LUIGI GUCCI
MAGGIORE D'ARTIGLIERIA

ARMI PORTATILI

VOLUME PRIMO

Parte I - Generalità sulle Armi Portatili e sugli Esplosivi

Parte II - Nozioni fondamentali sul tiro delle Armi portatili

SECONDA EDIZIONE RIVEDUTA

TORINO
F. CASANOVA & C.IA - EDITORI
LIBRAI DI S. M. IL RE D'ITALIA
Via Accademia delle Scienze (piazza Carignano)
1915

ARMI PORTATILI

VOLUME PRIMO

MLiL, m, 11.4

LUIGI GUCCI
MAGGIORE D'ARTIGLIERIA

ARMI PORTATILI

VOLUME PRIMO

Parte I - Generalità sulle Armi Portatili e sugli Esplosivi

Parte II - Nozioni fondamentali sul tiro delle Armi portatili

SECONDA EDIZIONE RIVEDUTA



TORINO
F. CASANOVA & C.IA - EDITORI
LIBRAI DI S. M. IL RE D'ITALIA
Via Accademia delle Scienze (piazza Carignano)
1915

PROPRIETÀ LETTERARIA

Tip. OLIVERO & C. — Via Accad. Albertina, ang. Piazza Carlo Em. II — TORINO.

INDICE DELLA PARTE I

PARTE I. — **GENERALITÀ SULLE ARMI PORTATILI E SUGLI ESPLOSIVI.**

CAPITOLO I. — **Cenni sull'evoluzione storica delle armi portatili. Armi bianche ed armi da fuoco.**

1. *Definizioni* . . . . . *Pag.* 1
2. *Classificazione delle armi portatili* » 2

Armi bianche.

3. *Armi bianche offensive* . . *Pag.* 2
4. *Requisiti* . . . . . » 3
5. *Costituzione* . . . . . » 4
6. *Forma generale delle armi da taglio*
7. *Forma generale delle armi da punta* 6
8. *Forma generale delle armi da punta e taglio* . . . *Pag.* 7
9. *Armi bianche offensive attualmente in uso negli eserciti* . . . » 8
10-11. *Armi bianche difensive* . » 17

Armi da fuoco portatili.

12. *Cenno storico* . . . . *Pag.* 19
13. *Conclusione* . . . . . » 29

CAPITOLO II. — **Generalità sulle attuali armi da fuoco portatili a ripetizione ordinaria ed automatica.**

1. *Armi a ripetizione e loro successivi perfezionamenti* . . . *Pag.* 49
2. *Condizioni generali alle quali devono soddisfare attualmente le armi da fuoco portatili* . . » 50
3. *Armi automatiche* . . . . . » 52
4. *Condizioni gener. alle quali devono soddisfare le armi automatiche* » 54
5-6. Vantaggi ed inconvenienti dell'arma automatica . . . » 55
7-9. *Fucile automatico da fanteria* *Pag.* 58
10. *Classificazione generale dei sistemi automatici* . . . . . » »
11-12. *Studi recenti sull'armamento portatile e sugli esplosivi* . » 60
13. Elenco riassuntivo delle principali questioni in studio per l'armamento portatile . » »
14. Conclusione . . . . . » 68

CAPITOLO III. — **Studio delle parti principali di un'arma da fuoco portatile.**

1. *Classificazione* . . . . *Pag.* 69
2. *Parti generali di un'arma da fuoco portatile* . . . . . » »
3-4. *Canna* . . . . . » »
5. *Metallo* . . . . . » 70
6. *Forma esterna. a)* Profilo . » 71
7-8. *b)* Spessore delle pareti . » 73
9. Rappresentazione grafica della resistenza della canna *Pag.* 75
10. *c)* Calibro . . . . . » 76
11. *d)* Lunghezza della canna . » »
12. Lunghezza dell'anima. . » 77
13. *e)* Rivestimento . . . . » 79
14. *Forma interna. a)* Camera . » »

15. *b*) Densità di caricamento *Pag.* 80
16. *c*) Rigatura . . . . . » 81
17. Relazione fra la velocità iniziale e la velocità angolare di rotazione del proietto . . . » 85
18. Influenza della rigatura sul moto del proietto nell'interno dell'arma . . . . . » 87
19. Influenza della pressione fra righe e parti conduttrici nella determinazione del tracciato . » 89
20. Lavori dovuti alla rigatura *Pag.* 89
21. Confronto fra la rigatura elicoidale e la progressiva . . » 90
22. Rigatura mista . . . . . » 92
23. *Scatola di culatta* . . . . . » »
24. *Congegno di puntamento* . . » 94
25-26. *Forma e dimensioni dei punti di mira* . . . . . » 95
27. *Circa i punti di mira* . . . » 99
28-29. *Qualità e classificazione degli alzi ordinari* . . . . . » 100

Capitolo IV. — Studio delle principali parti di un'arma da fuoco portatile.

(Continuazione).

1-7. *Congegni di caric. e sparo Pag.* 111
8. *Condizioni generali a cui devono soddisfare i congegni di caricamento e sparo* . . . . » 113
9. I. *Meccanismo di otturazione* . » »
10. II. *Meccan. di percuss. e di scatto* » 114
11. *a*) con molla a spirale . . » »
12. *b*) con molla a lamina . . » 117
13. *c*) misti . . . . . » 120
14. III. *Meccanismo di sicurezza* » »
15. IV. *Meccanismo di ripetizione* » 121
16. *a*) Sistema a più canne . . » »
17. *b*) Sistema a tamburo girevole » »
18. *c*) Sistema a serbatoio . . » 122
19. 1° Serbatoi fissi . . . . » »
20. Serbatoio fisso centrale . » 125
21. 2° Serbatoi amovibili . . » 128
22. *Rifornimento del serbatoio* . » 129
23. Caricatori e pacchetti . . » »
24. *Vantaggi ed inconven. dei diversi sistemi di rifornimento multiplo* 133
25. Doppia ripetizione . . *Pag.* 134
26. Arresto di ripetizione . . » »
27. *Condizioni a cui deve soddisfare il meccanismo di ripetizione* . » 135
28. V. *Meccanismo d'estrazione e di espulsione del bossolo* . . » »
29. *Parti che costituiscono un meccanismo d'otturazione* . . . » 137
30. Ritegno dell'otturatore . . » 141
31. *Cassa* . . . . . » 142
32. Angolo del calcio . . . . » 144
33. Cassa a fusto staccato . . » 146
34. Cassa per pistole . . . . » »
35. *Fornimenti* . . . . . » »
36. *Accessori* . . . . . » 148
37. *Studî ed esperienze che condussero alla costruzione del fucile italiano Mod. 91* . . . . » 151
38. *Dati principali delle parti dei fucili di alcuni eserciti* . . » 154

Capitolo V. — Nozioni generali sugli esplosivi.

Articolo I. — Considerazioni generali sulle sostanze esplosive.

1. *Esplosione* . . . . . *Pag.* 163
2. *Sostanze esplosive* . . . . » 164
3. *Elenco dei principali esplosivi d'uso militare* . . . . . » 165
4. *Elementi da cui dipendono gli effetti dell'esplosione: forza, potenza, rapidità di reazione, sensibilità* » »
5. *Quantità di calore svolta nell'esplosione. Potenziale. Pressione* » 166
6. *Infiammazione. Combustione. Durata della reazione esplosiva* » 168
7. *Differenti forme e gradazioni delle reazioni esplosive* . . . » 169
8. *Polveri e detonanti* . . . *Pag.* 170
9. *Onda esplosiva chimica. Spiegazione dei fenomeni della detonazione e dei suoi differenti ordini secondo il Berthelot* . . . » 171
10. Velocità dell'onda esplosiva chimica . . . . . » 173
11. *Onda di pressione. Detonazione per influenza* . . . . . » »
12. *Onda retrograda ed urto esplosivo* » 175
13. *Potere dirompente* . . . . » 176
14. *Esplosione in un'arma. Esplosivi di propulsione* . . . . » 177
15. *Forma generale della curva delle pressioni: effetto balistico e forza dilaniatrice* . . . . » 179

16. *Proprietà delle polveri: polveri vive, polveri lente, polveri lente a progressiva combustione* Pag. 180
17. *Influenza della forma, delle dimensioni e della densità del grano sulla forza dilaniatrice e sull'effetto balistico* . . . . » »
18. *Prodotti della combustione: combustione completa, combustione incompleta* . . . . . » 182
19. *Sensibilità degli esplosivi in genere* » 183
20. *Dati teorici e dati pratici che si considerano nello studio degli esplosivi. Norme da seguire nel maneggio degli esplosivi* . » 184

ARTICOLO II. — **Descrizione e proprietà dei principali esplosivi.**

21. *Materie prime delle sostanze esplosive* . . . . . Pag. 190
22. *Solventi* . . . . . » 191
23. *Polvere ordinaria o polvere nera* » »
24. *Polvere al nitrato di sodio* . . » 196
25. *Polveri al nitrato d'ammonio: Ammonite, Ammonal* . . . » »
26. *Polveri al nitrato di bario* . . » 197
27. *Polveri al nitrato di piombo* . » »
28. *Perossido d'azoto* . . . . » 198
29. *Solfuro d'antimonio* . . . » »
30. *Clorato di potassio* . . . . » »
31. *Perclorati* . . . . . » »
32. *Nitrocellulosa* . . . . . » 199
33. *Prove di stabilità delle nitrocellulose* . . . . . » 200
34. *Caratteri generali delle nitrocellulose* . . . . . » »
35. *Fulmicotone* . . . . . » 201
36. *Cotone collodio* . . . . . » 204
37. *Nitroglicerina* . . . . Pag. 201
38. *Trinitrofenolo od acido picrico* » 207
39. *Picrati* . . . . . » 210
40. *Trinitrotoluene o trotyl* . . » »
41. *Nitrobenzine* . . . . . » 212
42. *Nitronaftaline* . . . . . » 213
43. *Nitromannite* . . . . . » 214
44. *Nitroaniline o nitrofenilamine, nitroguanidine, nitrocanfore* . » »
45. *Fulminati* . . . . . » 215
46. *Fulminato di mercurio* . . . » »
47. *Dinamiti* . . . . . » 217
48. *Descrizione e proprietà di alcune dinamiti* . . . . . » 218
49. *Gelatina esplosiva* . . . . » 220
50. *Mezzi d'innescamento* . . . » 221
51. *Miccie* . . . . . » 222

ARTICOLO III. — **Polveri infumi.**

52. *Cenno storico* . . . . Pag. 224
53. *Concetto generale della costituzione e fabbricazione delle polveri infumi. Classificazione* . . » 226
54. *Polveri infumi di alcune Nazioni* » 227
55. *Proprietà delle polveri infumi* » 228
56. *Confronto fra le polveri alla nitroglicerina e le polveri alla nitrocellulosa* . . . . . » 231
57. *Mezzi per eliminare o ridurre alcuni inconvenienti delle polveri infumi* . . . . . » 232
58. *Balistite* . . . . . » 233
59. *Solenite* . . . . . » 235
60. *Fabbricazione della balistite e della solenite* . . . . . » 236
61. *Polveri regolamentari italiane* » 239
Tabella delle balistiti e soleniti in uso presso l'esercito italiano » 240

CAPITOLO VI. — Munizioni per le armi da fuoco portatili. Cenni sulla fabbricazione del fucile Mod. 1891 e relative munizioni.

1. *Munizioni per le armi da fuoco portatili* . . . . . Pag. 249
2. Bossolo . . . . . » »
3. Cassula od innesco . . . » 252
4. Carica . . . . . » 254
5. *Proietto* . . . . . » 259
6. *Lubrificante* . . . . . » 263
7. *Munizioni speciali* . . . . » 264
8. *Bombe e granate a mano* . Pag. 267
9. *Tiro ridotto per armi Mod. 91* » 272

Fabbricazione e collaudazione delle armi portatili.

10. *Fabbricaz. delle armi da fuoco* Pag. 275
11. Collaudaz. dei fucili Mod. 91 » 280

Specchi.

Specchio I. — Armamento in uso presso le truppe di cavalleria di alcuni eserciti . . . . . *Pag.* 12
Specchio II. — Fucili della fanteria di alcuni eserciti dal 1860 al 1905 . . » 30
Specchio III. — Specchio cronologico dei fucili della fanteria di alcuni eserciti dal 1866 in poi . . . . . » 32
Specchio IV. — Dati sulla rigatura dei fucili di alcuni eserciti . . . . . » 91
Specchio V. — Dati principali delle parti dei fucili di alcuni eserciti . . . » 156
Specchio VI. — Simboli, pesi atomici e molecolari degli elementi . . . . » 186
Specchio VII. — Formole chimiche, pesi molecolari e calorici di formazione molecolare (*in grandi calorie*) di alcuni composti (esplosivi, assorbenti, solventi, prodotti d'esplosione) . . . . . » 187
Specchio VIII. — Dati teorici caratteristici di alcune sostanze esplosive . . » 189
Specchio IX. — Dati principali sulle munizioni dei fucili di alcuni eserciti . » 288
Specchio X. — Polveri infumi per cartucce impiegate in alcuni eserciti . . » 290

INDICE DELLA PARTE II

PARTE II. — **NOZIONI FONDAMENTALI SUL TIRO DELLE ARMI PORTATILI**

CAPITOLO I. — **La traiettoria.**

ARTICOLO I. — **Del moto e delle forze.**

1. *Velocità ed accelerazione* . Pag. 291
2. *Caduta di gravi* . . . . . » 294
3. *Inerzia e forza* . . . . . » 295
4. *Lavoro* . . . . . » 297
5. *Forza viva* . . . . . » 298
6. *Movimento di un corpo* . . » 299

ARTICOLO II. — **Definizioni ed elementi del tiro.**

7. *Definizioni relative al tiro* Pag. 301
8. *Definiz. relative al puntamento* » 304
9. *Movimento del proietto nell'interno dell'arma. Energia della carica e del proietto. Rendimento della carica e dell'arma* . . . » »
10. *Movimento del proietto all'esterno dell'arma* . . . . . » 308
11. *Elementi che determinano la forma della traiettoria* . . . . » »
12. *Resistenza dell'aria* . . . . » 309
13. *Resistenza diretta dell'aria* . » 310
14. *Leggi sperimentali della resistenza diretta* . . . . . » 311
15. *Ritardazione* . . . . . » »
16. *a) Densità dell'aria* . . . » 312
17. Densità balistica dell'aria . » 313
18. *b) Coefficiente balistico.* . . » 314
19. Densità trasversale del proietto » »
20. *c) Coefficiente di forma* . . » »
21. *d) Funzione resistente* . . . » 315
22. *Resistenza obliqua* . . . . . » »
23. *Effetti della resistenza obliqua* » 317
24. Forza ritardatrice e forza deviatrice . . . . . » 318
25. *Moto rotatorio del proietto attorno al suo asse* . . . . Pag. 319
26. Movimento conico e di oscillazione dell'asse del proietto » »
27. *Movimento dell'asse del proietto lungo la traiettoria* . . . » 320
28. *Derivazione* . . . . . » »

ARTICOLO III. — **Proprietà generali della traiettoria.**

29. *Proprietà generali e formole relative alla traiettoria nel vuoto* Pag. 321
30. Equazione della traiettoria nel vuoto . . . . . » 322
31. Abbassamento . . . . . » 324
32. Gittata . . . . . » »
33. Equazione della traiettoria indipendente dalla velocità . » 325
34. Altezza del tiro. . . . . » »
35. Velocità . . . . . » »
36. Durata . . . . . » 326
37. Linee di uguale angolo di partenza . . . . . » »
38. *Proprietà generali e formole relative al movimento del proietto nell'aria* . . . . . » 327
39. Velocità . . . . . » 329
40. Altezza del tiro . . . . » »
41. Gittata massima . . . . » 330
42. Influenza del coefficiente di forma e del coefficiente balistico. » »
43-44. *Traiettoria nell'aria* . . » »
45. Applicazione. . . . . » 332
46. *Misura della velocità iniziale* » 333
47. *Misura dell'angolo di rilevamento* » 335
48. *Misura della resistenza dell'aria* » »

CAPITOLO II. — **Impiego pratico delle proprietà della traiettoria.**

ARTICOLO I. — **Puntamento.**

1. *Definizioni* . . . . . Pag. 337
2. *Apparecchi di puntamento* . » 341
3. *Classificazione degli alzi* . . » »
4. *Alzi* . . . . . Pag. 341
5. *Relazioni tra alzo, elevazione, distanza, lunghezza della linea di mira e abbassamento totale* » »

6. *Relazione tra lo scostamento, la derivazione e l'angolo di direzione* . . . . . *Pag.* 342
7. *Determinazione sperimentale degli alzi pratici e degli alzi effettivi* » 343
8. *Determinazione grafica degli alzi. Curva degli alzi* . . . . » 344

ARTICOLO II. — **Tensione della traiettoria.**

9. *Regole del tiro teso* . . *Pag.* 346
10. *Principio della rigidità della traiettoria* . . . . . » 347
11. *Applicazioni* . . . . . » 349
12. Costruzione della traiettoria per punti . . . . . » »
13. Ascissa del vertice . . . » 351
14. Altezza del tiro. . . . . » 352
15-16. Modo di servirsi di un dato alzo per colpire bersagli situati a distanza maggiore o minore di quella dell'alzo stesso » »
17-18. *Regole date dalle nostre* Istruzioni sul tiro . . . *Pag.* 353
19. *Tensione della traiettoria* . . » 355
20. *Radenza della traiettoria* . . » 356
21. *Relazione fra la tensione della traiettoria e gli errori nell'apprezzamento della distanza di un bersaglio verticale* . . . » »
22. Spazio ininterrottamente battuto dall'origine del tiro al bersaglio . . . . . » 359
23. Errore battuto e spazio battuto nel caso di bersaglio alto e profondo . . . . . » 360
24. Zona defilata . . . . . » »
25-26. Zona protetta . . . . » 361
27. *Tabella delle zone defilate e delle zone protette da ostacoli e per bersagli di varia altezza* . » 362
28-29. *Conclusione* . . . . . » 364

CAPITOLO III. — Tiro di poligono. — Tavola di tiro.

ARTICOLO I. — **Proprietà balistiche di un'arma. Probabilità di colpire nel tiro individuale.**

1. *Irregolarità di tiro e loro cause Pag.* 367
2. *Precisione del tiro* . . . . » 368
3. Determinazione del centro e degli assi di una rosa di tiro . » 370
4. *Deviazioni.* . . . . . » 372
5. *Dispersioni* . . . . . » »
6. *Deviazioni medie* . . . . » 373
7-8. *Striscie del 50 %* . . . . » »
9. *Principi fondamentali del calcolo delle probabilità* . . . . » 374
10. *Probabilità degli errori nel tiro* » 375
11. Nota. Fattori di probabilità » 377
12. *Problemi sulla probabilità nel tiro* » 379
13-14-15. *Sistema particolare, antiquato, per il calcolo delle probabilità nel tiro delle armi portatili* . . . . . » 380
16. *Modo di ricavare il percento probabile dei colpi che battono un dato bersaglio.* . . . . » 382
17. *Probabilità di colpire una striscia indefinita* . . . . . » 383
18. *Probabilità di colpire un bersaglio rettangolare* . . . . . » 386
19. Esempi relativi alla probabilità di colpire bersagli rettangolari . . . . . » 388
20. *Bersagli piani di forma qualunque* » 389
21. *Probabilità di colpire bevsagli sagomati* . . . . . » 390
22. *Problemi inversi.* . . . . » »
23. *Tiro non centrato* . . . . » 391
24. *Limiti pratici di distanza di tiro individuale.* . . . . . *Pag.* 391
25. *Limiti di tiro individuale fissati dalla nostra* Istruzione sulle Armi e sul Tiro . . . » 392
26. *Tiro individuale.* . . . . . » 394
27. *Caratteristiche del tiro individuale di combattimento.* . . . » »
28. *Tavola di tiro* . . . . . » 395

ARTICOLO II. — **Penetrazione dei proietti.**

29. *Generalità* . . . . . *Pag.* 398
30. Qualità statiche . . . . » 399
31. Qualità dinamiche. . . . » 400
32. *Azione vulnerante dei proietti dei fucili da guerra su bersagli inanimati di diverso grado di resistenza* . . . . . » 405
33. Resistenza del mezzo. . . » 408
34-35. *Azione vulnerante dei proietti dei fucili da guerra su bersagli inanimati* . . . . . » 409
36. *Conclusioni* . . . . . » 412
37. *Azione vulnerante dei proietti delle pistole* . . . . . »
38. *Tabella delle penetrazioni massime della pallottola ordinaria del fucile italiano Mod. 91* . » 413

ARTICOLO III. — **Misure angolari e relazioni fra angoli e distanze. Formole più comuni del tiro.**

39. *Misure angolari e relazioni fra angoli e distanze.* . . *Pag.* 413
40. *Formole più comuni del tiro.* » 417
41. Formole relative al tiro . » »

42. Formole relative alle probabilità di tiro . . . . *Pag.* 419
43. Formole di correzione relative a casi speciali . . . . . » 420
44. Formole e regole relative alla correzione del tiro in direzione . . . . . *Pag.* 420
45. *Misura dell'angolo di sito* . » 421

Capitolo IV. — Tiro collettivo.

Articolo I. — Generalità e caratteristiche del tiro collettivo.

1-2-3-4. *Premessa* . . . . *Pag.* 423
5-6. *Caratteristiche del tiro collettivo* » 425
7. *Irregolarità di tiro nel tiro collettivo* . . . . . » 426
8-9. *Dimensioni delle rose del tiro collettivo* . . . . . » 427
10-11. *Zona battuta dal tiro collettivo,* Z_b . . . . . » 429
12-13. *Zona dominata da un alzo ed elementi da cui dipende,* Z_d » 431
14. *Conclusione* . . . . . » 432
15-16. *Alzo di combattimento* . . » »
21-22. *Caratteristiche del tiro collettivo che risultano dall'esame della Tabella di vulnerabilità del fucile Mod. 1891* . *Pag.* 439
23. *Impiego della Tabella dei percento del tiro collettivo nel computo della vulnerabilità dei varî bersagli di guerra* . . . . » 440
24. *Criteri di riduzione « dedotti dal calcolo e sanzionati dall'esperienza »* . . . . . » 441
25. *Metodo pratico per rappresentare nei poligoni i bersagli profondi e per rilevare su di essi i risultati del tiro* . . . . » 444

Articolo II. — Vulnerabilità nel tiro collettivo.

17-18. *Vulnerabilità nel tiro collettivo* . . . . . *Pag.* 434
19. *Metodo sperimentale seguìto nella ricerca delle zone battute, delle zone dominate e della vulnerabilità nel tiro collettivo di fucili Mod. 1891* . . . . . » 436
20. *Serie dei punti colpiti su 100 colpi sparati* . . . . . » 437

Articolo III. — Vulnerabilità delle formazioni della fanteria soggette al tiro collettivo di fucileria.

26. *Premessa* . . . . . *Pag.* 445
27. *Condizioni generali e modalità delle esperienze* . . . . . » »
28-29. *Vulnerabilità delle formazioni* » 447
30. *Tiri di fronte e tiri obliqui contro formazioni di fianco* . . » 450
31. *Influenza degli errori d'alzo* . » 451
32. *Rimbalzi* . . . . . » 454

Capitolo V. — Efficacia del tiro collettivo. — Impiego del fuoco di fucileria.

Articolo I. — Elementi dell'efficacia del fuoco di fucileria.

1. *Elementi che determinano l'efficacia* . . . . . *Pag.* 457
2. *Relazione fra gli elementi da cui dipende l'efficacia* . . . » 459

Articolo II. — Esperienze sull'efficacia del tiro collettivo di fucileria.

3. *Premessa* . . . . . *Pag.* 459
4. *Necessità degli studi e delle ricerche* » 460
5. *Ripartizione e concentrazione del fuoco sul bersaglio* . . . » 462
6. *Le raffiche di fuoco in rapporto alla posizione dei tiratori* . » 462
7. *Le raffiche di fuoco in rapporto alla loro durata* . . . . » 464
8. *Le raffiche di fuoco in rapporto alle distanze di tiro* . . . » 465
9. *Le raffiche di fuoco in rapporto all'altezza dei bersagli* . . » 467
10. *Considerazioni riassuntive sulle raffiche di fuoco* . . . *Pag.* 468
11. *Criteri per l'apertura del fuoco in rapporto alla vulnerabilità delle formazioni distese* . . . » 470
12. *Conclusione* . . . . . » »

Articolo III. — Questioni varie relative al tiro collettivo.

13. *Circa i coefficienti di riduzione ai dati di efficacia* . . . *Pag.* 471
14. *Circa la celerità di tiro più conveniente e circa la celerità di tiro del fuoco automatico* . » »
15. *Circa il munizionamento ed il rifornimento delle munizioni* » 474
16. *Rifornimento delle munizioni durante il combattimento* . . » 476
17. *Circa il tiro a puntamento indiretto colle armi da fuoco portatili* » 481

18. *Circa alcuni fenomeni psicologici nel combattimento . . . Pag.* 484

ARTICOLO IV. — **Impiego del fuoco.**

19. *Il tiro delle mitragliatrici Pag.* 484
20. *Norme per l'esecuzione del tiro di fucileria contro aeroplani e dirigibili . . . . . Pag.* 490
21. *Il fuoco di fucileria nel combattimento . . . . . » 492*
22. *Impiego del fuoco di fucileria nel combattimento. . . . . » 493*

Tabelle.

I. — Tabella riassuntiva di defilamento pel fucile Mod. 1891 . . *Pag.* 362
II. — Tabella delle zone defilate e delle zone protette da ostacoli e per bersagli di varie altezze nel tiro col fucile italiano Mod. 1891 » 363
III. — Tabella di probabilità . . . . . » 378
IV. — Tabella dei fattori di probabilità . . . . . » »
V. — Tabella dei fattori di probabilità per armi portatili (*vecchio sistema*) . . . . . » 381
VI. — Dimensioni medie delle sagome bersaglio . . . . . » 390
VII. — Tavola di tiro del fucile italiano Mod. 1891 . . . . . » 396
VIII. — Tabella delle ordinate, sopra e sotto le varie linee di mira, delle traiettorie medie del fucile italiano Mod. 1891 . . . . . » 397
IX. — Coefficienti di pressione per mm^2 . . . . . » 405
X. — Penetrazioni massime in diversi mezzi dei proietti del fucile italiano Mod. 1891 414-415
XI. — Tabella per la riduzione dei gradi sessagesimali, convenzionali ed esatti . . . . . » 416
XII. — Dati di dispersione nel tiro collettivo di fucili Mod. 1891 . . » 428
XIII. — Serie dei percento dei colpi di lancio nel tiro collettivo di fucili Mod. 1891 . . . . . » 438
XIV. — Dimensioni delle sagome bersaglio . . . . . » 442
XV. — Rapporti di riduzione per il calcolo della vulnerabilità di bersagli diversi . . . . . » 443
XVI. — Vulnerabilità delle formazioni della fanteria . . . . . » 448
XVII. — Confronto tra i colpi obliqui e quelli normali alla fronte del bersaglio, caduti dietro alla faccia anteriore del bersaglio stesso » »
XVIII. — Tiri obliqui contro formazioni di fianco . . . . . » 451
XIX. — Influenza degli errori d'alzo . . . . . » 452
XX. — Ripartizione e concentrazione del fuoco sul bersaglio . . . » 461
XXI-XXIV. — Le raffiche di fuoco in rapporto alla posizione dei tiratori . » 463
XXV. — Posizione dei tiratori in rapporto alla celerità di tiro . . . . » 464
XXVI-XXIX. — Le raffiche di fuoco in rapporto alla loro durata . . . » 465
XXX-XXXIII. — Le raffiche di fuoco in rapporto alle distanze di tiro . . » 466
XXXIV-XXXVII. — Le raffiche di fuoco in rapporto all'altezza dei bersagli » 467
XXXVIII. — Scaglionamento delle cartucce per ogni fucile delle truppe di fanteria di alcuni eserciti . . . . . » 476
XXXIX. — Scaglionemento delle munizioni per il rifornimento delle truppe di fanteria nel combattimento . . . . . » 477
XL. — Tavola di tiro della mitragliatrice Mod. 1911 . . . . . » 486
XLI. — Tabella degli alzi da impiegarsi nel tiro con fucile Mod. 1891 contro aeroplani e dirigibili . . . . . » 491
XLII. — Dati relativi alla cartuccia ridotta per Società di tiro a segno . » 498

BIBLIOGRAFIA

ANGELUCCI ANGELO, *Catalogo dell'Armeria Reale di Torino.* — Edizione 1890.

BASSIGNANO A., *Impiego del fuoco di fucileria* (Studi e ricerche). — « Nuova Rivista di fanteria », 1912.

BIANCHI G., *Balistica esterna.*

ID. *Balistia interna.*

ID. *Teoria sugli esplosivi.*

CASCINO A., *Il tiro, gli esplosivi e le armi della fanteria.* — Edizione 1901.

ID. *La penetrazione.*

ID. *La celerità di tiro ed il munizionamento della fanteria.* — Edizione 1899.

CLAVARINO ALFEO, *Armi e tiro.* — Edizione 1902.

DE SARLO E., *Le ferite prodotte dalle moderne armi da fuoco da guerra.* — Ediz. 1910.

MADASCHI G., *Nozioni generali sul materiale d'artiglieria.* — Edizione 1915.

MOLINA R., *Esplodenti e modo di fabbricarli.* — Terza edizione.

MUSEO NAZ. D'ARTIGLIERIA DI TORINO, *Catalogo* e pubblicazioni di E. GONNELLA.

ROLUTI F., *Il fuoco della fanteria.* — Edizione 1908.

ID. *Tiro delle armi da fuoco portatili.* — Parte I e Parte II. — Edizione 1914.

RUGGIERI B., *Impiego del fuoco di fucileria.* — Edizione 1912.

SCUOLA D'APPLICAZIONE DI FANTERIA, *Dati sulle armi da fuoco portatili italiane ed estere.*

SIACCI F., *Balistica.* — Edizione 1888.

TORRETTA A., *Esplosivi.* — Edizione 1907.

HAESEN E., *Organisation et tir des armes à feu portatives.* — Edizione 1908.

MONTAIGNE, « *Vaincre* » — Edizione 1913, in tre volumi:

I. *Préparation à l'étude de la guerre* (L'homme et la peur).

II. *Étude de la guerre* (Les faits et les doctrines).

III. *La guerre* (La guerre dans sa forme et dans son essence).

CRANZ C., *Lehrbuch der ballistik.* — Edizione 1910.

Rivista d'Artiglieria e Genio.
Rivista Militare Italiana.
La Nuova Rivista di Fanteria.
Revue de l'armée belge.
Revue d'Artillerie.
Journal des sciences militaires.
Mémorial de Artillerie.
Atlante del materiale d'Artiglieria. Sunti descrittivi.

Annate diverse.

PREMESSA

1° In questo lavoro sulle « ARMI PORTATILI » è stato svolto il programma di « *Armi e Tiro* » obbligatorio per gli allievi del 2° Anno dell'Accademia Militare di Torino (corso accelerato).

Lo svolgimento è basato essenzialmente sul notevole grado di coltura che gli Allievi del 2° Anno già possiedono e tiene conto delle esigenze dei programmi: « Nozioni fondamentali d'Artiglieria », pel 3° anno d'Accademia — « Materiale d'Artiglieria ed Esplosivi » — « Balistica », per il 1° e 2° anno di Scuola d'Applicazione d'Artiglieria e Genio.

2° La vastità degli argomenti ha fatto ritenere opportuna la divisione della materia in due volumi.

VOLUME PRIMO - Parte I. — *Generalità sulle Armi portatili e sugli Esplosivi.*

Parte II. — *Nozioni fondamentali sul Tiro delle Armi portatili.*

VOLUME SECONDO - *Descrizione e dati delle principali Armi da fuoco portatili.*

3° Per l'insegnamento pratico l'Accademia possiede una raccolta di Armi portatili italiane ed estere.

4° Le « NOZIONI SUGLI ESPLOSIVI » sono svolte nella misura necessaria per lo studio delle Armi da fuoco portatili e per lo svolgimento del programma « *Nozioni generali sul materiale di artiglieria* ».

5° Il cenno storico relativo alle Armi bianche ed alle Armi da fuoco, non opportuno per il carattere dato al presente lavoro, è stato ridotto al minimo di ciò che richiede il programma d'insegnamento.

6° Poichè le « NOZIONI FONDAMENTALI SUL TIRO DELLE ARMI PORTATILI » svolgono i principî sui quali sono basate *le regole e le disposizioni sul Tiro e sull'impiego del fuoco di fucileria* stabilite dalle nostre ISTRUZIONI REGOLAMENTARI, *il lettore* deve provvedersi delle seguenti Istruzioni:

Istruzione sulle Armi e sul Tiro per la Fanteria, Volume I, ediz. 1909.
Istruzione sulle Armi e sul Tiro per la Fanteria, Volume II, ediz. 1898.
Regolamento d'esercizi per la Fanteria, edizione 1914.
Norme per il combattimento, edizione 1913.
Attacco frontale ed ammaestramento tattico, edizione febbraio 1915.
Esplorazione vicina e sicurezza, edizione maggio 1915.

PARTE I.

CAPITOLO I.

Cenni sull'evoluzione storica delle armi portatili. Armi bianche ed armi da fuoco.

1. Definizioni. — *Arma* od *arme* è, in generale, qualunque oggetto, arnese od apparecchio che serve di offesa o di difesa.

Arma portatile è quella che coll'equipaggiamento di guerra può essere facilmente trasportata ed efficacemente impiegata da un solo uomo.

Per soddisfare alle molteplici esigenze della marcia e del combattimento il nostro soldato non deve trasportare un carico complessivo superiore a 22 kg.; perciò dovendo oggidì, per ragioni logistiche, assegnare all'*equipaggiamento* (1) circa 12 kg., la quota per l'*armamento* (2) risulta entro il limite di 10 kg., limite che è appena sufficiente ai bisogni del combattimento colle moderne armi e munizioni (3).

Pertanto si fanno continui studi ed esperienze, sia per ridurre al minimo possibile il numero ed il peso degli oggetti di equipaggiamento, sia per distribuire razional-

(1) Oggetti di vestiario e d'accampamento, razione viveri:

Vestiario e biancheria di ricambio	Kg.	4,100	circa
Scarpe	»	1,500	»
Tela da tenda, bastoni e paletti .	»	1,700	»
Coperta da campo	»	1,500	»
Zaino o borsa con accessori . .	»	2,100	»
Razioni viveri di riserva . . .	»	1,500	»
TOTALE	Kg.	12,400	circa.

(2) Armi e dotazione individuale di cartucce trasportate dal soldato:

Fucile Mod. 91 con cinghia	Kg.	3,900	
Sciabola-baionetta senza fodero	»	0,340	
Fodero della sciabola-baionetta	»	0,120	Kg. 5,710
Accessori d'armamento (cinturino completo, con cinghie reggi-cartuccere e 4 giberne, ecc.) .	»	1,350	
Cartucce a pallottola 168, in 9 pacchetti ciascuno di kg. 0,462 ed 1 caricatore			» 4,310
TOTALE			Kg. 10,020

(3) Vedi Parte II, « Circa il munizionamento ».

mente le diverse parti in modo che il soldato non venga sottoposto ad inutile fatica o resti impacciato nei movimenti e nel tiro; ma, anche rinunciando ad alcuni oggetti di ricambio, sembra che non si possa giungere ad un peso inferiore a 12 kg. (1).

2. Classificazione delle armi portatili. — Le armi portatili si classificano in:

a) *armi bianche;*

b) *armi da fuoco.*

a) Le armi bianche vennero così chiamate allorchè fu necessario distinguerle dalle armi da fuoco: probabilmente si dissero *bianche* perchè costituite d'acciaio levigato che, riflettendo la luce, assume un colore bianco caratteristico.

Le armi bianche si suddividono in due grandi categorie:

armi bianche offensive, se la loro azione è di offendere colla forza viva di cui le provvede il braccio dell'uomo;

armi bianche difensive, se la loro azione è quella di coprire le parti maggiormente vulnerabili dell'uomo in modo da impedire od attutire gli effetti d'urto delle armi offensive.

b) Le armi da fuoco vennero così chiamate perchè utilizzavano la potenza balistica di una determinata quantità di sostanza esplosiva per lanciare un proietto ed offendere a distanza con considerevole forza viva d'urto.

ARMI BIANCHE

3. Armi bianche offensive. — Si distinguono in: *antiche* e *moderne.*

Antiche (2). — Considerando i diversi stati della civiltà si riscontra che l'uomo per provvedersi di armi impiegò successivamente la pietra e l'osso, il bronzo, il ferro, l'acciaio; perciò si sono avute armi di pietra e di osso (3), armi di bronzo (4), armi di ferro (5), armi d'acciaio (6). — Il numero delle armi offensive, nello sviluppo dell'umanità dai primordi all'epoca storica, andò sempre aumentando e sempre più si resero micidiali.

Si classificano in:

armi da mano;

armi da gitto.

1° *Le armi da mano* sono quelle che agiscono direttamente impugnate ed accompagnate dal braccio dell'uomo.

2° *Le armi da gitto* sono quelle che offendono a distanza mediante un proiettile, speciale per ciascun tipo di arma (7), lanciato col braccio oppure con

---

(1) Per esempio, l'attuale equipaggiamento del nostro soldato di fanteria raggiunge il peso di kg. 16 ed il peso dell'armamento è di circa kg. 10.

(2) Per le figure relative alle armi antiche, vedi le Tavole poste al termine di questo Capitolo.

(3) Epoca preistorica.

(4) Epoca egizia.

(5) Epoca eroica od omerica, XV secolo avanti l'êra nostra.

(6) A. Angelucci, *Catalogo dell'Armeria Reale,* edizione 1890.

(7) Per esempio: freccia, dardo, verrettone, giavellotto.

un apposito e conveniente ordigno elastico deformato impiegando la forza muscolare del braccio dell'uomo.

Moderne. — Le armi offensive moderne sono generalmente classificate nelle seguenti quattro categorie:

a) *armi lunghe da taglio e punta:* sciabola (1);

b) *armi corte da taglio e punta:* sciabola-baionetta, coltello-baionetta, daga;

c) *armi lunghe da punta:* lancia, spada;

d) *armi corte da punta:* baionetta, spada-baionetta, pugnale.

4. **Requisiti.** — I requisiti di un'arma bianca offensiva devono essere:

a) potenza di penetrazione;

b) facilità di maneggio;

c) resistenza complessiva e delle singoli parti;

d) raggio d'azione massimo in relazione allo scopo particolare a cui l'arma è destinata.

a) La *potenza di penetrazione*, in un dato mezzo, cresce col crescere della massa e della velocità d'urto dell'arma, della durezza e tenacità del metallo di cui l'arma è formata, della ristrettezza della superficie urtante; inoltre, a parità di altre condizioni, è maggiore quando il centro di gravità dell'arma risulta in posizione tale che vi passi la direzione della resistenza che il mezzo colpito oppone.

Questi elementi, favorevoli allo svolgersi di una grande potenza di penetrazione, non possono essere tutti sfruttati al massimo grado: la massa è limitata dalla forza muscolare del braccio; la durezza eccessiva è causa di fragilità; la tenacità eccessiva facilita le deformazioni permanenti; la superficie urtante, se ristretta e tale che risulti acutissimo l'angolo della sezione trasversale dell'arma secondo la direzione dell'urto, deve pur soddisfare alle condizioni di resistenza, quindi procedendo dalla superficie urtante verso quella opposta la sezione trasversale dell'arma deve convenientemente aumentare, ciò che oltre determinati limiti ostacola la penetrazione.

b) La *facilità di maneggio* richiede di dare all'arma piccolo peso; di foggiarla in modo che il centro di gravità sia prossimo all'impugnatura; che l'impugnatura sia di forma adatta all'impiego dell'arma. A questo proposito si noti che il colpo di taglio è più facile e richiede minor forza del colpo di punta, quindi le armi da taglio sono facilmente maneggevoli.

c) La *resistenza* complessiva dipende da quella delle singole parti, dalla forma e dalle dimensioni di queste e dell'arma, dal giusto grado di durezza, tenacità ed elasticità del metallo; l'elasticità del metallo, soprattutto, rende meno sensibile alla mano od al braccio il contraccolpo dell'urto e diminuisce così la probabilità di disarmo.

d) Il *raggio d'azione* dell'arma bianca dipende dalla lunghezza dell'arma; questa lunghezza dev'essere la maggiore possibile in relazione a chi l'impiega, al modo d'adoperarla, alla posizione più opportuna del centro di gravità, allo scopo pel quale l'arma è destinata.

---

(1) Sembra che la sciabola sia stata introdotta nell'Europa occidentale all'epoca delle crociate.

5. Costituzione. — Nella costituzione di un'arma bianca offensiva occorre di considerare:

1° il metallo;

2° le parti principali;

3° la forma generale.

Metallo. — Il metallo adatto alla fabbricazione delle armi bianche offensive è l'acciaio ottenuto al crogiuolo, di ottima qualità, di struttura omogenea tale che all'esame superficiale presenti frattura a grana finissima, colore cenerino ed all'esame micrografico presenti omogenità di composizione e purezza assoluta. L'acciaio che si impiega dev'essere capace di subire una perfetta fucinatura a caldo ed un'ottima tempra all'olio; la bontà dell'arma dipende molto dal giusto grado a cui sono state condotte queste lavorazioni, che dànno all'acciaio le volute qualità di durezza, tenacità ed elasticità. Evidentemente le difficoltà di lavorazione crescono coll'aumentare della lunghezza e dello spessore dell'arma.

Parti principali. — L'arma bianca offensiva è costituita dalle seguenti parti principali, che variano grandemente di forma e di dimensione secondo la categoria a cui l'arma appartiene:

a) la *lama,* che produce la ferita penetrando nel mezzo urtato, è d'acciaio;

b) l'*impugnatura,* che fissata alla lama è destinata ad essere impugnata da chi adopera l'arma, deve facilitare la presa della mano e l'azione offensiva del braccio; raramente è completamente metallica, generalmente è d'osso o di legno rinforzata da parti metalliche;

c) il *fodero,* che serve a riparare la lama ed a proteggere da casuali ferite chi trasporta l'arma, è di cuoio oppure d'acciaio secondo il tipo dell'arma ed il modo di trasportarla.

Forma generale. — La forma generale dell'arma risulta dal modo con cui offende e perciò dalla categoria a cui l'arma appartiene; quindi riguardo alla forma distinguiamo qui appresso i diversi casi.

6. Forma generale per le armi da taglio (Fig. 1). — La lama è piatta; la parte che produce la ferita è detta *filo* o *taglio* ed è formata dallo spigolo vivo, ad andamento rettilineo o curvilineo, risultante dall'incontro ad angolo molto acuto di due larghe *facce* piane convergenti; l'angolo diedro di queste due facce è detto *angolo di taglio;* la superficie opposta al filo è detta *dorso;* il taglio incontra il dorso alla parte anteriore della lama seguendo una linea più o meno acuminata e forma la *punta,* alla parte posteriore il taglio ed il dorso sono troncati e la lama si restringe in una appendice detta *codolo* che viene fissata all' impugnatura. Vi sono *lame a doppio taglio,* in questo caso il dorso non esiste e la sezione retta della lama è un rombo molto appiattito.

Conviene di non eccedere nel peso dell'arma; ma d'altra parte l'assottigliamento della lama e l'acutezza dell'angolo di taglio non devono compromettere la resistenza della lama; perciò, anche per accrescere l'entità della penetrazione, è necessario di ricorrere sia ad un'opportuna curvatura del filo, sia ad uno speciale movimento nel maneggio della lama; così, dirigendo l'arma obliquamente al suo filo, la penetrazione è tanto più facile quanto più la direzione del movimento si avvicina a quella del filo della lama.

La curvatura del filo può essere convessa oppure concava; generalmente è convessa (1).

Il filo convesso conviene quando l'arma è impiegata rotando e lanciando il braccio verso l'avanti per colpire, indi strisciando la lama verso il centro di rotazione; il filo concavo conviene quando l'arma, dopo di aver colpito, muove allontanandosi dal centro di rotazione o quando non s'imprime un notevole movimento di striscio.

La forma semplice di lama con sezione a triangolo isoscele rende l'arma pesante e resistente più del necessario, mentre non si può fare acutissimo l'angolo di taglio per non rendere il filo facilmente degradabile, perciò, specialmente se la lama è lunga, conviene di alleggerirla sfaccettandola o sgusciandola lateralmente, avendo però presente che le nervature che così risultano mantengano alla lama quella resistenza in senso trasversale che le è assolutamente necessaria (Fig. 2).

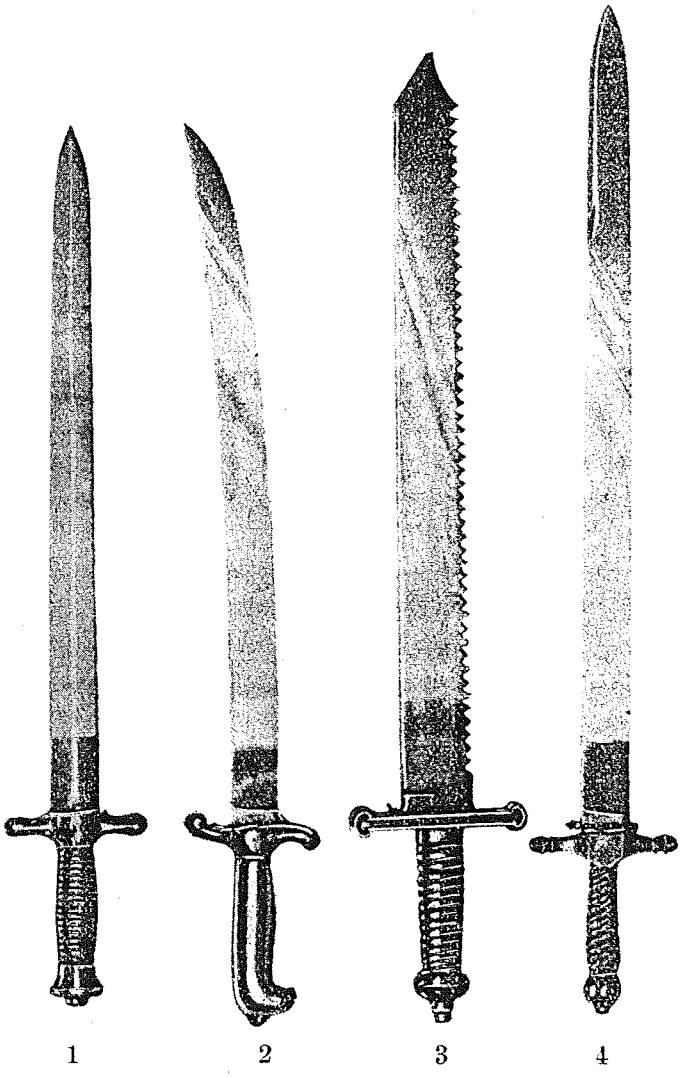


Fig. 1. — Armi da taglio.
1. Daga. - 2. Sciabola da fanteria. - 3. Sciabola sega.
4. Sciabola da bersaglieri.

La larghezza della lama, cioè l'altezza della sezione retta, dev'essere tale che l'arma sia assolutamente rigida nella direzione dell'urto; la larghezza si fa generalmente diminuente dal codolo verso la punta affinchè la lama abbia uniforme resistenza elastica per tutta la sua lunghezza.

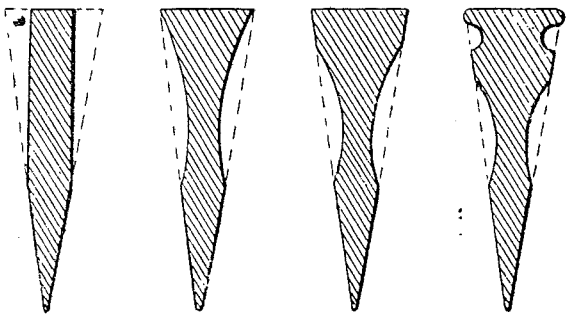


Fig. 2. — Sezioni rette trasversali di alcuni tipi di lama per armi da taglio.

La penetrazione di un'arma da taglio può essere favorita anche dalla posizione del centro di gravità dell'arma e precisamente determinando tale posizione in modo

(1) Hanno filo molto concavo: la *roncola,* l'*jatagan arabo;* hanno filo molto convesso: la *scure,* la *scimitarra turca.*

che sia vicinissima alla parte destinata a colpire; però ciò allontana di troppo il centro di gravità dall'impugnatura e rende faticoso e poco celere il maneggio dell'arma, quindi il principio anzidetto conviene solamente per speciali armi da taglio, molto potenti e lente nel movimento, quali la scure, l'ascia, la scimitarra turca, la sciabola d'abbordaggio (1).

7. Forma generale delle armi da punta (Fig. 3). — La lama deve avere forma che sia favorevole al movimento rettilineo col quale si ottiene la perforazione,

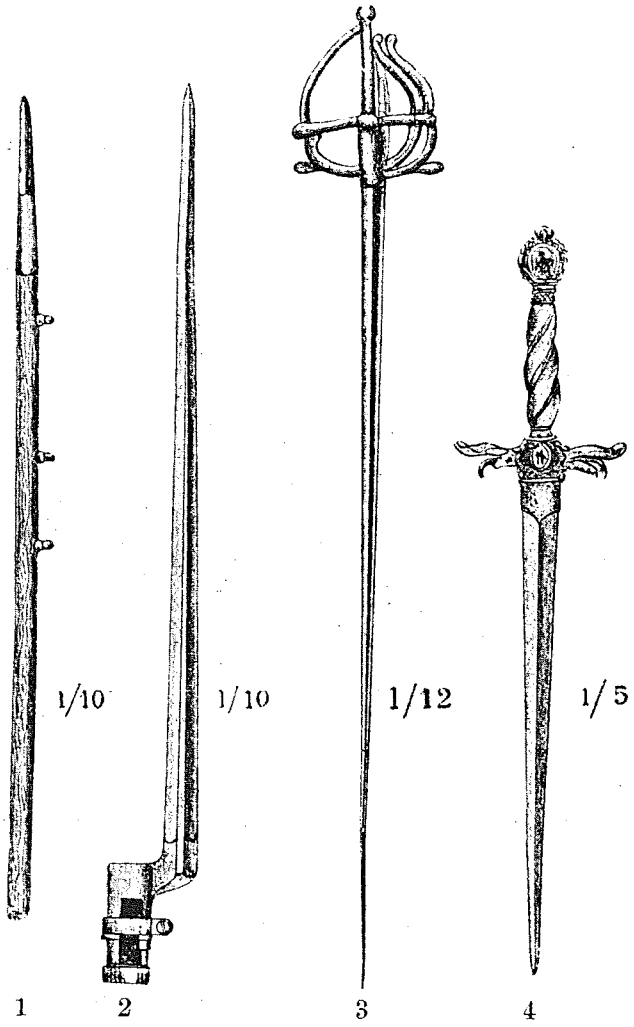


Fig. 3. — Armi da punta.
1. Lancia da cavalleria del XIX secolo (parte ant.). - 2. Baionetta del XIX secolo.
3. Spada del XVI secolo. - 4. Pugnale del XV secolo.

movimento che avviene nel senso dell'asse della lama; perciò la forma conica molto allungata con punta acuta mentre dà luogo a grande penetrazione è anche la più semplice; l'angolo al vertice del cono si dice *angolo di punta;* la bisettrice di questo angolo deve coincidere coll'asse dell'impugnatura.

La sezione trasversale della lama deve presentare la minore area ed il minore perimetro possibile senza dare luogo a flessione.

