli stoppini dei fuochi.

Per poter utilizzare tutta la candela incendiava si colloca nella estremità inferiore dell'involucro prima del riempimento un tappo di sughero o di argilla e vi si aggiunge un adatto bastone infilato con l'estremità dell'involucro a cui viene fissato con legatura di filo metallico.

Allo scopo di addensare convenientemente la composizione e di conseguenza ottenere una candela che bruci, a lungo, la composizione viene talvolta inumidita con olio di lino cosicché con la compressione formi un impasto compatto.

Cilindretti incendiari. - Sono costituiti allo stesso modo delle *candele incendive*, ma in scala minore, ed in vece di essere portati a mano, secondo il bisogno vengono fissati ai pezzi pirotecnici per assicurarne l'accensione. Per allestirli si impiegano cilindretti di carta robusta del diametro di circa 5 mm e della lunghezza di 2 a 3 cm contenenti polverino che viene fortemente compresso, sopra del quale vien posto uno strato di composizione fatta di tre parti di nitrato potassico, una parte di zolfo e una parte di polverino. Il cilindretto così caricato viene poi inserito nel pezzo pirotecnico con la estremità in cui si trova il polverino puro e ne garantisce la rapida sicura accensione. L'uso di tali artifici è pressoché abbandonato.

Accenditori elettrici. - Erano una volta fabbricati a mano e costituiti da un piccolo astuccio cilindrico avente il fondo chiuso da un tappo di limitata resistenza, sopra cui veniva posto uno strato di polvere nera compressa, poi uno strato di miscela di polverino e di fulmicotone. Il resto della cavità era occupato da un tappo di materia isolante, attraversato da due fili conduttori isolati, le cui estremità arrivavano nello strato di miscela di polverino e fulmicotone ed ivi erano collegati da un piccolissimo filo di platino immerso nella miscela. Le estremità esterne dei due fili conduttori venivano collegate elettricamente con un apparecchio generatore di corrente; chiudendo il circuito, il filo di platino sottilissimo percorso da corrente si arroventava ed accendeva la miscela, che a sua volta trasmetteva l'accensione alla polvere. Questi accenditori ora descritti, detti anche ad incandescenza, funzionavano con corrente a bassa tensione; ne esisteva-

no pure del tipo ad alta tensione, che differivano dai suddetti soltanto perché le estremità dei fili conduttori dentro l'accenditore, invece di essere collegate da un sottile filo di platino, da portare all'incandescenza con la corrente, restavano separate, da un sottile intervallo, entro il quale la corrente ad alta tensione produceva una scintilla che faceva infiammare il miscuglio circostante, in questo caso, composto da clorato potassico, solfuro di antimonio e grafite. Quest'ultimo tipo era detto accenditore elettrico a scintilla e non è più usato nella pratica.

Attualmente sono usati gli accenditori elettrici del commercio, costruiti con apposito macchinario (e non a mano), con maggior garanzia d'uniformità del prodotto, Tali accenditori a testina Schaffler (costruiti in Italia dalla Soc. Nobel nel suo stabilimento di Taino), sono del tipo a incandescenza: sono costituiti da due conduttori di rame o in ferro stagnato, del diametro di circa 6/10 di mm e riuniti ad una estremità da un filo di platino del diametro di in mm 0,03 che è immerso in una miscela infiammabile formata da clorato potassico, carbone e zirconio, resa impermeabile mediante immersione in apposite vernici.

La corrente assorbita è circa 0,3-0,35 ampere e una resistenza ohmica compresa fra 0,7 e 1,3 ohm.

Tutti gli accenditori elettrici contenuti nella stessa scatola hanno la identica resistenza elettrica.

Mediante i suddetti accenditori elettrici si possono accendere a distanza e contemporaneamente anche 100 pezzi diversi: per l'accensione si possono usare batterie di pile o accumulatori, o piccole macchine elettriche portatili, dette esploditori.

Preparazione dei cartocci. - Si dà il nome di cartocci agli involucri cilindrici della maggior parte degli elementi dei fuochi che vengono poi riempiti con le diverse composizioni.

Sono tubi formati avvolgendo sopra una bacchetta del diametro voluto e in precedenza spalmata con talco in polvere diversi strati di buona carta ed incollandola fino ad ottenere un conveniente spessore delle pareti.

Per le composizioni di fuochi a scintille i cartocci, che debbono poter sopportare una forte pressione, non devono bruciare assieme con la composizione, perciò almeno per gli strati esterni

la carta deve preventivamente essere stata immersa in soluzione che la renda incombustibile.

Invece per composizioni a fiamma le pareti si fanno più sottili e con carta resa facilmente combustibile mediante immersione in soluzione di nitrato potassico.

Come materia adesiva per incollare i diversi strati di carta è adatta una salda preparata con farina di amido e con colla animale.

Il cartoccio, una volta ultimato ed essiccato, viene poi strozzato ad una estremità mediante legatura con spago, in modo che resti libera soltanto una stretta apertura sufficiente per il passaggio, ove occorra, dello stoppino incendivo.

Durante il caricamento la detta apertura viene ostruita con carta, poi questa viene tolta e si colloca l'incendivo.

Mezzi per rendere incombustibili i cartocci. - Per rendere incombustibili i cartocci si possono impiegare diverse sostanze, fra le quali specialmente adatti sono il vetro solubile, l'allume, l'acetato di piombo, ecc. ; con queste sostanze la carta non diventa assolutamente incombustibile, ma, posta al fuoco, invece di bruciare con fiamma si carbonizza lentamente. Le scintille che dai pezzi pirotecnici già accesi in vicinanza possono cadere sui detti cartocci, si spengono prima di produrre l'innescamento fortuito di essi. Importa specialmente di rendere incombustibili i cartocci di quei pezzi pirotecnici che debbono essere lanciati in aria, come i razzi, affinché, dovunque vadano a cadere, non costituiscano un pericolo di incendio.

Quando si impiega l'allume, questo si fa bollire nell'acqua, si lascia raffreddare la soluzione, si immergono in essa i fogli di carta destinati al confezionamento dei cartocci e si appendono ad asciugare sopra fili tesi. Se si impiega acetato di piombo, oppure anche solfato d'ammonio, si scioglie una parte di detto sale in dieci o quindici parti di acqua a freddo, si immergono i fogli di carta nella soluzione e si fanno asciugare come sopra è detto.

Per le composizioni di sicurezza sopraddette basta talora che sia resa incombustibile soltanto la carta degli strati più esterni dei cartocci,

Qualche volta è conveniente raggiungere i medesimi scopi di incombustibilità dell'involucro, preparando paste variamente colorate con le suddette soluzioni di sali e cori argilla e con esse spalmare i pezzi per fuochi artificiali, così da poter anche distinguere dalla colorazione esterna del cartoccio la qualità della composizione contenuta.

CAPITOLO IV

PREPARAZIONE DELLE COMPOSIZIONI PIROTECNICHE

Le materie prime dei miscugli devono essere finemente polverizzate e ben secche. Prima cura sarà perciò di impiegarle dopo averle tenute per un certo tempo in essiccatore, per fare perdere loro l'eventuale umidità che avessero assorbito nei trasporti o durante l'immagazzinamento.

Alcuni sali possono essere acquistati in polvere, specialmente se sono di difficile e pericolosa macinazione, ma talvolta può convenire polverizzarli, qualora si abbia il dubbio che i prodotti possano essere mescolati coli sostanze estranee.

Nel polverizzarli si userà l'avvertenza di usare un mortaio adatto alla natura della sostanza su cui si opera: si eviterà per es. di ridurre in polvere sali di rame o polvere nera in mortai di ferro. Nella formazione dei miscugli è buona norma quella di macinare i prodotti separatamente o mescolati con quelli che non possono dare origine a composti esplosivi, e formare i miscugli definitivi con spatole di legno o colla barba di una penna e *poco alla quando si impiegano dei clorati*. Per non provocare urti o attriti, i miscugli, una volta fatti, non si macinano più. Un buon mezzo per ottenere miscugli molto intimi è quello di setacciarli ad uno staccio di seta, munito di tamburo. Si può anche fare agire lo staccio con un movimento meccanico, disponendolo dietro un robusto schermo in posto riparato per garantire meglio l'incolumità degli operai.

Per fare che la composizione sia ancora più omogenea, si passa due o tre volte per lo staccio, anzi l'ultima volta si passa per uno staccio di seta.

Le composizioni a polvere per le fontane non si debbono mai passare negli stacci che servono per le composizioni del clorato: ciò per evitare che parte di composizione al clorato si mescoli colla polvere, e, nel battere la fontana, avvenga un'esplosione.

Nel caricare certe composizioni, specialmente quelle contenenti metalli in limatura o carbone grosso, bisogna versare la composizione leggermente per evitare che una brusca discesa faccia ingorgare il cartoccio o separare i componenti.

Tutti i miscugli vanno caricati con mazzuoli di legno e bacchette di legno, ciò perché le bacchette metalliche, anche se battute con mazzuolo di legno, possono dar luogo all'accensione della composizione, se sulla testa delle bacchette si è depositato uno strato di polvere.

Prima di fare uso di una composizione, bisogna sperimentarla in quello stesso cartoccio cui essa è destinata, per sapere se è ben riuscita, e correggerla al bisogno.

A tale riguardo, buna avvertenza nell'acquistare le materie prime è di richiederle di caratteristiche adatte all'uso particolare.

Per es. nel fare luci colorate non in giallo è in portante che le materie prime non contengano sali di sodio se non, al massimo, in tracce.

Il mescolamento delle singole sostanze che servono a formare le composizioni pirotecniche può essere fatto in due diversi modi: il metodo generale è quello della composizione a freddo, cioè si mescolano semplicemente i vari componenti, finemente polverizzati; l'altro, iniegato in pochi casi, è quello della mescolanza per fusione o composizione a caldo. La preparazione delle composizioni a caldo è solo possibile in quantità limitate e per quelle sostanze che, scaldate alla temperatura necessaria alla fusione, non si accendono.

Il mescolamento delle polveri è opportuno farlo sopra una tavola di marmo con bordo rialzato e mediante spatola o di legno o di corno, lavorando il miscuglio con ogni cautela, cioè evitando gli urti, fino a che ad occhio non si notino disuguaglianze in alcun punto della massa. Tenere sempre pulita la tavola, specie dove si appoggia l'artificio.

Se la composizione deve contenere sostanze che assorbono facilmente umidità dall'atmosfera, esse debbono essere aggiunte per ultime ed essere mescolate il più rapidamente possibile: una

volta fatta, la composizione deve essere subito versata in barattoli ben chiusi e conservata in essi fino a che non venga calcata dentro i cartocci.

Quando alle composizioni devono essere mescolate polveri metalliche non polverizzate finemente, limature e scaglie dure e a spigoli vivi, la mescolanza deve essere fatta con speciali precauzioni, affinché per attrito non si produca l'accensione del miscuglio.

Le più facili accensioni durante la mescolanza avvengono quando i componenti non sono perfettamente secchi. Più spesso accensioni e infortuni succedono con quelle composizioni che contengono insieme clorato potassico e fiori di zolfo. I fiori di zolfo, come si è già detto, contengono spesso tracce di anidride solforosa che, per azione dell'umidità, può dare luogo a formazione di tracce di acido solforico, che col clorato dà luogo ad accensioni spontanee, perché si mette in libertà, per doppia decomposizione, l'acido clorico che è poco stabile. Perciò è buona norma in pirotecnia preferire ai fiori di zolfo ottenuti per sublimazione lo zolfo macinato dai cosiddetti bastoni, o meglio quello ventilato.

Qualche pirotecnico, quando deve mescolare zolfo con clorato di potassio, usa mescolare al clorato, già durante la sua polverizzazione, una piccolissima quantità (un centesimo) di carbonato di soda in polvere anidro, perfettamente asciutto, che ha la funzione di saturare le eventuali tracce di acidità. Così il miscuglio è lavorabile con minor pericolo.

Le composizioni pirotecniche che assieme al clorato di potassio contengono solfuro di antimonio o zolfo non debbono essere mescolate con la spatola direttamente sopra il tavolo da miscele, perché per sfregamento possono esplodere. Si mescoleranno invece, o semplicemente facendole scorrere su carta liscia sollevando ripetutamente e alternatamente i lembi opposti del foglio, oppure facendole passare al setaccio, ma soltanto per piccole quantità ed impiegando uno staccio di crine o di seta e mai di tela metallica.

Le composizioni a caldo, cioè quelle che si preparano fondendo insieme i diversi componenti, si eseguono col sistema di versare il corpo più difficilmente fusibile dentro quello già fuso e più facilmente fusibile. Ciò si applica specialmente per la miscela di nitrato potassico e zolfo.

Si fonde a tale scopo lo zolfo in un recipiente piatto, vi si aggiunge il nitrato potassico polverizzato, a poco a poco, rimescolando e si seguita a girare fino a che l'intero miscuglio non è perfettamente uniforme. Allora si toglie il recipiente dal fuoco e si rimescola ancora il miscuglio fino a che l'inizio della solidificazione non impedisce il movimento del mestolo.

CONSIDERAZIONI UTILI PER LA PREPARAZIONE DELLE COMPOSIZIONI LUMINOSE

I colori delle composizioni luminose impiegate in pirotecnicia, oltre i fuochi bianchi, sono essenzialmente quattro: il rosso, il giallo, il verde e l'azzurro. L'intensità del colore non dipende solo dalle quantità di dette sostanze che entrano nella composizione: la composizione, che diremo teorica, andrà poi variata in base all'esperienza pratica e a varie altre condizioni, per aumentarne l'effetto luminoso.

Come si è già visto, i composti più praticamente impiegati sono:

per il rosso: composti di stronzio (colore rosso carminio) e di calcio (rosso chiaro);
per il giallo: tutti i composti del sodio;
per il verde: sali di bario;
per l'azzurro: sali di rame (azzurro cupo), calomelano ed altri composti di mercurio (azzurro chiaro).

I migliori effetti di splendore metallico giallo oro e rosso oro si ottengono mediante limatura di ferro oppure granuli di carbone (se ne intensifica l'effetto aumentando la temperatura di combustione).

Un campo di esperienze per il pirotecnico è la ricerca di nuovi effetti luminosi bruciando o insieme o successivamente composizioni colorate.

Il più delle volte il miscuglio di due composizioni colorate non dà, bruciando, il colore che risulterebbe in pittura dal miscuglio di due colori, ma il colore risultante è più spesso il bianco, più o meno puro. Soltanto il colore violetto si poté ottenere

analogamente a quanto avviene in pittura dalla mescolanza di composizioni rosse ed azzurre.

Il pirotecnico deve inoltre tenere conto delle caratteristiche dell'occhio umano ed applicarne le leggi ed i fenomeni per preparare il miglior effetto dei suoi prodotti, Se fissiamo un oggetto molto luminoso rosso e poi uno schermo bianco, vediamo una macchia verde e viceversa, dopo aver fissato una luce verde abbagliante, vediamo sul bianco il rosso, colore che dicesi complementare del verde. Lo stesso avviene fra i due colori complementari, azzurro e arancione.

Nel primo caso l'occhio, quasi offeso dall'intensità della colorazione rossa, è diventato insensibile momentaneamente a quella zona dello spettro e non percepisce più se non i colori della zona opposta nella gamma di colori (disposti in circolo) che compone il bianco. Tenendo conto di questo fatto, si può aumentare l'effetto luminoso di una composizione colorata bruciando prima un'altra composizione a luce viva del colore complementare della prima, anche se questa è poco viva. Inoltre col medesimo criterio si eviterà di sovrapporre nell'occhio dello spettatore l'impressione di colori complementari annullantisi reciprocamente.

MEZZI PER AUMENTARE LA LUMINOSITÀ DELLE COMPOSIZIONI

Considerando le composizioni luminose da un altro punto di vista, è da ricordare che la luminosità di un corpo che brucia dipende dalla temperatura a cui avviene la combustione: quanto più alta è tale temperatura, tanto più incandescenti diventano tanto i vapori quanto le particelle solide che irradiano luce dalla fiamma. E poiché in generale le composizioni a più elevata temperatura di combustione sono quelle in cui maggiormente può svilupparsi dell'ossigeno, ne risulta l'influenza che hanno sulla luminosità delle composizioni i componenti ossidanti.

Il nitrato di potassio è un composto ricco di ossigeno ed è naturalmente molto impiegato nelle composizioni luminose, tuttavia ha il difetto di richiedere già di essere in ambiente a tempe-

ratura della incandescenza bianca per cominciare a svolgere il suo ossigeno. Perciò nelle prove che si fanno per aumentare la luminosità di una composizione, invece di aggiungere solo nitrato di potassio è utile l'aggiunta di una speciale composizione, che dai pirotecnici viene chiamata *composizione grigia*, dal suo colore.

La composizione grigia dei pirotecnici si prepara fondendo 100 parti di nitrato potassio in 100 parti di zolfo, polverizzando finemente e mescolando poi con 28 parti di polverino (polvere nera in farina).

Quando si vuole aumentare la luminosità di una miscela si comincia ad aggiungere a piccole dosi progressive della suddetta composizione grigia, sperimentandone poi l'effetto.

Se l'aggiunta di composizione grigia non fosse sufficiente per raggiungere lo scopo voluto, si può ritenere che la sostanza che deve colorare la fiamma sia così difficilmente fusibile che per portarla allo stato di vapore occorre una, temperatura ancora più elevata. Allora si proverà ad aggiungere, invece che nitrato potassico o composizione grigia, piccole quantità di clorato potassico alla composizione luminosa originale; se ne fanno vari campioni, per es., con aggiunta di 5, 10, 15% di clorato rispetto alla composizione ordinaria e si proveranno in cartocci contemporaneamente ed in confronto con questa e fra di loro per stabilire quale è l'aggiunta che dà i migliori effetti.

Come per il nitrato potassico, così anche per il clorato si ottiene ancora un ulteriore aumento della temperatura di combustione se il sale apportatore di ossigeno si aggiunge non da solo, ma già mescolato con lo zolfo intimamente, in forma di composizione zolfo-clorato.

Questa viene formata con 100 parti di clorato potassico e 28 parti di zolfo.

Come già detto, l'impiego di questo miscuglio è delicato e pericoloso, essendo esso sensibile agli urti e facile ad esplodere: perciò oltre all'avvertenza di maneggiarne quantità molto piccole, si dovrà prima polverizzare finemente ciascuno dei componenti, poi mescolarli in un buratto girevole azionato meccanicamente.

In certi casi e cioè quando la proporzione di componente ossidante è già eccessiva, anche l'aggiunta di carbone ad una composizione può aumentarne la luminosità, perché aumenta la tem-

peratura di combustione, non dimenticando però di ricordare che il carbone produce una colorazione rossastra e che perciò le luci di altro colore vengono alterate.

Altro mezzo per aumentare la luminosità di una composizione, aumentandone la temperatura, molto seguito ora in America, è l'impiego di perclorato di potassio a piccole percentuali in luogo del clorato e del nitrato potassico.

PERICOLI DI COMBUSTIONE SPONTANEA DEI MISCUGLI PIROTECNICI

Abbiamo già accennato ai pericoli presentati dal clorato potassico. Finemente suddivisi i metalli, combinandosi con l'ossigeno, possono autoinfiammarsi anche a temperatura di poco superiore all'ordinaria: così per es. lo zinco e l'alluminio.

L'alluminio mescolato a clorato potassico delle volte può essere soggetto a sfregamento e percussione con un martello su un'incudine senza dare luogo ad incidenti; altre volte invece questi miscugli sono esplosi, senza apparente motivo, dando luogo a disgrazie mortali.

La loro infiammabilità è tale che anche con una piccola scintilla possono talvolta accendersi ed esplodere: come morale, il loro in piego va fatto con molte cautele e sempre a piccole quantità per volta.

Il nitrato potassico, lo zolfo, il carbone di legna e il nero fumo sono i migliori materiali usati nei fuochi artificiali. Incidenti con tali prodotti accadono soltanto quando in qualche modo viene prodotta una scintilla e portata a contatto con la miscela.

Il nitrato di bario finora non ha causato alcun incidente con lo zolfo, il nitrato potassico e con l'alluminio. Il nitrato di bario, il nitrato di stronzio, l'alluminio e il perclorato di potassio sono sostanze di impiego sicuro finché vengono usati in combinazione con lo zolfo e la gomma lacca. Invece il nitrato di bario e quello di stronzio, combinati con il clorato di potassio e gomma lacca, formano un miscuglio molto sensibile e questa condizione aumenta quando viene aggiunta polvere di carbone di legna.

La polvere di alluminio in mescolanza con il nitrato di bario e con il clorato di potassio o altri carboni è classificata come pericolosa.

La mescolanza del clorato di potassio con lo zolfo deve essere evitata, come si è già precedentemente detto: il 90% degli incidenti nelle fabbriche pirotecniche estere sono stati prodotti, secondo il Weingart, da questa causa. Il clorato non dovrebbe mai essere mescolato con sali d'ammonio, perché si avrebbe come risultato una spontanea combustione. La mescolanza di acido picrico e bicromato è troppo sensibile per l'uso ordinario. Le composizioni contenenti clorato di potassio e fosforo (per miscele incendiarie) sono particolarmente pericolose.

L'uso del fosforo rosso non dovrebbe essere permesso nei piccoli laboratori pirotecnici, perché una minima quantità può essere causa di gravi incidenti.

Prima di usare una notevole quantità di nuovi prodotti o composizioni, queste dovrebbero essere soggette a prove preventive, come per gli esplosivi, e cioè di sfregamento, sensibilità all'urto (con la berta), di accensione e di sensibilità all'umidità.

Anche la temperatura della fiamma prodotta dovrebbe essere accertata con cura appropriata. Il pirotecnico non dovrebbe mai guardare direttamente le composizioni mentre queste bruciano, ma dovrebbe accertarsi del loro funzionamento, dando ad altra persona l'incarico dell'accensione.

Guardando il colore immediatamente, così come viene prodotto i nervi ottici del pirotecnico vengono disturbati e non è possibile fare un accurato accertamento. È utile ricordare che si deve guardare il colore da una distanza di circa 25 m.

Per le luci bianche (e colorate) sarebbe utile fare effettuare le misure di luminosità a mezzo di fotometri, che sono disponibili in tutti i laboratori di fisica di scuole e istituti universitari.

Analogamente, per il controllo del colore nonché della bontà delle materie prime, onde stabilire le radiazioni emesse, e quindi della migliore o minore corrispondenza alle esigenze, è fondamentale l'esame diretto allo spettroscopio, in uso presso laboratori scientifici e, in Germania, anche in alcune fabbriche.

SISTEMI PER PROVARE LA SENSIBILITÀ
ALL'URTO, AL CALORE ED ALLO
SFREGAMENTO DI MISCUGLI PIROTECNICI

I miscugli pirotecnici sono tutti da considerarsi esplosivi e quindi da manipolarsi con le necessarie cautele. È molto utile eseguire delle prove per saggiare la maggiore o minore pericolosità dei miscugli che si desiderano impiegare, onde stabilire la loro impiegabilità o meno e le norme di sicurezza da adottare per le lavorazioni.

Le prove adottabili per l'esame dei miscugli pirotecnici (usate anche per gli esplosivi) sono essenzialmente tre:

- sensibilità all'urto (prova detta anche della berta);
- sensibilità al calore (determinazione della temperatura di accensione);
- sensibilità allo sfregamento.

Le prove non sono difficili da farsi e per quanto alcune di esse siano empiriche (per es. quella della berta, pure permettono di paragonare la sensibilità del miscuglio che si esperimenta a quella di altri miscugli già noti, per stabilire il grado di pericolosità, effettuando le varie prove *sempre con le stesse modalità*.

È da osservare nei riguardi della *sensibilità* all'urto che, variando la natura delle pareti entro cui si esercita l'urto, si può determinare il grado di sensibilità del miscuglio. È qui in appresso classificata, in scala decrescente, la durezza delle pareti entro cui si effettua l'urto, cioè a cominciare dal maggior grado di sensibilità:

Ferro contro ferro	Rame contro pietra
Ferro contro pietra	Rame contro rame
Ferro contro rame	Rame contro legno
Ferro contro alluminio	Rame contro piombo
Ferro contro piombo	Rame contro legno
Ferro contro legno	Rame contro legno

Così mediante prove si può stabilire entro e con quali materiali il miscuglio si debba manipolare per cercare di evitare che si possano avere delle esplosioni per urto.

È da osservare che vi sono sostanze che pur essendo non eccessivamente sensibili agli urti, lo sono invece allo sfregamento cioè ad un urto obliquo, come avviene per i clorati.

La *sensibilità all'urto* si misura con il cosiddetto « apparecchio a caduta » o « berta » e consiste nel provocare l'esplosione di una determinata quantità di sostanza, mediante la caduta di un determinato peso da un'altezza che varia a seconda della sensibilità della sostanza in esame.

La berta (fig. 3) consta di un basamento in muratura, su cui è sistemato un complesso, d'acciaio, così formato: un blocco porta incudine, una incudine, un coperchio dell'incudine con due fori, per lo sfogo dei gas di esplosione, un punzone scorrevole nel coperchio. Dal basamento si elevano due guide di acciaio, verticali, recanti ciascuna una scala graduata in centimetri e sormontate da una staffa di ferro. Fra le guide vi è una traversa mobile, munita di due indici e di un dispositivo a tenaglia che sostiene una massa battente di peso variabile (kg 0,5, 1, 2, 5). La traversa può muoversi lungo le guide a mezzo di una funicella, che passa su due pulegge di rinvio ed è comandata da una manovella. Le due ganasce della tenaglia possono allargarsi tirando una corda e, quindi, liberare la massa battente, che va a battere sul punzone.

La prova si effettua nel seguente modo:

Il miscuglio in esame si confeziona, nello stato fisico in cui si intende provarlo, sotto forma di sottile pastiglia del peso di circa g 0,1 e lo si dispone sull'incudine, esattamente sotto il punzone. Per tentativi, nelle identiche condizioni di temperatura (di solito 15°-20°), si determina l'altezza minima alla quale si ottiene l'esplosione franca del miscuglio. Tale altezza, espressa in centimetri, rappresenta, in relazione al peso della massa battente adoperata, la sensibilità all'urto del miscuglio in esame, che, evidentemente, è tanto maggiore quanto minore è l'altezza.

In pratica, per avere maggiore esattezza nelle misure, si adoperano le masse battenti di peso minore colle sostanze più sensibili. Quelle più pesanti, allo scopo di non avere una altezza eccessiva (di solito è di m 2) delle guide dell'apparecchio, vengono impiegate con i miscugli poco sensibili. La massa cadente più

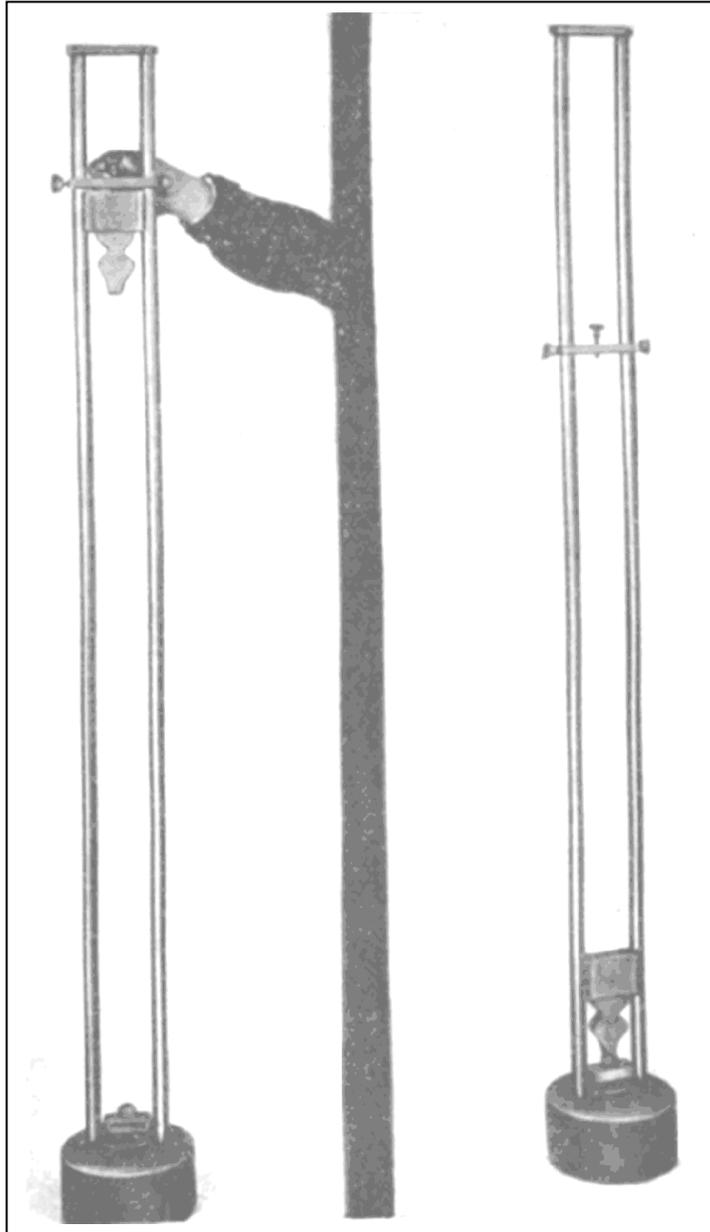


Fig. 3 Bertina per la prova di sensibilità all'urto

usata correntemente e che dà una discreta approssimazione è *quella del peso di hg 2*.

Al di sotto di 7 cm di caduta di tale peso, la composizione è particolarmente pericolosa, essendo comparabile a quella in uso nelle capsule da mina; alcuni miscugli al clorato hanno una sensibilità compresa tra i 30 e i 40 cm di altezza di caduta; la polvere nera circa 70 cm e circa lo stesso dicasi del picrato di ammonio (cm 80).

La *sensibilità al calore* viene determinata riscaldando, in un bagno di lega di Wood fusa, il miscuglio contenuto in piccola quantità (g 0,05 - 0,5) e finemente polverizzato, in una provetta di vetro, e notando, con l'ausilio di un termometro immerso nel bagno, la temperatura alla quale si ha l'accensione (accompagnata o no da esplosione). Per avere risultati comparabili, occorre che le provette abbiano dimensioni stabilite, che esse si immergano nel bagno per una profondità determinata e che la temperatura del bagno stesso salga di circa 5° ogni 1'.

Ricordiamo che la temperatura d'accensione della polvere nera è di circa 315°.

La *sensibilità allo sfregamento* si determina con un apparecchio pendolare, comprendente un'incudine fissa, in acciaio, sulla superficie della quale viene a strisciare come una scarpa metallica (rivestita di legno o di altro materiale), fissata all'estremità oscillante del pendolo. L'incudine presenta una superficie liscia, nel mezzo della quale sono ricavate, in senso perpendicolare al movimento del pendolo, 3 scannellature parallele destinate a ricevere un congruo quantitativo di un miscuglio in esame. La prova si effettua in modo analogo a quella con la berta; si determina cioè, l'altezza minima in cm alla quale si ha la franca esplosione del miscuglio. Il peso della scarpa metallica varia da 10 a 20 kg; l'altezza di caduta oscilla fra m 0,5 e m 2.

Una prova pratica, semplice, per determinare la sensibilità agli attriti e sfregamenti consiste nel collocare in un mortaio alcune particelle del miscuglio e sfregarle mediante un pestello. Se così operando si osserva un crepitio caratteristico, si può senz'altro concludere che occorre maneggiare il miscuglio con precauzione.

CONSERVAZIONE DELLE COMPOSIZIONI PIROTECNICHE

Il peggior pericolo nella conservazione delle composizioni pirotecniche è l'umidità. Per ragioni economiche, il fabbricante di pezzi pirotecnici deve in generale preparare le composizioni in una certa quantità, prelevandole secondo le sue necessità di volta in volta.

Molte composizioni contengono sostanze igroscopiche e perciò, esposte all'aria, assorbono da questa l'umidità e divengono inservibili per il caricamento. Si tenga presente che qualora una composizione abbia assorbito dell'umidità e si presenti agglomerata non è prudente essicarla e poi di nuovo polverizzarla; se poi si presentasse addirittura in blocco, è meglio distruggerla che non tentare di riutilizzarla.

Perciò si dovrà avere la massima cura per conservare le composizioni perfettamente asciutte. A tale scopo servono bene grandi barattoli di vetro, chiusi con buoni tappi di sughero e questi ancora ricoperti con carta paraffinata.

Per quantità maggiori sono utilizzabili casse di legno rivestite internamente ed anche esternamente con carta paraffinata, e dopo adattamento del coperchio si dovranno chiudere le commisure con strisce di carta impermeabile o paraffinata.

COMPOSIZIONI PIROTECNICHE PER PROIETTILI TRACCIANTI

Le composizioni dipendono da diversi fattori:

- il calibro dell'arma;
- la forma della carica nel proiettile;
- la compressione, la durata della combustione e la massa della miscela in accensione;
- i dispositivi che assicurano l'accensione;
- l'orifizio per la fuoruscita dei gas provenienti dalla combustione della miscela tracciante,

Siccome queste cause intervengono per la scelta della composizione, così non esiste una formula generale applicabile in tutti i casi. Si può precisare in modo generale che la durata della combustione non può essere aumentata che a detrimento della luminosità e questa durata della combustione è in genere tanto maggiore quanto più grande è la compressione della miscela. Tuttavia tale compressione deve essere contenuta in opportuni limiti, altrimenti, se troppo compressa, si va incontro all'inconveniente della difficoltà d'accensione, che può arrivare fino alla mancata accensione, mentre se poco compressa la miscela s'accende troppo rapidamente e non è sufficiente per la durata della traiettoria.

La luce emessa è tanto più viva quanto più sostanza luminosa è in combustione nell'unità di tempo: più grande è la temperatura dei gas di combustione e più la miscela è luminosa.

La messa a punto delle miscele perciò va fatta caso per caso, dato che spesso le esigenze balistiche dell'arma portano a limitare la quantità di sostanza tracciante e il diametro della parte caricata con la sostanza tracciante stessa.

I prodotti usati per tali composizioni ¹sono generalmente dei perossidi anidri, puri e quindi ad alto contenuto di perossido e devono produrre una fiamma così viva da permetterne la visibilità in pieno giorno. La miscela deve essere, ovviamente, stabile.

Come nelle composizioni pirotecniche, si uniscono ai perossidi altri prodotti aventi funzioni speciali: così per es., la polvere di zinco che inspessisce la fiamma, il calomelano usato per rinforzare la luminosità di alcune composizioni verdi e rosse, gusci di noce ridotti in polvere funzionanti come flemmatizzanti (perché durante la compressione delle miscele lasciano passare delle tracce d'olio sufficienti a rallentare la combustione e a coprire i grani di magnesio di una sottile pellicola oleosa sufficiente a proteggerli contro la lenta ossidazione), ecc.

¹ La Soc. Gignoux di Lione è specializzata nella produzione di materie prime per traccianti, come di numerosi prodotti pirotecnici ad alto grado di purezza.

COMPOSIZIONI PIROTECNICHE A FUMI BIANCHI

La produzione di fumi, a scopi bellici, è antichissima. Nella *Iliade*, libro III, per es., è ricordato come venisse sottratto da Venere al nemico l'eroe a lei gradito (Paride):

*lo scampò Citerea, che agevolmente
il poté come Diva: lo r avvolse
di molta nebbia, e fra il soave olezzo
dei profumati talami il depose.*

Così la storia sacra ci ha tramandato la nube che protesse gli Israeliti nella fuga dall'Egitto, le bombe fumogene dei bizantini, il sistema seguito nel Medio Evo di incendiare le erbe, il fumo

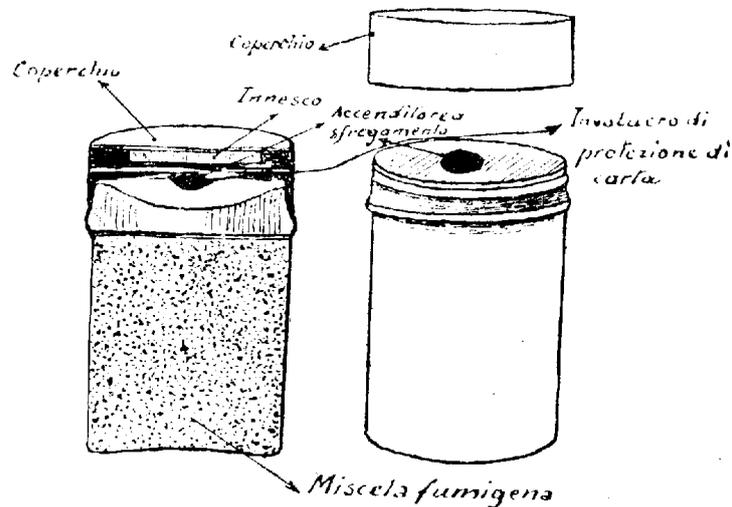


Fig. 4

creato dalla polvere nera durante la battaglia di Waterloo, ecc.

I pirotecnici, per moltissimo tempo utilizzarono generalmente miscugli di nitrato potassico e pece, fin quando nella prima guerra mondiale l'impiego del fumo a scopi bellici si generalizzò per terra, mare e cielo, facendo eseguire accurati studi sull'ar-

gomento, allo scopo di avere produzione di fumi bianchi, per la respirazione completamente innocui e abbastanza densi ¹.

Per i pirotecnici interessano le candele fumogene o i cilindri fumogeni, nei quali, per *combustione* di opportune sostanze o per reazioni chimiche a freddo, si sviluppano delle nebbie intense, impedenti la visibilità. Sono particolarmente adatti alcuni cloruri di metalli volatili (essenzialmente lo zinco), che vengono prodotti al momento della combustione, mescolando il metallo, o l'ossido del metallo corrispondente, con un derivato organico clorurato (tetracloruro di carbonio), tetracloroetano, esacloroetano, ecc.), che per il calore sviluppatosi nella reazione si combina con l'ossigeno dell'ossido, formando al tempo stesso il carbone necessario per la combustione. La fig. 4 mostra una candela fumogena all'esacloroetano.

COMPOSIZIONI PIROTECNICHE A FUMI COLORATI

Per la produzione di fumi colorati, si possono seguire tre metodi:

- 1° Dispersione meccanica di sostanze solide.
- 2° Reazioni chimiche.
- 3° Vaporizzazione di opportune sostanze coloranti.

Il primo metodo non è molto efficace ed è stato limitato durante la prima guerra mondiale alla produzione degli artifici a nuvoletta azzurra e rossa, nei quali, per mezzo di castagnole, veniva ottenuta la dispersione di opportuni coloranti che erano il bleu oltremare (per la nuvoletta azzurra) e il cinabro (per la nuvoletta rossa): furono tentati anche alcuni altri miscugli, ma senza buon risultato.

Il secondo metodo di produzione di fumi colorati, per mezzo di reazioni chimiche, pur essendo buono teoricamente, non ha dato praticamente, almeno per le miscele finora provate (fatta eccezione per qualcuna), risultati soddisfacenti.

¹ Per maggiori dati cfr.: Izzo, *Guerra chimica e difesa antigas*, 4a ed., Hoepli, 1943, capitolo X, pag. 379 e segg.

Per il terzo metodo, che pare sia stato tentato per i primi dai giapponesi, si è cercato in un primo tempo di utilizzare alcune sostanze inorganiche colorate (specialmente iodio), ma, non essendo stati coronati da successo i tentativi, si è studiato di vaporizzare sostanze coloranti organiche mediante adatti agenti ossidanti (nitrati e clorati) ed aggiungendo, ai miscugli dello zucchero di latte, sostanza che funziona da combustibile.

Cioè, schematicamente, un miscuglio per fumo colorato è così formato:

parte combustibile: zucchero di latte in parte e in parte la stessa sostanza colorante;

parte comburente: clorato o nitrato potassico o nitrato sodico;

parte colorante: sostanza colorante organica funzionante anche da combustibile.

Però l'inconveniente che si verifica in generale con questo metodo è che non si può adoperare una qualunque sostanza organica, anche se dotata di un forte potere colorante, come potrebbe sembrare a prima vista. Si possono invece adoperare solo quelle sostanze che non siano decomposte per azione del calore generato quando la miscela viene accesa e che abbiamo tra l'altro il punto di fusione e d'ebollizione abbastanza vicini, in modo da evitare o da ridurre al minimo la formazione di sostanze liquide che indebolirebbero l'effetto colorante,

È bene osservare a questo proposito che, in alcuni casi di in piego militare, necessita che le fumate prodotte abbiano un colore molto intenso, altrimenti, specie se vedute a notevole distanza, appaiono agli osservatori ben presto bianche.

I dispositivi fumogeni normalmente usati sono costituiti da cilindri di varie dimensioni, che contengono le miscele pressate.

Per i fumi gialli si possono impiegare o sostanze inorganiche, come il trisolfuro d'arsenico, oppure organiche (auranina, crisoidina).

Per i fumi rossi i coloranti più usati sono il rosso di paranitroanilina e la rodamina.

Per i fumi verdi miscugli a base di indaco e auramina.

I fumi neri sono i meno facili ad ottenersi, specie per ottenere che a distanza siano visti bene e non confusi con altri colori: si adoperano sostanze ricche di carbonio (naftalina, antracene, car-

bone di legna, ecc.), mentre il clorato, se fa parte della composizione, agisce da ossidante. Anticamente si usavano per tale scopo miscugli di nitrato potassico e pece, ma i fumi erano, più che neri, grigiastri.

Recentemente è stato anche usato come materia prima l'escloroetano.

PARTE SECONDA

CAPITOLO I

FUOCHI DI GUARNIZIONE

I fuochi di guarnizione sono quei piccoli fuochi che stanno nell'interno di altri maggiori. Essi sono: le stelle, la pioggia di fuoco, i serpentelli, le colombe, ecc.

A) STELLE

Si mescola la composizione, fatta secondo una delle «formole» segnalata nel ricettario o preferita dal pirotecnico, con del bianco d'uovo, formando una pasta densissima.

Alcuni pirotecnici fanno le stelle, mescolando la composizione contenente clorato potassico - con dell'acqua in cui è stata sciolta della gomma arabica: le stelle fatte in tal modo possono accendersi spontaneamente, mentre invece quelle bianche o colorate - contenenti nitrato potassico - si possono impastare con la soluzione acquosa di gomma (per un litro d'acqua da 16 a 18 g di gomma). Questa pasta densa si spiana su di una lastra di marino in modo da avere l'altezza di uno o due centimetri e si taglia con un coltello prima per lungo e poi nell'altro senso, formando così tanti piccoli cubi.

Questi cubi si rotolano su di una tavola sparsa di polverino.

Si lasciano poi essiccare al sole, rimuovendoli spesso, non adoperandoli che quando sono completamente asciutti.

Le stelle per candele romane debbono essere cilindriche ed avere un diametro un po' minore di quello del cartoccio della candela romana, nella quale vanno introdotti senza attrito. Ciò si ottiene con un piccolo cilindro di stagno di opportuno diametro,

che si calca nella pasta di stelle e per mezzo di una bacchetta che dall'altra estremità del cilindro spinge la stella facendola cadere sulla tavola sparsa di polverino.

Le composizioni per stelle debbono essere molto vive, altrimenti non solo non danno un bell'effetto, ma possono anche spegnersi, se lanciate in aria con troppa forza.

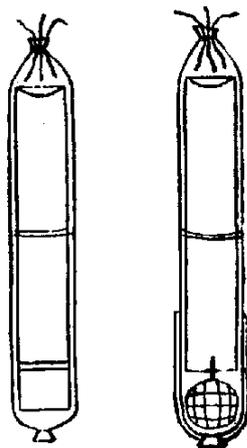
B) SERPENTELLI

I serpentelli sono delle piccole fontane caricate con apposite composizioni di polvere (veggasi ricettario) nello stesso modo indicato per le fontane (veggasi in appresso).

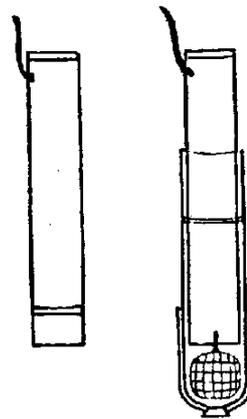
Per lo più si fanno con carte da gioco usate, arrotolate sopra una bacchetta di 7 mm di diametro, e risultano lunghi 8 cm circa.

I serpentelli possono essere semplici, a piruetta, a girello.

I *semplici* sono perfettamente simili alle fontane, con la unica differenza nel diametro che, nei serpentelli, è minore: esso non deve essere minore di 1 cm e la lunghezza di circa 5-6 cm (fig. 5).



Serpentelli semplici



Serpentelli a piruetta

Quelli *a piruetta* sono delle fontane che hanno un'estremità otturata con argilla battuta; da un lato si fa il buco, si mette lo stoppino e poi si carica. Dopo si piega lo stoppino sulla fontana e si lega: quindi si mette un po' di pasta di polvere umida presso

il buco. Il calibro non deve essere minore di 1 cm e la lunghezza di 6 cm (fig. 6).

I serpentelli sono anche usati entro le granate: in tale caso, entrambi i tipi, se non hanno la castagnola (detta anche la « botta » in termine pirotecnico) di dietro, debbono essere otturati con uno strato sottile di argilla, affinché nello scoppio della granata non si accendano anche per la parte opposta.

Invece se si vuol mettere la castagnola, non si usa l'argilla e si incartocciano.

I serpentelli semplici con castagnole si avvolgono in una striscia di carta più lunga Per 4 cm dalla parte della castagnola, per 2 cm dalla parte degli stoppini; questa striscia si attacca nel centro e si stringe dalla parte della castagnola.

Quindi si prendono due o tre piccoli stoppini, si mettono sulla bocca del serpentello, si stringe e si attacca la carta. Finalmente un'altra piccola striscia di carta si incolla sulla parte della castagnola. L'attacco centrale della striscia di carta serve ad evitare che gli stoppini diano fuoco alla castagnola sottostante. L'ultima striscia incollata serve per garantire la castagnola dallo scoppio della granata. Quando i cartocci sono grandi, in vece della castagnola si possono mettere due o tre stelle colorate, oppure le stelle nel cartoccio e la castagnola fuori: in questo caso vengono chiamati *serpentelli a stelle*.

I semplici, otturati con argilla, s'incartocciano nello stesso modo per tenere a posto i piccoli stoppini sulla bocca del serpentello.

I serpentelli a *piruetta* con castagnola si avvolgono soltanto nella parte inferiore, si attaccano e s'incollano come sopra. Quelli senza castagnola non s'accartocciano

I serpentelli a *girello* hanno due buchi laterali ed opposti. Si prende una fontana otturata da una parte con argilla battuta, si fa il buco e si mette uno stoppino lungo e poi si carica; quindi si fa l'altro buco opposto al primo, si mette lo stoppino e si ottura con argilla battuta, infine si uniscono i due stoppini e si attaccano senza avvolgerli nella carta.



Fig7
Serpentelli
a girello

Questi serpentelli hanno un diametro interno di 2 cm almeno ed una lunghezza di circa 8 cm. Le fontane per questa specie di serpentelli debbono essere coperte di spago impeciato, cioè senza vuoto (fig. 7).

C) FARFALLE (o Colombe)

Sono delle fontane da 6 a 8 cm di lunghezza e di diametro da 2 cm a 2 1/2.