(1) È ancora in uso presso alcune marine da guerra.

Per impedire la flessione e per ottenere leggerezza, in pratica, si preferisce di perdere un poco nella attitudine alla perforazione e s'impiegano sezioni



Fig. 4. — Sezioni rette trasversali
di alcuni tipi di lama per armi da punta.

di maggior perimetro, derivandole dalla forma circolare mediante sguscia-ture; queste fanno sì che la lama risulti con tre, quattro o più nervature a spigoli talvolta arrotondati (Fig. 4).

Concludendo, praticamente la lama ha forma di lunga piramide tronca, sormontata da una breve punta conica o piramidale.

8. Forma generale delle armi da taglio e punta (Fig. 5). — Effettivamente le armi da punta sono più micidiali di quelle da taglio, poichè mentre il

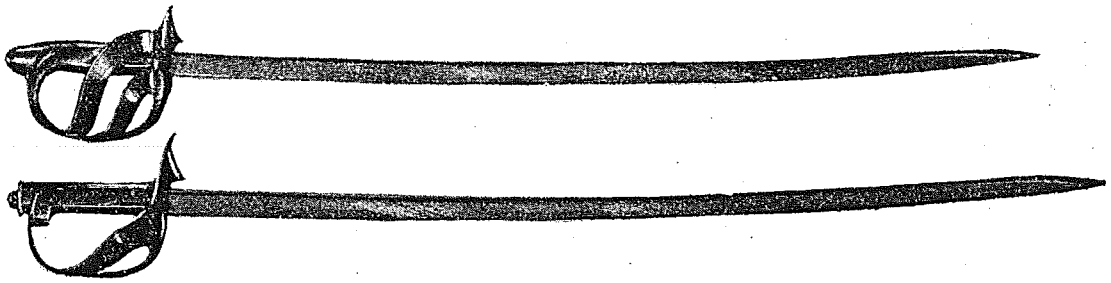


Fig. 5. — Armi da taglio e punta.
1ª Sciabola d'artiglieria Mod. 74. - 2ª Sciabola da cavalleria Mod. 71.

colpo di taglio, pur producendo ferite larghe e profonde sufficientemente per porre fuori di combattimento, spesso non è mortale, il colpo di punta produce sempre ferite molto profonde, mortali, e spesso la lama giunge a ferire profondamente anche dopo avere attraversato, senza deformarsi, le parti più resistenti dell'equipaggiamento; ma nella lotta ravvicinata è raro ed è difficile di assestare convenientemente il colpo di punta, perciò l'impiego delle armi da punta è limitato a pochi casi, quindi sembra più opportuno che l'arma permetta sopra tutto l'azione fendente e talvolta quella di punta.

Questo criterio dette origine, nel XV secolo, alle armi da taglio e punta, che si svilupparono numerose, coi varî tipi d'alabarda indi colle sciabole da cavalleria (1), e che oggi sono le più usate.

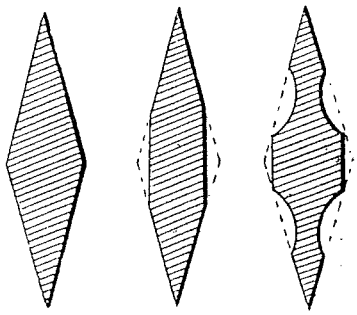


Fig. 6. — Sezioni rette trasversali di alcuni tipi di lama per armi da taglio e punta.

Le armi da taglio e punta moderne sono evidentemente caratterizzate, nei limiti del possibile, dall'armonica combinazione delle proprietà delle armi da taglio con quelle delle armi da punta (Fig. 6). Ne risulta che la lama può

(1) Nel XVII secolo.

essere dritta o leggermente curva al filo ed al dorso, con sezione simile a quella delle armi a semplice o doppio taglio ma di altezza minore, con punta acuta a doppio taglio curvilineo ottenuto assottigliando il dorso per un tratto presso la punta, tratto detto *falso* o *falsotaglio.*

L'angolo di punta è quello acuto formato dalle tangenti condotte nella punta alle curve del taglio e del falsotaglio.

Se la lama è curva anche al dorso, si usa di esprimere la curvatura della lama col valore della maggiore distanza del dorso dalla ipotetica retta che unisce la punta colla base del codolo; questa *saetta di curvatura* dev'essere piccola (1) ed inoltre si deve verificare la condizione che la bisettrice dell'angolo di punta passi per il codolo, cioè non si scosti di troppo dalla direzione della impugnatura.

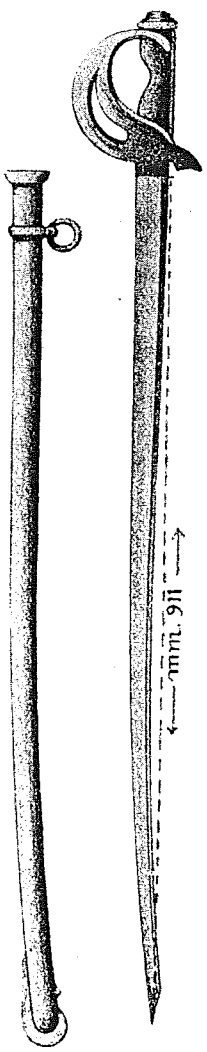


Fig. 7.
Sciabola
da cavalleria
Mod. 1871.

9. Armi bianche offensive attualmente in uso negli eserciti. — Nell'armamento delle truppe s'impiegano:

Per le armi a cavallo:

a) la *sciabola da cavalleria;*

b) la *lancia.*

Per le armi a piedi:

c) la *baionetta;*

d) la *sciabola-baionetta;*

e) la *spada-baionetta;*

f) il *coltello-baionetta.*

a) *Sciabola da cavalleria* (Fig. 7). — È arma da taglio e punta che deve permettere da cavallo di colpire l'avversario a cavallo od a piedi; perciò la lunghezza della lama non può risultare inferiore a m. 0,85; l'impugnatura deve essere provvista di parti metalliche che la rinforzino e che proteggano la mano dalle offese di taglio e di punta, quindi è indispensabile di provvederla di una lamiera metallica detta *guardia* che, collocata alla base della impugnatura, con una larga superficie detta *coccia* e con due o più *else* avvolga il pugno dal lato più esposto ai colpi avversari, cioè dal lato esterno, l'elsa principale si collega al codolo, mediante un *bottone a vite.*

Il *fodero* generalmente è metallico e d'acciaio, ha sezione trasversale ovale molto appiattita in modo che nello sguainare ed inguainare la sciabola il filo sia preservato da striscio su metallo; per meglio sistemare e proteggere la lama l'interno del fodero viene guernito lateralmente con stecche di legno e con striscie di cuoio mantenute a posto da una *bocchetta* metallica; il fondo del fodero è rinforzato esternamente da un pezzo metallico di riporto detto *cresta,* o *batti-sasso,* o *puntale;* il fodero è munito, in posizione conveniente, di almeno una *fascetta con campanella* per la sospensione della sciabola mediante il *pendaglio.*

(1) Nella sciabola da cavalleria Mod. 1871 la saetta di curvatura è di mm. 13; nelle sciabole da ufficiali è variabile da 25 a 35 mm.

La distanza del centro di gravità dell'arma dall'estremità dell'impugnatura risulta da 250 a 280 mm. Il peso dell'arma senza fodero è bene che non superi kg. 1, condizione questa che non consente di dare alla lama una lunghezza superiore ad 1 m.; il peso della sciabola da cavalleria completa, con fodero metallico, risulta di circa kg. 1,700.

La nostra *Sciabola da cavalleria Mod. 1871* (Fig. 7) soddisfa a tutte le anzidette condizioni.

Ha lama leggermente ricurva con saetta di mm. 13, filo alquanto ricurvo, sezione a triangolo isoscele con sgusciature modanate in modo che lo spessore maggiore della lama risulti più vicino al filo che al dorso, dorso a sezione circolare che verso la punta passa gradatamente alla romboidale per dare luogo ad un breve falsotaglio ed alla punta molto acuminata, codolo prismatico lungo circa 160 mm. terminato con avvitatura.

Sciabola da cavalleria Mod. 1900 (1) (Fig. 8). — È arma da taglio e da punta; si compone di: lama, fornimento, fodero.

La *lama* di acciaio fuso, fucinata, temprata e rinvenuta di tempra, è dritta ad un solo taglio, il dorso ha sezione a forma di cuore e verso la punta si trasforma a sezione romboidale per dare luogo al falsotaglio, il codolo ha l'estremità a vite per il bottoncino di ferro.

Il *fornimento*, cioè il complesso delle parti che servono ad impugnare la sciabola ed a difendere la mano, è formato: dalla guardia di lamiera d'acciaio dolce, con due else, un bordo, lo spacco per la dragona, il foro e lo spacco pel passaggio del codolo, due fori per i piuoli della ghiera — dall'impugnatura di legno di pomo, forata per il passaggio del codolo — dalla cappetta di ferro con foro per il passaggio del bottoncino del codolo e spacco rettangolare per l'estremità superiore della guardia, il corpo è zigrinato — dalla ghiera di ferro che abbraccia il gambo della cappetta ed ha la faccia piana zigrinata — dalla rosetta di cuoio, infilata sul codolo ed interposta fra il codolo e la guardia — dalla copiglia di ferro, applicata alla cappetta ad arma montata, leggermente ribadita, serve ad impedire al soldato la scomposizione dell'arma.

Il *fodero* è di lamiera d'acciaio dolce, ripiegata e saldata. Nel fodero si notano: la cresta d'acciaio duro — la fascetta con occhiello e campanella per sospendere l'arma alla cintura — la molletta di punta, di lamiera di acciaio temperata e rinvenuta di tempra, è una bandella ripiegata su se stessa a V che, semplicemente introdotta e spinta in fondo al fodero, serve a mantenere la punta della lama sulla linea mediana del fodero evitando così il rumore che farebbe la lama battendo contro le pareti del fodero — la bocchetta, di acciaio duro, che rinforza l'estremità superiore del fodero e serve a facilitare l'introduzione della lama ed a mantenerla assicurata nel fodero, il corpo della bocchetta ha due linguette sporgenti, temprate, che agiscono da molle di ritegno della lama nel fodero; una vite di bocchetta assicura la bocchetta al corpo del fodero.

La lunghezza della lama	è di	mm.	1070
» » » fino al tallone	»	»	911
» » sciabola con fodero	»	»	1086
» » » senza fodero	»	»	1070
Peso medio della sciabola con fodero	»	Kg.	1,600
» » » » senza fodero	»	»	1,070
Larghezza massima della lama	»	mm.	19
Grossezza massima » »	»	»	5
» » del dorso	»	»	7,5

(1) Vedi: *Atlante del materiale d'artiglieria*, « Sunti descrittivi », anno 1902, con le varianti apportate nel 1909.

b) *Lancia* (Fig. 9). — È l'arma da punta di maggior raggio d'azione, perciò fu data al cavaliere per ferire a distanza e per proteggere sè stesso ed il cavallo (1).

La lancia è di difficile maneggio, ingombrante, visibile a distanza, perciò oggi poco si adatta alle molteplici esigenze dei còmpiti di una buona cavalleria nell'avanscoperta, nell'esplorazione, nel combattimento; si conserva esclusivamente per tradizioni di alto valore morale.

La funzione storica della lancia è stata d'indiscussa importanza e grande ne fu il vanto nelle cavallerie dei secoli decorsi; certamente anche nell'odierno combattimento, se si presenta la fugace occasione di eseguirla, la carica dei lancieri ha tali elementi di tradizione, di forza, d'imponenza, da mettere in pericolo la saldezza di un avversario sorpreso o la resistenza di quello già scosso da precedenti lotte.

La lancia è composta di due parti principali: la *lama* e l'*asta*.

La lama è d'acciaio, di forma conica, con diametro alla base di circa 30 mm. e lunga da 130 a 200 mm. L'asta, generalmente di legno di frassino o di bambù, ha forma leggermente conica a sezione circolare di circa 30 mm. di diametro, è lunga da m. 2,70 a m. 3,20, è guernita d'un *calciolo* metallico e d'un *fodero* metallico per la lama.

Il peso dell'arma varia da kg. 2 a kg. 2,500; in ogni modo, quando anche si faccia l'asta metallica, la sezione è studiata opportunamente affinchè il peso totale non sorpassi 3 kg.

La *lancia da cavalleria* (Fig. 9), in uso prima dell'attuale Mod. 1900, si componeva: della *lama* di forma conica (a sezione circolare nella parte inferiore, quadrangolare nella superiore), in cui si notano la punta, il collo, la rosetta e le bandelle (alla bandella minore sono uniti un piuolo superiore e due piuoli inferiori per attaccarvi la banderuola); dell'*asta* di legno munita di calciolo; del *fodero* alla cui estremità è fissato il correggiolo.

Lancia da cavalleria Mod. 1900 (Fig. 10): è composta da un'*asta con punta* e da un *calciolo*.

L'*asta* è un tubo cilindrico, di acciaio dolce, chiuso ad una delle estremità in modo da terminare in una punta di forma piramidale a base quadrata e piena per un tratto di 100 mm. circa. All'asta sono applicati, con saldatura, tre bottoni ad occhiello per l'attacco della banderuola; il tratto centrale, limitato da due anelli di ottone distanti fra loro 300 mm., è ricoperto di spago incatramato e costituisce la impugnatura della lancia; nell'interno dell'asta sono disposti, arrotolati, cinque o sei fogli di carta asciugante, distribuiti su tutta la lunghezza per attenuare la sonorità dell'arma.

Il *calciolo* è un cilindro di ferro, con una estremità a punta tronco-conica arrotondata, coll'altra estremità cilindrica che penetra nell'estremità aperta dell'asta e v'è fissata mediante due copiglie.

Lunghezza della lama o punta mm. 135. — Lunghezza totale della lancia mm. 3150. — Diametro dell' asta mm. 26. — Distanza dell' anello anteriore dell' impugnatura dalla punta mm. 1710. — Distanza del centro di gravità dalla punta mm. 1800. — Peso medio della lancia kg. 2,300.

---

(1) Ricordiamo che nei tempi antichi la fanteria usò contro la cavalleria *armi da asta*, quali: il *contus* dei Sarmati, la *sarissa* dei Macedoni; e che nei tempi medioevali usò: il *falcione* (XIII secolo), l'*alabarda* e la *partigiana* (XV secolo), la *corsesca* (XVI secolo), cioè armi con lame di forma diversa lunghe da m. 0,50 a 0,80 ed asta di legno da m. 1,70 a m. 2,50.

La *lancia* per il cavaliere è scomparsa nel XVI secolo e costituiva insieme colla *pistola* e la *spada* l'armamento della cavalleria. (Vedi A. ANGELUCCI, opera citata).

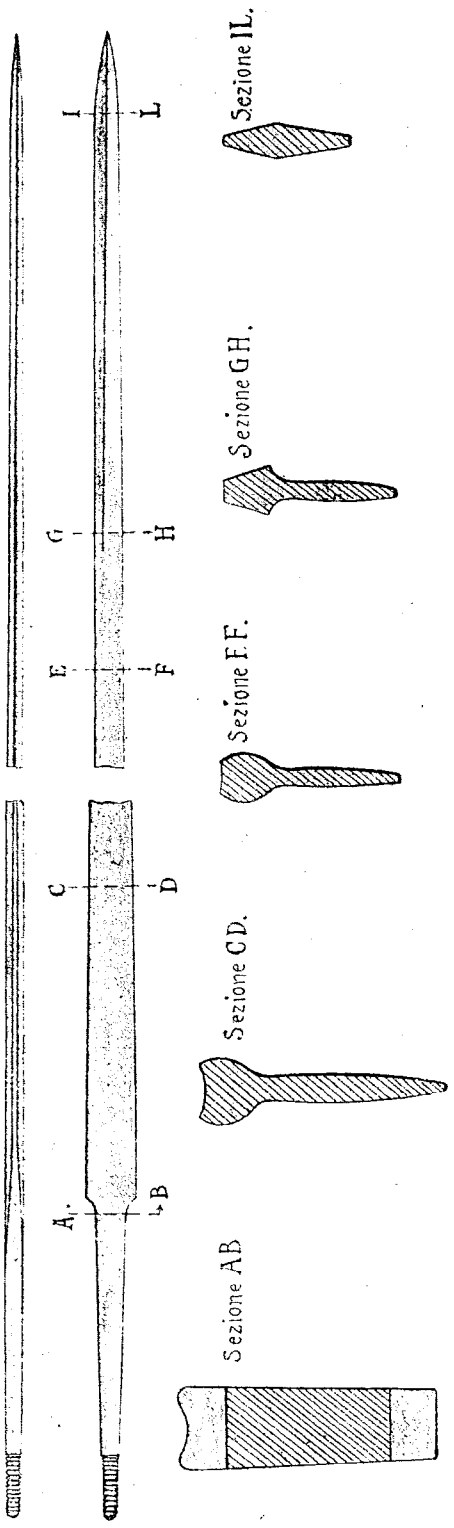


Fig. 8. — Particolari della lama per sciabola da cavalleria Mod. 900.

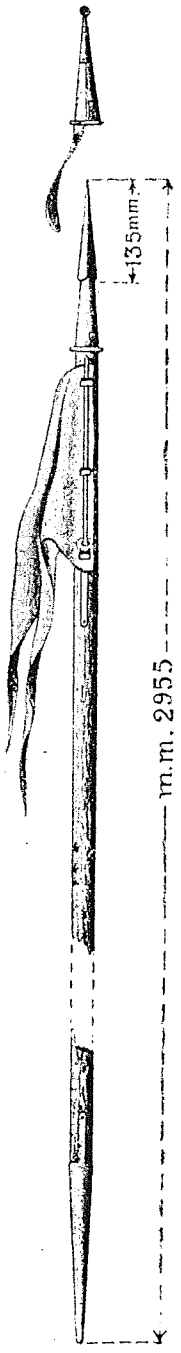


Fig. 9. Lancia da cavalleria con asta di legno.

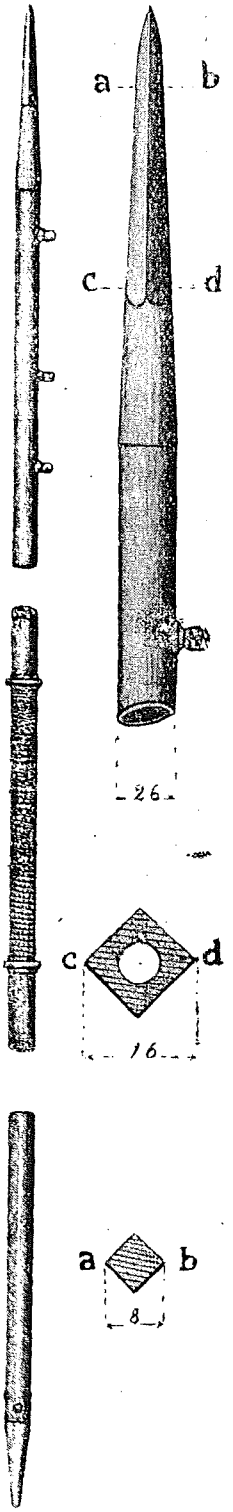


Fig. 10. — Lancia da cavalleria con asta metallica Mod. 900.

SPECCHIO I. — **Armamento in uso presso le truppe di cavalleria di alcuni eserciti.**

ESERCITO	MOSCHETTO O CARABINA (1)					SCIABOLA			LANCIA				NOTE
	Modello	Sistema	Calibro	Colpi	Baionetta	Lunghezza totale	Peso con fodero	A chi è in distribuzione	Lunghezza metri	Peso	Natura dell'asta	A chi è in distribuzione	
Italiano	1891	Carcano-Mannlicher	6,5	6	Unita a cerniera	1,086	1,600	A tutta la cavalleria	3,150	2,300	Tubo d'acciaio	Ai primi 10 regg. ed al 25° e 26°	Lancia M. 1900 Sciabola M. 1900 (2)
Francese	1890	Berthier	8	3	Senza	1,065	1,870	Alla cavalleria leggera (spada per dragoni e corazzieri)	2,910	2,000	Bambù vuoto	Alla prima riga dei reggimenti dragoni	
Germanico	1888	Mauser-Mannlicher	7,9	5	Unita a cerniera	0,980	1,420	A tutta la cavalleria (meno i corazzieri che hanno la spada)	3,200	3,150	Tubo d'acciaio	A tutta la cavalleria ed a tutte e due le righe	
Id.	1898/S	Mauser	7,9	5	Id.	—	—	—	—	—	—	—	
Austro-Ungarico	1895	Mannlicher	8	5		1,000	1,160	A tutta la cavalleria	—	—	—	Non ha lancia	
Russo	1891	Mossine (per i dragoni)	7,6	5	Disgiunta	1,010	1,560	A tutta la cavalleria	3,040	2,860	Betulla o pino	Alla prima riga dei reggimenti cosacchi	I corazzieri, usseri ed ulani hanno una lancia per le sole riviste e parate
Id.	1896	Mossine (per i cosacchi)	7,6	5	Id.								
Inglese	1895	Lee-Enfield	7,7	6	Senza	—	—	—	2,710	1,570	Bambù	—	Le lancie esistenti sono date ai dragoni della guardia per le sole riviste e parate
Svizzero	1895	Mannlicher	7,5	6	Id.	0,980	1,400	A tutta la cavalleria	—	—	—	—	

(1) Tutta la cavalleria è armata di moschetto o carabina.
(2) Dei 30 regg. per ora hanno la sciabola Mod. 900 i primi 10 regg., il 25° ed il 26°; hanno la sciabola Mod. 71 tutti gli altri regg.

c) *Baionetta* (Fig. 11). — È un'arma da punta: s'impiega inastata sul fucile in modo da trasformare, in determinate circostanze del combattimento, l'arma da fuoco in arma da punta di sufficiente raggio d'azione.

La baionetta sembra sia apparsa a Bajonne nel XVI secolo, ma adoperata per la prima volta in Fiandra nel 1642, XVII secolo; era allora costituita da una corta lama piramidale con manico rotondo disposto sul prolungamento della lama e di diametro quasi eguale al calibro dell'arma da fuoco in modo da penetrare con leggero attrito nella bocca dell'archibugio o del moschetto; se inastata, questo primo tipo di baionetta, impediva di far fuoco; perciò il Vauban nel secolo XVIII (1703) ideò la *baionetta a ghiera* ed il perfezionamento risultò tanto pratico e razionale da sostituire completamente le armi da asta, sicchè i *picchieri* andarono rapidamente scomparendo in tutti gli ordinamenti militari.

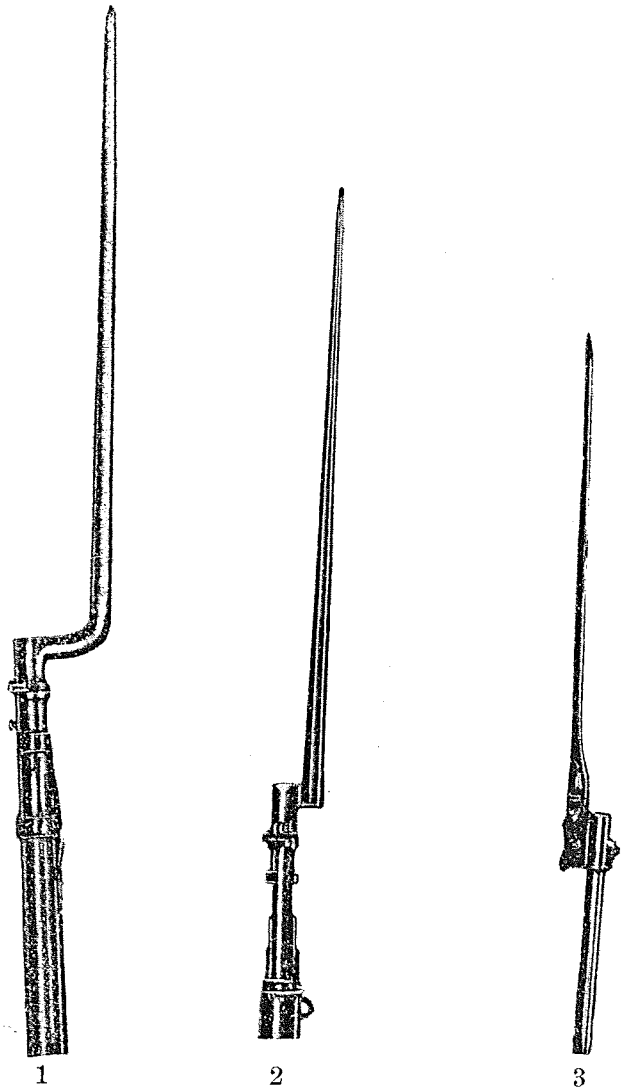


Fig. 11.

1. Baionetta del fucile italiano ad avancarica Mod. 1860. - 2. Baionetta del fucile Mossine Mod. 1891. - 3. Baionetta del moschetto italiano Mod. 91.

— La baionetta consta di una *lama* e di un *manico*, la lama è riunita al manico per mezzo di un *braccio* ricurvo più o meno lungo.

Il manico per l'unione della baionetta all'arma deve avere un sistema che, sia coll'arma carica, sia in marcia anche correndo, sia nell'oscurità, renda facile e spedito il movimento di inastare e levare la baionetta adoperando una sola mano e che altresì offra assoluta garanzia di resistenza agli urti nel colpire e nel parare.

Dapprima s'ebbe un sistema d'unione caratteristico, detto infatti *unione a baionetta* (Fig. 12), foggiando il manico a tubo che, per il passaggio del mirino, ha verso il basso un ponticello dal quale parte uno spacco a doppio squadro, cioè a tre braccia, due longitudinali ed uno trasversale; il tubo è investito sulla canna in modo che la parte più alta dello spacco poggi sul basamento del mirino e l'orifizio superiore non oltrepassi il vivo della bocca; una ghiera girevole, provvista anch'essa di ponticello pel passaggio del mirino, è sostenuta da un risalto a collare del tubo e si può far rotare, nello spazio fra il basamento del mirino ed il collare, della quantità necessaria affinchè il ponticello non corrisponda al mirino e perciò si abbia il collegamento del manico alla canna.

Questo sistema d'unione fatto direttamente sulla canna, sebbene lungamente usato, può deformare sia la canna, sia il mirino e non è assolutamente conveniente per armi a tiro celere.

Le armi attuali hanno un *fermo di baionetta* generalmente sul bocchino metallico della cassa; sulla canna, solamente come guida e per momentaneo appoggio, s'investe senza attrito una ghiera del manico od un anello del braccio a crociera.

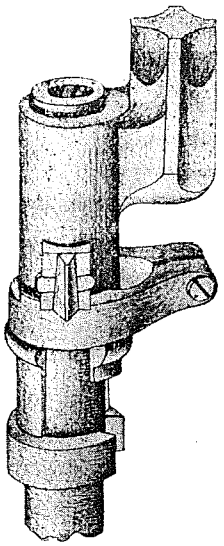


Fig. 12.
Unione a baionetta del fucile Mossine Mod. 91.

Il nostro moschetto Mod. 1891 (1) è munito di *baionetta fissa ripiegabile;* questa baionetta (Fig. 13), ha la lama triangolare unita a snodo ad una braca con alette, la quale è fissata, mediante la vite-perno della lama, al fermo che fa parte della canna e che porta trasversalmente il mirino; ha inoltre due ritegni di baionetta, con vite e molla dei ritegni, i quali servono a stabilire la posizione della lama; quando non s'impiega la baionetta questa risulta ripiegata lungo la canna ed il fusto della cassa.

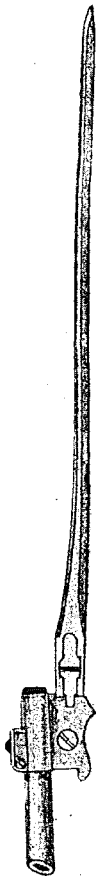


Fig. 13.
Baionetta fissa ripieghevole del moschetto italiano Mod. 91.

— La lama di una baionetta è lunga circa m. 0,40 per i fucili e m. 0,50 per i moschetti; ha sezione retta triangolare o quadrangolare con sgusci; si dovrebbe assottigliare la lama per ottenere grande penetrazione, ma si otterrebbe deficiente resistenza della lama e perciò con molta probabilità si avrebbe deformazione o rottura.

— La posizione della lama rispetto all'asse della canna deve evitare che nello sparo la vampa possa recare danno alla lama e soprattutto che nel vibrare la puntata si generi all'urto una forte deviazione dell'arma tendente a farla ruotare e sfuggire dalle mani; perciò la lama, oltre ad essere convenientemente scostata dalla canna (2), ha l'asse di figura convergente verso l'impugnatura della cassa in modo che la direzione venga a passare per il centro di gravità o quasi dell'arma, cioè là ove l'arma è sorretta dalla mano che dirige il colpo (3). Inoltre la baionetta non deve impedire il puntamento, nè limitare dannosamente il campo visivo; perciò non può disporsi sopra la canna, bensì lateralmente oppure nel piano di simmetria dell'arma sotto la canna; quest'ultima posizione è la migliore, poichè l'arma risulta equilibrata e, se la baionetta non è eccessivamente lunga, non limita il campo visivo.

Nel tiro se la baionetta è inastata si ottengono sensibili variazioni nell'ampienza e nel senso delle vibrazioni dell'arma all'atto dello sparo (4).

---

(1) Ne sono armati i reparti ciclisti, i ciclisti addetti ai varî Comandi, le truppe di cavalleria.

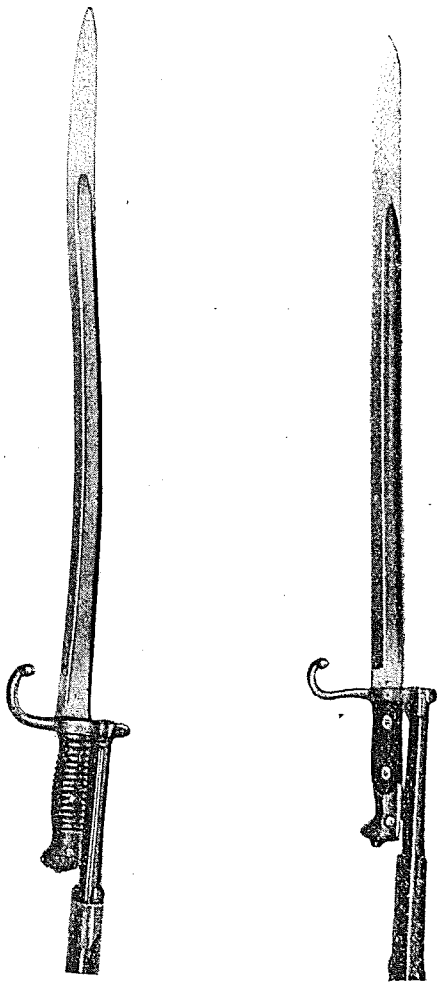
(2) Nelle armi ad avancarica, per permettere al soldato di caricare l'arma colla bacchetta, fu necessario di scostare la baionetta di circa 4 centimetri dalla bocca della canna e di fare completamente concava la faccia della lama rivolta verso la canna.

(3) Il braccio di leva col quale la forza deviatrice agisce nell'urto è così molto piccolo.

(4) L'esperienza dimostra che la giustezza e la precisione dell'arma sono minori

d) *Sciabola-baionetta* (Fig. 14). — È arma da taglio e punta (1).

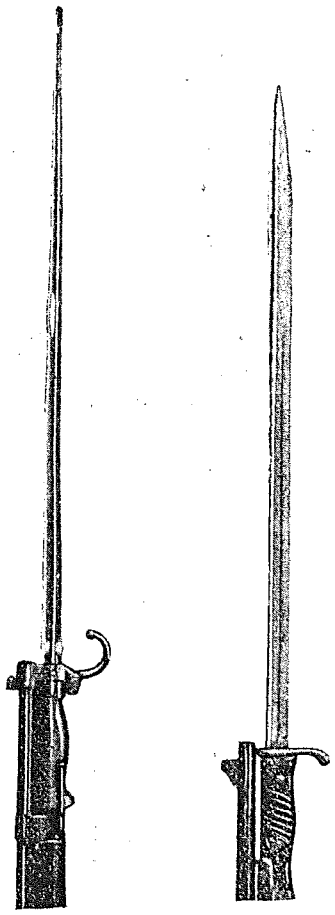
Quest'arma soddisfa bene alle esigenze dell'assalto ed è specialmente adatta nel combattimento notturno e nelle azioni di sorpresa a breve distanza, soddisfa bene anche alle molteplici esigenze d'ordinario servizio in pace (2) e, potendo essere usata a guisa di coltello, risponde a bisogni d'accampamento, inoltre può essere trasportata disgiunta dall'arma ed essendo provvista d'impugnatura costituisce permanentemente un comodo e sufficiente mezzo di difesa personale.



1 2

Fig. 14.

1. Sciabola baionetta del fucile Chassepot Mod. 1866. - 2. Sciabola baionetta del fucile italiano Wetterly Mod. 1870.



1 2

Fig. 15.

1. Spada baionetta del fucile Lebel Mod. 86-93. - 2. Spada baionetta del fucile Mauser Mod. 98.

---

e che si hanno deviazioni nel tiro tanto maggiori quanto più distante dal piano di tiro e dall'asse della canna è l'asse della baionetta. Colla baionetta a destra si ottengono deviazioni in basso ed a sinistra.

(1) È apparsa nella prima metà del XIX secolo; sembra nel 1846.

(2) Evita, se ne è il caso, l'impiego del fuoco nei servizi territoriali e d'ordine pubblico: di guardia, di scorta, ecc.

La sciabola-baionetta ha forma alquanto diversa dalla sciabola, è più corta, più leggera, meno spessa, meno larga e poco ricurva (1); l'impugnatura è semplice, sprovvista di guardia e munita d'un sistema d'inastamento, generalmente ad *incastro con piolo a molla*, che s'investe sul fermo del bocchino della cassa del fucile.

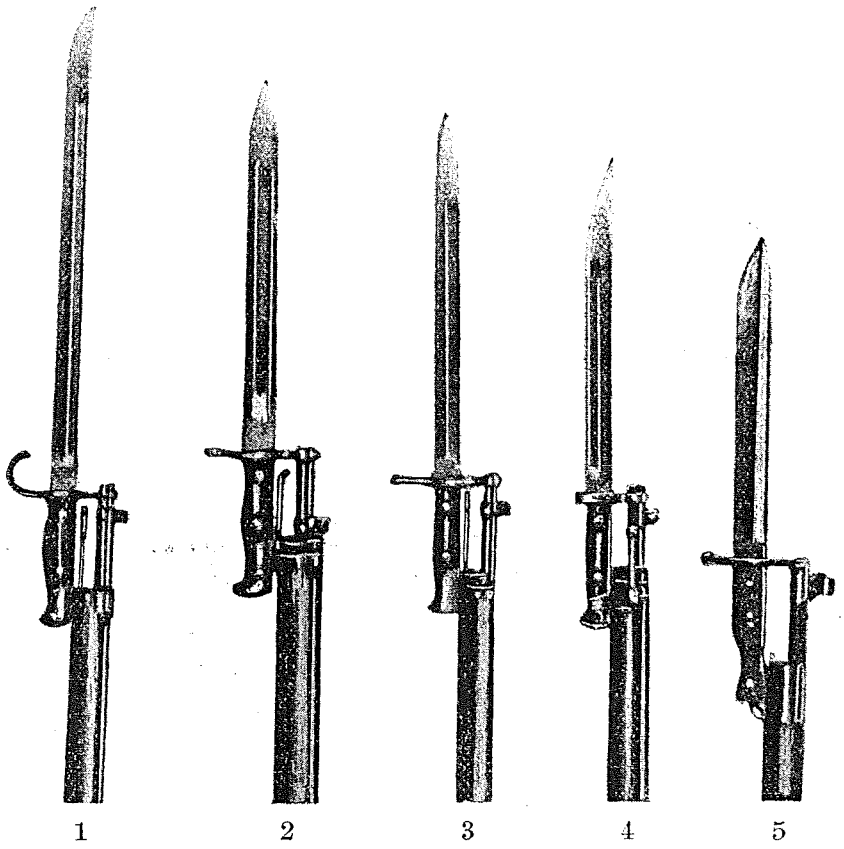


Fig. 16.

1. Coltello-baionetta del fucile Arisaka Mod. 97. - 2. Coltello-baionetta del fucile Rubin-Schmidt Mod. 89-95. - 3. Sciabola-baionetta del fucile italiano Mod. 91. - 4. Sciabola-baionetta del fucile Mannlicher Mod. 95. - 5. Sciabola-baionetta del fucile Ross Mod. 905.

e) *Spada-baionetta* (Fig. 15). — È lunga come la sciabola-baionetta ed ha identica impugnatura, però la lama è dritta ed ha sezione simile alla baionetta (2); sebbene impropriamente, si dà il nome di spada-baionetta alla sciabola-baionetta con lama dritta che per metà lunghezza ha sezione triangolare come nelle sciabole e fino alla punta va assumendo sezione romboidale (3). La spada-baionetta è poco in uso.

f) *Coltello-baionetta* (Fig. 16). — Riducendosi il calibro delle armi da fuoco aumentarono le distanze di combattimento, variarono le forme tattiche ed aumentarono i bisogni del munizionamento; perciò fu assolutamente necessario di ridurre al minimo la lunghezza ed il peso della sciabola-baionetta a vantaggio della resistenza fisica del soldato, del munizionamento e

(1) La sciabola-baionetta del fucile Wetterly Mod. 1870 aveva la lama lunga m. 0,52, il peso senza fodero era di kg. 0,580.

(2) La spada-baionetta del fucile Lebel Mod. 86-93 ha lama a sezione quadrangolare con sgusciature.

(3) Così è formata la lama della spada-baionetta del fucile Mauser Mod. 98.

principalmente della potenza, resistenza, maneggevolezza del fucile. Si giunse così all'attuale *baionetta corta* o *coltello-baionetta*, con lama di m. 0,30 e lunghezza totale di m. 0,40, che senza fodero pesa 340 grammi e che può essere facilmente inastata con una sola mano anche correndo. La baionetta corta non disturba nè il tiro, nè la maneggevolezza del fucile, quindi si può ordinare d'inastarla molto tempo prima di ritenere ciò necessario per lo sbalzo finale che deve condurre a sgombrare una posizione da un difensore fermamente deciso a rimanervi.

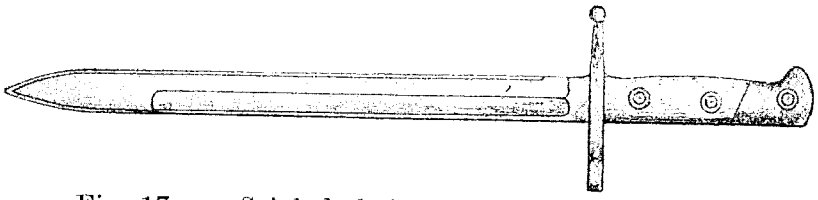


Fig. 17. — Sciabola-baionetta italiana Mod. 1891.

La *sciabola-baionetta per armi Mod. 91* (1) (Fig. 17), pesa senza fodero kg. 0,340, ha lama cortissima (m. 0,30), diritta, ad un solo taglio con falso in punta e sgusci laterali; è così composta: la lama, la crociera ad anello, il cappuccio con l'incastro pel passaggio del fermo del bocchino della cassa, il piuolo con dente e molla, le guance di legno, il fodero di cuoio con cappa e puntale di ottone.

10. Armi bianche difensive. — Le armi bianche difensive sono: la *corazza*, l'*elmo* e lo *scudo*.

— La *corazza* è stata l'armatura difensiva del busto dai colpi di lancia e di sciabola e da quelli delle armi da fuoco; fu lungamente usata nel medioevo (2) e rimase per i *corazzieri* fino all'adozione delle armi a retrocarica.

Oggi alla corazza non è rimasta che una funzione esclusivamente decorativa e perciò in alcuni eserciti è indossata, durante le cerimonie, dalle truppe che costituiscono la guardia personale del Capo dello Stato.

— L'*elmo* è stata l'armatura difensiva del capo, certamente fu la prima ad essere fabbricata trattandosi di riparare la parte principale e più esposta della persona (3).

Oggi l'elmo è mantenuto come copricapo in alcuni reggimenti di cavalleria, ma esclusivamente per ragioni di tradizione (4).

— Lo *scudo*, d'acciaio, foderato internamente di cuoio, a superficie esterna convessa, di forma tondeggiante, od ovale, o quadrilatera (5), veniva portato

(1) Fucile Mod. 91 e moschetto da truppe speciali Mod. 91.

(2) La corazza era di lamiera d'acciaio; si componeva di due parti: il petto e la schiena, riunite sulle spalle ed alla cintura da cinghie di cuoio rivestite di maglia metallica; pesava circa 6 kg. e resisteva ai proietti dei fucili ad avancarica sparati a distanza non minore di 50 m.

(3) In origine fu di cuoio, nell'epoca Greco-Etrusca di bronzo; indi di ferro e d'acciaio.

(4) Si sono costruiti per la fanteria dei copricapo tipo *elmetto coloniale* con possibilità di applicarvi anteriormente ed esternamente, al momento del bisogno, un rivestimento di lamiera d'acciaio; il tiratore dietro riparo od a terra avrebbe così una rilevante protezione; inoltre sono stati costruiti *elmi* e *calotte d'acciaio* complete, del peso di gr. 700, capaci di proteggere il capo anche dalle freccie cadenti dall'alto (dalle aereonavi); evidentemente occorrerebbe di completare la difesa delle spalle mediante *spalline d'acciaio*.

(5) Alto da m. 0,90 a m. 1,10; largo da m. 0,60 a m. 0,75.

dal braccio sinistro; « il nome è generico per tutte le armi difensive da potersi imbracciare, od impugnare, o da acconciarsi innanzi a sè per formare riparo contro le offese altrui » (1).

Lo scudo, sia per il fante che per il cavaliere, rappresentava una corazza mobile che, spostata con grande abilità, poteva difendere tutto il corpo dalle offese delle armi bianche; scomparve allorchè, col perfezionarsi delle armi da fuoco, non ebbe più luogo il lungo combattimento corpo a corpo, e fu invece necessario di dare al combattente maggiore libertà per il trasporto e l'impiego del fucile.

Sebbene fosse un'arma difensiva, lo scudo fu in grande onore presso tutti i popoli, perchè, proteggendo dalle offese delle armi da gitto e dalle offese della lotta ravvicinata, permetteva di stancare l'avversario e di conservare tutte le proprie forze offensive per sopraffarlo nell'agone supremo; le madri spartane salutavano i figli partenti per la guerra consegnando loro lo scudo e dicendo: « o con questo o su questo ».

11. Moderne. — Ora che i fucili di piccolo calibro hanno raggiunta una grande potenza ed efficacia, risorge il problema della protezione del combattente mediante la corazzatura.

Questa *corazza per truppa* può essere: *collettiva* per gli uomini di un dato reparto, ed allora si hanno dei rettangoli di lamiera d'acciaio lunghi 3 m., alti m. 0,80 od 1 m., spessi mm. 4, provvisti di opportuni puntelli e feritoie con sportello, trasportabili da apposito carreggio e tali da disporsi, ove il bisogno lo richieda, in modo da costituire una trincea corazzata; può essere *individuale*, sia sotto forma di *scudo ordinario* rettangolare con feritoie e parti di attacco per collegare più scudi insieme, sia sotto forma di piccolo *scudo trasportabile* insieme allo zaino, sia sotto forma di *corpetto* al di sopra della giubba.

Le corazze d'impiego collettivo, esperimentate presso alcuni eserciti, risultarono troppo ingombranti.

Il problema fu perciò ridotto alla ricerca di una corazza o di uno scudo individuale leggero, resistente, facilmente trasportabile dal soldato in marcia od in manovra; il problema non è stato ancora ben risolto, però si ritiene che i grandi progressi dell'industria odierna possano darne la soluzione in analogia a quella che pur hanno trovato tanti altri quesiti che sembravano irrealizzabili. Coll'acciaio al cromo-nikel cementato si è già giunti a fabbricare lamiere spesse 3 mm. di piccola e conveniente superficie, capaci di resistere anche alle brevi distanze all'azione di pallottole affusolate di piccolo calibro; ma questo scudo o corazza portatile individuale foggiato per proteggere un uomo a terra in posizione di *punt*, pesa da 8 a 10 kg., peso troppo elevato per permetterne l'adozione, *meglio sarebbe allora di sovraccaricare il soldato di elemento decisamente offensivo, cioè di munizioni.*

La *corazza individuale* a forma di corpetto è stata anch'essa studiata ed esperimentata; tale corazza, dovendo essere sempre indossata durante il combattimento, bisogna che sia leggerissima e flessibile, perciò non può essere completamente metallica.

Lo *scudo ordinario* del peso da 10 a 16 kg. può essere vantaggiosamente impiegato dagli individui di piccoli reparti specialmente nelle azioni ravvicinate per superare le difese accessorie, i tratti scoperti, i forti pendii domi-

(1) A. ANGELUCCI, opera citata.

nati dal nemico e lungo i quali occorre di sostare frequentemente per riprendere lena; naturalmente il soldato depone lo zaino e viene provvisto dello scudo ordinario solo al momento e nel luogo dell'azione, sicchè occorre che gli scudi occorrenti ad un reparto siano trasportati da apposito carro.

— Se per ora la corazza individuale e lo scudo portatile non hanno ottenuto una soluzione soddisfacente per la fanteria, l'ha quasi ottenuta lo scudo ordinario per la fanteria e completamente per l'artiglieria; sicchè lo scudo specialmente colle attuali potenti artiglierie da campo a tiro rapido è tornato ad influire grandemente sulle sorti del combattimento.

Però con speciali pallottole appuntite, impiegate esclusivamente alle brevi distanze, si perforano anche gli scudi ordinari da fanteria e quelli delle artiglierie da campagna (1).

ARMI DA FUOCO PORTATILI

12. Cenno storico (2). — Volendo esclusivamente attenersi ai documenti forniti dalle « Cronache » delle epoche medioevali, risulterebbe che le *artiglierie a fuoco* e le *armi da fuoco portatili* hanno una sicura origine nello *schioppo* ad avancarica (3).

Fino ad oggi l'Italia vanta i più antichi documenti sulle armi da fuoco.

---

(1) I risultati ottenuti col fucile Mod. 91 dimostrerebbero che allorquando la pallottola speciale perforante urta lo scudo in direzione favorevole alla perforazione, si possono a distanze inferiori a 200 m. forare scudi di acciaio al cromo-nikel spessi fino a mm. 3,5, ma dimostrano altresì che non conviene di costituire un munizionamento speciale per offendere dietro ripari corazzati, poichè per ragioni balistiche, inerenti alla forma ed al peso della pallottola, questo munizionamento non potrebbe essere impiegato contro altra specie di bersagli a distanze superiori e non avrebbe alcuna efficacia contro i ripari stessi qualora abbiano spessori superiori a mm. 3,5 o siano comunque più resistenti di quelli sottoposti ad esperienza od infine la direzione dell'asse della pallottola nell'urto si discosti alquanto dalla normale alla superficie dello scudo.

Un tipo di queste pallottole speciali per perforare scudi è costituito da un nucleo molto acuminato di acciaio al volframio avvolto dà uno strato di piombo a sua volta saldato ad una incamiciatura, anch'essa appuntita, d'acciaio al 25 % di nikel, cioè molto tenace; nel colpire lo scudo l'incamiciatura ed il rivestimento di piombo, venendo forati ed oltrepassati dal nucleo d'acciaio, si staccano dal nucleo stesso che, ben guidato e non deformato, agisce potentemente sulla lamiera e la perfora.

(2) Sebbene non opportuno, questo *Cenno storico* si è dovuto compilare, perchè richiesto dal programma d'insegnamento.

Questo cenno è svolto sotto forma di specchio cronologico dei principali progressi nell'evoluzione storica delle armi da fuoco portatili.

La descrizione dei congegni delle armi antiche non risponderebbe allo scopo di questo lavoro, che deve avere carattere scolastico, perciò si tralascia; l'esame di alcune figure è sufficiente per comprendere il funzionamento e l'impiego di tali congegni.

Per chi compie speciali studi sull'evoluzione storica delle armi, si consigliano le seguenti opere:

A. Angelucci, *Catalogo dell'Armeria Reale di Torino.*
G. Ellena, *Corso di Materiale d'Artiglieria,* 1872.
Giornale d'Artiglieria e Genio, anno 1883.
Revue d'Artillerie, anno 1910, tomo 76.
E. Gonnella, *Il Museo nazionale d'Artiglieria di Torino.*

(3) Dal latino *scloppus* (scoppio, rumore).

1281. — Impiego dello schioppo. — Racconto del fatto d'armi di Forlì, avvenuto il 1° maggio 1281 tra il conte Guido da Montefeltro, capitano del popolo, difensore di Forlì, e Giovanni d'Appia, capitano d'armi, al servizio della Chiesa (« Cronache della città di Forlì », scritte da Leone Cobelli e raccolte per cura del Carducci ».

Mano a mano che s'affermò la potenza offensiva delle armi da fuoco se ne costruirono di svariatissimi calibri e perciò di diversa potenza, maggiore per i calibri maggiori (1); quindi, volendo fare una classificazione, si può stabilire che alla metà del xv secolo le armi appartenevano ad una delle seguenti categorie:

1ª *Armi portatili.* — Schioppo, colubrinetta o bombardella manesca, archibugio (2) — (proietto di ferro o di piombo; calibro da 17 a 22 mm.).

2ª *Armi da ramparo o da muro.* — Archibugio a crocco, spingarda, falconetto — (proietto di ferro; calibro rispettivamente 26 mm., 40 mm., 60 mm.).

3ª *Artiglierie.* — Bombarda da 100 a 600 mm., indi materiale migliore: falconi, sagri, colubrine, cannoni — (proietto di pietra, calibro da 70 a 400 mm.).

1400. — Armi a *bacinetto laterale* indi a *serpentino* (Fig. 18).

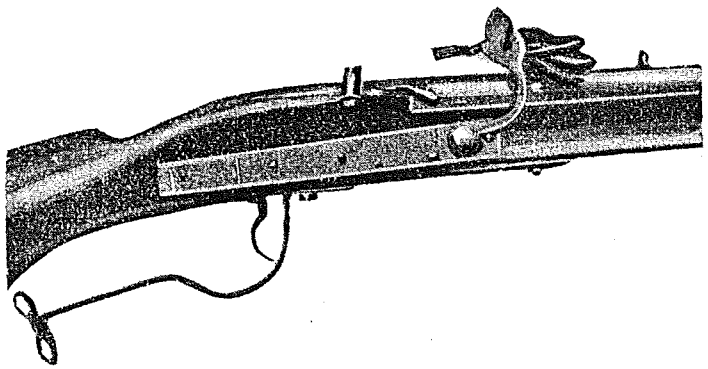


Fig. 18. — Serpentino o draghetto.

Il *focone,* cioè il foro praticato attraverso la parete dell'arma per l'accensione della carica, si trasportò dall'alto della culatta sul fianco destro e fu provvisto allo sbocco esterno di un *bacinetto*, nel quale veniva collocata la polvere per l'accensione della carica, accensione che si faceva a mano mediante un ferro rovente, e dipoi mediante una *miccia* o *corda cotta;* coll'uso si trovò opportuno di poter trasportare l'arma pronta per lo sparo ed allora si provvide di un *copri-bacinetto.*

1500. — L'uso delle armi da fuoco si estende rapidamente; dieci archibugieri su cento fanti.

1515. — Armi con *ruota d'archibugio* od *acciarino a ruota* (Fig. 19).

1521. — *Moschetto* (Fig. 20). — Apparve nell'armata di Carlo V.

Il *moschetto* somigliava all'archibugio, ma era di peso e portata maggiore; di modo che per servirsene era necessario appoggiarlo sopra una forcella: Canna lunga da m. 1,15 a m. 1,25, calibro mm. 18,5, peso pallottola gr. 38, carica gr. 15, velocità iniziale m. 200, peso kg. 7,500, lunghezza totale m. 1,55;

---

(1) Il peso in libbre della palla sferica lanciata dall'arma ne designava il calibro (libbra italiana kg. 0,333 — libbra francese kg. 0,500).

(2) Vedi Tavola IV, n. 3, al termine di questo Capitolo.

il moschetto è provvisto d'alzo, formato da tre lastrette d'acciaio con tacca per traguardare, e di mirino; la lastrina più bassa è fissata alla canna e le altre due sono a cerniera.

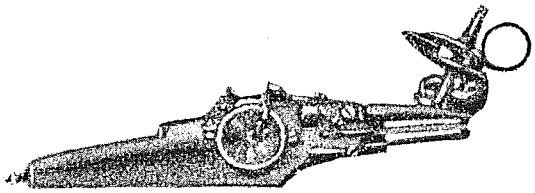


Fig. 19. — Acciarino a ruota.

Sembra che col moschetto, o poco dopo, sia stata adottata la *cartuccia*, mentre l'archibugio era caricato prendendo la carica interna da apposito bossolo di legno ricoperto di pelle, situato in una delle dodici camere della bandoliera, la pallottola e lo stoppaccio da apposita borsa di cuoio e la polvere d'innescamento da apposito fiaschetto a corno; la borsa ed il fiaschetto erano appesi all'unione delle estremità della bandoliera.

1543. — *Pistola* — Si generalizza per la cavalleria leggera l'uso di quest'arma, simile all'archibugio, ma con canna del calibro da mm. 14 a 16, lunga m. 0,70; aveva un gancio per appenderla all'arcione della sella.

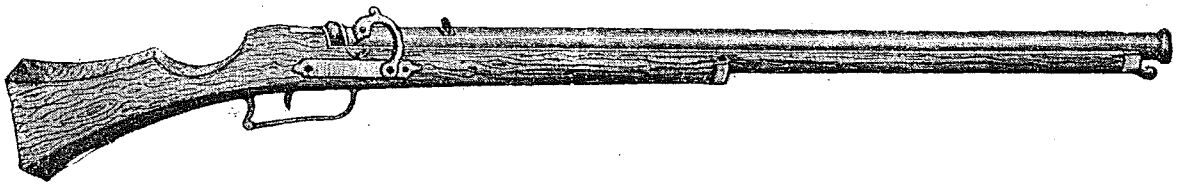


Fig. 20. — Moschetto dell'epoca di Carlo V. Scala 1/13.

1550-1600. — Si inventa in Italia il *focile* o *fucile* (Fig. 21).

L'Angelucci con numerosissimi documenti italiani del periodo dal 1547 al 1596 dimostra come questo congegno d'accensione sia sorto effettivamente in Italia; come voce poi è perfino riportata da Dante, *Inferno*, 14, 59: « Onde la rissa s'accendia com'esca sotto focile ».

L'uso dell'acciarino a pietra focaia si estese molto lentamente, e solo alla fine del XVII secolo sostituì completamente l'acciarino a ruota.

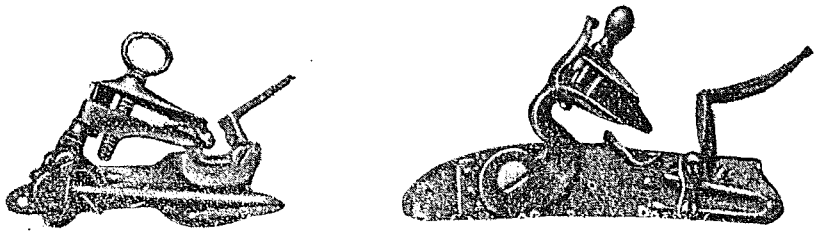


Fig. 21. — Acciarino a pietra focaia o focile.

L'acciarino a pietra focaia o fucile (1) è formato da una cartella applicata alla cassa dietro ed a destra della culatta della canna; una *noce* ha un *albero* che gira imperniato da una parte in un pezzo sussidiario della cassa e dall'altra nel corpo stesso della cartella e dalla quale esce con un pezzo a sezione quadrata, sul quale è fissato il *cane*

(1) La pietra focaia è una roccia quarzosa che contiene molta silice (biossido di silicio SiO_2). L'urto violento delle durissime particelle di quarzo sul ferro a superficie striata fa distaccare minutissime particelle dai corpi in concussione e la trasformazione istantanea di forza viva in calore è tale da produrre l'incandescenza delle minutissime particelle di ferro.

che porta la pietra focaia. Agendo col pollice sul cane la noce ruota e mette in tensione il *mollone,* mentre il becco dello *scatto,* spinto dalla *molla dello scatto,* entra in una *tacca di scatto* del contorno inferiore della noce e mantiene il mollone armato. Premendo sul *grilletto* il dente dello scatto abbandona la noce, il cane si abbatte e colla parte massiccia che porta sporgente la silice va a battere e strisciare contro la faccia rialzata, obliqua, striata e acciaiosa del copri-bacinetto e quindi l'urto fa produrre la rotazione del copri-bacinetto e contemporaneamente delle scintille che infiammano la polvere d'innescamento.

Negli ordinamenti di Carlo Emanuele I di Savoia, 1594, si giunse ad avere: $^1/_3$ di picchieri, $^1/_3$ di moschettieri, $^1/_3$ di archibugieri.

— *Archibugio a retrocarica.* — Nel Museo Nazionale di Artiglieria di Torino v'è un esemplare di arma portatile a retrocarica (*archibusetto a retrocarica ed a ripetizione*) che risale alla fine del XVI secolo.

1600. — Per la polvere nera si adotta il dosamento: *6 di nitro, 1 di carbone, 1 di zolfo.*

Questo dosamento venne riscontrato così armonico che fu mantenuto fin quasi ad oggi ed alcuni lo usano ancora sotto il nome di *dosamento antico.*

1600-1650. — Si adotta la *bacchetta di legno,* si dà forma più comoda alla cassa, si alleggerisce di molto il moschetto e scompare l'archibugio, si generalizza l'uso della cartuccia; nel 1644 Gustavo Adolfo adotta per le sue milizie la *giberna,* in luogo della bandoliera; si generalizza l'uso della baionetta infilata dentro la canna (1).

Il moschetto dell'epoca di Gustavo Adolfo (1620-1650) aveva le seguenti caratteristiche: acciarino a ruota; calibro mm. 18,5; velocità iniziale m. 230; peso del proietto di piombo gr. 30; peso della carica gr. 10; gittata massima m. 300; limite utile di tiro m. 100; caricamento in 12 tempi; celerità di tiro. in condizioni favorevoli, 1 colpo ogni 2 minuti; munizionamento, trasportato dal soldato, 40 colpi; peso del moschetto senza baionetta kg. 5.

Una brigata di Gustavo Adolfo comprendeva: 1100 picchieri e 900 moschettieri.

1700-1800. — Pur mantenendo il dosamento antico la polvere viene fabbricata con più cura e perciò si migliora la regolarità degli effetti di propulsione nelle armi. — Le armi si armonizzano nelle diverse parti, si alleggeriscono un poco, si adotta la *bacchetta di ferro.*

Il Vauban (2) trasforma la baionetta in modo da poterla tenere investita sopra la canna senza impedire il puntamento e lo sparo; conseguentemente scompaiono dagli ordinamenti militari i picchieri.

Nel 1777 si adotta in Francia un modello di fucile ben definito in tutti i congegni: calibro mm. 17,5, peso kg. 5, peso della pallottola gr. 28, peso della carica gr. 11, velocità m. 250, gittata massima m. 600, limite utile di tiro 250 m., celerità di 2 o 3 colpi al minuto. — Questo fucile, detto Mod. 1877, armò gli eserciti Napoleonici

Nel 1786 fu scoperto il clorato di potassio e nel 1788 fu scoperto il fulminato di mercurio.

---

(1) La baionetta apparve in Francia nel 1642.
(2) Nel 1703.

Basandosi sulle proprietà di questi esplosivi, detonanti all'urto ed allo sfregamento, si studiarono nuovi mezzi di accensione della carica che potessero supplire con vantaggio il fucile.

1807. — *Archibugio a percussione* detto anche *fucile a percussione* (Fig. 22). — Lo scozzese Forsith inventa l'*acciarino a percussione.*

Questo acciarino era simile nello scatto a quello a pietra focaia, però il cane aveva la testa massiccia, ricurva e leggermente convessa nella superficie d'urto; nel bacinetto, in corrispondenza del focone, veniva disposta sotto forma di granelli o di cassula di carta, la materia fulminante; all'atto dello scatto il becco del cane urtando la cassula produceva l'esplosione di questa e conseguentemente la deflagrazione della carica di propulsione.

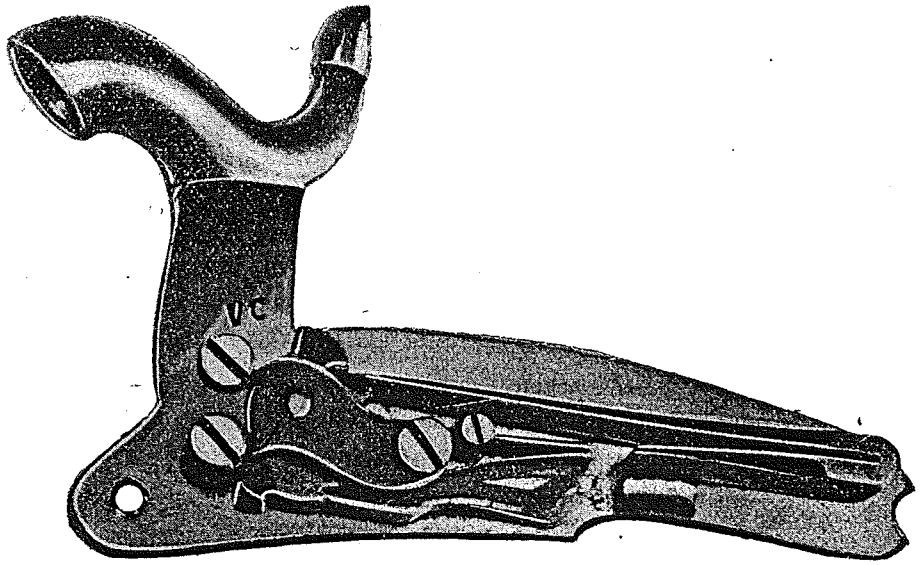


Fig. 22. — Acciarino a percussione tipo inglese.

L'*acciarino a percussione con cassula fulminante di rame* (1) offriva molti vantaggi: aboliva il bacinetto e non si doveva versare col fiaschetto una quantità di polvere d'innescamento che, ad occhio, doveva risultare $^1/_3$ del peso della carica interna di propulsione; diminuiva la possibilità degli scatti a vuoto, specialmente di quelli dovuti all'umidità della silice (2); dava rapidità d'infiammazione della carica; dava maggiore regolarità di effetti e maggior potenza balistica, essendo evitate le sfuggite di gas per il focone. Ciò non ostante, probabilmente per i pericoli nella fabbricazione e nell'uso del fulminato e delle cassule, gli eserciti tardarono ad adottare l'acciarino a percussione con cassula fulminante di rame (3).

1826-1845-1854. — *Armi ad avancarica rigate. — Studi relativi al forzamento del proietto:*

Rigatura. — Non è stato ancora chiaramente stabilito chi sia l'ideatore della rigatura della canna delle armi portatili allo scopo ben determinato

(1) La *cassula fulminante di rame* ed il *luminello* furono inventati nel 1818 dall'armaiuolo inglese Eggs.

(2) Durante la battaglia di Dresda (1813) l'influenza di una pioggia fu tale che le pietre di tutti i fucili non funzionarono.

(3) In Francia fu adottato parzialmente nel 1822 e solo nel 1840 completamente (Fig. 23), in Belgio nel 1840, in Piemonte nel 1843, in Austria nel 1854.

di dare al proietto oblungo un moto rotatorio attorno al proprio asse per assicurare la stabilità del proietto lungo la traiettoria.

Gli studi fatti dall'ingegnere Robins nel 1746 (1) vennero ripresi dal Cavalli in Italia per le artiglierie e dal Delvigne in Francia per le armi portatili, e condussero, quasi alla stessa epoca, a buoni risultati.

Il Delvigne verso il 1835 ottenne col fucile ottimi risultati pratici basandosi su tre concetti fondamentali: forzamento del proietto al fondo dell'anima — sostituzione del proiettile oblungo al proiettile sferico — forzamento del proiettile oblungo, cavo al fondello, mediante l'azione dei gas della carica di propulsione (2).

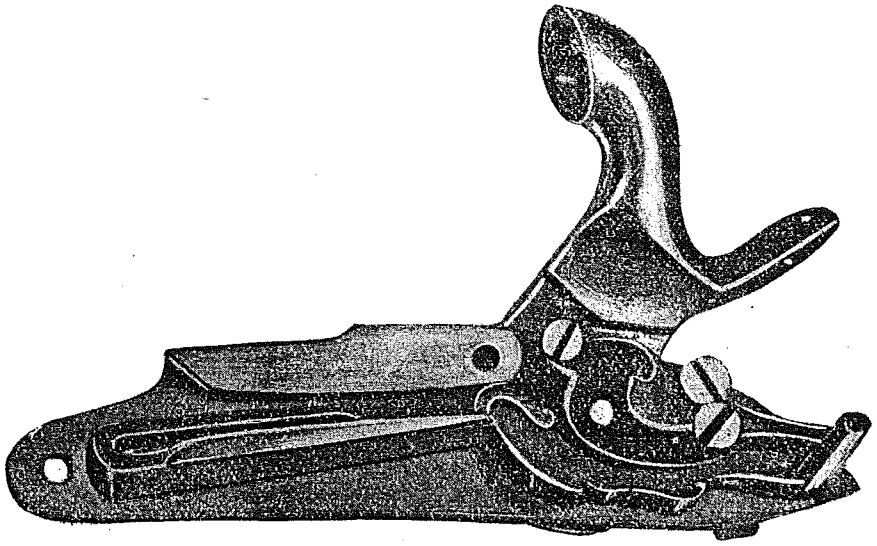


Fig. 23. — Acciarino a percussione tipo francese.

1° Forzamento del proietto per compressione iniziale. — *a*) 1826. — *Armi a vitone camerato.* — In Francia il Delvigne propone che le armi ad avancarica rigate abbiano il *vitone camerato.*

In queste armi la chiusura permanente del fondo della camera era fatta da un blocco a vitone con camera per la carica; questa camera era di diametro più piccolo

---

(1) Robins, *Mémoires sur l'Artillerie:* « Tout Gouvernement qui, après avoir étudié à fond la construction et les avantages des armes rayées, et après en avoir facilité et complété la fabrication, en introduira l'usage général dans ses armées, en appliquant une adresse convenable au maniement de ces armes, obtiendra par ce moyen une supériorité qui égalera presque tout ce qui a été obtenu à quelque époque que ce soit, par l'avantage particulier d'aucune espèce d'arme, et approchera peut-être de très-près des effets étonnants que l'histoire attribue à l'emploi des premières armes à feu ».

(2) La Biblioteca dell'Accademia Militare di Torino possiede l'opuscolo *Notice historique sur l'expérimentation et l'adoption des armes rayées à projectiles allongées,* compilato nel 1860 da Gustave Delvigne, ex-ufficiale di fanteria francese. In questa interessante pubblicazione il Delvigne si attribuisce il merito di avere, dopo lunghe peripezie, praticamente introdotto l'uso del proiettile oblungo nelle armi rigate ad avancarica; così dà notizia di un suo fucile di 15 mm. di calibro, peso kg. 3,500, proietto cilindro-conico di gr. 25 ed afferma che: « le 29 septembre 1829, mon fusil de quinze millimètres fu envoyé par ordre du ministre de la marine à Toulon pour y être experimenté ».

dell'anima, perciò risultava un risalto circolare sul quale andava a poggiare la pallottola sferica; la pallottola era di calibro più piccolo di quello dell'arma e più grande di quello della camera, sicchè introdotta nella bocca, senza difficoltà e rapidamente, giungeva al risalto; mediante colpi di bacchetta a testa incavata la pallottola, senza far variare la densità di caricamento comprimendo la polvere, si deformava alquanto, fino a prendere forzamento entro l'inizio della rigatura.

b) 1845. — *Armi a stelo.* — In Francia il Thevenin propone il *vitone a stelo* affinchè la pallottola acquisti sufficiente e regolare forzamento nelle righe.

In queste armi il vitone non ha camera, è piano e nel mezzo ha uno stelo con punta conica, lungo quanto è necessario per formare intorno ad esso la camera a polvere; la pallottola sferica è battuta colla bacchetta contro la punta, lo stelo, penetrando nella massa di piombo, la deforma con facilità e regolarità.

2° Forzamento automatico del proietto. — *c*) 1849. — *Armi con proietto a forzamento automatico per espansione.* — Il Miniè propose di tornare alle armi con o senza vitone camerato e di ottenere il forzamento del proietto, non più colla bacchetta, ma solamente all'atto dello sparo, per l'azione costante dei gas della carica.

Il proietto ad espansione sistema Miniè (1) aveva una cavità tronco-conica alla base con entro un *bossoletto* o *fondello* di ottone pure tronco-conico, ma non completamente penetrante nella cavità; sotto l'azione dei gas il fondello veniva spinto ed a guisa di cuneo allargava, forzava la parte cilindrica posteriore del proietto nelle righe, sia all'inizio, sia durante tutto il percorso del proietto nell'anima.

Col forzamento ad espansione le armi ad avancarica rigate acquistarono in potenza, precisione e giustezza, ma spesso il bossoletto, staccandosi dal proietto dentro l'anima od alla bocca, deteriorava le pareti dell'anima e, creando un pericolo per i tiratori vicini, impediva il fuoco su più righe.

d) 1852. — *Armi con proietto a forzamento automatico a compressione per inerzia.*

Lo Charrin (2), indi il Lorenz (3), proposero un proietto con due profonde scanalature circolari a sezione tale che sotto la pressione dei gas la parte posteriore del proietto potesse comprimersi sulla parte anteriore, la quale per inerzia reagiva a questa compressione per un tempo sufficiente a produrre la dilatazione e deformazione del proietto entro le righe.

Il proietto Lorenz perfezionato si disse: *pallottola austriaca* (3).

1854 — *Armi con pallottola belga.* — Il belga Peeters (4) propose di sopprimere il fondello del proietto Miniè e di far sporgere dal fondo della cavità posteriore del proietto un tronco di cono; il proietto così presentava un labbro facilmente dilatabile sotto l'azione dei gas ed al tempo stesso non si alterava di troppo la posizione del centro di gravità rispetto a quello di figura.

Il Nessler, durante la guerra di Crimea (1854-56) propose per le armi liscie un proietto cilindro-sferico (5) di piccola altezza con espansione sistema belga.

---

(1) Vedi Tav. V, n. 5.
(2) Vedi Tav. V, n. 6.
(3) Vedi Tav. V, n. 10.
(4) Vedi Tav. V, n. 9.
(5) Vedi Tav. V, n. 8.

1844. — *Adozione del fucile a retrocarica ad ago* (1). — La Prussia adotta il sistema Dreyse Mod. 44, calibro mm. 15,45, peso del proietto gr. 31, peso della carica gr. 4,8, peso della cartuccia gr. 42,5, velocità iniziale m. 300, peso dell'arma senza baionetta kg. 4,880, con baionetta kg. 5,250, alzo massimo m. 600, limite utile m. 500, celerità 5 colpi al 1'.

Per quei tempi l'arma risultò così ben studiata, così armonica, da ottenere ottimi risultati in tutte le campagne di guerra in cui venne impiegata: Insurrezione Sassone-Badese, 1848; Guerra di Danimarca, 1864; Campagna in Boemia, 1866; Campagna Franco-Germanica, 1870.

1857-1867. — *Trasformazione a retrocarica delle armi ad avancarica già in servizio — Bossolo combustibile,* Tav. VI, n. 1, 2, 3, 4 — *Bossolo metallico.* Tav. VI, n. 5, 6, 7 (2).

In Francia, mentre è quasi ultimata la fabbricazione di un nuovo fucile ad ago da mm. 11, Chassepot, si trasforma il fucile Mod. 1857 da mm. 17,8, impiegando il sistema Snider: chiusura a blocco per *cartuccia a bossolo metallico* con innesco centrale.

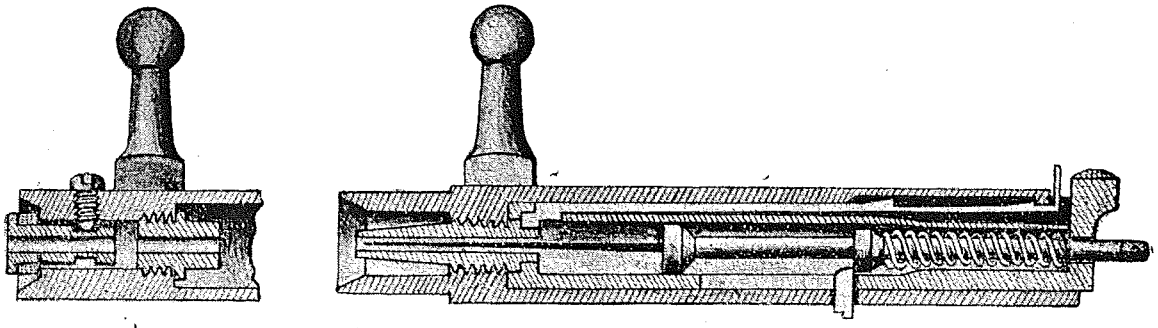
In Italia si trasforma il fucile ad avancarica Mod. 1860 nel sistema a retrocarica Carcano Mod. 66, *a cilindro e percussione ad ago.*

---

(1) 1814. — In Francia l'armaiuolo Pauly presenta a Napoleone un *fucile a retrocarica* realmente perfezionato: retrocarica, a percussione con cassula, rigato, calibro di 12 millimetri.

Questo fucile subì con esito favorevole alcune esperienze comparative col fucile Mod. 1877; però si ritenne che: *la retrocarica non assicurava perfettamente la chiusura* e che le cassule al clorato di potassio erano pericolose.

1829. — *Accensione a spillo.* — Il Dreyse, già operaio presso il Pauly a Parigi, congegna un sistema d'accensione a spillo per armi rigate ad avancarica.



1 2

Fig. 24.

1. Trasformazione Dreyse-Beck. - 2. Sezione dell'otturatore del fucile Dreyse.

1836. — *Retrocarica* (Fig. 24). — In Prussia il Dreyse riesce ad utilizzare il sistema d'accensione a spillo portando il meccanismo di percussione all'interno della culatta e della cassa e riduce la sua precedente arma ad avancarica (1829) in arma a retrocarica con *cartuccia completa, a bossolo di carta combustibile, con innesco interno.*

Da quest'epoca il *fucile a retrocarica* risulta ben definito nella forma e nelle parti principali: canna e scatola di culatta, congegno di caricamento e sparo, congegno di puntamento, cassa, fornimenti, accessori, munizioni.

(2) I dati sono desunti dal *Giornale d'Artiglieria,* anno 1869. — Le armi sono anche chiaramente descritte nel *Corso di Materiale d'Artiglieria,* vol. I, anno 1872, di G. Ellena.

1860. — *Mitragliatrice ordinaria Gatling.* — Durante la Guerra di secessione (1861-64) si ebbero in America diversi tipi di mitragliatrici (1). Il tipo Gatling a più canne risultò il migliore e con pochi perfezionamenti venne adottato da alcune Nazioni europee; con sei canne a tiro continuo dava la celerità massima di 1600 colpi al 1′; il peso dell'arma, cavalletto compreso, raggiungeva 100 kg.

1867-1874. — *Riduzione del calibro* (2) (Fig. 25). — *Nuove armi di medio calibro a bossolo metallico* (Tav. IX e X). — *Prime armi a ripetizione.*

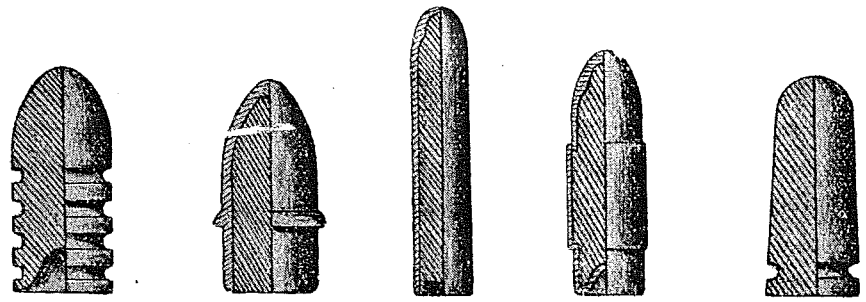


Fig. 25.

1. Proietto della cartuccia Wetterly Mod. 70. - 2. Proietto incamiciato d'ottone della cartuccia Wetterly Mod. 70/87. - 3. Proietto incamiciato di maillechort della cartuccia per armi Mod. 91. - 4. Proietto con punta rivestita d'acciaio (corazzata) e parte cilindrica avvolta con carta, tipo Rubin-Schmidt Mod. 89. - 5. Proietto tronco-conico ogivale della cartuccia tipo Henry-Martini Mod. 74.

In Francia si adotta il fucile Chassepot Mod. 66, da mm. 11, ad ago: alzo massimo m. 1200, limite utile m. 600, celerità di 6 colpi al 1′.

In Danimarca ed in Svezia, nel 1867, si adotta il fucile Remington da mm. 11 con chiusura a blocco e bossolo metallico: alzo massimo m. 1200, limite utile m. 900, celerità di 6 colpi al 1′.

In Svizzera nel 1869 si adotta il Wetterly da mm. 10,5 a percussione con bossolo metallico e *meccanismo di ripetizione con serbatoio nel fusto* (3) della cassa capace di 11 cartucce: alzo massimo m. 1000, limite utile m. 800, celerità di 12 colpi al 1′.

In Italia nel 1870 si adotta il fucile Wetterly da mm. 10,35 a caricamento successivo e bossolo metallico: alzo massimo m. 1600, limite utile m. 1000, celerità di 8 colpi al 1′ (Tav. IX).

In Germania nel 1871 si adotta il fucile Mauser da mm. 11 a caricamento successivo e bossolo metallico: alzo massimo m. 1600, limite utile m. 1200, celerità di 8 colpi al 1′.

In Francia nel 1874 si adotta il fucile Gras da mm. 11 a caricamento successivo e bossolo metallico: alzo massimo m. 1800, limite utile m. 1200, celerità di 8 colpi al 1′ (Tav. X).

1884. — *Polvere infume.* — In Francia il Wielle riesce ad ottenere una polvere infume atta all'impiego nelle armi: *la nitrocellulosa gelatinizzata.*

---

(1) Circa le prime mitragliatrici ordinarie, vedi: *Rivista d'Artiglieria e Genio*, 1884, vol. IV, « Le Mitragliatrici ».

(2) Circa il calibro si stabilisce: *grosso calibro* oltre 12 mm.; *medio calibro* da 9 mm. a 12 mm.; *piccolo calibro* meno di 9 mm.

(3) Serbatoio che rappresenta una modificazione di quello Henry-Winchester.

1884. — *Prime armi automatiche.* — Prima arma a ripetizione automatica: *Mitragliatrice automatica Maxim.* — L'americano Hiram-Maxim presenta in Inghilterra la prima arma automatica del tipo mitragliatrice ad una canna: celerità di 400 colpi al 1′, regolabile, peso dell'arma kg. 30, peso del supporto kg. 20; sebbene pesante, per essere considerata arma portatile, pure incontra favorevole accoglienza. Le esperienze, mentre dimostrano la bontà del concetto, mettono in evidenza parecchi difetti, dimodochè il Maxim ne riprende lo studio per congegnare una formidabile arma di guerra (1).

Carabina automatica (Maxim-Winchester). — Il Maxim presenta un tipo leggero d'arma automatica ottenuta trasformando la carabina Winchester. Questa carabina però non ha tutti i requisiti necessari per un'arma da fanteria; sicchè la prima applicazione del concetto dell'automaticità ai fucili, per quanto geniale, non ottiene alcun successo. Si esperimenta anche un tipo Maxim con serbatoio centrale rotante, ma i risultati sono sempre scadenti.

1886. — *Armi a piccolo calibro.* — Clamorosa adozione in Francia del fucile a ripetizione sistema Lebel da mm. 8 con carica di polvere infume (Tav. XI).

1886-1897. — *Nuove e vecchie armi a ripetizione ordinaria.* — In tutte le Nazioni si trasformano a ripetizione i fucili a caricamento successivo di medio calibro, indi si fabbricano nuovi fucili a ripetizione ordinaria di piccolo calibro da mm. 8 a mm. 6,5 (Fig. 26).



Fig. 26. — Fucile italiano Mod. 91, calibro mm. 6,5. Scala 1/13

1887. — *Armi a ripetizione automatica.* — Hiram-Maxim presenta una mitragliatrice automatica, fabbricata dalla Casa inglese Wickers a Sheffield, con canna del calibro di mm. 7,7, celerità di 400 colpi al 1′. — Il tipo Maxim (2) si dimostra subito molto adatto per arma da guerra. — I tipi d'arma automatica, per la perfezione a cui è giunta in questo ultimo ventennio la tecnica delle armi, si sono rapidamente moltiplicati sia come mitragliatrici pesanti e leggere, sia come fucili, sia come pistole.

Nel 1899 la nostra Marina da guerra adotta la *pistola automatica* Mauser: calibro mm. 7,64, velocità iniziale m. 425, peso kg. 1,290.

Nel 1908, pel primo, il Messico adotta il *fucile automatico* sistema Mondragon (3), simile al fucile a ripetizione ordinaria Mod. 1901: calibro di mm. 7, velocità iniziale m. 710, pallottola appuntita, alzo massimo m. 2600, alzo utile 1400, celerità di tiro 60 colpi al 1′, peso kg. 4,120.

---

(1) Vedi: *Rivista d'Artiglieria e Genio,* 1884, vol. IV, « Mitragliera Maxim ».

(2) Vedi: *Rivista d'Artiglieria e Genio,* 1887, vol. IV, « La Mitragliatrice Maxim », monografia ed 8 tavole.

« Le modificazioni introdotte alla mitragliatrice del 1884 sono tali da farla apparire altrettanto semplice quanto allora poteva sembrare complicata ».

(3) A sottrazione di gas; serbatoio fisso centrale, capace di 10 cartucce.

13. Conclusione. — Concludendo, l'evoluzione storica delle armi da fuoco può dividersi in sei periodi:

1281-1844. — 1° *Periodo delle armi lisce, ad avancarica, proietto sferico di grosso calibro.*

1844-1867. — 2° *Periodo delle armi rigate, ad avancarica, proietto oblungo di grosso calibro* (1).

1867-1874. — 3° *Periodo delle armi di medio calibro a retrocarica, a caricamento successivo, bossolo metallico.* (Comprende anche le armi ridotte a retrocarica).

1874-1886. — 4° *Periodo delle armi di medio calibro a ripetizione e trasformate a ripetizione.*

1886-1908. — 5° *Periodo delle armi di piccolo calibro a ripetizione. Polveri infumi.*

1887-1908. — 6° *Prime armi automatiche* (2).

I progressi nelle armi sono stati molto rapidi dal 1867 ad oggi, cioè da quando si comprese che la potenza del fucile è tanto maggiore quanto maggiore è la tensione della traiettoria, la precisione del tiro, la penetrazione del proietto; condizioni queste raggiungibili solo coll'armonico complesso del proiettile oblungo, della rigatura e della riduzione del calibro.

La retrocarica, sempre più perfezionata dai rapidi e grandi progressi delle industrie meccaniche, permise essenzialmente questo armonico complesso, migliorato di poi dalla comparsa delle polveri infumi; dimodochè: riducendo il calibro ed il peso del proietto, pur aumentandone la densità trasversale e migliorandone la forma, aumentando la velocità iniziale coll'uso di polveri meno vive e più potenti, si sono ottenute grado a grado traiettorie molto tese fino alle odierne, che coll'alzo minimo dànno luogo a profonde zone ininterrottamente battute anche per bersagli di media altezza.

---

(1) Circa il calibro si stabilisce: *grosso calibro* oltre 12 mm.; *medio calibro* da 9 mm. a 12 mm.; *piccolo calibro* meno di 9 mm.

(2) Sebbene la mitragliatrice Maxim sia apparsa nel 1884, fino al 1887 non si può annoverare come sicura ed opportuna arma da guerra.

SPECCHIO II. — **Fucili della fanteria di alcuni eserciti dal 1860 al 1905 (1).**

Anno	Sistema	Caratteristiche principali	Calibro
	ITALIA		
1860	Mod. 1860	Avancarica rigato	17,4
1866	Carcano	Trasf. a ret. ago	17,4
1870	Vetterly	Retr. a percuss.	10,35
1882	Vetterly-Bertoldo	Per la marina rip. serbatoio nel fusto	10,35
1887	Vetterly-Vitali	Trasf. rip. serb. centrale	10,35
1891	Italiano	Rip. serb. centrale	6,5
	GERMANIA		
1860	Dreyse Mod. 41	Retrocarica, ago	15,5
1871	Mauser	Retr. percuss.	11
1884	Id. Commissione	Retr. trasf. rip. fusto	11
1888	Id. Mannlicher	Ripet. serb. centr.	7,9
1898	Mauser	Id. id. id.	7,9
	RUSSIA		
1860	Krnk	Avancarica rigato	15,3
1871	Berdan N. 1-2	Retrocarica a percussore	10,7
1891	Mossine	Rip. serbatoio centrale percussore	7,6
	FRANCIA		
1860	Mod. 57	Avancarica rigato	17,8
1866	Snider	Trasf. a retroc. blocco	17,8
1866	Chassepot	Retr. ago	11
1874	Gras	Retr. a percussore	11
1878	Gras-Kropatscheck	Trasf. rip. serb. nel fusto	11
1886	Lebel	Rip. serb. nel fusto	8
	AUSTRIA		
1860	—	Avancarica rigato	13,9
1866	Wänzel	Trasf. a retr. blocco	13,9
1873	Werndl	Retr. blocco	11
1888	Mannlicher	Retr. perc. rip. serb. centr.	8
1895	Id.	Rip. serb. centr. cilindro con trasf. di movim.	8
	INGHILTERRA		
1860	Enfield	Avancarica rigato	14,7
1866	Id. trasf. Snider	Retr. blocco	14,7
1874	Henry-Martini	Retr. blocco altal. percuss.	11,5
1889	Lee-Metford N. 1-2	Rip. serb. centrale	7,7
1895	Lee-Enfield	Id. id. id.	7,7
1903	Enfield corto	Id. id. id.	7,7

(1) Questo Specchio è simile a quello dato dal *Programma analitico di Armi portatili* della Scuola d'Applicazione di Fanteria.

Per la descrizione delle armi di modello antiquato e per altri dati si consultino: *Giornale d'Artiglieria*, anno 1869, e G. ELLENA, *Corso di Materiale d'Artiglieria*, vol. I, anno 1872.

Per la descrizione delle armi dal 1870 al 1900 si consulti *Armi e Tiro*, ediz. 1902, di A. CLAVARINO; indi vedi il volume II del presente lavoro.

Segue SPECCHIO II. — **Fucili di fanteria di alcuni eserciti dal 1860 al 1905.**

Anno	Sistema	Caratteristiche principali	Calibro
	SVIZZERA		
1860	Milbank Mod. 59	Avancarica rigato	18
1867	Milbank-Amhsler	Trasf. a retrocarica	18
1869	Vetterly	Retr. percuss. rip. serb. fusto	10,5
1889	Rubin-Schmidt	Id. id. serb. centrale	7,5
1889-96	Idem	Id. modificato	
	TURCHIA		
1860	—	Avancarica rigato	—
1874	Hensy-Martini	Retr. blocco altal. percuss.	11,5
1887	Mauser	Retr. rip. serb. nel fusto	9,5
1890	Mauser	Retr. rip. serb. centr.	7,7
	BELGIO		
1860	—	Avancarica rigato	17,5
1887	Albini-Braendlin	Retr. cilindro percussore	11
1889	Mauser	Rip. serb. centrale	7,7
	STATI UNITI		
Dal 1860 al 1894	Armi di vario modello: avancarica e retrocarica		
1894	Krag-Jörgensen, retr. rip. percussore centrale		7,6
1895	*Per l'Esercito:* Lee, retr. perc. rip. serb. centr.		6
1897	*Per la Marina:* Savage retr. perc. rip. centr. a tamb.		7,6
1900	*Per la National Garde dello Stato di New-York:* Springfield, per truppe a piedi e a cavallo		7,6
1903	Id.		7,6
1903	Id. moschetto		7,6

Anno	Sistema	Caratteristiche principali	Calibro
	SPAGNA		
1860	Mod. 1859	Avancarica rigato	14,4
1866	Berdan	Trasf. a retr. cilindro percus.	14,4
1871	Remington	Retr. blocco	11
1893	Mauser	Rip. serb. centrale	7
	GRECIA		
1800 al 1903	Armi ad avancarica ed a retrocarica sistema Chassepot e Gras		11
1903	Mannlicher-Schönauer	Rip. serb. centrale	6,5
	OLANDA		
1860	—	Avancarica rigato	16,7
1871	Snider	Trasf. retr.	16,7
1887	Beaumont-Vitali	Retr. trasf. rip. Vitali	11
1895	Mannlicher	Rip. serb. centrale	6,5
	PORTOGALLO		
1886	Guèdes Kropat-scheck	Ret. con serb. nel fusto	8
1894	Mauser	Retr. ripet. serb. centr.	6,5
	GIAPPONE		
Dal 1860 al 1880	Armi di vario modello come in Europa		
1889	Mourata	Retr. perc. rip. serb. fusto	8
1806	Arisaka	Id. id. centr.	6,5
1905	Arisaka	Id. id. centr.	6,5
	CINA		
È regolamentare il fucile Lee a ripetizione modello 1884. Sono però in distribuzione fucili d'ogni modello.			
	CANADÀ		
1905	Ross	Rip. serb. centr.	7,62

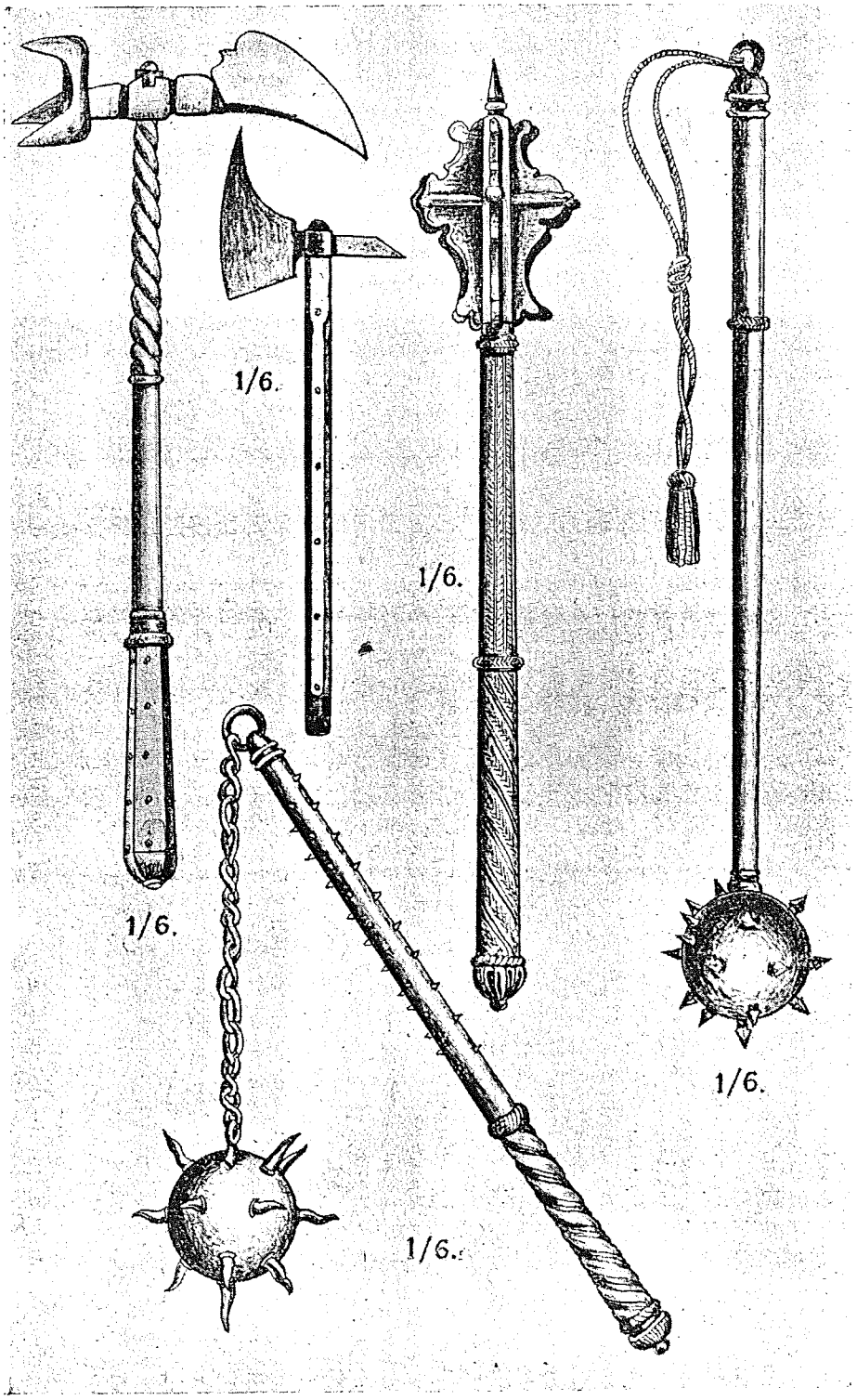
SPECCHIO III. — **Specchio cronologico dei fucili della fanteria di alcuni eserciti dal 1866 in poi** (1).

Anno	STATO	TIPO	Calibro	PESO		Velocità iniziale	SISTEMA		Celerità di tiro al minuto primo	Alzo massimo	Munizionamento trasportato dal soldato in guerra	Munizionamento del carreggio
				Proietto	Carica		di otturazione	di caricamento				
				gr.	gr.	m.			colpi	m.		
1866	Germania	Dreyse Mod. 62 (ago)	15,5	31	4,8	300	Cilindro	Successivo	4 a 5	600	Circa 40	—
»	Italia	Carcano già M. 1860 (ago)	17,4	36	4,5	310	Id.	Id.	4 a 5	600		—
»	Francia	Snider (già Mod. 1857)	17,8	36	—	290	Blocco	Id.	4 a 5	600		—
»	Inghilterra	Enfield-Snider	14,7	31,1	—	330	Id.	Id.	4 a 5	920		—
»	Russia	Krnk	15,3	36,9	—	310	Id.	Id.	4 a 5	—		—
»	Austria	Wänzel	13,9	29,7	—	390	Id.	Id.	4 a 5	600		—
»	Svizzera	Milbank Amhsler	18	40	—	300	Cilindro	Id.	4 a 5	—		—
»	Olanda	Snider	17,5	—	—	300	Blocco	Id.	4 a 5	—		—
1866	Francia	Chassepot (ago)	11	25	5,5	400	Cilindro	Successivo	6	1200	Circa 40	—
1867	Danimarca	Remington	11	15,5	4,7	450	Blocco	Id.	6	1200		—
»	Svezia	Id.	11	15,5	4,7	450	Id.	Id.	6	1200		—
1869	Svizzera	Wetterly	10,5	24	5,0	400	Cilindro	Ripet.	12	1000		—
1870	Italia	Id.	10,35	20	4,0	435	Id.	Successivo	8	1600		—
1871	Germania	Mauser	11	25	5,8	535	Id.	Id.	8	1600		—
»	Russia	Berdan N. 2	11,7	24,1	5,6	440	Id.	Id.	8	1560		—
»	Inghilterra	Henry-Martini	11,5	31,1	5,5	415	Blocco	Id.	8	1180		—
1873	Austria	Werndl	11	20,3	4,0	440	Id.	Id.	6	1000		—
»	Spagna	Remington	11	25,1	5,0	440	Id.	Id.	6	1200		—
1874	Francia	Gras	11	25	5,2	450	Cilindro	Id.	8	1800		—
1878	Francia	Gras Kropatscheck	11	25	5,2	450	Cilindro	Ripet.	12	1800	Circa 80	—
»	Austria	Kropatscheck	11	25	—	—	Id.	Id.	12	—		—
»	Grecia	Gras	11	25	5,2	450	Id.	Successivo	8	1800		—
1882	Italia	Wetterly-Bertoldo p. m.	10,35	16	2,4	435	Id.	Ripet.	12	1400		—
1884	Germania	Mauser-Commissione	11	25	—	535	Id.	Id.	12	1600		—
1887	Italia	Wetterly-Vitali	10,35	16	2,4	615	Id.	Id.	12	1800	96	—
1887	Turchia	Mauser	9,5	19	3,7	535	Id.	Id.	12	1600	80	

1886-(93)	Francia	Lebel	8	12,8	3	700	Cilindro	Ripet.	12	2000	120	184
1886	Portogallo	Guèdes-Kropatscheck	8	16	2,30	605	Id.	Id.	12	2200	80	—
1888-(90)	Austria	Mannlicher	8	15,8	2,75	620	Id.	Id.	18	2250 (2)	130	—
1888	Germania	Mauser-Mannlicher	7,9	14,5	2,75	620	Id.	Id.	18	2000	120	—
»	Bulgaria	Mannlicher	8	15,8	2,75	620	Id.	Id.	18	2250 (2)	—	—
1889	Danimarca	Krag-Jörgensen	8	14,4	2,60	620	Id.	Id.	14	1500	—	—
»	Inghilterra	Lee-Metford tipo I	7,7	10	1,95	670	Id.	Id.	14	2000 (3)	100	—
»	Belgio	Mauser	7,7	14,1	2,40	600	Id.	Id.	18	2000	120	100
1889-(96)	Svizzera	Rubin-Schmidt	7,5	13,7	1,90	620	Id.	Id.	19	2000	150	—
1889	Giappone	Mourata	8	10	2,20	605	Id.	Id.	12	2000	120	—
1890	Turchia	Mauser	7,7	13,8	2,65	650	Id.	Id.	18	2000	150	—
1891	Inghilterra	Lee-Metford tipo II	7,7	14	1,95	610	Id.	Id.	14	2000 (3)	100	—
»	Russia	Mossine	7,6	13,7	2,22	630	Id.	Id.	18	1900	120	135
»	Italia	Italiano	6,5	10,45	2,23	700	Id.	Id.	20	2000	168	132
»	Rep. Argentina	Mauser	7,7	13,8	2,60	630	Id.	Id.	18	2000	150	200
1893	Rumenia	Mannlicher	6,5	10,40	2,55	710	Id.	Id.	18	2000	160	50
»	Spagna	Mauser	7	11,20	2,45	710	Id.	Id.	18	2000	150	—
1894	Norvegia	Krag-Jörgensen	6,5	10,10	2,30	720	Id.	Id.	18	2200	150	130
1895	Olanda	Mannlicher	6,5	10,15	2,35	720	Id.	Id.	18	2000	160	—
»	Austria e Bulgaria	Id.	8	15,8	2,75	620	Id.	Id.	18	2250 (2)	120	200
»	Stati Uniti d'Am.	Lee (per la marina)	6	7,26	2,10	770	Prisma	Id.	18	1800	180	—
»	Inghilterra	Lee Enfield	7,7	14	2,50	670	Cilindro	Id.	14	2000 (3)	100	—
1896	Svezia	Mauser	6,5	10,10	2,60	730	Id.	Id.	18	2000	150	30
1897	Giappone	Arisaka	6,5	10,50	2,10	700	Id.	Id.	18	2000	200	50
1898	Germania	Mauser	7,9	14,79	2,63	645	Id.	Id.	18	2000	150	162
1899	Serbia	Id.	7	11,2	2,45	745	Id.	Id.	18	2000	150	160
1900	Stati Uniti d'Am.	Springfield	7,6	14,26	2,81	700	Id.	Id.	18	2000	120	—
1901	Messico	Mondragon (automatico)	5	6,10	—	810	Id.	Id.	60	—	—	—
1903	Inghilterra	Lee Enfield corto	7,7	13,9	2,8	610	Id.	Id.	18	2000 (3)	150	120
»	Stati Uniti d'Am.	Springfield	7,6	14,26	2,81	670	Id.	Id.	18	1800	120	180
»	Grecia	Mannlicher-Schönauer	6,5	10,50	2,45	730	Id.	Id.	18	2000	150	—
1905	Portogallo	Mauser-Mannlicher	6,5	—	—	—	Id.	Id.	18	2000	120	130
»	Giappone	Arisaka	6,5	10,5	2,10	730	Id.	Id.	18	2000	200	—
»	Canadà	Ross	7,6	—	—	710	Id.	Id.	18	2100	—	—
1908	Messico	Mondragon (automatico)	7	10	2,40	710	Id.	Id.	60	2600	—	—

(1) Questo Specchio è simile a quello dato dal *Programma analitico di Armi portatili* della Scuola d'Applicazione di Fanteria.
Per la descrizione delle armi di modello antiquato e per altri dati si consultino: *Giornale d'Artigliera*, anno 1869, e G. Ellena, *Corso di Materiale d'Artiglieria*, vol. I, anno 1872. — Per la descrizione delle armi dal 1870 al 1900 si consulti *Armi e tiro*, edizione 1902, di A. Clavarino; indi vedi il volume II del presente lavoro.
(2) Graduazione a *passi*, m. 0,750. (3) Graduazione ad *yards*, m. 0,914.