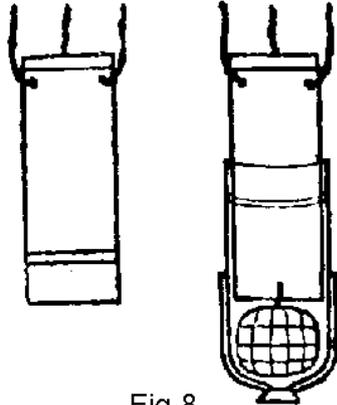


Fig 8

Farfalle o colombe

Per allestirle si prende una fontana, si ottura ad una estremità con argilla battuta, si fanno tre buchi e si mettono gli stoppini. Quindi si carica e si ottura coll'argilla.

Se si vuole mettere la castagnola, si avvolge la parte inferiore in una striscia di carta che si stringe dalla parte della castagnola e si lega nel centro della fontana. Gli stoppini poi vengono

piegati in alto e legati (fig. 8).

D) GIRANDOLETTE

Sono serpentelli a girello che hanno a ciascuna estremità un piccolo «bengala». Si fa il serpentello a girello senza buchi e si fissano ai due estremi i due piccoli bengala con un sottile filo di ferro che, girando attorno alla fontana per lungo, mantiene il fondo dei bengala. Quindi s'incollano con una striscia di carta i due fondi al serpentello e si fanno i due buchi.

Finalmente si mettono gli stoppini in modo da accendere il tutto contemporaneamente (fig. 9).



Fig 9
Girando-
letta

E) STELLE A CASTAGNOLA

Le stelle a castagnola sono dette anche « lumi a botta ». Per allestirli si prende una castagnola e vi s'incolla intorno una carta in modo da assicurare che lo spago non bruci.

Con un punteruolo si fa un buco e si mette uno stoppino molto corto; su questo della pasta di polvere: successivamente si co-

pre la castagnola uniformemente con la composizione in pasta per stelle.

Quando la stagnola è grande si avvolgono attorno ad essa due fili di cotone bagnati nella composizione per stelle; indi si completa col sovrapporre la composizione.

F) PIOGGIA DI FUOCO

La pioggia di fuoco non è altro che una piccola fontana chiusa completamente da un lato, mentre dall'estremità aperta esce il getto di fuoco.

I cartoncini accesi in aria cadono lentamente, lasciando dietro di loro tante strisce di fuoco: da ciò il nome di pioggia di fuoco. Escono per lo più dalle granate.

Per farli si prende una fontana, che può avere anche lo spago impeciato avvolto a spirale, dato che la composizione non si deve batter molto, e si ottura ad un'estremità con argilla battuta. Si finisce col caricare sempre 2 cm sotto dell'orlo, e in questo vuoto si mettono degli stoppini lunghi 4 cm, si battono un po' e si piegano.

Le fontane debbono avere una lunghezza di cm 6 ed un diametro da 1 a 2 cm.

G) PIOGGIA CON LUMI SOTTO

Caricate le fontane come sopra, però fino all'orlo, si prende una striscia di carta larga 4 cm e si avvolge dalla parte otturata della fontana in modo da fare il cartoccio del bengala e si lega bene. Poi si carica il piccolo bengala comprimendo bene la composizione. Su questa si mette il cosiddetto «vivo» (composizione bianca con molta polvere) un po' umido, e sul "vivo" la pasta di polvere. Il «vivo» è indispensabile per impedire che il bengala possa spegnersi, come potrebbe accadere mettendo solo la pasta di polvere. Per assicurare il bengala dallo scoppio della bomba, s'incolla attorno una striscia di carta più larga del bengala in modo che questo risulta ancora meglio unito alla fontana. Poi si prende uno stoppino e si avvolge per lungo in modo da accendere il bengala e la fontana e si attacca.

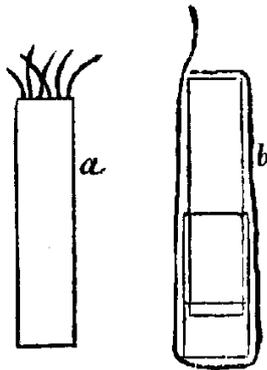


Fig 10 - a, pioggia;
b, pioggia a lumi

Finalmente con la pasta di polvere si fa aderire lo stoppino alle due estremità (fig. 10).

Invece delle fontane si può far uso di cartocetti aperti da ambo i lati. Questi si caricano su di una forma, che consiste in un piccolo rialzo cilindrico, il quale, entrando nel cartoccio, forma il vuoto destinato pel bengala. Dall'altra estremità si carica con una composizione per pioggia, poi si toglie dalla forma e nello spazio vuoto

si mette la composizione per bengala.

Questo metodo è da preferirsi non solo per essere più semplice, ma perché messa insieme una certa quantità di questi cartocetti si ha ancora una forma cilindrica.

Questo tipo di fuoco di guarnizione non è più molto in voga.

H) STELLE A SERPENTELLI

Si fanno i serpentelli come tutti gli altri e si mette anche il polverino calcandolo col ferro, come sarà detto per le fontane. Indi sulla bocca del serpentello si fa il cartocetto pel « bengala » che si carica con *composizione viva* per stelle. Quindi si mette il « vivo » e la solita pasta di polvere. Si incartocciano e si stoppinano come i serpentelli. Accesi, appaiono prima come stelle e poi si trasformano in serpentelli.



Fig 11
Stelle a
serpentello

I) FIAMMETTE A VARIO COLORE

Si fanno dei cartocetti per bengala lunghi da 4 a 6 cm, si situa il tubo su di un piccolo rialzo cilindrico e si carica con diversi strati di composizione per stelle. Indi si toglie il cartocetto dalla forma e nel vuoto rimasto di sotto si mette la castagnola, che si mantiene a posto con un disco di carta incollata. Dall'altro lato si mette la pasta di polvere. Finalmente s'incartocciano e si mettono gli stoppini come nei serpentelli.

Si può fare anche a meno della forma situando il cartocchetto su di un piano e caricando fino ad una certa altezza per lasciare il vuoto riservato per la castagnola.

CAPITOLO II

FUOCHI FISSI

Si chiamano fuochi fissi quelli che a differenza dei cosiddetti fuochi aerei sono destinati a bruciare in sito, e che, se anche soggetti ad un relativo movimento, sono fissati ad una armatura che deve partecipare del moto stesso.

A) FONTANA

Le fontane, dette anche getti, si facevano in altri tempi caricando di composizione pezzi di canna comune (*Arundodonax*) preparati avvolgendovi attorno, negli internodi, dello spago impeciato, e segati sotto i nodi. Oggi, per questi pezzi, che sono tra i più importanti impiegati in pirotecnicia, si ricorre esclusivamente ai cartocci a forma di tubo, fatti di buona carta incollata, adottando così per ogni applicazione le giuste dimensioni e spessori di parete che l'esperienza ha dimostrato più adatti.

La lunghezza della fontana è proporzionata al suo diametro: ordinariamente è da 6 a 8 volte il suo diametro interno.

Prima di caricare il cartoccio, se ne strozza il fondo al modo solito, si colloca nella strozzatura una pallottola di argilla o di carta pesta e si comprime. Le fontane si caricano con imbuto e bacchetta lunga poco più del cartoccio, adoperando un mazzuolo di legno per battere la composizione. Il mazzuolo deve essere di dimensioni diverse, secondo il diametro della fontana; è buona regola non dare mai colpi obliqui.

Nell'eseguire il caricamento delle fontane importa curare che la compressione della composizione risulti uniforme in tutta la lunghezza. Perciò la composizione si versa e si comprime a più riprese o cariche. Una fontana di 6 cm avrà in tutto 3 o 4 cariche, una di 8 cui avrà da 4 a 5 cariche. Ogni carica vien battuta con 14 o 15 colpi di mazzuolo.

Il caricamento di una fontana richiede molta pratica: la regolarità della sua combustione, la sicurezza contro possibili esplosioni, il getto caratteristico di scintille, il movimento impresso ai pezzi rotanti, dipendono, oltre che dalla costituzione della composizione, anche dalla sua giusta ed uniforme compressione. Perciò si fissa il numero delle cariche, il numero dei colpi di mazzuolo per ciascuna carica ed anche le dimensioni del mazzuolo in relazione a quelle della fontana.

Caricata la fontana, occorre praticarvi il foro d'alloggiamento

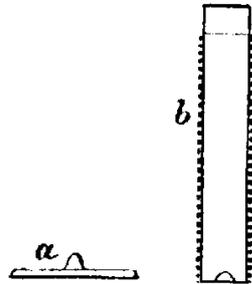


Fig. 12 - a, rialzo di ferro per caricare le fontane; b - fontana carica

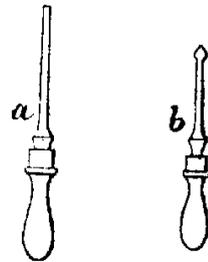


Fig. 13 - a, ferro per bucare le fontane; b, ferro per comprimere il polverino

per gli stoppini, l'incendivo e la bocca d'uscita per il getto delle scintille: a tale scopo si impiegano dei ferri, detti comunemente sgorbie (fig. 13), mediante i quali si formano dei fori nel tappo di carta o di argilla, che era stato adattato sulla strozzatura del cartoccio prima di iniziare il caricamento.

La sgorbia si deve estrarre non appena ha raggiunto il primo strato di polvere. Il foro deve essere proporzionato al diametro della fontana, preferibilmente più largo invece che più stretto; giacché se è stretto la fontana può anche esplodere, mentre se è un po' più largo darà luogo solo ad un sibilo meno forte. È perciò necessario avere diverse *sgorbie* di varia grandezza.

Nel foro si mette della polvere fina, quindi con un ferro che termina a testa di chiodo (fig. 13, b) si calca, comprimendo così la polvere. Di questi ferri ne sono sufficienti tre per le tre dimensioni delle fontane (piccole, medie, grandi). Da questo foro esce

con veemenza un lungo getto di fuoco e la veemenza è tale che, se la fontana è posta su di un asse mobile, ha la forza di far girare quest'asse e tanto più rapidamente quanto più viva è la composizione. Per questa ragione per le fontane giranti si adoperano le composizioni vive, mentre di composizioni lente si caricano soltanto le fontane fisse, quelle cioè che, attaccate ad un sostegno, non si muovono.

Per la stessa ragione del moto, alle fontane giranti si fa il foro più stretto di quelle fisse. Il foro delle prime sarà lungo $1/4$ o poco più del diametro interno della fontana, mentre il foro delle seconde varia da $1/4$ a $1/3$.

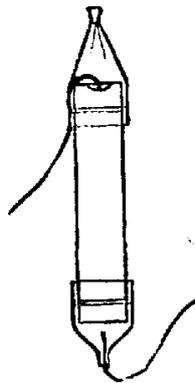


Fig. 14 - Fontana da gioco

L'accensione delle fontane, a mezzo degli stoppini, si effettua in modo diverso a seconda che si tratti di *fontane da gioco, per rotelle o a giardino*.

Le « fontane da giuoco » sono quelle che debbono accendersi l'una dopo l'altra, e sono fisse verticalmente. Quelle « per rotelle » sono le fontane che si mettono attorno alle diverse ruote per farle girare. Quelle poi dette « a giardino », si accendono tutte insieme e sono fisse verticalmente.

L'accensione con stoppini delle fontane da giuoco (fig. 14) ha luogo in questo modo: si prende uno stoppino lungo abbastanza, avvolto nella carta e scoperto alle due estremità, si comprime l'estremità dello stoppino sul polverino col ferro a testa di chiodo e si avvolge l'estremità della fontana con un po' di carta, che si stringe e si lega. Sotto

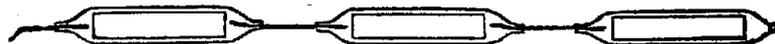


Fig. 15 - Fontana per rotelle

la fontana si mette un'altra striscia di carta che serve per stringere un altro stoppino, il quale va a comprimersi sul polverino della fontana seguente come prima. In questo modo, spenta una fontana, si accende un'altra.

Le « fontane per rotelle » (fig. 15) si avvolgono in una striscia di carta più lunga della fontana per due dita dall'una all'altra e

stremità: si legano nel mezzo, indi si mettono in fila l'una dopo

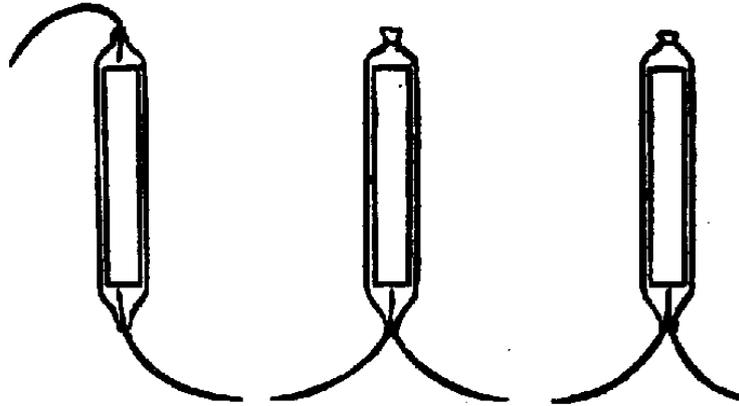


Fig. 16 - Fontane a giardino

l'altra e si congiungono con gli stoppini.

Le "fontane a giardino" (fig. 16) si accendono così: si avvolge ciascuna fontana con una striscia di carta più lunga due dita dall'una e dall'altra parte, dalla parte di sotto si stringe la carta e si lega. Indi si prende una coppia di stoppini, uno stoppino col «beccuccio» e l'altro senza, e si lega sulla bocca della fontana.

Finalmente si fa entrare nel beccuccio lo stoppino della fontana seguente.

Nei «fuochi d'artificio» queste fontane sono sei, due di esse in basso hanno gli stoppini come le fontane da giuoco, per comunicare il fuoco agli elementi messi di sopra.

Le fontane a limature, prima di essere caricate, si apparecchiano mettendo una prima carica di polvere e carbone, affinché nel fare il buco alla fontana il ferro non abbia attrito con la lima.

Fontane a filiera. - Queste debbono essere di diametro piuttosto grande, d'ordinario si fanno di diametro superiore a 2 cm e il foro deve essere più grandetto delle altre fontane (circa $\frac{1}{3}$ del diametro interno). La polvere deve essere ottima. Quella in grani serve per fare saltare la filiera ed i grani debbono essere proporzionati al diametro della fontana. La filiera per le fontane medie si spezza un po', per le fontane grandi invece dev'essere a grossi

aghi. Occorre non dimenticare la prima carica di polvere e carbone detta sopra.

Fontane a fuoco cinese. - Hanno il foro largo quanto quello delle fontane a filiera.

Fontane di grosso calibro. - Le fontane molto grandi si fanno di cartone (fig. 17). Si prende un cilindro di legno e su questo



Fig. 17
Fontana
a grosso
calibro

si avvolge il cartone incollandolo con colla di farina. Affinché queste fontane si possano usare un paio di volte, i primi giri si fanno di cartone incombustibile. Indi con spago impacciato a due o tre fili si fa una fascia a giri compatti alle due estremità, girando lo spago a spirale nel mezzo della fontana, ma non troppo rada. Si toglie la forma, si getta nel cilindro di cartone dell'argilla e per mezzo di una bacchetta e di un mazzuolo pesante si batte ben bene, e ciò finché l'argilla non abbia l'altezza di un dito e più. Finito di caricare, se non deve dar fuoco ad un'altra, si mette di nuovo l'argilla e si batte. Per queste fontane di grosso calibro riesce più comodo usare la bacchetta da caricare di legno duro e il mazzuolo di ferro. Queste fontane servono o per dar moto ad assi giranti, ed allora vanno caricate con le stesse composizioni di quelle di più piccolo calibro, o sono fisse a sostegni e allora andrebbero caricate con composizioni brillanti. Talvolta però, a motivo del loro diametro, si adoperano composizioni più lente e

che danno un fuoco più ricco di scintille.

B) CASTAGNOLE (o BOTTE)

Per fare i cartocci ci vogliono delle forme di varia dimensione (fig. 18). La forma può essere cilindrica o cubica, nella pratica però riesce più facile la forma cubica. Nella parte superiore dell'una o dell'altra forma, nel centro, vi dev'essere un buco per ricevere il punteruolo come è appresso detto.

Le castagnole si fanno o con polvere, oppure con una composizione detta «fulminante».

Castagnole a polvere. - Si prende una striscia di carta a mano o simile, larga tre a volte il diametro della forma, e si avvolge in modo che rimanga una lunghezza di carta pari ad un diametro fuori della forma per chiudere il cartoccio. Si prende una striscia di cartoncino larga un diametro e si avvolge attorno, in mezzo della prima striscia, per inspessire le pareti della castagnola. Poi si avvolge un'altra striscia di carta larga tre diametri come la prima. Si piega tutta la carta rimasta fuori della forma sulla forma stessa e si batte la forma dalla parte opposta per far piegare bene la carta. Poi si effettua un foro con un punteruolo e si toglie il cartoccio dalla forma. Si fa entrare nel foro uno stoppino non tanto fino e si riempie il cartoccio di polvere in grani per un diametro; si piega tutta la carta rimasta sulla polvere, chiudendo e comprimendo bene la carta a poco a poco. Chiusa completamente, si allaccia con lo spago impeciato bene stretto e serrato.

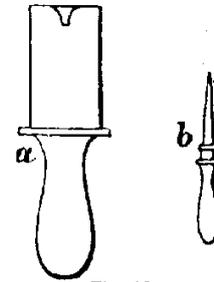


Fig. 18
a, forma per botte
b, punteruolo

Alcuni pirotecnici immergono queste castagnole in un baglio di pece greca molto caldo e poi le bucano per stoppinarle, ma questa lavorazione è pericolosa. Per ottenere uno scoppio molto forte basta allacciar bene la castagnola.

Castagnole a composizione fulminante. - Sono quelle più generalmente usate perché lo scoppio è più istantaneo e più forte. Ciò deriva perché la composizione detta fulminante - a base di clorato¹ - ha maggiore potenza della polvere; infatti il cartoccio della castagnola, in questo, caso, sparisce completamente, mentre rimane sempre per quelle caricate a polvere.

Il cartoccio di tale tipo di castagnola va fatto con molta cura: all'interno la prima striscia si fa con carta morbida (carta da

¹ Rammentiamo che per la legge di P. S., mentre è ammesso l'uso del clorato di potassio nelle composizioni luminose, così *non* è per le castagnole: cioè esse sarebbero proibite dalla legislazione italiana per ragioni di sicurezza.

stampa) affinché la composizione non abbia eccessivo attrito, specialmente quando si chiude il cartoccio, ed allora bisogna avere particolari cure. Il cartoccio però si fa ancora più solido, aggiungendovi qualche altra striscia di carta a mano. Lo spago si mette più rado che in quelle fatte a polvere.

Tanto nelle castagnole a polvere quanto in quelle a composizione fulminante, dove lo stoppino entra nella castagnola, vicino al buco cioè, si mette un po' di pasta di polvere appunto per non far spegnere lo stoppino proprio lì.

Fatta la castagnola, questa si avvolge in una striscia di carta e si stringe al di sotto; dall'altra parte si mette lo stoppino che termina poco di fuori del cartoccio, si stringe la carta d'intorno e si sovrappone un beccuccio, nel quale si infilerà lo stoppino che deve comunicare con altri fuochi. Se poi si deve accendere da sola, allora invece del primo stoppino si metterà una piccola fontana.

Nella pirotecnia sono in uso diverse composizioni fulminanti; quelle più adoperate sono riportate nel ricettario. Particolarmente violente sono quelle al solfuro di antimonio e clorato.

Comunque, tutte vanno maneggiate con molta delicatezza, giacché, data la loro grande accendibilità, qualche volta basta un leggero attrito per farle esplodere. Pesati i diversi componenti, si mescolano delicatamente, *evitando un soverchio attrito* e si passa la composizione allo staccio.

Altre castagnole sono fatte in modo che, gettate a terra con forza, esplodono rumorosamente.

Si fanno con un cartoccio non tanto doppio ripieno di miscuglio al clorato e piccole pietre: quindi si avvolge il cartoccio con un po' di spago. Esse sono molto pericolose, giacché scoppiando le pietruzze sono gettate lontano e possono produrre danni alle persone.

C) TRACCHI

Questi si fanno ordinariamente con carta da stampa. Si prende un foglio di carta, si apre e si divide per lungo in due parti: ogni parte è la carta per un tracco. Questa striscia di carta si piega per metà in lungo e nella piegatura si mette della polvere fina, ma non del tutto polverizzata, per avere maggiore effetto nell'esplosione. Si colloca lo stoppino da un lato o da tutti e due, e si piega successivamente su se stessa, badando però di non far muovere la polvere, altrimenti nello sparo il tracco «si spezza». Poi si piega a zig-zag (fig. 19).

Si fa allora un'attaccatura per lungo con un altro spago e si

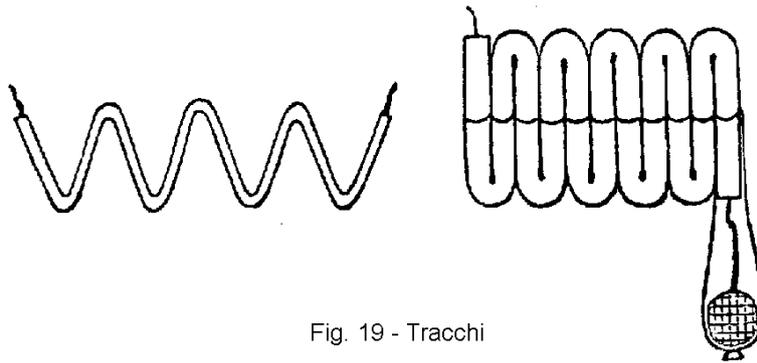


Fig. 19 - Tracchi

rinforza a zig-zag, tra le pieghe del tracco.

Se si vuole mettere anche una castagnola, allora il tracco deve avere uno stoppino d'ambo i lati e, prima di legarlo, si avvolge la castagnola in una striscia di carta e si lega alla estremità del tracco; indi si lega il tracco (fig. 20, a).

Se si vuole fare un tracco lungo, allora si fanno prima i diversi tracchi come sopra a due stoppini, indi si uniscono prima di attaccare in questo modo: si prendono due estremi muniti di stoppini e si avvolgono in un po' di carta che si piega da un lato e la legatura è fatta (fig. 20, b). Poi si attacca il tracco così composto.

Per avere poi un tracco a diverse castagnole si fa in questo modo: nel cartoccio della castagnola si mettono le estremità di due tracchi e si lega bene. Le castagnole vanno messe da un lato una e l'altra dal lato opposto.

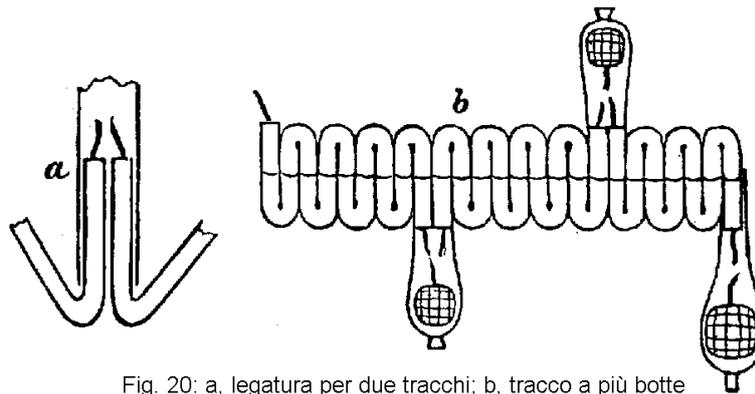


Fig. 20: a, legatura per due tracchi; b, tracco a più botte

D) BENGALA o LUMI

Sono dei cartocci cilindrici lunghi, spesso caricati a diversi colori e che si adoperano o nelle "illuminazioni" rappresentanti templi, case, ecc. o in altri fuochi, e sono quelli di maggior diametro. I primi sono detti anche lance o lumi.

Di solito i bengala hanno un diametro superiore ai 12 mm, mentre i lumi hanno un diametro minore a 10 mm.

Cartoccio. Il cartoccio si fa sempre di carta a mano, o simile. Si prende una striscia di carta lunga quanto il bengala e si avvolge intorno alla bacchetta, che può essere la stessa bacchetta in ferro per caricare, purché prima si avvolga d'intorno una striscia per farla diventare più spessa. Se il diametro è di 1 cm, due giri di carta bastano e i lumi si dicono sottili; se invece di 2 cm, occorrono tre o quattro giri di carta e i lumi si dicono doppi. Avvolta la striscia di carta ben stretta si incolla l'orlo e si chiude il cartoccio da una estremità. Quando è ben asciutto, si mette nel fondo dell'argilla e con la bacchetta si comprime bene. Sull'argilla poi si mettono le diverse composizioni ed in ultimo la pasta di polvere.

Lumi. - I lumi, come si è detto, servono per illuminare disegni di templi, castelli, stemmi, ecc.

Si accenna come vengono caricate le lance, perché ciò che riguarda le «illuminazioni», la disposizione delle lance e l'accordo

dei colori viene svolto nell'apposito capitolo sui «Grandi fuochi d'artificio».

I lumi, a causa della finezza del cartoccio, si caricano con un piccolo imbuto di cartone (fig. 21), si mette l'estremità dell'imbuto nella bocca del lume, si cala la bacchetta di legno (1) e si versa la composizione nell'imbuto; alzando ed abbassando successivamente la bacchetta, il lume si carica. Per ultimo si mette il "vivo" un po' umido e si calca; poi si mette la pasta di polvere.

Per ottenere lo scopo che molti lumi cambino istantaneamente di colore, il miglior metodo è di misurare con la bacchettina l'altezza della composizione, facendo un segno sulla bacchettina, per

es. un segno con la lima. Quando nel caricare si vede il segno presso la bocca del lume, si lascia. In questo modo, essendo i lumi tutti della stessa altezza, riescono carichi per una medesima altezza di una data composizione: inoltre dovrebbero essere caricati con diversa pressione per non cambiare di colore istantaneamente. Nell'imbuto poi, per semplice comodità si versa una quantità di composizione già preventivamente misurata.



Fig. 21
Sistema di
caricamen
to dei lumi

Bengala. - I bengala propriamente detti hanno il cartoccio di diametro superiore ai 12 mm. A preferibile caricare anche i bengala con bacchetta di legno, anziché di metallo.

La composizione si prende col cartoccio stesso e si calca con la bacchetta. Si badi che presso l'orifizio del tubo la carta sia ben stretta, senza fessure, nelle quali potrebbero entrare nella composizione e quindi brucando il bengala nuocere alla composizione sottostante.

Le composizioni per le lance non sono sempre le stesse di quelle dei bengala. Infatti la stessa composizione messa in ¹ un tubo di piccolo diametro fa un effetto, messa in un tubo di dimensioni doppie ne fa un altro, perché la fiamma, con l'aumen-

¹ Molti pirotecnici usano tuttora caricare i lumi con bacchette di ferro: ciò è pericoloso.

tare del diametro, ha, per la maggior quantità di gas che si sviluppa contemporaneamente, maggior forza. Perciò le composizioni per le lance debbono essere piuttosto vive, quelle per bengala un po' lente. Inoltre alcune composizioni che lasciano molti residui solidi non si possono adoperare per le lance, perché potrebbero otturare parzialmente l'orifizio del tubo con produzione di una fiamma corta, ineguale e con scarsa intensità luminosa.

Ordine con cui vanno messi i colori nel cartoccio. - Le composizioni colorate si mettono nel cartoccio con questo ordine: prima il bianco, poi il rosso e quindi il verde. Sul verde si può mettere o il violetto o l'azzurro o il giallo.

Così per es.:

Bianco	Bianco	Bianco
Violetto	Azzurro	Giallo
Verde	Verde	Verde
Rosso	Rosso	Rosso
Bianco	Bianco	Bianco

Il verde non deve star mai presso il bianco e non deve uscire dopo il rosso, giacché se si accende prima il rosso e poi il verde, questo rimarrà sbiadito.

E) FIAMME

Le fiamme non sono che bengala molto grossi che si mettono per lo più nella parte inferiore dei pezzi di fuoco, ove accendendosene diverse nell'istesso tempo danno una grande intensità luminosa (fig. 22).

Il cartoccio si fa così: si prende una striscia di carta, su questa s'incolla una striscia di cartoncino della stessa lunghezza, ma più stretta di un diametro della fiamma. Sul cartoncino s'incolla una specie di carta che arriva a fare un giro intorno alla forma. Si avvolge il tutto intorno alla forma incollando. Indi si piega sulla forma l'estremità dove sta la sola carta e si toglie il cartoccio dalla forma. Prima di adoperarlo si mette in fondo dell'argilla e si batte colla forma, poi si mette la composizione. La composizione nelle fiamme si batte con una bacchetta cilindrica di legno, dando colpi moderati con un mazzuolo leggero (attenzione a non

battere tanto forte le composizioni colorate, perché potrebbe avvenire uno scoppio).

Si termina di caricare con la composizione bianca. Sul bianco si sparge un po' di polvere fina, con una carta si chiude la bocca della fiamma e si lega.

Per mettere lo stoppino si fa un buco di lato alla carta, si introduce lo stoppino e lo si piega in alto. Finalmente con un'altra carta si avvolge questa estremità della fiamma e si mette lo stoppino come nei bengala.

Le fiamme ordinariamente si fanno lunghe non più di venti centimetri.



Fig. 22
Fiamma

F) CANDELE ROMANE

Sono dei cartocci lunghi e robusti, caricati con una composizione viva, interrotta di distanza in distanza da una stella che è riposta su di una piccola carica di polvere (fig-23).



Fig 23
Candela
romana

Per le candele romane, i cartocci sono fatti con cartoncino forte e sopra una forma cilindrica, che ha da 1 a 2 cm di diametro e dai 3 ai 4 cm di altezza. Si prende una bacchetta del diametro desiderato, ma non tanto sottile, e si fa il cartoccio a tutta colla. Esso deve essere lungo da 16 a 18 volte il diametro interno e a tre giri di cartoncino se di piccolo diametro e di sei se di diametro molto grande.

Si chiude da una parte e si rinforza il fondo con un di argilla battuta.

Si comincia a caricare col mettere una carica di polvere in grani, indi una stella che si preme leggermente colla bacchetta. Le stelle debbono essere ben calibrate, dovendo scorrere colla massima facilità nel cartoccio, e se una stella non cade facilmente nel cartoccio, meglio levarla anziché spingerla con qualche sforzo, col pericolo di accendere la stella e per conseguenza la composizione sottostante.

Sulla stella stessa si versa la composizione, che si batte con precauzione per non accendere la stella di sotto. Indi si mette una nuova carica di polvere in grani, una stella e di nuovo la composizione; e così fino a che il tubo non sia carico, terminando con la composizione che si ferma due dita sotto l'orifizio del tubo. Per ultimo si mette un po' di pasta di polvere.

La lavorazione delle candele romane richiede un po' di pratica, giacché solo l'esperienza può determinare la quantità di polvere in grani che si deve mettere sotto la stella. Questa carica non è sempre uguale in tutta la lunghezza del tubo: presso l'orifizio è massima, mentre diminuisce man mano che si va verso il fondo. Ciò perché il cartoccio non brucia assieme alla composizione, ma molto più lentamente: di conseguenza le prime stelle avendo una lunghezza limitata di tubo richiedono una carica maggiore per il lancio, mentre le ultime avendo una lunghezza maggiore di tubo non bruciato richiedono una carica minore, giacché con la lunghezza del tubo aumenta la durata dell'impulso dato dalla polvere.

Si deve anche badare che queste cariche non siano né troppo forti, perché, se le stelle fossero proiettate con troppo forza finirebbero con lo spegnersi in aria, né troppo deboli, perché le stelle appena uscite dal tubo cadrebbero a terra.

La composizione poi tra una stella e l'altra non deve essere tanto corta, giacché in questo caso possono accendersi anche due stelle consecutive. Lo stesso succede quando la composizione non è battuta sufficientemente. In generale, la composizione non deve essere mai meno di tre diametri interni.

Mosaici - Sono delle candele romane che mandano fuori delle stelle dette «globetti di fuoco» fatti con una composizione segnalata in appresso, che lasciano dietro di loro una lunga coda di scintille.

Fatta la composizione, vi si passa sopra una palla di ferro, indi si setaccia. Si umetta la composizione con una soluzione acquosa di gomma arabica e si batte in un mortaio. Indi si fanno le stelle come le altre, comprimendole bene.

G) SBRUFFI

Sono degli imbusti di cartone che contengono una carica di polvere in grani e poche stelle. Servono per abbellire i fuochi fissi (fig. 24)

Si fa un imbuto non tanto largo di carta incollata, e si rinforza incollandovi sopra un'altra carta.

Si taglia l'estremità per tondeggiarla e l'apice per, farvi un piccolo buco. In questo si introduce uno stoppino che va nell'interno dello sbruffo. Indi si versa una carica di polvere in grani e tre o quattro stelle non tanto grandi. Poi sulle stelle si mette un po' di carta morbida e si comprime dolcemente.

Finalmente si ottura la bocca allo sbruffo con un tondo di carta incollata. In questo modo, dato fuoco allo stoppino, si accende la carica di polvere e le stelle vengono lanciate in aria.



Fig. 24
Sbruffo

H) MORTALETTI

Sono degli sbruffi grandi che servono per lanciare in aria piccole granate o granatine (fig. 25). Si prende mezzo foglio di carta, si stende per lungo e s'incolla sopra una striscia di cartoncino della stessa lunghezza, ma un po' più stretta, confrontando due margini di lunghezza. Indi sul cartoncino si incolla una carta della stessa lunghezza, ma più alta, in modo che, coprendo tutto, lasci un lembo dalla parte dove sono confrontati i due margini precedenti.



Fig. 25
Mortaleto

Fatto il cartoncino in questo modo, ancor fresco si avvolge intorno a un cilindro mettendo all'interno la carta più alta e incollando tutto a misura che si avvolge. Indi si tira un po' il cilindro, si stringe il cartoccio e si lega a due parti. Poi con un punteruolo si fa il foro; si leva la forma, si ritaglia il lembo di carta all'estremità del cartoccio e si riversa all'esterno incollando.

I mortaletti si caricano come gli sbruffi, con la differenza che, invece delle stelle, si mette una piccola granata come quelle descritte in appresso nella voce «bombe a granatine».

Si rinforza lo stoppino della granatina con un po' di pasta di polvere e si mette nel mortaletto collo stoppino all'ingiù.

Sbruffi caricati di stelle a raggi. - Essi sono dei cartocci cilindrici, chiusi ad una estremità come i mortaletti, però sono di minor diametro di questi.

Alcune volte si usano come cartoccio delle fontane scariche. Si mette in fondo una carica di polvere, e sopra una stella a raggi (veggasi in appresso nella voce «granate a sfera») e si chiude con carta morbida ben compressa. Acceso lo stoppino, la carica di polvere lancia la stella. Questa sotto forma d'una lunga striscia di fuoco scintillante sale verticalmente raggiungendo una grande altezza.

CAPITOLO III

FUOCHI AEREI

I fuochi aerei sono quelli che producono il loro effetto in aria: tali sono i razzi, i carciofi, le bombe.

A) GENERALITÀ SUI RAZZI

I razzi sono costituiti di solito da quattro diverse parti e cioè:

a) Una *canna tubolare* (*fig. 26*), la più importante, costituente la parte motrice dell'artificio, che si differenzia dalle comuni fontane per la carica che, nei razzi è costituita da una composizione, compressa generalmente, di polvere nera e carbone, od altra analoga, secondo le caratteristiche che si vogliono dare alla scia, nella quale carica è praticato un foro tronco-conico detto *anima*, che attraversa circa i $2/3$ di lunghezza della canna. Questa cavità ha lo scopo di estendere fin dall'inizio dell'accensione la combustione della composizione motrice in tutta tale lunghezza invece che per strati, e sviluppare perciò una grande quantità di gas, che uscendo violentemente dal piccolo orifizio inferiore imprimono a tutto il pezzo un movimento nel senso opposto al getto, e cioè un movimento ascensionale (dato che al momento della accensione il foro è rivolto in basso), in cui si mantiene per effetto della bacchetta-governale.

Trattasi del principio elementare del movimento a reazione: supponiamo che la combustione del miscuglio abbia luogo in un

recipiente chiuso, con le pareti aventi uno spessore tale da sopportare la pressione dei gas che si originano nella reazione. Ne consegue che i gas esercitano la loro pressione in tutte le direzioni delle pareti interne del recipiente, che così non si sposta, essendo in equilibrio le varie forze agenti nel suo interno.

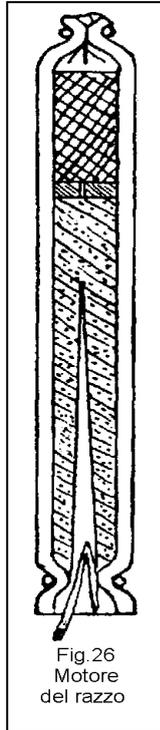


Fig. 26
Motore
del razzo

Se però il recipiente ha un orifizio alla sua estremità inferiore, attraverso il quale i gas possono uscire, mentre la pressione dei gas sulla parte superiore del recipiente continua ad esercitarsi, nella parte inferiore, dove è l'orifizio, mancando l'ostacolo, non si esercita più alcuna pressione: di conseguenza, restando ad esercitarsi solo la pressione contro la parete superiore del recipiente, questo viene spinto verso l'alto e si solleva. È altresì evidente che se la carica del razzo non avesse l'anima centrale, la sua combustione procederebbe a strati regolari e con poca velocità, mentre è per la presenza dell'anima che l'inflammazione si propaga nella parte interna della carica.

Inoltre è chiaro che la pressione dei gas nell'interno del razzo è anche in funzione delle dimensioni dell'orifizio interno inferiore e che ha un limite nella resistenza delle pareti della canna, limite che non va oltrepassato, se non si vuole incorrere nella possibilità di scoppio dell'artificio.

La velocità con cui il razzo si eleva, essendo in funzione della quantità dei gas sviluppati e della velocità di combustione, può essere regolata, agendo opportunamente sulla composizione.

La porzione di canna in cui la carica di composizione non è forata ($1/3$ circa della lunghezza e circa uguale al diametro) insieme con lo strato di creta con cui si suole chiudere la parte superiore, si chiama il *massiccio* del razzo.

Esistono metodi diversi per eseguire il caricamento della composizione motrice nella canna. il più semplice è di caricare dapprima e comprimere per strati la composizione compatta lungo tutta la canna ed in seguito con adatto arnese scavare l'anima nella composizione.

Un secondo metodo è di lasciare il vano corrispondente all'anima già durante il caricamento, inserendo prima una spina mobile.

Un terzo metodo meno impiegato è di formare la carica con diverse formelle cilindriche, le une piene, le altre con foro troncoconico, già preparate in appositi stampi, e comprimerle poi nella canna nell'ordine adatto a riprodurre la forma voluta.

b) Il *calice*, con guarnizione variabile secondo il tipo di razzo. È di solito un secondo cartoccio più sottile del primo, formato avvolgendo e legando sopra la canna tubolare, dalla parte del massiccio, una striscia di carta che viene a formare sopra al massiccio una cavità cilindrica, dentro la quale si possono collocare i diversi fuochi di guarnizione che dovranno accendersi quando il razzo ha raggiunto la sua massima altezza, e cioè stelle colorate, castagnole, razzetti, bengala con o senza paracadute, ecc., e che infine viene chiusa alla sua parte superiore mediante un cono di carta detto cappelletto.

L'accensione dei fuochi di guarnizione si ottiene, mediante alcuni stoppini attraversanti un foro praticato in uno strato di argilla che separa la parte superiore del massiccio dal fondo del calice.

Nei razzi semplici, cioè senza guarnizioni, si sovrappone direttamente il cappelletto al massiccio.

c) *L'apparato incendiivo del razzo*, che si colloca nella parte inferiore dell'anima e che deve essere protetto con adatto involucro sia contro l'umidità, sia contro le accensioni premature.

d) *La bacchetta di direzione o governale*.

Il governale serve per dirigere l'ascensione del razzo. Le bacchette si fanno di cannuce, propriamente di cime di canne, che debbono essere ben diritte. Si attaccano al razzo con due legature, una presso la bocca, l'altra presso la guarnizione.

Attaccata la bacchetta, si osserva se la posizione del centro di gravità è giusta mettendo il razzo in equilibrio su un dito a poca distanza dal « beccuccio »; se la bacchetta pesa di più, deve essere accorciata e si taglia un po' alla punta, se invece il razzo è più pesante, allora bisogna cambiare la bacchetta. Il centro di gravità del razzo, armato di bacchetta e guarnizione, deve essere un poco al di sotto dell'orifizio da cui escono i prodotti gassosi.

La "guarnizione" poi non deve eccedere il terzo del peso del razzo, altrimenti questo o non avrà la forza d'innalzarsi o s'innalzerà lentamente.

I razzi possono essere di diverse dimensioni. Mentre quelli piccoli sono caricati esclusivamente a polvere, quelli di media grandezza e di grosso calibro richiedono una composizione diversa della polvere.

Razzi di grosso calibro. - Essi sono perfettamente simili nella forma ai piccoli razzi. Si fa una fontana di grande diametro, lunga 6 o 7 volte il diametro interno, e poi con una sgorbia si fa il vuoto corrispondente, al diametro. Sul massiccio si batte dell'argilla e in mezzo si ha un foro largo un centimetro. Indi nel foro si mette della polvere fina e si calca col ferro a testa di chiodo, come nelle fontane.

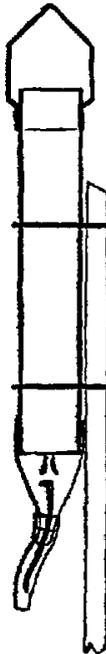


Fig. 17
Razzo di
grosso cali-
bro con cap-
pelletto

Guarnizione. - Ai razzi di grosso calibro si fa il cappelletto (fig. 27).

Si prende un rettangolo di carta, alto poco meno del razzo e lungo abbastanza per fare tre girate; si fa un cilindro di un diametro un po' maggiore di quello del razzo e si attacca all'estremità del razzo. In questo cartoccio si mette una carica di polvere fina e sopra la guarnizione, il cui peso non deve eccedere il terzo del peso del razzo. La guarnizione si può formare a piacere o di stelle o di serpenti, ecc.; sopra si mettono dei ritagli di carta e si attacca l'estremità del cartoccio in forma di cono.

Il governale di tali grossi razzi si fa con legname leggero e la sua lunghezza deve essere circa 12 volte quella del razzo: in basso deve avere un diametro equivalente alla metà o alla terza parte di quello che ha in alto.

Si spiana un po' la bacchetta di direzione verso l'alto per attaccarvi il razzo e quindi si controlla la posizione del centro di gravità come nei piccoli razzi.

Composizioni. - Veggasi ricettario.

Allestimento. - Una volta i razzi si costruivano con l'anima già all'atto del caricamento. Si disponeva a tal uopo il cartoccio sopra un tasso di legno, il quale portava nel suo mezzo un'asta conica o spina, più breve del cartoccio, e che occupava la parte centrale.

La strozzatura del cartoccio stava in basso, appoggiata al sostegno dell'asta e fermata con una legatura di spago, mentre l'altro estremo del cartoccio rimaneva aperto per potervi introdurre la carica. Si introduceva la composizione pirica poco per volta con un cucchiaino nello spazio anulare compreso tra le pareti del cartoccio e la spina centrale; e dopo aver versato una parte di composizione, l'operaio la comprimeva con una bacchetta cilindrica, forata da parte a parte, sulla cui testa batteva replicati colpi con un mazzuolo di legno. Giunto al massiccio si stipava con una bacchetta piena.

Ora questo sistema è generalmente abbandonato e tutti i razzi piccoli e grandi, a composizione normale, si bucano con le sgorbie, eccezion fatta per i razzi a composizioni brillanti, per i quali si deve far uso della spina.

Grossi razzi a composizione brillante. - Si caricano sempre con la spina, di bronzo o di ottone, di forma conica, colla punta smussata, lavorata con precisione al tornio e con la superficie ben levigata (fig. 28). La spina conica ha un tratto cilindrico (base) di diametro uguale a quello del cartoccio e sotto la base un codolo cilindrico o meglio a sezione quadrata, che entra nel cepo o tasso. La spina deve essere in relazione al diametro interno del cartoccio rispettivamente lunga 4,5 volte, larga alla base $\frac{2}{5}$ ed alla sommità $\frac{1}{5}$ di tale diametro. Il massiccio deve avere l'altezza corrispondente ad 1,5 volte tale diametro ed il cartoccio eccedente $\frac{1}{2}$ diametro. Così la lunghezza totale del cartoccio sarà di 6,5 volte il suo diametro interno.

Le bacchette per caricare devono essere quattro, tre forate ed una piena (fig. 29), tutte dello stesso metallo della spina. Il foro assiale delle tre bacchette forate deve corrispondere a tre sezioni orizzontali della spina, fatte ad uguale distanza, in modo che la prima bacchetta possa ricevere nel foro tutta la spina, la seconda $\frac{2}{3}$ e la terza $\frac{1}{3}$



Fig. 28
Spina per
razzi

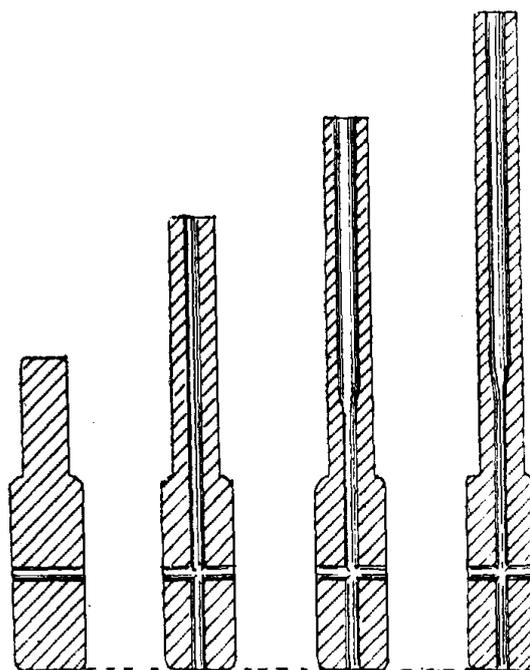


Fig. 29
Bacchette per caricamento di razzi

La bacchetta piena serve per comprimere il massiccio. Il foro trasversale praticato nella testa della bacchetta serve per introdurre un traversino di ferro per agevolare l'estrazione delle bacchette qualora rimanessero impigliate nel razzo. Il foro assiale delle bacchette dev'essere cilindrico, affinché, se un po' di composizione vi entrasse durante il caricamento vi rimanga senza essere compressa o sfregata.

Allestito il cartoccio, si infila nella spina conica e si incomincia ad introdurre un po' di argilla, che si batte fortemente colla bacchetta più lunga. Indi si comincia a versare nel cartoccio una prima porzione di miscela, che si comprime con la stessa bacchetta, battendo con un mazzuolo di legno. Per ogni carica, i primi colpi devono essere battuti leggermente, affinché la composizione non entri nella bacchetta e possa riempire lo spazio anulare compreso tra la bacchetta stessa e l'asta conica. Le bacchette essendo forate da parte a parte si possono facilmente ripulire ogni qual volta restasse un po' di miscela nel loro interno. L'abilità dell'operaio consiste nel caricare uniformemente e regolarmente il cartoccio e nel porporzionare la compressione al di-

ametro del cartoccio stesso; in caso contrario la traiettoria del razzo non sarebbe rettilinea.