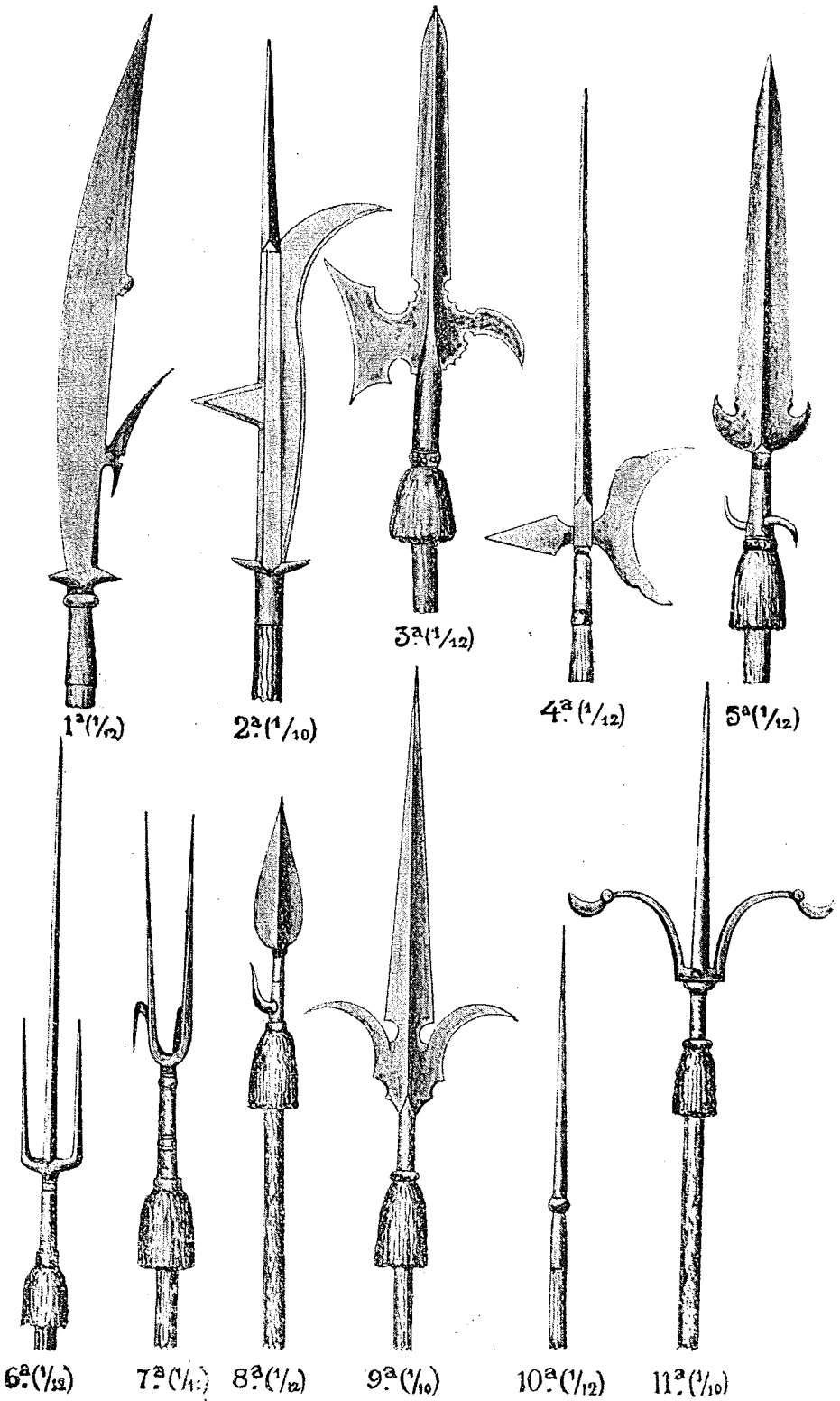
TAVOLA I.



Da sinistra a destra:

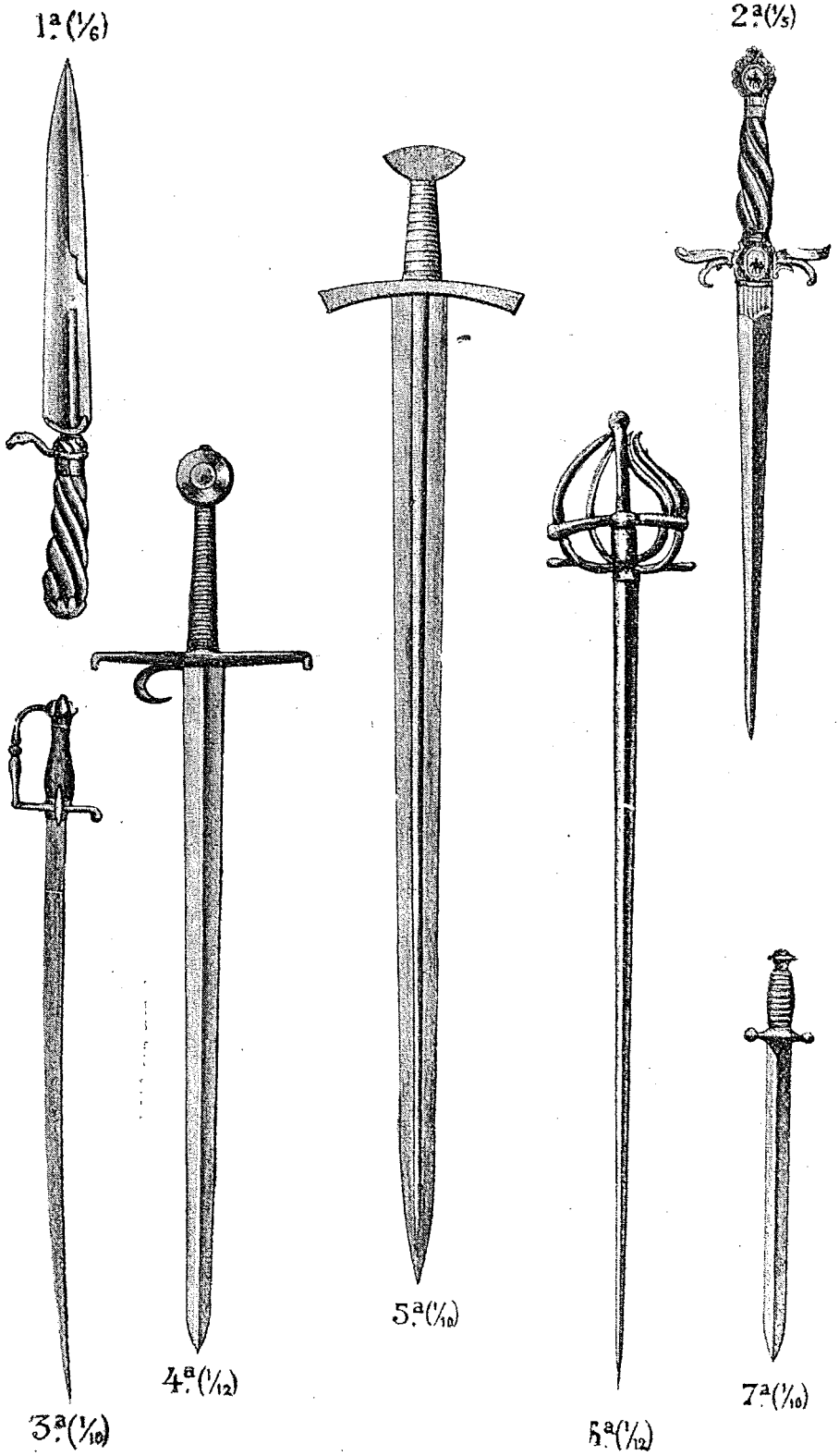
1. Martello d'arme del secolo XVI.
2. Scure d'arme.
3. Mazza d'arme del secolo XVI.
4. Mazza di ferro del secolo XVI.
5. Mazza-frusto.

TAVOLA II.



1ª Falcione del secolo XIII.
2ª Roncone del secolo XIII.
3ª Alabarda del secolo XV.
4ª Alabarda con spuntone del secolo XVII.
5ª Partigiana del secolo XV.
6ª Spiedo del secolo XVI.
7ª Forcone del secolo XV.
8ª Picca del secolo XV.
9ª Corsesca del secolo XV.
10ª Spuntone del secolo XVI.
11ª Buttafuoco del secolo XVI.

TAVOLA III.



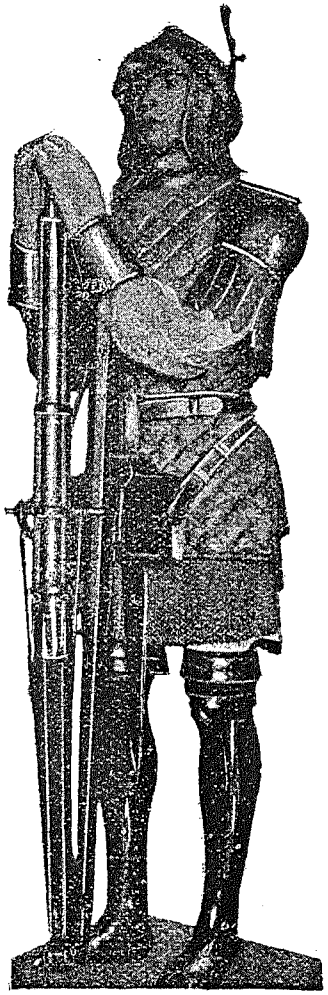
1ª Coltello del secolo XVII.
2ª Pugnale del secolo XVI.
3ª Sciabola dei secoli XVIII e XIX.
4ª Spada del secolo XIII.
5ª Spadone a due mani del sec. XIII.
6ª Spada del secolo XVI.
7ª Daga del secolo XIX.



1
Armatura del XIV secolo.

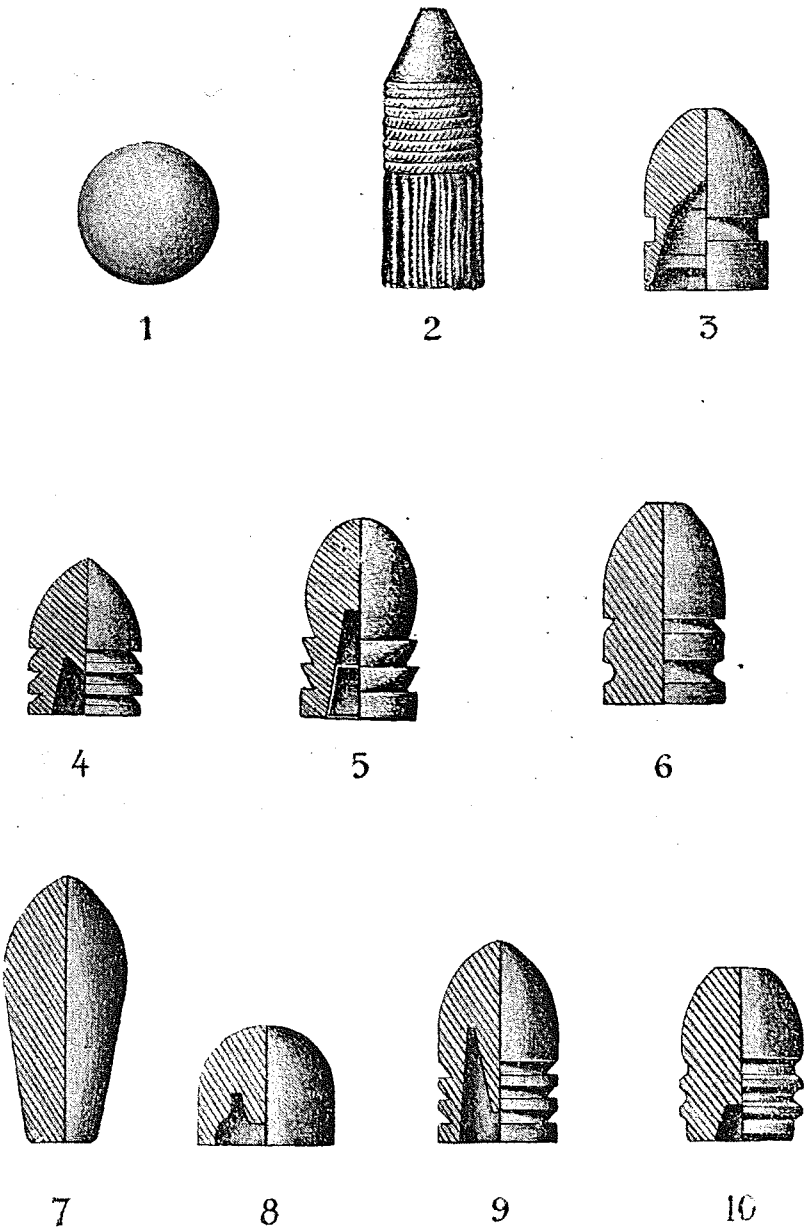


2
Balestriere del XIV secolo.



3
Archibugiere del XV secolo.

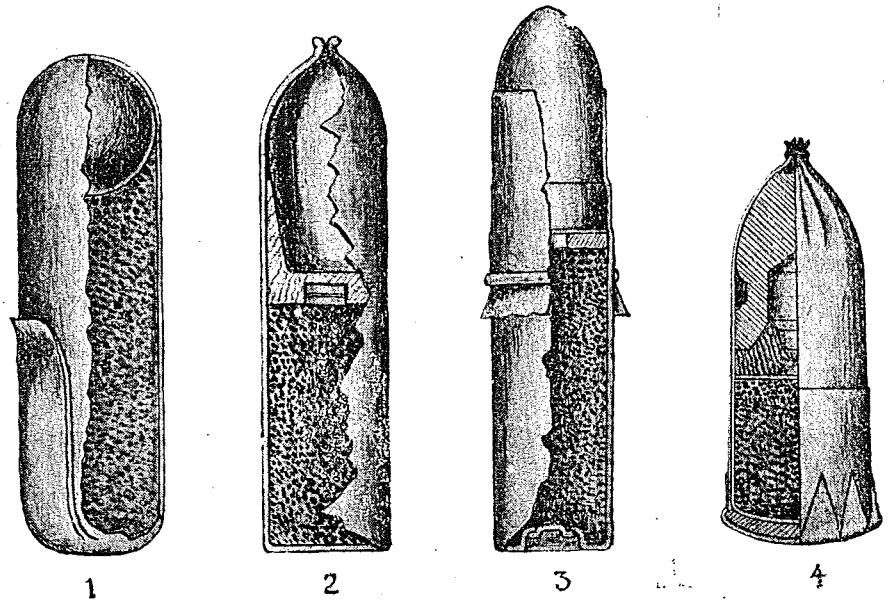
TAVOLA V.

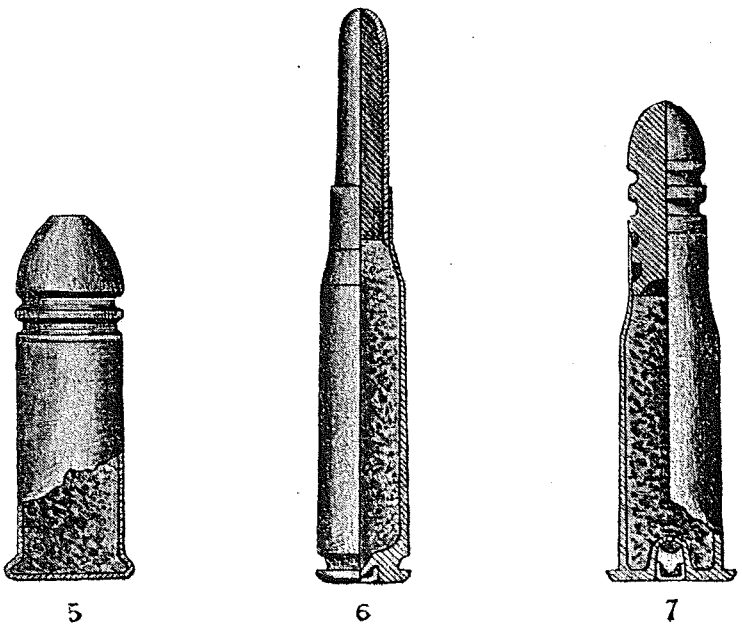


PROIETTI DI GROSSO CALIBRO PER ARMI AD AVANCARICA LISCE E RIGATE:

1. Proietto sferico.
2. Id. conico, Charrin, 1832.
3. Id. oblungo, Miniè, per armi a stelo, Mod. Tevenin, 1845.
4. Id. id. Tamisier, per armi a stelo, 1846.
5. Id. ad espansione automatica, Miniè, 1849.
6. Id. a compressione automatica, Charrin, 1852.
7. Id. biogivale, Dreyse, 1844.
8. Id. ad espansione automatica, per armi lisce, Nessler, 1855.
9. Id. id. id. tipo belga, Peeters, 1854.
10. Id. a compressione ed espansione automatica, tipo austriaco, Lorenz, 1852.

TAVOLA VI.

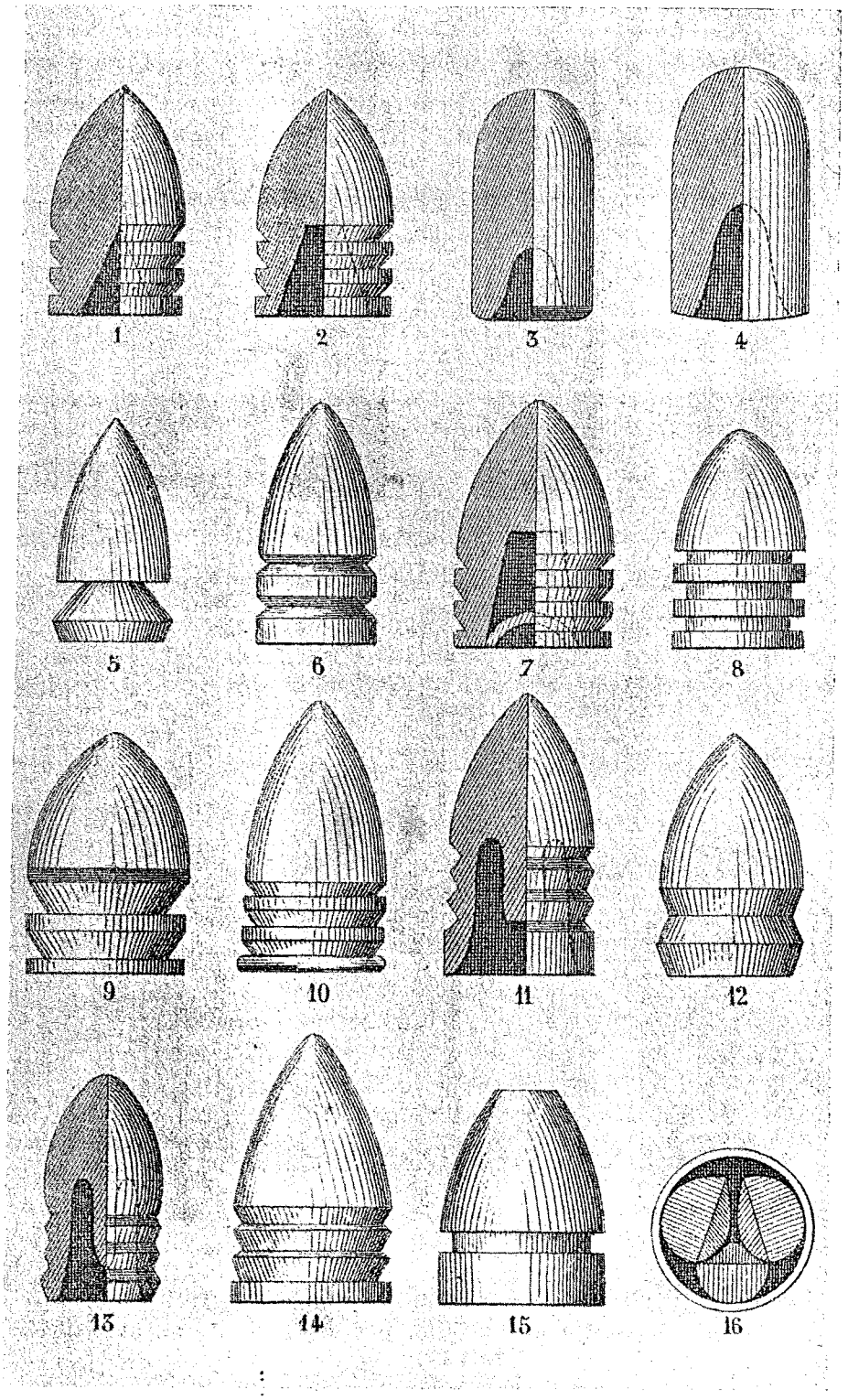




CARTUCCE A BOSSOLO COMBUSTIBILE ED A BOSSOLO METALLICO:

1. Cartuccia a bossolo combustibile, per fucile liscio ad avancarica.
2. Id. id. id. con innesco *interno*, per fucile rigato a retrocarica, tipo ad ago Dreyse.
3. Id. a bossolo combustibile, tipo ad ago Chassepot.
4. Id. id. id. con innesco *interno* per fucile rigato a retrocarica, tipo ad ago Carcano Mod. 66.
5. Id. a bossolo metallico con innesco *periferico*, tipo Lorenz.
6. Id. id. id. id. *centrale ordinario* (Berdan), tipo italiano Mod. 91.
7. Id. a bossolo metallico con innesco *centrale di sicurezza* (Boxer), tipo italiano Mod. 70.

TAVOLA VII (1).

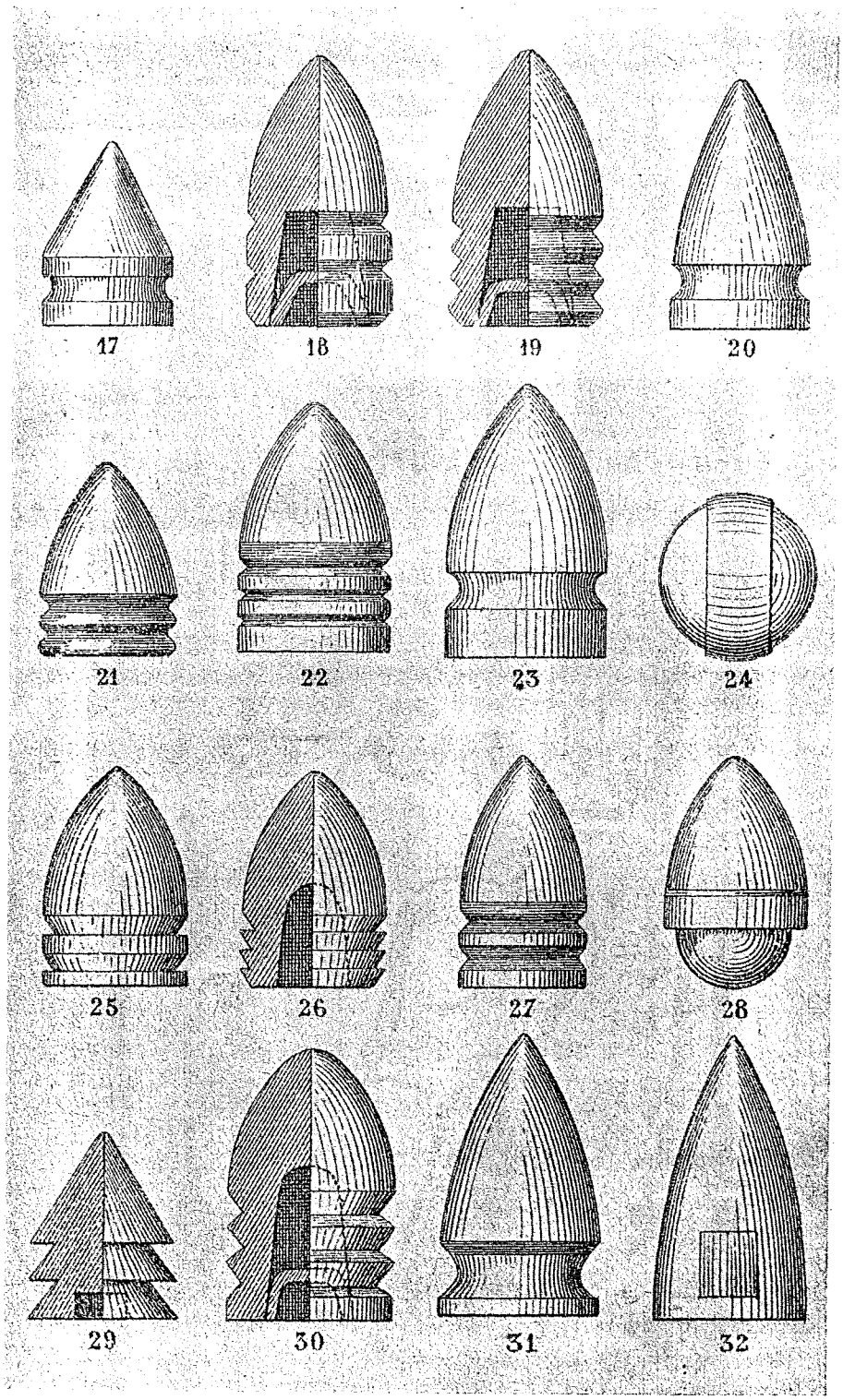


PROIETTI ALLUNGATI IN SERVIZIO PRESSO ALCUNI ESERCITI VERSO LA METÀ DEL SECOLO XIX.

1-2. Francia-Piemonte. — 3-4. Inghilterra. — 5. Anhalt-Dessan. — 6. Austria. 7. Francia-Piemonte. — 8-9. Baviera. — 10-11. Belgio. — 12. Danimarca. — 13. Spagna. 14-15-16. Francia.

(1) G. DELVIGNE, *Armes rayées*. Ediz. 1860 (riproduzione).

TAVOLA VIII (1).

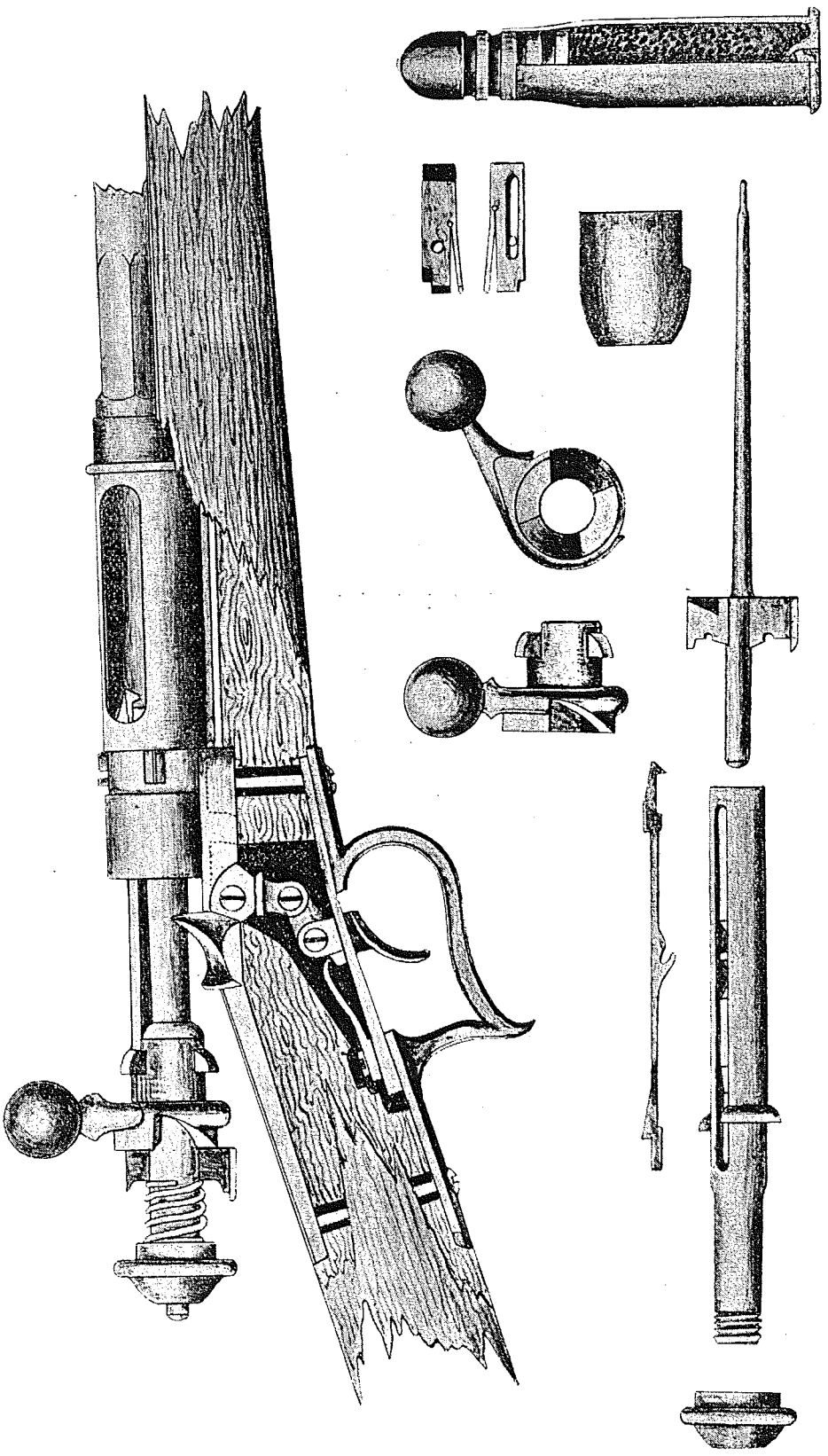


Segue: PROIETTI ALLUNGATI IN SERVIZIO PRESSO ALCUNI ESERCITI VERSO LA METÀ DEL SECOLO XIX.

17. Annover. — 18. Elettorato di Hesse. — 19. Granducato di Hesse. — 20. Olanda. 21. Mechlenburgo. — 22. Nassau. — 23. Norvegia. — 24-25-26. Oldenburgo. 27-28-29-30. Prussia. — 31-32. Russia.

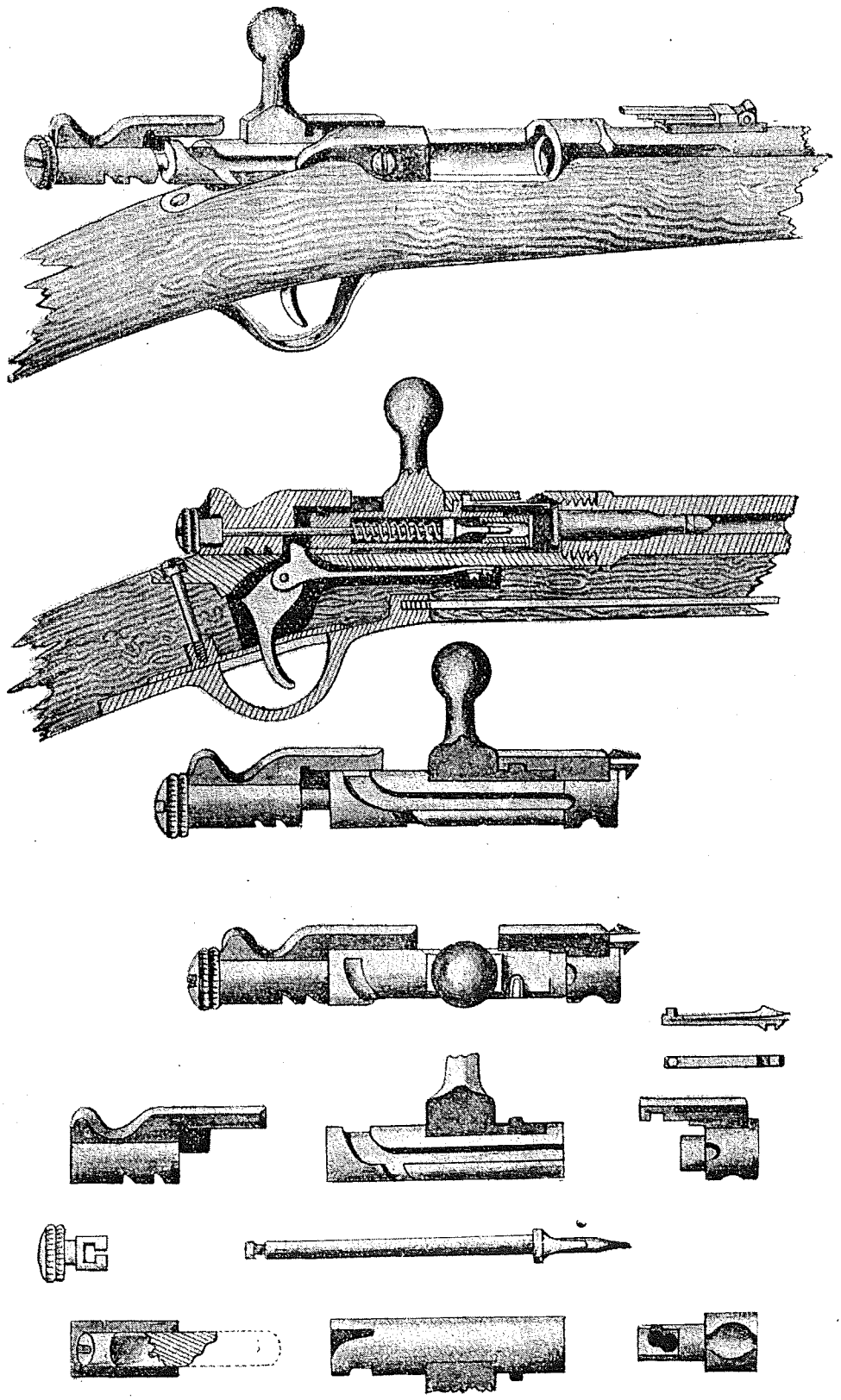
(1) G. DELVIGNE, *Armes rayées*. Ediz. 1860 (riproduzione).

TAVOLA IX.



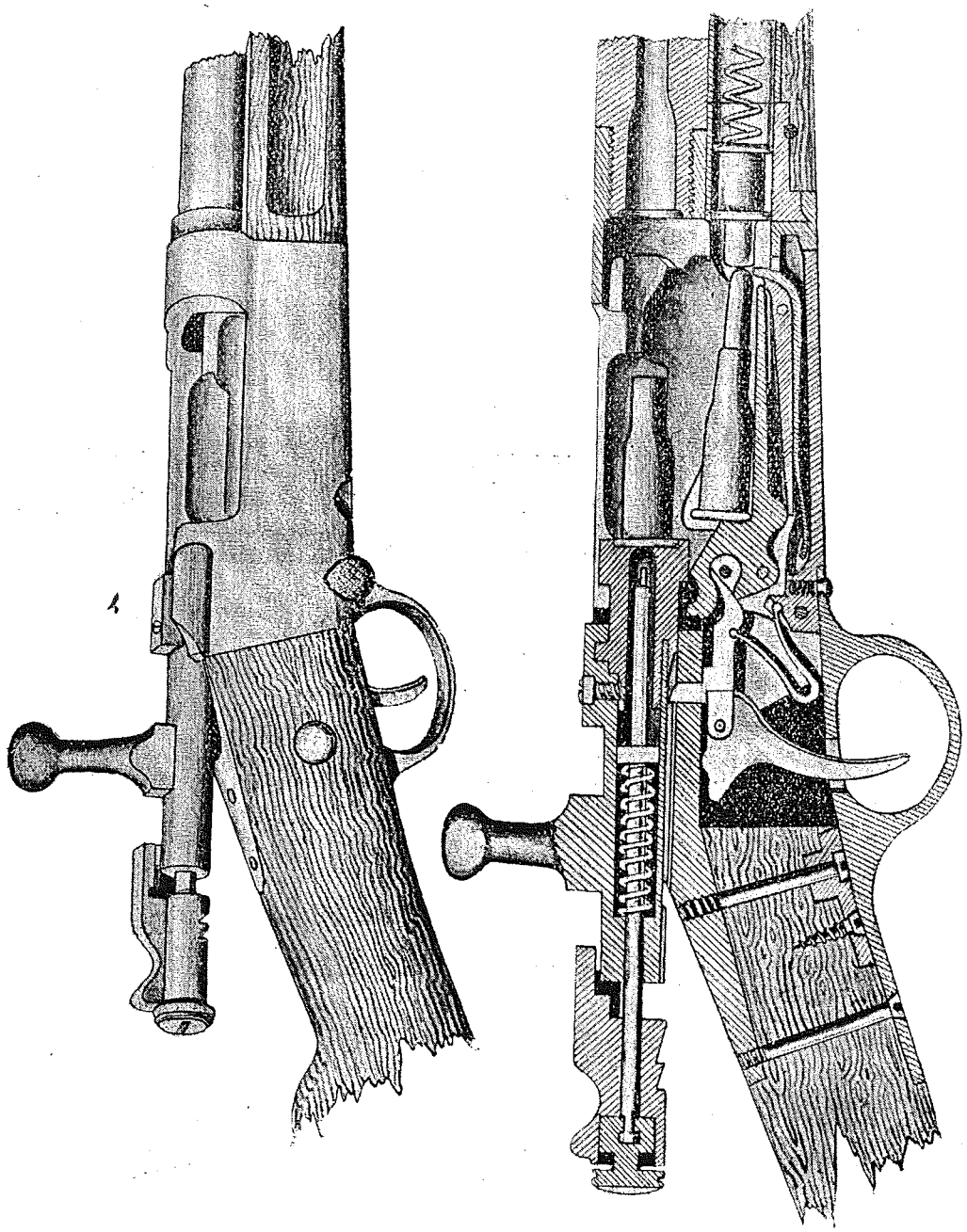
FUCILE ITALIANO, WETTERLY MOD. 1870.

TAVOLA X.



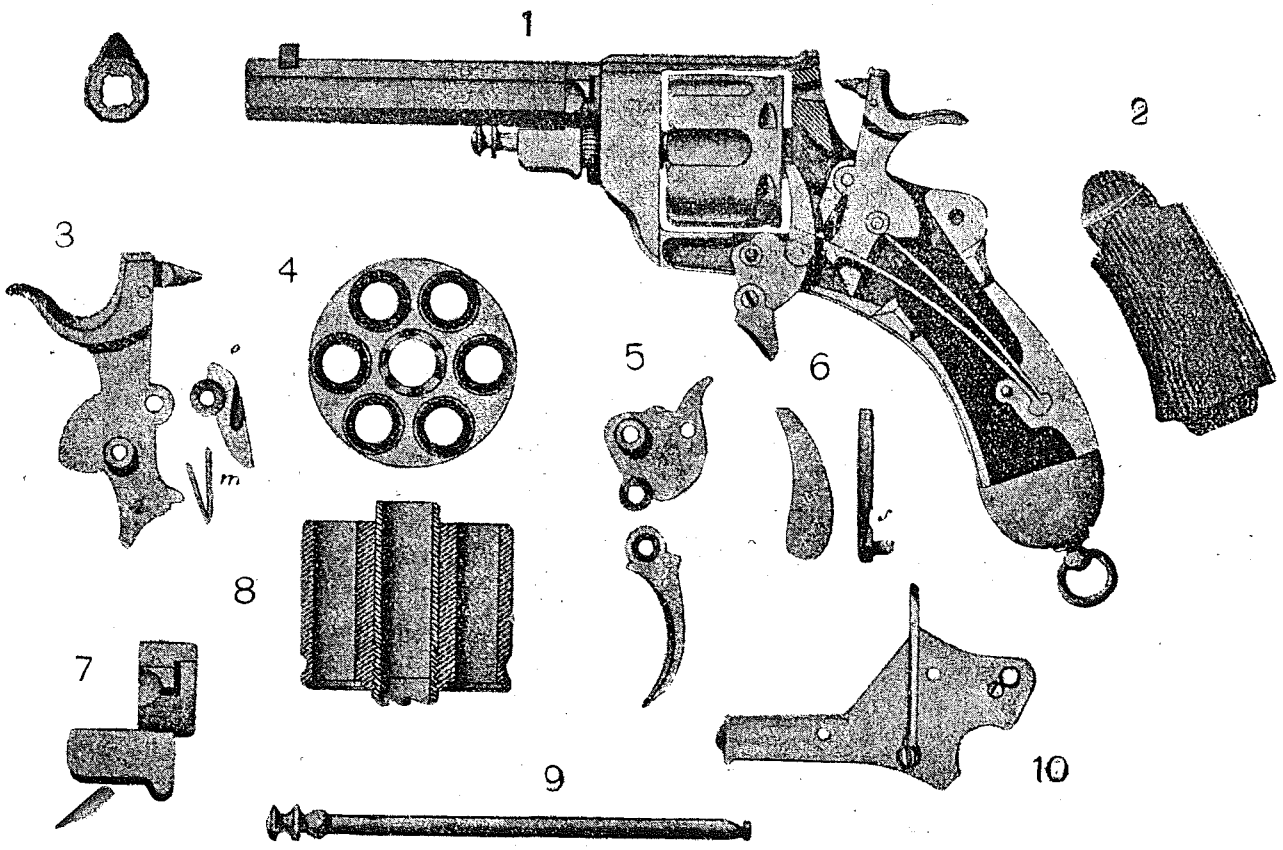
FUCILE FRANCESE, GRAS MOD. 1874.

TAVOLA XI.



FUCILE FRANCESE, LEBEL MOD. 1886.

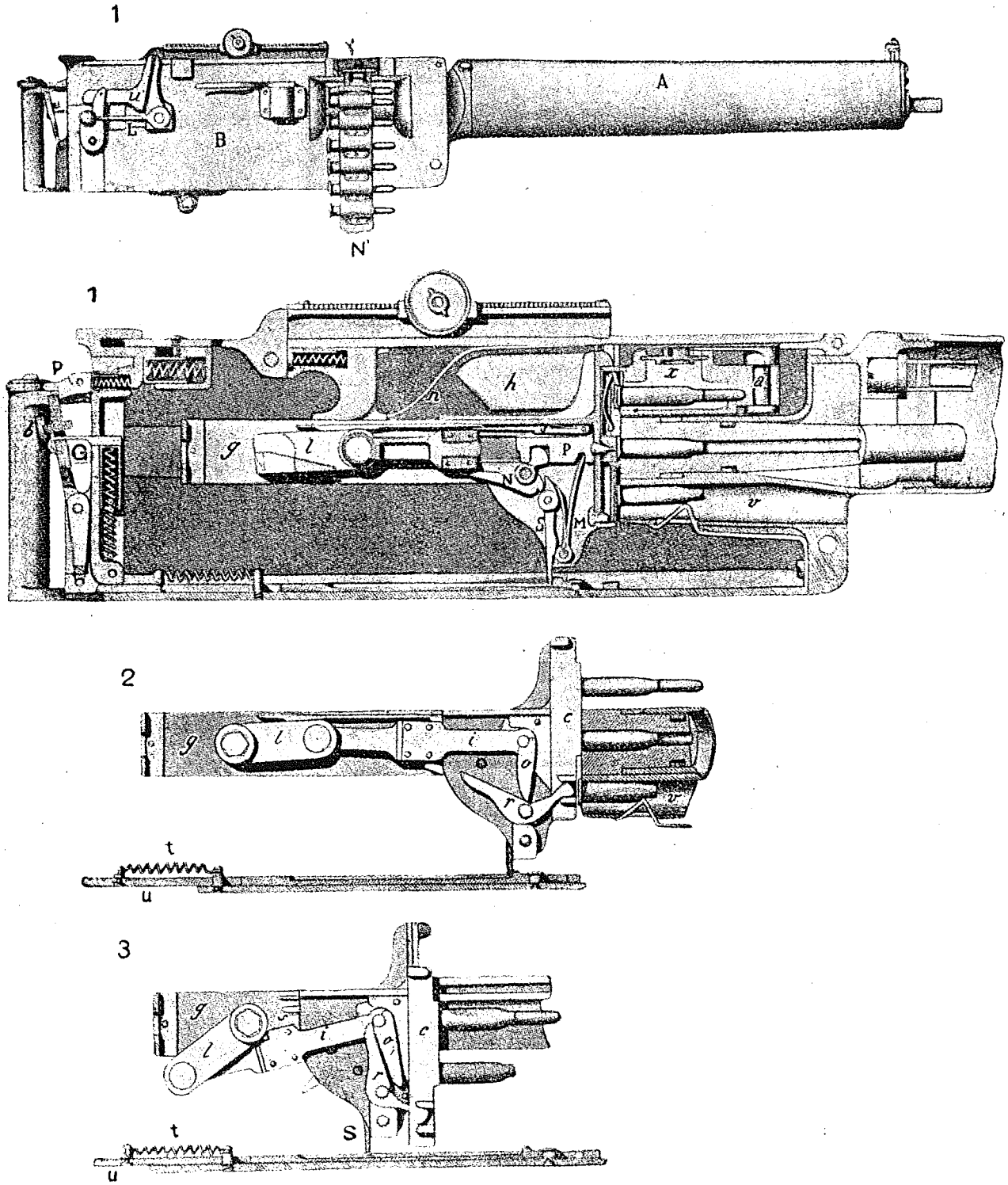
TAVOLA XII.



PISTOLA A ROTAZIONE MOD. 1889 (ITALIA), calibro mm. 10,35.

1. Pistola e congegno di caricamento e sparo (pistola sprovvista della cartella e della guancia).
2. Guancia sinistra.
3. Cane-noce.
4. Cilidro.
5. Grilletto e scatto.
6. Bocciolo.
7. Ghiera per la bacchetta.
8. Cilindro (sezione).
9. Bacchetta.
10. Cartella con molla di sicurezza.

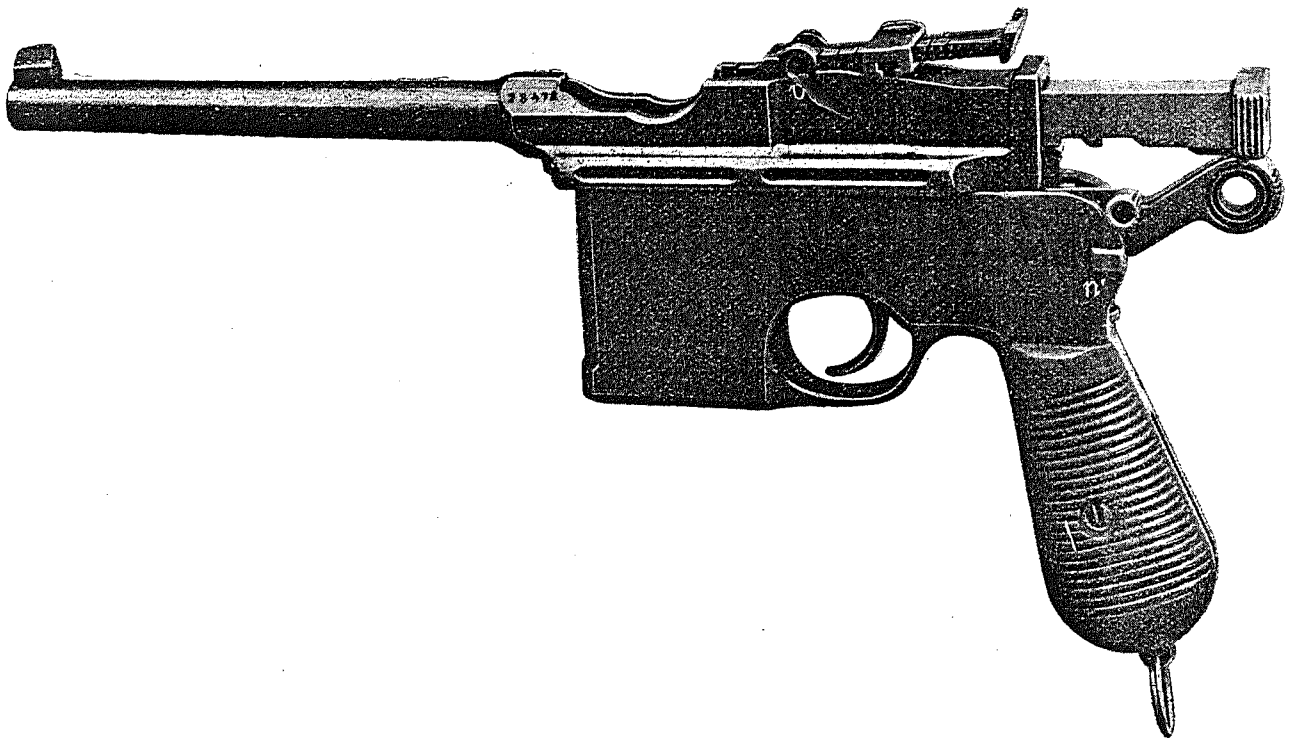
TAVOLA XIII.



MITRAGLIATRICE AUTOMATICA MAXIM MOD. 1897, calibro mm. 10,35.

Veduta complessiva; arma pronta per lo sparo.

1. Congegno di caricamento e sparo nell'istante in cui il proietto inizia il percorso nell'anima.
2. Otturatore chiuso.
3. Otturatore aperto al massimo rinculo.



PISTOLA AUTOMATICA MAUSER MOD. 1899, calibro mm. 7,63.

Arma nella posizione per rifornire il serbatoio.

CAPITOLO II.

Generalità sulle attuali armi da fuoco portatili a ripetizione ordinaria ed automatica.

1. Armi a ripetizione e loro successivi perfezionamenti. — Il bossolo metallico, dando la chiusura ermetica automatica e permettendo la fabbricazione di una cartuccia di grande regolarità d'effetti, aveva completato i vantaggi della retrocarica ed accresciuta la celerità fino ad 8 colpi al minuto, perciò effettivamente si può dire che verso il 1875 i principali eserciti possedevano un armamento portatile di grande potenza (1).

Frattanto in America, in Inghilterra, in Svizzera s'erano già provati dei *meccanismi di ripetizione* coi quali accelerando l'esecuzione della carica si aumentava la rapidità di tiro dell'arma; ma l'opposizione a questi nuovi sistemi era quasi generale, quando, noti i risultati della guerra Russo-Turca (1877-78), vennero in evidenza i vantaggi della carabina Henry-Winchester a ripetizione (2), adoperata da alcuni reparti turchi, rispetto al fucile Berdan a caricamento successivo, adoperato dai russi.

Sorse allora vivissima la *questione della ripetizione,* ripetizione che realmente presentava degli inconvenienti, dei quali alcuni venivano accentuati ad arte dagli oppositori ed altri erano effettivamente inerenti al tipo d'armamento allora in uso ed allo stato tecnico degli esplosivi e dell'industria.

Si temeva che, anche curando il puntamento, la celerità di tiro desse un consumo di cartucce tale da rimanere in breve tempo senza munizioni sul campo di battaglia, che l'impiego ed il maneggio dell'arma a ripetizione ostacolassero grandemente la disciplina del fuoco, che i nuovi congegni complicando l'arma potessero spesso, in causa di facili guasti, inutilizzare l'arma anche per l'esecuzione del caricamento successivo; ma evidentemente con opportuni e semplici mezzi d'*arresto di ripetizione* (3), con l'istruzione assidua ed accurata della truppa, con un conveniente aumento di munizioni, colla semplicità dei congegni, questi inconvenienti erano facilmente eliminabili.

Gli inconvenienti reali invece erano:

a) *il fumo,* che dopo pochi colpi copriva e tiratori e bersaglio, impedendo reciprocamente agli avversari d'avantaggiarsi del tiro molto celere;

(1) Alcuni ritengono che l'efficacia del fuoco di fanteria fosse divenuta dieci volte maggiore che all'epoca napoleonica.

(2) Serbatoio contenente 14 cartucce situato nel fusto della cassa. Contando la cartuccia contenuta nella cassetta ed un'altra nella camera della canna, si poteva ottenere una ripetizione di 16 colpi.

(3) Congegni d'indicazione pel serbatoio chiuso od aperto.

b) *il medio calibro;* poichè la pallottola del calibro 11 mm., pesando circa 25 gr., dava luogo ad una cartuccia a bossolo metallico pesante circa 40 gr. (1) e perciò limitava il munizionamento individuale trasportato dal soldato a circa 80 cartucce, quantità insufficiente ai bisogni d'un serio combattimento, ed altresì non permetteva di applicare serbatoi centrali capaci di oltre 4 cartucce, a meno d'appesantire eccessivamente l'arma sia con grossi serbatoi, sia con serbatoi longitudinali non prontamente ricaricabili:

c) *l'impiombatura della canna;* poichè, con la successione rapida di molti colpi, il forte riscaldamento della canna accentuava moltissimo la cosiddetta *impiombatura,* che non si poteva evitare incamiciando il proietto, ostacolando ciò l'uso della polvere fumigena per le fecce e per la limitata potenza balistica.

In queste condizioni apparvero, accolte con grandi titubanze, le adozioni dei sistemi a ripetizione; Wetterly Mod. 69, in Svizzera; Mauser Mod. 84, in Germania; Lee Mod. 84, in Inghilterra.

Tutte le obbiezioni ed esitanze, di carattere tattico e di carattere tecnico, perderono il loro valore coll'impiego della polvere infume fatta palese nel 1884 dal Wielle al Governo francese.

Questo nuovo esplosivo coll'assenza di fumo e di fecce, colla sua grande potenza balistica e regolarità d'effetti, permise di aumentare la velocità iniziale e quella di rotazione del proietto e perciò di allungare il proietto diminuendone contemporaneamente il peso ed il calibro e permise d'incamiciare il proietto per evitare l'impiombatura.

Così in Francia apparve clamorosamente il fucile Lebel Mod. 1886, di calibro 8 mm., a ripetizione, con serbatoio nel fusto capace di 8 cartucce a polvere infume e proietto completamente incamiciato, con dotazione presso il soldato di 120 cartucce.