Per evitare l'impiego della spina si usa, specialmente nei razzi *mezzani*, caricare il solo massiccio con una composizione brillante. L'altro tratto, essendo caricato di polvere e carbone, si può facilmente forare colla sgorbia, avendo l'avvertenza di segnare all'esterno del cartoccio il limite al quale incomincia il massiccio, limite che naturalmente non dev'essere oltrepassato dalla sgorbia. Questi razzi, sebbene di effetto inferiore a quelli caricati completamente con composizione brillante, sono preferiti a questi ultimi, perché si caricano in minor tempo: così un razzo mezzano, caricato in questo modo, per es. per tutta la lunghezza della canna - forata - con polvere e carbone mentre il massiccio contiene la composizione brillante, a polvere e filiera, raggiunta una certa altezza, varia notevolmente la sua luce con effetto gradito alla vista.

B) DIVERSE SPECIE DI RAZZI

I principali tipi di razzi sono quelli a paracadute e senza paracadute del tipo a stella, a castagnole e a razzo matto.

Sono anche usati dei razzi con guarnizione di razzetti e a razzi consecutivi e i cosiddetti dragoni.

Poco usati ora sono i tipi detti a girello, a carciofo e a catena.

Razzi a paracadute. - I razzi a paracadute (figg. 30 e 31) portano nel cappelletto una certa quantità di polvere ed una scatola (fig. 32) cilindrica in latta ripiena di composizione per bengala, sul fondo della quale si lega, mediante una catenella di corda o metallica, il paracadute, fatto di sottilissima tela di cotone o di seta o di carta giapponese. Il diametro del paracadute è di

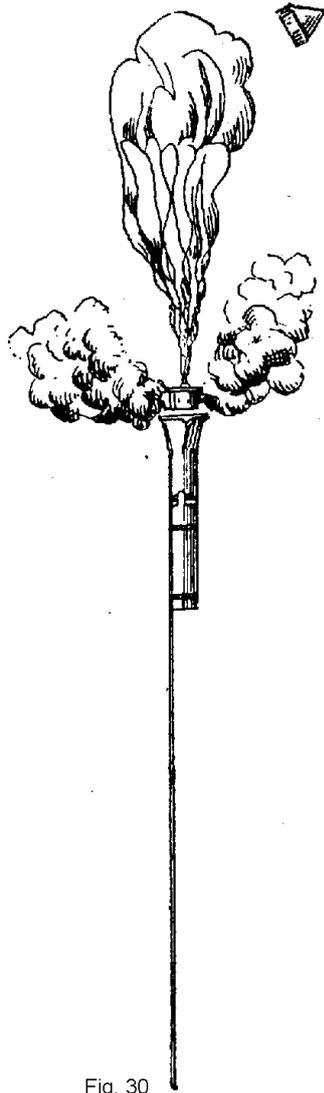


Fig. 30
Razzo a paracadute

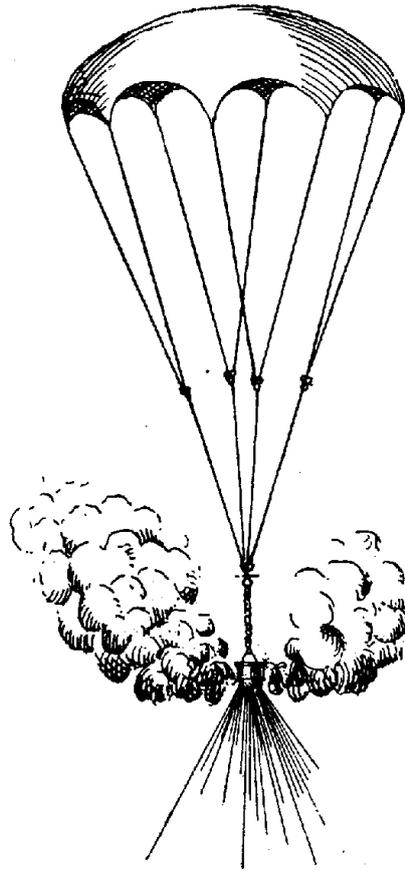


Fig. 31 - Paracadute in funzione

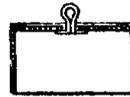


Fig. 32
Scatoletta con composizione
per bengala

circa 1 m. Sulla sua circonferenza si segnano otto punti equidistanti, ai quali vengono uniti i capi di otto pezzi di sottili fili di spago lunghi 1 m e spessi 1 mm. Le estremità dei fili si riuniscono nella catenella e questa, che deve essere lunga circa 18 cm, al bengala. Unito il bengala al paracadute, si ripiega questo (fig. 33), avvertendo di dare ad ogni piegatura una piccola tor-

sione per facilitare la sua uscita all'atto dello spiegamento. Per evitare che la vampa della polvere possa bruciare

la stoffa del paracadute, si pone un po' di farina di legno sopra il bengala.

Giunto il razzo al termine della corsa, la deflagrazione della polvere contenuta nel cappelletto accende la mistura della scatoletta e la lancia fuori. Il paracadute, nella discesa della scatola verso il suolo, si allarga e rallenta, a motivo della sua superficie, la velocità di discesa (fig. 31). In tali condizioni la fiamma del bengala può per qualche tempo essere vista da lontano ed illuminare gli oggetti sottostanti: tali tipi di razzi illuminanti o a luci colorate a paracadute sono stati molto usati di notte, per scopi bellici.



Fig. 33

Razzi a stelle, a castagnole, a razzo matto. - Il cappelletto del razzo a stelle od a castagnole contiene, oltre la polvere, alcuni dadi di composizione a stelle, che bruciando producono una luce bianca o colorata, oppure alcune castagnole, le quali scoppiano. Quello dei razzi a razzo-matto è provvisto di piccoli razzi senza bacchetta, i quali, al momento dello scoppio del cappelletto e cioè al termine della corsa del razzo, venendo accesi per mezzo dei loro propri stoppini, vengono lanciati in tutte le direzioni e discendono serpeggiando.

Razzo con guarnizione di razzetti. - Ad un razzo di grosso calibro si può mettere per guarnizione un certo numero di razzetti. Alla sommità del grosso razzo si avvolge una striscia di carta e si lega. Si infilano le bacchettine dei razzetti in tanti anelli di cartoncino, incollati al razzo in modo che gli stoppini vadano a toccare il turacciolo di argilla bucato, sul quale si sparge un po' di polvere fina. Finalmente si stringe la carta e si attacca con gli stoppini. Il peso dei razzetti, comprese le bacchettine e le guarnizioni, non deve eccedere il peso del razzo grande (fig. 34).

Razzi consecutivi. - Ad un razzo grande si sovrappone un razzo di calibro minore, il peso del quale, compresa la bacchetta, non deve eccedere quello del primo razzo.

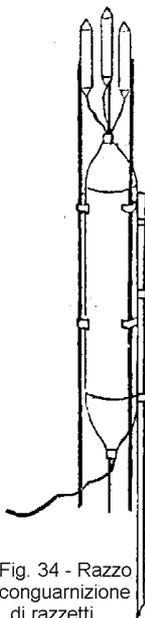


Fig. 34 - Razzo con guarnizione di razzetti

Caricato il primo razzo, si batte l'argilla, si buca e sopra vi si sparge un po' di polvere fina. Si stoppina il secondo razzo e si fa entrare sovrapporre anche un terzo. Si badi che questi razzi a più voli sono difficili a farsi, poiché basta la minima disavvertenza per far perdere l'equilibrio e non avere alcun effetto (fig. 35).

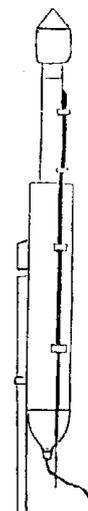


Fig. 35
Razzi consecutivi

a nel cartoccio eccedente del

Dragone. - Sono così chiamati due razzi opposti l'uno all'altro e solidali con un pezzo di tubo metallico nel quale si fa passare un filo di ferro che si tende orizzontalmente od anche in posizione

inclinata fra due punti e che serve di guida ai razzi durante la loro combustione. Il dragone si può anche fare con un razzo solo; in tal caso quando è acceso percorre una volta sola la linea tracciata dal filo di ferro. Se invece è formato di due razzi disposti in senso contrario, esso percorre due volte ed in senso opposto il filo che gli serve da guida.

Il dragone è sovente usato, per comunicare l'accensione alle macchine di artificio poste a distanza.

Razzo a girello. - È un razzo che finisce con un piccolo sole girante. Si fa come tutti gli altri razzi, però ha per guarnizione un piccolo getto di fuoco brillante che si lega superiormente in croce. Il getto è un serpentello a girello che prende fuoco dal massiccio del razzo. Si deve badare che il serpentello non pesi più di $\frac{1}{3}$ del razzo (fig. 36),

Razzo a catena. - È composto di due razzi volanti uniti ad angolo sulla stessa bacchetta. Esso sale girando e lasciando una doppia coda di fuoco intrecciata (fig. 37).

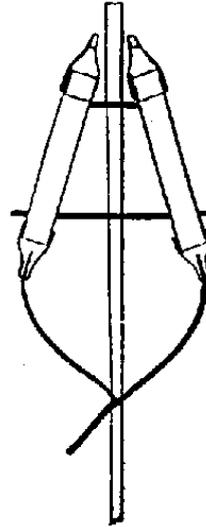
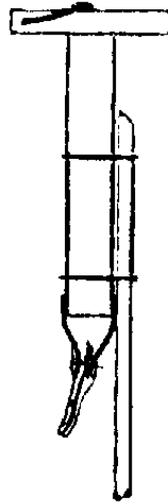


Fig. 36 - Razzo a girello

Fig. 37 - Razzo a catena

Razzo a carciofo. - È un razzo che ha attaccato superiormente un piccolo carciofo, il quale prende fuoco insieme al razzo.

C) RAZZI DA TAVOLA (o CARCIOFI)

I razzi da tavola, detti anche vertici o carciofi, sono delle fontane che girano prima su se stesse formando un girasole, quindi girando s'innalzano nell'aria sotto forma di colonna di fuoco.

Si prende una fontana lunga circa 12 volte il proprio diametro interno o poco più. Se la fontana è di canna,

(vedi ricettario). Riempita la fontana, si ottura di nuovo con l'argilla. - E utile segnare all'esterno della fontana dove principia e dove finisce la composizione. Indi di lato, alle estremità del razzo e al principio della composizione, si fanno due buchi opposti. Poi ad ugual distanza da questi buchi si segna una linea longitudinale lunga quanto il razzo e su questa si praticano quattro buchi (fig. 38).

I buchi devono essere di un diametro pari ad $\frac{1}{4}$ di quello della fontana. I due buchi opposti si uniscono con uno stoppino, in linea retta. Per conseguenza i primi buchi non hanno comunicazione coi secondi.

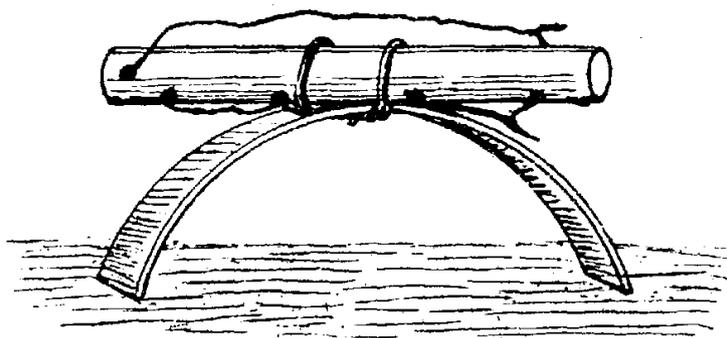


Fig. 38 - Carciofo

Si prende un pezzo di cerchio di legno per staccio, lungo quasi quanto il razzo e si attacca nel centro del razzo con un po' di filo di ferro, facendo rimanere di sotto i quattro buchi con lo stoppino che passa tra il razzo e il cerchietto.

Acceso questo razzo su di una tavola, i due buchi laterali lo fanno girare e gli altri quattro buchi, prendendo fuoco poco dopo, gli danno un movimento d'ascensione.

Girandole (*carciofi composti*). - Sono costituite da diversi carciofi messi intorno ad un perno comune. Si fanno in questo modo: caricato un carciofo semplice, si lascia un vuoto pari a due diametri interni all'estremo e questo vuoto serve per introdurre i braccioli cilindrici, che sono incastrati in un tondo di legname che ha un rialzo come un mozzo di ruota dalla parte di sotto.

Un'altra ossatura molto leggera e comoda è la seguente: si fa un tondo di legname e attorno si inchiodano i braccioli. Per fare il mozzo si prende un tondo più piccolo e si inchioda sul primo un po' sollevato per farvi passare gli stoppini come sopra. Si può anche incollarlo con 4 piccole traversine. Ogni carciofo deve avere un solo buco laterale e quattro buchi sotto.

Di questi carciofi se ne fanno a 2, a 3 e a 4 braccia. Quello a due però deve avere gli altri due braccioli, affinché il tutto sia bene equilibrato (fig. 39).

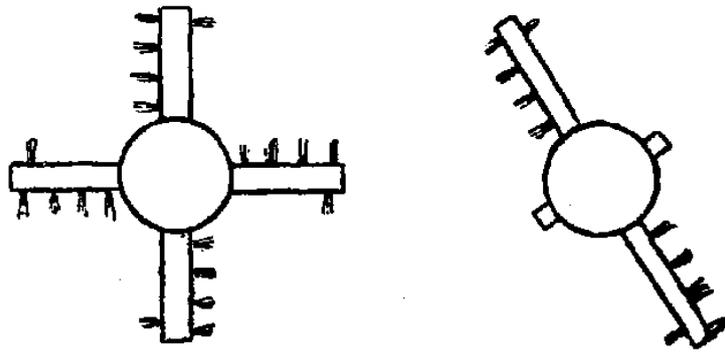


Fig. 39 - Girandole

Si badi che i diversi carciofi siano messi tutti nell'istesso piano e i buchi sulla stessa linea.

Nel mezzo della rotella si fa un buco per farvi passare gli stoppini che mettono in comunicazione i buchi di sotto ai carciofi.

Guarnizione. - I grandi razzi da tavola o carciofi si prestano bene per portare in alto svariate guarnizioni proporzionate alla forza dei carciofi e che si collocano sul cerchio di legno. Infatti, si può attaccare al tondo di legno una bomba non molto alta, di grosso calibro ed essa deve avere una spoletta cortissima, messa in comunicazione con due carciofi opposti. È prudente fare i portafuochi ben solidi, affinché gli stoppini siano protetti da qualche scintilla. La bomba può essere caricata a piacere (fig. 40).

Invece della bomba si può collocare un recipiente di cartone, che per mezzo di una carica di polvere lancia un para cadute, nel modo seguente:

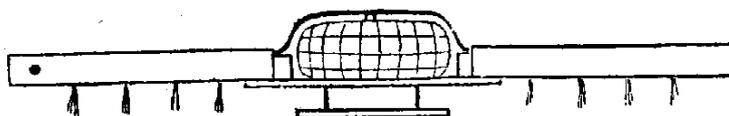


Fig. 40 - Carciofo composto

Si fa un cilindro di cartone ben solido e si incolla sul cerchio di legname. In fondo si mette una buona carica di polvere, metà in grani e metà in polvere fine. I fili del paracadute si attaccano ad un piccolo cilindro di cartone, che si riempie di composizione per fiamme, a diversi strati. Questo cilindro deve avere lo stesso

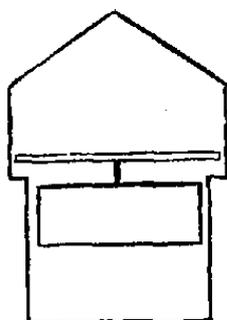


Fig. 41 - Cartoccio per il lancio del paracadute

diametro di quello interno del cilindro incollato sul legno. Alla sommità del cartoccio si incolla una striscia di carta e si abbassa il cilindretto del paracadute fino all'orlo del cartoccio, e affinché questo sia ben chiuso sul cilindretto si mette una piccola rotella. Su questa si sparge un po' di segatura di legno leggera e si mette il paracadute, badando di non intralciare i fili. Finalmente si chiude con un cappelletto, (fig. 41). È chiaro che gli stoppini dei due carciofi debbono essere in comunicazione colla polvere del cartoccio.

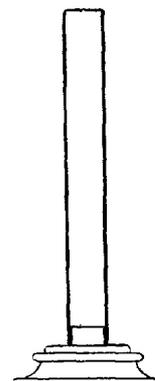
Si possono situare anche quattro cartocci, in modo che ogni carciofo ne accenda uno. Allora sono 4 paracadute che si vedono in aria, allorché è finita l'accensione dei razzi.

L'effetto è bello, ma occorrono carciofi di grosso calibro.

D) BOMBE o GRANATE

Le bombe o granate sono cartocci pieni di piccoli fuochi che, lanciati a mezzo di mortai, arrivano ad una certa altezza e scopiano lanciando in tutte le direzioni i fuochi in esse contenute.

Mortaio. - il mortaio per lanciare le bombe è formato con un tubo di ferro battuto, non saldato, lungo da 8 a 10 volte il diame-

Fig. 42
Mortaio per
bombe

tro, chiuso ad una estremità da un pezzo tornito di legno duro (fig. 42), che funziona da base, per mantenere il mortaio in posizione verticale. Il tubo di ferro è innestato per un buon tratto in un maschio cilindrico della base e trattenuto da viti nel legno. Per garantire una maggiore solidità del mortaio è bene rinforzare il tubo con un cerchio di ferro o con diversi strati di filo di ferro presso la base, nel tratto in cui avviene la deflagrazione della carica di lancio.

Mortai di cartone che servono per lanciare piccole bombe. - Si prende un foglio di latta alto otto o dieci volte il diametro voluto e largo abbastanza da fare un giro e poco più.

Con un piccolo martello dolcemente si fa pie gare il foglio, formando il tubo ben chiuso. Ottenuto il tubo del diametro desiderato, si salda. Indi si comincia ad incollare attorno delle strisce di cartone, larghe quanto il tubo e lunghe a piacere, badando però di conservare sempre uno spessore uniforme di cartone attorno al tubo. Ad un certo spessore poi si mettono delle strisce solo al basso del tubo, giacché qui le pareti debbono essere più resistenti. Indi si avvolge una cordicella impeciata bene stretta attorno al tubo. Si pone sulla base e il mortaietto è fatto.

Forma della bomba. - Il cartoccio si fa su apposita forma proporzionata al calibro del mortaio. La forma è un cilindro di legno ed il suo diametro è minore di quello del mortaio. La pratica solamente può stabilire la differenza tra l'uno e l'altro diametro, giacché il cartoccio dev'essere di diverso spessore, secondo la grandezza della bomba. Se la forma riesce un po' più sottile si incolla attorno una striscia di cartone; se invece più larga, la si fa assottigliare. Ciò si vede facilmente, completata la prima granata, perché, se questa scende da sé in fondo al mortaio, evidentemente la forma è stretta, mentre sarà larga se invece non scende.

La lunghezza della forma dev'essere di circa quattro volte il diametro (fig. 43 a).

Cartoccio. - Si prende una striscia di carta consistente e si avvolge attorno alla forma, lasciandone fuori di questa una lunghezza di carta pari al diametro. Per le granate piccole bastano tre o quattro giri di carta, per quelle più grandi sei o sette. Quin-

di si piega il cartoccio all'estremità e si batte la forma dall'altro lato per conservare le pieghe.

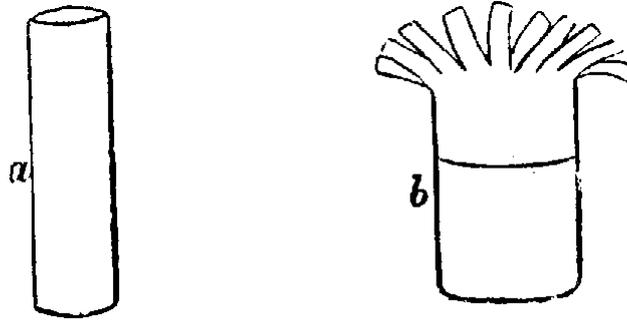


Fig. 43 - *a*, forma della bomba; *b*, cartoccio

La lunghezza del cartoccio varia poi secondo i fuochi che si mettono dentro. Si toglie il cartoccio dalla forma e si ritaglia l'estremità per una lunghezza pari a un diametro circa, ed il cartoccio è fatto (fig. 43 b).

Spoletta. - È una piccola fontana caricata tutta a polvere; è per assa che la bomba non scoppia se non quando ha raggiunto una certa altezza, cioè quando la spoletta ha finito di bruciare.

Si prende una fontana a foro largo da ambo le parti, si carica a polvere ben battuta fino all'altezza di circa 15-20 cm, si prendono degli stoppini lunghi quanto la spoletta e si introducono nel vuoto battendo un po', indi si piegano le punte a rosetta.

Prima di adoperarla è prudente osservare se per caso, nel caricarla, non si sia spaccata, perché in questo caso si accenderebbe lateralmente e la bomba scoppierebbe o nel mortaio o appena uscita. Ecco perché lo spago attorno alla spoletta si mette ben serrato e stretto.

Vi sono diversi tipi di granate: esse si possono distinguere in semplici o composte.

1° Granate semplici.

Sono quelle a scoppio unico. Queste granate, arrivate ad una certa altezza, scoppiano una sola volta lanciando i diversi fuochi.

Esse possono essere a stelle, a pioggia, a serpentelli, a granatine, a sfera, ecc.

a) **Granate a stelle.** - Il cartoccio deve avere una lunghezza pari a una volta e mezzo o al massimo 2 volte il proprio diametro, senza calcolare i ritagli. Si prende un cilindro di latta o di ottone lungo circa 3 cm di più del cartoccio e si pone dritto nel mezzo. Questo cilindro deve avere un diametro proporzionato a quello della granata. Le stelle vengono messe tutte intorno tra il cilindro metallico e il cartoccio. Quando le stelle sono arrivate ai ritagli del cartoccio, allora il cilindro di latta si riempie di polvere in grani fino all'altezza di 1 cm circa sopra le stelle. Si toglie il cilindro a poco a poco, evitando un soverchio attrito che potrebbe far accendere le stelle, se queste sono colorate (fig. 44).

Tolto il cilindro, la polvere rimane in mezzo del cartoccio e le

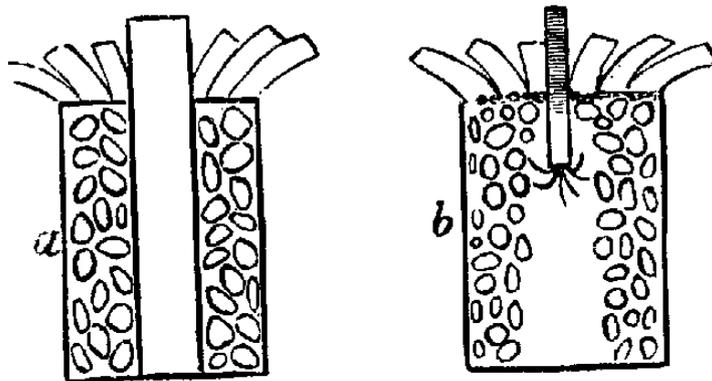


Fig. 44 - *a*, sistema di caricamento delle granate a stella: cilindro di stagno;
b, sezione di granata a stella

stelle attorno.

Si mette la spoletta nel centro sulla polvere e la si calca un po' in modo che sia metà di fuori e metà di dentro il cartoccio.

Si prende una striscia di carta morbida attorcigliata e si mette attorno alla spoletta sulle stelle e si comincia a piegare i ritagli del cartoccio sulle stelle, attorno alla spoletta, badando di compimerli man mano che si piegano (fig. 45).

Piegati tutti i ritagli con un filo di spago impeciato, si attacca alla granata, prima attorno alla spoletta, indi

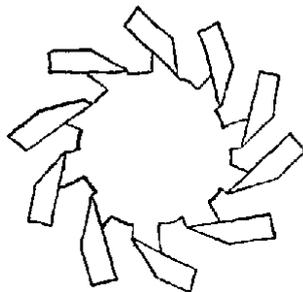


Fig. 45 - Modo di impiegare i ritagli

lungo il cartoccio e poi attraverso; badando che l'allacciatura sia a quadretti e questi, non tanto stretti, specialmente se la granata è a stelle colorate. Lo spago dev'essere fino per le granatine, più grosso per le granate grandi (fig. 46).

Allacciata la granata, bisogna incollarla; prima, con delle strisce di carta morbida, si otturano bene i vuoti e le fessure, specialmente presso la spoletta e al fondo; quindi, con una striscia di carta morbida, larga abbastanza, si incolla tutto dal fondo fino al principio della spoletta. Per non far toccare con la colla l'inizio della spoletta, coprire questa con un po' di carta, che si leva quando è terminata l'incollatura. Poi si mette ad asciugare la granata all'ombra.

Quando la granata è ben secca, si prende uno stoppino lungo e più grosso e si attacca al principio della spoletta; questo stop-

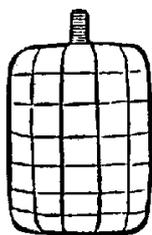


Fig. 46
Granate a stella allacciate

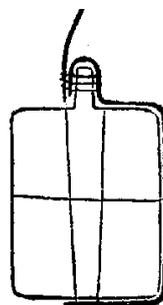


Fig. 47
Come si stoppina la granata

pino deve passare sulla bocca della spoletta e deve arrivare fino al fondo della granata, anzi lo si piega sul fondo stesso. Un altro stoppino doppio si attacca all'estremità della spoletta. (fig. 47).

Fatto ciò, si prende un foglio di carta in cui si avvolge la granata, in modo da lasciare sotto di essa un vuoto proporzionato alla larghezza della granata: un diametro circa. La carta deve girare attorno ad essa almeno due volte e si attacca nel centro.

Sul fondo della granata, nel vuoto cioè lasciato dall'ultimo involto, si mette la carica di polvere che deve lanciare la bomba in aria. Prima di mettere la polvere, si piega meglio lo stoppino che viene dalla spoletta e si osserva se è ben legato all'ultimo involto, in modo che non vi sia timore che parte della polvere vada tra la granata e l'involuppo esterno. Si chiude il cartoccio comprimendo bene la polvere e attaccandone l'estremità ben stretto.

Dalla parte della spoletta poi si mette un lungo stoppino, si stringe il cartoccio e si lega.

Un'altra legatura si fa più sotto, presso il cartoccio, non tanto stretta (fig. 48). Completata così la bomba, si cala nel mortaio. In questo non deve trovarsi né troppo stretta, né troppo larga. Nel primo caso si può sfasciare, nel secondo la sua ascesa in aria sarà limitata.

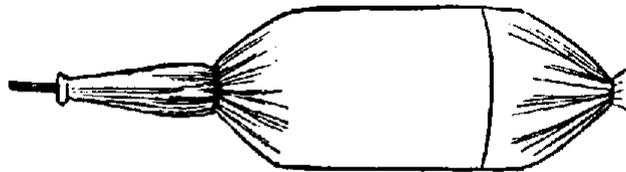


Fig. 48
Granata completa

La carica che poi si inette sotto le granate richiede un po' di pratica perché sia giusta, dato che deve calcolarsi in relazione alla forza della polvere adoperata e al tipo di granata, nonché al suo peso.

Miscuglio di stelle colorate per granate. - Bianche e rosse. Rosse e verdi. Violetto e verdi. Violetto e gialle. Azzurre e rosse, Gi alle e azzurre. Azzurre, rosse e bianche. Azzurre, rosse e verdi. Gialle, azzurre, verdi e rosse.

Altri tipi di granate a stelle. - Alcuni pirotecnici usano granate che allo scoppio danno un cerchio di stelle colorate, distribuite per colori, invece che miste, come nelle granate prima descritte. Cioè si vede un cerchio diviso in settori e in ogni settore un gruppo di stelle di colore diverso.

Per raggiungere questo scopo si fa il cilindro di latta con 2 alette rettangolari di fianco, se la bomba si vuol fare a stelle di

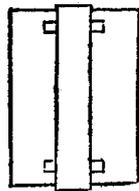


Fig. 49 - Cilindro a 2 alette

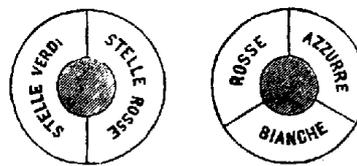


Fig. 50 - Granate a stelle

due colori solamente (fig. 49). Si cala il cilindro così composto

nel cartoccio, questo viene a essere diviso in due parti uguali da una parte si metteranno, per esempio, stelle verdi, dall'altra stelle rosse, indi si metterà la polvere nel tubo, ecc. completando la bomba come si è detto in precedenza. Nello stesso modo si possono fare a stelle di tre colori adoperando un tubo munito di tre alette. Allora il cartoccio presenterà tre compartimenti o vuoti: nel 1° si metteranno, per es., stelle bianche, nel 2° stelle rosse, nel 3° stelle azzurre (fig. 50).

È chiaro che la polvere che sta nel centro della granata scoppiando lancia le stelle nello stesso modo in cui sono disposte nel cartoccio, cioè a fasci di diverso colore.

b) **Granate a serpentelli.** - Esse si possono dividere in granate a serpentelli semplici, granate a serpentelli a piruetta e granate a serpentelli a girello.

Granate a serpentelli semplici. - Fatti i serpentelli, legati ed incollati come è stato detto nei fuochi di guarnizione, si mettono sul fondo del cartoccio cogli stoppini all'insù. Siccome ogni serpentello ha due o tre stoppini, questi si comprimono formando uno strato, che si fa ancora più compatto aggiungendo altri stoppini sparsi al di sopra. Su questo piano di stoppini si può mettere o semplicemente la polvere per far scoppiare la granata, o, per farla riuscire più bella, le stelle e la polvere. in questo caso le stelle si mettono sempre attorno al cartoccio e la polvere nel centro (fig. 51).

Quando i serpenti hanno le stelle nel loro interno, allora è meglio che la polvere nella granata sia sola.

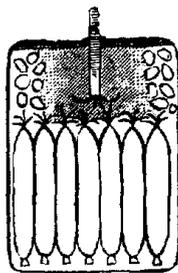


Fig. 51- Sezione di una granata.
Serpentelli semplici a stelle

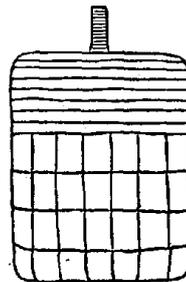


Fig. 52- Granata a serpentelli
allacciata

Granate a serpentelli a piruetta. - Fatti i serpentelli, si mettono nel cartoccio cogli stoppini all'insù, si fa il solaio di stoppini e si mette la polvere o sola o con le stelle.

Granate a serpentelli a girello. - Perfettamente simili alle precedenti. Ciascuna di queste tre specie di granate, come si è detto, ha la polvere che serve per lo scoppio nella parte superiore del cartoccio. Per conseguenza, quando si allaccia la granata, in quella zona si stringe di più lo spago (fig. 52). Tali granate si possono fare a due strati in questo modo: si fa uno strato di serpentelli sul fondo della bomba, si comprimono gli stoppini ben bene, si sparge un po' di polvere sopra da per tutto, e nel mezzo si mette «un ragno di stoppini» cioè degli stoppini legati ad una estremità e poi aperti. Indi si, cala nel centro del cartoccio, sul ragno di stoppini cioè, il cilindro di latta e all'intorno si dispongono i serpentelli con gli stoppini all'ingiù. Si versa nel cilindro la polvere in grani fino all'altezza dei serpentelli e si toglie il cilindro. Finalmente si mette la spoletta e con ritagli di carta si appiana e si chiude il cartoccio (fig. 53). Quando poi si allaccia la granata, si deve fare una « fascia di spago » nel centro del cartoccio, perché è in tal punto che la bomba si spacca.

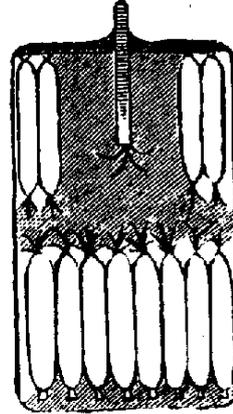


Fig. 53 - Sezione di una granata. Serpentelli a 2 strati

c) **Granate a colombe.** - Si mettono le colombe sul fondo del cartoccio, si fa lo strato di stoppini e sopra si mette la polvere o sola, o con stelle (fig. 54).

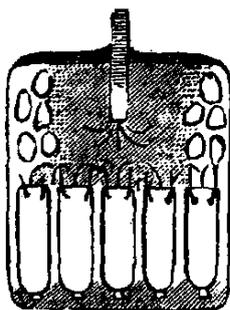


Fig. 54 - Sezione di una granata. Colombe e stelle

Si possono fare anche a due strati nello stesso modo indicato per le bombe a serpentelli.

Nell'allacciare la granata, nel 1° caso, la fascia di spago si farà nella parte superiore del cartoccio, nel 2° caso nel centro.

d) **Granate a girandolette.** - Si mettono le girandolette nel fondo del cartoccio, si fa lo strato di stoppini e sopra si mette la polvere in grani.

e) **Granate a pioggia.** - Si prendono i cartocetti e si mettono nel fondo del cartoccio, si comprimono bene gli stoppini e su questi si mette la polvere o sola, o con le stelle.

f) **Granate a pioggia con fumi di sotto.** - Si fa come la precedente, però senza mettere le stelle nella polvere che serve per lo scoppio.

g) **Granate con stelle a serpentelli.** - Queste granate fanno ad uno e a due strati come quelle a serpentelli semplici.

h) **Granate con stelle e tracchi.** - Si mettono dei piccoli tracchi in fondo al cartoccio, si comprimono bene gli stoppini, su questi si mette la polvere in grani nel centro e le stelle d'intorno, si applica la spoletta e si chiude la granata come altre.

i) **Granate con stelle e candele romane.** - Sul fondo del cartoccio si mettono delle candele romane corte, incartocciate e stoppinate come i serpentelli, si fa il solito strato di stoppini e sopra si mette la polvere, e le stelle.

1) **Granate con stelle a castagnola.** - Esse sono cariche di stelle a castagnola, cioè di castagnole mascherate con pasta di stelle. Queste si mettono nel cartoccio della bomba ben asciutte e disposte come le stelle semplici. Il cartoccio si chiude e si allaccia come al solito.

m) **Granate a sfera.** - Dette anche «stelle a raggi», sono costituite da stelle, caricate con apposita composizione, più grandi delle ordinarie e di forma cilindrica, di circa 3 cm di altezza. Le stelle si mettono attorno al cartoccio; fatto un primo cerchio, si fa un secondo sul primo ed un terzo sul secondo, ecc. in modo che la sezione orizzontale non presenti che un solo cerchio di stelle, e tutto il resto, il centro della bomba cioè, sia pieno di polvere in grani. La spoletta poi va a finire nel centro della polvere.

Le stelle debbono arrivare ad un'altezza corrispondente al diametro della bomba. Finito di caricare, si mette un disco di cartone con un foro nel mezzo per far passare la spoletta e si chiude il cartoccio (fig. 55).

Indi con lo spago si allaccia tutto, in modo che la carta non si veda più.

La polvere usata per queste granate, specialmente quella del centro, deve essere molto viva per poter lanciare le stelle con molta forza.

Questa granata è una delle più difficili ad allestirsi perché non si spacca completamente qualora non fatta accuratamente.

Quando si preparano le stelle per questo tipo di granata, si batte la composizione nella apposita forma, che è un piccolo cilindro di metallo del diametro della stella, aperto interamente da un lato, mentre dall'altro c'è un piccolo foro per cui passa un'asta che spinge un disco mobile messo nel l'interno del cilindro. Si mette nel cilindro il disco, indi la composizione che si batte, e con l'asta, spingendo il disco, la stella vien fuori ben fatta. Fatte le stelle, si mettono all'ombra ad essiccare, né si debbono usare se non sono ben secche, altrimenti non farebbero il loro effetto, specialmente se nella composizione si è usato quale componente il carbone di cerro.

Le piccole, per es., si debbono lasciare asciugare per due settimane.

Effetto. - Questa granata scoppiando lancia lontano stelle, che lasciano dietro di sé una fascia di scintille, in modo che in alto si vede un centro oscuro (dove si spacca la granata) e tanti raggi pieni di scintille.

Altre granate a sfera. - Partendo dal concetto che ogni stella dà come un raggio di fuoco, si sono allestite altre granate come,

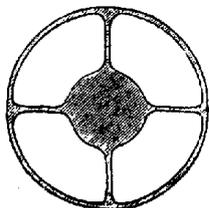


Fig. 56 - Granata a croce

per es., quella che allo scoppio dà una croce di fuoco. Essa non è altro che una granata a sfera con quattro grandi stelle. Allo stesso modo volendo far comparire una grande stella a cinque raggi od a sei,

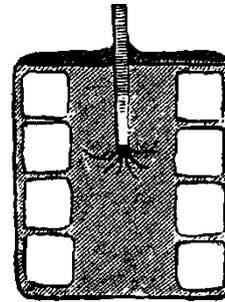


Fig. 55 - Sezione di granata a sfera

le stelle debbono essere in numero di cinque o sei.
 Però queste stelle non debbono essere cilindriche, perché in tal caso la polvere non avrebbe sufficiente forza per lanciarle lontano, a causa degli spazi vuoti tra stella e stella: debbono essere fatte in modo che riunite diano un cerchio bucato nel centro. Per conseguenza si debbono avere delle forme speciali per queste stelle (fig. 56).

n) **Granata a palle bianche.** - Questa granata è perfettamente simile a quella a sfera. Le stelle sono fatte con una composizione bianca battuta come la composizione per le stelle a sfera.

Si carica e si allaccia allo stesso modo. Analogamente si potrebbero costruire granate a palette colorate. La composizione colorata (senza batterla nel mortaio) si mette nella forma su riferita e si comprime un poco.

o) **Granata a fiammette.** - Affinché questa granata produca l'effetto, le fiammette debbono essere caricate in modo che, accese, tutte diano un solo colore, indi un altro, e poi un altro. Quindi allo scoppio della bomba si veggono, per es., come tante stelle bianche, poi tante stelle rosse, indi tante stelle di altro colore e infine scoppiano le castagnole.

p) **Granata a paracadute.** - Il cartoccio di questa granata dev'essere rinforzato con due giri di cartone, soltanto nella superficie cilindrica, mentre il fondo ed i ritagli del cartoccio rimangono di carta nuda. Sul fondo della granata si mettono delle stelle o tracchi, ecc.; indi si versa la polvere e, si chiude questa prima parte della bomba con un disco di cartone avente un foro nel centro, e diversi fori piccoli attorno. Esso per sicurezza s'incolla nel cartoccio della granata. Il foro centrale serve per la spoletta e i fori attorno (disposti in cerchi concentrici) per farvi entrare la estremità del lumicino di ciascun paraca-

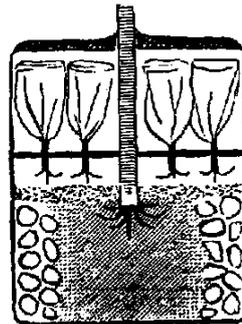


Fig. 57 - Sezione di granata a paracadute

dute.

All'altra estremità del lumicino sono attaccati i fili del paracadute, che si sistema nel fondo, badando di non intralciare i fili (fig. 57).

Questa granata non può essere conservata per molto tempo perché i paracadute difficilmente si aprono.

Effetto. - Questa bomba richiede molto lavoro ed accuratezza, l'effetto però compensa largamente il lavoro eseguito per prepararla. Allo scoppio della granata si accende la guarnizione, scoppiettano i tracchi e si veggono diversi lumicini erranti portati dai paracadute.

q) **Bomba a granatine.**

Granatina. - Si prende una castagnola e si rinforza lo stoppino con un po' di pasta di polvere. Ciò è necessario, altrimenti lo stoppino può anche non accendersi. Indi si avvolge una striscia di carta per due o più giri attorno alla castagnola, rimanendo il fondo di questa libero, e si lega. Nel cartoccetto così formato si mettono delle piccole stelle (da 6 a 10) e sopra vi si versa della polvere in grani. Si applica una piccola spoletta carica per una lunghezza di circa 1 cm, si stringe il cartoccio e si lega.

Fatto ciò, s'incolla di sopra una striscia di carta in modo che venga a coprirsi anche il fondo della castagnola e la spoletta fin presso la bocca, sulla quale si attacca il solito stoppino per traverso e quello dritto.

Bomba. - Per fare questa bomba si mettono le granatine in fondo al cartoccio, si comprimono gli stoppini delle granatine, indi con altri stoppini lunghetti si fa uno strato da coprire interamente le granatine. Su questo strato si mettono le stelle con la polvere in grani o semplicemente la polvere (fig. 58). Si possono anche fare a due strati.

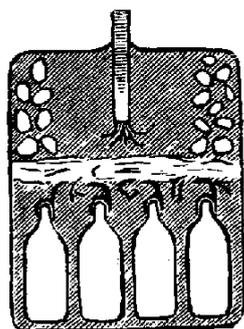


Fig. 58 - Sezione di una granata a grandine

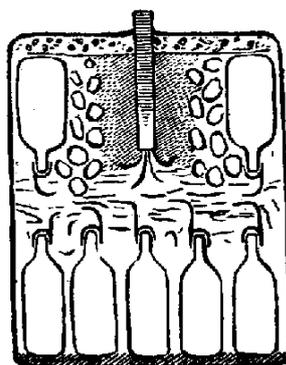


Fig. 59 - Bombe a granatine a 2 strati

Si mettono le granatine in fondo al cartoccio, e sopra si spargono molti stoppini, indi si cala il cilindro di latta e attorno si dispongono delle granatine colle spolette in giù. Lo spazio che rimane intorno al cilindro si riempie di stelle fino all'altezza delle granatine. Si abbassa nel cilindro la spoletta che arriva sugli stoppini e si versa nel tubo la polvere in grani, che deve arrivare un po' su delle granatine.

Indi si toglie il cilindro e si completa il tutto con ritagli di carta. Finalmente si tira un po' la spoletta e si piegano i ritagli nel cartoccio. Quando poi si allaccia, si fa una fascia di spago nel centro perché è di qui che la bomba scoppia (fig. 59).

r) **Granata a castagnole.** - Si mettono delle castagnole sul fondo del cartoccio, si comprimono gli stoppini e sopra si mette la polvere per far scoppiare la granata.

s) **Granata mista a sfera e colorata.** - Con la composizione delle stelle a sfera si fanno delle stelle tagliate come tutte le altre, ma un po' più grandi, e si fanno essiccare.

Per fare la granata si cala il cilindro sul fondo del cartoccio, si mettono all'intorno delle stelle a sfera formando così un primo giro, su questo si farà un secondo giro di stelle colorate, indi un nuovo giro di stelle a sfera, ecc.

Si alternano così fino alla sommità del cartoccio. Si riempie il cilindro di polvere, si estrae, e si sparge della polvere anche sulle stelle in modo da coprirle. Indi si chiude la granata come tutte le altre, e si allaccia a piccoli quadretti.

t) **Granate luminose.** - Sono quelle che salgono in aria a guisa di globi luminosi, producendo così un effetto che suscita l'ammirazione del pubblico. Esse non sono altro che granate semplici, tutte coperte di pasta di stelle.

Chiusa la bomba ed allacciata come tutte le altre, si incolla una carta all'intorno.

Quando è ben asciutta, si spalma alla superficie della granata del gesso da presa, formando così uno strato sottile. Questo serve per non far bruciare il cartoccio.

Quando si è essiccato questo strato, si avvolgono attorno alla granata dei fili di cotone imbevuti della composizione, avendo cura di avere tutto intorno un uniforme spessore di composizione. Dopo si rotola la granata su della polvere fina; questa, attaccandosi da per tutto, ne facilita l'accensione.

1 fili di cotone servono per non far staccare la composizione dal cartoccio.

La miglior composizione è quella bianca.

La composizione deve aver lo spessore di 1/2 cm a 1 cm al più.

Per essere sicuri che la composizione attorno alla granata s'accenda e anche per farla accendere più rapidamente si mettono due o tre stoppini, che dalla soletta vanno fino al fondo, e la carta in cui si avvolge la granata, contenente la carica, bisogna sia piuttosto fina.

2° Granate composte o successive.

Le granate composte o meglio successive sono quelle che, arrivate ad una certa altezza, scoppiano non una, ma due, tre, quattro fino a dieci volte, lanciando, ad ogni scoppio, fuochi differenti.

Si fa una bomba qualunque e, dopo che si è asciugata, si avvolge attorno una striscia di carta alta due volte e mezza la lunghezza della bomba, in modo da lasciare scoperto il fondo della granata. Si carica il vuoto formato da questo cartoccio, per una lunghezza pari al diametro, come una bomba qualunque, si mette la spoletta, si attacca e si incolla come la precedente. Indi si avvolge un'altra striscia di carta per fare la terza bomba, come la seconda, e così via (fig. 60).

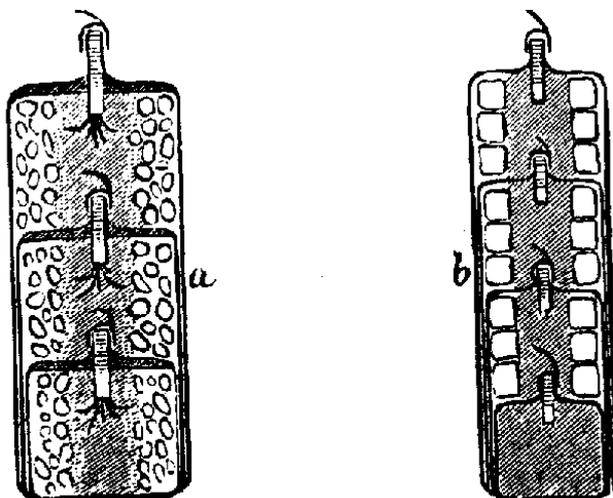


Fig. 60 - a, sezione di bomba a 3 strati; b, sezione di bomba quadrata, sfera-sfera-castagnole.

Certi pirotecnici sono giunti a far fino a 10 granate l'una nell'altra.

La spoletta dell'ultima granata, ch'è la prima a scoppiare, deve essere della lunghezza solita, mentre le altre, che diconsi spolette intermedie, sono meno lunghe ($3/2$ cm).

Per fare queste granate ci vogliono accortezza e gusto, accortezza perché sono abbastanza difficili, gusto per ben disporre ed alternare i fuochi e per far armonizzare i colori.

Nelle granate composte, quando si allaccia una granata che ne contiene un'altra, lo spago per traverso va avvolto regolarmente sul cartoccio che fa parte della granata ultima caricata, mentre sul cartoccio che copre semplicemente la granata precedente si aggira appena qualche filo a spirale.

Spesso, nelle granate composte, l'ultima è semplicemente una castagnola a composizione fulminante, sostituita l'ultima granata.