D'allora tutti gli eserciti si affrettarono ad adottare la ripetizione ed il piccolo calibro, tanto più che la tecnica delle armi poteva fornire svariati meccanismi (2) e risolveva infine benissimo il problema dell'esecuzione della carica a ripetizione col serbatoio centrale fisso a caricamento multiplo e con meccanismi d'otturazione di spedito e sicuro impiego.

Si esamini lo Specchio III del precedente Cap. I e lo Specchio V: « Dati principali delle parti dei fucili di alcuni eserciti » del seguente Cap. IV.

2. Condizioni generali alle quali debbono soddisfare attualmente le armi da fuoco portatili. — Per l'armamento di guerra l'arma da fuoco portatile deve soddisfare a condizioni, alcune delle quali sono antagoniste, che si possono distinguere in due categorie:

1ª Condizioni relative al servizio: *Robustezza - Facilità di maneggio e di trasporto - Sicurezza e rapidità nell'impiego - Facilità e precisione di puntamento.*

2ª Condizioni relative al tiro: *Tensione della traiettoria molto grande - Giustezza e precisione di tiro - Efficacia del fuoco.*

---

(1) La cartuccia a bossolo di carta del fucile Chassepot da mm. 11 aveva la pallottola di gr. 25 e pesava gr. 31,8.

(2) Circa i successivi perfezionamenti nei sistemi di ripetizione, vedi seguente Capitolo IV, dal N. 15 al N. 27.

— 1° CONDIZIONI RELATIVE AL SERVIZIO:

a) *Robustezza:* affinchè l'arma possa resistere all'uso durante una campagna di guerra - a quello continuo in servizio ordinario - alle percosse che può ricevere per cause accidentali - al tormento dello sparo di molti colpi - al possibile impiego come arma da punta. La robustezza dipende dalle dimensioni e dalla bontà dei materiali impiegati per la fabbricazione, dalla loro lavorazione e facilità di conservazione.

b) *Facilità di maneggio e di trasporto:* affinchè il soldato, anche se di limimata intelligenza, possa in breve tempo adoperare esattamente e con facilità l'arma, possa eseguire senza difficoltà i movimenti della carica e del puntamento in posizioni diverse, possa scomporre e ricomporre l'arma per pulirla o ripararla in qualche parte di ricambio.

Qui entrano in funzione molte caratteristiche dell'arma, delle quali le principali sono: *il peso* dell'arma, che, senza sciabola-baionetta, deve risultare inferiore a kg. 4 - *la lunghezza* dell'arma, che deve permettere il fuoco su due righe e deve altresì possedere un conveniente raggio d'azione come arma da punta senza richiedere una lunga baionetta; quindi la lunghezza dell'arma non deve essere inferiore a m. 1,25.

Per le pistole si ritiene opportuno che il peso non superi kg. 1 e la lunghezza m. 0,20.

c) *Sicurezza e rapidità nell'impiego:* affinchè nello sparo, nel maneggio per caricare l'arma od in quello con l'arma carica, non si verifichino danni, nè vi sia pericolo per il tiratore ed i tiratori vicini; affinchè l'arma possa rapidamente passare da uno all'altro degli stati che può assumere (1).

Questa sicurezza e rapidità nell'impiego dipendono dalla bontà del sistema d'otturazione, di scatto e di ripetizione, dalla giusta relazione fra la velocità del proietto e la velocità di rinculo dell'arma. Se la velocità di rinculo dell'arma fosse superiore a m. 3 al 1″, con un'arma rigida pesante kg. 4, la spalla del tiratore risentirebbe una percossa molto violenta e perciò dannosa all'individuo e conseguentemente al tiro.

Ricordiamo dalla meccanica razionale che se:

P = peso dell'arma, in kg.
p = peso del proietto, in kg.
v = velocità di rinculo dell'arma, in m. al 1″
V = velocità iniziale del proietto, in m. al 1″,

per il principio dell'invariabilità di posizione del centro di gravità (2) e per quello delle quantità di moto, le quantità di moto del proietto e dell'arma, fino al momento in cui il proietto abbandona l'arma, sono sempre uguali, cioè:

$$M \cdot v = m \cdot V \quad \text{ove} \quad M = \frac{P}{g} \quad \text{ed} \quad m = \frac{p}{g}$$

e quindi

$$[1] \qquad P \cdot v = p \cdot V.$$

---

(1) Quali ad esempio: arma carica con serbatoio vuoto o carico; arma carica in posizione di sicurezza od in posizione ordinaria; arma scarica con serbatoio vuoto o carico; ecc.

(2) « Per un corpo o sistema di corpi qualsiasi, le forze interne non influiscono sul movimento del centro di gravità del corpo o del sistema di corpi ».

Perciò (1), posta la condizione che P non debba superare kg. 4, mentre per ragioni di potenza dell'arma si vuole $p = 10$ gr. circa e V più grande possibile da 600 m. fino a raggiungere circa 1000 m., risulta chiaramente che la velocità di rinculo v assume valori da m. 1,50 a circa m. 2,50, cioè raggiunge già valori considerevoli che, con armi rigide, non conviene superare (2).

d) *Facilità e precisione di puntamento:* affinchè possano essere sfruttate al massimo le qualità balistiche dell'arma e l'abilità del tiratore.

Questa condizione è della maggiore importanza, dipende dalla bontà del sistema d'alzo e di punti di mira impiegati, dalla giusta correlazione di queste parti sia colle altre qualità pratiche dell'arma, sia colle qualità balistiche (3).

— 2° Condizioni relative al tiro:

a) *Tensione della traiettoria molto grande* e conseguentemente: possibilità di ottenere con piccoli angoli di tiro delle *grandi gittate.*

b) *Giustezza e precisione di tiro* (4) notevoli e sufficienti ai bisogni di guerra.

c) *Efficacia del fuoco* grande il più possibile.

Queste condizioni sorgono dal complesso delle proprietà balistiche, tecniche e di costruzione, d'impiego che l'arma da guerra deve possedere e che dipendono: dalla qualità e quantità dell'esplosivo; dalle qualità statiche e dinamiche del proietto; dalla lunghezza, sistema di rigatura e calibro della canna; dalla celerità di tiro che a sua volta è funzione del tipo dei meccanismi di otturazione, di scatto, di caricamento e del tipo di munizionamento.

L'esame di queste condizioni è dunque vasto ed importante; quest'esame risulta man mano che si svolgono gli argomenti dei prossimi Capitoli e soprattutto nella Parte II, « *Nozioni fondamentali sul tiro delle armi portatili* ».

3. Armi automatiche (5). — *Arma automatica* è quell'arma a ripetizione nella quale, dopo di avere preparato il meccanismo per lo sparo del primo colpo ed ottenuto questo agendo allo scatto, tutte le operazioni di caricamento (6) e di scatto per ciascuno degli altri susseguenti colpi, avvengono rapidamente e con regolare successione per il modo stesso con cui il meccanismo è congegnato, senza che vi intervenga altra azione del tiratore,

---

(1) Effettivamente si dovrebbe tener conto anche del peso p' della carica in kg. e si avrebbe:

[2] $$P \cdot v = \left(p + \frac{p'}{2}\right) V.$$

(2) Il nostro fucile Mod. 70-87 dava luogo a $v =$ m. 2,46.
Il nostro fucile Mod. 91 dà luogo a $v =$ m. 2,10.
Il nostro moschetto da cavalleria Mod. 91 dà luogo a $v =$ m. 2,42.

(3) Vedi seguente Capitolo III, N. 24 e seguenti.

(4) Vedi Parte II.

(5) Lo studio particolareggiato delle *armi a ripetizione automatica* è svolto nel Volume II, « *Descrizione e dati delle principali armi da fuoco portatili* ». Qui si espongono solo alcune generalità.

(6) Cioè le operazioni per il ritorno dell'arma alle condizioni di *pronti per lo sparo:* d'apertura dell'otturatore, d'estrazione e d'espulsione del bossolo, d'armamento del percussore, d'alimentazione e d'introduzione della cartuccia, di chiusura dell'otturatore per la reazione del ricuperatore.

bensì la sola azione che, in modo opportuno, la pressione dei gas della carica determina su apposite parti mobili del meccanismo o dell'arma.

Si hanno oggidì numerosi tipi di mitragliatrici, fucili e pistole automatiche.

Per i fucili e le pistole da guerra è conveniente che lo *scatto non sia automatico;* cioè che pur continuando a premere sul grilletto non avvenga un nuovo scatto, bensì che per eseguire lo scatto intervenga la volontà del tiratore abbandonando il grilletto ed indi agendo nuovamente sul grilletto; così mentre il caricamento è automatico il tiro è intermittente, condizione assoluta per fare il fuoco mirato.

Per le mitragliatrici è invece conveniente il *tiro continuo*, e perciò detto anche *tiro a mitragliera* (1).

Si hanno quindi *armi automatiche a tiro intermittente* ed *armi automatiche a tiro continuo od a mitragliera;* tutte però permettono al tiratore di sparare il completo munizionamento del serbatoio senza muovere l'arma e senza abbandonare il puntamento.

Lo studio, la fabbricazione, l'adozione delle armi a ripetizione automatica non furono originati dal bisogno tattico di una celerità di tiro maggiore di quella delle armi a ripetizione ordinaria e neppure dall'opportunità di affaticare meno il tiratore e di migliorare il puntamento, bensì dal bisogno intellettuale e morale di soddisfare all'esuberanza dei mezzi tecnici che, per l'enorme progresso fatto dalla scienza e dalle industrie ed a simiglianza di ciò che era avvenuto per altri complessi macchinari, davano la possibilità ed inducevano alla costruzione di congegni automatici di grande bontà e precisione adatti alle armi da fuoco e tali da renderle di potenza balistica e meccanica grandissime.

Una volta che pel funzionamento delle armi da fuoco portatili il problema tecnico-balistico dell'automaticità era stato risolto in modo soddisfacente, la conseguente sua applicazione tattica non poteva che affermarsi (2); però per quanto riguarda il fucile automatico da fanteria non ancora è stato completamente risolto un altro problema imposto dall'automaticità, cioè quello logistico di assicurare all'arma un numeroso e facile munizionamento.

Le armi automatiche per essere buone armi da guerra devono soddisfare anche a particolari loro condizioni, non tutte facilmente realizzabili; ragione questa non ultima delle notevoli opposizioni e titubanze per l'adozione di tali armi come normale armamento delle truppe.

Ma, come avvenne per le armi a ripetizione ordinaria, gl'inconvenienti vengono continuamente eliminati con assiduo studio ed opportune esperienze, ed i vantaggi si fanno sempre più evidenti man mano che i congegni sono meglio conosciuti e giustamente impiegati; perciò, come già nel 1886, gli eserciti seguiranno subito quello che si lancerà decisamente per primo sulla via di questo potente armamento automatico.

---

(1) Lo sparo continuo (automatico) è proprio delle mitragliatrici, che sono sostenute da un sostegno fisso o da un treppiede molto stabile che evita sensibili variazioni di puntamento ad ogni colpo; non conviene nei fucili e nelle pistole, perchè non dà tempo *alla rettifica del puntamento colpo per colpo.*

(2) Tutti gli Stati hanno adottato la mitragliatrice automatica e la pistola automatica.

4. Condizioni generali alle quali devono soddisfare le armi automatiche. — Le armi automatiche, oltre a soddisfare alle condizioni generali già enunciate per le armi a ripetizione ordinaria, sono soggette a condizioni proprie dell'automaticità, le quali possono anch'esse suddividersi in: condizioni relative al servizio e condizioni relative al tiro.

Queste caratteristiche condizioni evidentemente risultano dalla necessità di sfruttare al massimo i vantaggi e di eliminare gli inconvenienti dei sistemi automatici applicati alle armi; variano, lievemente e di numero, secondo si tratti di mitragliatrice, di fucile, di pistola.

Certamente le maggiori esigenze s'incontrano per il fucile; quindi a quest'arma, che costituisce l'armamento principale, intendiamo specialmente di riferirci.

Poichè l'energia di rinculo viene quasi completamente utilizzata nel funzionamento del meccanismo e del relativo ricuperatore, la reazione sulla spalla (1) del tiratore è piccolissima, e pure piccolissima risulta anche quando si aumenti l'energia di rinculo, purchè le parti del meccanismo e del relativo ricuperatore siano studiate nella loro massa e nella lunghezza della loro corsa in modo da utilizzare l'aumento di energia (2).

Ora, ricordando la relazione sulle quantità di moto (3) è evidente che:

a) se gli organi meccanici permettono senza danno di aumentare la velocità di rinculo (2), si può conseguentemente diminuire il peso dell'arma;

b) se gli organi meccanici permettono senza danno di aumentare la quantità di moto dell'arma, si può conseguentemente diminuire un poco il peso del proietto ed aumentare sensibilmente la velocità iniziale; variazioni queste che permettono di diminuire il calibro.

La diminuzione del peso dell'arma è in pratica, almeno per ora (4), difficile ad ottenersi, poichè mentre la soppressione del rinculo non tormenta la spalla del tiratore, tormenta invece moltissimo le parti mobili, il ricuperatore e tutti gli organi di collegamento colla cassa, perciò queste parti devono essere solide e di ottima qualità, il che in generale si traduce in un aumento di peso rispetto ai materiali delle armi ordinarie.

Si ritiene invece praticamente raggiungibile l'aumento di velocità iniziale del proietto e la diminuzione del calibro, poichè le più serie difficoltà per conseguire queste caratteristiche sono già state risolte, sebbene non economicamente, per le armi a ripetizione, impiegando canne d'acciaio al volframio od al vanadio, polveri alla nitrocellulosa più progressive e meno corrosive, incamiciatura d'acciaio alquanto tenace e bossoli di ottone-vanadio di grande resistenza ed elasticità (5).

---

(1) Per la pistola, il pugno od il braccio; per la mitragliatrice, il sostegno.

(2) La massa rinculante si aumenta facendo rinculare anche la canna per un tratto più o meno lungo; non conviene invece di utilizzare, come nelle artiglierie, un lungo rinculo.

(3) Vedi precedente N. 2, *c*): « La quantità di moto dell'arma è uguale alla quantità di moto del proietto:

$$M \cdot v = m \cdot V \text{ ».}$$

(4) Cioè allo stato attuale dei prodotti metallurgici e delle lavorazioni meccaniche.

(5) Con canne d'acciaio speciale al volframio non si verifica sensibile logoramento nè all'origine delle righe, nè in altri punti dell'anima pur avendo eseguito, con una mitragliatrice Maxim, 12.000 colpi con velocità iniziale di oltre 900 m., impiegando balistite e proietti incamiciati con acciaio molto dolce (avente un piccolo titolo di carbonio circa 0,3 % e 25 % di nikel).

Concludendo: l'arma automatica, in ciascuno dei suoi tipi, *mitragliatrice - fucile - pistola,* permette rispetto all'arma a ripetizione ordinaria di ottenere, in grado più o meno rilevante:

a) diminuzione del peso dell'arma;

b) aumento della velocità iniziale;

c) diminuzione del calibro e del peso del proietto;

d) aumento della celerità di tiro;

fattori tutti che influiscono grandemente sulle condizioni relative al servizio ed al tiro e specialmente sulla maneggevolezza, sul munizionamento e sull'impiego.

5. Vantaggi ed inconvenienti dell'arma automatica. — Elenchiamo i principali vantaggi ed inconvenienti che si riscontrano nella pratica di questa arma, specialmente se fucile.

1° **Vantaggi.** — *a*) Relativamente al servizio:

— *Solidità e maneggevolezza non diminuite e notevoli* in relazione alla effettiva potenza dell'arma ed alla esattezza di funzionamento (1).

— *Funzionamento complessivo buono e semplice* nei fucili e nelle pistole; buono e non eccessivamente complicato nelle mitragliatrici di tipo perfezionato, p. es. Maxim.

— *Facilità di servizio:* coi fucili e colle pistole è grande purchè l'arma sia perfettamente conosciuta ed adoperata, nei limiti delle sue caratteristiche, con giusto criterio; effettivamente colle mitragliatrici, nelle quali si hanno diversi congegni con piccole parti e molti movimenti, occorrono per ora serventi specializzati.

— *Facilità nell' impiego:* notevole; il funzionamento automatico non affatica il soldato e non lo distrae dal puntamento altro che per rifornire il serbatoio.

— *Munizionamento numeroso:* la possibilità di ridurre il calibro permette, rispetto alle attuali armi a ripetizione, di diminuire sensibilmente il peso della pallottola appuntita e della cartuccia in complesso, e poichè trattandosi di fucile anche l'arma può scendere al peso di kg. 3,200, si potrebbe, ad es., col calibro 5 mm. portare a kg. 5,200 il peso del munizionamento e quindi (2) a circa 324, cioè raddoppiare, il numero delle cartucce trasportate dal soldato (3).

— *Coefficiente di celerità di tiro grandissimo:* questo coefficiente varia secondo il tipo d'arma ed il sistema di alimentazione, è minore nelle armi più piccole, che hanno meno meccanismi e che sono sprovviste di sistemi di raffreddamento; attualmente risulta:

Per le mitragliatrici ad una canna:

a sparo continuo (automatico) . . . . . celerità di 400 colpi al 1′;
a sparo intermittente eseguito colla massima rapidità . » 120 colpi al 1′.

Per i fucili:

a sparo continuo (automatico) (4) . . . . . celerità di 80 colpi al 1′;
a sparo intermittente . . . . . celerità massima di 30 colpi al 1′;
a ripetizione ordinaria . . . . . » » 20 colpi al 1′.

Per le pistole:

a sparo continuo (automatico) . . . . . celerità di 60 colpi al 1′;
a sparo intermittente . . . . . celerità massima di 20 colpi al 1′.

(1) Il peso dell'arma è: se mitragliatrice da 10 a 15 kg. (senza treppiede); se fucile da 3,200 a 4,200 kg. (senza baionetta); se pistola da 0,800 a 1,200 kg.

(2) Il calibro di 5 mm. presumibilmente darebbe i seguenti risultati: pallottola appuntita gr. 7 - bossolo gr. 7 - carica gr. 2 - cartuccia gr. 16.

(3) Col fucile Mod. 91 il soldato trasporta 168 cartucce.

(4) Detti: *fucili mitragliatori* od anche *fucili mitragliere.*

— *Possibilità di eseguire il tiro con celerità diverse:* mediante appositi e semplici dispositivi si può a volontà eseguire il tiro collo sparo continuo (automatico) o con lo sparo intermittente, e nei fucili e nelle pistole si può far funzionare l'arma come semplice arma a ripetizione, od anche a caricamento successivo; cioè eseguendo la carica impugnando ed agendo ad un piccolo manubrio dell'otturatore, volta a volta.

Soprattutto è notevole che il fucile possa essere congegnato in modo da non dare luogo al tiro continuo, nè volutamente (1) al tiro intermittente oltre 5 o 6 colpi di seguito senza nuovamente rifornire di 5 o 6 colpi il serbatoio. Anzi alcuni vorrebbero giustamente adottare per il fucile automatico caricatori di 4 colpi per avere con più frequenza l'occasione (2) di richiamare il tiratore alla disciplina del fuoco.

b) Relativamente al tiro:

— *Le proprietà balistiche sono ottime:* inoltre addivenendo alla diminuzione del calibro si otterrebbe una grandissima tensione di traiettoria, tale da permettere l'impiego dell'alzo unico di combattimento fino al limite superiore delle medie distanze di tiro.

— *Esattezza di puntamento assicurata:* evitando al tiratore i movimenti della carica ed avvenendo questa in un tempo brevissimo e senza scosse, il tiratore, se non ha abbattuto il bersaglio, può seguirlo senza interrompere il puntamento, anzi migliorandolo, specialmente nel tiro intermittente.

— *L'elevata celerità di tiro non eccita il tiratore* più di quello che avviene colle armi a ripetizione.

— *Efficacia del fuoco molto grande:* è presumibile che ciò sia, dato che la celerità di tiro quando non va a discapito del puntamento è vantaggiosa all'efficacia del fuoco, quindi l'arma automatica permettendo la celerità di tiro che meglio aggrada (3), fino a raggiungere col fuoco mirato un valore elevatissimo, è senza dubbio di grande efficacia.

A favore dell'efficacia inoltre si devono porre i vantaggi morali che acquista il tiratore conscio di possedere un sicuro e potente mezzo di offesa.

2° **Inconvenienti.** — *c*) Relativi al servizio:

— *Fabbricazione, conservazione e riparazione che presentano qualche difficoltà e richiedono moltissima cura.* La fabbricazione, dovendo essere accuratissima ed eseguita con materiali ottimi di speciali proprietà meccaniche, è, senza dubbio, più difficile e costosa che non quella delle ordinarie armi a ripetizione; però, tranne per le mitragliatrici che richiedono un personale specializzato, la conservazione, le riparazioni lievi ed i ricambi possono essere perfettamente compiuti dal tiratore che conosca bene la propria arma. Le mitragliatrici durante il loro funzionamento richiedono una costante ed abbondante lubrificazione, inoltre con canne di acciaio speciale duro (4) è bene eseguire il ricambio definitivo ogni 15.000 colpi e con canne ordinarie ogni 2000 colpi (5).

— *Costo dell'arma elevato.* Trattandosi di macchina perfezionata, di ottimo materiale, con parti di ricambio, con munizionamento copioso, con canna d'acciaio speciale duro e quindi di difficile lavorazione, il costo dell'arma, intrinsecamente considerata, è pur sempre elevato, specialmente se si tratta di mitragliatrice (6).

---

(1) Per evitare sia lo spreco di munizioni, sia l'eccessivo riscaldamento della canna.

(2) Allorchè il serbatoio è vuoto, dopo l'espulsione dell'ultimo bossolo, l'otturatore non può avanzare e dà così avviso di *serbatoio vuoto* ed *arma scarica*.

(3) Sia da parte del tiratore, sia da parte di chi ha la direzione e la condotta del fuoco.

(4) Per es., al volframio.

(5) Si può, occorrendo, giungere con canne ordinarie al massimo di 4000 colpi, ma bisogna apportare all'alzo delle forti correzioni in più.

(6) Un fucile automatico costa circa 60 lire, ed assegnandogli come dotazione complessiva di guerra almeno 1000 cartucce del costo di circa L. 0,10 l'una, si rileva che

— *Rapido ed elevato riscaldamento della canna.* Il rapido succedersi di colpi riscalda la canna che all'interno giunge quasi al colore rosso nascente (450°) in un tiro continuo di 80 colpi; quindi occorre di provvedere al raffreddamento della canna con sistemi che siano assolutamente adatti all'impiego dell'arma.

Così alle mitragliatrici si può applicare il raffreddamento ad acqua che, regolata opportunamente, rende teoricamente elevatissimo il numero dei colpi della serie a tiro continuo.

Ai fucili ed alle pistole non si può applicare un efficace sistema di raffreddamento, a meno di falsare completamente le caratteristiche ed il modo d'impiego di queste armi; perciò generalmente si preferisce di escludere completamente gli organi stessi per il tiro continuo; si fa solo il tiro intermittente e si prescrivono pause più o meno lunghe almeno ogni 30 colpi, in modo che la superficie esterna della canna non possa superare la temperatura di 60° (1).

Le elevate temperature logorano in breve tempo la canna (2) e, come si è già detto, se questa non è d'acciaio speciale, deve essere ricambiata e ciò, senza dubbio, è un notevole inconveniente.

— *Necessità di un copioso munizionamento presso il soldato.* — Si è detto che l'arma automatica permette di accrescere di molto il munizionamento trasportato dal soldato, ma questo vantaggio sarebbe di piccola entità se non fosse assicurato da un copioso rifornimento; *il rifornimento delle munizioni deve essere tale che i tiratori non si trovino mai nelle condizioni di dover rinunciare a tutta la potenza offensiva che l'arma può essere chiamata ad esplicare.*

d) Relativi al tiro:

— *Molta cura nel regolare il consumo delle munizioni, nel raggiungere eccessiva celerità, nell'esecuzione delle pause.* Il consumo delle munizioni deve risultare proporzionato all'efficacia che realmente è possibile conseguire; la necessità di moderare la celerità del tiro e di fare le pause sorge dall'assoluto obbligo di eseguire bene il puntamento, di rilevare gli effetti del fuoco, di evitare un dannoso riscaldamento della canna, di non tormentare troppo il materiale, cause tutte che danneggiano sia l'arma, sia il tiro e che perciò richiedono in chi ha la direzione e la condotta del fuoco molta sorveglianza ed energia per mantenerlo disciplinato.

— *Le parti mobili del sistema d'otturazione, e talora l'espulsione del bossolo, disturbano il puntamento.* Quest'inconveniente è proprio delle armi con sistemi già abbandonati; attualmente il movimento delle parti mobili, mediante un manicotto, è completamente sottratto alla vista del tiratore ed il rapido va e vieni dell'otturatore ed il lancio del bossolo espulso non gli stancano la vista, nè lo distraggono dal puntamento.

— *L'arma ha un tremolìo che disturba e stanca il puntatore.* Effettivamente nel ripetersi rapido dei colpi l'arma assume un tremolìo, che si accentua in più ampie oscillazioni se si tratta di fucile sostenuto dal tiratore; questo tremolìo non è però tale da danneggiare sensibilmente il puntamento purchè non si ecceda nella celerità di tiro oltre il limite determinato dalla possibilità di rettificare il puntamento.

---

volendo cambiare armamento una Nazione dovrebbe spendere L. 160 per ogni fucile. All'Italia, invero, solamente per due milioni di fucili, occorrerebbero 320 milioni, somma elevatissima; e questa, si creda pure, costituisce il serio, positivo inconveniente e quindi, implicitamente, la principale ragione per cui da noi, come presso le altre Nazioni, non si addiviene all'armamento automatico completamente nuovo; tutto al più si studia una trasformazione del fucile attualmente in servizio.

(1) Coi fucili a ripetizione, impiegati colla loro massima celerità di tiro nel fuoco mirato, non si può sorreggere l'arma senza scottarsi, nè puntare, dopo eseguiti circa 60 colpi di seguito.

(2) La canna del fucile Mod. 91, eseguendo il fuoco colle modalità prescritte dalle attuali istruzioni, raggiunge la durata media di 4000 colpi.

6. — Come sommariamente si è ora accennato, gli inconvenienti esistono, ma sono di piccolo valore rispetto ai vantaggi, ed in ogni modo sono fin da adesso in parte rimediabili; qualcuno può essere diminuito anche in breve volgere di tempo se gli studi e le esperienze proseguono con l'alacre svolgimento che attualmente hanno assunto.

7. Fucile automatico da fanteria. — La questione dell'armamento automatico per la fanteria è stata ampiamente considerata presso tutte le grandi Nazioni e si sono banditi concorsi per la presentazione di fucili automatici nuovi e di fucili trasformati dagli attuali a ripetizione ordinaria; però, data l'ingente spesa che richiede un armamento completamente nuovo, per facilitare la soluzione economica della trasformazione si sono talora distinti i seguenti casi: trasformazione del fucile a ripetizione attualmente in uso senza variare il munizionamento (1); trasformazione variando il munizionamento (2); fucile nuovo, conservando lo stesso calibro di quello a ripetizione per utilizzare il munizionamento esistente (3).

— Si ritenga che qualsiasi trasformazione delle attuali armi a ripetizione ordinaria non è conveniente; i pregi stessi della celerità di tiro e della bontà del meccanismo automatico renderebbero in breve tempo illusoria l'economia, anche rilevantissima, apportata dalla trasformazione; la dimostrazione di ciò è fornita da quanto, nelle esperienze, si è fatto presso di noi.

Il tipo esperimentato, semplicissimo, resistente, di eguale maneggevolezza del Mod. 91 a ripetizione, ha dato un funzionamento sicuro, regolare, efficace, e presenta per la trasformazione un costo realmente piccolo; con tuttociò l'arma, se può convenire d'assegnarla ad alcune truppe speciali, non può convenire quale armamento di tutta la fanteria per diverse ragioni: il calibro di mm. 6,5 limita il munizionamento ed anche aumentando ed accelerando, coi mezzi meccanici di trasporto, il rifornimento, bisogna sempre aumentare la dotazione di guerra di ciascun fucile, portandola almeno ad 800 colpi, il che obbliga ad una spesa considerevole (4); se poi, come conviene per migliorare le qualità balistiche dell'arma in relazione a quelle già migliorate degli altri eserciti, si vuole rinnovare o trasformare l'attuale munizionamento adottando la pallottola appuntita, la spesa aumenta ancora; infine la maggiore rapidità di tiro renderebbe le attuali canne eccessivamente logore dopo circa 2000 colpi, perciò occorrerebbe di cambiare anche le canne per adottare quelle d'acciaio al volframio.

Dunque, sotto tutti i riguardi, non vi può essere convenienza a fare una trasformazione che per quanto ingegnosa, semplice e bene studiata in ogni particolare, non cessa di essere un ripiego e come tale non può rispondere perfettamente a tutti i requisiti che si esigono per un ottimo fucile automatico per fanteria.

10. Classificazione generale dei sistemi automatici (5). — I congegni e le parti principali di un'arma a ripetizione automatica sono: *la canna, la scatola di*

(1) Così ha fatto il Messico col fucile a ripetizione da mm. 7. Mod. 908. Così si è esperimentato in Italia col fucile Mod. 91.

(2) Anche così si è studiato in Italia.

(3) Questo concetto non è pratico, nè economico.

(4) Il costo dell'attuale cartuccia a pallottola, Mod. 91, è di L. 0,10; perciò si dovrebbero spendere circa L. 40 per ogni fucile.

(5) Vedi: Volume II « *Descrizione e dati delle principali armi da fuoco portatili* ».

culatta o culatta mobile, l'armatura centrale o castello, la cassa, il congegno di caricamento e sparo con ricuperatore, il congegno di puntamento, i fornimenti, gli accessori, le munizioni; e se si tratta di mitragliatrice vi possono essere in più: *il distributore o meccanismo d'alimentazione, il meccanismo rinforzatore del rinculo, il meccanismo lubrificatore, il congegno per il raffreddamento della canna, il sostegno* (o *treppiede* od *affusto*).

— Considerando il modo col quale la pressione esercitata dai gas durante la loro espansione all'interno ed all'esterno dell'anima interviene per produrre il funzionamento dei diversi meccanismi, la classificazione delle armi automatiche risulta in tre gruppi (1):

1° Gruppo. — I gas premendo sulla testa dell'otturatore mediante il fondello del bossolo, spostano canna ed otturatore indietro. — Appartengono a questo gruppo le due categorie:

a) *Armi a canna ed otturatore rinculante di quantità diverse* (prima la canna e l'otturatore insieme, indi il solo otturatore) (2).

b) *Armi a canna fissa ed otturatore rinculante.*

2° Gruppo. — I gas spingendo violentemente il proietto, mentre questo incontra una certa resistenza per intagliarsi e forzarsi nella rigatura, spingono avanti anche la canna se l'otturatore è fisso e la canna può solo scorrere verso l'avanti. — Appartiene a questo gruppo la categoria:

c) *Armi a canna avanzante ed otturatore fisso.*

3° Gruppo. — Una piccola parte dei gas passando, dall'anima o dalla bocca dell'anima, in una camera di espansione, spostano l'asticolo o stantuffo che comanda il complesso del congegno di caricamento e sparo, indi si sperdono nell'aria. — Appartengono a questo gruppo le due categorie:

d) *Armi a canna fissa con sottrazione dei gas entro l'anima.*

e) *Armi a canna fissa o mobile con utilizzazione dei gas alla bocca* (rinforzatori-silenziatori Maxim-Bang).

— Più semplice è la classificazione, dovuta al generale Wille, che considera le armi automatiche in relazione al modo di costruzione (3):

1° Gruppo a canna scorrevole indietro (4);
2° » a canna scorrevole in avanti (4);
3° » a canna fissa (5);
4° » a canna fissa accoppiata con un tubo parallelo (per i gas o per l'asticolo) (6).

(1) Vedi: *La nature*, Année 39, N. 1962, del 31 dicembre 1910.

(2) Al momento in cui parte il colpo la canna coll'otturatore rinculano dapprima brevemente insieme, poi la canna si ferma e l'otturatore continua a rinculare separandosi dalla canna ed armando una molla ricuperatrice; durante questo secondo notevole tratto di rinculo del sistema, il bossolo vuoto è estratto ed espulso, ed il percussore viene armato; alla fine del movimento retrogrado il ricuperatore riporta l'otturatore in avanti, provocando l'introduzione di una nuova cartuccia nella canna e la chiusura dell'otturatore, indi riporta nella posizione avanzata l'insieme, canna, scatola di culatta, otturatore; così l'arma in $^1/_{20}$ di secondo è pronta per lo sparo.

(3) Vedi: *Riv. d'Art. e Genio*, maggio 1896: « Armi da fuoco portatili automatiche ».

(4) Sistema adatto per i fucili.

(5) Sistema adatto per le pistole, perchè conviene quando si ha la canna corta.

(6) Sistema non molto conveniente ma sufficientemente adatto per le mitragliatrici; è stato sperimentato per alcuni fucili: Mannlicher, Mondragon, Cei-Rigotti.

11. Studi recenti sull'armamento portatile e sugli esplosivi. — Vaste ed interessanti sono le questioni che presso i principali eserciti e nelle grandi fabbriche d'armi di Stato e private sono in corso di studio o di esperienza allo scopo di perfezionare le attuali armi o di produrre nuovi mezzi e nuovi sistemi per combattere.

L'uomo che combatte, dice il Montaigne (1), ha subìto colle epoche una evoluzione lentissima, ma, allora come oggi, è lui stesso la prima delle armi nonostante che i mezzi d'offesa e di difesa abbiano fatto progressi enormi; l'armamento varia, ma il cuore umano è immutabile coi tempi; dunque l'uomo armato di fucile, che nell'odierno combattimento può disporre della vita umana che si palesi attorno a lui in un raggio di 600 m., è la combinazione di un essere sensibilissimo e di un'arma potentissima, quindi sarà debole se l'uomo è debole, terribilmente forte se l'uomo è forte; insomma il fucile vale ciò che vale il fuciliere.

Sembrerebbe perciò inutile questa corsa degli eserciti a sorpassarsi, anche per piccoli vantaggi, nella potenza degli armamenti e viene logico di domandare: a che grado di potenza si vuole giungere? Quali mezzi di distruzione maggiori degli attuali si vogliono porre a disposizione del combattente?

Le armi attuali sono terribilmente micidiali ed è l'uomo più che l'arma che va coltivato alla lotta; queste terribili armi odierne hanno bisogno di occhio sicuro e di braccia ferme, il che si ottiene solo col perfezionare ciò che nell'animo è realmente suscettibile di educazione: la volontà di far valere la potenza della propria arma, il dominio su tutte le tirannie dell'istinto, il sentimento patrio.

— Premesso ciò, consideriamo pure quello che si sta preparando per accrescere la materiale potenza dell'armamento.

12. Poichè ciascuna delle questioni in studio è svolta in modo particolareggiato in altrettanti capitoli ed argomenti di tutto il presente lavoro, volumi I e II, si ritiene opportuno di esporre adesso solamente l'elenco riassuntivo delle principali questioni.

13. Elenco riassuntivo delle principali questioni in studio per l'armamento portatile (2).

1° Gruppo. — **Per le armi a ripetizione sia ordinarie che automatiche.**

a) *Calibro.* — Vantaggio di diminuire il calibro ed il peso del proietto e di aumentare la velocità iniziale — esperimenti con i calibri da 5 a 6 mm. e con pallottole da 6 a 8 gr.

b) *Proietto.* — Esperimenti per ridurre la resistenza dell'aria al movimento del proietto: *pallottole tubolari*, tipo Hébler (Fig. 1).

— *Pallottole appuntite od affusolate* (3) (Fig. 2).

---

(1) Montaigne, *Études sur la guerre.*

(2) Quest'elenco rileva ciò che è apparso sulle relazioni degli studi ed esperienze che si fanno all'estero, pubblicate dalle numerose riviste militari italiane ed estere.

Circa ciò che è in studio nel nostro esercito, sebbene si sia a conoscenza dello stato a cui sono giunti gli studi e le esperienze, dato il carattere riservato degli argomenti non si ritiene opportuno di trattarli tutti, nè di entrare in dettagli.

(3) Si dice pallottola affusolata quella la cui parte anteriore è a forma di fuso molto allungato.

— *Pallottola speciale* per perforare gli scudi di acciaio spessi da 3 a 4 mm. (1) dette *pallottole perforanti scudi.*

— *Pallottole fumigene* per determinare la distanza nel tiro di fucileria, cioè pallottole contenenti un esplodente fumigeno e provviste di cassuletta a percussione.

— *Pallottole di alluminio di medio calibro* (mm. 11) per il tiro a brevissima distanza colle pistole: leggerissime, con velocità iniziale molto grande (m. 450) ed elevata carica (gr. 0,7) di polvere infume.

— *Pallottole luminose* per pistola ordinaria ed automatica per rischiarare durante almeno mezzo minuto e fino a 100 m.

— *Pallottole a nucleo in più parti,* allo scopo di spostare all'indietro il centro di gravità della pallottola.

— Pure con nucleo in più parti sono le cosiddette *pallottole zavorrate* tipo Krupp o le tipo Rhote; loro scopo però è quello di dare maggiore penetrazione.

— Per sfruttare i campi di tiro in cui l'uso delle cartucce ordinarie può dar luogo a rimbalzi pericolosi, si sono adottate e si perfezionano colle esperienze le cartucce a carica ridotta (2). Noi abbiamo *cartucce a carica e pallottola ridotta* e *cartucce a pallottola frangibile* (3).

— *Cartucce per il tiro ridotto* per esercitare continuamente il soldato nelle operazioni del puntamento e del tiro, anche quando non si possono impiegare gli ordinari poligoni, usufruendo dei cortili o dei corridoi della caserma (4).

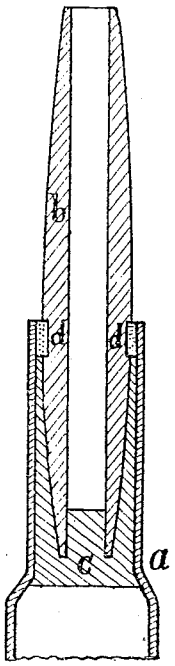


Fig. 1. — Pallottola tubolare.
a) Bossolo. - *b*) Pallottola biogivale con canale centrale. - *c*) Tacco di cartone ed amianto. - *d*) Cintura o corona di rame.

c) *Incamiciatura.* — Pallottole senza incamiciatura, con incamiciatura di varie leghe tipo maillechort o di nikel, con incamiciatura d'acciaio tenace.

d) *Bossolo.* — Studi per migliorarne la resistenza e l'elasticità pur diminuendone il peso. Bossoli di ottone al vanadio, d'acciaio, d'acciaio-alluminio, d'alluminio di speciale lavorazione. — Studi affinchè il peso del bossolo sia minimo e sia possibilmente sfruttato a favore della carica: *bossolo combustibile, bossolo esplosivo* (5).

e) *Esplosivi.* — Per i recenti studi sugli esplosivi e per i nuovi ritrovati si rimanda al Capitolo V; accenniamo che v'è tendenza all'adozione di polveri alla nitrocellulosa più progressive e meno corrosive delle attuali, in forma di piccolissime piastrelle, meno vive.

— *Polveri senza fiamma* o meglio *polveri a vampa invisibile;* cioè polveri infumi di tale composizione che la fiamma non solo sia ridotta al minimo, ma risulti colorata in azzurrino, sicchè non sia visibile a distanza anche nella notte.

Allorquando si sente parlare di un nuovo ritrovato esplosivo, occorre di non esagerare nell'ammetterne l'immediato impiego per uso di guerra, poichè non basta conoscerne esattamente la composizione e le proprietà balistiche, ma occorre un tempo non breve per assicurarsi della sua perfetta stabilità a lunga scadenza di conservazione e d'impiego.

---

(1) Vedi: *Rivista d'Artiglieria e Genio,* 1909, Vol. II: « Protezione data dagli scudi al nuovo materiale campale ».

(2) Le cartucce a carica ridotta dànno luogo a pressione interna e temperatura interna minore delle ordinarie e quindi offrono anche il vantaggio di conservare l'arma in buone condizioni.

(3) Di costo minore; la cartuccia a pallottola frangibile costa L. 0,075.

(4) Esiste presso di noi il *tiro ridotto per armi Mod. 91,* concretato in modo che tutte le operazioni per caricare, puntare e scattare l'arma, si compiono allo stesso modo che con le cartucce a pallottola ordinaria.

(5) Del resto, come si comprende facilmente, il problema di abolire il bossolo metallico si connette ad una completa trasformazione del sistema di chiusura. Per quanto questo problema si ritenga solubile dapprima per le artiglierie, indi per le armi, non è il caso di trattarlo qui.

f) *Canna.* — Si cerca di aumentare la resistenza, la durata e la lunghezza senza aumentarne il peso: canne d'acciaio al volframio (1).

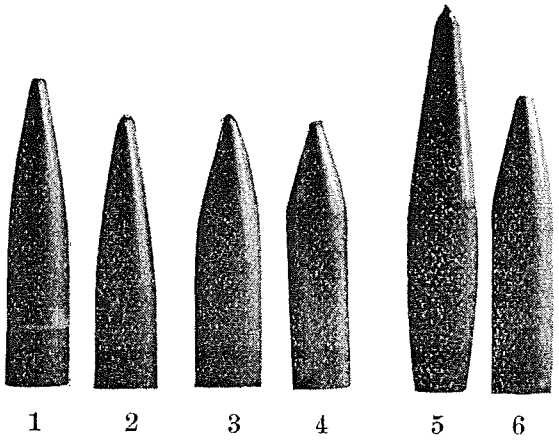


Fig. 2. — Pallottole appuntite od affusolate.

1. Pallottola con corona di forzamento, peso gr. 8, calibro mm. 6,5. - 2. Pallottola con incamiciatura di maillechort, peso gr. 7, calibro mm. 6,5. - 3. Pallottola con incamiciatura di acciaio placcato al maillechort, tipo Springfield, peso gr. 9,7, calibro mm. 7,62. - 4. Pallottola con incamiciatura di acciaio, peso gr. 7, calibro mm. 6,5. — 5. Pallottola di bronzo tipo D del fucile Lebel, peso gr. 12,8, calibro mm. 8. - 6. Pallottola con incamiciatura di maillechort, peso gr. 8, calibro mm. 6,5.

g) *Rigatura.* — Per il piccolo calibro e lunga canna: rigatura progressiva, rigatura mista a lungo tratto finale costante: rigatura tutta elicoidale, rigatura a profondità decrescente verso la bocca.

h) *Punti di mira.* — Per facilitare il puntamento, specialmente dalla posizione a terra, v'è chi propone variazioni nella forma e nelle parti della cassa (2) e nella posizione dei punti di mira: *mire da guerra*, le quali vorrebbero raggiungere il duplice scopo di adattarsi meglio alle funzioni fisiologiche dell'occhio e di mantenere l'errore di collimazione entro un limite angolare massimo tale da diminuire considerevolmente la dispersione del tiro.

A questo tipo appartengono: il sistema, alzo con forellino e mirino ad anello (2); il sistema, alzo con tacca triangolare rovesciata, △, e mirino con tacca triangolare ordinaria (non rovesciata) (3), detto anche *sistema di mira a due tacche angolari opposte.*

i) *Silenziatore o smorzatore dello scoppio* (Fig. 3 e 4). — Questo congegno, dovuto al Percy Maxim (4), si applica alla bocca dell'arma ed è congegnato in modo che

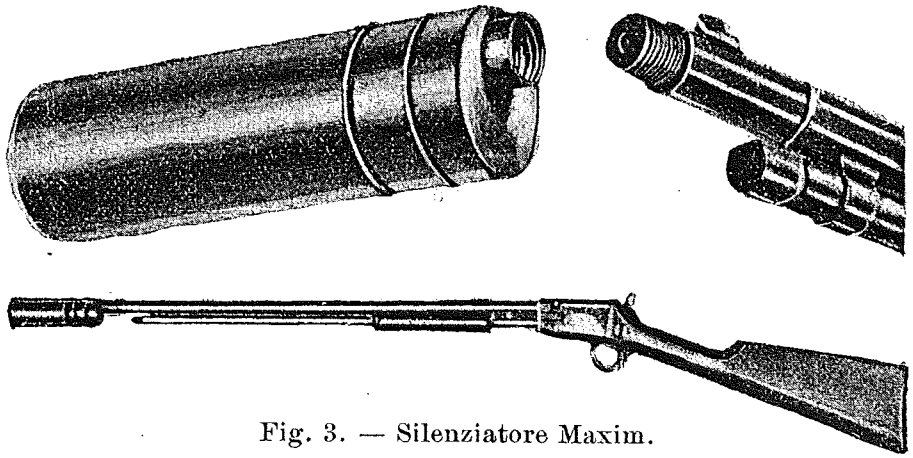


Fig. 3. — Silenziatore Maxim.

i gas, uscendo dalla canna, trasformano in un moto rotatorio il loro iniziale moto rettilineo, indi escono con velocità molto diminuita, producendo un brontolìo appena

(1) Quest'acciaio avrebbe il titolo 0,75 % di carbonio e 0,05 % di volframio. Canne di acciaio al volframio più lunghe di circa 10 cm. delle attuali, con rigatura a profondità decrescente, impiegando pallottola appuntita con cintura di forzamento e polvere tipo Rottweil, hanno fatto raggiungere al proietto da mm. 6,5 di 8 gr. la velocità iniziale di 1020 m. e non hanno dato dannosa usura sparando 12.000 colpi.

(2) Sistema del maggiore d'artiglieria Calichiopulo.

(3) Sistema del maggiore d'artiglieria Perego.

(4) Figlio dell'illustre ideatore della mitragliatrice.

sensibile, insomma l'apparecchio sopprime l'urto violento dei gas della carica coll'aria ed il successivo rapido precipitarsi di questa nella canna, cagioni del breve e forte rumore dello sparo (1).

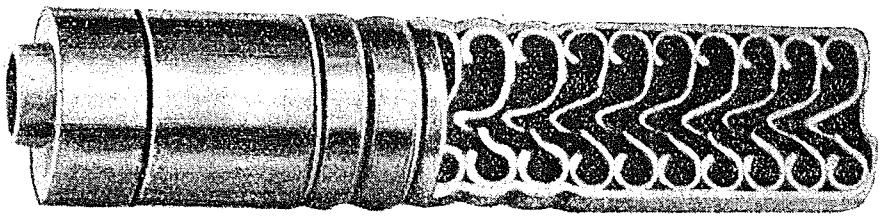


Fig. 4. — Sezione del silenziatore Maxim.

k) *Granate e bombe per fanteria.* — Granate e bombe a frattura prestabilita, cariche di alto esplosivo, di peso non superiore ad 1 kg. da lanciarsi a mano, *granate a mano,* oppure col fucile, *granate per fucile,* allo scopo di colpire dentro le trincee (Fig. 5 e 6) (2).

2° Gruppo. — **Per le armi a ripetizione automatica.**

l) *Organizzazione complessiva.* — Gli studi e le esperienze sulle armi automatiche hanno ormai stabilito: che la leggerezza è condizione essenziale per facilitarne l'impiego alla fanteria; che i sistemi a sottrazione di gas (dall'anima o fuori dell'anima)

---

(1) *Rivista d'Artiglieria e Genio,* 1909, Vol. I: « Fucile senza rumore Maxim »; *Id.*, Vol. IV: « Esperimenti collo smorzatore Maxim per fucili ». È risultato che: oltre i 100 m. di distanza dal tiratore non si sente altro rumore che il sibilo della pallottola — diminuisce la vampa e la visibilità di questa al punto che di notte oltre 200 m. dal tiratore non si scorge la vampa — diminuisce il rinculo dell'arma, di ciò si è giovato il Bang nella costruzione del suo fucile automatico (*) ove lo smorzatore scorrendo in avanti, per mezzo di una asticciola, comanda l'otturatore ed il ricuperatore.

Gli inconvenienti principali del silenziatore sono: il puntamento viene disturbato dai fenomeni di rifrangenza dovuti al riscaldamento dell'aria intorno al congegno — per quanto il suo peso medio sia solo di 200 gr., l'equilibrio dell'arma è poco favorevole al puntamento, la canna subisce vibrazioni più ampie — occorre uno speciale ingombrante sistema d'inastamento della baionetta sulla cassa.

(2) Le granate a mano comparvero al principio del XVI secolo in Italia. Erano palle cave di argilla cotta, avevano parete spessa, venivano riempite di polvere ed accese con una miccia prima del lancio: rapidamente l'uso nella guerra d'assedio si estese e le granate furono fatte di ferro e, nel XVII secolo, di ghisa.

Per il lancio a mano delle bombe nella guerra di campagna s'istruirono compagnie di fanteria specializzate dette *granatieri.*

L'uso delle granate a mano fu largamente ripreso dai Russi e dai Giapponesi durante la guerra in Manciuria (1904-1905); i risultati furono ottimi sia negli effetti di distruzione che in quelli morali.

Il Marten-Hale ha presentato all'esperienza delle granate cilindriche alte circa mm. 150, del calibro di mm. 45, pesanti gr. 320, con carica interna di gr. 120 di alto esplosivo, con spoletta a percussione munita di spina di sicurezza, provviste al fondello, secondo l'asse, di una bacchetta d'acciaio placcato di rame lunga circa 800 mm. del peso di gr. 200; la bacchetta, che ha il calibro dell'arma, può servire per il lancio a mano oppure, infilata completamente dalla bocca della canna nell'anima, per il lancio col fucile impiegando l'ordinaria cartuccia sprovvista di pallottola; l'inclinazione (**) approssimativa all'arma si dà mediante una livelletta, stando in ginocchio od a terra e poggiando l'arma col calcio al suolo.

Numerosissimi tipi di granate a mano più o meno rudimentali o perfezionate, di forme svariatissime (sferiche, lenticolari, coniche, cilindriche), sono attualmente largamente impiegate nella lotta ravvicinata, specialmente se di trincea.

(*) *Rivista d'Artiglieria e Genio,* 1911, Vol. II: « Fucile automatico Bang ».
(**) Da 25° a 60°; gittata da 50 a 300 m. con deviazioni medie di 10 m. in direzione e di 40 m. in gittata.