Da quanto si è detto si comprende che la prima granata dev'essere di un diametro tale che, aggiunti i cartocci delle successive granate, sia possibile avere l'ultima granata di diametro adatto al calibro del mortaio. Ciò si determina approssimativamente col togliere, dal diametro della forma di una granata semplice dello stesso mortaio, una porzione più o meno grande secondo il numero delle granate interne. Il diametro rimanente sarà il diametro della prima granata.

Completata la prima granata composta, si vede se è proporzionata al calibro del mortaio; e così si corregge la lunghezza della forma.

La carica per lanciare una bomba composta dev'essere maggiore di quella che serve per lanciare una bomba semplice di peso uguale; e ciò è chiaro, perché la prima, tra uno scoppio e l'altro scende sempre un po' e non è raro il caso che, di una bomba composta, l'ultima bomba è scoppiata a pochi metri di altezza dal suolo e qualche volta a terra. Ciò può dipendere non solo dalla tenuità della carica, ma anche dalle spolette interne un po' lunghe.

Si dànno alcuni esempi di granate a stelle:

Granate doppie

- | | |
|----------------------|--------------------------|
| 1. Bianco e rosso. | 9. Verde e rosso. |
| 2. Bianco e azzurro | 10. Verde e giallo. |
| 3. Bianco e violetto | 11. Bianco e castagnola. |
| 4. Giallo e azzurro | 12. Giallo e ". |
| 5. Giallo e violetto | 13. Azzurro e " |
| 6. Giallo e verde | 14. Verde e " |
| 7. Azzurro e rosso | 15. Violetto e " |
| 8. Azzurro e giallo | |

Granate triple

- | | |
|------------------------------|-------------------------------|
| 1. Bianco, rosso e azzurro. | 5. Giallo, verde e rosso. |
| 2. Bianco, azzurro e rosso. | 6. Azzurro, giallo e violetto |
| 3. Bianco, azzurro e giallo. | 7. Verde, giallo e violetto |
| 4. Giallo, azzurro e rosso. | |

Granate quadruple

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1. Bianco, giallo, rosso, azzurro | 4. Azzurro, giallo, violetto e bianco. |
| 2. Bianco, azzurro, giallo e verde. | 5. Verde, rosso, azzurro e bianco. |
| 3. Giallo, azzurro, rosso e bianco. | |

Alle prime dieci doppie aggiungere la castagnola.

Alle prime sette triple aggiungere la castagnola.

Altri esempi:

Doppie

- | | |
|----------------------|--------------------------------|
| 1. Bianco e sfera. | 5. Sfera e castagnola. |
| 2. Bleu e sfera. | 6. Palle bianche e castagnola. |
| 3. Verde e sfera. | 7. Palle bianche e rosse. |
| 4. Violetto e sfera. | |

Triple

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. Bianco, azzurro e sfera. | 4. Giallo, violetto, sfera. |
| 2. Bianco, violetto, sfera. | 5. Sfera, sfera, sfera. |
| 2. Giallo, azzurro, sfera. | |
| 3. | |

Quadruple

1. Bianco, rosso, azzurro, sfera.

CAPITOLO IV

PEZZI ELEMENTARI

Gli artifici finora descritti si possono considerare come basilari in tutti i fuochi artificiali: con essi si formano dei pezzi elementari che si ritrovano poi in qualunque fuoco di artificio.

Essi sono: mazzetti di razzi, ruote, girasoli, farfalle, vasi luminosi, ecc.

I. MAZZETTI DI RAZZI VOLANTI

Se ne fanno di piccoli e di grandi. I piccoli mazzetti si formano con un'ossatura semplicissima, composta di un asse verticale con un cerchio o due messi orizzontalmente. Si dispongono i razzi attorno al cerchio, tutti colle bacchette all'intorno, lasciando libera la bacchetta, e si lega solamentela bocca del razzo (fig. 61).

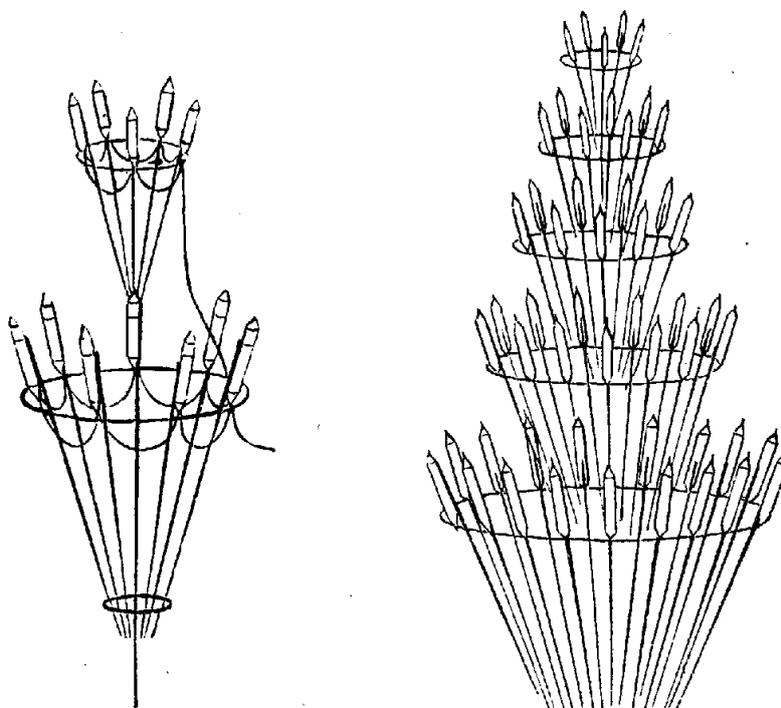
Le estremità inferiori delle bacchettine si fanno passare attraverso un piccolo cerchio.

I razzi poi sono messi in comunicazione da uno stoppino che dalla bocca di un razzo passa all'altro. In questo modo, acceso lo stoppino, tutti i razzi vengono accesi contemporaneamente, la fiamma che esce dai razzi rompe subito lo spago e tutti salgono assieme, con gradevole effetto.

Grandi mazzetti. - Questi differiscono dai primi semplicemente per l'ossatura, che è molto più solida e più grande.

L'ossatura è fatta nello stesso modo: tanti cerchi attaccati ad un asse verticale in forma di cono. Se ne dà un esempio nella fig. 62.

Questi grandi mazzetti spesso formano dei pezzi perfettamente indipendenti.



2. RUOTE

Le ruote sono spesso adoperate nei fuochi artificiali.

L'ossatura consiste in una vera ruota col mozzo, i raggi e il cerchio: essa però deve essere solida e nello stesso tempo leggera per quanto possibile.

Le fontane per ruote debbono essere di diverso diametro e sulla ruota sono disposte in modo che da una fontana grande si passa progressivamente ad un'altra di diametro minore. La prima ad accendersi è quella di maggior diametro perché al principio i lumi e le fontane sono tutte cariche e la ruota è pesante, mentre man mano che il fuoco s'accende, la ruota diventa più leggera ed è sufficiente una fontana di piccolo diametro per farla girare.

Evidentemente le fontane fanno girare la ruota in senso opposto a quello del getto di fuoco. Disponendo opportunamente le

fontane si può far girare la ruota per un certo tempo in un senso e poi in senso inverso.

Vi sono ruote fatte di poche fontane e ruote fatte anche da 14 fino a 28 fontane.

Però siccome queste ultime ruote hanno evidentemente una circonferenza molto grande, un solo getto di fuoco, quantunque vivo, non riuscirebbe a far compiere l'intera rotazione della ruota, essendo questa in tal caso abbastanza pesante; così si fa in modo che s'accendano due fontane alla volta. Allora le fontane si dividono in due gruppi di ugual quantità: per es., se tutta la ruota ha 14 fontane, si fanno due gruppi di 7 fontane cadauna, badando di disporre sempre le fontane per diametro, come si è prima detto.

I due gruppi si mettono l'uno dopo l'altro, uno stoppino mette in comunicazione la prima fontana del primo gruppo con la prima fontana del secondo gruppo. Così, per es., le prime due fontane che si accendono appartengono a gruppi diversi, sono opposte e di diametro diverso, così per le seconde, ecc.

Spesso nel mezzo della ruota si mettono dei piccoli bengala e qualche volta delle fiamme. Tanto i primi quanto le seconde debbono avere la durata delle fontane, in modo che le fontane e i bengala si spengano nel medesimo istante. La pratica insegna ai pirotecnici come proporzionare la lunghezza dei bengala al numero delle fontane.

I lumi si possono mettere o su tutti i raggi, e allora sono sottili per illuminazione, o ad un raggio sì ed a un raggio no, allora sono doppi.

Si ricorda che i lumi debbono avere in fondo circa 1 cm di argilla battuta ed un foro, che si fa con un punteruolo per fare entrare il chiodo infisso nel raggio della ruota. Anzi prima di fissarli, si bagna l'estremità del bengala in colla forte per farlo incollare sul legno, altrimenti la forza delle fontane li proietterebbe per aria.

I lumi si dispongono obliquamente sul raggio in modo che, girando la ruota, la fiamma venga ad essere per quanto è possibile nella stessa direzione del bengala.

Messi i lumi a posto, se ne cura il sistema d'accensione con stoppini aventi i passafuochi come detto per le lance. Nel centro della ruota i passafuochi formano un triangolo quando vi sono

soltanto 3 raggi guarniti di lumi; quando questi sono 6, nel mezzo del lato del triangolo si attacca un altro passafuoco (fig. 63).

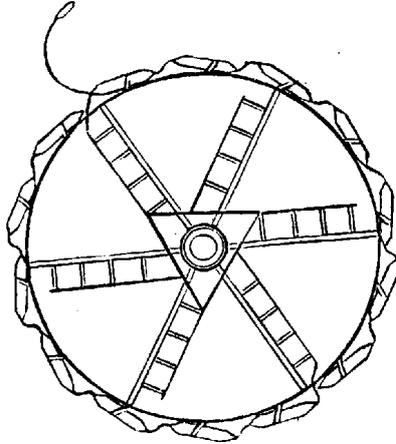


Fig. 63
Ruote a due file di getti con lumi

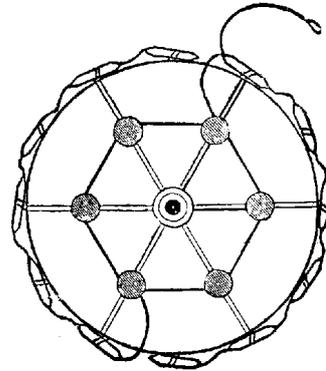


Fig. 64
Ruote con fiamme

Per i bengala che si mettono nel mezzo delle ruote si usano composizioni vive, altrimenti per effetto dei movimento si, possono spegnere.

Nel mezzo della ruota si possono mettere anche delle fiamme, che vengono situate *dritte* in numero di 3 o di 6 (fig. 64)

Così per es.:

1^a ruota

a 7 fontane e 6 bengala

3 fontane a filiera.	2 fontane con limatura d'acciaio.
1 fontana a carbone.	1 fontana a carbone.

Bengala

3 al centro: azzurro (metà); rosso (metà)
3 esterni: azzurro (metà); bianco (metà)

2^a ruota

a 7 fontane e 6 fiamme

7 fontane a filiera.	3 fiamme a luce violetta
----------------------	--------------------------

3^a ruota

a 14 fontane (2 gruppi) e 6 fiamme

Ogni gruppo:

2 fontane a fuoco cinese.

1 fontana a carbone

2 fontane a filiera.

fontana a limatura d'acciaio

Ogni fiamma:

Metà a luce violetta, metà a luce verde.

3. RUOTA A RAGGI PROLUNGATI GUARNITI DI LUMI

Ai sei raggi di una ruota, dalla parte anteriore si inchiodano delle bacchette di lunghezza pari ad un diametro della ruota, e alle estremità fuori del cerchio si fissano dei lumi nella stessa direzione delle fontane. Nel centro della ruota poi si possono mettere i lumi o le fiamme a piacere (figura 65).

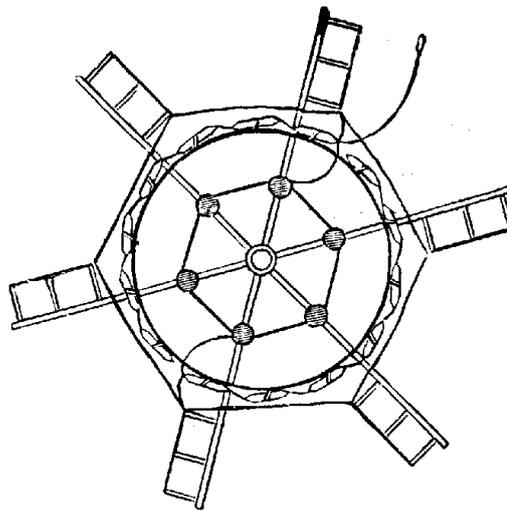


Fig. 65 - Ruota a raggi prolungati con lumi e fiamme

In questo modo, accese le fontane attorno al cerchio, la ruota gira facendo vedere all'esterno un cerchio di luci colorate.

I cambiamenti di colore dei lumi debbono essere ben spiccati, per es.:

Lumi

Centro della ruota: colore rosso.
 Prolungamenti dei raggi: colore bianco.
 Centro della ruota: colore azzurro.
 Prolungamento dei raggi: colore giallo.

4. GIRASOLI

Sono delle piccole ruote composte di un mozzo con piccole bacchette.

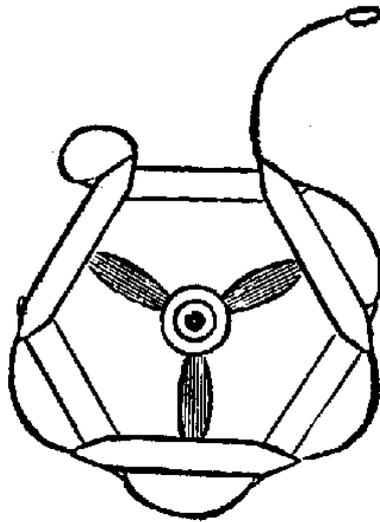


Fig. 66 - Girasoli

All'estremità di ogni bacchettina si lega una fontana e se si vuole, altrettante in senso contrario (fig. 66)

L'effetto è piacevole, giacché intorno ad un piccolo centro oscuro si vede una larga fascia di fuoco radiante, da ciò il nome di girasoli.

La composizione più adatta per queste piccole ruote è la brillante (polvere e filiera, oppure polvere e limatura di acciaio).

5. RUOTE ORIZZONTALI

Le ruote orizzontali si fanno perfettamente simili alle ruote verticali, la differenza sta soltanto in questo, che le verticali possono accendersi anche da sole, mentre le orizzontali servono quasi sempre per dar movimento a qualche pezzo girante e per conseguenza non hanno mai lance nel loro mezzo.

6. REGOLI GIRANTI

Sono aste di legno con un mozzo nel centro. Alle estremità si mettono dei razzi che si fanno accendere a due a due, cioè uno

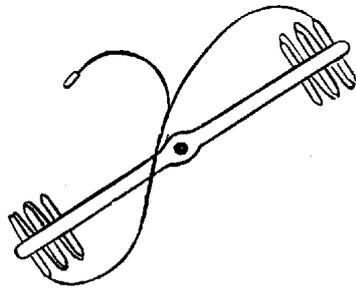


Fig. 67 - Regoli giranti

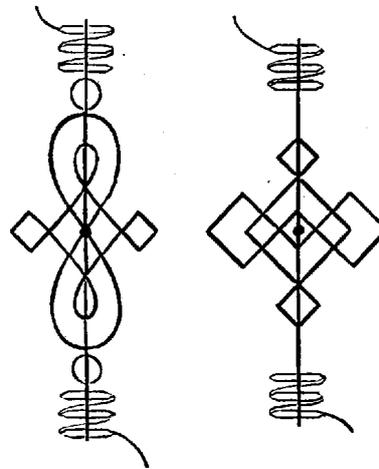


Fig. 68 - Regoli giranti con lance

da una estremità e l'altro dall'estremità opposta (fig. 67).

Questi regoli si adoperano spesso per muovere pezzi giranti e qualche volta guarniti di lumi nel loro mezzo, stanno anche da sè (fig. 68).

Con regoli giranti si può rappresentare un molino a vento.

7. FARFALLA o GIRANDOLA GIRANTE

Si prende una piccola rotella leggera che ha per mozzo una cannuccia lunga circa 6 cm chiusa da una parte. Si attaccano intorno alla ruota tre fontane e attorno al mozzo quattro fontane un po' più grandi delle prime, con gli stoppini volti in giù. Tutte queste fontane si caricano a limatura d'acciaio (86 p. polvere e 14 p. limatura d'acciaio).

La prima fontana a prendere fuoco è una orizzontale che la girare la farfalla sul perno infilato nel mozzo di cannuccia, quindi prendono fuoco le altre due fontane che la fanno girare e le altre quattro che contemporaneamente la fanno salire (fig. 66).

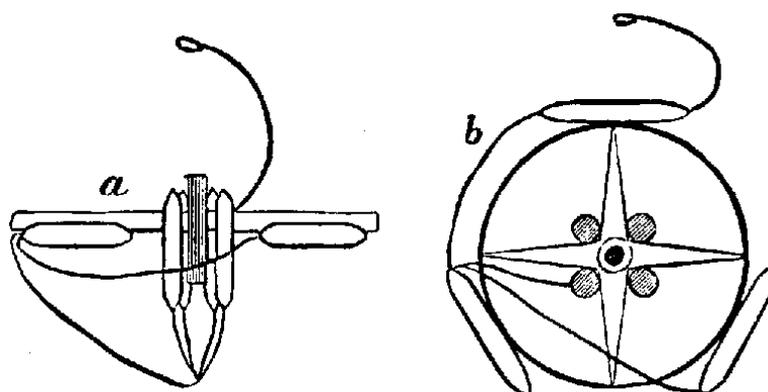


Fig. 69 - Girandola volante
a, vista di profilo; b, vista superiormente

8. SCALETTE

I pirotecnici chiamano scaletta un'ossatura mobile fatta di tante bacchettine che si intersecano l'una con l'altra formando piccoli rombi. Le bacchettine sono inchiodate in modo che la scaletta si può allungare e chiudere.

Esse sono guarnite di lumi che si mettono all'estremità e al centro di ogni bacchettina.

Messi i lumi, si chiude la scaletta, i lumi si avvicinano e così avvicinati se ne cura il dispositivo d'accensione con stoppini in modo che la scaletta sembra un rettangolo diviso in due. Così chiusa si mette verticalmente sul pezzo pirotecnico: quando prende fuoco, lo stesso peso fa allungare la scaletta in tutta la sua estensione (fig. 70),

Con lo stesso principio si fanno scalette a disegni vari: così per es. quelle a stelle, a cerchi, ecc. (figg. 71 e 72).

Scaletta a colonna. - Se alla estremità di 2 scalette si fissa un'ossatura che rappresenti la base anch'essa guarnita di lumi, si ha ciò che i pirotecnici chiamano scaletta a colonna (fig. 73).

La colonna va prima chiusa, poi se ne dispone il sistema d'accensione con stoppini e quindi va sospesa al pezzo.

Scalette

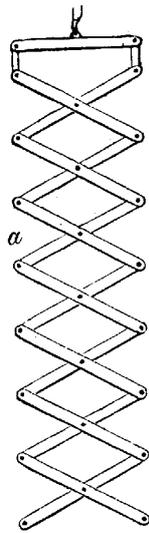


Fig. 70.
a, scaletta allungata; b, scaletta chiusa.

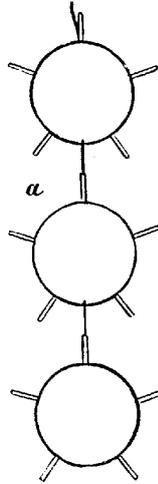
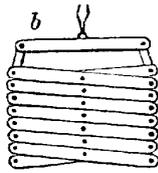


Fig. 71.
a, scaletta a cerchi; b, scaletta chiusa.

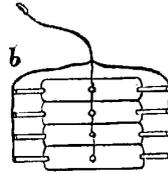


Fig. 72.
a, scaletta allungata; b, scaletta chiusa.

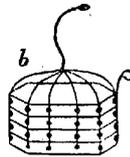
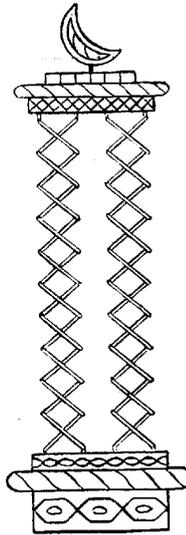


Fig. 73.
Scaletta a colonna.



9. COLONNA A CERCHI

Si riuniscono più cerchi con ferro filato in modo da formare una colonna, che si può allungare e accorciare. I cerchi si guarniscono di lance. Prima si chiude e poi si dispone il sistema d'accensione a stoppini (fig. 74).

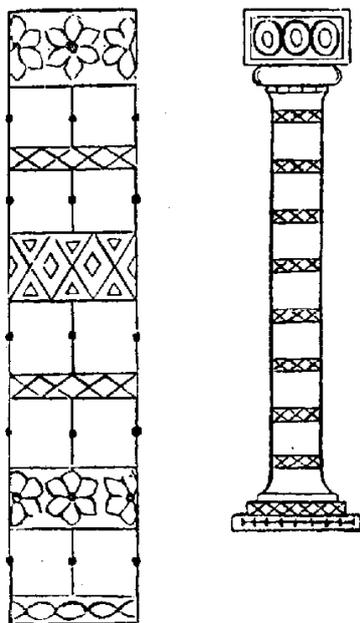


Fig. 74 - Colonna a cerchi

10. SOLE DI FONTANE FISSO

L'ossatura consiste in due cerchi concentrici uniti da due assi celle che si intersecano perpendicolarmente. All'intorno, come dei raggi, si distinguono dei getti che si mettono in comunicazione per mezzo di uno stoppino. Allorché questo pezzo è acceso, imita perfettamente il sole, da ciò il suo nome di sole di fontane.

Si fanno soli di 8, di 10, di 12 getti e soli di un numero anche maggiore di getti.

I soli grandi si fanno però a diversi cerchi concentrici, in modo che si possono disporre diversi ordini di razzi. L'accensione con stoppini può regolarsi in maniera che questi diversi ordini di getti possono accendersi tutti contemporaneamente, oppure, finito il primo ordine di razzi (sul cerchio esterno), prende fuoco il secondo ordine, poi il terzo, ecc.

In questo modo il sole dura molto di più.

I diversi ordini di fontane si possono caricare con composizioni differenti in modo che l'effetto sia sempre crescente: si usano per ogni giro fontane dello stesso diametro e caricate nello stesso modo.

La fig. 75 rappresenta un sole a 2 riprese e la fig. 76 un sole a 3 riprese.

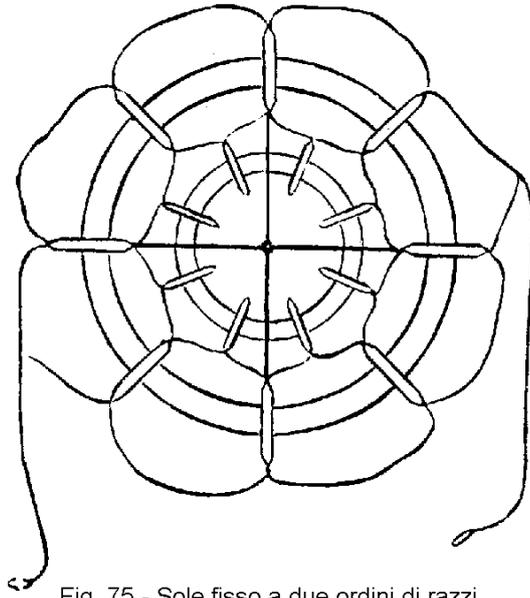


Fig. 75 - Sole fisso a due ordini di razzi

Alcune volte i diversi razzi si dispongono intorno allo stesso cerchio. Questo sistema offre il vantaggio di conservare la stessa grandezza al sole ogni ripresa. Però se il sole ha più di due riprese, vi è l'inconveniente di dover ridurre il numero delle fontane

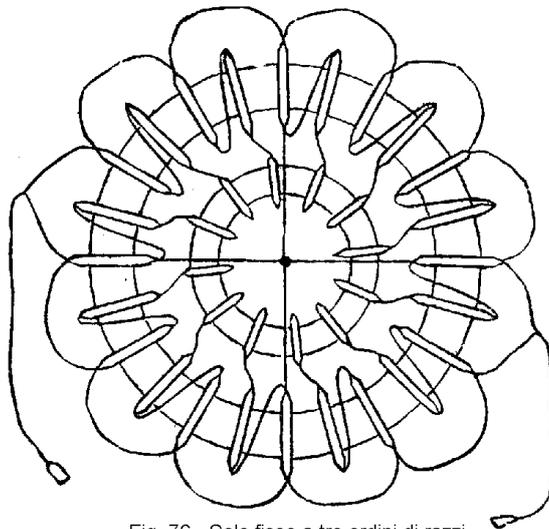


Fig. 76 - Sole fisso a tre ordini di razzi

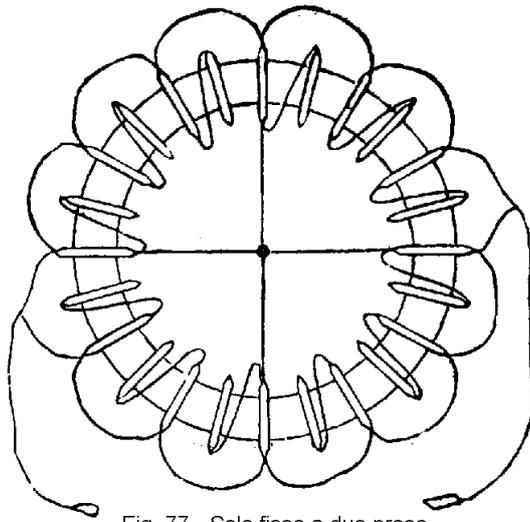


Fig. 77 - Sole fisso a due prese

di ogni ripresa. Ecco perché di un sole a 2 riprese la fig. 77 è preferibile alla fig. 75, e per uno a 3 riprese la fig. 78 è preferibile alla fig. 76.

Per le fontane che stanno nello stesso giro la disposizione degli stoppini per l'accensione vien fatta come si è detto per le « fontane da giuoco ».

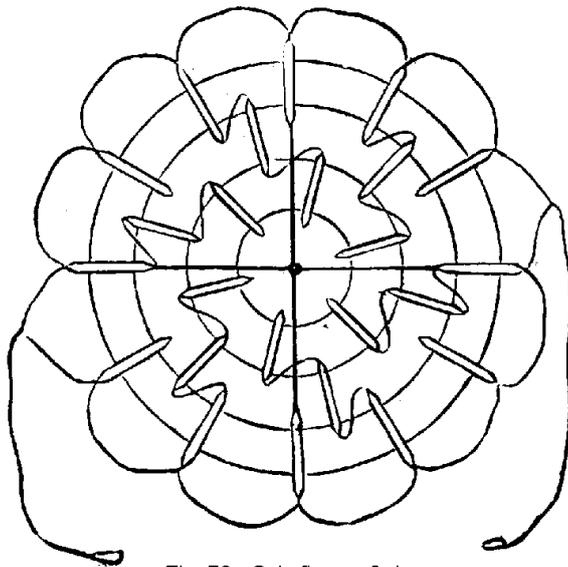


Fig. 78 - Sole fisso a 3 riprese

11. SOLE GIRANTE

Esso differisce dal precedente per il fatto che, invece di essere montato su di un sostegno fisso, è montato su di una vera ruota e le fontane, invece di essere dritte, sono un po' oblique sui raggi.

Nel mezzo si possono mettere delle fiamme come ruote.

Accese le fontane, il sole principia a girare con lentezza e poi con moto regolare.

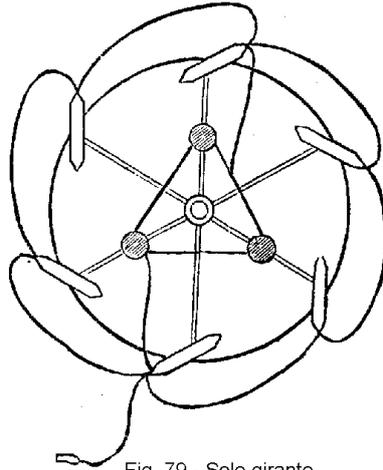


Fig. 79 - Sole girante con fiamme

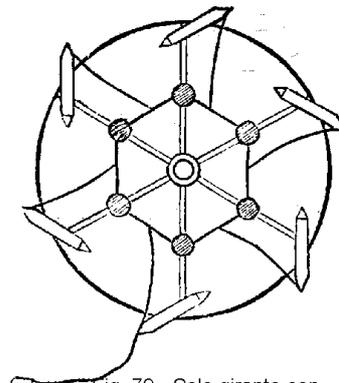


Fig. 79 - Sole girante con 6 fiamme nel centro

Esiste la difficoltà di situare le fontane oblique, ecco perché per i piccoli soli si prende una ruota che ha un numero di raggi uguale al numero delle fontane, in modo che ogni fontana viene attaccata al raggio ed al cerchio; pei grandi si fissa nel centro della ruota un secondo cerchio e così si può mettere quel numero di fontane che si vuole indipendente niente dal numero dei raggi.

A somiglianza del sole precedente si può anche a due o tre riprese mettere delle fontane intermedie.

La fig. 79 dà un esempio di un sole girante a 6 getti con 3 fiamme al centro, la 80 di un sole girante con 6 fiamme al centro, la fig. 81 un sole girante a due riprese, la fig. 82 un sole girante a 2 riprese con fiamme.

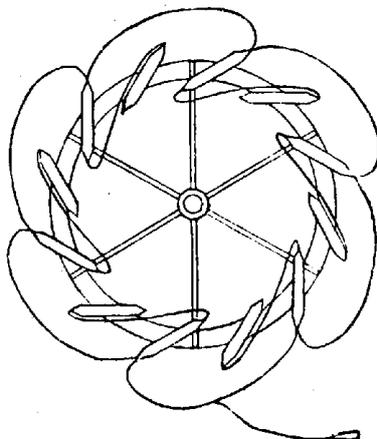


Fig. 81 - Sole girante a due riprese
6 fiamme nel centro

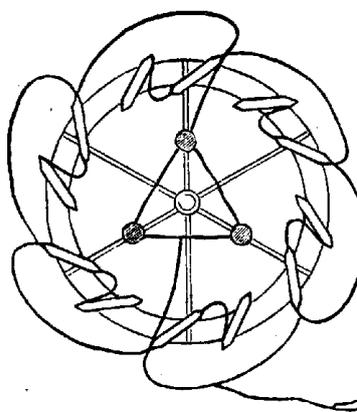


Fig. 82 - Sole girante a due riprese
con fiamme nel centro

12. SPIRALE

Si prende un cerchio di legno leggero e si rinforza con 4 regoli incrociati; quindi con 4 traversine si forma un cono che termina in cima con un cappelletto tornito. Attorno alle traversine si fa girare una spirale sulla quale si attaccano delle lance.

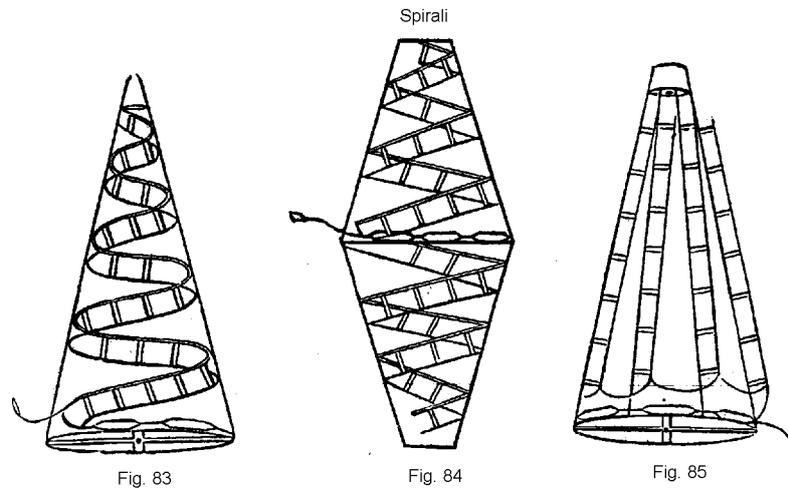
Per imprimere il moto poi si dispongono delle lontane in torno al cerchio come una ruota orizzontale.

Spirale doppia. - È formata da due spirali semplici con giunte per le basi che girano intorno allo stesso asse.

Spesso alle due ossature indicate innanzi non si mette la spirale e si guarniscono le traversine stesse con le lance. In tal caso le ossature si fanno anche a 6 traversine (vedi figg. 83, 84 e 85).

13. COLONNE GIRANTI

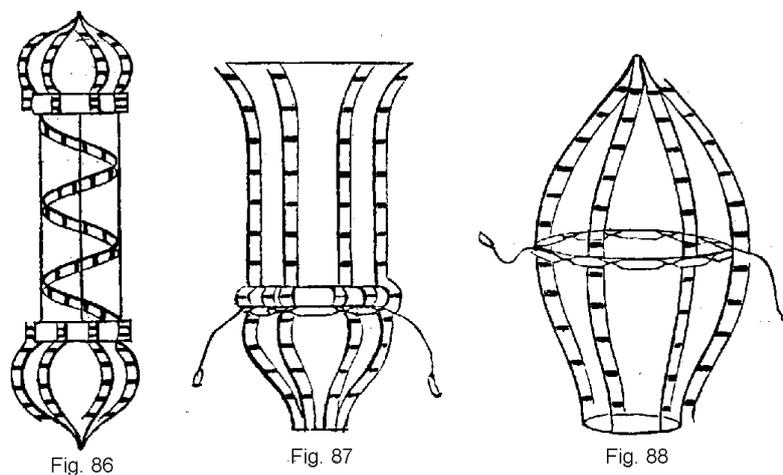
Si uniscono due piccole ruote con tre o quattro sottili regoli di legno e poi si fa girare una spirale, intorno alla quale si attaccano i lumi. Al cerchio inferiore o ad ambo i cerchi si attaccano le fontane che servono per far girare la colonna.



4. OSSATURE VARIE GUARNITE DI LUMI E GIRANTI

Oltre alle spirali ed alle colonne si possono disporre un certo numero di ossature che, guarnite di lumi, girano intorno ad un asse verticale, assumendo forme diverse, Così per es. quella di un gran vaso, d'un pallone, d'una sfera, ecc.

Si intende che questi pezzi hanno, per lo più in basso, uno o più cerchi guarniti di fontane per farli girare. Queste fontane si



caricano a polvere e carbone leggero, appunto per non offuscare il fuoco delle lance (figg. 86, 87, 88).

Qualche volta il disegno non si presta ed allora si mette una traversina, per lo più in basso, guarnita di fontane come un regolo girante.

15. PICCOLE OSSATURE GUARNITE CON LUMI, FISSE

Queste piccole ossature (figg. 89, 90), guarnite di lumi, sono usate durante i «grandi fuochi di artificio»; le grandi ossature

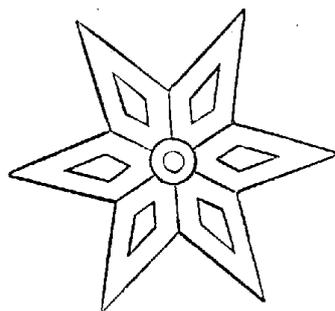


Fig. 89

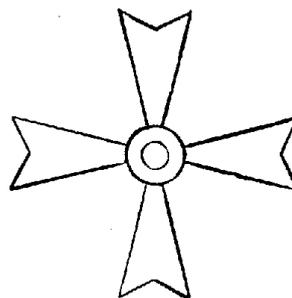


Fig. 90

formanti pezzi staccati si trovano descritte in appresso.

La difficoltà di esecuzione di questi pezzi pirotecnici consiste nel disegno: una volta fatto, con un po' di pazienza, facilmente si riproduce il disegno con traversine di legname. Quindi al posto delle lance si fissano dei piccoli chiodi.

16. PEZZI FORMATI DA ELEMENTI GIRANTI E FERMI

Si indica soltanto qualche esempio di questi pezzi, che possono essere modificati e variati enormemente.

Essi si compongono di ruote, colonne giranti, spirali, ecc. e di ossature fisse guarnite di lumi. Il tutto poi può essere fisso o girante.

Questi pezzi ben composti riescono di effetto bellissimo.

Nell'idearli, bisogna cercare di disporre i pezzi in modo che il fuoco prodotto dalle fontane degli elementi mobili non raggiunga le lance.

Di più le fontane che danno il movimento a tutto il pezzo debbono essere proporzionate al peso di esso, per dare un movimento regolare, non tanto veloce, affinché il disegno non si confonda durante il movimento.

La fig. 91 rappresenta 4 colonne giranti, 4 ruote bengala al centro e una linea curva guarnita di lumi.

L'intero pezzo è girante, giacché all'estremità di due assi perpendicolari vi sono delle fontane che s'accendono come quelle dei «regoli giranti».

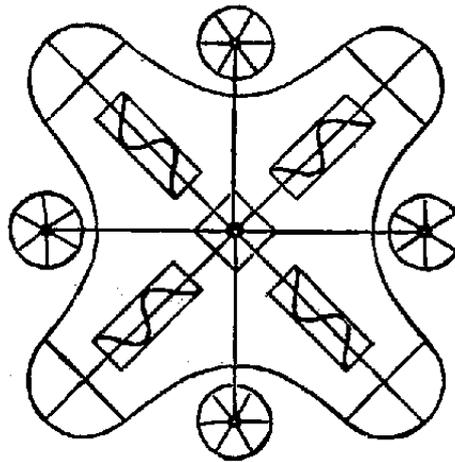


Fig. 91

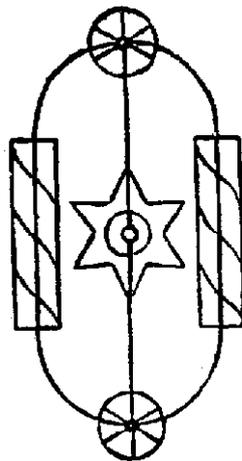


Fig. 92

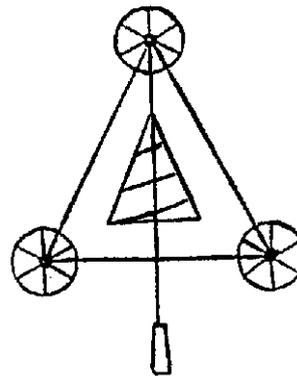


Fig. 93

Le fontane vengono situate dietro le 4 ruote.

La fig. 92 rappresenta due colonne giranti a 2 ruote ed una stella nel centro guarnita di lumi. L'intero pezzo è girante, giacché l'asse centrale è un regolo girante e le fontane sono dietro le ruote.

La fig. 93 rappresenta un pezzo fisso con 3 ruote ed una, spirale al centro.

La fig. 94 rappresenta un pezzo fisso con quattro spirali al centro e guarnizioni di lumi all'intorno.

Nella fig. 95 è raffigurato un pezzo fisso con sei colonne giranti, una stella nel centro e sei lancette guarnite di lumi all'esterno.

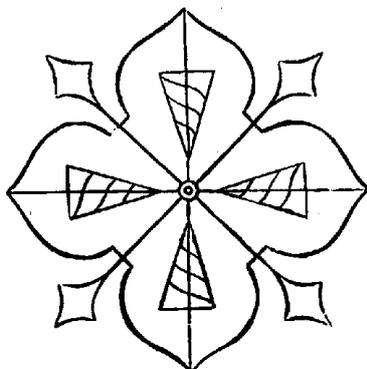


Fig. 94

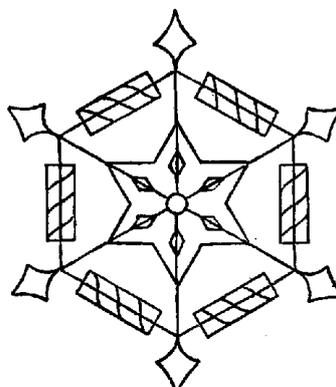


Fig. 95

17- CASTELLETTI A SBRUFFI O A MORTALETTI

Si chiama « castelletto » un'ossatura piramidale a base quadrata che ha per ciascun lato delle traversine parallele sulle quali si attaccano gli sbruffi o i mortaletti.

Si mettono prima i mortaletti a posto, e poi si stoppinano mettendo in comunicazione fra loro i mortaletti dello stesso giro, indi, con due stoppini opposti, quelli di un giro con gli altri del giro superiore. In questo modo il fuoco si propaga con molta celerità, i mortaletti scoppiano successivamente lanciando le granatine, che allora scoppiano espellendo stelle di di versi colori (fig. 96).

18. FUOCO RABESCATO

Il fuoco rabescato si fa con due ruote della stessa grandezza guarnite con fontane come soli giranti. Però messe queste ruote sullo stesso asse debbono girare controsenso.

La stoppinatura si fa in modo da accendere contemporaneamente 4 fontane della prima ruota e 4 della seconda.

Nello stesso modo prende fuoco la seconda ripresa, ecc. Cosicché per 3 riprese occorrono 24 fontane.

Si badi che per ottenere il massimo effetto da questo pezzo, bisogna fare in modo che le fontane si muovano piuttosto lentamente.

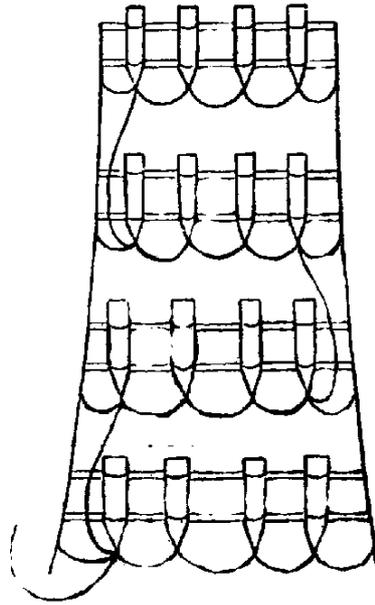


Fig. 96

19. BATTERIE

Fatte le castagnole, si incartocciano e si dispone il sistema di accensione con stoppini come si è prima accennato. Si prende una coppia di stoppini e si mettono le estremità riunite nel beccuccio del cartoccio e si lega. Gli altri estremi degli stoppini sono muniti di beccuccio. Indi con uno stoppino che corre da un beccuccio all'altro si riuniscono fra loro i diversi cartocci.

In una batteria le castagnole si dispongono secondo la loro grandezza, prima le piccole e poi man mano quelle più grandi. L'ultima è più grande di tutte (fig. 97).

Qualche volta in una serie di castagnole se ne mette qualcuna di maggior diametro, ma con uno stoppino proprio e messa dall'altro lato della batteria.

Per es.: batteria di 4,5 castagnole, n. 30 castagnole (calibro 1). Dopo le prime 15, una più grande a stoppino separato. Dopo le seconde 15 n. 2 più grandi, indi n. 10 (calibro 2). Poi n. 4 (calibro 3) e n. 1 (calibro 4).

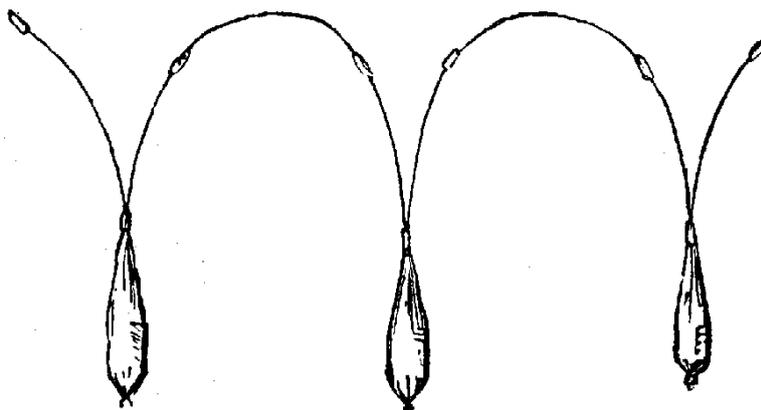


Fig. 97

20. BATTERIA DI CANDELE ROMANE

Per batteria di candele romane s'intende una quantità di candele romane che bruciano nello stesso tempo. All'uopo si formano delle ossature di diverse forme secondo l'effetto che si vuole ottenere colla proiezione delle stelle.

Spesso l'ossatura è una superficie piana fatta da diverse traversine parallele, alle quali si attaccano le candele romane, in questo modo le stelle vengono lanciate tutte verso un solo lato.

Qualche volta si riuniscono diverse ossature in modo da formare un recinto quadrato, rettangolare, esagonale, ecc.

Senza dubbio questo è uno dei più bei fuochi e perciò viene fatto quasi sempre nei grandi fuochi di artificio.

Il più bell'effetto poi si ottiene col montare un castelletto a candele romane.

21. DISCHI DI FUOCO COLORATO

Su due regoli giranti messi in croce ed aventi un mozzo comune si dispongono delle fiamme a colori molto vivi. Questi dischi si fanno molto grandi e affinché il fuoco delle fontane motrici non si vegga, queste si caricano a polvere e carbone leggero.

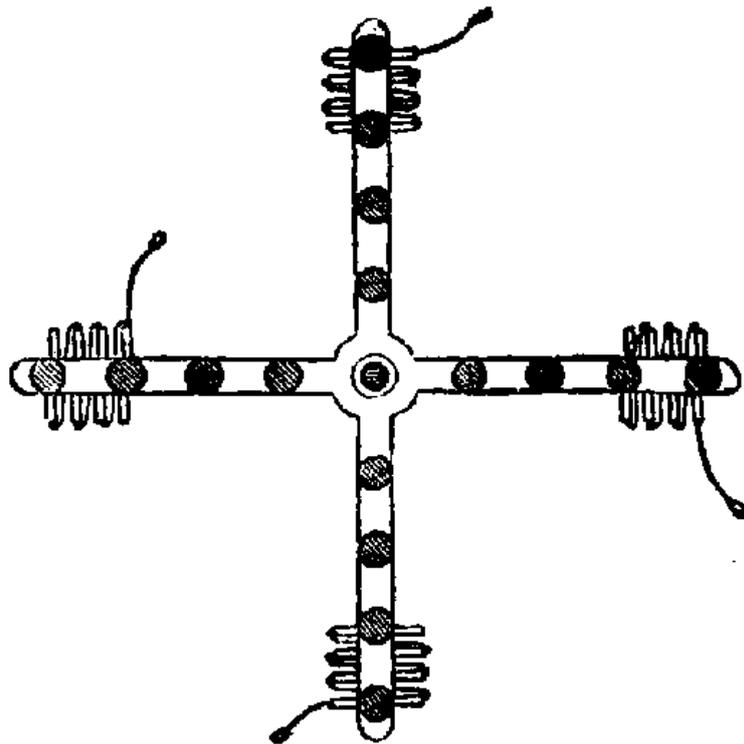


Fig. 98 - Disco di fuoco colorato

Questo pezzo, allorché è acceso, dà un effetto grandioso (fig. 98).

22. PARASOLI

Su di una ossatura quasi simile a quella indicata per i soli fissi, ma un po' conica e collocata in senso orizzontale, si mettono dei razzi inclinati che prendono fuoco contemporaneamente.

Si può, come i soli fissi, farli a due o più riprese disponendo dei razzi intermedi caricati, se si vuole, con altra composizione.