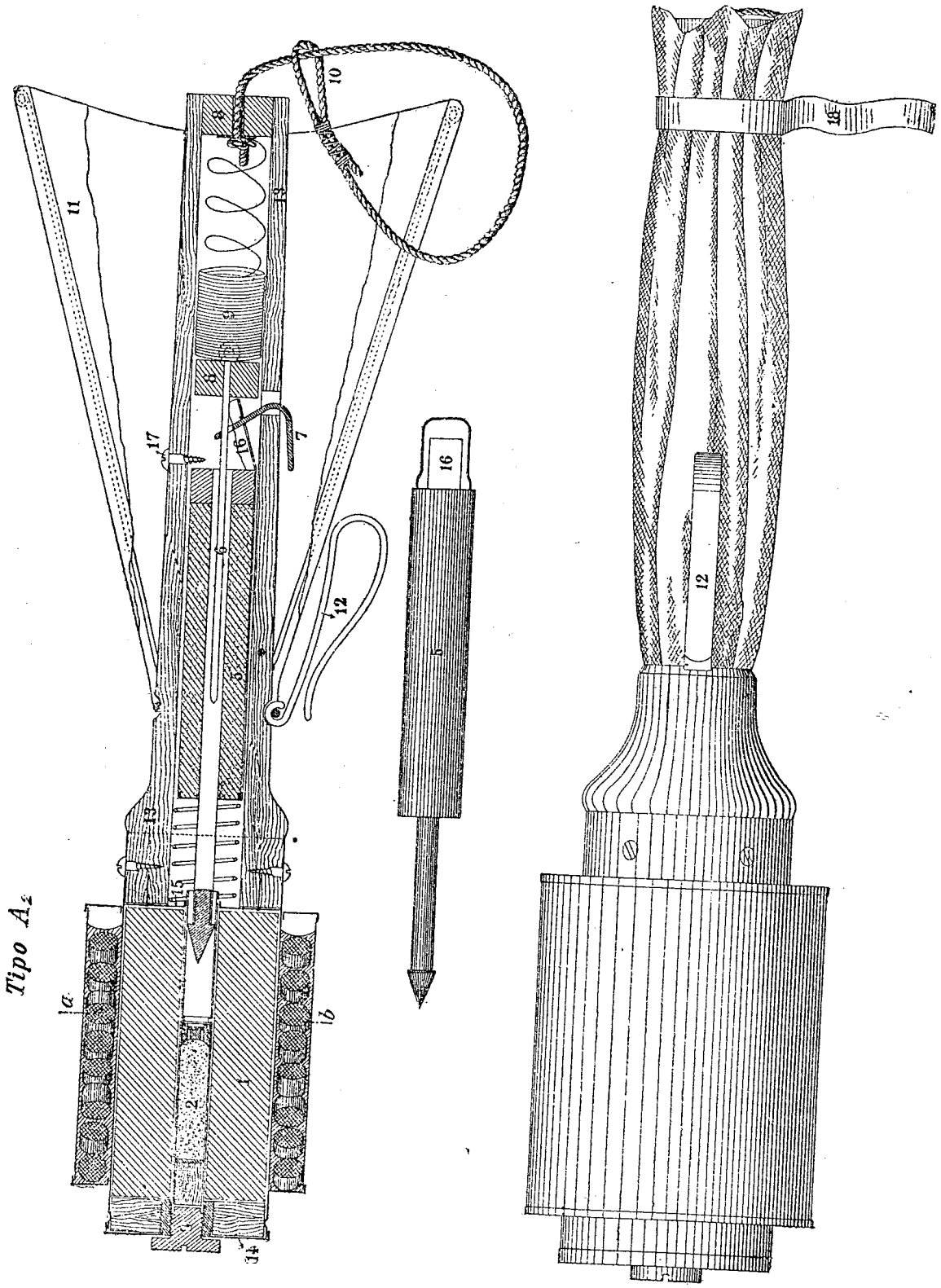


Fig. 5. — Granata a mano sistema Aasen, tipo A_2.

1. Carica di scoppio. - 2. Innesco. - 3. Tappo a vite ferma innesco. - 4. Pallette cilindriche. - 5. Percuotitoio. - 6. Spina di sicurezza con occhiello per la funicella. - 7. Arresto di sicurezza. - 8. Tappo di sughero. - 9. Funicella di sicurezza lunga m. 10. - 10. Fibbia a nodo scorsoio. - 11. Paracadute di stoffa con quattro stanghette di filo d'ottone. - 12. Gancio per la sospensione alla cintola. - 13. Manubrio. - 14. Lastra di fondo con tubetto porta innesco. - 15. Piastra di rinforzo. - 16. Ritegno a finestra. - 17. Vite d'arresto. - 18. Nastro per legare il paracadute.

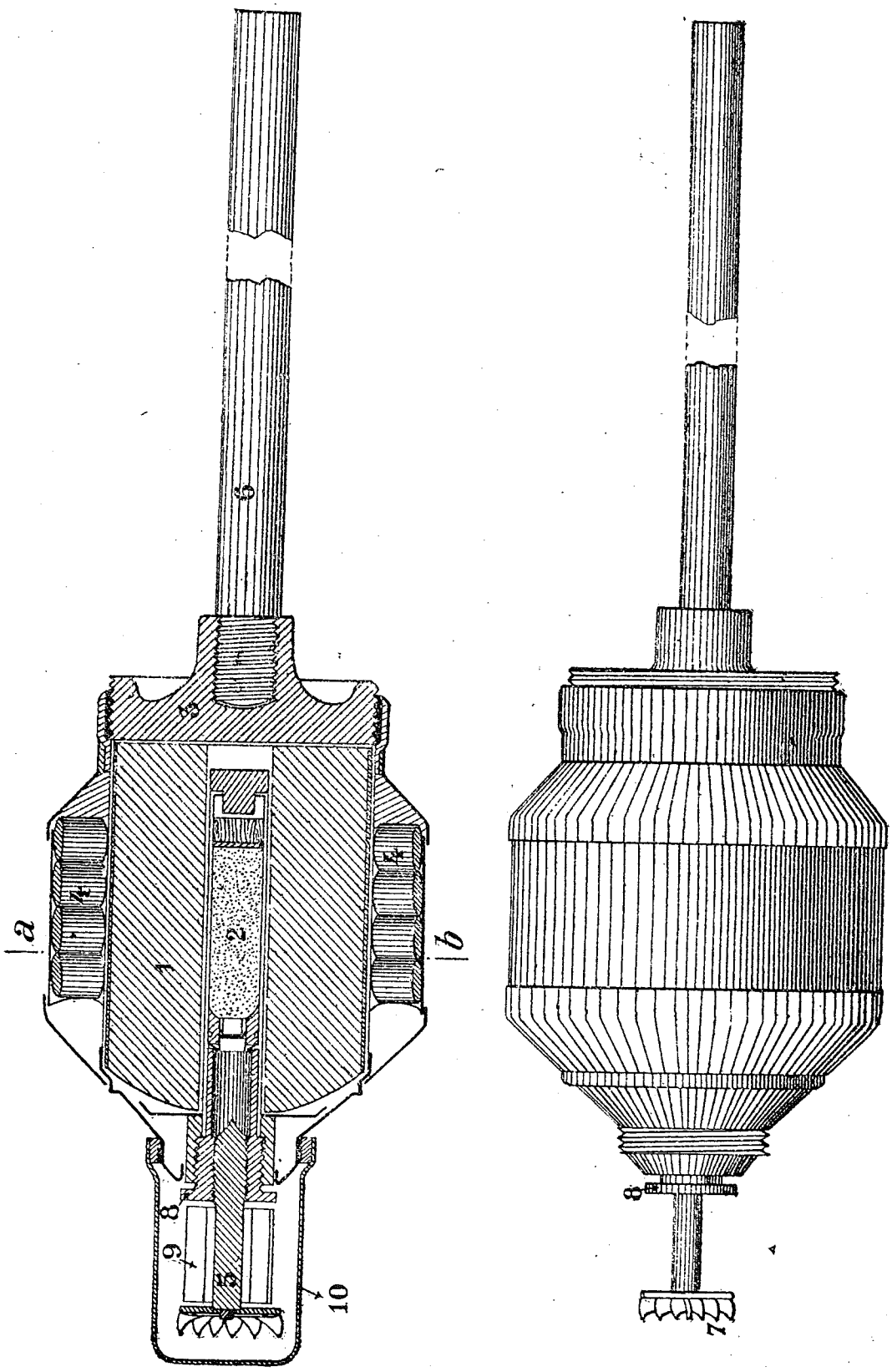


Fig. 6. — Granata Aasen per fucile o moschetto.

1. Carica di scoppio. - 2. Innesco. - 3. Fondo a vite d'alluminio. - 4. Pallette. - 5. Percuotitoio. - 6. Governale. - 7. Elica. - 8. Tappo a vite. - 9. Ritegno di sicurezza. - 10. Cappelletto.

sono difficilmente regolabili e possono incagliarsi per fecce anche minime nel punto di presa o di condotta; che dei sistemi ad utilizzazione di rinculo quello a canna ed otturatore rinculanti è il migliore. Ogni cura è perciò rivolta al perfezionamento delle armi leggere (1) a canna ed otturatore rinculanti.

m) *Congegni.* — Ridurre al minimo il numero delle parti e delle piccole molle, dando alle parti ed alle molle più grosse sagomature e disposizioni e potenza tali da compiere più funzioni simultanee ed anche successive; l'involucro e ciò che può non essere d'acciaio si fa d'alluminio indurito; congegni di sicurezza automatica e di sicurezza a volontà; congegni di scatto a duplice funzionamento (automatico ed intermittente).

n) *Distributore.* — Il nastro appare ancora il più conveniente (2). — *Tramoggie automatiche* nelle quali le cartucce buttate a caso sciolte sono, dal movimento automatico degli organi della tramoggia, presentate regolarmente all'imbocco della camera.

o) *Raffreddamento della canna.* — È risultato che per il regolare funzionamento di un'arma automatica, per la precisione del suo tiro, per la sua buona conservazione, occorre che la temperatura esterna della canna non oltrepassi i 200 gradi se si tratta di mitragliatrice e molto meno, circa 60°, se si tratta di fucile o pistola, ragione per cui gli studi per ottenere un conveniente e sicuro raffreddamento sono continui ed interessanti (3).

Senza dubbio, allo stato attuale delle cose, il raffreddamento ad acqua è il migliore.

— *Congegno di raffreddamento* (4) *ad alette rotanti attorno alla canna* colla celerità di 1200 giri al 1′.

— Il sistema *ad acqua circolante in tubatura continua chiusa*, azionando una piccola pompa rotativa (5).

p) *Rinforzatori del rinculo.* — Sono ad utilizzazione di gas. Vennero studiati per eseguire colla mitragliatrice il tiro a salve, indi si perfezionarono in modo da servire, mediante variazioni della camera d'espansione o del foro di presa, anche per il tiro a pallottola, nel quale occorre accrescere la potenza del ricuperatore per assicurare il caricamento dell'arma; attualmente si sono quasi eliminati alcuni inconvenienti, quali ad esempio l'impiombatura e l'eccessivo riscaldamento del congegno (6).

q) *Leggerezza.* — Risulta che qualsiasi perfezionamento, finora accennato, non è conveniente se non evita l'aumento di peso dell'arma.

Questo è il motivo per il quale il diverso impiego dell'arma automatica esigendo pesi talora molto differenti sia dell'arma propriamente detta, sia nella sua organiz-

---

(1) Pistole e fucili.

(2) Tanto più ora che, colla *macchinetta per caricare nastri*, si giunge a preparare un nastro da 250 cartucce in due minuti.

(3) La temperatura interna della canna dopo lo sparo si misura esattamente e rapidamente mediante il *pirometro;* è questo un apparecchio a lettura diretta, formato da una pila termo-elettrica composta essenzialmente da due fili, uno di platino, l'altro di una lega di platino e rodio.

(4) Ideato genialmente dal maggiore Saccani; le lunghe alette fanno parte di una piccola turbina nella quale, a simiglianza di un silenziatore, si espandono i gas uscenti dalla bocca dell'arma, la rotazione delle alette disperde e rinnova rapidamente l'aria attorno alla canna.

(5) Fu da noi esperimentato coi primi modelli della mitragliatrice Fiat.

(6) Il rinforzatore però è poco conveniente per il tiro a salve, poichè il funzionamento automatico dei diversi organi avviene violento come violenta, a guisa di percossa, è l'azione del rinforzatore, mancando la progressiva azione di rinculo che si svolge durante il moto del proietto nell'anima.

Come abbiamo accennato, il silenziatore può anche agire sia quale rinforzatore del rinculo, sia quale agente diretto del movimento automatico dell'arma, come ad esempio è stato applicato dal Bang nel suo fucile automatico. È evidente che con quest'arma il tiratore risente una certa azione di rinculo.

zazione per il trasporto, per il rifornimento, per il servizio, ha obbligato allo studio d'armi di tipi differenti che rendano possibile l'adozione di congegni, la cui perfezione è relativa alla specie degli organi che devono essere soppressi o ridotti; perciò si fanno attualmente esperimenti svariatissimi pur di non superare i seguenti pesi:

Pistole automatiche (1)	da diporto (da difesa) . . .	circa Kg.	0,500
	da guerra	» »	1 —
Fucili automatici	da caccia	circa Kg.	2,500
	da guerra per fanteria . .	» »	3,200
	da guerra speciali (2) (*fucile-mitragliatore*)	» »	7 —
Mitragliatrici automatiche di calibro corrispondente al fucile della fanteria	*leggere*, per sezioni di fanteria o cavalleria . . .	circa Kg.	12 —
	pesanti, per batterie montate o per installazioni fisse .	» »	25 —

3° Gruppo. — **Per il tiro.**

r) *Tensione della traiettoria.* — Le esperienze simultanee o conseguenti a quelle dei Gruppi 1° e 2°, ora esposti, hanno dimostrato che si può aumentare la tensione della traiettoria. I risultati ottenuti presso le Nazioni estere, per giungere ad una grande tensione di traiettoria, variando solamente la cartuccia del fucile in servizio, furono notevoli ed indussero ad adottare un nuovo munizionamento (3); in Italia, nonostante che gli esperimenti abbiano dato risultati molto migliori che all'estero, si è giustamente ritenuto (4) che:

*Se la tensione della traiettoria non è tale da permettere l'*alzo unico di combattimento *fino al limite superiore delle medie distanze, non compensa la elevata spesa ed i numerosi inconvenienti inerenti al cambio del munizionamento di un intero esercito e tanto più alla trasformazione parziale dell'arma.*

s) *Esattezza del puntamento nel tiro celere.* — Nei fucili automatici è conveniente di eliminare le oscillazioni ritmiche ed eguali che l'arma subisce durante il tiro celere puntando dalla posizione a terra; eliminandole, si guadagna certamente in giustezza ed in celerità di tiro. Pertanto v'è chi ha proposto delle *forcelle d'appoggio* a snodo, scorrevoli e ripiegabili sul fusto della cassa.

t) *Apparecchi iposcopici per il puntamento.* — Per eseguire il puntamento individuale col fucile stando dietro un ostacolo in modo che il tiratore risulti al disotto del ciglio dell'ostacolo di almeno m. 0,40 e sia così defilato al tiro ed alla vista, si sono studiati degli apparecchi a doppio prisma contenuti in un'armatura con speciale calcio che può fissarsi, a volontà, al calcio od all'impugnatura dell'arma (5).

u) *Efficacia del fuoco.* — Si vogliono evitare le conseguenze di possibili rilevanti errori di stima della distanza o di errori o dimenticanze nella graduazione dell'alzo; perciò si sono proposte *tre linee di mira da guerra* (6) distinte dalle ordinarie del tiro di precisione, e si sono esperimentati i congegni d'alzo relativi. Similmente si è fatto per *l'alzo unico di combattimento* pel caso che si venga all'adozione della cartuccia a pallottola appuntita.

---

(1) Che abbiano *potere d'arresto*, cioè che fermino sul colpo il colpito.

(2) Tipo Madsen, Cei-Rigotti, Madsen-Rexel, Fiat, ecc.

(3) Francia, Germania, Svizzera, Giappone e prossimamente Austria e Spagna.

(4) La superiorità sul nostro fucile raggiunta ora dalle armi estere colle pallottole affusolate è così piccola nei risultati di un tiro collettivo da non metterci in condizioni d'inferiorità realmente apprezzabili e dannose.

(5) Risponde bene allo scopo il « periscopio per fucile » costruito dal sig. Patrone Giuseppe.

(6) Una per le piccole distanze, una per le medie distanze ed una per le distanze di pochi ettometri superiori al limite delle medie.

4° Gruppo. — **Per l'equipaggiamento.**

v) *Vestiario ed oggetti per trasportare viveri e cartucce.* — Le esigenze della tattica, che vuole « il vuoto del campo di battaglia » per offendere senza essere veduti a fine di sottrarsi più che si può alla grande potenza delle attuali armi, impongono di dare al soldato: un equipaggiamento che gli permetta di trasportare con facilità e relativa comodità ciò che gli è assolutamente necessario per vivere e combattere — un vestiario che lo renda poco visibile a distanza e gli permetta tutta la spigliatezza necessaria per marciare strisciando sul suolo e per sparare da terra — un sistema di disposizione d'oggetti (1) che gli permetta di avere facilmente alla mano le cartucce, i viveri, le scarpe, la tenda, il pacchetto di medicazione — uno strumento portatile da zappatore — calzature per marcia e di riposo.

z) *Strumenti portatili da zappatore.* — Affinchè ogni soldato di fanteria ne sia provvisto, le difficoltà che si incontrano sono: il peso che non deve andare a scapito della resistenza, nè questa di quello — il genere di strumento, cioè se *strumento da lavoro,* oppure *strumento da distruzione* — la proporzione dei diversi strumenti in un dato reparto organico — il modo di trasporto e d'impiego.

Lo *strumento da lavoro* più conveniente è la *vanghetta,* ed infatti viene distribuita ai $^4/_5$ di un reparto (2).

Gli *strumenti da distruzione* sono: l'*accetta-piccozzino*, l'*accetta-martello*, la *forbice* per filo di ferro, la *sega articolata,* la *roncola.*

— Questi strumenti (3) possono assegnarsi in numero diverso, secondo il tipo, al rimanente quinto del reparto (4).

14. — Concludendo: L'esame sommario degli studi recenti sull'armamento portatile deve convincerci che solo un'arma nuova, d'impiego e d'efficacia tali da rendere attuabili concetti tattici nuovi, può dare il predominio sugli armamenti a ripetizione attuali.

Le innovazioni che, per quanto ingegnose, praticamente non accrescono in modo molto notevole l'efficienza di un armamento, mentre non gli dànno la prevalenza decisiva su quelli non modificati, riescono di grave nocumento alla Nazione ed all'esercito, poichè obbligano a spese considerevoli e producono periodi di crisi nell'esecuzione delle istruzioni, nella compilazione dei documenti e nel raggruppamento delle dotazioni di guerra, nella preparazione alla guerra dei quadri e delle truppe.

Gli studi e le esperienze, che costantemente si compiono, servono appunto a far progredire la tecnica delle armi fino al momento in cui si può adottare un'*arma nuova negli effetti e nell'impiego.*

---

(1) *Borsa-zaino* leggera, senza ossatura; con borraccia, viveri, cartucce, medicamenti, separabili dal gruppo degli altri oggetti qualora ciò occorra. L'equipaggiamento attuale (coll'appellativo Modello 1907), qualora venga compiuto ed indossato nel modo prescritto, non affatica e consente al soldato sufficiente libertà di movimento in tutte le posizioni per il tiro; senza il telo da tenda, col corredo da guerra, viveri di riserva, quattro pacchetti di cartucce ed attrezzo portatile, lo zaino pesa kg. 7,600 e la tasca per pane, pure affardellata, kg. 1,500.

(2) Vi è chi ha proposto una *vanghetta-scudo,* foggiata in modo da riparare il tiratore a terra, però è ingombrante.

(3) Vedi: *Rivista d'Artiglieria e Genio,* 1911.

(4) Venne proposto di dare a tutti i soldati il modo di tagliare i fili di ferro dei reticolati; solo che anche i reticolati vennero rinforzati e costituiti da filo d'acciaio così grosso da resistere agli ordinari leggeri strumenti, tanto che per distruggerli occore l'esplosione di tubi ripieni di gelatina esplosiva oppure l'impiego di speciali *artiglierie da trincea* dette comunemente *lancia bombe.*

CAPITOLO III.

Studio delle parti principali di un'arma da fuoco portatile.

1. Classificazione. — Le attuali armi da fuoco portatili si classificano in tre gruppi: *Fucili - Pistole - Mitragliatrici.*

Le mitragliatrici, anche alleggerite, non rispondono, sia per peso che per organizzazione, alla definizione di arma portatile (1), ma, possedendone invece le caratteristiche balistiche ed il munizionamento ed essendo specialmente destinate alla fanteria per impiegarle come un potente nucleo di fucili entro breve fronte pochissimo vulnerabile, si è da tutti ritenuto di classificarle colle armi portatili.

2. Parti principali di un'arma da fuoco portatile. — Un'arma da fuoco portatile è costituita da parti di diverso numero e di diversa forma a seconda del gruppo a cui appartiene e secondochè è *a caricamento successivo, a ripetizione ordinaria, a ripetizione automatica;* le parti principali sono:

SE SI TRATTA DI ARMA A CARICAMENTO SUCCESSIVO OD A RIPETIZIONE ORDINARIA: *Canna e scatola di culatta* o *culatta mobile - Congegno di caricamento e sparo* (meccanismo di otturazione e meccanismo di percussione e di scatto, meccanismo di sicurezza, meccanismo di ripetizione, meccanismo di estrazione e di espulsione di bossolo) - *Congegno di puntamento* (mirino, alzo) - *Cassa - Fornimenti - Accessori - Arma bianca - Munizioni;*

SE SI TRATTA DI ARMA A RIPETIZIONE AUTOMATICA: *Canna e scatola di culatta* o *culatta mobile - Armatura centrale* o *castello - Congegno di raffreddamento - Congegno di caricamento e sparo* (meccanismo di otturazione, meccanismo di percussione e di scatto, meccanismo di sicurezza, meccanismo di ricupero o *ricuperatore,* meccanismo di ripetizione (alimentazione), meccanismo d'estrazione e di espulsione del bossolo, meccanismo di lubrificazione, meccanismo rinforzatore del rinculo) - *Congegno di puntamento - Sostegno* (*treppiede* od *affusto*) - *Fornimenti - Accessori - Munizioni.*

— Esaminiamo particolarmente queste parti essenziali dell' arma a ripetizione.

3. Canna. — La canna è un tubo metallico di conveniente calibro, lunghezza e spessore, destinato a contenere la cartuccia in modo tale che si possa utilizzare la potenza balistica dei prodotti dell'esplosione della carica per dirigere lungo l'asse del tubo il proietto, conferendo al proietto simultaneamente un movimento di traslazione ed un movimento di rotazione velocissimi.

(1) Vedi Capitolo I., N. 1.

La parte della canna dalla quale si eseguisce l'otturazione, cioè la parte posteriore, si dice *culatta;* la parte anteriore della canna si dice *volata;* la superficie che limita posteriormente la culatta si dice *vivo di culatta,* quella che limita anteriormente la volata si dice *vivo di volata* o *bocca.*

L'interno del tubo si dice *anima* e si distingue in:

parte rigata o *spazio percorso dal proietto* od anche *anima propriamente detta*, parte del tubo, di diametro costante, percorsa dal proietto e solcata da righe aventi andamento a spira;

camera, parte posteriore del tubo, generalmente formata da due superfici cilindriche raccordate fra loro ed all'anima propriamente detta con superfici tronco-coniche; serve per alloggiare la cartuccia e perciò ha forma simile alla forma esterna della cartuccia; la parte anteriore della camera è detta *camera da proietto* e sul suo raccordamento coll'anima propriamente detta ha origine la rigatura, la parte posteriore della camera è detta *camera a polvere* o *camera della carica* o *camera del bossolo,* ed al vivo di culatta presenta un incastro anulare per l'appoggio dell'orlo del bossolo, oppure un incastro parziale per la testa dell'estrattore se il bossolo invece dell'orlo ha la scanalatura di presa.

— Alla canna si applicano generalmente le seguenti parti:

la scatola di culatta o *culatta mobile,* parte metallica che si avvita alla culatta della canna di cui forma il prolungamento; serve a contenere ed assicurare tutto o parte del congegno di caricamento e sparo;

i punti di mira, parti metalliche relative al congegno di puntamento.

4. — Per studiare la canna occorre di considerare: *il metallo - la forma esterna - la forma interna.*

5. Metallo. — Durante l'esplosione della carica le pressioni dei gas agiscono sulle pareti e sul fondo dell'anima, sulla base del proietto; queste pressioni dànno luogo a dei tormenti nella massa metallica della canna, tormento tangenziale, tormento radiale, tormento assiale, i quali tendono a deformare e rompere la canna; i due primi secondo un piano passante per l'asse, l'assiale secondo un piano normale all'asse.

A questi tormenti si oppone la coesione delle molecole del metallo di cui la canna è formata, coesione che, sotto l'azione delle pressioni dei gas della carica, fa sviluppare fra le molecole stesse delle tensioni (1); quindi: quanto maggiore è il valore della resistenza elastica del metallo impiegato, tanto maggiori sono le pressioni interne a cui si può assoggettare la canna.

Per evitare disgrazie, nel caso fortuito in cui le pressioni si elevino in modo anormale, la canna, pur deformandosi in modo permanente, non deve rompersi (scoppio della canna); perciò occorre che le tensioni possano rag-

---

(1) Tensioni che in fisica sono dette *forze interne* o *forze elastiche* dei corpi.

Si ricordi che le pressioni e le tensioni si misurano in atmosfere o nell'equivalente valore di chilogrammi sull'unità di superficie prescelta — 1 atmosfera, equivale a kg. 1,033 per centimetro quadrato.

Trattandosi di armi portatili si usa prendere per unità di superficie il millimetro quadrato e perciò a tale superficie occorre di riferirsi allorquando si parla di pressioni, tensioni, carichi di sicurezza, o di elasticità, o di rottura.

Per esempio: dire che una canna lavora normalmente alla pressione di 3000 atm., vuol dire che la pressione massima sulle pareti dell'anima è di kg. 30,990 per mm^2.

giungere un valore assai maggiore del limite di elasticità prima di eguagliare il limite di rottura, cioè occorre che il limite di rottura sia notevolmente superiore al limite di elasticità, differenza questa che misura il grado di tenacità del metallo.

Inoltre la canna deve avere la maggior durata possibile, perciò il metallo deve resistere alle azioni corrosive ed alle elevate temperature dei gas della carica, al logoramento eccessivo dell'attrito tra proietto ed anima, cioè l'anima deve avere un grado di durezza notevole e compatibile con una relativa facilità di lavorazione.

Altre considerazioni sono: facile lavorazione, facile ricupero, facile conservazione, prezzo relativamente economico.

Concludendo: un buon metallo per canne deve possedere le seguenti proprietà:

grande resistenza elastica;

grande resistenza alla rottura;

elevato grado di tenacità, per dar luogo a segni ben visibili di deformazione prima che avvenga la rottura della canna;

sufficiente durezza e possibilità, mediante opportuni processi, di acquistarne *molta alla superficie dell'anima;*

grande resistenza alle corrosioni;

facilità di lavorazione e di conservazione;

costo non molto elevato e possibilità di ricupero.

— Di tutti i metalli, il ferro e l'acciaio dànno, sebbene in grado molto diverso, le proprietà per essere impiegati nella fabbricazione delle canne e delle parti costituenti i molteplici congegni di un'arma da fuoco.

— Le canne di *ferro* non possono corrispondere alle attuali esigenze balistiche delle armi e nemmeno vi corrispondono perfettamente le canne di *acciaio fuso* d'ottima qualità, quale, per esempio, quello delle canne del fucile Mod. 91 (1); occorrono *acciai speciali,* al nikelio, o meglio, al volframio od al vanadio, però questi acciai speciali sono di prezzo elevato e presentano qualche difficoltà di lavorazione.

Il ricupero anche per gli acciai speciali è oggidì reso possibile mediante la fusione al forno elettrico, pur di ridurre, dapprima, l'acciaio in minuti rottami.

Il carico al limite di elasticità dell'acciaio e degli acciai speciali è molto elevato, ma conviene attenersi al *carico di sicurezza,* θ, e si può prendere:

per l'acciaio ordinario . . . . $\theta = 50$ kg. per mm²
per l'acciaio al nikel . . . . . $\theta = 60$ » » »
per l'acciaio al nikel e volframio $\theta = 70$ » » »

Per *cofficiente di contrazione, m.* trattandosi di canne da fucile, si prende $m = 4$.

6. Forma esterna. — La forma esterna complessiva della canna risulta dalle seguenti caratteristiche:

a) *Profilo.* — Il profilo esterno della canna risulta determinato (2) dallo spessore che bisogna dare alle pareti della canna in corrispondenza ai suc-

(1) Vedi seguente Capitolo VI.
(2) Vedi: G. Bianchi, *Balistica interna,* Capitolo VI, N. 13.

cessivi punti dell'asse dell'anima, perciò bisogna conoscere, almeno in modo approssimativo, la legge con cui varia la pressione dei gas lungo l'asse dell'anima, cioè bisogna determinare la *curva delle pressioni* (Fig. 1).

Di solito è sufficiente di conoscere: la pressione massima P_{max}, misurata dall'ordinata mM, ed il percorso che le corrisponde Om compiuto dal proietto; la pressione P_1, misurata dall'ordinata $t\,T$, che si verifica nell'istante in cui termina la combustione della carica, per es., dopo il percorso Ot; le pressioni in altri due o tre punti verso la volata.

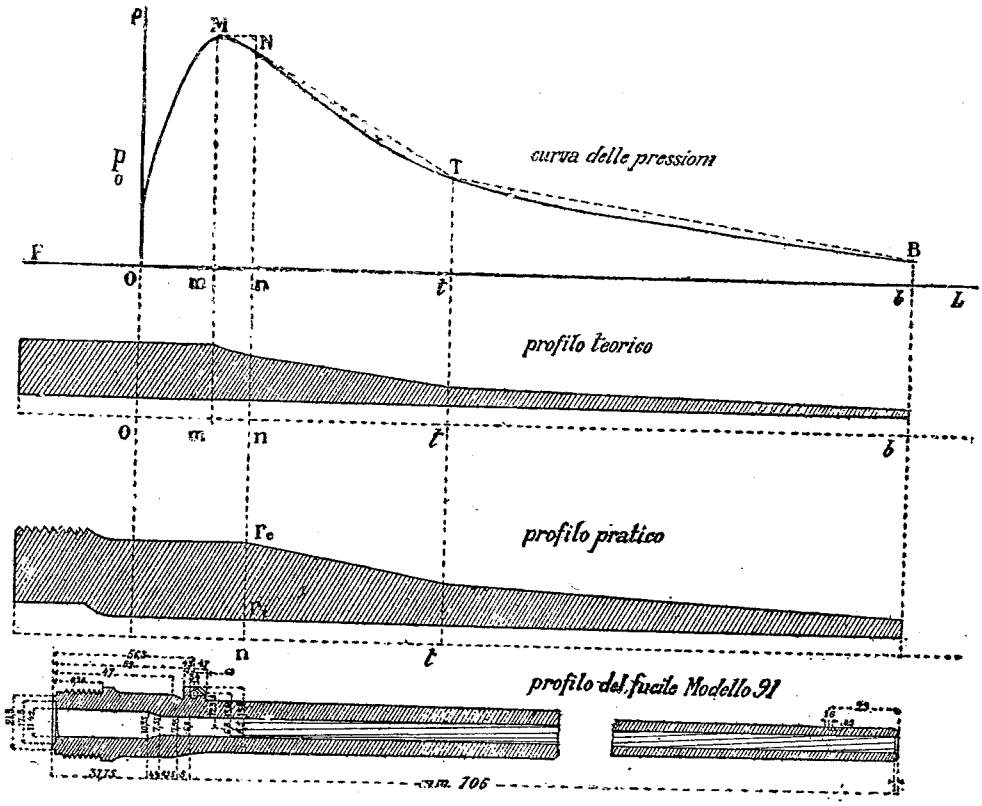


Fig. 1.

Dal fondo dell'anima al punto di pressione massimo le pareti della canna risultano soggette al massimo tormento, perciò in questo tratto lo spessore dev'essere costante; nei tratti successivi la pressione interna va diminuendo, perciò anche lo spessore dev'essere decrescente verso la bocca; ne risulta che il profilo esterno della canna dovrebbe avere un primo tratto rettilineo parallelo all'asse dell'anima ed un secondo tratto curvilineo con andamento simile a quello della curva delle pressioni (1).

Un profilo teorico così fatto risulterebbe di difficile fabbricazione e non assicurerebbe la resistenza della canna nel caso di anormale funzionamento della carica, oppure di difetto nella massa del metallo della canna stessa; perciò al *profilo teorico* si sostituisce un *profilo pratico* che eviti gli inconvenienti ora detti, e precisamente: nel calcolo degli spessori si aumenta di $^1/_4$ il valore delle pressioni teoriche e si traccia il profilo, considerando che la

(1) Vedi seguente Capitolo V e Parte II.

posizione del punto di pressione massimo si trovi due calibri circa oltre la posizione teoricamente determinata, indi a partire da questa nuova posizione si sostituisce un profilo determinato da una o due rette che rappresentano le corde del tratto o dei tratti successivi della curva del profilo.

7. b) *Spessore delle pareti.* — Si è già detto che la pressione dei gas della carica fa sviluppare le forze elastiche del metallo della canna; queste forze si oppongono all'azione dei gas e perciò determinano una certa resistenza della massa metallica alla deformazione.

La risultante di queste forze elastiche è detta *resistenza elastica della canna* e varia:

secondo la natura del metallo (valore delle singole coesioni molecolari);
secondo lo spessore delle pareti della canna (quantità di molecole);
secondo il valore della pressione dei gas;

perciò, per evitare assolutamente qualsiasi deformazione permanente della canna, occorre che la pressione interna dei gas in corrispondenza a ciascun punto dell'anima non dia luogo a tormento che superi la massima resistenza elastica della canna in quel punto.

La ricerca della legge con cui varia la resistenza elastica di una canna a pareti semplici od a pareti complesse è oggetto di un Corso superiore di materiale d'artiglieria (1).

Questa legge fa rilevare che le molecole più tormentate dalla pressione dei gas sono quelle dello strato superficiale dell'anima e che il tormento va gradatamente decrescendo attraverso le pareti dell'anima.

Una chiara idea del come ciò avvenga può essere data così: La pressione unitaria dei gas (2) sviluppa la sua azione sulle molecole dell'anima che la trasmettono alle molecole dello strato successivo ed a contatto e questo a a sua volta fino alle fibre più esterne, dando luogo al lavoro di deformazione elastica dei varî strati, però in questa trasmissione la pressione unitaria diminuisce di strato in strato per doppia ragione:

compie successivamente il lavoro di deformazione elastica dei diversi strati;

agisce sopra strati cilindrici di superficie sempre maggiore procedendo dallo strato interno all'esterno.

Questo dimostra anche che la pressione unitaria su ogni strato, procedendo dall'interno all'esterno, va diminuendo in ragione molto maggiore del quadrato del raggio.

I successivi sottilissimi strati cilindrici, di cui noi possiamo immaginare composto lo spessore di una canna, possono contribuire tutti alla resistenza della canna, ma vi contribuiscono sempre meno procedendo verso gli esterni.

Dunque occorre scegliere un metallo che ci assicuri della resistenza dello strato superficiale dell'anima, e volendo sfruttare (3) nel miglior modo le proprietà fisiche del metallo si dovrebbe teoricamente far lavorare questo strato al limite di elasticità; ma praticamente, a simiglianza di ciò che per

---

(1) Vedi: G. Bianchi, *Resistenza delle artiglierie.*
(2) Quella che si prende nella determinazione degli spessori.
(3) Minore quantità di metallo, quindi minor peso.

prudenza si fa in tutte le costruzioni, si prende un carico di sicurezza conveniente suggerito dall'esperienza e si fa lavorare a questo limite inferiore (1).

All'estremità della culatta si fa generalmente un ingrossamento prismatico terminante con avvitatura alla quale si avvita (2) la scatola di culatta; l'ingrossamento è perciò conveniente poichè solo a questa parte della canna risulta trasmesso il tormento longitudinale che subisce la scatola di culatta in conseguenza dell'appoggio che essa dà all'otturatore.

8. — I limiti *pratici dello spessore della canna* sono dati (3) dalla formola:

[1] $$k = \frac{r_e}{r_i} = \sqrt{\frac{4\,\theta + 3\,P_i}{4\,\theta - 5\,P_i}}$$

cioè:

[2] $$s = r_e - r_i = r_i \left[\sqrt{\frac{4\,\theta + 3\,P_i}{4\,\theta + 5\,P_i}} - 1 \right]$$

ove:

r_i = raggio interno della canna;
r_e = raggio esterno della canna;
$s = r_e - r_i$ = spessore della canna;
$k = \frac{r_e}{r_i}$ = rapporto del raggio esterno al raggio interno della canna;
} In una sezione trasversale qualunque

P_i = pressione unitaria, interna, in corrispondenza alla sezione trasversale considerata;
θ = carico di sicurezza alla tensione del metallo di cui è formata la canna ($\theta = 50$ kg. per mm² nel caso di acciaio ordinario per canne di fucili).
$m = 4$ = coefficiente di contrazione sperimentale. — (3).

---

(1) Vedi precedente N. 5.

(2) Talora a caldo.

(3) Questa formola [2] si ricava coi metodi svolti nel Corso superiore di materiale d'artiglieria. Vedi G. Bianchi, *Resistenza delle artiglierie a pareti semplici.*

In generale la resistenza elastica di un tubo a pareti semplici soggetto a pressione interna è data dal valore:

[3] $$P_i = m\,\theta\,\frac{k^2 - 1}{(m+1)\,k^2 + (m-1)}$$

e risulta che la grossezza del cilindro soddisfa alla relazione

[4] $$k = \frac{r_e}{r_i} = \sqrt{\frac{m\,\theta + (m-1)\,P_i}{m\,\theta - (m+1)\,P_i}}.$$

In queste formole il coefficiente di contrazione, m, in seguito a determinazione sperimentale, è sempre superiore a 2 e generalmente variabile da 3 a 4; in pratica si prende $m = 3$ per le artiglierie ed $m = 4$ per le armi portatili.

Così per $m = 4$ si ottiene:

[5] $$P_i = 4\,\theta\,\frac{k^2 - 1}{5\,k^2 - 3}$$

allora: per $K = 2$, cioè $s = {}^1/_2$ calibro si ha $P_i = 0{,}540\ \theta$, cioè circa ${}^1/_2\ \theta$
» $K = 3$, » $s = 1$ » » $P_i = 0{,}670\ \theta$, » » ${}^2/_3\ \theta$
» $K = 5$, » $s = 2$ calibri » $P_i = 0{,}750\ \theta$, » ${}^3/_4\ \theta$
» $K = \infty$, » $s = \infty$ (infinito) » $P_i = 0{,}800\ \theta$, » ${}^4/_5\ \theta$.

— Nell'espressione [2] le quantità note sono:

r_i = alla metà del calibro (nella camera r_i è variabile e maggiore della metà del calibro, ma è una quantità nota determinata dalla forma del bossolo);

P_i si ricava dal diagramma delle pressioni aumentato di $^1/_4$;

θ è cognito ed a seconda della qualità dell'acciaio può giungere a 70 kg. per mm^2; perciò si possono calcolare i successivi valori dallo spessore, s, nei punti: m, n, t,... b (vedi Fig. 1) e disegnare il profilo della canna.

Nota. Nella [2] ponendo:

$$[6] \qquad \frac{s}{2\,r_i} = x \qquad \text{e:}$$

$$[7] \qquad \frac{P_i}{\theta} = y \qquad \text{si ricava:}$$

$$[8] \qquad (2\,x+1)^2 = \frac{4+3\,y}{4-5\,y}$$

equazione che riferita a due assi coordinati ortogonali dà la curva espressa dalla Fig. 2.

Questa curva ci palesa che per aumenti eguali di x, cioè del *rapporto dello spessore al calibro*, corrispondono aumenti sempre più piccoli di y, cioè del rapporto della pressione unitaria interna al carico di sicurezza; dunque:

Gli strati esterni intervengono sempre meno a concorrere nella resistenza della canna.

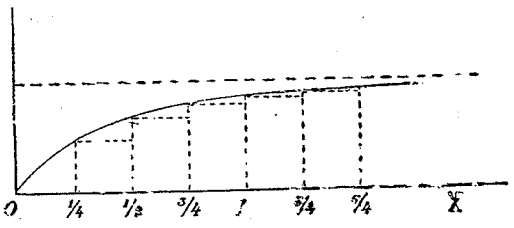


Fig. 2.

Se, per esempio, in fabbricazione si desse $k = 3$, cioè ad x il valore limite di 1, si otterrebbe, dalla [8], che $y = 0{,}66$, e quindi, per la [7], che allo spessore di un calibro può corrispondere una pressione interna massima di $0{,}666.\theta$; ed allora per $\theta = 50$ la canna potrebbe lavorare (elasticamente) fino alla pressione massima $P_i = 3300$ atmosfere; per $\theta = 70$, caso di acciai speciali al volframio, si otterrebbe $P_i = 4470$ atmosfere.

Pressioni superiori a queste si potrebbero raggiungere cerchiando le canne con nastro d'acciaio, similmente a ciò che si fa per le artiglierie, si otterrebbero anche canne più sottili, ma occorre evitare le inflessioni nella canna nell'uso e le vibrazioni nel tiro ed occorre altresì attenersi ad una soluzione economica trattandosi di lavorazione numerosa e corrente.

Il nostro fucile Mod. 91 ha, in culatta, parete dello spessore di mm. 8,025, cioè di calibri 1,23; in volata ha parete spessa mm. 6,5, cioè di un calibro: la pressione massima in servizio è di 3200 atmosfere; le pressioni di collaudo sono:

tre colpi a 4300 atm. ottenendo V = 771,

un colpo a 5200 atm. ottenendo V = 823

senza dare luogo a deformazione permanente maggiore di $^1/_{10}$ di mm.

9. Rappresentazione grafica della resistenza della canna. — Si può concepire graficamente la resistenza elastica di una canna in corrispondenza di una determinata sezione trasversale (Fig. 3).

Supponiamo che la canna abbia, in corrispondenza ad uno stabilito punto dell'anima, un certo spessore ed ivi sia soggetta ad una pressione massima tale che le fibre dello strato dell'anima lavorino al limite di elasticità; si riporti in scala e tangenzialmente ad ogni strato, in corrispondenza ad uno stesso raggio OX, il valore della

tensione unitaria di quello strato (1); per l'anzidetta legge con cui agisce la pressione dei gas, l'andamento delle tensioni risulta rappresentato dalla curva $T_o, T_1, \ldots T_n$ convessa verso l'asse OX e che si avvicina a quest'asse; l'area compresa tra la curva e l'asse della X misura il lavoro resistente alla deformazione compiuto dalla canna.

Aumentando lo spessore, aumenta la resistenza complessiva (cioè il lavoro resistente alla deformazione), ma non aumenta la deformazione dello strato interno, che pur già lavorava al massimo, perchè gli strati aggiunti intervengono colla loro deformazione ad opporsi alla maggiore deformazione di quello; il diagramma della curva risulterà perciò in prolungamento di quello già disegnato, andando sempre più avvicinandosi all'asse OX. Quindi ad un certo valore dello spessore gli strati aggiunti finiscono per lavorare pochissimo ed indi non lavorano più; il diagramma qui incontra l'asse OX, cioè le fibre corrispondenti a questo punto M, non intervengono più nella resistenza; perciò se la pressione interna diviene tale che gli strati interni sorpassino il limite di elasticità, questi si deformano oltre il limite elastico, poichè non trovano alcun concorso da parte degli strati esterni oltre M, i quali, non deformandosi, non lavorano alla resistenza.

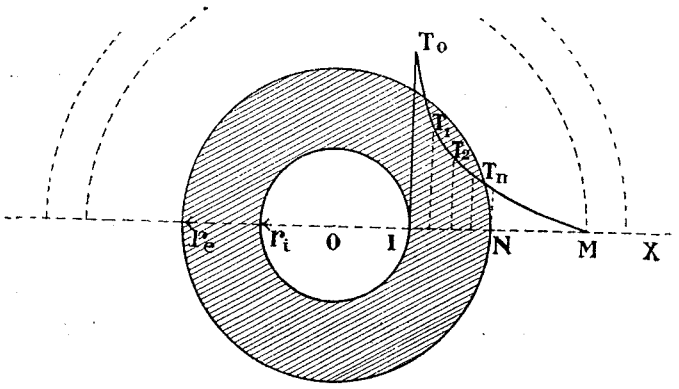


Fig. 3.

In pratica non conviene di giungere a questo spessore limite, IM (strato esterno che non lavora quando l'interno lavora al massimo) e non conviene nemmeno avvicinarvisi troppo, altrimenti il peso della canna sarebbe eccessivo (2).

10. c) *Calibro.* — Calibro è il diametro interno della canna misurato fra i pieni delle righe.

Il calibro è l'elemento più importante dell'arma, poichè da esso dipendono molte delle proprietà balistiche dell'arma ed anche la possibilità di un copioso munizionamento necessario per sfruttare una maggiore celerità di tiro (3).

Il calibro, la velocità iniziale, la pressione massima, rappresentano i dati fondamentali per lo studio di un'arma.

Il calibro di un'arma portatile dev'essere piccolo, ma il limite fino al quale discende non può essere determinato che dalla esperienza, ed è conseguente ai progressi ottenuti nella potenza delle cariche, nella resistenza delle canne, nella lavorazione dei metalli e nelle molteplici qualità statiche e dinamiche del proietto (4).

11. d) *Lunghezza della canna.* — La lunghezza della canna dipende da esigenze pratiche relative all'impiego ed alla maneggevolezza dell'arma e da

(1) Si fa il solo diagramma delle tensioni tangenziali.
(2) Il peso cresce in ragione del cubo del diametro.
(3) Vedi: Parte II.
(4) Vedi: Parte II.

esigenze balistiche relative soprattutto alla lunghezza della parte d'anima percorsa dal proietto, parte che comunemente, ma impropriamente, è detta *spazio percorso dal proietto.*

— *Esigenze pratiche.* — L'uso dell'arma obbliga ad attenersi a lunghezza totale non superiore a circa metri 1,30 per il fucile, metri 1 per il moschetto, metri 0,20 per la pistola; all'impugnatura ed al calcio conviene dare una determinata estensione affinchè il congegno di caricamento e sparo e quello di puntamento risultino in posizione comoda per l'esecuzione del fuoco; inoltre è bene che fra otturatore e calcio vi siano da 200 a 300 millimetri di distanza per evitare che una sfuggita di gas, in caso eccezionale di rottura di bossolo, possa gravemente danneggiare il volto del tiratore; perciò alla canna non si può assegnare che una lunghezza: da 740 ad 840 mm. per il fucile - da 440 a 500 mm. per il moschetto - da 100 a 150 mm. per la pistola.

— *Esigenze balistiche.* Nello studio balistico della canna la lunghezza della parte rigata dell'anima è di poco minore dello spazio percorso dal proietto, cioè della distanza dalla base (fondello) del proietto nella sua posizione di caricamento alla bocca.

Per *lunghezza d'anima,* sebbene impropriamente, s'intende lo spazio percorso dal proietto, aumentato della lunghezza dello spazio di caricamento (1), cioè s'intende la distanza fra il fondo dell'anima (testa dell'otturatore) e la bocca dell'arma.

12. — Lunghezza dell'anima (Fig. 4). — La lunghezza dell'anima di una canna, per quanto riguarda lo spazio percorso dal proietto, si calcola nella

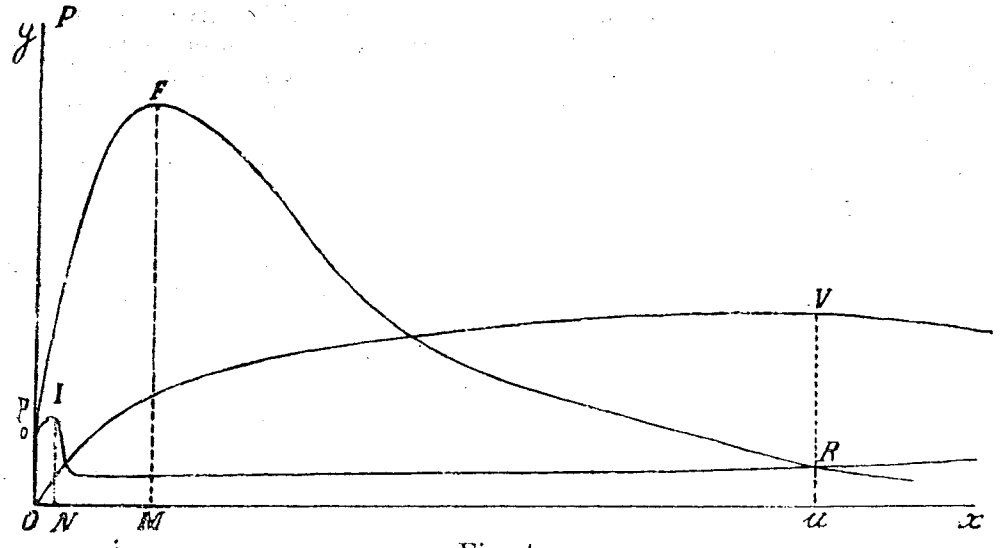


Fig. 4.

unità di misura corrispondente a quella presa per il calcolo delle pressioni e dei volumi, cioè generalmente in millimetri; però conviene spesso di esprimere tale lunghezza in calibri, poichè, come vedremo, ciò sintetizza alcune caratteristiche dell'arma.

(1) Si ricordi che: *Spazio di caricamento* è il volume iniziale della camera a polvere.

Considerando la curva delle pressioni unitarie, tracciata con opportuna unità di misura degli assi coordinati (1), l'area compresa fra la curva e l'asse degli spazi misura il lavoro unitario della carica (2); analogamente, considerando la curva delle resistenze che incontra il proietto nel percorrere l'anima, l'area compresa tra la curva delle resistenze e l'asse degli spazi misura il lavoro resistente unitario vinto dal proietto; perciò l'area compresa fra la curva delle pressioni unitarie e quella delle resistenze unitarie misura il lavoro unitario utile di cui sono capaci i gas della carica.

Prendendo per lunghezza dell'anima il valore dell'ascissa corrispondente all'incontro delle due curve si otterrebbe il *limite teorico della lunghezza della parte dell'anima percorsa dal proietto*, ma così facendo si avrebbe una canna lunghissima; perciò in pratica la canna si riduce di molti calibri e precisamente si limita al punto in cui l'andamento delle curve fanno rilevare che ulteriori sensibili aumenti di lunghezza darebbero incrementi di energia e quindi di velocità del proietto (3) non rilevanti, nè tali da compensare gli inconvenienti nell'impiego e nella maneggevolezza.

Variazioni alla *lunghezza pratica della parte dell'anima percorsa dal proietto* sono talora date dalla necessità di raggiungere una determinata velocità iniziale quando non si possa o non si voglia variare la qualità e quantità della carica (minore vivacità, maggiore pressione, ecc.) (4).

La lunghezza pratica della parte rigata dell'anima sugli attuali fucili a ripetizione (5) varia da 600 a 700 mm., è più lunga per i calibri minori, in media risulta circa 100 calibri (6).

---

(1) Le pressioni in kg. per mm², le lunghezze di tubo in millimetri.

(2) Il lavoro unitario prodotto da una forza è eguale al valore della forza moltiplicato per lo spazio percorso nella direzione del moto; ora nel nostro caso, mentre la pressione, P, varia colla legge data dalla curva delle pressioni, il proietto percorre nella direzione della forza, P, lo spazio Ox, quindi il lavoro totale L sull'unità di superficie sarà espresso e rappresentato dall'area determinata dalla curva delle pressioni coll'asse delle x.

Se Ω è l'area del fondello del proietto si ha che il lavoro complessivo sul proietto, L_Ω, è dato da:

[9] $$L_\Omega = \Omega \, . \, L.$$

(3) Le velocità assunte dal proietto dipendono dalle accelerazioni ad esso comunicate e dalle ritardazioni dovute alle resistenze; nei primi istanti del movimento le accelerazioni vanno aumentando rapidamente, quindi la curva delle velocità cresce rapidamente; indi le accelerazioni decrescono, mentre le ritardazioni rimangono quasi costanti, ne consegue allora che la velocità cresce ma sempre più lentamente e raggiunge il suo massimo valore quando la ritardazione risulta eguale all'accelerazione, cioè in corrispondenza dell'incontro delle due curve, curva delle pressioni e curva delle resistenze, poichè sappiamo che la curva delle forze (pressioni o resistenze) applicate al proietto può rappresentare anche la curva delle accelerazioni (positive o negative) comunicate al proietto, con un opportuno cambio di unità di misura.

(4) Ricordiamo: se Ω = area in mm² del fondello del proietto, il prodotto di Ω per l'area compresa fra le due curve e limitata là dove si vuole terminare l'anima, misura l'energia L_Ω acquistata dal proietto a questo limite. Dunque: conoscendo la massa del proietto si può determinare la velocità iniziale colla $\frac{1}{2} \frac{P}{g} V^2 = L_\Omega$; stabilendo la velocità che si richiede con un determinato proietto, si misura, limitandola nel diagramma, un'area equivalente all'energia del proietto alla bocca e si ottiene la lunghezza d'anima da darsi alla canna.

(5) Vedi seguente N. 16 « Rigatura », Specchio IV.

(6) Il fucile Mod. 91 ha: lunghezza totale dell'anima mm. 780, cioè 120 calibri;

Una regola empirica, sufficientemente attendibile, utile in pratica, stabilisce che da 70 calibri fino a 140 calibri per ogni aumento di calibro nella lunghezza dell'anima, impiegando la medesima cartuccia, si ottiene un aumento da m. 0,75 a m. 0,80 nella velocità iniziale.

La lunghezza della parte rigata dell'anima maggiore o minore, determinando corrispondenti variazioni molto notevoli nell'energia del proietto alla bocca e nel peso dell'arma, influisce sui valori del rendimento della carica e dell'arma; pertanto circa l'*energia della carica e del proietto* e circa il *rendimento della carica e dell'arma* si esamini la Parte II.

13. e) *Rivestimento.* — Per proteggere la canna dagli urti e dalle conseguenti deformazioni, per proteggere la mano del tiratore da scottature allorquando la canna, durante il tiro celere, assume una elevata temperatura, per sopprimere lo stringimento delle fascette direttamente sulla canna (1), si dispone sopra la canna un *copri-canna*, più o meno lungo, di legno, oppure si avvolge la canna con un *manicotto metallico.*

Il manicotto metallico è fissato sulla scatola di culatta e prende leggero appoggio sulla volata, fra il manicotto e la superficie della canna v'è un'intercapedine d'aria; il fermo di baionetta, le fascette, i punti di mira, sono portati da questo manicotto.

La Germania nel Mauser Mod. 88, il Belgio nel Mauser Mod. 89 e la Danimarca nel Krag-Jorgensen Mod. 89, hanno mantenuto il manicotto metallico nonostante gli inconvenienti che praticamente ha dato; si deforma e si ammacca eccessivamente ai minimi urti — non garantisce la mano dal bruciore, poichè il cuscinetto isolante d'aria, non rinnovandosi subito coll'aria esterna, si riscalda moltissimo e riscalda in breve anche il manicotto — aumenta il peso ed il costo dell'arma — se le deformazioni sono rilevanti si altera la posizione dei punti di mira.

La Germania, che aveva il manicotto metallico nel Mauser Mod. 88, l'ha abolito nel Mauser Mod. 98.

La necessità di un ottimo rivestimento di tutta la canna s'impone sempre più coll'aumentare della celerità delle armi; l'attuale rivestimento in legno è appena sufficiente per le armi a ripetizione ordinarie.

14. Forma interna. — L'interno della canna, come altrove si è detto (2), si distingue in: *anima propriamente detta,* quella cilindrica in cui è praticata la rigatura e che viene percorsa dal proietto — *camera* quella in cui prende esatto alloggio la cartuccia.

a) *Camera.* — La camera ha forma simile al bossolo; per ottenere, fino dalla posizione di caricamento, il forzamento del proietto nelle righe e sul fondo di queste si fa un raccordamento tronco-conico fra la parte anteriore cilindrica della camera e l'anima propriamente detta.

---

lunghezza dell'anima rigata mm. 711, di cui 5 mm. sono di raccordamento, cioè circa 109 calibri; la velocità iniziale è di 700 m.

Il moschetto Mod. 91 ha: lunghezza totale dell'anima mm. 445, cioè 68 calibri; lunghezza dell'anima rigata mm. 376, cioè 58 calibri; impiega la stessa cartuccia del fucile ed ha la velocità iniziale di 611 m.

(1) Permettendo così maggiore facilità ed uniformità di dilatazione.

(2) Vedi precedente N. 3.

Le dimensioni della camera, come quelle del bossolo, dipendono dalla densità di caricamento.

15. b) **Densità di caricamento.** — *Densità di caricamento,* Δ, è il rapporto fra il peso, w, della carica espresso in kg. ed il volume iniziale, W, della camera (1), espresso in litri:

[10] $$\Delta = \frac{w}{W}.$$

Trattandosi di cartuccia il volume iniziale è quello interno del bossolo dietro al proietto, occupato tutto od in parte dalla carica a seconda della qualità e quantità dell'esplosivo; quindi le dimensioni del bossolo e conseguentemente quelle della camera dipendono dalla densità di caricamento.

La densità di caricamento varia colla natura della polvere ed è maggiore per le polveri nere che per le polveri infumi; ma anche per queste è bene sia la più grande possibile fino al limite, praticamente ritenuto massimo, 0,75, oltre il quale si può avere azione dirompente; così colle polveri infumi, mentre si ottiene una camera meno voluminosa, si ha anche maggior regolarità di combustione e quindi maggior regolarità di tiro.

Per quanto riguarda la carica conviene scegliere quell'esplosivo che, soddisfacendo a tutte le altre esigenze balistiche, richiede una quantità minore di carica.

Concludendo: Si cerca di ottenere Δ grande pur diminuendo fino al limite possibile sia w, sia W.

Stabilite le dimensioni del bossolo, quelle corrispondenti della camera si deducono tenendo conto che per facilitare l'introduzione della cartuccia occorre un gioco, sia in senso longitudinale che diametrale, di mm. 0,1; se il gioco diametrale risultasse sensibilmente superiore, il bossolo si spaccherebbe, o si dilaterebbe eccessivamente, rendendone probabilmente difficile la estrazione; se il gioco longitudinale fosse grande, la cassula potrebbe non risentire a sufficienza o sfuggire l'azione del percussore.

La tolleranza nelle dimensioni non deve superare mm. 0,05.

— La camera è protetta dai deterioramenti mediante il bossolo; ma l'usura avviene sensibilissima sul raccordamento coll'anima per l'azione corrosiva e l'alta temperatura dei gas, al punto che cogli acciai ordinari dopo circa 4000 colpi l'avanzamento della cartuccia sprovvista di orlo è eccessivo e bisogna mettere la canna fuori servizio; inoltre la superficie corrosa è notevolmente striata, quindi l'orlo del bossolo si deforma in modo irregolare e può dare luogo a rottura del bossolo od a sfuggite di gas fra bossolo e pareti dell'anima (2).

---

(1) Dietro al proietto.

(2) Vedi: G. Bianchi, *Balistica interna,* Capitolo VI, N. 6, nota 1:

« Il deterioramento dell'arma nel tiro è tanto maggiore quanto maggiore è la temperatura dei prodotti e la loro pressione massima. La temperatura di esplosione dipende unicamente dalla sostanza esplosiva e dalla reazione chimica, ed è quindi sempre la stessa per un dato esplosivo.

« L'influenza della temperatura dei prodotti sul deterioramento dell'arma è prevalente, finchè il valore della pressione è piccolo, e quindi fino ad un certo limite un aumento della pressione con diminuzione della carica può risultare favorevole alla conservazione dell'arma ».

16. c) **Rigatura** (1). — Si dice *rigatura* l'insieme dei solchi che con andamento a spirale, sono praticati lungo la parete dell'anima allo scopo di imprimere al proietto oblungo un moto rotatorio attorno al suo asse di figura.

Riga è il solco; *pieno* è la nervatura risultante fra due solchi.

In una rigatura le righe sono fra loro eguali e così pure i pieni.

Il diametro dell'anima misurato fra due pieni è il *calibro dell'arma.*

Elementi della rigatura. — Gli elementi che determinano un sistema di rigatura sono: 1° *il profilo;* 2° *il senso;* 3° *il tracciato.*

1° *Il profilo* (Fig. 5) è la figura geometrica risultante da una sezione retta dell'anima rigata.

Il profilo di una riga presenta: un *fondo*, generalmente concentrico all'anima, due *fianchi* che limitano lateralmente al fondo la riga e raccordano il fondo alla superficie interna dell'anima.

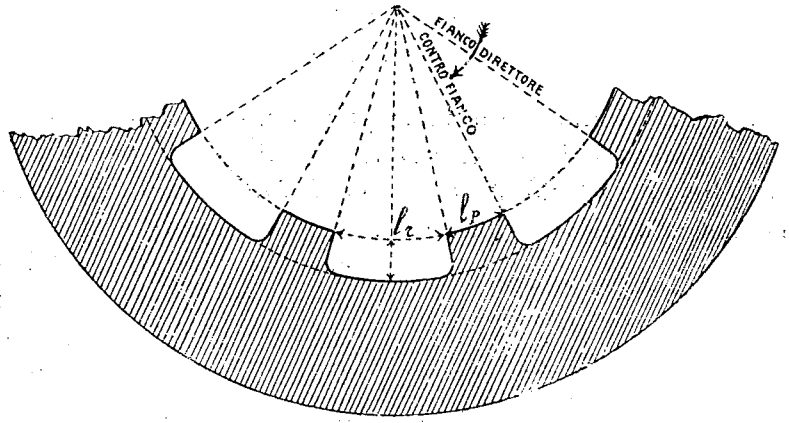


Fig. 5. — Profilo prussiano.

Il fianco contro cui il proietto, nel percorrere l'anima, preme maggiormente colle sue parti conduttrici, cioè il fianco che guida il movimento, si dice *fianco direttore*, od anche *fianco di tiro*, o *fianco di sparo;* l'altro fianco si dice *contro-fianco* (2).

Caratteristiche di un profilo sono: la forma dei fianchi e del fondo della riga, la larghezza e la profondità della riga, il numero delle righe.

Da queste caratteristiche dipende la bontà del sistema adottato per ottenere il centramento ed il forzamento del proietto lungo tutto il suo moto nell'anima.

Generalmente si dicono:

righe uniformi, quelle di larghezza e profondità costante;

righe cuneiformi od anche *righe a fianchi convergenti*, quelle in cui la larghezza diminuisce col procedere verso la bocca (il fianco direttore è più inclinato del contro-fianco);

(1) Per la parte storica relativa alla rigatura: Vedi Capitolo I, N. 12.

(2) Nelle armi rigate ad avancarica si diceva *fianco di caricamento,* poichè nel caricamento il proietto, per giungere dalla bocca alla camera del proietto, scorreva lungo l'anima appoggiandosi a questo fianco.

Nelle armi a retrocarica sul contro-fianco si esercita solo l'aderenza dovuta al forzamento del proietto, mentre sul fianco direttore si esercita in più la pressione delle parti conduttrici.

righe a profondità diminuente, quelle in cui la profondità va progressivamente diminuendo dall'origine alla bocca.

Il profilo ha un conveniente numero di righe; una sola riga non assicura la regolarità del moto rotatorio del proietto; due righe diametralmente opposte sarebbero sufficienti purchè profonde, ma profonde righe indeboliscono le pareti dell'arma; perciò occorre un *sistema multirigo* col quale la pressione delle parti conduttrici del proietto sul fianco direttore si ripartisce maggiormente e con uniformità, ciò che permette di ridurre di molto la profondità delle righe (1) e l'altezza delle parti conduttrici del proietto, con grande vantaggio sia della resistenza e dell'usura dell'arma, sia del centramento del proietto.

Se N è il numero delle righe, l_p la larghezza del pieno, l_r quella della riga, a il calibro, si ha:

[11] $$N = \frac{\pi \cdot a}{l_p + l_r}$$

il valore di N si arrotonda nel numero pari immediatamente inferiore, spesso si preferiscono dimensioni tali che N risulti divisibile per 4.

L'altezza delle parti conduttrici, affinchè funzionino regolarmente, impediscano qualsiasi sfuggita di gas ed al tempo stesso non diano luogo ad eccessivo lavoro d'attrito, si deduce considerando che il lavoro d'attrito, riferito all'unità della superficie di contatto, non superi un certo limite, limite che praticamente è risultato di circa 8 kg. per mm².

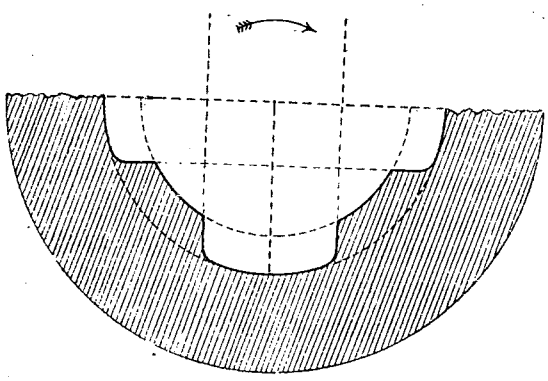


Fig. 6. — Profilo italiano.

Nelle armi attuali s'impiega generalmente il *profilo italiano* (Fig. 6) nel quale la riga è costituita: da un fondo concentrico all'anima, da due fianchi rettilinei paralleli al raggio condotto per il punto medio del fondo e raccordati a questo mediante breve arco di circolo; i fianchi, per tutta la lunghezza dell'anima, hanno andamento parallelo fra loro, cioè la riga è di larghezza costante, generalmente anche la profondità è costante (2).

Con questo profilo i fianchi risultano inclinati sulla superficie cilindrica dell'anima e perciò, in realtà, rispetto al profilo prussiano rendono maggiore tanto la pressione fra righe e parti conduttrici, quanto il lavoro d'attrito che ne consegue.

---

(1) La piccola profondità delle righe è inoltre vantaggiosa perchè facilita la lavorazione della rigatura, permette una più facile pulitura e conservazione dell'anima, diminuisce il diametro interno dell'anima misurato sui fondi e perciò a parità di resistenza diminuisce il peso dell'arma, e soprattutto dà luogo all'adozione di parti conduttrici non troppo spesse.

(2) È in studio per il fucile Mod. 91 un tipo di canna con rigatura a profondità diminuente, impropriamente detta *canna ad anima conica.*

Nel profilo italiano la larghezza del pieno è $^2/_3$ od $^1/_2$ di quella della riga, perciò il numero delle righe, N, resta determinato dalla relazione:

[12] $$N = \frac{2\pi \cdot a}{5\, l_p} \quad \text{oppure} \quad \frac{\pi \cdot a}{3\, l_p};$$

la profondità della riga si stabilisce da $\frac{1}{50}$ ad $\frac{1}{100}$ del calibro.

Per es., nel nostro fucile Mod. 91 si ha: $N = 4$ ed $l_p = \frac{2}{3} l_r$, profondità circa di $\frac{1}{50}$ del calibro e precisamente di mm. 0,125 (1).

— Altri sistemi di profilo sono, per es., il *profilo prussiano* (Fig. 5) a fianchi diretti secondo il raggio, il *profilo austriaco tipo Lenck* (Fig. 7) in cui il fianco direttore è diretto secondo il raggio ed il contro-fianco forma col fondo un solo arco di circolo eccentrico rispetto all'asse dell'anima od un arco di spirale (2).

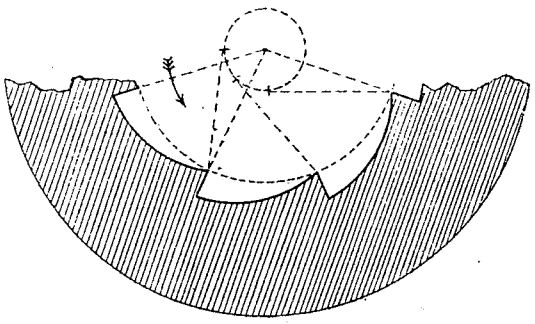


Fig. 7. — Profilo Lenck.

2° *Il senso.* — La rigatura si può considerare generata da uno stabilito profilo che si sposti lungo l'asse dell'anima e contemporaneamente ruoti con un moto angolare determinato da una linea direttrice tracciata sulla superficie cilindrica dell'anima.

Il senso della rotazione del profilo è il senso della rigatura; perciò si dice: *rigatura a destra* (da sinistra a destra) e *rigatura a sinistra* (da destra a sinistra) secondochè osservando la generatrice superiore dell'anima le righe volgono a destra oppure a sinistra dell'osservatore.

Dal punto di vista della giustezza del tiro e della resistenza delle armi è indifferente che il senso della rigatura sia *a destra* (3) od *a sinistra;* però nelle armi portatili si usa di volgere la rigatura a destra, ritenendo così di compensare in parte l'errore in deviazione verso sinistra dovuto alla tendenza che ogni tiratore ha: *col fucile,* di inclinare il piano di simmetria dell'arma (e quindi il piano di mira) verso sinistra per avvicinare la linea di mira all'occhio; *colla pistola,* di spostare verso sinistra detto piano mentre preme il grilletto.

Stabilito il senso della rigatura, *il fianco direttore di una riga è quello opposto alla direzione del movimento rotatorio.*

3° *Il tracciato* (Fig. 8) è lo sviluppo su di un piano della spirale direttrice del profilo.

Si consideri la riga ridotta alla intersezione del suo fianco direttore colla superficie cilindrica dell'anima di raggio eguale al semi-calibro, si supponga di tagliare questa superficie secondo la generatrice passante per l'origine di

(1) In gradi si ha: l_p corrisponde alla lunghezza di un arco di 36°, l_r a quella di un arco di 54°.

(2) Nelle artiglierie ad avancarica austriache in cui si usò questo profilo, il fianco direttore doveva centrare esattamente il proietto, perciò era quello curvilineo.

(3) Cioè secondo il senso del movimento delle lancette di un orologio.

una riga e di svilupparla sopra un piano; la riga si svilupperà secondo una linea che appunto prende il nome di *tracciato*, od anche di *sviluppo*.

Se si riferisce (Fig. 8) il tracciato a due assi ortogonali, quello delle x considerato secondo le generatrici dell'anima, quello delle y nel senso del moto di rotazione, la sua equazione sarà:

$$y = f(x).$$

La caratteristica di un tracciato è determinata da questa equazione, ma in pratica ciò che si richiede è il valore dell'inclinazione nei diversi punti del tracciato dall'origine alla bocca, interessa cioè la cosiddetta *inclinazione delle righe* (Fig. 8).

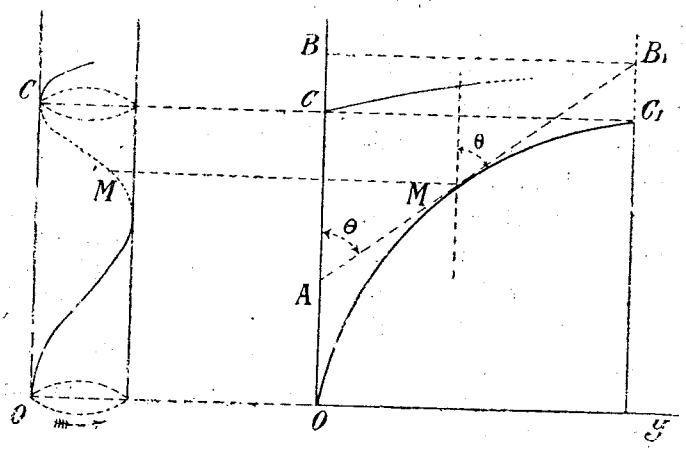


Fig. 8.

L'inclinazione in un punto, M, *della riga*, è misurata dal valore dell'angolo acuto θ formato dalla tangente allo sviluppo nel punto M colla generatrice dell'anima.

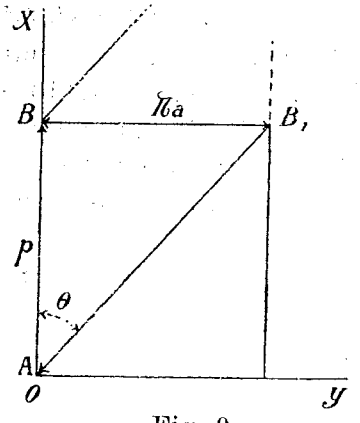


Fig. 9.

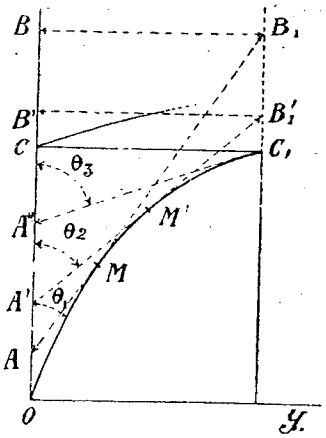


Fig. 10.

Se l'inclinazione della riga sulle generatrici dell'anima è costante, lo sviluppo della riga è una linea retta e la rigatura si dice *ad inclinazione costante*, od anche semplicemente *elicoidale* (Fig. 9).

Se l'inclinazione della riga sulle generatrici dell'anima è crescente a mano a mano che si procede verso la bocca, lo sviluppo della riga è una curva che volge la concavità verso l'asse delle y e la rigatura si dice *ad inclinazione variabile* od anche semplicemente *progressiva* (Fig. 10).

Considerando una rigatura elicoidale ad inclinazione costante (Fig. 9), si dice *passo* la distanza, AB, di una spira dalla successiva misurata lungo una stessa generatrice; e poichè il passo è dato dal valore:

$$[13] \qquad p = \frac{\pi a}{\text{tang } \theta}$$

si ha che il passo è costante per tutti i punti della rigatura, e questa prende anche il nome *rigatura a passo costante.*

Considerando una rigatura progressiva (Fig. 10), *il passo in un punto della riga progressiva* è il passo che corrisponderebbe ad una riga la cui inclinazione costante fosse eguale a quella della riga progressiva nel punto considerato — p. es., il passo è AB nel punto M; è A′B′ nel punto M′, ed è A″C nel punto C_1 cioè alla bocca — per la relazione [13] risulta che il passo è variabile e diminuisce col crescere dell'angolo θ; la rigatura perciò si dice anche *rigatura a passo variabile.*

Se l'inclinazione iniziale è nulla il passo all'origine è ∞ e si dice che la rigatura progressiva è *ad inclinazione iniziale nulla* oppure *a passo iniziale infinito.*

Il passo di una rigatura in un determinato punto si usa esprimerlo in calibri; pertanto, comunemente, sebbene impropriamente, si dice, p. es.:

inclinazione iniziale $n_1 = 20$ — inclinazione finale $n_2 = 50$

e s'intende con questo che:

$$[14] \qquad n_1 = \frac{p_1}{a}, \qquad n_2 = \frac{p_2}{a} \qquad \text{e:}$$

$$[15] \qquad \text{tang } \theta_1 = \frac{\pi}{n_1}, \qquad \text{tang } \theta_2 = \frac{\pi}{n_2}.$$

Fra le curve-sviluppo, che si possono scegliere per una rigatura progressiva, la più semplice e che meglio sembra corrispondere allo scopo (1) è quella in cui l'inclinazione va crescendo proporzionalmente alla distanza dall'origine, cioè un arco di parabola (2), in questo caso si ha la cosidetta *rigatura parabolica.*

Se lo sviluppo è un arco di circonferenza si ha la cosidetta *rigatura circolare.*

17. RELAZIONE FRA LA VELOCITÀ INIZIALE E LA VELOCITÀ ANGOLARE DI ROTAZIONE DEL PROIETTO. La velocità angolare di rotazione del proietto, allorchè questo abbandona l'anima, dev'essere molto grande, specialmente per i proietti relativamente lunghi rispetto al calibro (3), poichè altrimenti non si otterrebbe la necessaria stabilità dell'asse del proietto sulla traiettoria ed il proietto non colpirebbe il bersaglio colla punta, ma col fianco o col fondello.

Ora questo valore della velocità angolare non si può aumentare oltre un certo limite poichè dipende dalla velocità iniziale e dall'inclinazione della

(1) Vedi seguente N. 19.

(2) La parabola sviluppo della riga deve avere l'asse parallelo all'asse delle x e passare per l'origine.

(3) Quali quelli delle armi portatili.

rigatura alla bocca dell'arma, elementi questi che alla lor volta, dovendo soddisfare a molteplici condizioni, possono solo variare entro determinati limiti.

Consideriamo una rigatura elicoidale; se ne faccia lo sviluppo (Fig. 9); sia:

a il calibro espresso in metri,
p il passo espresso in metri,
θ^0 l'angolo d'inclinazione della riga alla bocca,
V la velocità iniziale al 1″ espressa in metri,
w la velocità angolare di rotazione al 1″ espressa in metri,
N il numero delle rotazioni che il proietto compie in 1″,
n il passo espresso in calibri.

Dal triangolo rettangolo ABB_1 risulta:

[16] $$\text{tang } \theta = \frac{\pi \cdot a}{p}$$ inoltre:

[17] $$N = \frac{V}{p}$$

e poichè la velocità angolare di rotazione al 1″ è, per definizione, lo spazio percorso in 1″ dai punti distanti l'unità dall'asse di rotazione (1), avremo:

[18] $$w = 2\pi N$$

e sostituendo ad N il suo valore [17]:

[19] $$w = \frac{2\pi V}{p}.$$

Nella [19] possiamo sostituire al passo, p, il valore dato dalla [16] ed allora:

[20] $$w = \frac{2 V \text{ tang } \theta}{a}$$

oppure, se il passo si esprime mediante il numero n che ne rappresenta la lunghezza in calibri, possiamo sostituire il valore:

$$p = n \cdot a$$ ed allora:

[21] $$w = \frac{2\pi V}{n \cdot a}.$$

Le relazioni ora espresse valgono evidentemente anche per una rigatura progressiva, purchè si ricordi che i valori di p e di θ sono quelli al termine della rigatura.

Anche dalla [20] si può ottenere la relazione [21] sostituendo a tang θ il suo valore:

[22] $$\text{tang } \theta = \frac{\pi}{n}.$$

La relazione [20] è quella che maggiormente si usa (2); si rileva che, stabilito il calibro del proietto, occorre di determinare i valori degli elementi

---

(1) Unità che in questo caso è 1 metro.

(2) Per esempio: trattandosi del fucile italiano Mod. 1891 si ha:

a = m. 0,0065;
p = m. 0,20;
$\theta^0 = 5°.50'$;
V = m. 700 al 1″;

e risulta:

w, V, tang θ, in modo da soddisfare armonicamente alle diverse ed anche opposte esigenze alle quali ciascuno di essi deve corrispondere.

Inclinazione finale della rigatura. — L'inclinazione finale delle righe determina la velocità di rotazione del proietto lungo la traiettoria, ma l'inclinazione finale da darsi alle righe si ottiene con soluzioni approssimate completando i dati teorici espressi nella [20] con quelli dell'esperienza.

Dalle esperienze (1) si deduce che per un dato proietto lanciato con una data velocità iniziale: la regolarità del tiro cresce col crescere dell'inclinazione delle righe alla bocca, finchè questa inclinazione è relativamente piccola; indi si può aumentare anche notevolmente l'inclinazione senza che la regolarità varî in modo molto sensibile, giungendo così ad un certo limite superato il quale il tiro perde di regolarità.

Si possono dunque avere soluzioni pratiche convenienti con inclinazioni finali anche molto differenti fra loro, e talora si possono altresì variare entro limiti abbastanza estesi la velocità iniziale, la forma, il peso del proietto, senza rilevante scapito della regolarità del tiro (2).

18. Influenza della rigatura sul moto del proietto nell'interno dell'arma (Fig. 11). — Al principio del movimento i pieni delle righe intagliano l'incamiciatura del proietto in modo da formare le parti conduttrici, le quali, appoggiando e premendo sui fianchi direttori delle righe, obbligano il proietto, che si sposta in direzione del proprio asse coincidente con quello dell'anima, a prendere un movimento di rotazione intorno all'asse stesso; inoltre siccome esiste un certo forzamento iniziale, dovuto al fatto che il diametro esterno dell'incamiciatura è maggiore del diametro dell'anima misurato fra il fondo delle righe, il metallo dell'incamiciatura viene compresso e spinto all'indietro, ciò rappresenta *la resistenza all'intaglio dell'incamiciatura* e per vincerla occorre uno sforzo relativamente grande. Ne consegue che il proietto non si muove fino a che la pressione nell'interno dell'anima non abbia raggiunto il valore

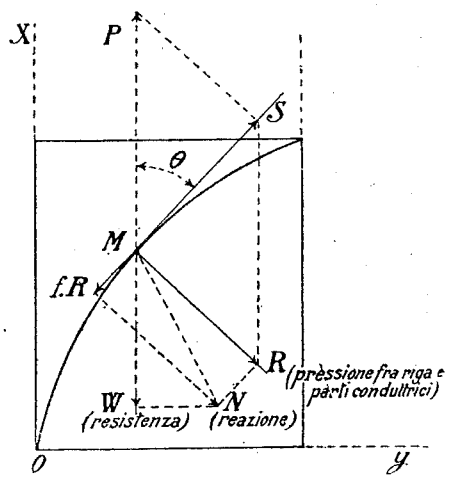


Fig. 11.

$$N = 3500 \text{ giri al } 1''; \quad w = 21980 \text{ m. al } 1''.$$

Invece col fucile italiano Mod. 1870-87 si aveva:

a) colla cartuccia a polvere nera:

$$a = \text{mm. } 0{,}01035; \quad V = 435; \quad p = \text{m. } 0{,}66; \quad N = 659; \quad w = 4138 \text{ m.};$$

b) colla cartuccia a polvere infume Mod. 1890:

$$a = \text{mm. } 0{,}01035; \quad V = 615; \quad p = \text{m. } 0{,}66; \quad N = 931; \quad w = 5852 \text{ m.}$$

(1) G. Bianchi, *Balistica esterna.*

(2) Nei fucili antichi con calibro da 15 a 18 mm. l'inclinazione alla bocca era di 1°,5; nei fucili di calibro da 10 a 12 mm. l'inclinazione fu portata a 3°; nei fucili odierni di calibro da 6 ad 8 mm. l'inclinazione finale è circa 6°.

necessario per esercitare questo sforzo; dopo il proietto continua il suo movimento lungo la rigatura, però a questo movimento si oppongono:

1° *la resistenza delle righe,* che è dovuta in parte alla pressione, R, fra i fianchi e le parti conduttrici, pressione che a sua volta genera un attrito, fR, ed in parte alla forza necessaria per imprimere al proietto il movimento di rotazione;

2° *la resistenza al forzamento,* che è dovuta all'attrito generato dalla pressione, F, che si manifesta (1) fra il fondo delle righe e l'incamiciatura.

Consideriamo queste due resistenze:

La *resistenza all'intaglio* dà luogo ad un lavoro molto piccolo perchè la sua azione avviene al principio del movimento e solo per un brevissimo tratto d'anima; ma appunto perchè si manifesta al principio del moto del proietto, ha invece una grande influenza sulla combustione iniziale della carica e quindi sul valore della pressione massima dei gas e su quello della velocità iniziale.

Si può ritenere che la resistenza all'intaglio è tanto maggiore quanto maggiori sono il numero e la profondità delle righe, che cresce col crescere del forzamento e che dipende dal profilo delle parti conduttrici.

La *resistenza delle righe* si rileva nel seguente modo (Fig. 11):

Se Q è la pressione unitaria dei gas, che in un dato istante si manifesta sul fondello del proietto, ed m è il numero delle righe, la pressione unitaria del proietto su ciascuna riga, misurata nel senso del movimento di traslazione del proietto, sarà: $\frac{Q}{m} = P$; questa pressione si può immaginare decomposta in due: una, S, che agisce lungo la riga e produce il movimento di traslazione sulla riga, e l'altra, R, normale alla riga che preme sulla riga e che per l'azione della S dà luogo all'attrito, fR.

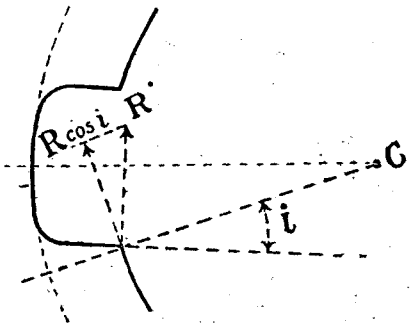


Fig. 12.

Se la generatrice del fianco direttore è normale alla superficie cilindrica interna dell'anima, la pressione, R, fra riga e corona è situata nel piano tangente a questa superficie; altrimenti, come nel caso del profilo italiano (Fig. 12), se il fianco direttore è inclinato dell'angolo i la componente della R (2) nel piano tangente ha il valore: R cos i.

Dicesi *reazione della riga* sulla parte conduttrice la risultante, N, della pressione, R, normale alla riga e dell'attrito, fR, corrispondente, diretto secondo la tangente alla riga stessa.

Se poi si considera la componente della reazione della riga stimata secondo l'asse delle x, cioè secondo la direzione del moto di traslazione, tale componente W dà il valore della *resistenza della riga* (3).

---

(1) La deformazione dell'incamiciatura è parzialmente elastica, perciò si genera lungo tutto il percorso nell'anima una pressione, F, fra la parte esterna dell'incamiciatura e la superficie dei fondi e dei pieni delle righe, pressione di valore molto più piccolo di quella, R, che si esercita sui fianchi, ma che è sufficiente per impedire sfuggite di gas.

(2) La R è normale alla superficie del fianco.

(3) BIANCHI, *Balistica interna,* Capitolo IV.

19. INFLUENZA DELLA PRESSIONE FRA RIGHE E PARTI CONDUTTRICI NELLA DETERMINAZIONE DEL TRACCIATO. — Il valore della pressione, R, è funzione di tang θ, e cresce col crescere di tale funzione.

Se la rigatura è a passo costante, tang θ è costante ed allora (1) risulta che la pressione, R, sulla riga è proporzionale alla pressione, P, esercitata dai gas della carica e perciò che R è massima quando massima è la pressione P.

Se la rigatura è a passo variabile, le variazioni di R devono essere tali da raggiungere lo scopo principale per cui tale rigatura è talora preferita, cioè lo scopo di diminuire più che si può il massimo valore della pressione R, e perciò i valori di tang θ e quindi di θ devono risultare molto piccoli quando la pressione dei gas è massima; effettivamente per rendere più piccolo possibile il massimo valore della pressione R si dovrebbe determinare lo sviluppo della rigatura in modo che R risulti costante nel tratto in cui si sviluppano le maggiori pressioni dei gas.

Il calcolo di questo problema è piuttosto laborioso e la curva che si ottiene è di costruzione molto difficile, perciò si preferisce d'impiegare tracciati più semplici, che, pur non rappresentando una soluzione rigorosa del problema, dànno ad R un valore approssimativamente costante; questi tracciati sono: *il parabolico* ed *il circolare.*

RIGATURA PARABOLICA. — Il massimo valore della pressione, R, sulla riga non coincide col massimo valore della pressione dei gas sul fondo del proietto ed inoltre a parità d'inclinazione finale è minore che nella rigatura elicoidale.

L'inclinazione iniziale della parabola si determina in modo che da uno stabilito punto dell'anima, che generalmente è quello a cui corrisponde la pressione massima dei gas, fino al termine delle righe la pressione R sia costante.

RIGATURA CIRCOLARE. — Ha proprietà poco differenti dalla parabolica; s'impiega in luogo della parabolica per rendere più facile il tracciamento della curva.

20. LAVORI DOVUTI ALLA RIGATURA. — Nel confrontare i sistemi di rigatura oltre alle resistenze occorre considerare i lavori che si devono compiere per superarle.

Questi lavori sono:

1° Il lavoro dell'intaglio delle parti conduttrici.

2° Il lavoro dell'attrito generato dal forzamento del proietto.

3° Il lavoro della resistenza delle righe, che a sua volta è costituito da:

a) lavoro dell'attrito, fR, fra le righe e le parti conduttrici (2);

b) lavoro equivalente alla forza viva di rotazione acquistata dal proietto.

Come già si disse il lavoro dell'intaglio è piccolo; di quello del forzamento si tiene conto implicitamente allorchè nel determinare fR si prende per coefficiente d'attrito un valore più grande del vero: così, per esempio, trattandosi d'attrito fra rame ed acciaio si prende $f = 0{,}167$ o più.

Dal lavoro totale dell'attrito fra riga e parti conduttrici dipende il logoramento che subiscono le parti stesse, ed è quindi necessario che questo lavoro non superi determinati limiti (3).

---

(1) BIANCHI, *Balistica interna*, Capitolo IV.

(2) Questo lavoro si compie lungo la riga.

(3) Risulta che: *a parità d'inclinazione finale* il lavoro dell'attrito per la rigatura progressiva ad inclinazione iniziale nulla è doppio di quello per la rigatura ad inclinazione costante.

21. CONFRONTO FRA LA RIGATURA ELICOIDALE E LA PROGRESSIVA. — Basandosi su numerose esperienze eseguite dal Noble, il Kaiser ha compiuto dei calcoli sulle pressioni, sulle resistenze e sui lavori che dimostrano (1) come *a parità d'inclinazione finale:*

a) la rigatura progressiva, dando luogo a pressione fra riga e parti conduttrici di minore valore massimo, rende meno facile il rasamento delle parti conduttrici;

b) la rigatura progressiva, dando luogo a lavoro totale d'attrito maggiore, produce maggiore logoramento sia delle righe che delle parti conduttrici del proietto;

c) la rigatura progressiva, dando luogo a continuo intaglio delle parti conduttrici, oltre a produrre un lavoro resistente d'intaglio, facilita le sfuggite di gas (2).

— Per queste considerazioni la rigatura progressiva apparirebbe di conveniente impiego solo nel caso in cui le pressioni interne dei gas raggiungono valori elevatissimi; ma in pratica un sistema di rigatura deve soddisfare anche ad altre condizioni:

1ª raggiungere alla bocca il massimo valore di θ compatibile colla resistenza della incamiciatura per assicurare al proietto una grande velocità di rotazione, specialmente nel caso d'anima corta (3);

2ª facilitare l'intaglio delle parti conduttrici;

3ª facilitare il moto del proietto all'inizio del suo movimento, specialmente nel caso in cui s'impieghi un esplosivo a lenta e progressiva combustione.

Condizioni queste alle quali soddisfa solo la rigatura progressiva.

---

(1) A parità d'inclinazione finale:

I. In una *rigatura ad inclinazione costante:*

a) il massimo della pressione fra riga e parti conduttrici, R, si verifica ove la pressione dei gas raggiunge il massimo;

b) la resistenza delle righe, W, dopo tale massimo decresce sempre fino alla bocca dell'arma.

II. In una *rigatura progressiva con inclinazione iniziale nulla:*

a) il massimo della pressione fra riga e parti conduttrici si verifica alla bocca dell'arma ed è di poco inferiore a quello massimo che si avrebbe colla rigatura ad inclinazione costante;

b) la resistenza delle righe cresce sempre fino alla bocca dell'arma.

III. In una *rigatura progressiva con inclinazione iniziale non nulla:*

a) il massimo della pressione fra riga e parti conduttrici è molto minore che nei casi I e II; e precisamente: quando l'inclinazione iniziale è circa metà della finale, la pressione è presso a poco costante lungo tutta l'anima ed il suo valore massimo è poco più della metà di quello che si ha per la rigatura ad inclinazione costante;

b) la resistenza delle righe è anch'essa presso a poco costante.

IV. *Per qualsiasi sistema di tracciato:*

a) la resistenza delle righe, W, è molto piccola rispetto alla pressione, P, dei gas sul fondello del proietto (*);

b) la resistenza delle righe si mantiene circa $^1/_4$ del valore della pressione, R, fra righe e parti conduttrici.

(2) Perciò coi proietti d'artiglieria obbliga all'uso di una sola *corona di forzamento* di altezza limitata.

(3) Caso in cui il passo è inferiore a 30 calibri, cioè quando risulti: $\text{tang}\,\theta > \frac{\pi}{30}$.

(*) Approssimativamente W_{max} è da $\frac{1}{100}$ a $\frac{2}{100}$ del valore di P_{max}.

SPECCHIO IV. — **Dati sulla rigatura dei fucili di alcuni eserciti.**

	Italia	Austria-Ungheria	Germania	Francia	Inghilterra	Russia	Bulgaria	Belgio	Turchia	Svizzera	Spagna	Serbia	Rumania	Olanda	Stati Uniti	Canadà	Giappone
	Mod. 91	Mod. 95	Mod. 98	Mod. 86-93	Mod. 903	Mod. 91	Mod. 95	Mod. 89	Mod. 90	Mod. 89-95	Mod. 93	Mod. 99	Mod. 93	Mod. 95	Mod. 903	Mod. 905	Mod. 905
Calibro . . . . . in mm.	6,5	8	7,9	8	7,7	7,6	8	7,6	7,6	7,5	7	7	6,5	6,5	7,6	7,6	6,5
Lunghezza della canna . . id.	780	765	740	800	640	760	765	779	740	795	737	737	725	790	610	791	790
Id. dell'anima rigata id.	711	705	682	727	578	694	705	—	—	720	—	—	—	—	519	640	715
Id. id. id. in calibri	109	88	85	91	75	91	88	—	—	95	—	—	—	—	72	84	110
Numero delle righe	4	4	4	4	5	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	6
Larghezza della riga . . . in mm.	(1)	3,50	4,40	4,20	—	3,81	3,50	4,46	4,20	3,80	3,90	3,90	2,55	2,50	3,80	3,80	2,90
Profondità della riga . . . id.	0,12	0,20	0,12	0,15	—	0,15	0,20	0,17	0,12	0,12	0,12	0,12	0,15	0,15	0,10	0,10	0,15
Passo della rigatura alla bocca id.	200	250	240	240	254	240	250	250	250	270	217	217	201	201	254	—	—
Id. id. id. in calibri	31	31	33	30	32	31	31	33	33	35	31	31	31	31	33	—	—
Inclinazione id. id. in gradi	5°50′	5°50′	5°30′	6°	5°40′	5°50′	5°50′	5°30′	5°30′	5°10′	5°50′	5°50′	5°50′	5°50′	5°30′	—	—
Sistema di rigatura (elicoidale E, o progressiva P)	P	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E

(1) Ampiezza di 54°.

Pertanto è opportuno di non ritenere in modo assoluto vantaggiosa la rigatura elicoidale in confronto alla progressiva, bensì di considerare anche il sistema di rigatura prescelto in rapporto al tipo d'arma, alla lunghezza del proietto rispetto al calibro, alla natura dell'esplosivo, alla velocità iniziale.

22. RIGATURA MISTA. — *Per le armi portatili* non è il caso di complicare con questo sistema di rigatura la costruzione dell'arma, nè vantaggi apprezzabili si arrecherebbero alla regolarità del moto del proietto ed alle proprietà balistiche dell'arma.

Quando il tracciato delle righe è parte ad inclinazione costante e parte progressiva, la rigatura si dice *mista*.

La parte ad inclinazione costante può essere:

a) il tratto fra l'origine ed il punto dell'anima in cui si verifica la pressione massima dei gas (1);

b) un tratto più o meno grande vicino alla bocca (2);

c) due tratti, uno presso l'origine e l'altro presso la bocca.

Scopo di questo tracciato è di attenuare i difetti della rigatura progressiva quando l'impiego di questa sia necessario (3).

23. Scatola di culatta. — La *scatola di culatta* o *culatta mobile* è la parte metallica che prolunga la culatta della canna; generalmente è di ferro cementato a pacchetto e temprato (4), si avvita alla culatta e serve per contenere le parti dei meccanismi di otturazione, di percussione, di scatto; in essa si muove l'otturatore che durante lo sparo vi prende solido appoggio.

Le dimensioni e le sagomature della culatta mobile dipendono essenzialmente dalle caratteristiche del sistema di chiusura; può presentarsi sotto

---

(1) Si ottiene in quel tratto di minore pressione fra righe e parti conduttrici, ed in totale si ottiene minore lavoro d'attrito rispetto ad una rigatura tutta progressiva.

(2) Si rende in questo tratto decrescente la pressione fra riga e parti conduttrici e perciò si dà maggiore regolarità al moto rotazione del proietto.

Infatti abbiamo visto che la pressione R produce il movimento di rotazione del proietto; quindi l'accelerazione di questo movimento di rotazione segue la legge delle variazioni di R, perciò l'accelerazione verso la bocca è piccola con una rigatura elicoidale ed è grande con una progressiva, quindi la rigatura progressiva è poco favorevole alla regolarità del movimento del proietto poichè questo riceve un urto nell'istante in cui abbandona l'anima.

Inoltre si consideri che $w = \frac{2V \operatorname{tang} \theta}{a}$, perciò nel caso di rigatura elicoidale ai piccoli incrementi che subisce V presso la bocca corrispondono piccoli incrementi di w, mentre nel caso di rigatura progressiva oltre agli incrementi di V si hanno quelli di θ e quindi incrementi notevoli di w.

(3) Caso in cui si ha una grande lunghezza d'anima rispetto al calibro, poichè allora si ha anche grande inclinazione finale e grande pressione massima.

(4) Il ferro non subisce la tempera, come l'acciaio, ma può acquistare alla superficie una durezza pari a quella dell'acciaio qualora venga aumentato il titolo di carbonio mediante la cementazione e quindi eseguita la tempera.

Il ferro colla sua grande tenacità si presta ad una lavorazione facile e poco costosa dei molteplici incastri e delle aperture che la culatta mobile presenta, quindi conviene di lavorare finchè si può sul ferro indi eseguire la cementazione e la tempera per dare alle parti lavorate quella durezza ed elasticità necessarie per sopportare senza deformarsi il tormento comunicato dall'otturatore.

forma parallelepipeda (1), oppure sotto forma di tubo; in ogni caso: deve presentare un conveniente appoggio all'otturatore ed essere sicuramente capace di resistere senza deformarsi agli sforzi longitudinali trasmessile dall'otturatore — deve guidare perfettamente l'otturatore nei movimenti per la carica ed impedirgli qualsiasi vibrazione e flessione durante lo sparo — deve presentare l'apertura di caricamento e quella di comunicazione col serbatoio in posizioni convenienti, affinchè le operazioni tutte della carica possano essere facilmente eseguite.

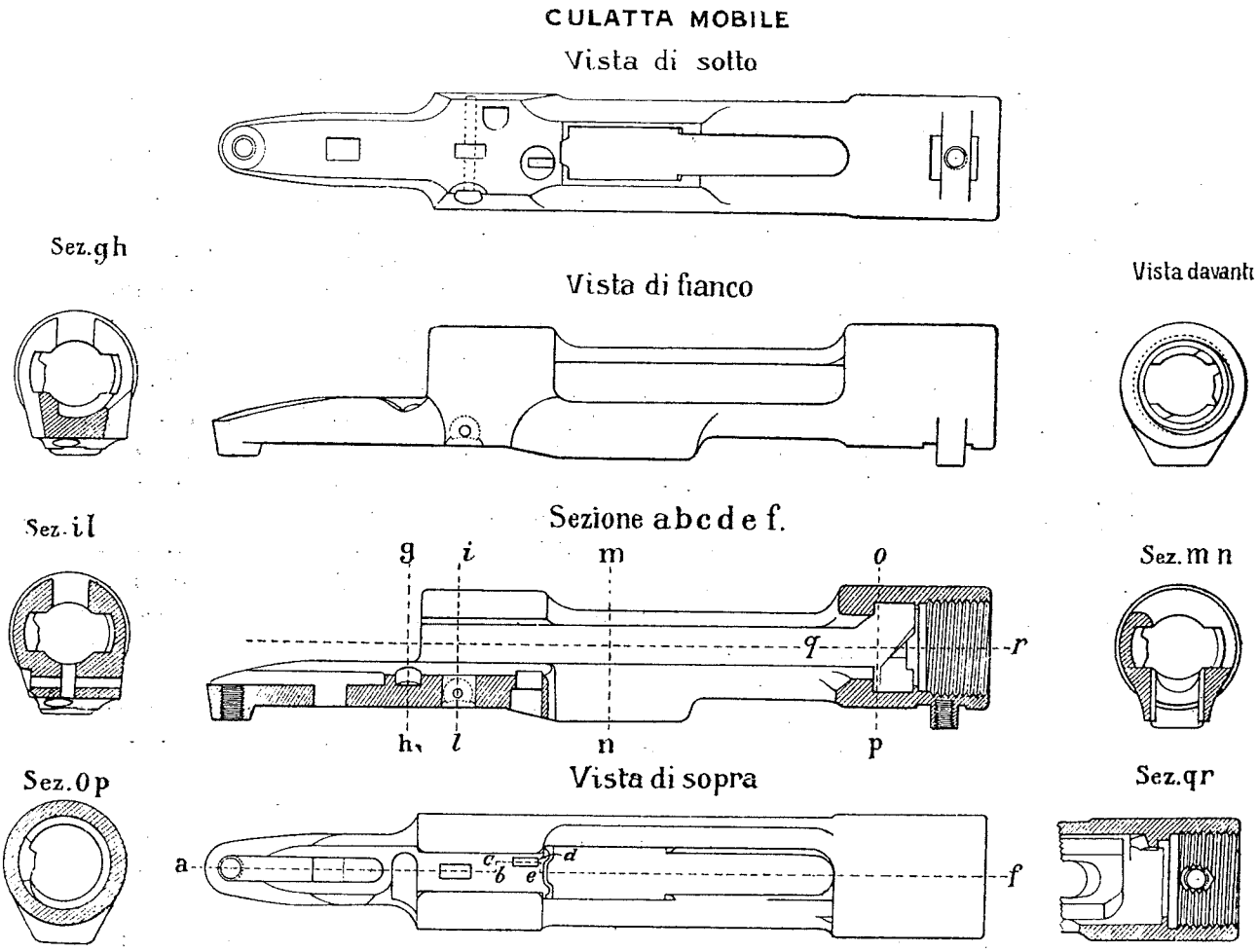


Fig. 13. — Culatta mobile del fucile italiano Mod. 91.

Il collegamento della scatola di culatta alla cassa può essere fatto per mezzo della canna, oppure direttamente, mediante denti di appoggio o con asticoli o con viti.

Ciò che caratterizza una scatola di culatta si può rilevare, per esempio, dalla Fig. 13 e dalla seguente descrizione della *culatta mobile del fucile Mod. 91.*

Culatta mobile del fucile Mod. 91. — È un tubo di ferro fucinato, tornito, limato, cementato tutto a pacchetto temprato ed abbrunato come la canna; nell'interno scorre e si assicura l'otturatore per mezzo di appositi *incastri.*

(1) Specialmente nei casi di fusto separato dal calcio, ad esempio: fucile Remington, fucile Lebel.

I diametri interno ed esterno della culatta mobile sono rispettivamente maggiori di quelli della camera e della canna.

Nella parte superiore, molto pronunciata sulla destra, trovasi l'*apertura di caricamento* per l'introduzione del caricatore e l'espulsione del bossolo, l'apertura si prolunga indietro in uno *spacco* per il passaggio della guida del manubrio dell'otturatore; nella parte inferiore vi è, opposta all'apertura di caricamento, l'*apertura del serbatoio*, avanti a questa ed all'esterno è praticato il *dente* o *tallone anteriore di culatta mobile* che, appoggiandosi sul *traversino metallico* fisso alla cassa, trasmette direttamente alla cassa il tormento dello sparo in modo che il congegno di chiusura risenta la sola azione che si manifesta sulla testa dell'otturatore; il dente presenta un foro con avvitatura per la punta della *vite anteriore di culatta mobile*.