Se poi si prende una ruota e si guarnisce di getti come un parasole e altri getti situati in modo da far girare la ruota, getti che vengono accesi tutti insieme, si ha un parasole gigante: se si guarnisce con getti di fuoco cinese si ha un ombrello cinese.

23. IMITAZIONE DI FIORI CON PICCOLE LANCE PER DECORAZIONE

Tutta la difficoltà consiste nel fare l'ossatura. Per raggiungere lo scopo si debbono evitare le ossature troppo complicate ed i fiori a contorni frastagliati.

Le lance poi debbono essere piccole e ben disposte in modo da riprodurre fedelmente il disegno.

Questi lavori sono di grande pazienza, per la riuscita dei quali

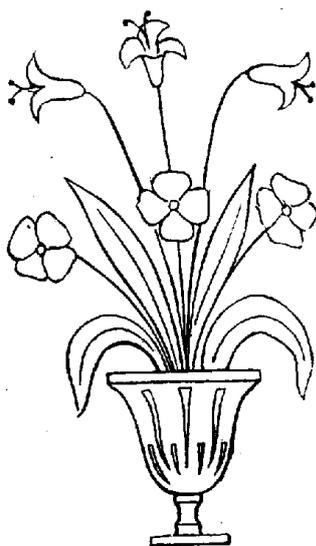


Fig. 99 - Vaso da fiori rosso e bleu. bianco

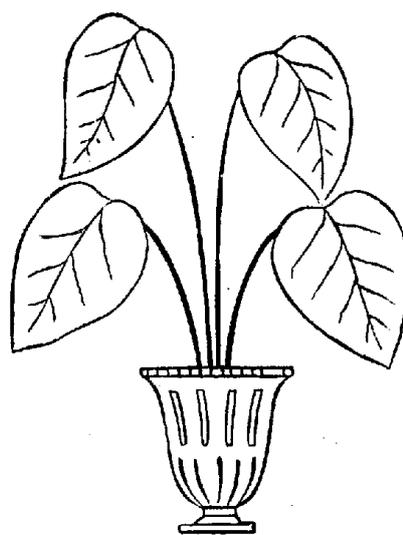


Fig. 100 - Foglie verdi con strisce rosa

occorrono diversi esperimenti.

Le figg. 99 e 100 danno due esempi di questi pezzi. Le foglie, i fiori ed i vasi sono di legname leggero e dipinti conforme ai colori delle lance. Essi sono altrettanti elementi separati, che poi mediante piccoli chiodi e fili di ferro si possono raggruppare come meglio si vuole. In questo modo con gli stessi elementi si possono avere figure diverse.

Questi vasi di fiori si possono mettere sui pilastri o colonne guarnite di lumi nei prospetti per illuminazione.

Nell'istesso modo si possono fare anche monogrammi, stemmi gentilizi, scudi, ecc., circondati da rami con foglie e fiori. il

monogramma può essere anche un pezzo separato, affinché all'occasione si possa mettere il monogramma occorrente.

Mazzetti di fiori. Cogli stessi principi su esposti possono farsi dei mazzetti di fiori (vedi fig. 101).

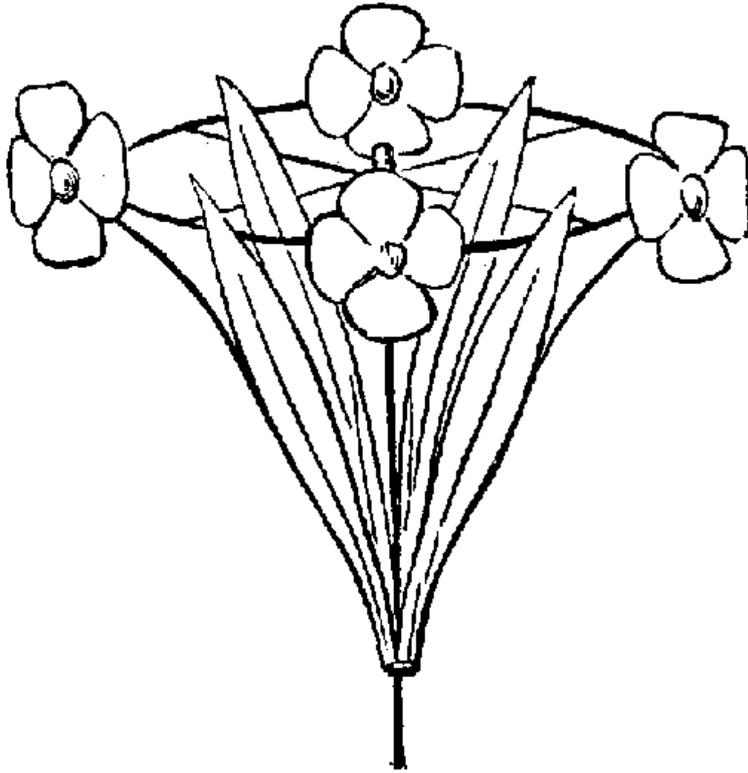


Fig. 101 - Mazzetti di fiori

24- VASI LUMINOSI AEREI

Questi si formano con ossature leggerissime, secondo un disegno precedentemente scelto. Ordinariamente l'ossatura è di cannuce spaccate per lungo.

L'ossatura si guarnisce con piccole lance e il moto le vien comunicato dalle fontane. Queste debbono essere in numero sufficiente per innalzare l'ossatura, guarnita di lumi, ad una certa

altezza. Ecco perché questi pezzi richiedono molti esperimenti prima di riuscire bene.

Il più semplice dei vasi giranti è quello chiamato « fiscella ».

Fiscella. - L'ossatura si forma con due cerchi di cannuce spaccate, uniti con 4 traversine in forma di un tronco di cono capovolto. Essa dev'essere leggera quanto più possibile.

Il 1° cerchietto deve avere il mozzo di cannuccia otturato per ricevere il ferro che la mantiene sospesa. Il 2° cerchietto, distante dal 1° per 3 raggi del 1° cerchio, è molto più piccolo.

Il fuoco poi si dispone così: si prendono 6 fontane e si mettono intorno al mozzo cogli stoppini all'ingù, 4 fontane intorno al cerchio superiore stoppinate a due. Sulle assicine si legano i lumi, 4 per ogni assicina, in tutto 16 lumi.

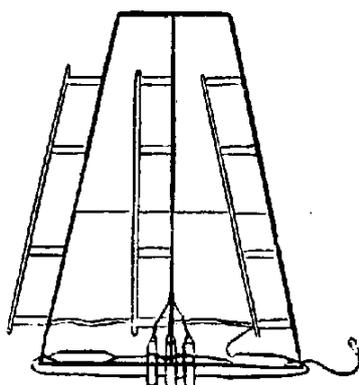


Fig. 102

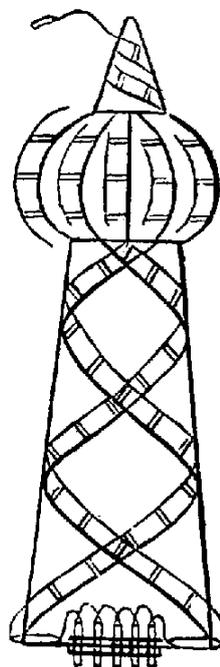


Fig. 103

Vasi luminosi aerei

Prendono fuoco prima due fontane opposte del cerchio superiore che fanno girare la fiscella sull'asse, indi i lumi e le 6 fontane che la fanno salire (fig. 102).

La fig. 103 mostra il disegno di un altro vaso aereo. Sono due spirali intrecciate che terminano in un « palloncino ». Intorno al-

la ruota superiore vi sono 4 fontane e ad un cerchio interno sono attaccate 14 fontane più grandi a limatura di acciaio.

Si badi che le lance sono volte verso terra. Primi a prender fuoco sono i lumi, quindi 2 fontane intorno al cerchio superiore che fanno girare l'ossatura intorno all'asse, infine le altre 2 fontane e le 14 verticali che l'innalzano in aria.

Mazzetti di fiori aerei. - Con le norme sopra indicate, i mazzetti di fiori, di cui si è parlato prima, si possono fare anche aerei, aggiungendo all'ossatura un piccolo cerchietto poco discosto dal mozzo del cerchio superiore, e attaccarvi delle fontane in numero sufficiente per farle innalzare.

25. RUOTA LUMINOSA AEREA

Si fa una ruota come quella che serve per farfalle, con un cerchio di legno per staccio. intorno al cerchio vi sono 6 chiodi che servono per sostenere altrettante fiamme a fuoco colorato. Su queste girano intorno al cerchio 4 fontane, mentre attorno al mozzo sono legate 6 fontane a limatura di acciaio.

L'accensione con stoppini è fatta in modo che prendono fuoco prima due fontane opposte e le fiamme, quindi le altre due fontane e le 6 verticali che la fanno salire.

26. RUOTA VERTICALE, INDI AEREA

Questa ruota è fatta di cannuce spaccate, eccetto il cerchio esterno che è di legno sottile, per staccio.

Essa ha nel mezzo un cerchio intorno e su questo un altro, distante circa 6 cm, sostenuto da alcune traversine.

Intorno al cerchio esterno si dispongono due gruppi di tre fontane ognuno; attorno ai due cerchi interni si attaccano perpendicolarmente ai raggi 6 fontane grandette a limatura di acciaio e sui raggi si mettono 6 piccole fiamme.

L'accensione con stoppini vien fatta in modo che prendono fuoco prima due fontane opposte del cerchio esterno, indi altre due, poi le rimanenti e contemporaneamente le fiamme e le 6 fontane al centro. Queste ultime, dando una forte spinta alla ruota, tendono a farla uscire dall'asse, e siccome questo è piegato dolcemente ad arco, mentre il mozzo della ruota è corto e largo,

la ruota facilmente fa la voltata e si dispone in senso orizzontale, mentre ora le 6 fontane avendo preso la posizione verticale l'innalzano in aria (fig. 104).

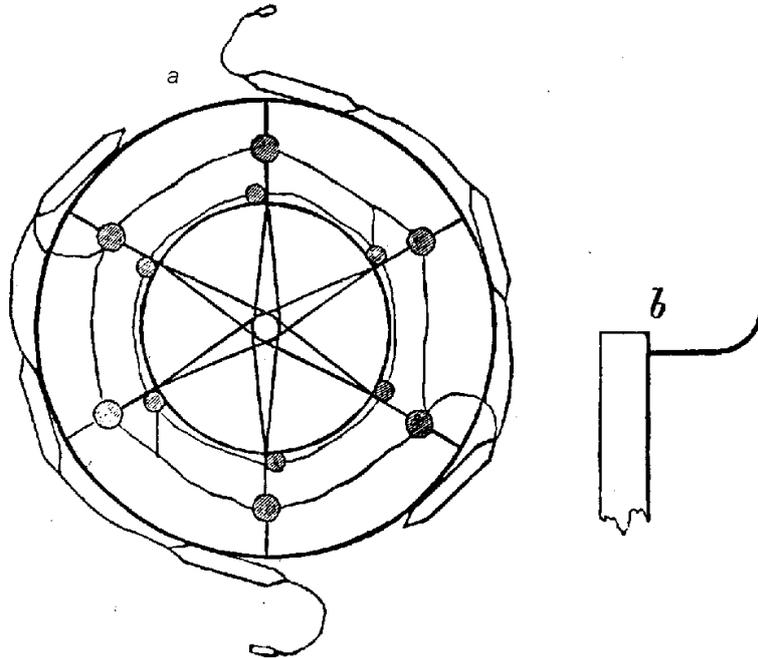


Fig. 104 - a, ruota verticale, indi aerea
b, sostegno ad asse di ferro, curvo

Il sostegno di legno deve finire circa 3 cm sopra il foro in cui si è incastrato il ferro per non ostacolare l'uscita della ruota dall'asse.

27. RUOTA A RAGGI GUARNITI DI PICCOLE RUOTE

Si prolungano tre raggi di una ruota e alle estremità si fissano tre piccole ruote, in modo che vengono situate sul davanti della ruota. La ruota deve avere due gruppi di fontane per aver forza di far girare tutto il pezzo. Però è sempre necessario qualche esperimento per regolare la forza delle fontane in modo che la ruota giri senza troppa velocità, altrimenti le tre ruotine non si distingueranno nettamente.

La fig. 105 rappresenta il profilo ed il prospetto di questo pezzo.

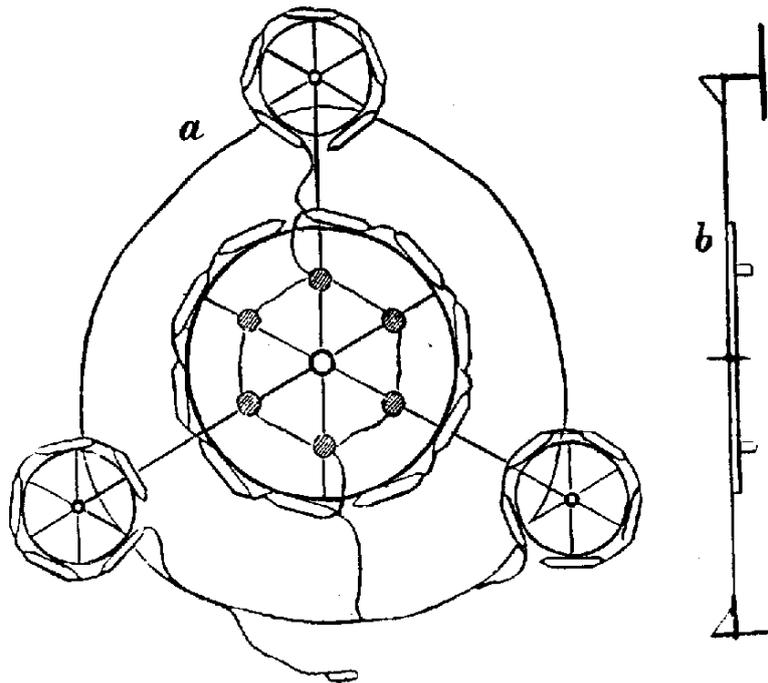


Fig. 105 - a, ruota a tre routine; b, profilo

28. CASCATE

Sono molto usate e relativamente semplici. Si tratta di collocare i o più file di bengala accesi con stoppino da artificiere (o accensione elettrica) su apposito sostegno di legno.

L'effetto è molto bello.

CAPITOLO V

GRANDI FUOCHI D'ARTIFICIO

I grandi fuochi di artificio sono la combinazione dei diversi fuochi descritti in precedenza: Perciò il loro numero è illimitato, per le numerose combinazioni che è possibile fare con i diversi elementi.

Per allestire i grandi fuochi è necessario accennare ai sostegni, alla disposizione rispetto gli spettatori, all'ordine con cui vanno accesi, ecc.

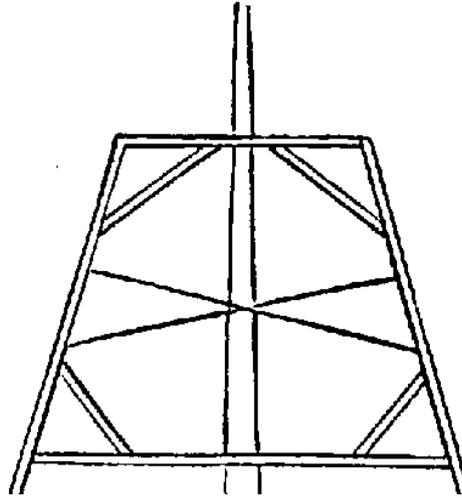
A) SOSTEGNI

I sostegni devono essere forti e resistenti dovendo non solo sostenere il peso dei diversi fuochi, ma ancora resistere alle loro reazioni e a qualunque eventuale sforzo esterno. Infatti è successo qualche volta che essendo un palo troppo sottile ed oscillando un po' troppo a causa' del vento, le comunicazioni si sono rotte e l'effetto è stato mediocre.

B) DISPOSIZIONE

I fuochi debbono essere disposti in modo che si possano vedere agevolmente dagli spettatori. Quindi nessun pezzo deve nascondere la vista degli altri, e se a causa dello spazio ristretto si debbono mettere in fila, è opportuno adoperare i "sostegni mobili» (fig. 106).

Finalmente nella disposizione dei fuochi di artificio occorre tenere conto della direzione del vento, affinché il fumo non impedisca la veduta dello spettacolo, ed inoltre avere cura che gli spettatori siano il più possibile protetti dall'eventuale caduta dei pezzi accesi incombusti dei medesimi.



C) ORDINE D'ACCENSIONE

I grandi fuochi si annunciano con lo sparo delle batterie, delle granate o dei razzi. Le granate si sparano anche tra un pezzo e l'altro, come intermezzi.

Riguardo ai Pezzi, s'accendono prima i semplici, indi mano mano quelli più complicati e di maggior effetto.

Per ultimo si accende il pezzo finale, nel quale si compendia per così dire la festa, giacché esso è spesso un pezzo simbolico, per lo più ad illuminazione. Finalmente un numero considerevole di granate, le più belle, chiudono lo spettacolo.

D) RIPRESE

Ogni fuoco d'artificio è composto di diverse parti. Ora non sempre terminata la 1^a si accende la 2^a e terminata questa si accende la 3^a. Spesso, secondo l'effetto che si deve produrre, si

stabilisce che la 2^a parte si accenda quando la 1^a non è ancora terminata, così pure la 3^a.

In generale esse non si debbono complicare troppo, altrimenti generano confusione.

E) SALVE DI MORTALETTI

Non sempre le granate si lanciano una alla volta, spesso se ne lanciano diverse nello stesso tempo. All'uopo, messi vicini i diversi mortaletti, si riuniscono fra loro gli stoppini delle diverse bombe (fig. 107).

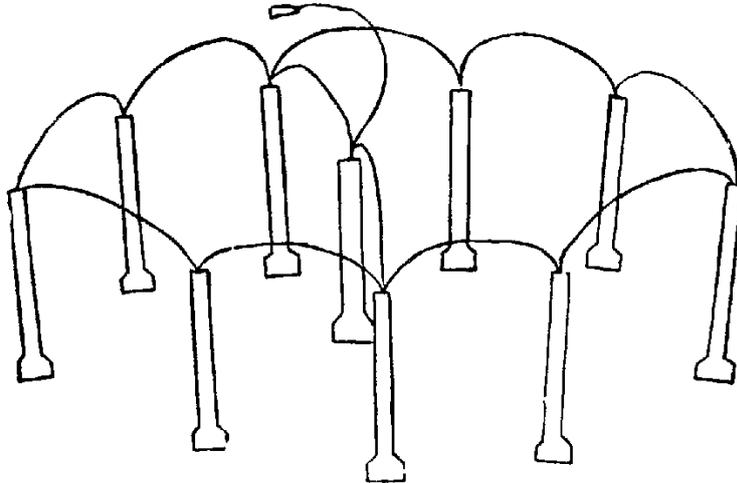


Fig. 107 - Batteria di mortaletti

Non è possibile descrivere tutti i grandi fuochi di artificio in particolare e perciò ci limiteremo ad indicarne alcuni che serviranno, ad esempio, pel dilettante pirotecnico, per la formazione di altri.

Pezzo 1° (fig. 108)

Ruota: 1 cerchio, 8 bengala.

Da 2 bengala opposti prendono fuoco sul 2° cerchio 6 fontane a giardino che hanno castagnole di sotto.

Da una fontana parte lungo l'asse uno stoppino che va a comunicare coi mortaletti che guarniscono il cerchio superiore.

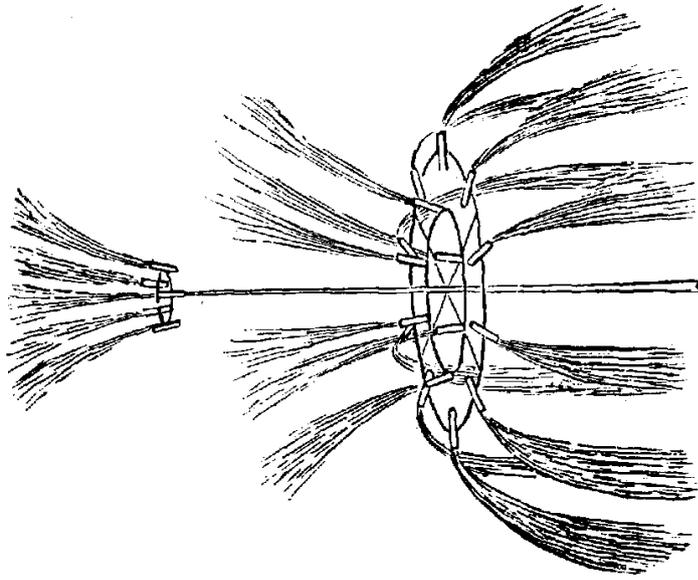
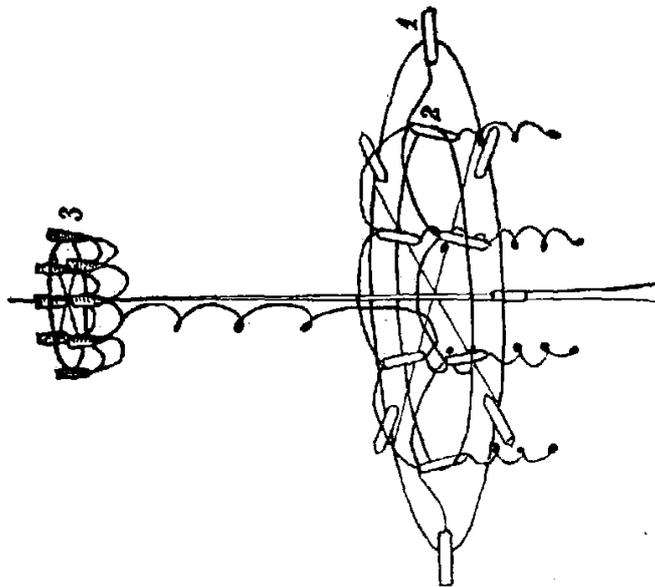


Fig. 109

Fig. 108 - 1, bengala; 2, fontane a giardino;
3, mortaietti a granatine

Pezzo 2° (fig. 109)

Contemporaneamente:

1° cerchio, getti a parasole;

2o cerchio, getti a giardino.

Identica composizione.

Indi contemporaneamente:

1° cerchio, getti a parasole;

2° cerchio, getti a giardino.

Identica composizione e diversa dalla precedente solo per la guarnizione del cerchio superiore.

Pezzo 3° (fig. 110)

1° ruota a 7 fontane;

2° ruota a 14 fontane a due, con fiamme nel centro;

3° ruota, fuoco rabescato. Due ruote, ogni ruota ha 16 getti, di cui si accendono 5 alla volta. Si badi di curarne l'accensione con stoppini, in modo che girino in senso inverso.

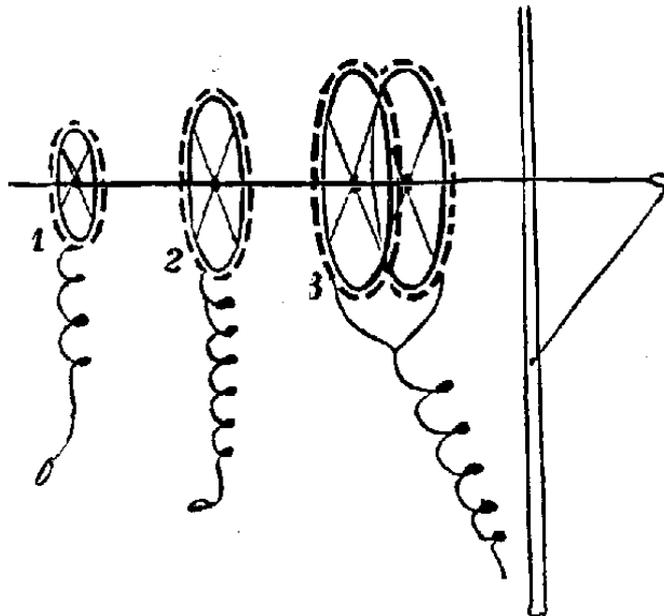


Fig. 110 - 1, ruota; 2, ruota con fiamme; 3, fuoco rabescato.

Pezzo 4° (fig. 111)

Quattro o più parasoli fissi con un numero di getti proporzionato alla loro grandezza. Prendono fuoco tutti simultaneamente formando una « cascata di fuoco ».

Pezzo 5° (fig. 112)

Ruota:

1° cerchio, n. 12 fontane da giuoco che si accendono a due a due;

2° cerchio, n. 12 bengala orizzontali;

3° cerchio, n. 8 fontane da giuoco accendentisi a due a due;

4° cerchio, n. 6 fontane da giardino.

Da una fontana parte lungo l'asse uno stoppino che va a comunicare coi mortaletti che guarniscono il cerchio superiore.

Dalle ultime due fontane a giardino prende fuoco l'ossatura girante, il cui cerchio inferiore ha 14 fontane che vanno a due a due. Le assicine sono 6, ognuna guarnita di 6 lumi. Allo spegnersi di 2 lumi superiori, si accende un cerchietto guarnito di sbruffi.

Pezzo 6° (fig. 113)

Ruota. Come la precedente.

Indi si accende l'ossatura girante, il cui cerchio di mezzo ha 14 fontane che s'accendono a due a due. Le assicine sono 12, 6 nella parte superiore e 6 nella inferiore. Ogni assicina è guarnita di 4 lumi.

Spenti i 2 lumi superiori, prendono fuoco le due castagnole laterali e contemporaneamente l'altra piccola ossatura, il cui cerchio di mezzo ha 7 fontane.

Invece dell'ossatura girante indicata di sopra si può mettere anche una colonna guardina di lumi.

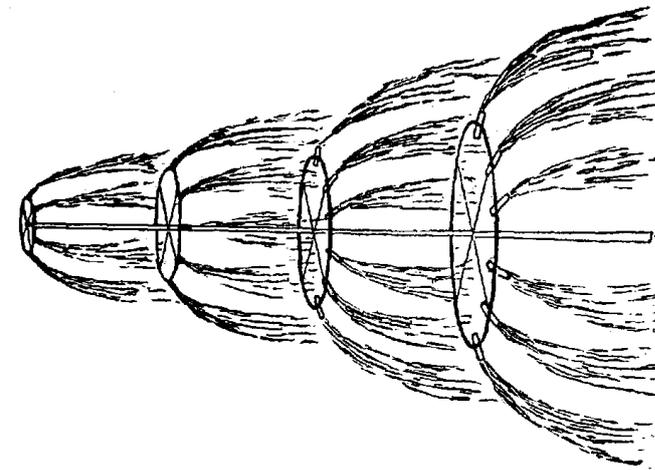


Fig. 111

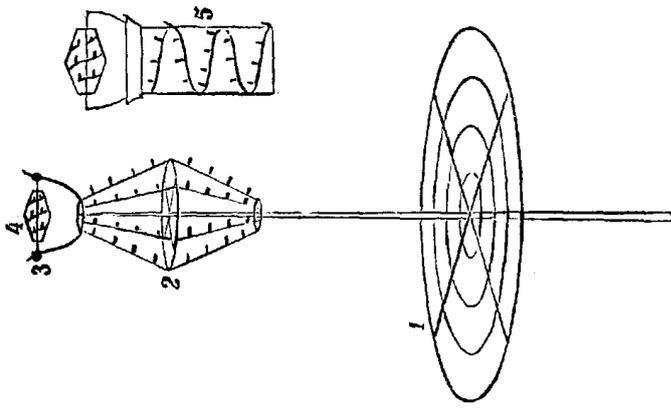


Fig. 113 - 1, come fig. 112; 2, ossatura girante; 3, catagnola; 4, ossatura girante; 5, colonna girante

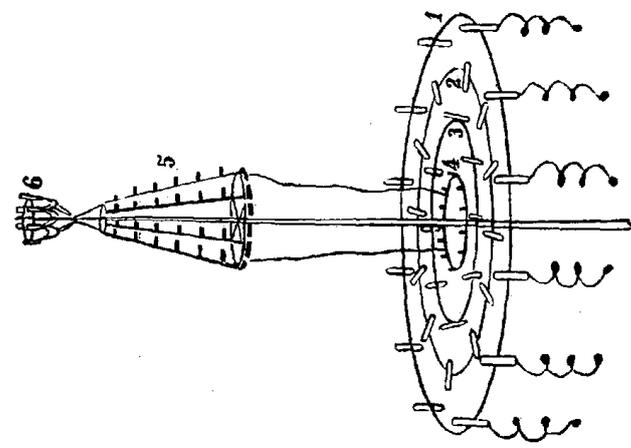


Fig. 112 - 1, fontana da gioco; 2, ben-bala; 3, fontana da gioco; 4, fontana a giardino; 5, ossatura girante; 6, sbruffi.

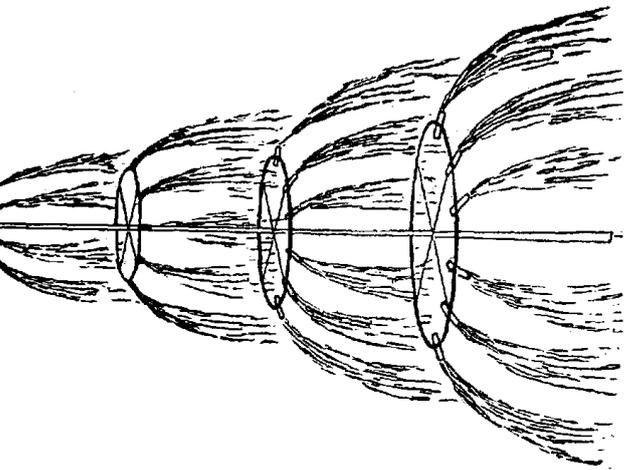


Fig. 112 - 6

Pezzo 7° (fig. 114).

Ruota:

1° cerchio, 12 fontane da giuoco

2° cerchio, 12 bengala;

3° cerchio, 8 fontane da giuoco.

Indi prende fuoco il castelletto e prima due giri di candele romane. terminate le candele romane, prende fuoco la batteria e i due cerchi superiori guarniti di mortaletti. Per ultimo una castagnola.

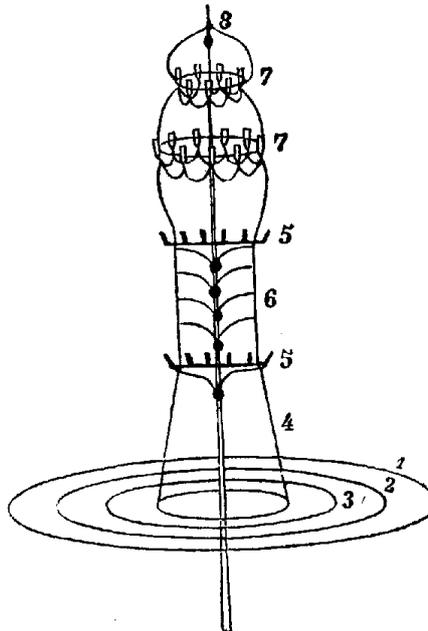


fig. 114 - 1,2,3, ruota a cerchi; 4, castelletto; 5 candele romane; 6 batteria, 7 mortaletto; 8, castagnola

Pezzo 8° (fig. 115)

Ruota:

1° cerchio, n. 4 o 6 ruote a raggi prolungati guarniti

2° cerchio, n. 6 fontane da giuoco;

3° cerchio, n. 6 fontane a giardino.

Indi prende fuoco il «vaso superiore » che prima girerà sull'asse, indi salirà in aria.

Pezzo 9° (fig.116)

Prima s'accende la ruota verticale a 14 fontane, con fiamme al centro. Poi prendono fuoco 4 candele romane, una ad ogni angolo, indi i tracchi e 4 candele romane superiori. Terminate le 24 candele romane e i tracchi, prendono fuoco i mortaletti, fra i quali vi sono delle castagnole. Finalmente si accendono i razzetti che guarniscono il cerchietto superiore.

Pezzo 10° (fig. 117)

Ruota:

1° cerchio, n. 8 fontane da giuoco;

2° cerchio, n. 8 bengala;

3° cerchio, n. 6 fontane a giardino.

Indi prende fuoco tutta l'ossatura superiore composta di tre parti separate.

L'inferiore ha 14 fontane che si accendono a due a due intorno al cerchio di sopra e le assicine sono tutte guarnite di lumi.

La parte media ha 3 colonne che girano intorno al proprio asse verticale e tutte e 3, per mezzo di fontane messe sulle traverse inferiori, girano lentamente intorno all'asse centrale. Si badi di guarnire ciascuna colonna con lumi di diverso colore. La parte superiore ha 14 fontane, che vanno a 2 intorno al cerchio inferiore.

Le traverse sono guarnite di lumi.

Si può mettere anche l'ossatura segnata di lato alla figura.

In essa vi sono 2 spirali che si guarniscono a lumi di diverso colore. Le fontane si mettono intorno ai 2 cerchi.

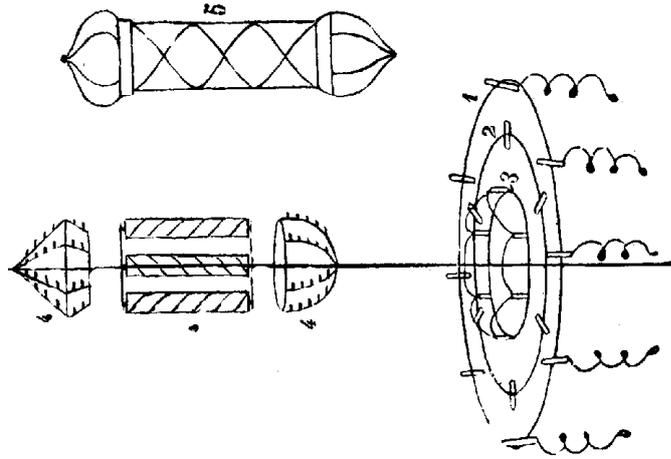


Fig. 117 - 1, fontana da gioco; 2, bengala; 3, fontana a giardino; 4-5, ossature giranti

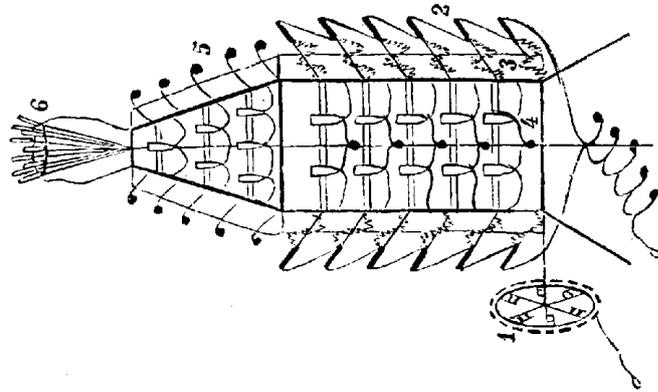


fig. 116 - 1, ruota; 2, candele romane; 3, tracchi; 4, mortaletti; 5, castagnole; 6, razzetti

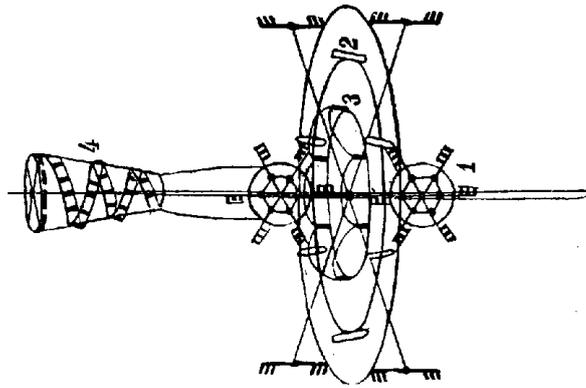


Fig. 115 - 1, ruota a raggi piccoli con lumi; 2, fontana da gioco; 3, fontana a giardino; 4, vaso.

Pezzo 11° (fig. 118)

Un tempietto per illuminazione.

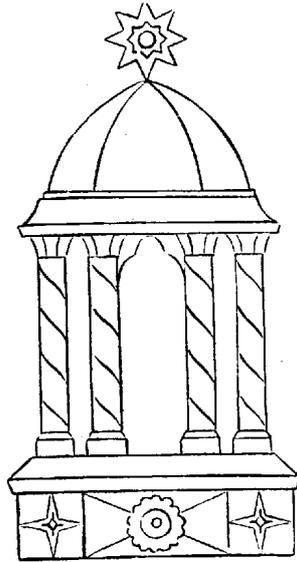


Fig.118

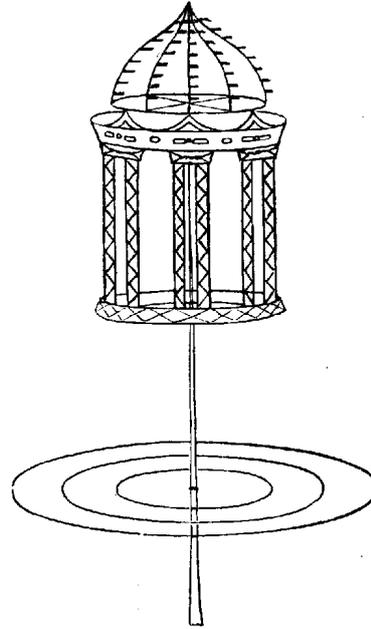


Fig.119

Pezzo 12° (fig.119)

Ruota:

1° cerchio, 12 fontane da giuoco;

2° cerchio, 13 bengala;

3° cerchio, 6 fontane a giardino.

Prima prende fuoco l'ossatura superiore composta di due parti separate. La superiore non è altro che una ruota orizzontale sulla quale si innalzano 8 assicine che vanno a congiungersi in un mozzo cieco. Messe le fontane intorno al cerchio della ruota e guarnite le assicine di lumi, una volta accesa sembra una cupola. La parte inferiore è composta di due grandi cerchi uniti con colonne a scaletta. Ogni cerchio è formato da due o tre cerchi uniti da traversine guarnite di lumi. Sotto il cerchio superiore si fissano i capitelli delle colonne a scaletta e le estremità inferiori di esse si fissano al cerchio inferiore. In questo modo, finché il pezzo non si accende, il cerchio inferiore resta poco di sotto del cerchio superiore (perché le scalette sono chiuse). Quando poi il pezzo si accende, le scalette s'allungano e l'ossatura prende la forma che si vede nella figura.

Pezzo 13° (figg. 120 e 121)

Rappresenta un vascello, il quale alla fine del fuoco corre su due fili. L'ossatura di esso è fatta di legname leggero ed è coperta di cartone dipinto, Nell'interno del vascello si dispongono delle traversine per fissare i fuochi. Tutta l'ossatura è sostenuta da due assi, uno a prua e l'altro a poppa, e ciascun asse ha una traversina in croce che agli estremi è fornita di due rullini nei quali sono infilati i due fili. Così il vascello può scorrere liberamente sui fili, in virtù delle fontane che si trovano appunto sulle traverse, alle estremità delle quali sono i rullini. Per agevolare questo movimento i fili non si dispongono orizzontalmente, ma un po' obliqui. È evidente che queste fontane debbono essere in un numero proporzionato al peso del pezzo.

Prime ad accendersi sono le 4 fiamme, due a prua, due a poppa, indi i tracchi a prua e nello stesso tempo le prime due candele romane, una a destra, l'altra a sinistra. Finite queste, scoppiano i due sbruffi laterali e prendono fuoco due altre candele romane, indi due sbruffi e le rimanenti due candele romane. In seguito s'accendono contemporaneamente 6 candele romane, tre a destra, tre a sinistra, e l'albero del vascello che è guarnito di tracchi. terminate le candele romane, prende fuoco la salva di mortaletti e le castagnole che pendono sotto la chiglia. Contemporaneamente s'accendono le 6 fontane che si trovano sulla tra-

versina che unisce i due rullini di dietro. Queste fontane con due stoppini sono unite alle altre 6 che similmente sono disposte davanti.

Fra i mortaletti che sono in fondo e che servono per la salva, due più lunghi e dipinti rappresentano i fumaioli.

Si possono accendere anche due di questi pezzi su fili separati, ma vicini in modo che nel loro cammino s'incrocino. Allora sarà figurata una « battaglia navale ».

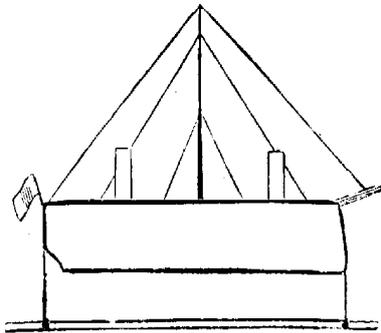


Fig. 120

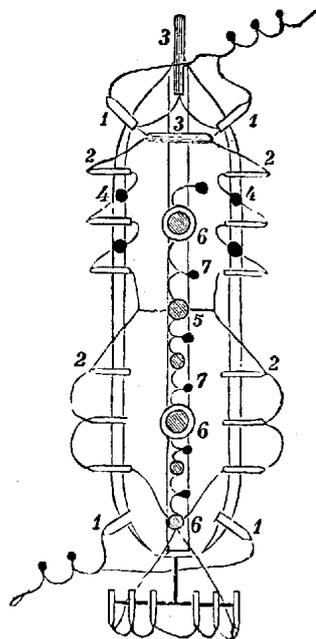


Fig. 121 - 1, fiamme; 2, candele romane; 3, tracchi; 4, sbruffi; 5, albero guarnito di tracchi; 6, mortaletti; 7, botticine.

Pezzo 14° (fig. 122)

Quest'ultimo pezzo rappresenta una battaglia. I due castelli sono coperti con cartone dipinto, e per distinguerli, uno di essi sarà fatto trasparente, in modo che mettendo dietro dei grossi bengala si vedano le aperture illuminate, mentre l'altro sarà semplicemente illuminato dinanzi con fiamme durante tutto il

fuoco. Prima si accendono i lumi di dietro del castello (b) per i trasparenti, e contemporaneamente le fiamme del castello (a),

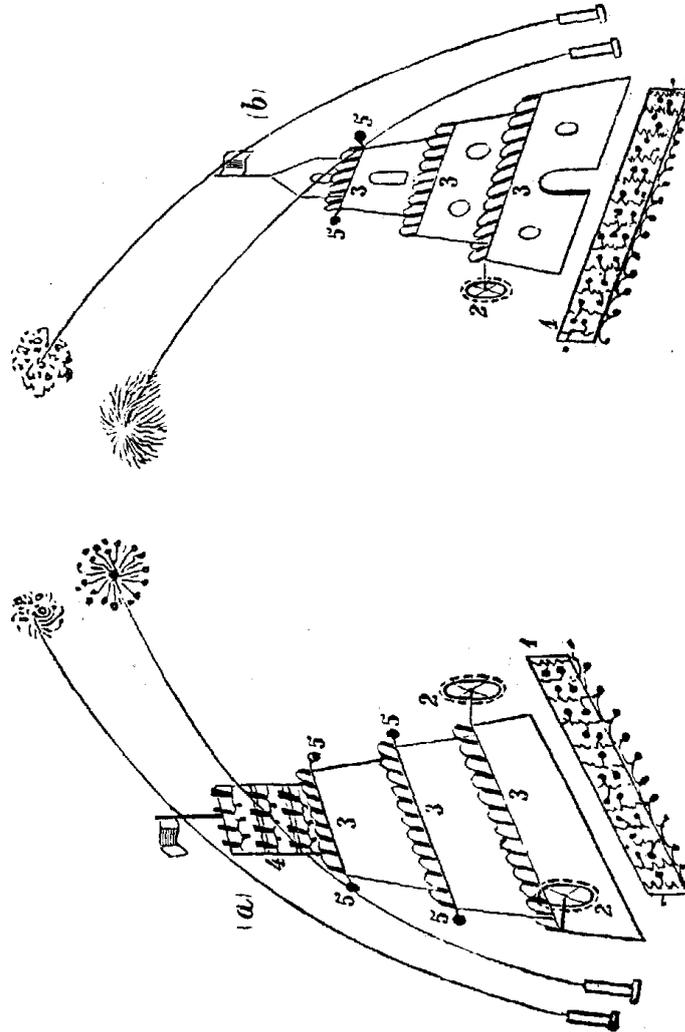


Fig. 122 - 1, tracchi; 2, ruote; 3, candele romane; 4, mortaletti e batterie; 5, fiamme.

poi le ruote al castello (a) e l'altra (b). Finito ciò, si accendono i tracchi dell'una e dell'altra parte e contemporaneamente le prime due file di candele romane, che a preferenza debbono essere caricate con pallette a sfera. Indi altre due file di candele romane, badando di non interrompere mai il fuoco dei tracchi, il quale deve essere sempre nutrito, disponendo ai fianchi dei pezzi fatti esclusivamente di tracchi. E qui, ad intervalli dall'una e dall'altra parte, il

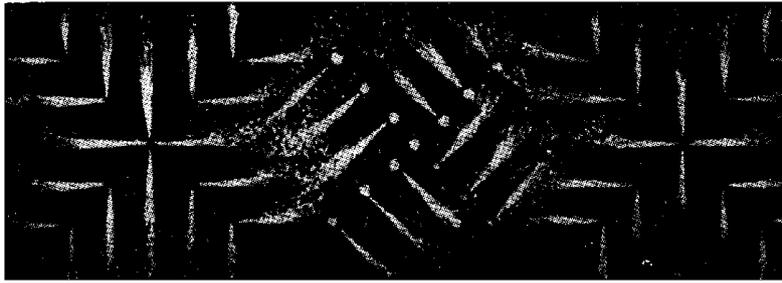


Fig. 123 - Greca

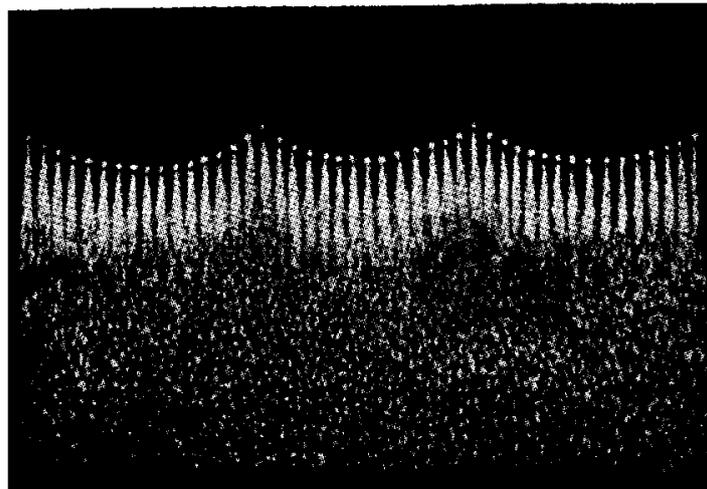


Fig. 124 - Cascade

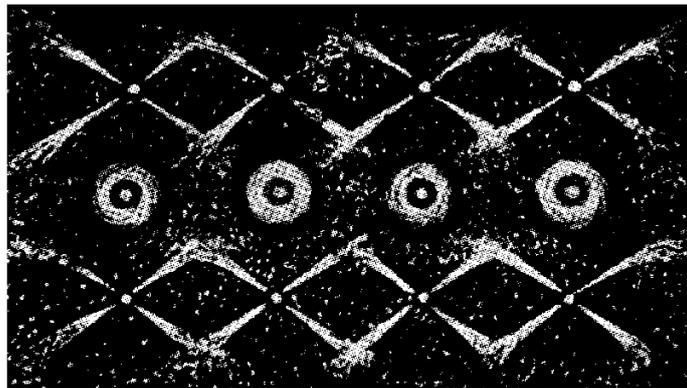
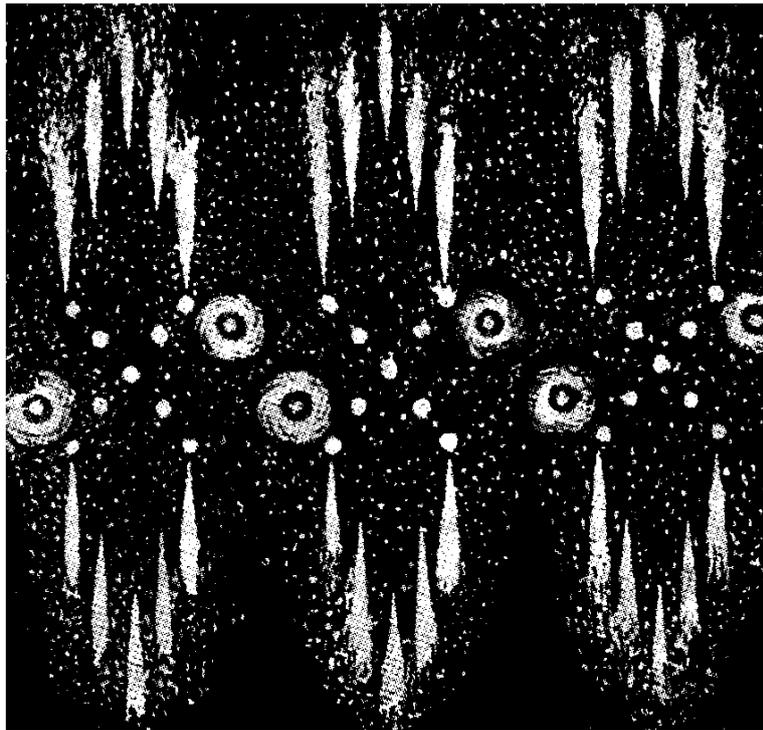


Fig. 125 - Ghirlanda luminosa

lancio - a mezzo di mortaio - di qualche granata, preferibilmente di tipo luminoso. Terminate le candele romane, dalla sommità del castello (a) parte una salva di mortaletti collo scoppio simultaneo di batterie (disponendo delle castagnole tra i mortaletti) e si vede la sommità del castello (b) incendiarsi, accendendosi diverse fiamme di colore rosso sparse sulla sommità qua e là. Si termina il fuoco con una quantità di granate dalla



parte del castello (a).

Fig. 126 - Effetti notturni di fuochi d'artificio con pezzi giranti e getti brillanti

PARTE TERZA

**ARTIFIZI E GIOCATTOLI (SCHERZI) PIROTECNICI
(fuochi da sala e da teatro, ecc.).**

La legge di P. S. prevede l'uso di taluni artifizi pirici (categoria 3, gruppo C) e di alcuni di essi si dà una succinta descrizione.

Girandole. - Sono piccoli soli giranti, usati come guarnizione nei pezzi pirotecnici e che possono venir bruciati in una sala od in un teatro.

Nei vecchi manuali si distinguono in girandole (pastiglie) semplici e in girandole diamanti o fiori di dalia. La *girandola semplice* è un piccolo sole girante (fig. 127) costituito da un tubetto di carta pieno di composizione raggianti, avvolto su se stesso e fissato ad un disco di legno e che gira liberamente attorno ad un perno.

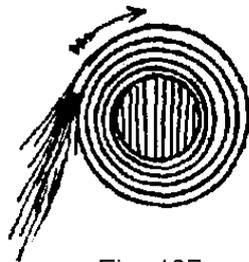


Fig. 127

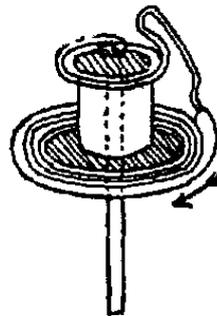


Fig. 128

La *girandola diamante* è formata da due tubetti, ravrolti a spirale (fig. 128), uno dei quali è disposto come nella girandola semplice, l'altro è pieno di composizione colorata ed è ravrvolta

sopra un cilindro di cartone che ha un diametro variabile da 1/2 a 1/3 del diametro del disco che porta il primo tubetto. Il cilindro ed il disco sono fissati l'uno sull'altro ed hanno comune l'asse di rotazione: in tal modo il secondo tubetto forma un anello di fuoco colorato, concentrico all'anello di fuoco rotante.

La carta per i tubetti delle girandole deve essere sottile, ma forte onde possa resistere alla torsione che si pratica dopo che il tubetto è stato riempito con la composizione. I tubetti sono lunghi da 50 a 60 cm, mentre il loro diametro oscilla dai 5 ai 7 mm: sono fatti con listerelle di carta larghe da 9 a 18 cm, bene incollate alle giunture, e modellati sopra un'anima di ferro. La carica della girandola non va troppo compressa, altrimenti non si potrebbe più piegare e avvolgere il tubetto sul disco.

Per le possibili composizioni, veggasi il ricettario, tenendo presente che quelle con limatura sono di esecuzione difficile, data la differenza di peso specifico tra la composizione a polvere e il ferro in limatura.

ARTIFIZI PER LOCALI CHIUSI

In seguito agli incidenti dovuti a principi di incendio, essi non sono ora molto adoperati. Se adoperati, gli artifizi devono essere disposti in luogo tale da essere il meno esposto al pericolo d'incendio. Si devono poi scegliere composizioni che brucino completamente, e la carta od il cartone non lascino nessun residuo acceso.

Vampe. - Per imitare le vampe di un incendio, si adopera un cartoccio di carta sottile contenente 30 g di una composizione, a base di polverino, con 2 dei suoi componenti (carbone e nitrato potassico), con esclusione di sali a luce rossa.

Eruzioni. - Si riempie una scatola metallica cilindrica, del diametro di 8-10 cm e alta 14-28 cm, con il miscuglio usato per le vampe e si copre con della stoppa in modo che questa sporga alquanto dalla scatola. Dando fuoco alla stoppa, si ha un'eruzione che sale fino a 4-5 m.

Per bambini si usano invece i soliti piccoli coni, sul cui fondo si inette un piccolo strato di colla o argilla e contenenti una

composizione a base di componenti della polvere nera con limatura di acciaio o di ferro.

Fulmine. - Per imitare il fulmine si fa un piccolo dragone ad andata sola, carico di composizione molto viva, e si fa per correre un filo metallico, diretto verso il punto che si vuole colpire.

Lampi. - Si fa una torcia con stoppa imbevuta di alcool e ogni tanto si proietta sulla fiamma un po' di polvere di licopodio. È anche usata allo stesso scopo, perché meno costosa, colofonia finemente polverizzata, ma con minore effetto.

Serpenti di faraone. - Con tale nome, si intendono alcuni fuochi da tavola, sfruttanti la proprietà del solfocianuro di mercurio, una volta acceso, di gonfiarsi fino a raggiungere una notevole grandezza, assumendo la forma di serpenti.

S'impasta un po' di solfocianuro mercurico con gomma arabica e si foggia la pasta, sufficientemente compatta, sotto forma di un cilindro dello spessore di un comune lapis, che si taglia in piccoli pezzi della lunghezza di 2-3 cm, che si fanno asciugare lentamente ad una temperatura inferiore ai 100°. Questi pezzetti, una volta bruciati, danno il noto effetto conosciuto sotto il nome di serpente di faraone.

I prodotti della combustione del solfocianuro di mercurio sono velenosi, perciò questo gioco va fatto in locali non troppo ristretti e non respirandone i fumi.

Vorbringer insegnò ad ottenere i serpenti di faraone senza mercurio, ossidando con acido nitrico concentrato il residuo catramoso, della depurazione degli oli della lignite. Il prodotto è di color bruno, si rammollisce a caldo e brucia facilmente producendo ancora meglio gli effetti bizzarri del solfocianuro di mercurio.

I «serpenti» prodotti dal solfocianuro mercurico di colore bianco sono verdastri e più consistenti di quelli fatti con i prodotti di nitrificazione dei residui degli oli di lignite, che sono nerastri.

Si confezionano sotto forma di piccoli coni.

Nido di serpenti (*serpenti erba*). - Sono giuochi fatti come

al solito a forma di cono, avente la base di circa cm 4, contenenti una composizione che quando brucia produce come una zona erbosa da cui emergono i serpenti di faraone.

Quando il cono è pieno di composizione simulante il verde della campagna, si aggiunge nel centro (alla base) la composizione polverizzata di solfocianuro di mercurio.

Neve. - Sono giuochi a forma di cono, contenenti una composizione a base di polvere di zinco, oltre salnitro, ecc., che, quando brucia, produce delle particelle solide bianche, che dopo essersi sollevate in aria, ricadono lentamente, dando la sensazione di una nevicata.

Candelette a stelle (*candelette magiche*). - Sono usate molte occasioni, perché non presentano alcun pericolo per i ragazzi, e sono adoperate anche in luoghi chiusi, per gli alberi natalizi, ecc., perché bruciando svolgono poco fumo.

Vengono preparate nel seguente modo:

Si prende un filo di ferro della lunghezza di 17-18 cm e si immerge fino a metà nella pasta della composizione, quindi si essicca e si immerge per una seconda volta nella pasta per avere lo spessore necessario e si essicca nuovamente.

La pasta deve essere ben lavorata con acqua fredda per poter avere la densità ed adesività più adatta per rivestire il filo metallico, che sarà bene venga prima avvolto in doppio, allo scopo di dare miglior presa alla pasta.

È meglio conservare le scatole avvolte in carta impermeabile, onde preservarle dall'azione dell'umidità.

Fiammiferi lampeggianti giapponesi. - Sono di bell'effetto e innocui.

Si preparano formando con una sottile carta di seta un tubetto conico di piccolissima base e riempiendolo con composizione luminosa, a cui si aggiunge all'estremità del fosforo rosso. Il cono si accende alla base e la composizione bruciando forma come una piccola palla incandescente che proietta tutto intorno come delle scintille simili a lampi.

Bengalini a luci colorate. - Sono dei fuscilli di legno, lunghi circa 20 cm, che vengono imbevuti, fino ad una certa altezza, di composizioni colorate in pasta e che si lasciano poi essiccare.

ARTIFIZI PER LUOGHI APERTI

Turbini. - Sono una varietà di razzi che arrivano a circa 30 in di altezza e si avvolgono su se stessi, a guisa di spirale.

Tutte e due le estremità dell'involucro cilindrico sono chiuse fortemente con argilla ben battuta. Lateralmente al cilindro, sono praticati 4 fori. Due di essi sono collocati nella parte più bassa distanti dal centro ciascuno circa 8 o 4 m.

Una piccola asta di legno, lunga quanto il pezzo pirotecnico, è inchiodata a questo nel suo centro.

Fiaccole a lenta combustione. - Si usano cilindri in carta del diametro di 2 cm circa, imbevuti di nitrato potassico. La parte inferiore del cilindro si riempie per circa 5 cm con sabbia od argilla e si colloca in un sostegno di legno a candeliere con disco a forma di coppa, che protegge il portatore dallo sgocciolamento della massa fusa.

Si possono fare in diversi colori ed è preferibile usarli all'aperto per la produzione dei fumi che si prolunga, data la natura della fiaccola.

Artifizi e razzi per « fuochi di giorno » - Sono stati ideati dai giapponesi e il nome sotto cui sono conosciuti è improprio, in quanto la bomba lanciata dal mortaio, arrivata al vertice della sua traiettoria, non proietta composizioni luminose, ma modelli di animali e oggetti delle forme più strane, costruiti in carta seta giapponese, che stanno per un certo tempo in aria a mezzo di un paracadute a cui sono collegati, o più semplicemente il soggetto si gonfia in aria e scende lentamente, formando come un paracadute.

Per ottenere maggiore effetto, entro la zona in cui si muovono le figure, si fanno sviluppare delle nuvole di fumo intensamente colorate, in modo da far risaltare di più le figure stesse.

La carica di lancio necessaria per lanciare simili bombe è di circa 12 g, mentre la quantità di polvere necessaria per l'espulsione delle figure dalla bomba è di circa 10 g.

Gli artifici di cui sopra vengono usati solo da pirotecnici, mentre, per generalizzarne, l'uso, sono stati costruiti dei razzi con governale, aventi gli stessi effetti.

FIAMME AD ALCOOL COLORATE

Si producono queste fiamme dentro urne, lampade funerarie, sostegni a forma di fiaccole, ecc. Per ottenerle si immerge un grosso lucignolo fatto di cotone non filato in un miscuglio che colora la fiamma in modo da rimanerne molto permeato, quindi si scioglie la maggior quantità possibile della stessa composizione nell'alcool del serbatoio in cui è immerso il lucignolo. Si impiega per il colore giallo il nitrato di sodio, per il rosso il nitrato di stronzio, per il verde il nitrato di bario o l'acido borico, per l'azzurro il nitrato di rame ammoniacale.

Si ottiene una fiamma a luce bianca, spolverando il lucignolo con antimonio metallico in polvere finissima ed impiegando alcool puro.

Elenco dei più comuni artifici e scherzi innocui trovantisi in commercio. - Diamo qui di seguito un elenco di artifici pirotecnici innocui¹ più usati e che si trovano in vendita, segnalando i nomi sotto cui vengono venduti. L'elenco dei giocattoli pirici ammessi dalle vigenti leggi è in appendice, secondo la denominazione di legge.

ARTIFIZI

Candele magiche giganti a scintille luminose (in filo di ferro ondulato).

Candele magiche normali a scintille luminose (in filo di ferro ramato).

Candele magiche mignon a scintille luminose (in filo di ferro ramato).

Candele a pioggia di scintille verdi, gialle, bianche.

¹ Tali artifici e giuochi sono innocui e in vendita presso negozi di articoli vari e pirotecnici. Una delle principali Ditte fabbricanti è la Squicciarini in Milano, Via Ciro Menotti, 26.

Candele su legno a scintille luminose.
Bengalini giganti a colori: bianco, rosso, verde.
Rengalini normali a colori: bianco, rosso, verde.
Bengalini su carta a pioggia d'argento.
Fiammiferi bengala tricolori, pioggia, a getto, con sistema di accensione svedese.
Fiaccole giganti tricolori (per fiaccolata).
Fiaccole con rivestimento metallico ed accensione a lunga durata; colori: bianco, rosso, verde, tricolore.
Tric trac a 3 o 4 colpi semplice oppure
Tric trac a 6, 8, 12, 16 colpi con castagnola finale.
Tric trac con sibilo e castagnola finale.
Girandola con tric trac grande semplice.
Girandola con tric trac grande e castagnola finale.
Girandola con tric trac con sibilo e castagnola finale.
Girandola con tric trac piccola a serpentello sibilante.
Serpentello sibilante con castagnola.
Serpentello furioso con sibilo e scintilla.
Racchette a mano grandi con pioggia colorata.
Racchette a mano grandi con sibilo e castagnola a raggi dorati e argentati.
Racchette a mano piccole con lancio di serpentelli.
Girandole gigantissime tricolori a rosone.
Girandole giganti a getto di scintille tricolori.
Girandole mignon a getto di scintille.
Girandole elettriche a luce bianca.
Serpenti neri e Cobra: accendendoli producono serpenti lunghi 5-6-8 metri.
Serpente erba.
Serpente boa nero: tipi piccolo, grande e gigante.
Serpente bengala tricolori in conetti; accendendo produce un serpente luminoso.
Coni a nevicata.
Sigarette a nevicata.
Capsule per fucili e rivoltelle giocattolo.

SCHERZI

Sono altresì in vendita i seguenti giocattoli, noti sotto il nome di « scherzi».

Fiammiferi a nevicata Minerva.
Fiammiferi a nevicata tipo svedese.
Pastiglie a nevicata per sigarette.
Sigarette a pioggia d'argento: fumandole sprizzano scintille colorate.
Sigarette a cenere luminosa.
Nastri esplodenti: scoppio a strappo per caramelle.
Ovatta scoppiante.
Cimici giapponesi: scoppiettano per sfregamento,
Pillole esplodenti: per sale da ballo.
Puntine scoppio per sigarette.
Puntine puzzolenti per sigarette.
Bombette Puzzolenti.
Fluido glaciale: poche gocce su una sedia determinano sensazione di freddo e caldo intensissimi.
Polvere nuziale: scherzo per vaso da notte.
Polvere starnuto: extra forte.
Polvere per far grattare.
Profumo per scherzo: a contenuto puzzolente.
Profumo all'aglio: in fialette a contenuto « puzzolente ».
Accendisigari scoppianti: a capsula.
Accendisigari con lancio di serpenti.
Accendisigari che si spezzano.
Cerini scoppianti (scatole a dispositivo detonante a mezzo capsula).
Matita scoppiante a mezzo dispositivo a capsula. Funziona togliendo il salvapunte.
Specchio scoppiante a mezzo dispositivo a capsula, funziona togliendo la custodia.
Fiammiferi svedesi scoppianti (con dispositivo detonante e capsula).

PARTE QUARTA

ARTIFIZI PIROTECNICI PER USI VARI

CAPITOLO I

ARTIFIZI PIROTECNICI PER SCOPI AGRICOLI

Razzi antigrandine. - Nel giugno 1949 i giornali quotidiani hanno riportato la notizia di esperimenti fatti nel Veronese, con razzi antigrandine.

È, noto che fin dal principio di questo secolo erano usati i cosiddetti cannoni antigrandine, che non ebbero eccessivo successo perché non era ancora stato studiato il fenomeno della grandine, come e perché si formi e cada. Accurati studi sono stati fatti in Francia, a Lione, dal Centro nazionale francese contro la grandine, diretto dal Gen. Ruby, e che hanno portato alla costruzione di appositi artifici, costruiti nello stabilimento di Montreux (Vaucluse) della nota ditta pirotecnica Ruggieri, aventi lo scopo di fare esplodere una carica a forte potere calorifico, capace di disintegrare la grandine, trasformandola in acqua. Il lancio dei razzi, ovviamente, va fatto nel momento più opportuno e cioè né prima né dopo la scarica temporalesca.

Come avviene e si effettua questo bombardamento con i razzi antigrandine? Si sa che le nubi diventano grandinogene quando una di esse, chiamata « cumolo-nembo » a sviluppo verticale (dai 500 ai 600 m di altezza), si incontra con altra nube a sviluppo orizzontale, detta "cirro strato" che la sovrasta ed è formata da aghi ghiacciati. Immediata è la formazione dei chicchi di grandine che formano un nucleo in preda a vorticosi movimenti. Colpire questi vasti strati nuvolosi non è difficile: sono bassi ed anche relativamente estesi. Il bombardamento con razzi impedisce, se fatto a tempo giusto, lo scontro dei due tipi di nembo, oppure lo ritarda e intanto li disperde, costringendoli a scaricarsi

altrove in zona dove non possono recare danno. Vi è anche la possibilità che i razzi, nel disperdere la formazione nuvolosa, la costringano

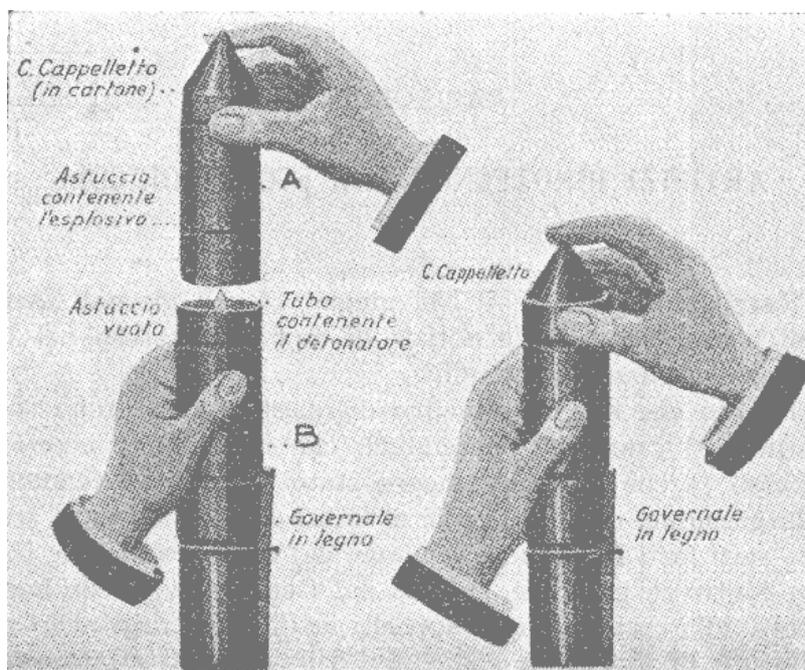


Fig. 129 - Razzo antigrandine Ruggeri

in ambiente più caldo e perciò a trasformarsi in pioggia. Questo risultato per solito si ottiene fin dai primi lanci. I razzi sono in cartone pressato lunghi 70 cm, larghi 7 e portano una carica esplosiva di peso diverso, a seconda del tipo di razzo usato.

I tipi francesi contengono 160, 200 o 280 g di esplosivo cheddite¹, ma possono contenere anche altri esplosivi dirompenti (tritol, ecc.), pesano circa 3 kg ed esplodono ad oltre 1200 m di quota, ma possono anche farsi scoppiare entro il cumolo-nembo a 5-600 m di altezza: i tipi sperimentati in Italia contenevano circa kg 1,5 di carica di lancio (polvere nera) e 800 g d'esplosivo. peso kg 3,5. La polvere nera utilizzata è ricca in carbone e

¹ Esplosivo contenente il 90% di clorato sodico e il 10% di vassellina e paraffina, fabbricato in Italia dalla Soc. Cheddite, Torino, via Cernaia, 15.

povera in zolfo; compressione media: nitrato potassico 70%; carbone 28%; zolfo 2%.

I tubi di lancio sono formati da semplici pali di ferro, dotati di anelli situati alla superficie. In questi anelli viene infilato il cosiddetto «governale Y) del razzo, un'asticciuola di legno, lunga 2 m, che serve da guida al razzo nella sua corsa verso le nubi.

Il lato interessante del problema è che la spesa complessiva del sistema di protezione antigrandine è modesta rispetto ai risultati ottenuti: in Francia, per la difesa con questi mezzi dalla grandine, gli agricoltori sopportano un onere variabile dalle 100 alle 200 lire per ettaro e sono soddisfatti del risultato.

È però indispensabile un perfetto servizio meteorologico e di collegamento per poter dare l'allarme in tempo utile. In Italia varie ditte sono in grado di fabbricare artifizi antigrandine¹.

Grappoli detonanti per la difesa dei raccolti e delle semine contro gli animali nocivi, passeri, corvi, conigli, ecc.- Sono molto impiegati in Francia i cosiddetti grappoli detonanti «Ruggieri» della lunghezza di 90 cm e della durata di circa 8 ore: 12 petardi detonano a intervalli regolari di 30-45 o 60 minuti; quest'ultimo intervallo è riservato alla metà della giornata.

Il loro peso non sorpassa i 200 g e perciò una persona sola ne può collocare un notevole numero a posto.

Ogni petardo produce un rumore simile ad un colpo di fucile e sviluppa una certa quantità di fumo, in modo da disturbare a intervalli più o meno regolari gli animali nocivi, che dopo un po' si allontanano alla ricerca di posti più tranquilli.

Si tratta in definitiva di un certo numero di piccoli petardi collegati con un sistema incendiivo molto lento. Il grappolo viene sospeso a mezzo di un anello ad un albero o ad un manichino o ad un palo, accendendo l'estremità opposta con un fiammifero contro il vento.

Si può anche collocare il grappolo su una tavola collocata sul terreno, fissandolo in 3 punti, e in caso di cattivo tempo, coprendolo con una lamiera o con una botte.

¹ Tra le varie ditte citiamo la Soc. Sipe di Milano, in Via Turati, 27 che fabbrica razzi antigrandine su licenza francese, Ruggieri.

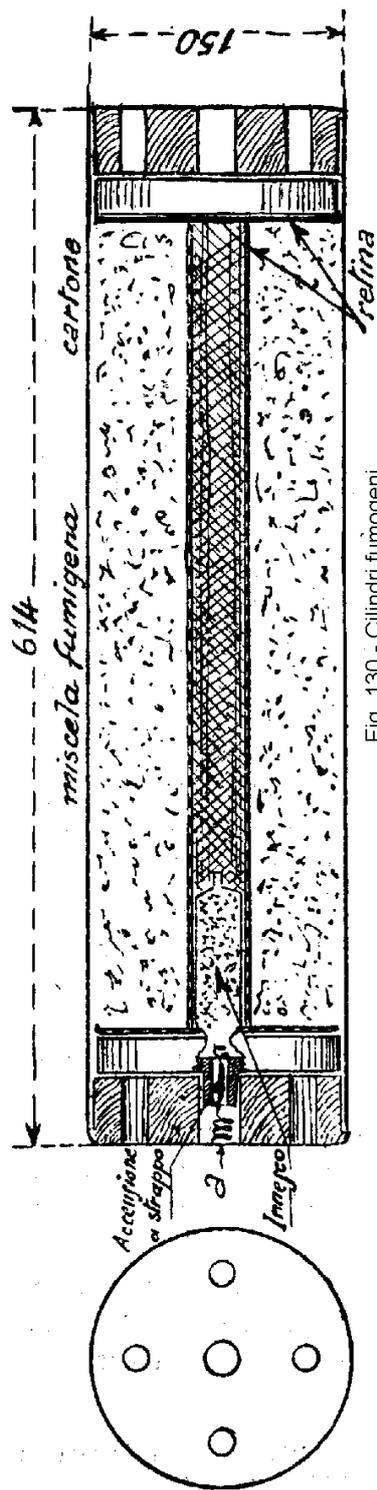


Fig. 130 - Cilindri fumogeni

Artifizi fumogeni per attenuare i danni delle brine e dei geli primaverili. - Per difendere le viti e le piante fruttifere dalla brina e dal gelo primaverile è di gran vantaggio l'impiego di cortine di nebbia artificiale che possono essere prodotte in vari modi.

Un mezzo economico può essere quello di bruciare fascine di viti, di canne stratificate con paglia umida; delle nubi di fumo si possono ottenere anche adoperando segatura mescolata a catrame greggio, od anche le miscele fumogene molto economiche, a base di segature, nitrato sodico, catrame ed acqua; si possono altresì adoperare i cilindri fumogeni all'esacroetano.

Uno dei mezzi più economici consigliato dall'A. è quello dei cilindri fumogeni al nitrato sodico (fig. 130): la miscela in essi contenuta ha un costo limitato. I cilindri vanno intervallati opportunamente, a seconda del quantitativo di miscela in essi contenuto: in media circa 20 m uno dall'altro e su due file distanti 200-300 m.

Bruciando del catrame greggio, si può ritenere che, in grosso modo, con 2 q di questo prodotto si possa di-

fendere un ettaro di terreno. Il catrame si può porre in grosse marmitte od addirittura più economicamente in tante buche preparate nel terreno e rivestite con un leggero strato di cemento: ponendo 10 kg di catrame mescolato con un po' di segatura per ogni buca, occorrono circa una trentina di buche, intervallate a 20 m di distanza, per proteggere l'ettaro di terreno. L'accensione ha luogo a mezzo di appositi stoppini da artificiere.

In Francia sono adoperati dei cilindri fumogeni, del diametro di circa 10 cm, del peso di circa g 3,7 e che sviluppa fumo per 30 minuti. Il loro costo era di circa 600 lire cd.

Per ottenere buoni risultati è necessario che non appena si abbia un abbassamento di temperatura tale da far prevedere la formazione di brine (il termometro scende in questo caso verso zero), gli incaricati accendano con rapidità i dispositivi fumogeni; in detto modo le nubi di fumo artificiale interponendosi tra la terra e gli strati atmosferici superiori impediscono che il terreno si raffreddi ed inoltre provocando delle correnti ascendenti disturbano il formarsi della brina e impediscono a questa di depositarsi sulle piante.

È da osservare al riguardo che, per poter preventivamente avvertire gli agricoltori dell'avvicinarsi delle avversità meteorologiche, sono stati istituiti all'estero dei servizi che permettono agli agricoltori di difendersi contro di esse. Per es. in Svizzera, per la difesa dei frutteti contro i geli primaverili, durante i mesi di aprile e maggio, dopo le ore 18 di ogni sera, i frutticoltori possono chiedere alla stazione Federale Agraria notizie circa i possibili pericoli, notizie elaborate in base ai dati forniti dall'Istituto Centrale Svizzero di Meteorologia.

Artifici per la distruzione di nidi di vespe. - Quando non è possibile distruggere direttamente coi fuoco o altrimenti nidi di vespe, sono usati all'estero dei piccoli artifici, che non sono altro che delle piccole candele, fatte con la seguente composizione, a base di polvere nera, di cui sono variati opportunamente i composti:

Nitrato potassico	58
Zolfo	10
Carbone di legna	32

Si lega ad un palo, lungo abbastanza da poter raggiungere il nido, l'artificio lungo circa 12 cm e largo circa 2 CM, 10 Si accende portandolo subito a contatto del nido, che viene così distrutto, impedendo alle vespe di offendere l'operatore.

Artifici a fumi irritanti (contro volpi o tassi, ecc.). - Possono essere adoperati anche artifici a fumi irritanti, contro volpi o tassi e altri animali per costringerli ad abbandonare i loro nascondigli: possono servire allo scopo gli artifici da esercitazione pseudo gas, contenenti 6 g di cloroacetofenone, una volta in uso nel nostro Esercito ¹

¹ Cf. Izzo, Guerra chimica, ed. Hoepli, 1943, pag. 110.

CAPITOLO II

PIROTECNIA INDUSTRIALE

Gli artifizi pirotecnici trovano varie applicazioni industriali, alle quali accenniamo brevemente, in quanto trattasi di utilizzare le note composizioni in mezzi che non vengono usati per festività.

Petardi di segnalazione per ferrovie. - Usati durante la nebbia. Ve ne sono di diversi tipi, a seconda delle ferrovie statali o private in cui vengono usati, e contenenti una composizione a base di clorato o perclorato potassico.

Tali petardi, vengono messi sulle rotaie con vari sistemi e provocano col loro schiacciamento, subito al passaggio di una ruota del treno, una nota caratteristica detonazione, dovuta allo scoppio della composizione. Tali petardi vengono fissati a mezzo di un nastro di piombo (o altro metallo) di cui sono muniti i petardi, con opportuno avvolgimento, al fungo della rotaia.

I petardi usati nelle FF. SS. italiane hanno la dimensione massima di mm 45 e il peso di gr 30.

Torce a vento. - I tipi per ferrovia sono essenzialmente di due tipi: in cera, a lunga durata (fino a 2-3 ore) e producenti poco fumo, e di tipo metallico a luce -rossa. Per aumentare la durata di quest'ultimo, tipo di torcia, si suole aggiungere alle composizioni solite, usate in pirotecnica, della segatura (farina di legno), sia per renderle più economiche, come per variarne la durata. Sono usate anche in marina (per canotti di salvataggio) e anche a luce bianca, per illuminazione.

Artifizi per accensione di motori a combustione interna. - Sono brevettati vari sistemi, come il «Pilter» e il «Sulzer», l'«Alsthom», ecc. di accensione, con artifizi atti allo scoppio.

Artifizi fumogeni per prove di tenuta stagna di caldaie, tubazioni, ecc. - Si usano cilindri fumogeni contenenti un po' di benzoino e incenso, onde caratterizzare meglio con l'odore le eventuali fughe.

Razzi lancia cavi, di salvataggio (*per navi*). - I mezzi pirotecnici sono usati da tempo per lanciare a mezzo di un razzo un sottile cavetto fino alla nave in pericolo: a mezzo del cavetto si può tirare una corda robusta, sospingendosi alla quale le persone a bordo della nave possono salvarsi. Il primo brevetto inglese per tale uso dei razzi è del 1838 (brev. Dennet).

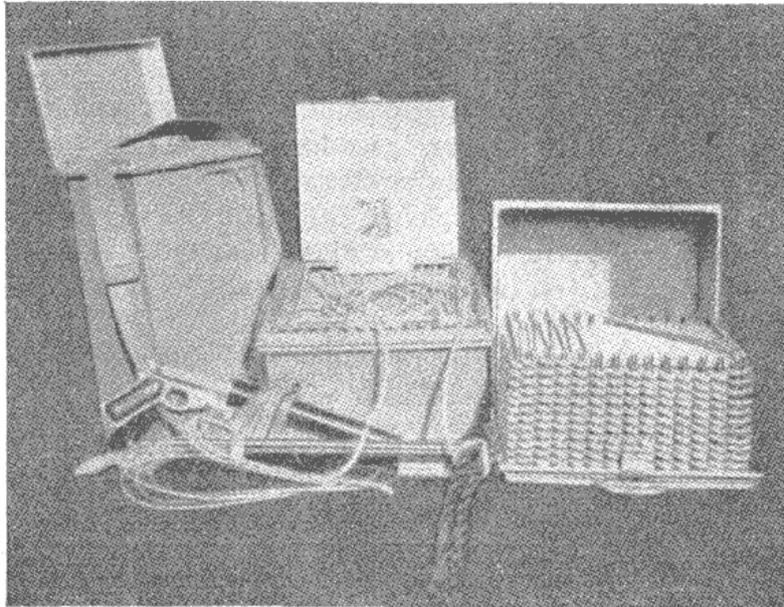


Fig. 131



Fig. 132

La Ditta tedesca Sander per tali artifici costruiva prima della seconda guerra mondiale un'apposita pistola, permettente il lancio del cavo fino a 320 m di distanza.

La fig. 131 mostra una cassetta Sander e la fig. 132 come si effettua il lancio dell'artificio.

CAPITOLO III ARTIFIZI PIROTECNICI PER USI BELLICI

A) CENNI SUI PRINCIPALI TIPI DI ARTIFIZI DA GUERRA TERRESTRI

I requisiti essenziali cui devono soddisfare gli artificzi da guerra nei riguardi pratici sono:

- a)* sicurezza ed assoluta semplicità d'impiego, in modo che ogni soldato, per quanto inesperto, si trovi in grado di usarli;
- b)* facilità e rapidità di costruzione;
- c)* fabbricazione a costo relativamente basso e possibilmente con materie prime di produzione nazionale.

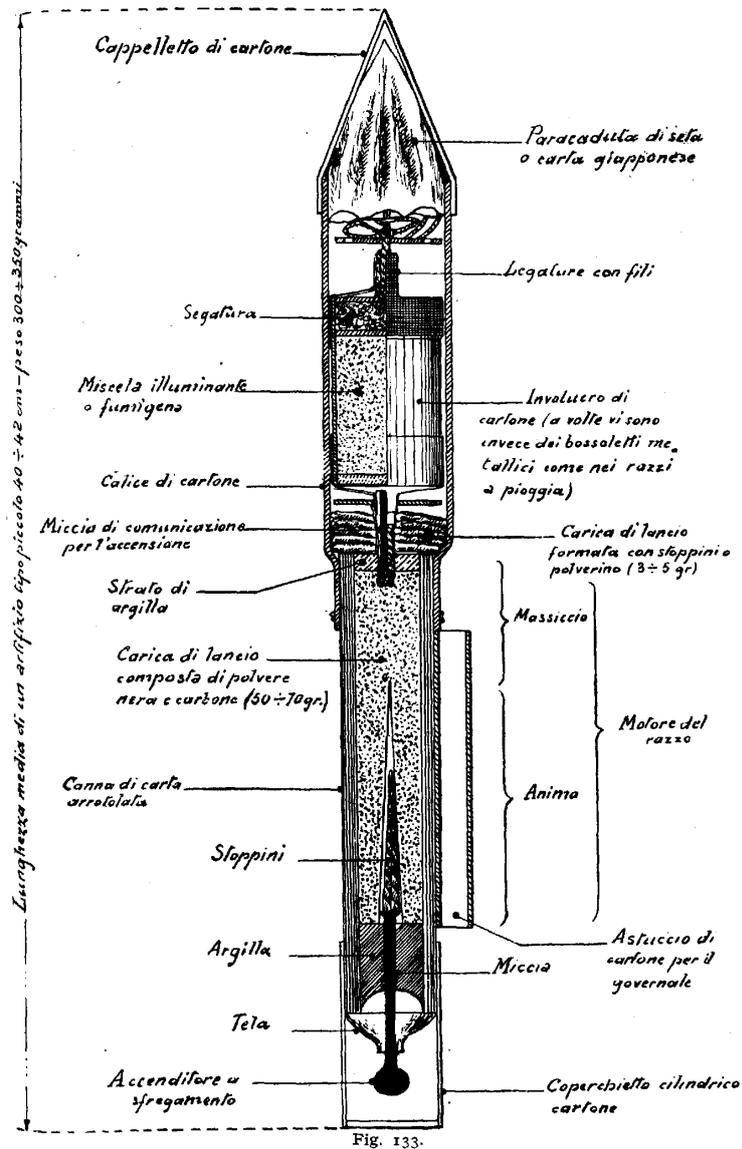
I principali tipi di artificzi sono tre:

- 1° Razzi propriamente detti.
- 2° Racchette.
- 3° Cartucce tipo Very.

Razzi. - Un razzo (fig. 133) è costituito da:

una canna tubolare (motore) che contiene il miscuglio di propulsione formato di polvere nera e carbone. In esso si distingue: l'anima (foro centrale di forma tronco-conica che attraversa una parte della carica - circa i $2/3$; è per questa cavità che il miscuglio precedente, prendendo fuoco in tutta la sua lunghezza, dà un getto di gas così forte da imprimere al razzo un rapido movimento di ascensione) e il massiccio

Sezione di un razzo



(composto dalla parte della carica non forata - 1/3 circa e da uno strato di creta che divide la carica dal calice);

un calice con guarnizione variabile a seconda del tipo di razzo;

un cilindretto di cartone sottile, aderente alla parte inferiore della canna e che protegge il congegno d'accensione, costituito da una miccia a tempo che comunica l'accensione allo stoppino introdotto dentro l'anima del razzo: una delle estremità della miccia viene foggata a capocchia e imbevuta di un'atta miscela. Mediante semplice strofinio con un disco di carta fosforata - principio dei fiammiferi svedesi - si provvede alla accensione del razzo.

Chi fa funzionare il razzo non ha altro da fare che togliere il cilindretto di cartone per mettere allo scoperto la miccia e strofinare il dischetto di miscela fosforosa contro la capocchia della miccia.

Completa il razzo un governale che serve per dirigere il razzo, durante l'ascensione.

Per l'accensione dei razzi s'infilà prima il governale nel l'apposito tubetto di cartone legato lateralmente alla canna: si appoggia il razzo così armato su un listello di legno o su qualche rialzo del terreno, verticalmente, e tenendo ferma con la mano sinistra la parte superiore del razzo, si procede all'accensione, come si è detto sopra.

In tutti i casi, qualunque tipo di razzo si adoperi, dopo averne determinata l'accensione, allontanarsi subito di alcuni metri, ad evitare danni personali, nel caso che per deterioramento della carta, o per difetti di costruzione, il razzo abbia a scoppiare.

I principi da tenersi presenti nella confezione di un razzo sono:

1° il miscuglio da utilizzarsi come carica di lancio deve produrre un grande volume di gas in modo da avere una fortissima pressione all'inizio dell'accensione

2° l'anima del razzo deve essere fatta in modo da dare all'infiammazione un carattere d'istantaneità;

3° l'artificio deve essere costruito in modo da costituire un sistema chiuso ed impermeabile per impedire, per quanto possibile, sia il passaggio dell'umidità elle i pericoli d'auto accensione;

4° il peso totale del razzo non deve essere troppo elevato. Specialmente durante la prima guerra mondiale furono molto usati i razzi a governale: contenevano parecchi bengala che bruciavano con luci di diverso colore o miscele fumogene colorate varie. Dal numero, colore e dall'ordine di successione di queste luci o dal colore della fumata dipendeva il significato del razzo. Ognuno di essi, oltre all'istruzione per l'uso, portava il nome caratteristico dell'artificio ed era rivestito esternamente con carta dello stesso colore della segnalazione che conteneva. L'accensione si otteneva mediante accensione con una cordicella fosforosa che sfregava contro una capocchia di clorato (fig. 134).

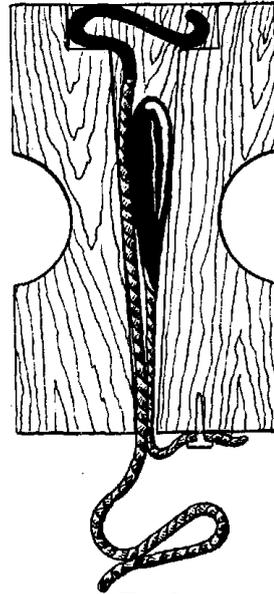


Fig. 134

I principali razzi da segnalazione usati (se ne consumavano circa 10.000 al giorno) furono:

- 1° a pioggia di luci bianche, rosse, verdi e rosso-verdi o gialle);
- 2° a luci cangianti o fisse (bianche o rosse o verdi);
- 3° a fumata nera, gialla o rossa;
- 4° a nuvoletta azzurra o rossa.

È da osservare che, in relazione alla loro luminosità, i segnali verdi si vedono meno dei rossi. I gialli sono più visibili.

In alcune miscele esaminate al fotometro, posto in candele il valore i per le miscele verdi, si ebbe 2,3 per le rosse e 3 per le gialle.

Racchette. - Non sono altro che tubi di cartone rinforzato (fig. 135) contenente la carica di lancio e un bossoletto contenente la composizione luminosa. I primi tipi di racchette avevano un congegno d'accensione a strappo con cordicella: l'operatore, impugnata fortemente con la mano sinistra la racchetta, te-

nendola leggermente inclinata, a metà della sua altezza, dava uno

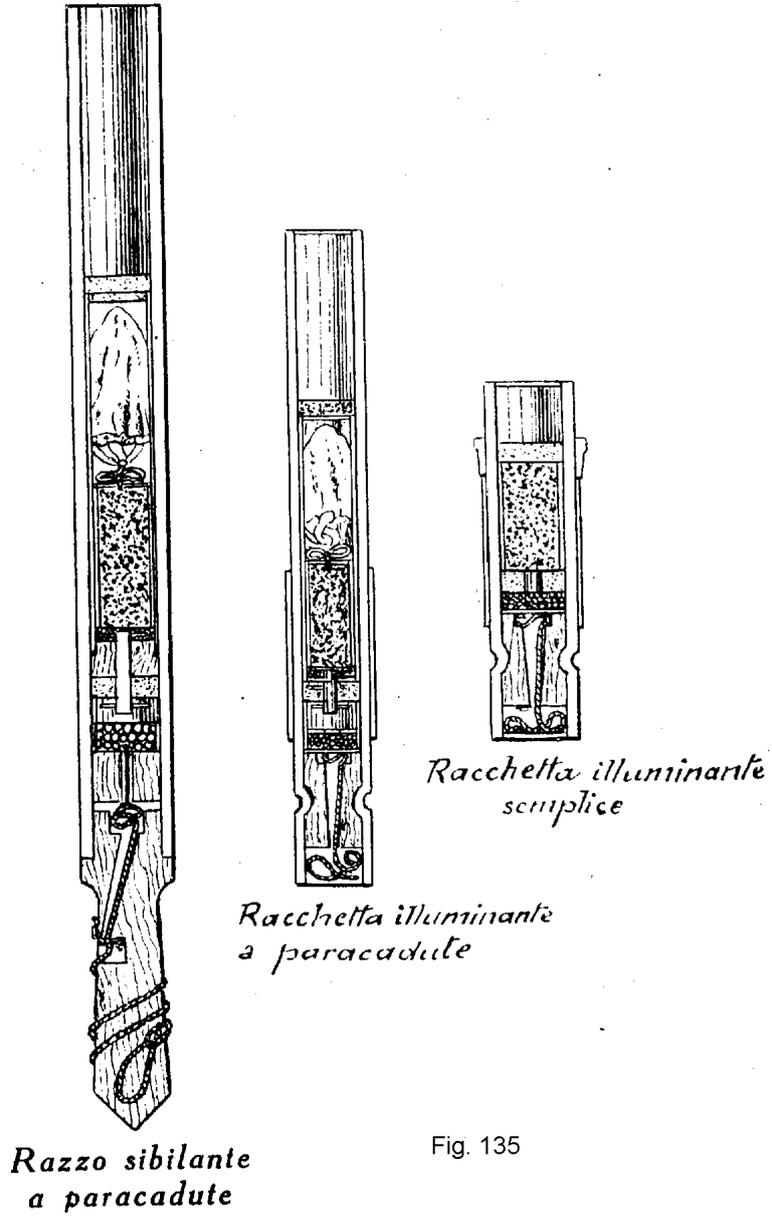


Fig. 135

strappo alla cordicella. Successivamente il sistema d'accensione adottato è stato quello già descritto nei razzi.

Cartucce Very da segnalazione. - Sono a stella bianca, a stella rossa e a stella verde. Sono formate da un bossolo di ottone forato per l'innesco (miscela di fulminato di mercurio, clorato potassico e solfuro d'antimonio) e contenente la stella (cilindro di materia pirica avente composizione variabile a seconda del colore). Si lanciano a mezzo apposita pistola Very a percussione centrale: servono per la comunicazione a distanza, combinando i segnali, secondo il cifrario prestabilito. Negli eserciti esteri sono usate cartucce dello stesso tipo, ma di calibro diverso lanciate con pistole di di dimensioni varie (fig. 136).

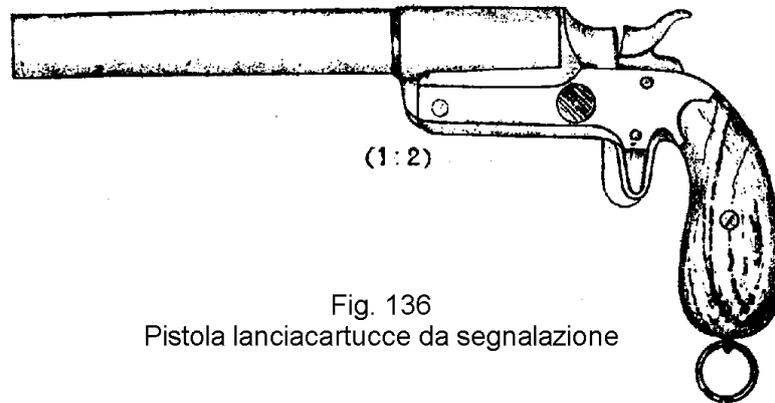


Fig. 136
Pistola lanciacartucce da segnalazione

Durante la prima guerra mondiale furono altresì usati due tipi di artifici:

a) *Sibilante*: questo artificio, sul tipo della racchetta illuminante (fig., 135) era contenuto in un piccolo e semplice tubo di cartone costituito da un tubo di carta compressa su un puntale di legno, destinato a ricevere l'innesco a frizione, comandato dalla solita funicella. Esso lanciava all'altezza di circa 60 m un tubo che restava sospeso a un paracadute che emetteva un lungo sibilo caratteristico, udibile a 1 km di distanza.

I razzi sibilanti servivano a dare l'allarme in caso d'attacco nemico con gas asfissianti.

b) *Lanciamessaggi* (o lanciamanifesti): era un piccolo razzo a governale che portava un astuccio cilindrico, nel quale poteva essere contenuto un biglietto porta-avviso arrotolato su se stesso. Aveva una portata di 500 m. Nel punto di arrivo emetteva una densa nube di fumo giallo (prodotto da un bossoletto di miscela situata sopra il calice), assai visibile e caratteristica. Serviva per mantenere il collegamento delle prime linee.

L'artificio lanciamanifesti era come il precedente, ma serviva per lanciare sul nemico un rotolo di manifestini. Anche la portata era un po' minore (circa 400 m).

È da osservare che i razzi usati prima del 1914 regolamentari nell'Esercito erano di 5 tipi, che differivano solo per la guarnizione:

- a fumata: per le segnalazioni diurne;
- a razzi matti e a stelle: per le segnalazioni notturne;
- a paracadute e a castagnole: usati per entrambe le segnalazioni (diurne e notturne).

Accenniamo brevemente ai razzi matti e a castagnole, dato che gli altri tipi non differiscono dai normali razzi già descritti.

Il *razzo a razzi matti* aveva la guarnizione che constava di pochi grammi di polverino e alcuni pezzi di stoppino posti sul fondo del calice, di 10 castagnole cariche con 3 g di polvere nera, aventi l'innesco in basso, e 14 razzi matti, formati da canne di cartoncino e carta imperiale, con una strozzatura in basso, chiuse anteriormente da uno strato di argilla e portanti in basso uno stoppino.

Per il funzionamento dell'artificio si aveva un contemporaneo effetto: acustico - scoppio delle castagnole - ed ottico, dovuto all'accensione dei razzi matti, per una durata di 6". Nel razzo a castagnole, la guarnizione constava di 2 castagnole (contenenti 50 g di polvere nera a grana fina) e di una carichetta di 10 g di polverino posta sul fondo del calice. La carichetta di polverino provocava l'esplosione delle due castagnole, una dopo l'altra a mezzo di apposite spolette.

B) ARTIFIZI PER AEREI

Furono largamente usati durante la prima guerra mondiale e successivamente ebbero un notevole sviluppo con perfezionamenti di carattere tecnico, aventi lo scopo di aumentare la sicurezza d'impiego negli aerei in volo, onde evitare a bordo qualsiasi fiamma che potesse dare luogo a principio d'incendi. L'artificio deve funzionare dopo aver lasciato l'aereo.

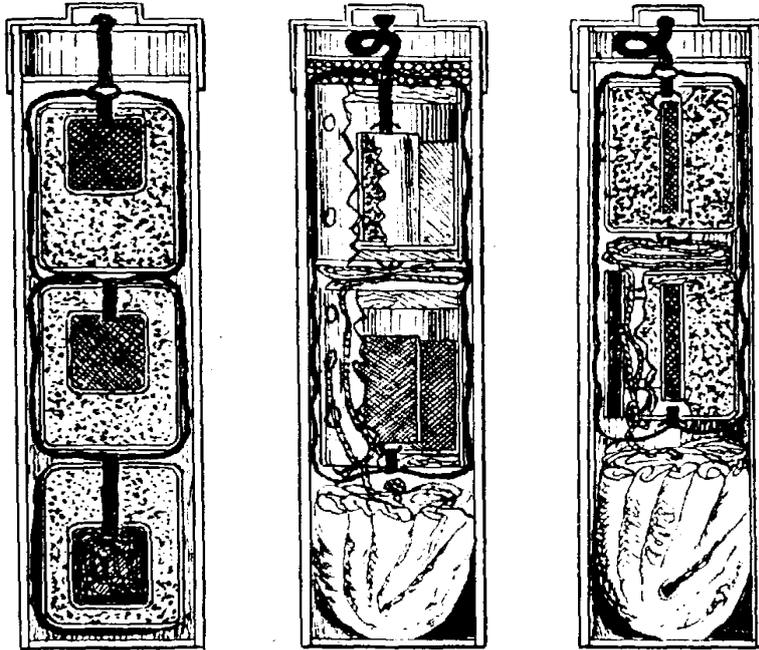
I primitivi artifici per aerei (fig. 137) consistevano in *cilindri* contenenti le varie guarnizioni, che venivano accesi dagli avieri mediante il solito sistema d'accensione a strappo ed espellevano le stelle variamente colorate, oppure in cartucce lanciate da apposite pistole, contenenti le varie segnalazioni con paracadute o senza.

Dalle primitive cartucce Very si è passato a cartucce da segnalazioni aventi il diametro di 35 mm e infine a cartucce formate da 2 parti: una inferiore, di diametro minore (di solito 35 mm per usufruire della stessa pistola di lancio), e una superiore, di diametro superiore contenenti la guarnizione, di effetto naturalmente superiore a quello delle normali cartucce da segnalazione. La fig. 138 mostra una pistola tedesca per il lancio di artifici da aerei.

Successivamente vennero studiati degli artifici ad accensione elettrica che venivano lanciati con apposito tubo di lancio nel cui interno erano applicati dei contatti elettrici: mediante un dispositivo l'artificio nel lasciare l'aereo chiudeva un circuito (verificabile a parte con semplice galvanometro) che provocava l'accensione del dispositivo di innescamento dell'artificio.

Altri artifici per aerei, specie gli illuminanti, a paracadute, sono stati costruiti in modo tale che lanciati dall'aereo in volo, dopo un certo percorso nel vuoto, sotto la pressione dell'aria, la spoletta d'accensione ruotando provoca l'accensione di una piccola

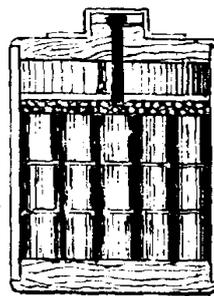
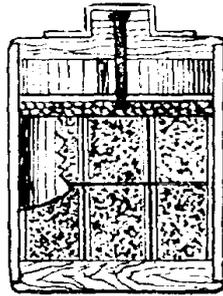
Artifici per aerei usati nella la guerra mondiale



A nuvolette
azzurre

A fumata
gialla

A fumata
nera



A pioggia di luci.

Fig. 137.

carica di lancio che provoca l'accensione del bengala e la sua espulsione col paracadute dall'involucro che lo contiene.

Per il buon funzionamento del dispositivo, occorre che il lancio sia fatto ad almeno 1400 m d'altezza.

La fig. 139 mostra una bomba illuminante costruita dalla ditta Ruggieri, secondo questo criterio.

Altri artifici usati in aeronautica. - Sono stati usati:

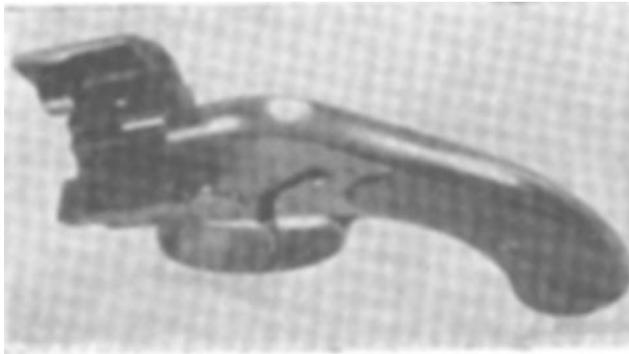


Fig. 138

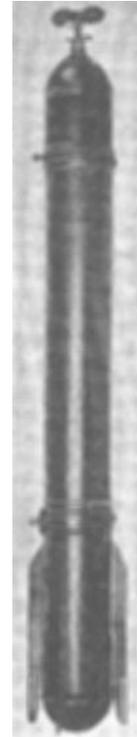


Fig. 139

bengala d'atterraggio (accesi elettricamente) destinati in taluni casi, specie di atterraggio forzato, per l'illuminazione del terreno. Si adoperano di solito a coppie, uno potendo servire per il riconoscimento del terreno e l'altro per l'atterraggio propriamente detto;

cilindri fumogeni per indicare agli aerei in volo la direzione del vento;

bombe, per lancio, a mezzo di mortaio, di segnalazioni da servire secondo un codice stabilito agli aerei, che devono atterrare, nei quali la radio sia guasta.

Ad ogni modo le guarnizioni sono analoghe a quelle in uso negli artifizi terrestri;

artifizi incendiari (lastrine di celluloidi con fosforo)¹.

C) ARTIFIZI PER NAVI

Non differiscono da quelli terrestri. Assumono particolare importanza gli artifizi illuminanti, contenenti un grosso bengala a paracadute.

Numerose sono le società in Italia che hanno costruito artifizi da guerra: tra le tante citiamo i Polverifici Stacchini in Roma, la ditta Camocini di Como, la Mugnaioni, la Soc. ACNA, ecc.

¹ Durante la seconda guerra mondiale sono state lanciate dagli aerei delle lastrine incendiarie, consistenti in una Piccola lastra di celluloidi con foratura rotonda al centro. Sopra tale apertura era applicata, con dei gancetti di filo di ferro, della garza nella quale era sistemata una piccola sfera di fosforo da 0,5- 1 grammo.

La garza era imbevuta di un liquido che evaporava più rapidamente dell'acqua. Dopo la evaporazione del liquido il fosforo si incendiava da sé venendo a contatto con l'aria e faceva prendere fuoco anche alla lastrina di celluloidi, la quale bruciava in uno o due minuti.

Durante la combustione del fosforo si sviluppava un fumo bluastro visibile da lontano, avente effetto dannoso all'organismo.

Nelle operazioni di raccolta di lastrine incendiarie e nell'estinzione dei focolai d'incendio si doveva quindi ricorrere all'uso di maschera antigas. Il sistema più efficace per estinguere i focolai d'incendio era quello di coprire con la terra le piastrine incendiarie: successivamente venivano distrutte accendendole in una fossa.

PARTE QUINTA

CAPITOLO I

RICETTARIO DI COMPOSIZIONI PIROTECNICHE

Si è ritenuto utile, nella compilazione del ricettario, segnalare numerose formole, anche antiche, riportate a composizione centesimale.

Come si osserverà nell'esaminarle, nei vari paesi e a seconda dei pirotecnici sono usate numerose sostanze, talvolta le più disparate.

Occorre, praticamente, dare la preferenza a composizioni che siano semplici (e quindi con pochi componenti), di sicuro effetto ed economiche. Perciò miscugli composti con 2-3 prodotti, al massimo

L'A. dà la preferenza a queste composizioni tipiche:

luci bianche: nitrato di bario-alluminio-zolfo;

luci bianche economiche: a base di siliciuro di calcio, nitrato potassico e nitrato di bario;

luci rosse: carbonato di stronzio, clorato potassico (o perclorato), scialacca;

luci verdi: clorato di bario e scialacca;

luci gialle: nitrato di sodio, alluminio, zolfo.

Volendo, alla scialacca si può sostituire qualche resina sintetica in polvere, tipo Vipla, come è stato fatto in larga scala in Germania nella recente guerra mondiale.

COMPOSIZIONI A LUCE GIALLA

Per stelle

Nitrato di sodio	56	-	-	-	-	74
Nitrato di potassio	-	14	10,5	-	-	-
Nitrato di bario	-	-	23,5	19	-	-
Carbone di legno	14	-	3,5	12,5	2	-
Zolfo	21	-	-	-	-	8
Alluminio	-	-	-	-	-	18
Bicarbonato sodico	4,5	57	4,5	-	-	-
Polverino	-	23	-	-	-	-
Gomma lacca o scialacca	-	6	12	10	11	-
Sale di stronzio (solfato)	4,5	-	-	-	-	-
Destrina o gomma arab.	-	-	6	5	3	-
Clorato di potassio	-	-	40	50	60	-
Ossalato di sodio	-	-	-	3,5	24	-

Per segnalazioni

Nitrato potassico	62,5	62,5	-
» sodico	10,5	-	55,5
Ossalato sodico	-	10,5	-
Zolfo	23	23	-
Carbone di legno	4	4	-
Magnesio	-	-	-
Cloruro di polivinile	-	-	-

Per lance di decorazione, bengala e fiamme

Clorato potassico	-	53	56	70	73	74
Nitrato di sodio	63	-	-	-	-	-
Ossalato di sodio	-	-	30	-	9	10
Bicarbonato di sodio	-	13,5	-	15	-	-
Sale di stronzio (nitrato)	-	6,5	-	-	-	-
Zolfo	26	27	-	-	-	-
Colofonia	-	-	-	-	9	-
Carbone di legno	11	-	-	-	-	2
Gomma lacca o scialacca	-	-	-14	15	9	14

Per fuochi da teatro o da tavola

Nitrato sodico	69	-
Ossalato sodico	-	12
Nitrato di bario	-	72
Zolfo	23,5	6
Carbone di legno	1,5	-
Solfuro d'antimonio	6	-
Scialacca o gomma lacca	-	10

Fiaccole o torce a lenta combustione

Clorato potassico	18
Carbonato sodico	15
Nitrato potassico	48
Zolfo (fiori di)	8
Carbone di legno	1
Stearina	10

Torce (al perclorato di potassio)

	1 color giallo	2 arancione
Perclorato di potassio	18	8,8
Ossalato di sodio	9	14
Nitrato di bario	60	-
Sale di stronzio (nitrato)	-	63
Gomma lacca o scialacca	9	8,8
Zolfo	4	5,4

La composizione n. 2 non è di lunga conservazione e va impiegata subito.

Per traccianti (tedesca)

Miscela di ignizione:	
Zirconio	13 %
Nitrato potassico	12 %
Polvere nera	75%

Miscela intermedia:

Nitrato di bario	29,5 %
Nitrato potassico	12 %
Alluminio	15 %
Zolfo	6 %
Polvere nera	37,4%

Miscela illuminante:

Nitrato sodico	54,5 %
Magnesio	40,5 %
Cera sintetica (tipo T,)	5 %

Composizioni a luce giallo oro**Per stelle**

Clorato di potassio	70
Bicarbonato sodico	15
Gomma lacca o scialacca	15

Per torce

Perclorato di sodio	65
Alluminio	30
Gomma arabica	5

Per candele romane

Ossalato sodico	26	-
Nitrato potassico	54	73
Zolfo	13	-
Carbone di legno	3,5	21
Gomma arabica (o destrina) ..	3,5	3
Gomma lacca (o scialacca) ..-	-	3

Per fiamme (con alluminio)

	I	II	III
Ossalato sodico	6	11	9
Alluminio	5	8	35,5
Polverino	58	67	46,5
Solfuro d'antimonio	24	8	-
Gomma arabica o destrina	7	7	9

La composizione III dà la sensazione d'un colore giallo oro fuggente: l'alluminio è mescolato nelle proporzioni di 70 p. di polvere fina; 25 polvere di media grandezza e 5 p. di alluminio in scaglie. Il polverino è col seguente dosamento: 75 p. nitrato potassico; 15 p. zolfo e 10 p. carbone.

COMPOSIZIONI A LUCE ROSSA**Per stelle**

Clorato di potassio	40	39	60	55
Nitrato di stronzio	40	39	25	-
Carbonato di stronzio	-	-	-	21
Carbone di legno	6	12	-	-
Nerofumo ..	6	-	-	2
Pece greca	8	-	-	-
Gomma lacca o scialacca	-	7	15	7
Zucchero di latte ..	-	-	-	15
Gomma arabica	-	3	-	-

Per segnalazioni

.....	I	II	III	IV	V	VI
Clorato potassico	30	54	70	76	67	70
Nitrato di stronzio	44	36	-	-	-	-
Carbonato di stronzio	-	-	15	-	22	-
Ossalato di stronzio	-	-	-	8	-	17
Gomma lacca o scialacca	-	10	15	7	11	13
Zolfo	18	-	-	-	-	-
Carbone di legno	2	-	-	-	-	-
Solfuro d'antimonio.....	6	-	-	-	-	-
Pece.....	-	-	-	9	-	-

La composizione n. 5 è indicata per navi in pericolo.

Composizioni tedesche per segnalazioni (Langhans)

Nitrato di stronzio	-	56	3	9	4	39	40	45,7
Gomma lacca	-	-	1	3	-	-	-	-
Clorato potassico	61	20	-	1,5	1	40	62	9,7
Zolfo	16	24	-	-	-	18	13	17,2
Carbone di legna	-	-	-	-	-	3	2	1,7
Carbonato di stronzio	23	-	-	-	-	-	-	-
Nitrato potassico	-	-	12	-	-	-	-	-
Zucchero di latte	-	-	4	-	-	-	-	-
Solfuro di antimonio	-	-	-	-	-	-	-	5,7

Composizioni tedesche con resine sintetiche.

Nitrato di stronzio	60	52	55
Cloruro di polivinile (igelite, vipla, ecc.)	30	15	15
Magnesio .	10	20	30
Cera sintetica o stearina	1-2%,,-	-	-
Monostirolo	-	13	-

Per lumi di decorazione, bengala e fiamme.

Guarnizione fiamme	lance o lumi di decorazione						bengala
Clorato di potassio	30	53	72	26	43	52	25
Nitrato di stronzio	45,5	-	13,5	52	-	34	56
Carbonato di stronzio	-	26,5	-	-	43	-	-
Nerofumo	2	2,5	1	2	-	-	1
Zolfo	12,5	-	-	-	-	-	18
Gomma lacca	10	18,5	13,5	20	14	14	-

Per fuochi da teatro e da sala.

Clorato di potassio	7	7	18	33	20
Nitrato di stronzio	67	49	46	67	66
Zolfo	16	20	-	-	-
Solfuro d'antimonio	-	-	-	-	-
Carbone di legno	3	-	4,5	-	-
Gomma lacca o scialacca	-	2	27	-	-
Calomelano	-	15	-	-	-
Solfuro di rame	-	7	-	-	-
Colofonia	-	-	4,5	-	-
Asfalto o bitume	-	-	-	-	14

Per sala (con acido picrico o suoi derivati)

Composizione Désignolle.

Picrato ammonico	54
Nitrato di stronzio.....	46

Composizione Weingart.

Nitrato di stronzio	8
Acido pierico.....	5
Carbone di legno.....	2
Gomina lacca	1

Fiaccole o torce a lenta combustione.

Clorato potassico.....	15
Nitrato di stronzio	60
Zolfo (in fiori).....	15
Carbone di legno	3
Stearina	7

Torce brillanti all'alluminio (Weingart).

Perclorato di potassio ..	14	-
Nitrato di stronzio.....	69	75
Alluminio in polvere.....	-	19
» in scaglie	8	-
Licopodio	2	
Zolfo.....	-	4
Gomma lacca o scialacca	8	2

Torce comuni.

Perclorato potassico ..	8	8	-	-
Nitrato di stronzio.....	76	69	59	67
Zolfo	10	13	19	-
Clorato potassico	-	-	-	18
Nitrato potassico	-	-	15	-
Carbone di legno.....	-	-	3,5	-
Resina tipo scialacca.....	4	-	-	15
Farina di legno	-	10	3,5	-
Paraffina a basso punto di fusione tipo petrolatum	2	-	-	-

Per l'accensione di queste torce si può usare il sistema già in uso per gli artifici da guerra italiani e cioè dei fiammiferi svedesi: imbeverare un'estremità con miscela al clorato e strofinarla con una carta imbevuta di pasta fosforosa.

Le miscele al clorato possono essere formate con

Clorato potassico	60%
Farina fossile	10%
Polvere di vetro . . .	10%
Zolfo	10%
Gomma.....	10%

oppure

Clorato potassico	67
Solfuro d'antimonio . . .	22
Colla	

e la pasta fosforosa rispettivamente

Fosforo rosso	54
Trisolfuro d'antimonio	26
Polvere di vetro	5
Gomma	15

oppure

Fosforo rosso	47	
Ossido nero al manganese		38
Colla	15	

Composizione per traccianti.

Perossido di stronzio	40
Magnesio	40
Ossalato di stronzio	20

N.B. - L'ossalato di stronzio può arrivare sino al 40%, a seconda della luminosità. È utile anche l'aggiunta di piccole percentuali di polvere di zinco.

COMPOSIZIONI A LUCE ROSEA

Per stelle

Clorato di potassio	58
Scialacca	22
Carbonato di stronzio	22

Per fuochi da tavola.

Nitrato di stronzio	60	61	70
di potassio	24	15	17
Zolfo	6,5	8	7
Carbone di legno.....	1,5	4	6
Scialacca o gomma lacca	6,5	12	-
Destrina o gomma arabica	1,5	-	-

COMPOSIZIONI A LUCE VERDE

Per stelle

	italiane		americane			ted.	
Clorato di potassio	35	30	-	-	-	39	18
Nitrato di bario	50	53	-	22	-	39	-
Clorato di bario	-	-	70	56	67	-	64
Gomma lacca o scialacca	15	15	17	11	11	6	18
Nero fumo	-	2	-	-	-	-	-
Carbone di legno	-	-	-	-	-	13	-
Calomelano	-	-	-	11	22	-	-
Gomma arabica o destrina	-	-	-	-	-	3	-
Zucchero di latte	-	-	13	-	-	-	-

Per segnalazioni

Clorato potassico	31
Nitrato di bario	53
Zolfo	10
Carbone di legno	6

Composizioni tedesche usate nel 1944

Nitrato di bario	58 %
Cloruro di polivinile	22,5%
Magnesio	7,5%
Silicio	7 %
Acido resorcilico	5%

Per lance di decorazione, bengala e fiamme

Componente	per lance			per bengala e fiamme			
Clorato potassico	44	-	-	-	-	-	-
» di bario	-	28	43	66	76	70	75
Nitrato di bario	44	39	33	-	-	-	-
Gomma lacca o scialacca	12	39	-	11	6	13	-
Zucchero di latte	-	-	-	33	18	17	25
Nerofumo	-	3	8	-	-	-	-
Calomelano	-	-	16	-	-	-	-

Per fuochi da teatro e da sala.

Nitrato di bario	58	62,5	54	54
Clorato potassico	21	6	26,5	26,5
Zolfo	21	12	-	-
Calomelano	-	15	-	-
Nerofumo	-	3	-	-
Gomma lacca o scialacca	-	1,5	13	19,5
Cloruro d'ammonio (sale ammoniaco)-	-	-	6,5	-

Composizioni all'acido picrico e derivati

	del Désignolle	del Bruyère	del Weingart
Nitrato di bario	52	67	4
Picrato d'ammonio	48	25	-
Acido picrico	-	-	2
Zolfo	-	8	-
Carbone di legna --i			

Composizioni tedesche per segnalazioni (Langhans)

Clorato potassico	5	6	1,5	36	-	32,7
Nitrato di bario	12	16	9	40	30	52,3
Zolfo	4	3	-	24	4	9,8
Carbone di legno	-	3	-	-	1	5,2
Calomelano	-	-	-	-	2	-
Gomma lacca	-	-	3	-	-	-

Fiaccole o torce

	a lenta combustione		normali
Clorato di potassio	27	-	5
" di bario	-	66,5	25
Nitrato di bario	53	-	59
" di potassio	-	-	-
Gomma lacca o scialacca	-	12,5	10
Zolfo (in fiori)	11	4,5	-
Stearina	8	-	-
Carbone di legno	1	-	-
Calomelano	-	16,5	-

Composizioni per traccianti

Perossido di bario	72,5
Ossalato di bario	5
Magnesio	15
Gommalacca	7,5

COMPOSIZIONI A LUCE AZZURRA**Per stelle**

Clorato di potassio	70	85	85	50	59
Solfato di rame ammoniacale	15	15	-	-	-
Verde di Schweinfurth (verde-azzurro)	-	-	31	-	-
Verde di Parigi	-	-	-	20	-
Nitrato di bario	-	-	-	17	-
Gomma lacca o scialacca	15	5	5	10	-
Gomma arabica o destrina	-	-	-	3	-
Lattosio	-	-	-	-	2
Antracene	-	-	-	-	6,5
Metilcellulosa	-	-	-	-	1,5

Per segnalazioni

Clorato potassico	54,5	53
Solfato di rame ammoniacale	27,5	-
Nitrato di rame ammoniacale	-	26
Zolfo	-	5
Carbone di legno	18	16

Per lance di decorazione, ecc

Clorato di potassio	62	62,5	58
Sale di rame:solfato ammoniacale	15	-	-
Sale di rame: solfato	-	-	17
Sale di rame: ossicloruro	-	25	-
Zolfo	23	-	-
Gomma lacca o scialacca	-	12,5	11
Destrina o gomma arabica	-	-	3
Calomelano	-	-	11

Nelle lance a colore azzurro è opportuno sostituire al cartoccio di carta un involucro di stagnola per evitare che nella combustione della carta (contenente il carbonio della cellulosa) si alteri il colore della fiamma azzurra.

Torce per fiaccole a lenta combustione

Clorato potassico	46
Ossido di rame	15,5
Nitrato potassico	15,5
Zolfo (in fiori)	23

Fuochi da tavola, lance e torce per festività al perclorato

Perclorato potassico	73	58
Sale di rame cloruro ammoniacale	18	-
Sale di rame solfato ammoniacale	-	15
Zucchero di latte	-	5
Stearina	6	-
Zolfo	-	22
Asfalto	3	-

Composizioni per fuochi da tavola americani (Weingart).

Clorato potassico	12	16
Verde di Parigi	8	12
Stearina	-	22
Nitrato di bario	8	14
Calomelano		2
Cloruro ammonico	2	-
Gomma lacca	-	1

COMPOSIZIONI A LUCE VIOLETTA**Per stelle**

Clorato di potassio	58,5
Clorato di stronzio	14,5
Carbonato di rame	10
Gomma lacca	7
Zolfo	10

Per lance di decorazione, bengala e fiamme

Clorato di potassio	61
Gomma lacca	21
Gesso	12
Verde purgato	3
Calomelano	3

Per torce per festività

Perclorato di potassio	30
Nitrato di stronzio	23
Solfuro di rame nero (fuso)	20
Calomelano	10
Zolfo	17

A stella per «piogge d'argento» e a polveri metalliche (alluminio, zinco o magnesio)

Nitrato di bario	80	-	-	55	65	34	76	40	62	-	-	68	-	-	4	55
» di potassio	-	54	54	27	-	22	-	40	10	-	21	-	70	-	-	10
Alluminio in polvere	10	-	-	11	30	44	18	20	22	-	-	-	-	-	21 ⁽¹⁾	21
Magnesio in polvere	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27	30	10	-	-
Zinco in polvere	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64	62	-	-	-	-	-
Gomma lacca o scialacca	-	-	-	7	5	-	-	-	6	-	-	-	-	-	5	-
Paraffina a basso p. di f.								2	-	-	-	-	-	-	-	-
Zolfo	4	16	20	-	-	-	4	-	-	-	4	-	-	-	-	8
Carbone di legna	-	11	2,5	-	-	-	-	-	-	10	11	-	-	-	1	-
Nerofumo	-	-	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Antimonio nero	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gomma arabica o destrina	3	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	6	-	-
Clorato potassico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-	-	-	-	63	-
Bicromato potassico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-
Glutine lino (cotto per 15')-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-
Minio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	-	-
Arsenico rosso	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluoruro di sodio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6

(1) Un quarto in polvere, tre quarti in scaglie.

Per stelle, al perclorato

Perclorato potassico	61
Alluminio	31
Licopodio	8

Per segnalazioni (senza alluminio)

Nitrato potassico	52	75	61	60	33
Zolfo	22	23	19	25	11
Polverino	22	-	5	15	-
Solfuro d'antimonio	4	-	15	5	-
Nitrato di bario	-	-	-	-	45
Carbone di legno	-	2	-	-	-
Gomma lacca o scialacca	-	-	-	-	11

N.B. - Si possono usare con effetto diverso, più intenso, quelle all'alluminio, usando le relative composizioni per stelle.

Per lance di decorazione, bengala e fiamme

	lumi o lance		bengala		fiamme	
Nitrato potassico	65	56	66	71	72	69
Zolfo	21	22	22	23	18	17
Polvere nera	4	11	4	-	-	3,5
Antimonio	10	11	8	-	-	17
Arsenico rosso	-	-	-	6	10	-

Per grossi bengala a terra (diametro 25 cm)

Alluminio	-	20	-	10	17
Magnesio	-	-	16	10	-
Nitrato di bario	40	69	69	66	70
Nitrato di potassio	40	5	9	5	4
Olio di ricino	-	6	6	5	3
Gomma arabica	-	-	-	4	4
Siliciuro di calcio	20	-	-	-	-

Composizione tedesca per bengala

Perossido di bario	66,7
Minio	11,1
Magnesio in polvere	22,2

Per fuochi da teatro e da sala

Nitrato potassico	66	51
Zolfo	20	12,5
Solfuro d'antimonio	6	-
Antimonio	-	19,5
Minio	-	17,5
Ossido di calcio (calce viva)	8	-

Fiaccole o torce a lenta combustione

Nitrato potassico	55
Zolfo (fiori)	9
Solfuro d'antimonio	27
Stearina	9

Torce illuminanti, all'alluminio

	I	II	III
Nitrato di bario	76	-	-
Perelurato potassico	-	52	67
Alluminio	18	44	25
Zolfo	4	-	-
Gomma arabica	-	4	-
Paraffina a basso punto di fusione	2	-	-
Farina di legno	-	-	8

N.B. - Nella formula II l'alluminio è parte in scaglie (20 p.) e resto in polvere. La gomma arabica può essere sostituita con destrina o anche con licopodio. La paraffina a b. p. di f. non è altro che il cosiddetto "petrolatum" commerciale e può sostituirsi con olio di ricino, glutine di lino cotto, ecc.

Composizione tedesca per traccianti.

Intermediaria:	
Perossido di bario	80
Alluminio	20
Illuminante:	
Nitrato di bario	74
Alluminio	26

Composizione francese d'accensione per proiettili traccianti

Perossido di bario	72,5
Magnesio	15
Gomma lacca	8,5
Gusci di noce polverizzati	5

Composizioni estere a effetti particolari

	I	II	III	IV
Nitrato di potassio	-	-	34	22
Zolfo	-	-	6	22
Carbone di legna	-	-	6	10
Nerofumo	-	-	-	5
Solfuro d'antimonio	16	9	20	-
Polverino	72	73	-	35
Alluminio	5	9	26 ⁽¹⁾	-
Gomma arabica o destrina	7	9	8	2
Gomma lacca o scialacca	-	-	-	2
Arsenico rosso	-	-	-	2

(1) Di cui 6 parti in scaglie.

La composizione III dà come la sensazione di un bianco sfuggente, mentre la IV corrisponde ad una pioggia mista bianca e gialla oro.

Composizioni tedesche per l'accensione dei miscugli pirotecnici
(intermediarie tra polvere nera e composizione luminosa)

Nitrato di bario	16	-	-
Nitrato di potassio	16	46	40
Zolfo	8	11	-
Alluminio	10	11	30
Polvere nera	50	29	-
Zirconio	-	3	-
Tetranitro carbazolo	-	-	30

Composizioni tedesche usate per l'accensione nelle miscele traccianti:

Nitrato potassico	48%
Zirconio	52%

COMPOSIZIONI A POLVERE
PER FUOCHI DI GUARNIZIONE

Per serpentelli semplici e bengaletti per pioggia con lumi sotto
(da 1 cm di diametro).

Polvere nera	84
Carbone (duro)	16

Per serpentelli a piroetta e a girello

Polvere nera	84
Limatura di ferro	16

Per colombe

Polverino	73
Polvere nera in grani	13,5
Limatura di ferro in aghi	13,5

Per bengaletti per pioggia con lumi sotto
(da 2 cm di diametro).

Polvere nera	80	84
Nitrato potassico	5	-
Carbone (duro)	15	-
Limatura di acciaio in polvere	-	16

Per globetti di fuoco.

Polvere nera	68
Nitrato potassico	17
Zolfo	2
Carbone (duro)	13

Composizioni per fontane comuni.**A luce comune.**

Polvere nera	100	84
Carbone (duro)	-	16

A luce brillante.

Polvere nera	84	89	80	80	75	68	63
Limatura di ferro oppure	-	11	-	-	-	-	-
Limatura di acciaio	16	-	-	-	15	20	-
Filiera (di leone)	-	-	20	15	-	-	13
Nitrato potassico	-	-	-	5	5	8	16
Zolfo	-	-	-	-	5	4	8

A fuoco cinese.

Polvere nera	84	80	73
Ferro (fuso in polvere)	16	15	9
Nitrato potassico	-	5	9
Carbone (leggero)	-	-	4,5
Zolfo	-	-	4,5

Composizioni per fontane di notevole diametro.**A luce brillante.**

Polvere comune, fina	70	54,5	52	58	65	41	30
Polvere in grani	-	-	-	-	8	7	5
Nitrato potassico	21	27	15,5	11	6	17	21
Zolfo	4,5	6,5	15,5	11	-	17	16
Acciaio (limatura)	4,5	12	17	20	-	-	-
Filiera	-	-	-	-	10	18	20
Carbone (leggero)	-	-	-	-	-	-	8

A fuoco cinese

Polvere	32	42,5	31	47
Nitrato potassico	24	5	31	24
Zolfo	16	5	15	12
Carbone (leggero)	8	5	-	-
Limatura di ferro (fuso)	20	42,5	23	17

Composizioni per candele romane e mosaici

	Diam. piccolo		Diametro grande		
Polvere	80	76	57	11	-
Nitrato potassico	-	5	14,5	52	65
Zolfo	-	-	3,5	17	25
Carbone	20	19	25	20	10

Composizioni dell'anima dei razzi di medio e grande diametro

	medio e grande diam.		piccolo diam.
Polvere	63	95	46,5
Nitrato potassico	15,5	-	29
Zolfo	6	-	7
Carbone (duro)	15,5	5	17,5

Composizioni di fuoco brillante e cinese per grossi razzi

	brillante	brillante	cinese
Polvere	70	36	44
Nitrato potassico	5	8	28
Zolfo	5	19	14
Limatura di acciaio	20	7	-
" di ferro (fusa)	-	-	14
Carbone (leggero)	-	30	-

Composizioni estere per razzi e candele

Nitrato potassico	68	65	73	76
Carbone di legno	21	22	15	15
Zolfo	11	11	10	9
Destrina o gomma arabica	-	2	2	-

Composizioni per razzi da tavola (o carciofi) grandi

	a luce comune	a l. brillante	a fuoco cinese	
Polvere	84	84	73	57
Carbone	16	-	4,5	-
Nitrato potassico	-	-	9	14
Limatura di ferro (fuso)	-	-	9	22
" di acciaio	-	16	-	-
Zolfo	-	-	4,5	7

N.B. - I piccoli razzi da tavola si fanno esclusivamente con polvere.

Composizione per stelle per granata a sfera

Polvere	62,5
Zolfo	15
Carbone (di cerro o faggio) in polvere	11
Nitrato potassico	7,5
Nerofumo	2
Destrina o gomma arabica	2

N.B. - Usando carbone di cerro si hanno scintille di color rossiccio, persistenti, mentre il carbone di faggio dà scintille giallo dorate, ma di minor durata.

I vari componenti, ad eccezione della destrina (o gomma arabica) vengono mescolati, quindi si passano sotto la palla e poi setacciati: questo miscuglio viene messo su di una lastra di marmo e sul centro si fa un po' di largo per versarvi la soluzione acquosa di destrina o gomma. Si fa una pasta densissima e la si batte in un mortaio di marmo, per un tempo variabile a seconda dell'entità della composizione (per es. 100 g si battono per 30') curando che la composizione sia sempre umida. Anche quando si fa la stella, si batte la composizione nella forma.

Composizione per stelle per granate a palle bianche

Nitrato potassico	51,5
Polvere	17
Antimonio	17
Zolfo	14,5

La composizione s'impasta con soluzione acquosa di gomma arabica.

Composizione per granate luminose

Nitrato potassico	52
Zolfo	25
Polvere	20
Canfora	3

Composizione per candele romane

(formula del Sig. Due)

Nitrato potassico	40
Carbone di legno	24
Zolfo (fiori di)	13
Destrina	2
Acqua	21

Composizioni per bombe o castagnole

Tipo normale

Polverino	58
Nitrato potassico	28
Zolfo	14

Tipo fulminante (al clorato)

Clorato potassico	67	50	8
Solfuro d'antimonio	-	50	-
Zolfo	16,5	-	18
Carbone (leggero)	16,5	-	25
Nitrato potassico	-	-	45
Sabbia	-	-	4

Bombe oscure

Clorato potassico	60	60	67
Zolfo	23	30	22
Solfuro d'antimonio	5	-	11
Carbone di legno	-	10	-
Nitrato potassico	12	-	-

Bombe a lampo

Clorato potassico	70	9	40	30	-	-	-	-
Perclorato potassico	-	-	-	-	-	-	50	53
Alluminio (nero)	30	18	20	40	28	40	25	31
Zolfo	-	27	20	30	14	5	25	16
Nitrato di bario	-	-	-	-	58	-	-	-
»di potassio	-	46	20	-	-	55	-	-

Miscele sibilanti

Picrato potassico	70	-	-
Nitrat potassico	30	-	-
Acido gallico	-	50	25
Clorato potassico	-	50	75

Petardi ferroviari

(composizioni americane, al perclorato)

Perclorato potassico	6	1,2
Solfuro d'antimonio	5	9
Zolfo	1	3

**Composizioni francesi per cartucce militari da segnalazione
tipo Very (percentuali arrotondate)****A stelle bianche**

Alluminio	30
Nitrato di bario	57
Solfuro d'antimonio	6
Criolite (fluoruro d'alluminio e sodio)	6
Olio di ricino (od olio di vaselina neutro)	1

A stella bianca con paracadute

Alluminio in polvere	19
» in grani	9,5
Nitrato di bario	70,5
Olio di ricino o di vaselina neutro	1

Dimensioni di un tipo di stella (n. 1): altezza rara. 48-50; diametro mm 24; durata 10"; peso gr 35.

A stelle rosse

Clorato di potassio	67
Carbonato di stronzio	13,5
Ossalato di stronzio	13,5
Gomma acroide (scialacca)	16

A stella rossa con paracadute

Clorato di potassio	64,5
Ossalato di stronzio	10,7
Carbonato di stronzio	10,7
Gomma acroide (scialacca)	13,4
Olio di ricino (o di vaselina neutro)	0,7

Stelle verdi

Clorato di bario	85
Gomma acroide (scialacca)	12
Carbone	3

A stella verde per paracadute

Clorato di bario	90
Gomma acroide (scialacca)	8
Olio di ricino (o di vaselina neutro)	2

Cartucce a catena o a corone

Trattasi di cartucce da 7 lumi fissati a 40 cm l'uno dall'altro su di una cordicella di 3 m di lunghezza e disposti in modo da accendersi contemporaneamente nell'attimo stesso dell'espulsione dalla cartuccia: la catena sospesa ad un paracadute brucia scendendo lentamente.

Composizione delle stelle bianche

Nitrato di bario	35
Alluminio	43
Criolite	10
Solfuro d'antimonio	10
Vaselina	2

Composizione delle stelle rosse

Clorato di potassio	76
Ossalato di stronzio	11
Carbonato di stronzio	6,5
Gomma acroide (scialacca)	6,5

Composizioni tedesche per cartucce da segnalazioni militari

A luce verde

Nitrato di bario	58%	55
Cloruro di polivinile clorurato (al 63%)	22%	29
Magnesio	8%	16
Silicio	7%	-
Acido gallico resorcilico	5%	-

Per le cartucce ad 1 stella (12 g) si usava per l'ignizione 1 g di polvere e l'intermediario di 1 g di una miscela al 30,6% di nitrato Potassico, 39,1% di nitrato di bario, 9,2% di carbone e 21,1% di alluminio. Durata della luminosità della stella: 7 secondi.

A luce rossa

Nitrato di stronzio	55%	50
Magnesio	28%	32
Cloruro di polivinile	17%	18

Peso della stella singola: 8 g, durata 7 sec. Miscela intermediaia come la precedente.

Composizione delle stelle verdi

Clorato di bario	86
Gomma acroide (scialacca)	11
Carbone fine	3

Lunghezza dei lumi: 60 mm per le stelle bianche; 50 mm per le rosse e verdi. Durata di combustione da 15 a 25 secondi.

COMPOSIZIONI PER GIOCATTOLE PIROTECNICI

Composizioni per girandole (piccoli soli giranti)

Polverino	10	50	-
Polvere nera in grani	-	-	23
Nitrato potassico	60	25	40
Zolfo	60	25	11,5
Carbone di legno	20	-	8,5
Limatura di ferro	-	-	17

Composizione per vampe

Polverino	14
Carbone	28
Nitrato potassico	58

Composizioni per eruzioni, vulcani, caricate in con

Polvere nera e 12,5 zolfo)	77
(a dosamento 75 nitrato potassico, 12,5 carbone e 12,5 Zolfo).	
Limatura di ferro	23

Per serpenti di Faraone

Acido picrico puro	15,5
Residui catramosi di oli di lignite	44,5
Olio di lino	9
Acido nitrico fumante	31

Composizione per nido di serpenti

Nitrato potassico	25
Bicromato ammonico	50
Destrina	25

Composizione per candele a stelle

Nitrato di bario	32,5
Limatura di ferro	10
Polvere di alluminio	20
Destrina gialla	34
Nitrato potassico	3
Gomma arabica	0,5

Composizioni per fiammiferi lampeggianti giapponesi

Nitrato potassico	60	24	58	55
Carbone di legno	16	30	-	-
" di tiglio	-	-	-	15
Zolfo in polvere com.	24	46	-	-
" (fiori)	-	-	30	30
Nerofumo	-	-	12	-

Composizione per bacchette a luce colorata**Color rosso**

Nitrato di stronzio	40
Alluminio	39
Perclorato potassico	14
Gomma lacca o scialacca	7

Colore azzurro

Nitrato potassico	62,5
Zolfo	25
Solfuro d'antimonio	12,5

Color verde

Clorato di bario	36
Alluminio	56
Gomma lacca o scialacca	8

Razzi da tavola (turbini)

Nitrato potassico	35	22
Polverino	32	52
Carbone di legno	10	13
Zolfo	10	13
Limatura di ferro	13	-

Composizione per fumata grigia

Per ottenere gli stessi effetti provocati dal fuoco degli incendi, con fumo grigio scuro. Si impiegano in cilindri del diametro di 10 cm e lunghi 25 cm

Nitrato potassico	50
Nero fumo	12,5
Carbone di legno	12,5
Colofonia	12,5
Arsenico rosso	12,5

Per innescare detta composizione si usa un miscuglio di 66 p. di nitrato potassico; 13 p. di zolfo; 11 p. di polverino e 11 p. di solfuro d'antimonio.

**Altre composizioni pirotecniche, estere
Per fasci di scintille**

Nitrato potassico	52	38	-
" di bario	-	18	-
Perclorato potassico	-	-	28
Limatura di ferro (polvere)	20	-	57
Alluminio	3	6	5
Solfuro d'antimonio	-	9,5	-
Carbone di legno	15	9,5	-
Zolfo	10	9,5	-
Gomma arabica o destrina	-	9,5	10

Fasci di fuoco scintillante

Polvere nera	63	55
Carbone di legno	12	13
Limatura di ferro	31	9
Nitrato potassico	-	18
Zolfo	-	9

Vaso di fiori

Nitrato potassico	40
Polvere nera in grani	24
Nero fumo	12
Zolfo	24

Cascate ordinarie

Diametro del cilindro	cm 1	cm 2
Nitrato potassico	59	54
Carbone di legno	12	13
Zolfo	10	10
Limatura di ferro	19	23

Cascate (al perclorato)

Perclorato potassico	57
Alluminio	28,5
Destrina	14,5

Composizione per serpentelli, « saucissons », ecc

	serpentelli		saucissons
Polverino	26	23	47
Polvere nera in grani	34	23	-
Nitrato potassico	17,5	40	23,5
Zolfo	9	8	12
Carbone	13,5	6	17,5

I cosiddetti "saucissons", o "salsiccie" corrispondono grossomodo ai nostri serpentelli con piroetta, sono lunghi 8-9 cm e larghi 1 cm circa. Hanno in fondo il solito tappo d'argilla, sopra la polvere nera e la composizione e superiormente hanno una strozzatura.

COMPOSIZIONI PER MISCELE FUMOGENE A FUMO BIANCO

A base di nitrati

Vecchia formula

Nitrato potassico	41
Zolfo	55
Carbone di legna	4

Formula usata in Italia durante la guerra 1915-18

Nitrato depurato sodico	25
Olio minerale	15
Segatura	50
Acqua	10

L'innescamento di questa miscela si fa con un miscuglio di 5 p. di nitrato potassico, 47,5 di nitrato sodico e 47,5 di segatura.

Miscela al tetracloruro di carbonio

	Berger	BM
Tetracloruro di carbonio	50	41,4
Zinco in polvere	25	35,4
Ossido di zinco	20	-
Farina fossile	5	-
Clorato sodico	-	9,5
Cloruro ammonico	-	5,4
Carbonato di magnesio precipitato	-	8,3

Miscele all'esaeloroetano

	Izzo		Acna		Americ.	
Esaeloroetano	50	52,5	50	45	50	50
Zinco in polvere	25	31,5	30	25	25	28
Ossido di zinco	20	16	-	5	10	22
Farina fossile	5	-	-	-	-	-
Nitrato potassico	-	-	10	15	10	-
Bitume	-	-	10	10	-	-
Colofonia	-	-	-	-	5	-

Composizione al tetracloroetano

Tetracloroetano	40
Ossido zinco	20
Zinco in polvere	15
Siliciuro di calcio	15
Clorato di sodio	10

COMPOSIZIONI PER MISCELE FUMOGENE COLORATE

Ha dato buoni risultati la seguente composizione per tutte le varie fumate colorate (eccetto quelle nere):

<i>Sostanza colorante</i>	36
Clorato potassico	28
Zucchero di latte	28
Zolfo	4
Cloruro d'ammonio	4

Composizioni a fumo giallo

Si possono adoperare sostanze inorganiche (solfuro d'arsenico) od organiche come l'auramina G. ed O., il cosiddetto giallo ai grassi, ecc. L'auramina da sola darebbe luogo alla formazione di un colore giallo-verdastro e perciò si aggiunge di solito un po' di crisoidina y (circa il 10% che elimina il tono verdastro del fumo.

Composizioni a base di prodotti inorganici

Nitrato potassico	27	56	33,3	20
Trisolfuro d'arsenico	27	27	33,3	20
Zolfo	27	7	33,3	20
Solfuro d'antimonio	19	10	-	20
Polverino	-	-	-	20

Volendo rallentare la velocità di combustione di tali miscele si può aggiungere vetro polverizzato o sabbia silicea.

Una fumata gialla, tracciante, per razzi, è stata consigliata con la seguente composizione:

Arsenico rosso	30
Zolfo	20
Nitrato potassico	50

Composizioni a base di prodotti coloranti organici

	gialla		arancione			
Crisoidina	9	10	30	13	25	45
Giallo auramina	34	40	30	50	-	-
Clorato potassico	33	30	35	37	-	25
Zucchero di latte	24	20	25	-	25	30
Giallo di paranitroanilina	-	-	-	-	50	-
Farina fossile	-	-	-	-	-	5

Composizioni americane del Servizio Chimico Militare, SCM

	a fumo giallo		a fumo arancione	
Clorato potassico	24,4	30	22,3	25,9
Bicarbonato di sodio	28,5	-	24	23
Zolfo	9,1	-	8,7	10,1
Zucchero di latte	-	20	-	-
Giallo auramina O	38	-	6	16,4
β naftalenazo-dimetilanilina	-	50	-	-
1 amino-8-cloro-antrachinone	-	-	39	-
α amino antrachinone	-	-	-	24,6

Composizioni a fumo rosso

Sono impiegati specialmente la rodamina B (che impartisce un tono lilla), il rosso di paranitroanilina, il Sudan 3°, ecc.

Component	inglesi		italiane			francesi Weingart		
S C M								
Rosso di paranitroanilina	65	60	26	-	-	-	-	-
Rodamina	-	-	53	70	39	50	-	-
Clorato potassico	15	20	21	15	29	-	26	27,4
Zucchero di latte	20	20	-	25	32	-	26	-
Perclorato potassico	-	-	-	-	-	25	-	-
Solfuro d'antimonio	-	-	-	-	-	20	-	-
Destrina o gomma arabica	-	-	-	-	-	5	-	-
Dimetilaminorosindone	-	-	-	-	-	-	48	-
Metilaminoantrachinone	-	-	-	-	-	-	-	42,5
Bicarbonato sodico	-	-	-	-	-	-	-	19,5
Zolfo	-	-	-	-	-	-	-	10,6

Composizioni a fumo verde

Si possono avere unendo all'auramina i componenti delle fumate azzurre (in particolare l'indaco) o usando il verde malachite.

	Italiane			SCM Davis	
Giallo auramina O	15	10	81	1,7	-
Indaco	26	20	37	-	-
Clorato potassico	33	30	32	25,9	-
Zucchero di latte	26	20	23	-	-
Ossalato del verde malachite	-	20	-	-	-
Verde malachite	-	-	-	-	10
I-4 di p-toluidinoantrachinone	-	-	-	28,3	-
Bicarbonato sodico	-	-	-	24	-
Zolfo	-	-	-	10,1	-
Perclorato potassico	-	-	-	-	6
Solfuro d'antimonio	-	-	-	-	5
Gomma arabica	-	-	-	-	1

Composizione a fumo viola americana (S.C.M.)

1 metilaminoantrachinone	18
1-4 diamino-2-3 diidroantrachinone	26
Bicarbonato sodico	14
Clorato potassico	30,2
Zolfo	11,8

A fumo azzurro

	Italiana	Inglese	Americ.	Davis
Indaco	50	40	-	-
Clorato potassico	30	25	25	-
Zucchero di latte	20	15	25	-
Bleu di metilene	-	20	-	50
1-4 dimetilaminoantrachinone	50	-	50	-
Perclorato potassico	-	-	-	25
Solfuro d'antimonio	-	-	-	20
Gomina arabica	-	-	-	5

A fumo nero

Senza *clorato*, all'esacloroetano

Magnesio in polvere	20	20	-
Alluminio in polvere	-	-	12
Esacloroetano	50	60	65
Antracene	15	-	6
Naftalina	15	20	-
Alfanaftolo	-	-	17

La miscela innescante è formata da un miscuglio sul tipo di quello usato per le bombe fumogene italiane al nitrato sodico: 61 p. di nitrato potassico; 17,5 di zolfo; 17,5 di arsenico rosso e 4 di gomma arabica o destrina

Al clorato potassico

Clorato potassico	31	45	60
Naftalina	11	40	-
Fosforo rosso	11	-	-
Catrame	47	-	-
Carbone di legno	-	15	-
Catrame e pece	-	-	40

La composizione contenente clorato e fosforo va fatta con particolari cautele, imbevendo il clorato con il catrame e poi mescolando con naftalina. Il fosforo va aggiunto per ultimo e con molta cautela, a poco per volta, potendosi verificare delle esplosioni.

CAPITOLO II

CALCOLAZIONE DI COMPOSIZIONI PIROTECNICHE

Per i pirotecnici in possesso di cognizioni chimiche può interessare stabilire se il miscuglio studiato sia tecnicamente esatto e se convenga o meno apportarvi delle varianti, o stabilire percentuali dei singoli componenti.

Diamo un esempio di tali calcoli.

VERIFICA DELLA DISPONIBILITA' D'OSSIGENO DA PARTE DELLE SOSTANZE COMBURENTI E DEL FABBISOGNO D'OSSIGENO DA PARTE DELLE SOSTANZE COMBUSTIBILI

Sia una composizione a luce bianca così composta:

Nitrato di bario $Ba(NO_3)_2$	p. 74
Nitrato potassico (KNO_3)	» 6
Alluminio (Al)	" 22
Gomma arabica ($C_{24}H_{40}O_{20}$)	» 4
Olio di ricino	» 6

Si voglia verificare se in essa vi sia ossigeno a sufficienza e se convenga apportarvi varianti.

Il peso molecolare dei vari composti è il seguente:

Nitrato di bario $Ba(NO_3)_2$:	
Peso atomico bario	137,36
Peso atomico ossigeno	16
Peso atomico azoto	14,008

Quindi il peso molecolare del nitrato di bario è:
 $137,36 + 2 \times 14,008 + 6 \times 16 = 261,376$ arrotondato in 261,4.

Nello stesso modo si calcolano i pesi molecolari degli altri prodotti del miscuglio, arrotondando per semplicità le cifre decimali:

Nitrato di potassio KNO_3 , $39 + 14 + 48 = 101$.

Alluminio (Al) 27

Gomma arabica $\text{C}_{24}\text{H}_{40}\text{O}_{20}$ $24 \times 12,02 + 40 \times 1,0078 + 20 \times 16 = 648$.

Olio di ricino $\text{C}_{57}\text{H}_{104}\text{O}_9$ $57 \times 12,02 + 104 \times 1,0078 + 9 \times 16 = 932$

Cedibilità ossigeno da parte dei comburenti, a seconda della probabile reazione di decomposizione.

Nitrato di bario: $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 = \text{BaO} + \text{N}_2 + 5\text{O}$.

Nitrato di potassio: $2 \text{KNO}_3 = \text{K}_2\text{O} + \text{N}_2 + 5\text{O}$

cioè una molecola di KNO_3 cede 2,5 O.

Fabbisogno di ossigeno delle sostanze combustibili, supponendone l'ossidazione completa:

1° Alluminio: $2 \text{Al} + 3\text{O} = \text{Al}_2\text{O}_3$ ossia 1 atomo di alluminio richiede 1,5 di O;

2° Gomma arabica: $\text{C}_{24}\text{H}_{40}\text{O}_{20} + 24 \text{O}_2 = 24 \text{CO}_2 + 20\text{H}_2\text{O}$
 ossia 1 molecola di gomma arabica richiede 48 atomi di ossigeno;

3° Olio di ricino: $\text{C}_{57}\text{H}_{104}\text{O}_9 + 157 \text{O} = 57 \text{CO}_2 + 52 \text{H}_2\text{O}$ ossia una molecola di olio di ricino richiede 157 atomi di ossigeno.

Trasformazione in percentuale di ossigeno dei dati di cui sopra.

Comburenti (cedibilità percentuale d'ossigeno):

1° Nitrato di bario

$261,4 : 80 (5 \times 16) = 100; \quad x = 31\%$

2° Nitrato di potassio

$101 : 40 (2,5 \times 16) = 100; \quad x ; \quad x = 40\%$.

Combustibili (fabbisogno percentuale d'ossigeno calcolato come sopra):

Alluminio 89% ($27 : 24 = 100 : x$; $x = 89\%$)
 Gomma arabica 180% ($648 : 768 = 100 : x$; $x = 118\%$)
 Olio di ricino 270% ($932 : 2512 = 100 : x$; $x = 270\%$)

Verifica dell'ossigeno disponibile nel miscuglio in esame.

Comburenti:

Nel miscuglio in esame vi sono 74 p. di nitrato di bario. Sappiamo che l'ossigeno disponibile da 100 p. di nitrato di bario è il 31%. Si stabilisce quindi la seguente proporzione:
 $100 : 31 = 74 : x$; $x = 22,94$ di ossigeno disponibile in 74 p. di nitrato di bario;
 $100 : 40 = 6 : x$; $x = 2,40$ di ossigeno disponibile in 6 p. di nitrato di potassio.

Combustibili:

$100 : 89 = 22 : x$; $x = 19,58$ di ossigeno richiesto dalle 22 p. di alluminio;
 $100 : 118 = 4 : x$; $x = 4,72$ di ossigeno richiesto dalle 4 p. di gomma arabica;
 $100 : 270 = 6 : x$; $x = 16,2$ di ossigeno richiesto dalle 6 p. di olio di ricino.

Riepilogo:

Nel miscuglio vi è una richiesta d'ossigeno di	
$19,58 + 4,72 + 16,20 =$	p. 40,50
Nel miscuglio vi è una disponibilità di ossigeno di	
$22,94 + 240 =$	p. 25,34
L'ossigeno in difetto nel miscuglio è di	p. 15,16

Di conseguenza si potrebbe leggermente variare la composizione del miscuglio, tenendo conto naturalmente dei vari fattori (luminosità, velocità di combustione, ecc.) e che il *pirotecnico Pratico* fa bene, basandosi sulla sua personale esperienza.

CALCOLO TEORICO DELLA QUANTITÀ DI UN COMPONENTE COMBUSTIBILE DA AGGIUNGERE PER AVERE LA COMBUSTIONE COMPLETA DEL MISCUGLIO

Si abbia un miscuglio illuminante costituito da parti:

Nitrato di bario	p. 74
Nitrato di potassio	6
Olio di ricino	6
Gomma arabica	4

e si voglia stabilite la quantità di *magnesio* da aggiungere per la combustione completa:

Dal calcoli precedenti, si sa che:

l'ossigeno in eccesso (dalle 74 p. di nitrato di bario e 6 p. di nitrato potassico) è di p. 25,34

l'ossigeno in difetto (richiesto dalle 6 p. di olio di ricino e dalle 4 p. di gomma arabica) è di p. 16,20

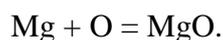
+ p. 4,72, cioè in totale p. 20,92

Cioè la differenza come ossigeno in eccesso disponibile per il magnesio da aggiungere è di p. 4,42

Il magnesio occorrente si calcola nel seguente modo:

Il peso atomico del magnesio è di 24. Quello dell'ossigeno sappiamo che è 16.

Il magnesio brucia all'aria, secondo la reazione:



Quindi per 24 p. di magnesio occorrono 16 p. di ossigeno e di conseguenza per 100 p. di magnesio, si stabilisce la proporzione:

$$24: 16 = 100: x$$

Di conseguenza l'ossigeno (x) richiesto da 100 p. di magnesio è $x = 67$.

Ora, sapendo che 67 p. di ossigeno sono richieste per la combustione completa di 100 p. di magnesio, per conoscere

dalle 4,42 p. di ossigeno disponibili nel nostro miscuglio quanto magnesio si possa ossidare completamente, basta stabilire la proporzione:

$$67: 100 = 4,42: x; \quad x = 6,58$$

Quindi nel miscuglio citato e cioè di 74 p. di nitrato di bario, 6 p. di nitrato di potassio, 6 p. di olio di ricino e 4 p. di gomma arabica per la combustione completa sono sufficienti teoricamente 6,5 p. di magnesio.

CALCOLO TEORICO PER SOSTITUIRE,
CON DETERMINATI EFFETTI,
UN ELEMENTO AD UN ALTRO

Si supponga per es. di *non* disporre per il noto miscuglio di 74 p. di nitrato di bario, 6 p. di nitrato potassico, 22 p. alluminio, 4 p. gomma arabica e 6 p. di olio di ricino, di alluminio, ma invece avere solo magnesio e per ragioni particolari si voglia ottenere un miscuglio a combustione incompleta, sul tipo di quella ottenuta con il miscuglio originale, e cioè con 22 parti d'alluminio.

Il calcolo da fare è semplice.

Nel miscuglio esaminato, con 22 p. di alluminio, il difetto di ossigeno era del 15,16.

Si tratta di stabilire quanto magnesio è ossidabile con 15,16 p. di ossigeno.

Per il che si stabilisce la proporzione:

$$67: 100 = 15,16: x_1$$

$$x_1 = 22,60$$

Di conseguenza, siccome nel miscuglio precedentemente studiato, con 74 p. di nitrato di bario, 6 p. di nitrato potassico, 6 p. di olio di ricino e 4 p. di gomma arabica, per avere la combustione incompleta desiderata basta aggiungere a 6,58 il valore trovato di 22,60 per avere la quantità complessiva di magnesio desiderata e cioè 29,18.

CALCOLI PERCENTUALI DEI MISCUGLI

Normalmente i pirotecnici nei loro miscugli fanno dei rapporti semplici, per es. i p. di zolfo, 2, di carbone e 6 di nitrato potassico, e ripetono così i miscugli. Torna invece utile sapere in 100 p. di composizione quanto per cento vi sono dei singoli ingredienti.

La cosa è molto semplice e si tratta di stabilire solo una proporzione. Sia per es. un miscuglio composto da:

Clorato di potassio	p. 4
Nitrato di stronzio	3
Scialacca	1
Totale	p. 8

Si stabilisce allora la proporzione: se su 8 parti di miscuglio ve ne sono 4 di clorato, su 100 di miscuglio, quante ve ne saranno di clorato ?

$$8:4 = 100:x; \quad x = 100 \times 4 / 8 = 50 \text{ p. di clorato}$$

$$8:3 = 100:Xx; \quad x = 100 \times 3 / 8 = 37,5 \text{ p. di nitrato di stronzio}$$

$$8:1 = 100:x; \quad x = 1 \times 100 / 8 = 12,5 \text{ p. di scialacca.}$$

CAPITOLO III

ANALISI CHIMICA DELLE COMPOSIZIONI PIROTECNICHE IN GENERE

A) ANALISI CHIMICA DELLE COMPOSIZIONI PIROTECNICHE A LUCI BIANCHE O COLORATE

Molti pirotecnici sono spesso desiderosi di conoscere la composizione esatta degli artifici visti, per essere in grado di riprodurli, tanto più che è difficile poter sapere dai pirotecnici la formula adottata, che per molti rappresenta un vero e proprio segreto.

D'altra parte, se non si hanno garanzie sufficienti dal fornitore, è anche utile talvolta controllare le materie prime che si devono impiegare e per le quali si ricorre a qualche laboratorio chimico attrezzato, a meno che non si disponga di piccoli laboratori chimici, come avviene negli enti militari, che si occupano di tali lavorazioni.

Per l'analisi degli artifici, si possono seguire due sistemi a seconda che si tratti di verificare composizioni a effetti noti oppure sconosciuti.

Per una composizione pirotecnica di cui si voglia fare l'analisi qualitativa e quantitativa, si effettuerà dapprima un primo esame oculare, ad occhio nudo o col microscopio, essendo possibile già con questo stabilire la presenza di qualche componente, che si completerà con una prova alla fiamma, dato che, in base alla colorazione luminosa provocata, sarà facilitata la ricerca chimica.

Quindi si seguirà il seguente metodo generale: si tratterà prima con acqua calda la composizione; i prodotti non solubili in acqua saranno trattati con una soluzione calda di alcool; infine la parte insolubile in acqua e alcool potrà essere trattata con acidi concentrati per la determinazione dei metalli allo stato libero e taluni carbonati.

Il residuo finale è zolfo, carbone e sostanze organiche che si ricercano con metodi appropriati.

Per il trattamento di alcuni grammi della composizione pirotecnica con acqua fredda o calda, nella parte sciolta, cioè nella soluzione filtrata, si possono determinare qualitativamente e quantitativamente i sali solubili in acqua (di rame, bario, stronzio, calcio, potassio, sodio, l'ammonio, e cioè sia gli elementi che l'acido di salificazione e cioè il nitrico, il solforico, il clorico, l'ossalico).

Nel residuo, mediante estrazione con alcool a caldo e successiva riprecipitazione con acqua si determinano le resine (gomma lacca, ecc.).

Trattando l'insolubile in alcool con acido cloridrico concentrato vengono sciolti taluni metalli allo stato libero (zinco, ferro, rame), il solfuro d'antimonio e alcuni carbonati (di bario, calcio, rame).

Nel residuo finale si deve trovare lo zolfo ed il carbone. Possono trovarsi altre sostanze ancora, di solito organiche, e queste si trovano con metodi opportuni presso laboratori attrezzati a effettuare queste particolari ricerche.

Esame fisico del miscuglio da analizzare. - Difficilmente la composizione può essere bianca.

Se si presenta di colore *nero*, può contenere carbone di legno, nerofumo, polverino, solfuro d'antimonio, alluminio nero, qualche sale di rame (solfuro o ossido).

Se il colore è *bruno*, vi può essere presenza di resine o asfalto.

Se gialla, la composizione può contenere solfuro d'arsenico giallo.

Se la composizione ha colore *azzurro*, vi può essere presenza di sali di rame (solfato o il solfato ammoniacale).

Se rossa la composizione può contenere arsenico rosso, minio o qualche resina di colore rosso tipo gomma lacca o scialacca.

Se il colore è *verde* vi può essere presenza di verde azzurro o di verde di Parigi.

Al microscopio, si possono facilmente identificare alcune sostanze come l'alluminio, la limatura di ferro, lo zolfo, la gomma lacca, ecc.

Ricerca di alcuni singoli componenti. - *Carbonati*: possono essere determinati, trattandoli con soluzione concentrata di un acido (cloridrico o nitrico), che dà luogo a sviluppo di anidride carbonica.

Solfati: si utilizza la nota reazione con sali di bario, in presenza dei quali le soluzioni acide per acido solforico precipitano con formazione di solfato di bario.

Cloruri: la ricerca vien fatta aggiungendo alla soluzione da esaminare, acidificata con acido nitrico diluito, del nitrato d'argento, che dà luogo, in presenza di cloruri, ad un precipitato bianco caseoso di cloruro d'argento, che imbrunisce rapidamente l'aria. Il precipitato di cloruro d'argento si ridiscioglie se trattato con soluzione d'ammoniaca.

Clorati: la presenza di clorati è stabilita trattando con acido solforico concentrato una piccola quantità di miscuglio, che si decompone subito, se vi è presenza di clorati. È da osservare che i perclorati non danno la reazione dei clorati con acido solforico: per essi si fa la ricerca in soluzione del potassio.

Nitrati: la loro ricerca è difficile, se essi sono presenti con temporaneamente con i clorati. Se questi sono assenti, dopo essersene accertati con la prova precedente, si procede così: una certa quantità di miscuglio da esaminare si tratta con acido solforico in ugual volume, facendo in modo che questo scorra lentamente lungo le pareti del recipiente, in modo che la reazione sia completa. Si aggiunge quindi lentamente una soluzione concentrata di solfato ferroso. Se alla superficie di separazione dei due liquidi, che non devono mescolarsi, compare una colorazione rosso-bruna, vi è presenza di nitrati.

Se assieme ai nitrati sono anche presenti clorati, si può procedere nel seguente modo: dalla soluzione acquosa da esaminare si estraggono mediante alcool le resine eventualmente presenti, si filtra se eventualmente torbida, si aggiunge carbonato sodico in eccesso e si evapora a secco allo scopo di trasformare i clorati

in cloruri, che si determinano nel modo noto. Quindi si procede alla ricerca dei nitrati.

Sali di ammonio: le soluzioni contenenti sali di ammonio (per es. sale ammoniaco, solfato di rame ammoniacale, ecc.) si trattano con un reattivo, detto di Nessler¹, alla cui presenza danno luogo ad un precipitato bruno.

Aggiungendo una soluzione di una base forte, un idrossido alcalino, di sodio, o di calcio, se sono presenti sali ammoniacali, si sviluppa ammoniaca, avente il noto, caratteristico odore.

Ossalati: come noto, sono solubili in acqua solo gli ossalati alcalini come quello di sodio, mentre in genere tutti gli ossalati sono facilmente solubili negli acidi.

In presenza d'acido solforico *concentrato*, che agisce da disidratante, gli ossalati vengono decomposti con sviluppo di anidride carbonica ed ossido di carbonio che brucia con fiamma azzurra. Siccome il nitrato d'argento e il cloruro di bario, adoperabili per le altre determinazioni, fanno precipitare l'acido ossalico, così si può usare il *cloruro di calcio* che fa precipitare l'ossalato di calcio bianco, solubile in acido cloridrico: da tale soluzione si può riprecipitare, con ammoniaca, l'ossalato di calcio.

Calomelano (cloruro mercurioso): si determina sotto forma di nitrato. Il calomelano, riscaldato con una soluzione di ammoniaca, dà una reazione caratteristica e cioè si separa del mercurio finemente suddiviso, mentre si forma, rimanendo indisciolti, del cloruro di mercuriammonio, nero.

Ricerca analitica generale. - Si prende una certa quantità del miscuglio da esaminare (20-30 g), si pesa accuratamente alla bilancia di precisione, si pone in un becker di circa 200 cm³

¹ È costituito da una soluzione al 17% di iodomercurato potassico e al 28% d'idrossido di potassio. Si trova già preparato in vendita presso la Soc. Carlo Erba, in Via Imbonati, Milano, che può fornire tutti i reattivi necessari.

di capacità, si aggiungono circa 75 cm³ d'acqua, si scalda lentamente e si filtra. Quanto resta sul filtro - cioè l'insolubile in acqua - viene lavato ancora con circa 50 cm³ di acqua bollente e tali acque di lavaggio si aggiungono a quelle ottenute in precedenza e costituiscono la parte solubile in acqua (n. 1).

Quanto è rimasto sul filtro si essicca e si pesa: la differenza di peso tra la quantità originaria presa in esame e quella rimasta sul filtro rappresenta la quantità di sali solubili in acqua. Si registra tale peso che serve poi per la determinazione percentuale di tali componenti.

La parte solida rimasta sul filtro si asporta accuratamente in modo da non perderne nessuna quantità, neanche minima, e si colloca in un becker ove si aggiunge dell'alcool e si scalda lentamente per 30'. Quindi si filtra, adoperando la stessa carta da filtro precedente e si lava con dell'alcool molto caldo: si ottiene così la parte della composizione solubile in alcool (n. 2).

Quanto è rimasto sul filtro viene essiccato e pesato accuratamente, ottenendo così il peso dei componenti solubili in alcool. La differenza (peso originario meno la somma dei componenti solubili in acqua e alcool), cioè il residuo rimasto sul filtro normalmente può essere costituito da zolfo, carbone di legna, impurità delle resine, ecc.

Se si pensa che, vi possa essere, nella composizione, paraffina o petrolatum oppure stearina, si tratta il residuo insolubile con un solvente tipo benzina, lasciando evaporare il filtrato per l'esame relativo.

Quanto è così rimasto sul filtro, dopo l'estrazione dell'eventuale contenuto di paraffina o stearina con benzina, quasi certamente di colore scuro, viene trattato con acido cloridrico concentrato, a caldo. In caso d'ulteriore insolubilità, trattasi quasi sicuramente di carbone di legno o nerofumo sempre presenti nelle composizioni pirotecniche, mentre nella parte disciolta nell'acido cloridrico si procede alla ricerca dei metalli di rame, ferro, piombo, zinco, alluminio o dell'antimonio eventualmente presenti. Se l'antimonio, fosse sotto forma di, solfuro, lo sviluppo di idrogeno solforato ne svelerà la presenza.

La presenza di ferro si rivela con il solfocianuro di potassio che dà una caratteristica colorazione rossa, o con il ferrocianuro di potassio che dà una colorazione azzurra (bleu di Prussia).

Il piombo viene svelato dall'aggiunta di una soluzione di bicromato di potassio, che in ambiente leggermente acetico, dà luogo ad un precipitato giallo, caratteristico di cromato di piombo.

La presenza d'antimonio si svela facendo bollire leggermente la soluzione da esaminare per eliminare le tracce di idrogeno solforato, aggiungendo 5 cm³ di acido cloridrico concentrato e filtrando su filtro bagnato in precedenza con acido cloridrico diluito. Il filtrato si tratta con idrogeno solforato, che fa precipitare l'antimonio sotto forma di solfuro d'antimonio di colore giallo aranciato.

Se sono presenti altre sostanze, trattando la soluzione con ammoniaca si avrà una colorazione azzurra, in presenza di rame e un precipitato classico, bianco gelatinoso, di idrossido di alluminio, se è presente quest'ultimo sale.

L'ultimo residuo insolubile può essere costituito da zolfo che, se presente, può essere riconosciuto mediante aggiunta di solfuro di carbonio, nel quale si scioglie, con una nuova variazione di peso del residuo.

Se si hanno ancora residui insolubili, ma in percentuali trascurabili, essi sono dovuti con ogni probabilità a impurezze contenute nelle materie prime e in questo caso non se ne procede all'esame; in caso contrario si verificano con le norme ben note nelle ricerche di chimica organica.

Ricerca delle sostanze solubili in acqua. È opportuno, esaminato in precedenza il colore della fiamma, restringere l'analisi ai probabili componenti della composizione di tale colore. Supponiamo che la composizione sia a luce rossa: in questo caso, le sostanze solubili in acqua possono consistere in sali di stronzio, clorato o perclorato potassico, nitrato potassico e di colle solubili in acqua, a base cioè di destrina, amido di frumento, gomma arabica, ecc.

Si riscalda la soluzione in esame e si concentra fino a portarla a circa 25 cm³. Si lascia raffreddare. Si aggiunge quindi alcool: un eventuale intorbidamento o precipitazione può essere motivato da presenza di gomma arabica o destrina, e in tal caso si filtra, si essicca e si pesa. La soluzione alcolica può però contenere anche amido passato in soluzione: se ne prelevano pochi cm³ e si

trattano con una soluzione di ioduro di potassio e acqua di cloro (poche gocce). Si ottiene una caratteristica colorazione azzurra.

Il residuo della soluzione filtrata si evapora a secco e si pesa: tale quantità, aggiunta a quella eventualmente trovata nelle determinazioni della gomma e amido, dovrebbe corrispondere al peso primitivo già determinato.

Nel residuo si dovrebbero trovare i sali solubili in acqua, tra cui quelli di stronzio.

Tale elemento si può determinare sotto la forma di carbonato di stronzio mediante carbonato d'ammonio, che si aggiunge fin quando non cessa l'effervescenza: il carbonato di stronzio si raccoglie per filtrazione sotto forma di un precipitato bianco, che si lava, si essicca e si pesa: esso può servire nei calcoli per l'eventuale trasformazione in nitrato (che ha presso a poco lo stesso peso molecolare: 147,6 del carbonato di stronzio contro i 149,62 del nitrato di stronzio essiccato). È preferito da alcuni autori determinare lo stronzio allo stato di solfato, che si può titolare facilmente con una soluzione di permanganato potassico o calcolare direttamente.

Nella soluzione filtrata si ricercano i sali di potassio: si evapora, riscaldando lentamente, onde evaporare le eventuali tracce di sali d'ammonio presenti per la precedente aggiunta di carbonato d'ammonio, se si è determinato lo stronzio come carbonato. Quanto resta è rappresentato da sali di potassio.

Talune composizioni a luce rossa possono contenere zucchero di latte (dal 2 al 4 % di solito) che si trova in soluzione col clorato.

La soluzione di clorato e zucchero di latte si porta a secco prima scaldando moderatamente e poi elevando la temperatura: il clorato si decompone con sviluppo d'ossigeno e separazione di cloruro potassico, dal quale si passa al contenuto percentuale di clorato, mentre lo zucchero di latte che si è volatilizzato nella combustione si determina per differenza.

L'analisi delle composizioni verdi è relativamente semplice, dato che i componenti normali sono il clorato di bario, la gomma lacca e lo zucchero di latte, a cui talvolta trovasi aggiunto il calomelano.

La procedura da seguire è analoga alla precedente. Si estrae con acqua calda il clorato di bario ed eventualmente lo zucchero di latte, si filtra e quindi dal residuo insolubile si estrae con al-

cool la gomma lacca, determinando quest'ultima mediante evaporazione a secco.

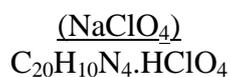
Il residuo insolubile, se v'è, è rappresentato dal cloruro mercurioso (o zolfo o nerofumo o carbone). In assenza di zolfo si determina il cloruro mercurioso sotto forma di nitrato, mentre per differenza si calcola il nerofumo. Se v'è zolfo, lo si estrae prima con solfuro di carbonio e poi si determina il calomelano e il nerofumo eventualmente presenti.

In talune composizioni verdi è ancora usato il nitrato potassico.

La ricerca contemporaneamente del elorato e nitrato, come si è visto, è un po' più complicata. È anche usata, per questi casi di contemporanea presenza dei due sali, la determinazione del clorato mediante il «nitron»: questo prodotto, avente la formola $C_{20}H_{16}N_4.HNO_3$, precipita il clorato sotto forma di clorato di nitron, che va essiccato in crogiuoli di Gooch, riscaldandolo a 110° fino a peso costante. La quantità di sale di nitron trovata, moltiplicata per un determinato fattore (0,3092), dà il contenuto in clorato potassico della soluzione esaminata.

Anche il perclorato potassico o sodico sono teoricamente determinabili con lo stesso sistema, sotto forma di perclorato di nitron, qualora siano in soluzione.

Il fattore costante da moltiplicare per avere il contenuto del perclorato sodico è 0,297



Quello del perclorato potassico è 0,3359.

Nell'analisi delle composizioni azzurre, il solfuro di rame o l'ossido di rame, eventualmente presenti, sono insolubili, in acqua e quindi restano sul filtro. Se invece vi fossero sali solubili essi si determinano nella parte disciolta in acqua, mediante l'aggiunta di un eccesso di carbonato sodico che farà precipitare il rame sotto forma d'una polvere azzurro-verdastra.

L'analisi delle composizioni a luce bianca può lasciar prevedere due casi generali: composizioni contenenti nitrato di bario e polveri metalliche e composizioni a base di polvere nera o suoi componenti, con l'eventuale presenza di limatura di ferro o altri metalli in polvere.

Per le composizioni del primo tipo l'analisi non è difficile. I componenti possono essere il nitrato di bario, gomma lacca, alluminio o magnesio e zolfo.

Si può eseguire il metodo generale: trattamento con acqua calda, determinazione nel soluto del bario sotto forma di solfato, mediante aggiunta di acido solforico. Come è noto, ad ogni 100 p. trovate di solfato di bario corrispondono 57,82 p. di bario. La parte insolubile in acqua, se non v'è presenza di gomma lacca, si tratta con acido cloridrico concentrato: si scioglie l'alluminio (che si determina con l'ammoniaca), mentre insoluto resta lo zolfo. Se trattasi di solo zolfo, questo si scioglierà completamente in solfuro di carbonio. Se invece si ritiene esservi gomma lacca, il residuo insolubile in acqua si tratta con alcool allo scopo di estrarre la gomma lacca. Poi si determinano gli altri elementi (alluminio e zolfo) nel modo accennato.

È però da osservare che se invece di alluminio fosse presente del magnesio, questo in soluzione alcolica si unisce alla gomma lacca e i risultati analitici vengono falsati. È preferibile, in presenza di magnesio, trattare l'insolubile in acqua con acido cloridrico e quindi separare con fosfato sodico ammonico il magnesio, che viene calcolato con uno dei metodi in uso per tale metallo (per es. quello dello Schmitz o del Gibbs).

Se nella composizione fosse contemporaneamente presente zolfo e magnesio è conveniente non impiegare il metodo generale ed eseguire l'analisi, impiegando inizialmente acido cloridrico: la soluzione conterrà il magnesio e i sali di bario, mentre lo zolfo si separa, si filtra e si determina nel solito modo. Dalla soluzione cloridrica si precipita prima il bario con acido solforico sotto forma di solfato, mentre il magnesio si determina nella rimanente soluzione, sotto forma di fosfato sodico ammonico o come pirofosfato di magnesio ($\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$) per aggiunta di fosfato sodico.

Oltre il metodo generale, si può per le luci bianche all'alluminio analizzare la composizione trattandola con una soluzione a caldo di acido cloridrico, in cui si lascia per alcune ore (1 gr di composizione, per 12 ore in un becker, con 20 cm^3 di acqua calda e 5 cm^3 di acido cloridrico),

Il nitrato di bario e l'alluminio si sciolgono, mentre restano insolubili zolfo e gomma lacca che si determinano con i metodi già noti. Trattando la soluzione contenente il sale di bario e l'al-

luminio con acido solforico si separa il bario sotto forma di solfato. Si filtra, si essicca e si pesa.

Il filtrato è trattato con ammoniaca e precipita l'idrossido di alluminio.

Nelle composizioni a luce bianca non contenenti il nitrato di bario, ma a base di componenti della polvere nera e limatura di ferro ecc., il nitrato potassico può essere determinato accuratamente, con comuni metodi analitici, dato che non si è disturbati dalla presenza di clorati, mediante soluzione con acqua.

Le soluzioni acquose dei nitrati sono caratterizzate dalla colorazione azzurra che assumono se trattate con difenilamina. Si determina quantitativamente il nitrato potassico con uno dei metodi noti in chimica: se si desume da un metodo di determinazione del contenuto d'azoto, il % di azoto moltiplicato per 7,2222 dà il % di nitrato potassico.

Gli altri componenti solubili in acqua si determinano nel solito modo e così quelli solubili in alcool.

Nel residuo insolubile in acqua e alcool si cercano il ferro (limatura), l'alluminio, zolfo, carbone, ecc.

Si tratta tale residuo con acido cloridrico e la parte passata in soluzione si tratta con una base (idrossido di sodio o di ammonio): si ha in presenza di ferro o alluminio un precipitato che può essere o idrossido di ferro o d'alluminio o entrambi tali idrossidi.

Se tale precipitato si scioglie in eccesso della base siamo in presenza di alluminio (in questo caso è di colore bianco); se non si scioglie vuol dire che è ferro (in questo caso il precipitato è di colore rosso-bruno).

Però siccome possono esservi contemporaneamente i due metalli (il colore dell'idrossido ferrico maschererebbe il colore bianco dell'idrossido d'alluminio) si può modificare più vantaggiosamente la ricerca nel seguente modo.

Si divide la soluzione cloridrica in due parti uguali: una parte si tratta con la soluzione di idrossido di sodio o d'ammonio, (cioè soluzione d'ammoniaca) fino a quando non si ha più formazione di precipitato; l'altra parte si tratta con un eccesso d'idrossido. Se pesando il precipitato ottenuto prima separatamente esso si scioglie completamente in un eccesso di idrossido, si tratta sicuramente di alluminio, indicazione che è confermata in precedenza dal colore del precipitato d'idrossido d'alluminio (bianco).

Il residuo insolubile anche in acido cloridrico può contenere zolfo o carbone o nerofumo, si lava, si essicca, si pesa. Quindi si estrae con solfuro di carbonio lo zolfo e per differenza si ha il nerofumo o carbone.

B) ANALISI DELLA POLVERE NERA

Consiste nella determinazione dell'umidità, del nitrato potassico, zolfo, carbone ed eventuali impurezze, nonché dell'esame oculare e verifica della densità (col densimetro Bianchi).

Nell'esame oculare si verificano colore, lucentezza, uniformità dei grani e loro spessore (determinato con setacciamenti successivi e col numero dei grani contenuti in un grammo di polvere): completa l'esame la resistenza dei grani alla frantumazione e se facendo passare i grani su un foglio di carta o sulla mano vi lasciano o no macchie nerastre.

Si può seguire per questa verifica il sistema descritto dal Villavecchia nel suo trattato di Chimica analitica applicata, vol. I, pag. 893.

Pochi grammi di sostanza si lavano ripetutamente sul filtro con acqua calda; si scioglie così il nitrato potassico, oltre al quale si ricercano nella soluzione il sodio, l'ammonio e altri metalli, i clorati, perclorati eventualmente presenti, coi soliti metodi dell'analisi minerale. Se la soluzione acquosa del nitrato potassico è bruna e opalescente, ciò indica la presenza di sostanze provenienti dal carbone non ben cotto. Il residuo sul filtro, seccato, si lava con solfuro di carbonio tiepido; passa in soluzione la maggior parte dello zolfo, che cristallizza poi lasciandola evaporare.

Il nuovo residuo è formato dal carbone ed eventualmente vi si ricercano i carbonati o altre sostanze minerali insolubili.

Analisi quantitativa. - Comprende le determinazioni seguenti:

a) *Determinazione dell'umidità.* - 5 g di polvere si seccano nel vuoto su acido solforico, ovvero in stufa ad acqua a temperatura costante non superiore a 90° (preferibilmente 60-70°) fino a peso costante.

b) *Determinazione del nitrato potassico.* - Il residuo secco della determinazione precedente si tratta ripetutamente, su filtro tarato dopo essiccamento e bagnato, con acqua calda finché una goccia del liquido che passa non dia più la reazione dei nitrati con la difenilamina; si evapora il filtrato acquoso in capsula tarata, si secca il residuo, dapprima cautamente a dolce calore, poi gradatamente fin verso 280°, e si pesa.

e) *Determinazione dello zolfo.* - Il residuo del trattamento con acqua, seccato sul filtro stesso, ovvero altri 5 g di polvere, si esauriscono con solfuro di carbonio in estrattore Soxhlet; si evapora la soluzione ottenuta in palloncino tarato, si secca e si pesa il residuo.

Con tale metodo possono rimanere indietro piccole quantità di zolfo insolubile; onde avere risultati più esatti, si può procedere così: si trattano 2 g di polvere per tre volte con acqua regia, evaporando ogni volta a bagnomaria; in ultimo si evapora ancora con acido cloridrico, si riprende con acqua, si filtra, si lava il residuo insolubile, si porta il filtrato con le acque di lavaggio a volume noto e sopra una parte aliquota si determina lo zolfo precipitandolo come solfato di bario.

d) *Determinazione del carbone.* - Si fa per differenza, ovvero pesando il residuo dei trattamenti con acqua e solfuro di carbonio, dopo averlo lavato con alcool e seccato a 100° su filtro tarato.

C) RICERCA DELL'ACIDO PICRICO E PICRATI

Si ricercano col metodo Busch e Blume, cioè sotto forma di picrato di nitron, la cui solubilità è così piccola che la precipitazione si produce anche con la concentrazione di 1:250.000.

Basta g 0,5 di sostanza contenente acido picrico per la ricerca, mediante una soluzione di acetato di nitron.

Il peso trovato di picrato di nitron, moltiplicato per il fattore fisso 0,4232 dà la quantità di acido picrico contenuta nella composizione.

APPENDICE

DATI COSTRUTTIVI SUGLI ESSICCATOI PER ARTIFIZI PIROTECNICI

Riteniamo fare cosa utile ai pirotecnici, fornire brevi cenni sulla possibilità d'impiantare un essiccatoio per procedere all'essiccamento dei pezzi pirotecnici.

Durante la prima guerra mondiale 1914-18, in Italia furono impiegate notevoli quantità di artifizi da guerra, tanto che fu creato un apposito Laboratorio Pirotecnico del Comando Supremo, la cui ultima sede fu Felino (Parma), ed altri piccoli laboratori d'Armata furono istituiti dove più forte era il consumo di artifizi. In tale circostanza furono costruiti, con mezzi modesti, degli essiccatoi, di cui diamo un cenno riassuntivo.

In un essiccatoio si (leva poter riscaldare la sostanza da essiccare,

privandola in tutto o in buona parte dell'umidità, o dell'acqua eventualmente contenuta. Ciò si consegue inviando nella camera di essiccazione la necessaria quantità d'aria riscaldata ad una temperatura in relazione alla sostanza da essiccare, in modo da poter col riscaldamento della sostanza eliminare, vaporizzandola, tutta o parte dell'acqua contenuta in essa.

Le tubazioni metalliche, attraversate da vapore o acqua calda, o dai prodotti della combustione che provengono dal fornello esterno e costituenti i corpi irradianti il calore, possono disporsi nell'interno o all'esterno del locale di essiccazione: è preferibile collocarle sotto il pavimento di tale locale, che spesso è costituito da una rete metallica o griglia, le sostanze da essiccare si dispongono in modo da essere lambite dall'aria calda in modo uniforme, in ogni loro punto. La velocità con cui l'aria calda attraversa il locale d'essiccazione non deve superare 1 m al secondo e i 3 m/secondo nelle tubazioni.

L'essiccatoio in oggetto, costruito presso la I Armata, era costituito da un piccolo fabbricato isolato, in muratura laterizia con due locali: uno contenente la caldaia e l'altro la camera di essic-

cazione, in cui si trovavano le tubazioni in lamiera adduttrici del calore e le composizioni da essiccare poste su appositi scaffali ad alveare.

Le pareti della camera d'essiccamento (eccetto quella di separazione) erano doppie, con interposto cuscino d'aria; spessore del muretto interno 6 cm e di quello esterno 12 cm.

Il locale era ventilato mediante bocche di presa dell'aria esterna, poste in basso, e di espulsione dell'aria satura di vapore d'acqua, collocate in alto.

Fissati i seguenti dati di massima:

Composizioni da essiccare: sali stronzio, di bario, di potassio, di sodio e polvere nera.

Quantità di composizione da essiccare circa quintali 8 supposti contenenti il 10% d'umidità.

Temperatura massima d'essiccamento 60°

" media camera d'essiccamento 40°

Essiccamento fatto in modo lento, per 48 ore, supponendo al massimo una temperatura esterna di -5° e, con composizioni supposte a 0°.

Superficie di evaporizzazione: 24 recipienti di legno da m 1x0,80

Combustibile adoperato *legna dolce*,

Si calcola la quantità oraria che devono fornire i corpi riscaldati:

per tenere conto delle dispersioni attraverso pareti, pavimenti e soffitti;

per riscaldare le composizioni o sostanze da essiccare;

per evaporare l'acqua contenuta in tali sostanze;

per riscaldare l'aria di ventilazione;

e che nel nostro caso, con le ipotesi fatte, corrisponde a circa 5500 calorie.

In base a tale dato si calcolano la superficie irradiante dagli elementi riscaldanti. Posta la lunghezza di tali elementi a 9 m e adottata una sezione circolare, si ha:

Diametro degli elementi	cm 15
Circonferenza »	46
Sezione retta	m ² 0,0177

La quantità teorica oraria di legna da bruciare è di kg 3, 5 e in totale per 2 giorni circa 70 kg: in pratica un po' superiore.

BIBLIOGRAFIA DI LIBRI DI PIROTECNIA E MEZZI
PIROTECNICI

- 1420 - GIOVANNI DA FONTANA, *Bellicorum instrumentorum liber*
- 1540 - VANNUCCIO BIRINGUCCIO, *De la Pyrotechnia*.
- 1578 - WILLIAM BOURNE, *Inventions and Devices*.
- 1591 - SCHMIDLAP, *Pyrotechnia*.
- 1629 - FRANÇOIS DE MALTHUS, *Treatise of Artificial Fireworks*.
- 1630 - HANZLET LORAINNE, (jean Appier), *La Pyrotechnie*.
- 1635 - JOHN BATE, *Book of fireworks*.
- 1635 - JOHN BABBINGTON, *Pyrotechnia*.
- 1647 - MYE, *A treatise of Artificial Fireworks for war and recreation*.
- 1676 - SIMIENOWIEZ, *Vollkommene Geschütz - Feuerwerke und Büchsenmeysterny Kunst*.
- 1698 - HAFNIAE WINTER, *Le pulvere pyrio recreation*.
- 1707 - FRÉZIER, *Traité des feux d'artifice*.
- 1710 - SINCERI, *Salpetersieder und Feuwerker*.
- 1740 - PERINET - D'ORVAL, *Essai sur les feux d'artifices*.
- 1776 - ROBERT JONES, *Treatise of Artificial Fireworks*.
- 1801 - CLAUDE FORTUNÉ RUGGERI, *Eléments de pyrotechnie*.
- 1807 - RUGGIERI and MOREL, *Die Pyrotechnie*.
- 1812 - CLAUDE FORTUNÉ, *Pyrotechnie militaire*.
- 1814 - D'ARCET, *Notice sur les fusées incendiaires de Congrève*.
- 1817 - CONGRÈVE, *A concise account on the origin and Progress of the Rocket System*.
- 1818 - L. E. AUDOT, *Feux d'artifice*.
- 1824 - G. W. MORTIMER, *A manual of Pyrotechnie*.

- 1824 - J. RAVICHIO DE PERETSDORF, *Traité de Pyrotechnie militaire*.
- 1825 - JAMES CUTBUSH, *System of Pyrotechnics*.
- 1831 - PERELLI, *Trattato di Pirotecchia militare* (Livorno).
- 1836 - MORITZ MEYER, *Pyrotechnie raisonnée*.
- 1845 - D'ANTONIO BERMEJO, *Pyrotechnia Militare*.
- 1845 - RUGGIERI, *Handbuchlein zu Lustfeuerwerkerei*.
- 1850 - MARTIN WEBSKY, *Schule der Lustfeuerwerkerei*.
- 1851 - BUSH - HOFFMANN, *Die Kriegsfeuerwerkerei der Königlich Preussischen Artillerie*.
- 1854 - F. M. CHERTIER, *Nouvelle recherche sur des feux d'artifice*.
- 1863 - B. S. BERENDSOHN, *Lustfeuerwerkerei*.
- 1864 - G. DUSSAUCE, *Treatise on Colored Fires, etc.*
- 1865 - "PRACTICUS", *Art of Making Fireworks*.
- 1865 - A. D. and P. VERGNAUD, *Pirotechnie militaire et civile*.
- 1870 - "PRACTICUS", *Manual of Pyrotechnie*.
- 1876 - E. DESORTIAUX, *La poudre et la pyrotechnie*.
- 1878 - UPMANN e MEYER, *Traité sur la poudre, les corps explosives et la pyrotechnie*.
- 1878 - A. LAMARRE, *Nouveau manuel de l'artificier*.
- 1878 - WHITTEMORE and HEATH, *Military Pyrotechny*.
- 1878 - THOS, KENTISH, *The pyrotechnist Treasury*.
- 1880 - W. H. BROWNE, *Fireworks Making for Amateurs*.
- 1882 - AMÉDÉE DENISSE, *Traité Pratique des feux d'artifice*.
- 1883 - PAUL, TESSIER, *Chimie pyrotechnique*.
- 1893 - DOMENICO - ANTONI, *Trattato de Pirotechnia Civile*.
- 1897 - IÄHNS, *Geschichte der Explosivstoffe*.
- 1906 - J. R. J. JOCELYN, *Royal Pyrotechnics*.
- 1906 - ESCENBACHER - VANDROVEZ, *Die Feuerwerkerei*.
- 1910 - H. B. FABER, *Military Pyrotechnics*.
- 1922 - LANGHANS, *Leutchsätze*.
- 1922 - A. ST. H. BROCK, *Pyrotechnics*.
- 1926 - IZZO, *Esplosivi ed artifici del genio*.
- 1930 - MOLINA, *Esplosivi e modo di applicarli*.
- 1930 - DI MAIO - JONA, *Pirotecchia moderna*.
- 1934 - ANANOFF, *La fusée de guerre*.
- 1935 - LEHALLEUR, *Poudres, explosifs et Artifices*.
- 1938 - C. W. WEINGART, *Manual of Fireworks* (u. ed. 1968).

- 1943 - TENNEY L., DAVIS, Chemistry of Powder and Explosives.
- 1945 - IZZO, Guerra chimica.
- 1945 - German Pyrotechnic Industry.
- 1948 - LEY, I razzi.
- 1949 - FENOGLIO, I razzi.

A. IZZO

PIROTECNIA E FUOCHI ARTIFICIALI



HOEPLI