Nell'interno della culatta mobile ed anteriormente vi è un tratto a chiocciola per l'unione alla culatta della canna, seguìto da un breve tratto liscio con risalto circolare; continua quindi una gola cilindrica che costituisce gli *incastri d'appoggio delle alette del cilindro;* l'incastro superiore verso il basso è interrotto da un risalto a fianco elicoidale sul quale striscia l'aletta sinistra del cilindro allorchè si alza il manubrio per aprire l'otturatore; l'incastro inferiore, verso l'aletta, è interrotto in modo analogo, da un risalto a fianco elicoidale sul quale striscia l'aletta destra del cilindro (1); verso la parte posteriore *le guance* terminano e la culatta mobile si prolunga inferiormente in una appendice a guisa di *codetta* che all'esterno ha posteriormente un tallone tronco-conico con foro a chiocciola ed all'interno sono praticati il foro per il dente di scatto, il foro per la punta della vite posteriore di culatta mobile, l'incavo trasversale per le ali del tubetto, la scanalatura longitudinale per il dente del cane.

Le guance della culatta mobile hanno internamente *due scanalature longitudinali;* in quella di sinistra scorre l'aletta sinistra del cilindro e la *guida del cane*, in quella di destra, parzialmente interrotta dall'allargamento dell'apertura di caricamento, scorre l'aletta destra, ambo le scanalature terminano nella gola anzidetta con un breve tratto elicoidale analogo ai risalti della gola stessa; nella superficie interna inferiore sboccano tre fori: uno cilindrico-prismatico verso destra, per *il ritegno dell'otturatore;* uno rettangolare per l'*aletta del bilanciere;* uno rettangolare con incavo cilindrico, un poco a sinistra, per l'*espulsore*.

Al disotto della culatta mobile, per mezzo del bilanciere, sono montati il *ritegno del cilindro*, il *meccanismo di espulsione* ed alcune parti del meccanismo di scatto, quali *il grilletto* ed il *dente di scatto*.

24. Congegno di puntamento. — *Puntare un'arma* ad un determinato segno, significa disporla in modo che la traiettoria descritta dal proietto passi per il segno (2).

Per puntare un'arma s'impiegano le cosidette *linee di mira*, cioè le visuali fatte passare per due punti dell'arma stessa dei quali l'uno è fisso e l'altro è mobile.

Generalmente il punto fisso è in volata e dicesi *mirino*, quello mobile è in culatta portato da un *ritto* e dicesi *mira* e comunemente *tacca di mira*.

Le diverse posizioni che assume la mira determinano le diverse linee di mira, le quali così permettono di disporre la *linea di tiro* in modo da ottenere uno stabilito angolo di elevazione, α, cioè permettono di puntare l'arma ad un bersaglio situato a determinata distanza corrispondente a tale angolo, α, d'elevazione.

---

(1) Questi risalti a fianco elicoidale servono ad iniziare la retrocessione del cilindro durante l'apertura dell'otturatore ed a facilitarne l'avanzata nella chiusura.

(2) Vedi: Parte II.

Mirare ad un punto significa disporre la linea di mira, corrispondente ad una stabilita posizione della mira, in modo che passi per quel punto.

— Dunque per eseguire il puntamento occorre un congegno che stabilisca sull'arma le diverse linee di mira, e precisamente:

Congegno dell'alzo, o semplicemente *alzo, è il congegno applicato all'arma che porta il punto di mira mobile in modo che questo possa essere fissato nelle diverse posizioni corrispondenti ad altrettante determinate e convenienti distanze di punto in bianco.*

L'alzo si dice *rettilineo* quando la mira, portata da un *ritto,* si sposta nel piano dell'alzo; si dice *a quadrante* quando la mira si sposta sopra una superficie sferica o cilindrica il cui asse passa per il mirino ed è normale al piano di tiro; però nell'uso comune, trattandosi di armi portatili, sebbene impropriamente, si dice *alzo a quadrante* quello in cui la mira si sposta su di una superficie cilindrica il cui asse è l'asse di rotazione del ritto.

In luogo del ritto con tacca di mira e del mirino si possono determinare le linee di mira coll'asse ottico di un cannocchiale o di speciale collimatore e l'incrocicchio di due rette tracciate su di un apposito vetrino (1) del cannocchiale o del collimatore.

Questi sistemi ottici eliminano gli inconvenienti del puntamento con tacca di mira e mirino e dànno una facile visione del bersaglio alle medie e grandi distanze; ma sono esposti ad urti ed a tormento nello sparo che possono facilmente produrre variazioni nella posizione dell'asse ottico, inoltre sono troppo delicati e costosi per l'uso negli ordinari fucili da guerra, converrebbero per le mitragliatrici (2).

Pertanto consideriamo solamente i congegni di puntamento a tacca di mira e mirino.

25. Forma e dimensioni dei punti di mira. — Gl'intagli determinano meglio delle sporgenze la giusta posizione delle visuali; ma il vertice di una *tacca* non si discerne chiaramente che a brevissima distanza dall'occhio, mentre la *cresta* di una sporgenza riesce visibile anche a distanza, perciò si è trovato conveniente di fare sporgente il mirino ed incavata la mira.

— La forma dell'incavo della mira può essere svariatissima, ma generalmente è ad angolo acuto più o meno svasato, col vertice in basso e colle facce interne convergenti verso l'occhio del puntatore ed annerite per evitare i riflessi di luce.

Affinchè il puntatore possa ottenere una visione distinta è opportuno che la tacca di mira possa risultare distante dall'occhio da 250 a 300 mm., e poichè nel puntamento l'occhio del tiratore può protendersi oltre la spalla da 200 a 250 mm., la tacca di mira deve risultare a circa 500 mm. dall'estremità del calcio.

---

(1) Il vetrino coll'incrocicchio dicesi *micrometro.*

(2) Non sembra conveniente di richiedere una visibilità di bersaglio tale da potere estendere il tiro di fucileria oltre le distanze alle quali è ancora possibile il puntamento ad occhio nudo; potrebbero però essere all'occorrenza provvisti di cannocchiale gli alzi dei fucili assegnati ai tiratori scelti quando questi siano incaricati di speciale sorveglianza del fronte avversario.

Per ragioni relative alla visibilità di un uomo isolato alle piccole distanze, occorre di dare alla tacca di mira una profondità di 2 mm. ed una larghezza di 1 millimetro.

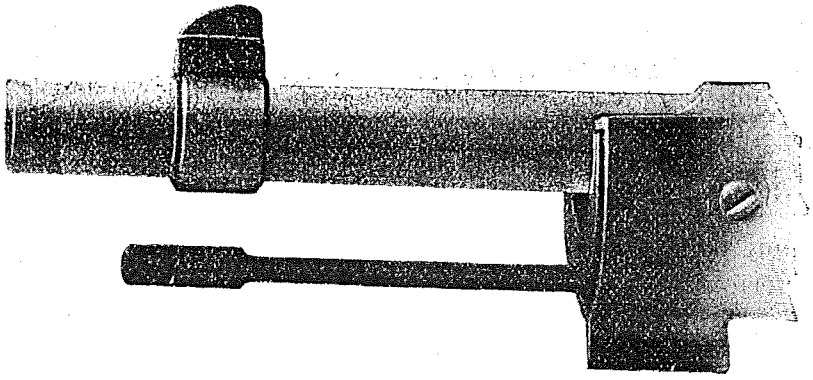


Fig. 14. — Mirino del fucile italiano Mod. 91.

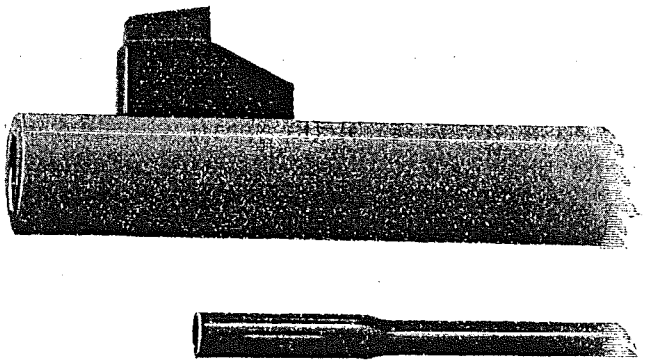


Fig. 15. — Mirino del fucile Mauser Mod. 98.

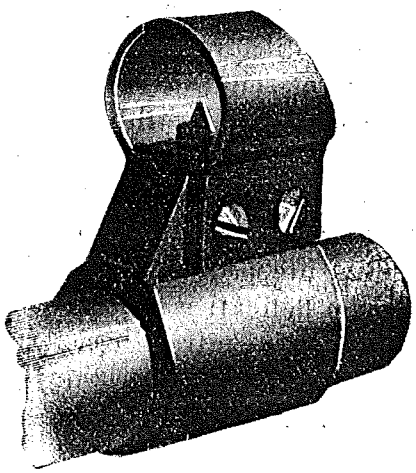


Fig. 16. — Mirino con porta-mirino tubolare fisso del fucile Ross Mod. 905.

— La forma della sporgenza del mirino è pure svariatissima, ma (Fig. 14, 15, 16) generalmente è quella a sezione triangolare od ogivale smussata con sezioni di altezza decrescente verso la bocca dell'arma, colla faccia posteriore piana e normale all'asse della canna oppure alla linea di mira naturale; l'altezza e la larghezza del mirino sono circa quadruple di quelle della tacca di mira.

Il mirino è portato da un basamento *porta-mirino*. saldato o forzato sulla canna e vi è collocato ad incastro in modo da poterlo ricambiare se guasto e da poterlo spostare, se occorre, all'atto del collaudo (1).

(1) Affinchè il mirino, per urti od altra causa, non si sposti dalla sua posizione normale dovrebbe essere ricavato dal metallo della canna; ma occorrerebbero sbarre per canna grosse e quindi molto più costose ed aumenterebbero le difficoltà di lavorazione della canna; perciò conviene di far portare il mirino da una fascia con basamento; colle elevate temperature che la canna nel tiro delle armi odierne può raggiungere, non conviene di saldare la fascia alla canna, si preferisce di applicarla a forzamento.

La distanza del mirino dal vivo di volata deve risultare tale che la linea di mira corrispondente al massimo angolo d'elevazione che l'arma consente non risulti intercettata dalla bocca della canna e dalla baionetta.

26. — *Per correggere la deviazione del proietto* si può spostare convenientemente il mirino rispetto al piano di tiro dalla medesima parte verso cui avviene la deviazione, oppure si può lasciare il mirino nel piano di tiro e spostare la mira dalla parte opposta a quella verso cui avviene la deviazione (1).

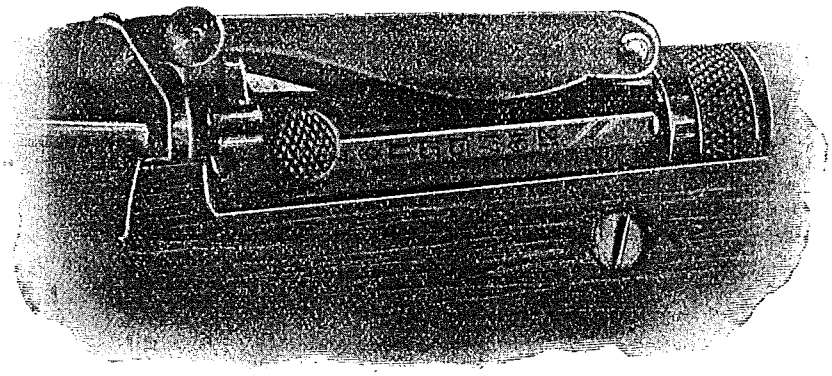


Fig. 17.

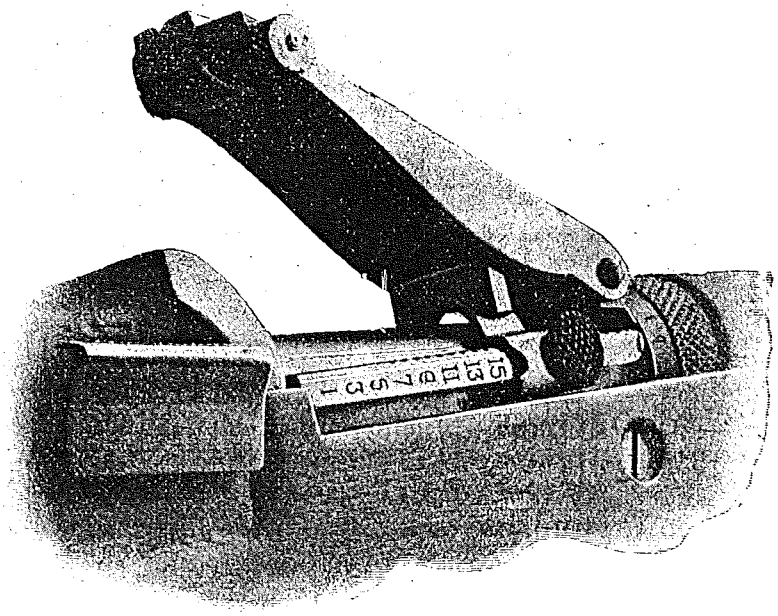


Fig. 18.

Fig. 17 e 18. — ALZO A QUADRANTE. — Fucile Ross Mod. 905.
Tipo: *a cursore longitudinale e zoccolo piano, con tacca di mira scorrevole lateralmente e nonio ad anello per le distanze.*

Generalmente non conviene di spostare uno dei punti di mira dal piano di tiro perchè le deviazioni che si hanno colle armi odierne alle distanze di tiro individuale sono talmente piccole che non è necessario di correggerle; però, qualora si voglia fare una correzione, per semplicità, si prefe-

(1) Vedi: Parte II.

risce di scostare la cresta del mirino sulla sua base in modo permanente e tale che risulti esattamente corretta la deviazione corrispondente ad una sola distanza scelta convenientemente entro i limiti del tiro individuale (1).

In alcune armi di tipo antiquato aventi alzo a ritto e cursore con tacca, il cursore scorrendo si sposta guidato da una nervatura curvilinea oppure rettilinea ed obliqua rispetto al piano di tiro; in altre armi aventi alzo a quadrante si potrebbe disporre obliquo l'asse di rotazione del ritto; infine vi sono fucili moderni che, per permettere ai tiratori l'esecuzione di un tiro di

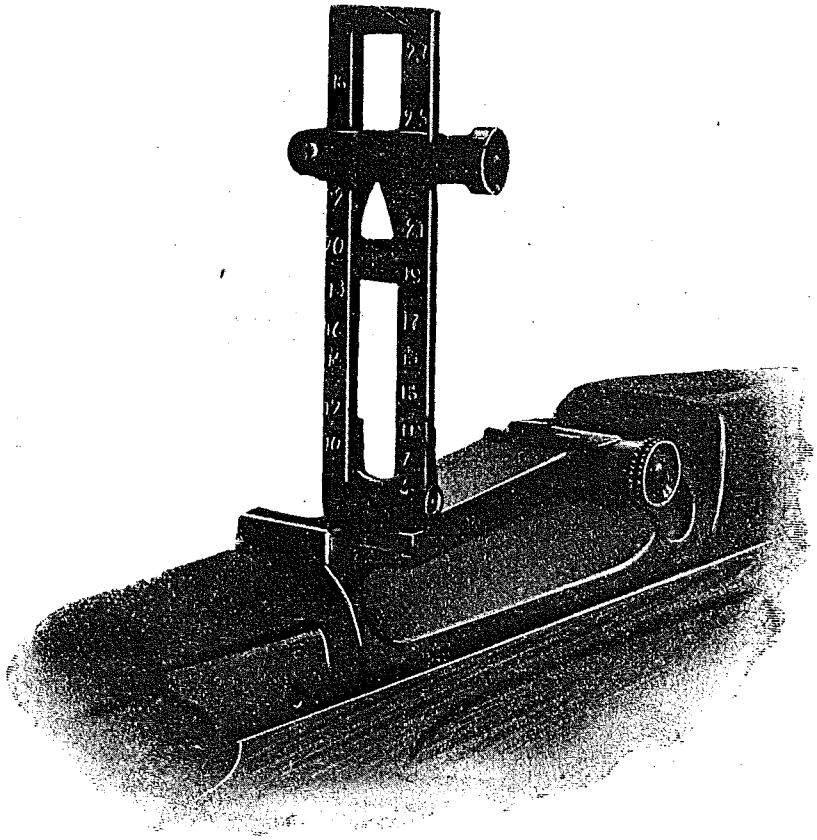


Fig. 19. — ALZO A RITTO. — Fucile Springfield Mod. 903 (fianco destro).
Tipo: *a ritto con cursore e zoccolo portaritto imperniato.*

precisione, hanno il ritto con tacca di mira scorrevole in senso laterale mediante una vite micrometrica (2), oppure hanno lo zoccolo portaritto imperniato sulla canna e spostabile perciò in senso laterale mediante una vite micrometrica (3).

Vi sono *alzi per il tiro di precisione* che hanno anche un nonio (2), oppure delle suddivisioni (3) per ottenere variazioni nella linea di mira cor-

(1) Nel fucile italiano Wetterly Mod. 70-87, dopo l'adozione della cartuccia a balistite, si corresse la deviazione scostando il mirino a destra di mm. 1,2 corrispondentemente alla distanza di m. 500; invece per il fucile Mod. 91 non si è fatta alcuna correzione, poichè fino alle medie distanze la deviazione è tanto piccola da ritenersi trascurabile ed alle grandi distanze non è opportuno di considerarla, dato che si eseguisce solamente il tiro collettivo il quale offre cause ben maggiori di errore.

(2) Per esempio: Fucile Ross Mod. 905 (Fig. 17-18).

(3) Per esempio: Fucile Springfield Mod. 903 (Fig. 19-20).

rispondenti a variazioni di 10 m. in gittata; questi alzi per il tiro di precisione risultano troppo complicati e delicati per le armi da guerra.

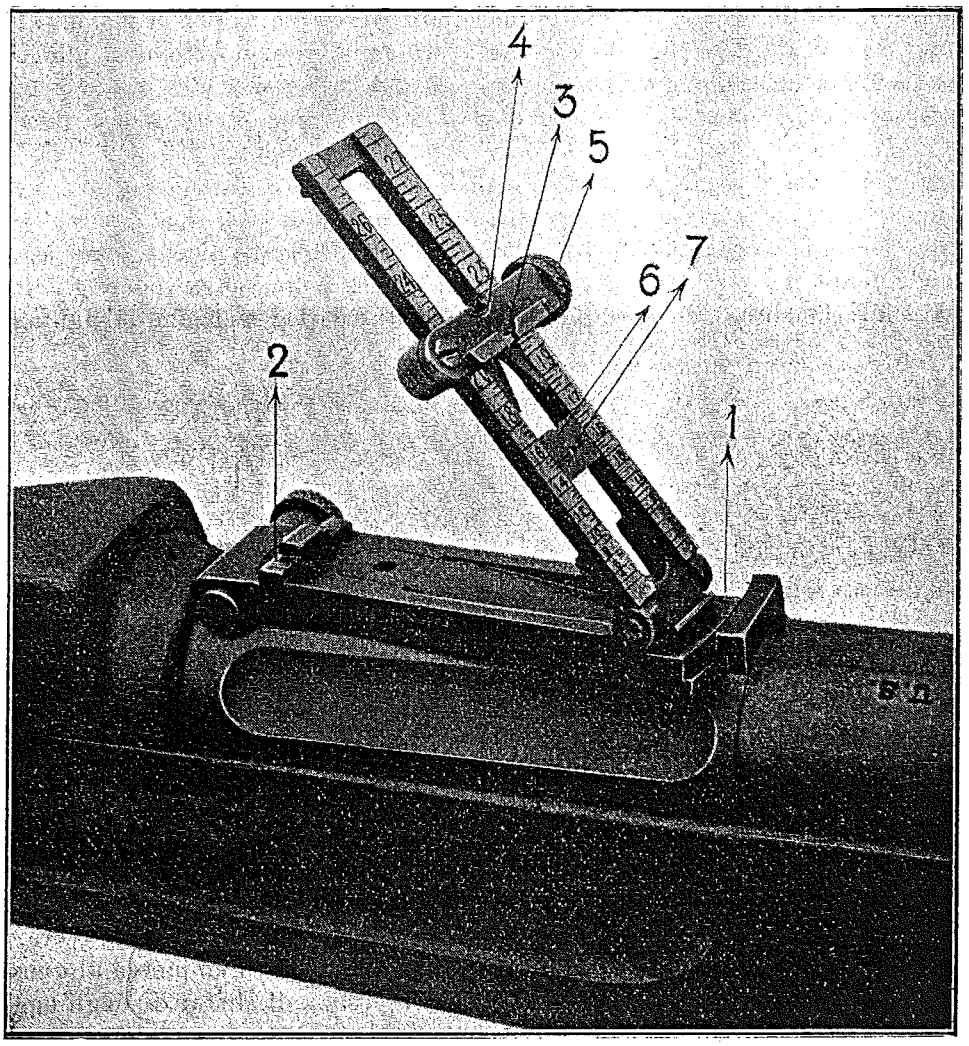


Fig. 20. — ALZO A RITTO. — Fucile Springfield Mod. 903 (fianco sinistro).
Tipo: *a ritto con cursore e zoccolo portaritto imperniato.*

1. Zoccolo rotante. - 2. Gradino per l'alzo abbattuto. - 3. Tacca di mira per l'alzo abbattuto. - 4. Tacca di mira ordinaria per il ritto sollevato. - 5. Vite di pressione del cursore. - 6. Tacca di mira per il tiro di precisione. - 7. Forettino di mira per il tiro di precisione.

NOTA. In questa figura il ritto non è stato completamente sollevato per meglio indicare le diverse particolarità.

27. Circa i punti di mira. — NOTA (1).

Nel puntamento ad occhio nudo con due punti di mira l'occhio deve esercitare una *funzione di accomodamento*, cioè una *messa a fuoco*, poichè si tratta di ottenere chiaramente la *visione simultanea* di più oggetti.

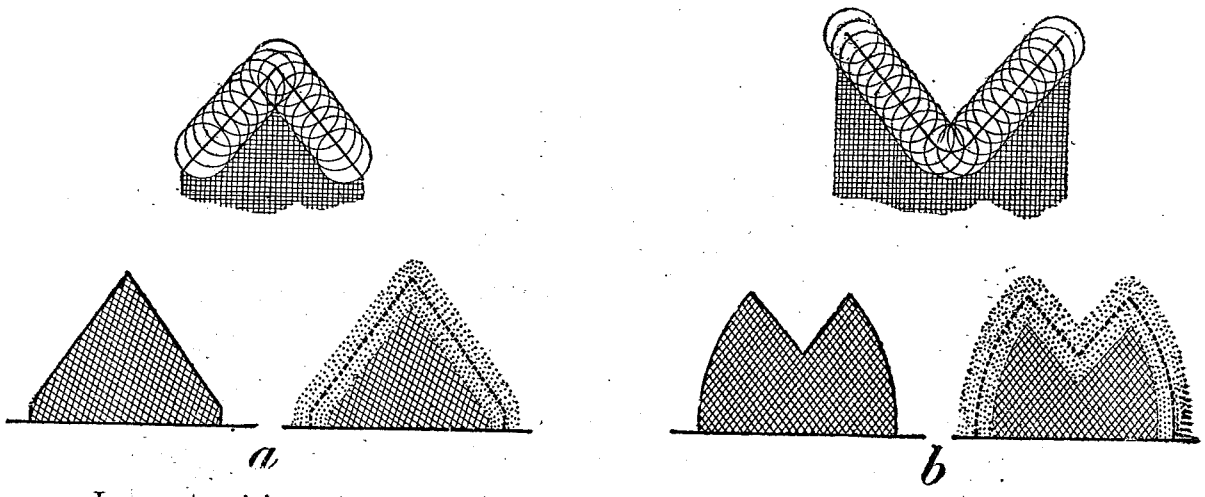
---

(1) Questa NOTA è tratta da uno dei numerosi ed importanti articoli del maggiore d'artiglieria Calichiopulo, pubblicati nella *Rivista d'Artiglieria e Genio*, Anno 1896: « Sistema di mire pel puntamento dei cannoni da campo e d'assedio ». — « Il fenomeno della visione in relazione al puntamento ».

Le leggi ottiche stabiliscono che « l'accomodamento dell'occhio è tanto più sensibile quanto più vicini sono gli oggetti » e permettono di ritenere che « l'accomodamento è insensibile e trascurabile per oggetti distanti oltre 6 m. ». La minima distanza alla quale si può guardare un oggetto ad occhio nudo, corrisponde al massimo accomodamento possibile nei diversi individui ed alle diverse età; per la visione abituale da vicino in individui aventi vista regolare, gli oggetti devono trovarsi almeno alla distanza di 222 mm. dall'occhio.

Ne consegue che il puntatore per porsi nelle migliori condizioni ottiche deve tenere l'occhio a distanza non inferiore a 222 mm. dal punto di mira più vicino (1).

Nel puntamento delle armi portatili, dovendo dirigere sul bersaglio la visuale determinata dalla tacca di mira e dal mirino, l'occhio non riesce a fissarsi simultaneamente con uguale attenzione sopra i tre oggetti; alternativamente esso assumerà l'accomodamento che sarà esatto per uno degli oggetti e non potrà vedere gli altri due che assai confusamente, e ciò a scapito della celerità e della precisione del puntamento.



In questa visione simultanea l'occhio percepisce immagini confuse dando luogo al fenomeno che i fisiologi chiamano *circoli di diffusione*, e che vengono determinati dall'intersezione di coni di raggi con la retina, coni che dovrebbero invece avere i loro vertici sulla retina stessa nel caso di esatto accomodamento; l'ampiezza di questi circoli è tanto più grande quanto più grande è la differenza di distanza degli oggetti e quanto più essi si trovano vicini all'occhio; inoltre il diametro della pupilla ha pure influenza (2), e, variando esso con l'intensità della luce, varierà pure con questo il diametro dei circoli di diffusione.

28. Qualità e classificazione degli alzi ordinari. — L'*alzo* deve soddisfare alle seguenti condizioni:

a) fornire quel numero di linee di mira che è strettamente necessario per colpire bersagli di determinata altezza (3), fino al limite di gittata utile;

b) presentare facilità, prontezza e sicurezza di graduazione, di puntamento, di controllo;

---

(1) Per i miopi si dovrebbe scendere fino a 70 mm. e per i presbiti salire fino a 1000 mm. Il maggiore Calichiopulo, migliorando questi suoi sistemi di mira, è giunto a presentare un *Sistema di mira da guerra che risponde alle funzioni fisiologiche dell'occhio*, formato da un mirino costituito da un cerchietto con foro di 12 mm. circa di diametro ed una mira costituita da un foro conico a sezione circolare di circa 3 mm. di diametro minimo. Vennero eseguite molte esperienze presso la Scuola d'Applicaz. di Fanteria.

(2) Diametro normale mm. 2.

(3) Per esempio: d'uomo in piedi.

c) essere semplice e solido;
d) presentare facilità di costruzione, riparazione e conservazione.

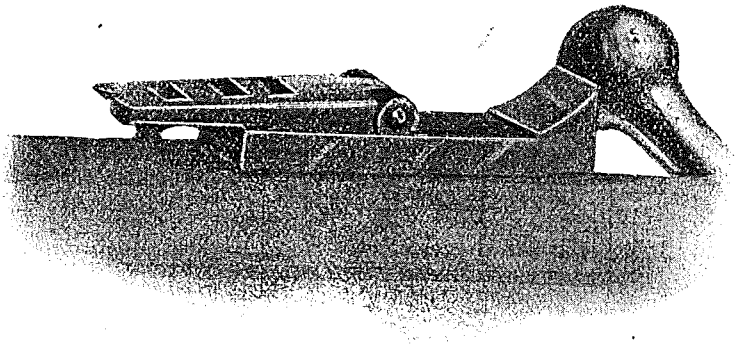


Fig. 21.

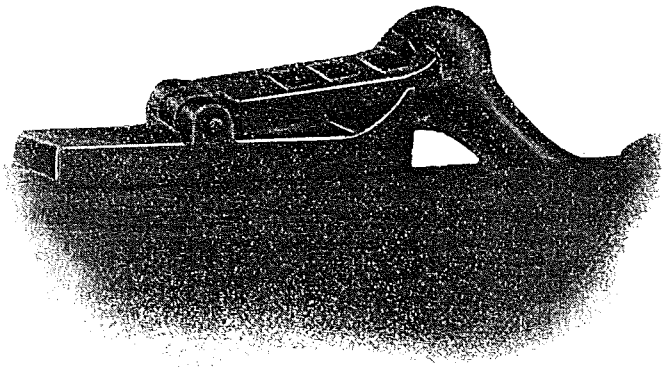


Fig. 22.

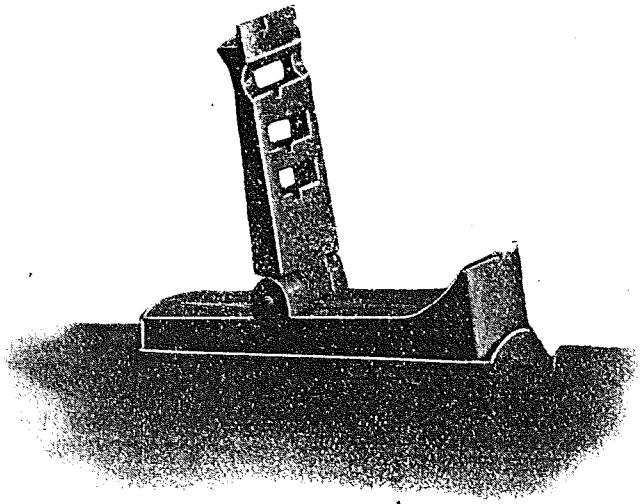


Fig. 23.

Fig. 21, 22 e 23. — ALZO A TACCHE. — Fucile Carcano Mod. 1866.

Vi sono molti tipi d'alzo, ma si possono classificare in cinque gruppi:
1° *A tacche* (Tipo antiquato: Fucile da fanteria Mod. 1866, Carcano);
2° *A fogliette* (Tipo antiquato: Dreyse Mod. 44);

3° *A lamina scorrevole* (Tipo antiquato, non riprodotto);

4° *A ritto (alzo rettilineo):*

a) *con cursore* (Tipo Mannlicher Mod. 95, Arisaka Mod. 97);

b) *con cursore e foglietta* (Tipo Mauser Mod. 88 e Mod. 90);

c) *con cursore e zoccolo a gradini* (Tipo Lebel Mod. 86-93, Mossine Mod. 91).

5° *A quadrante:*

a) *con alette e tacche di graduazione* (Tipo fucile ital. Mod. 91, Rubin-Schmidt Mod. 89-96);

b) *con aletta a curva di graduazione* (Tipo pistola Mauser Mod. 99, Krag Jorgensens Mod. 94, Lee-Enfield Mod. 903);

c) *con cursore longitudinale e zoccolo piano* (Tipo Mauser Mod. 98, Ross Mod. 905).

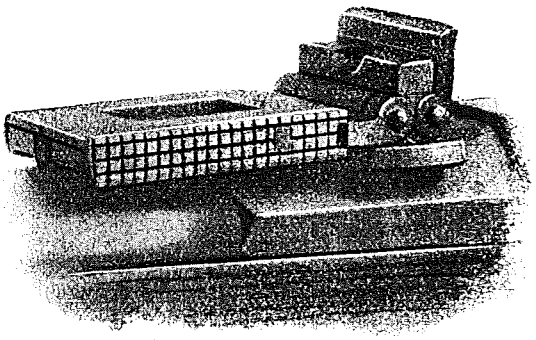


Fig. 24.

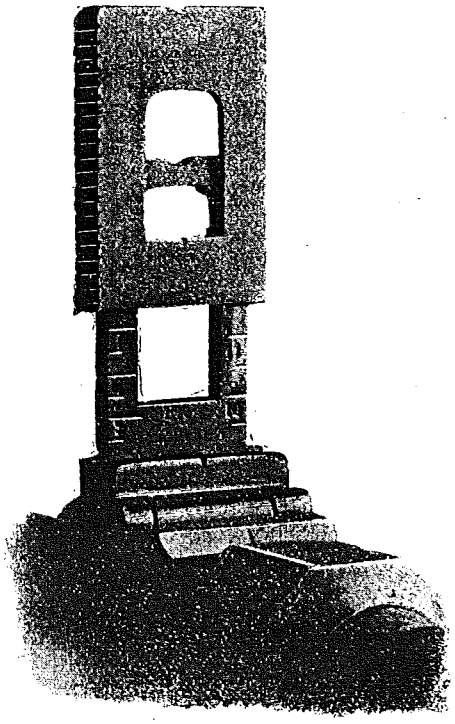


Fig. 25.

Fig. 24 e 25. — Alzo a fogliette.
Fucile Dreyse Mod. 66.
Tipo: *con ritto doppio e fogliette.*

1° *Alzo a tacche* (Fig. 21, 22, 23). — Consta di un ritto d'acciaio che può sollevarsi od abbassarsi sulla canna ruotando attorno ad un asse perpendicolare al piano di simmetria dell'arma; il ritto presenta alcune finestre rettangolari provviste nella parte inferiore di una tacca di mira; le diverse tacche di mira hanno l'indicazione della distanza a cui servono e possono essere scostate dal piano di tiro ciascuna della quantità necessaria per correggere la deviazione.

Quest'alzo è semplice e robusto, però non si adatta per numerose linee di mira, nel puntamento può avvenire di scambiare una linea di mira colla contigua, limita il campo di vista.

2° *Alzo a fogliette.* — Consta di più ritti o fogliette d'acciaio, delle quali la meno elevata fa corpo collo zoccolo dell'alzo e le altre possono ruotare con dolce attrito attorno a cerniere perpendicolari al piano di simmetria dell'arma; ciascuna lamina ha una tacca di mira coll'indicazione della distanza a cui serve.

Quest'alzo apparentemente è semplice, ma in pratica si complica se il numero delle linee di mira è superiore a tre, inoltre le lamine possono tal-

volta assumere una posizione non esatta (1); è opportuno per completare gli altri tipi d'alzo (Fig. 24 e 25), qualora, per comodità d'impiego, si vogliano le fogliette nel tiro alle piccole distanze (2).

3° *Alzo a lamina scorrevole.* — Consta di uno zoccolo incavato superiormente a superficie cilindrica circolare graduata a distanze e di una lamina d'acciaio di conveniente spessore che porta la tacca di mira ed è scorrevole fra due fianchi dello zoccolo, i quali si serrano più o meno contro la lamina mediante una vite a nasello.

Quest'alzo è semplice, ma occorre di graduarlo portando contemporaneamente all'alzo ambo le mani in posizione scomoda; inoltre lievi urti sono sufficienti per inceppare o deformare la lamina.

4° *Alzo a ritto (alzo rettilineo):*

a) *Con cursore* (Fig. 19 e 20). — Consta di uno zoccolo e di un ritto. Il ritto ruota sullo zoccolo e può abbattersi anteriormente e posteriormente sullo zoccolo determinando così le due linee di mira inferiori; il ritto è provvisto di un cursore scorrevole con tacca di mira e di una lunga e larga finestra longitudinale pel passaggio delle visuali; lungo la finestra, dalla parte rivolta al puntatore è incisa la graduazione a distanze.

Una molla situata nello zoccolo mantiene il ritto nelle posizioni: *ritto rovesciato, abbattuto. sollevato.*

Quest'alzo è semplice, ma non è di facile graduazione, spesso il cursore non scorre con giusto attrito, con danno della rapidità oppure della esattezza di graduazione, infine non è sufficientemente resistente agli urti.

b) *Con cursore e foglietta.* — Consta, come il precedente tipo a), di uno zoccolo, di un ritto con cursore e di una foglietta con tacca di mira; questa foglietta serve per il puntamento alle brevissime distanze di combattimento, p. es., fino a 350 m. (3).

c) *Con cursore e zoccolo a gradini* (Fig. 26, 27, 28). — Consta, come il precedente tipo a), di uno zoccolo e di un ritto con cursore, ma lo zoccolo è fatto a gradini che servono per appoggiarvi il cursore in modo da sollevare successivamente il ritto senza raddrizzarlo completamente; in questo modo si diminuiscono le graduazioni del ritto e si facilita la graduazione dell'alzo alle piccole e medie distanze, cioè quando il tiratore è meno calmo.

5° *Alzo a quadrante:*

a) *Con alette e tacche di graduazione* (Fig. 29, 30, 31). — Consta di uno zoccolo e di un ritto.

Il ritto porta una tacca di mira ed è imperniato allo zoccolo, rotando può assumere successive posizioni, nelle quali è mantenuto dall'azione di una molla a lamina.

Lo zoccolo presenta due alette che si elevano lungo i fianchi, una delle alette ha lateralmente delle tacche radiali che stabiliscono le diverse inclinazioni del ritto, la superficie superiore delle alette, in corrispondenza alle tacche, è graduata a distanze.

(1) Il tiratore nel sollevare una foglietta può inavvertentemente abbandonarla prima che sia disposta perpedicolarmente all'asse della canna.

(2) Per esempio, nel fucile Dreyse-Beck Mod. 66 si ha un alzo a fogliette, di cui la maggiore è a ritto con cursore (Fig. 24 e 25).

(3) Per esempio: Fucile Mauser Mod. 89, Belgio; Fucile Mauser Mod. 90, Turchia.

Vi sono alzi a quadrante in cui lo zoccolo ha una sola aletta a sinistra, che sporge in basso e prende alloggio in un incavo laterale del fusto della cassa; sull'aletta è segnata circolarmente la graduazione a distanze, un indice applicato all'estremità inferiore del ritto scorre lungo la graduazione; con questo sistema si ritenne di diminuire la probabilità di recare guasti all'alzo.

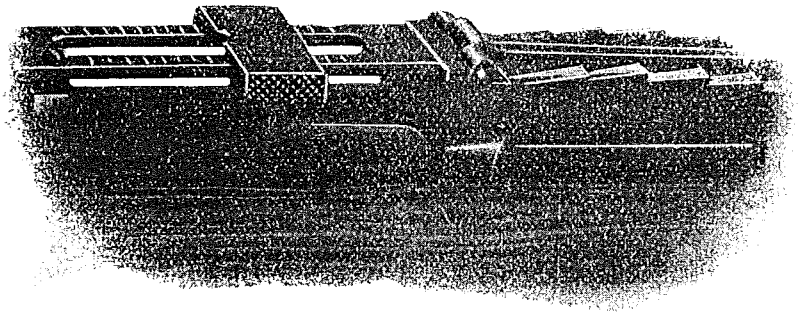


Fig. 26. — Ritto rovesciato.

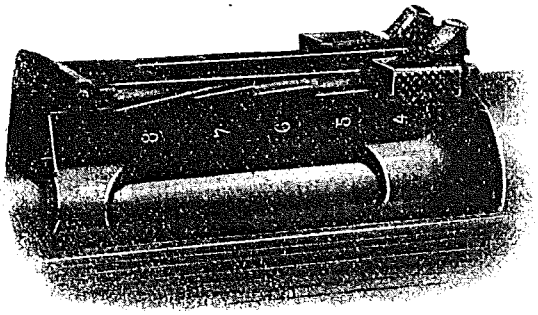


Fig. 27. — Ritto abbattuto.

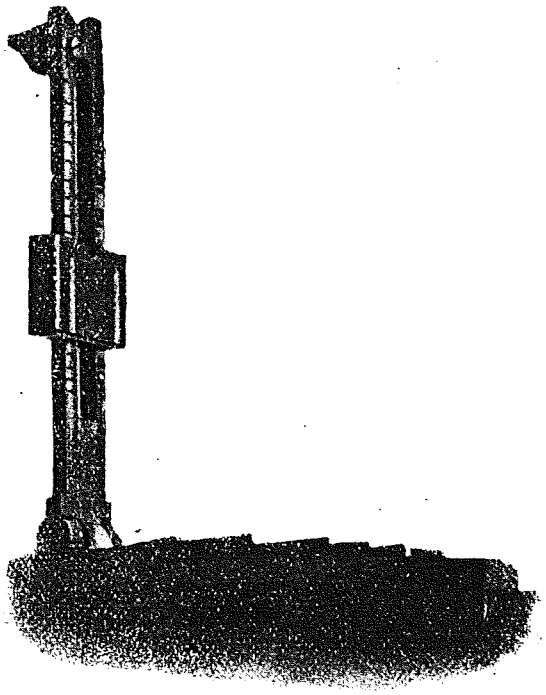


Fig. 28. — Ritto sollevato.

Fig. 26, 27 e 28. — Alzo a ritto. — Fucile Lebel Mod. 86-93.
Tipo: *con cursore e zoccolo a gradini.*

L'alzo a quadrante è il preferito perchè, mentre è semplice e robusto, permette numerose linee di mira e presenta facilità nell'impiego; si presta benissimo per ottenere rapidamente le linee di mira delle due distanze inferiori, senza che il tiratore debba leggere e fissare la graduazione, poichè si

può disporre il ritto nelle due posizioni ben determinate di *ritto rovesciato in avanti* e *ritto abbattuto indietro* (1).

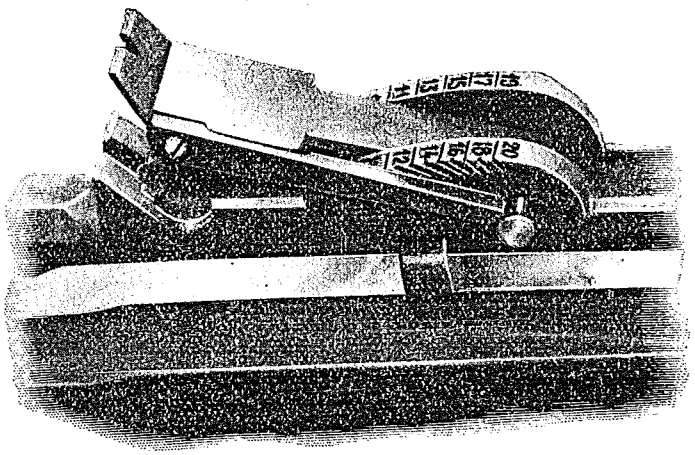


Fig. 29.

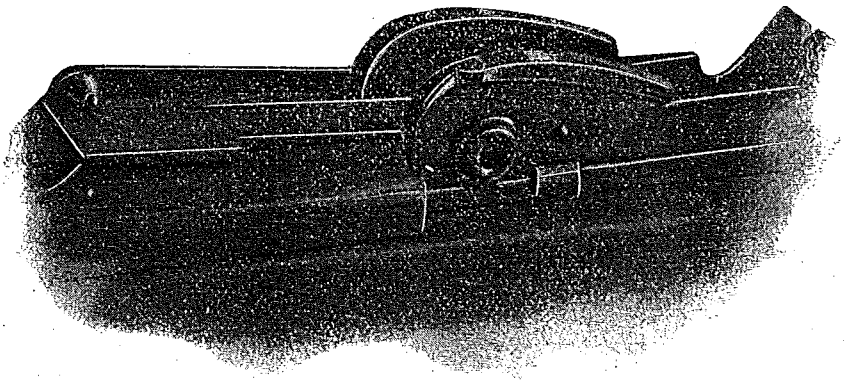


Fig. 30.

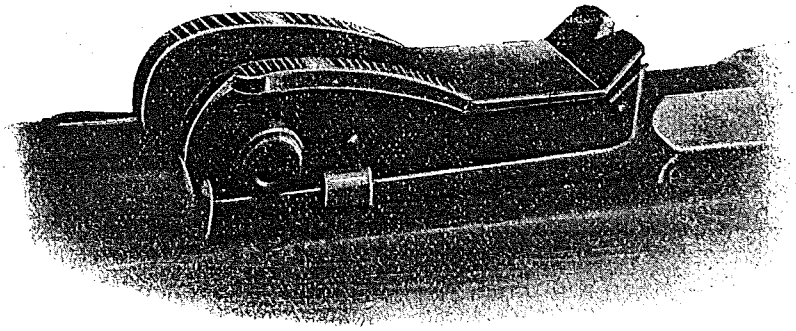


Fig. 31. — Ritto abbbattuto.

Fig. 29, 30 e 31. — Alzo a quadrante. — Fucile italiano Mod. 91.
Tipo: *con alette e tacche di graduazione.*

b) *Con aletta a curva di graduazione* (Fig. 32). — Consta di uno zoccolo e di un ritto con cursore. Lo zoccolo ha delle alette a tracciato curvi-

(1) Per esempio: Fucile italiano Mod. 91.

lineo; il ritto ha il cursore, porta la graduazione sulla faccia superiore e sul fianco sinistro; per graduare l'alzo si fissa il cursore in corrispondenza della graduazione del ritto, mantenendo, mediante una molla a lamina, il cursore stesso appoggiato sulla curvatura delle alette.

c) *Con cursore longitudinale e zoccolo e piano* (Fig. 17, 18, 33, 34). — Consta di uno zoccolo piano con cursore e di un ritto. Lo zoccolo non ha alette, sulla parte superiore e sui fianchi è segnata chiaramente la graduazione a distanze; il ritto ha la tacca di mira e lateralmente due nervature curvilinee che servono a guidare la parte superiore del cursore; il cursore è scorrevole longitudinalmente colla base sulla faccia superiore piana dello zoccolo e colla testa sulle nervature pel ritto.

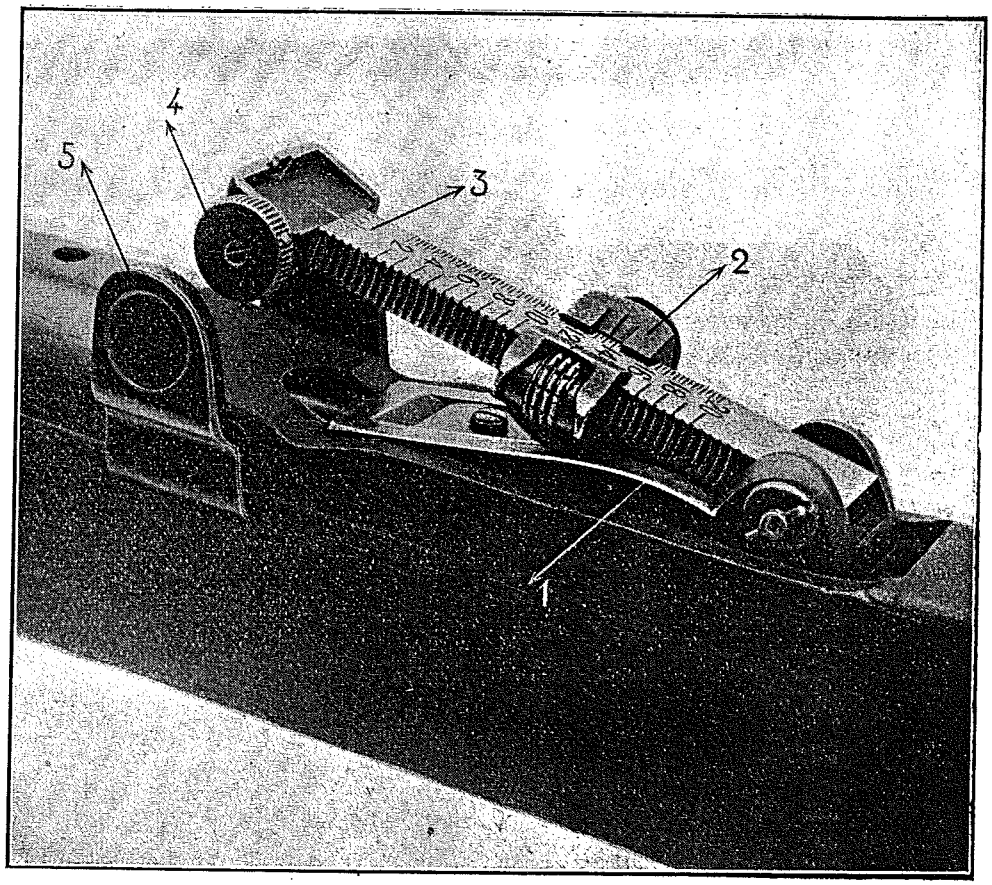


Fig. 32. — ALZO A QUADRANTE. — Fucile Lee-Enfield Mod. 903.
Tipo: *con aletta a curva di graduazione.*

1. Aletta curvilinea di destra. - 2. Cursore. - 3. Ritto. - 4. Vite micrometrica dello scostamento. - 5. Riparo ad alie della testa del ritto.

Quest'alzo è semplice, robusto, di facile conservazione, permette una chiara lettura della graduazione, anche se il tiratore si trova nella posizione a terra, permette di effettuare la graduazione mediante il movimento della sola mano sinistra.

29. — Nella categoria degli alzi a ritto si può considerare l'*alzo a ritto doppio* ed in quella degli alzi a quadrante l'*alzo a linea di mira laterale.*

Questi alzi vennero studiati per eseguire il tiro a distanze molto grandi, evitando di dare al ritto una lunghezza rilevante che faciliterebbe le deformazioni ed i guasti del congegno.

Nell'*alzo a ritto doppio* (1) il ritto è formato di due parti, di cui una investe l'altra e le serve di prolungamento allorchè si gradua l'alzo per le grandi distanze.

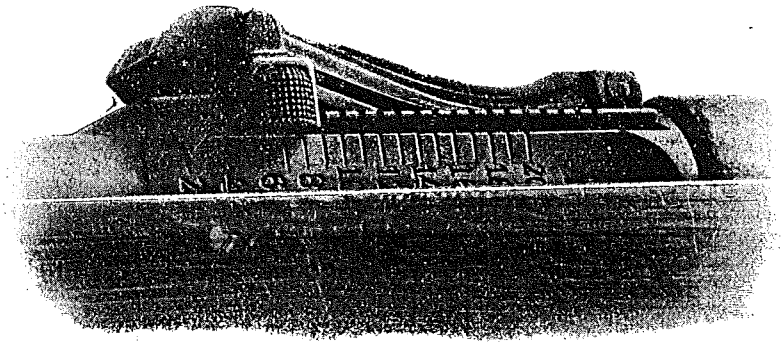


Fig. 33.

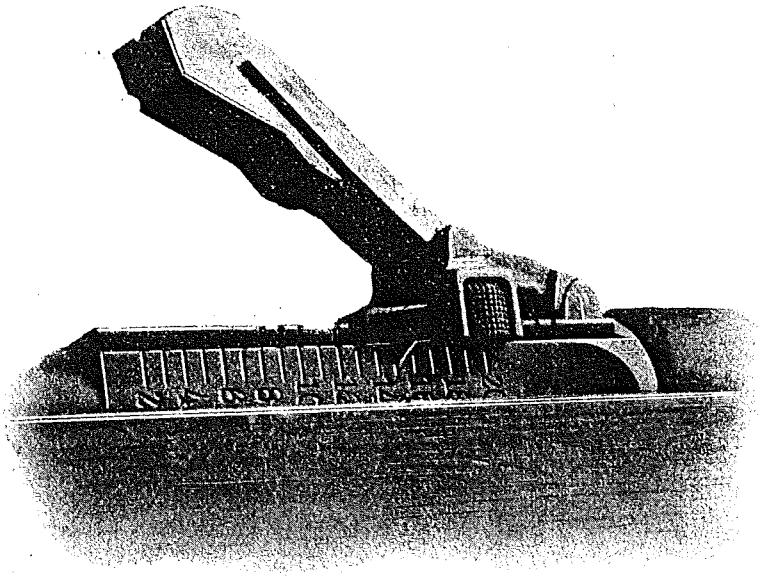


Fig. 34.

Fig. 33 e 34. — ALZO A QUADRANTE. — Fucile Mauser Mod. 98.
Tipo: *con cursore longitudinale e zoccolo piano.*

Nell'*alzo a linea di mira laterale,* l'arma, oltre al sistema di mira ordinario, ha un mirino laterale a sinistra, generalmente portato da una fascetta, ed a questo mirino corrispondono alcune tacche di mira esistenti su di una apposita foglietta separata dal ritto.

Con questo tipo d'alzo i due punti di mira sono più vicini fra loro e perciò si richiede minore altezza d'alzo rispetto a quella che occorrerebbe

(1) Per esempio: Fucile Dreyse-Beck Mod. 66 (Fig. 24 e 25).

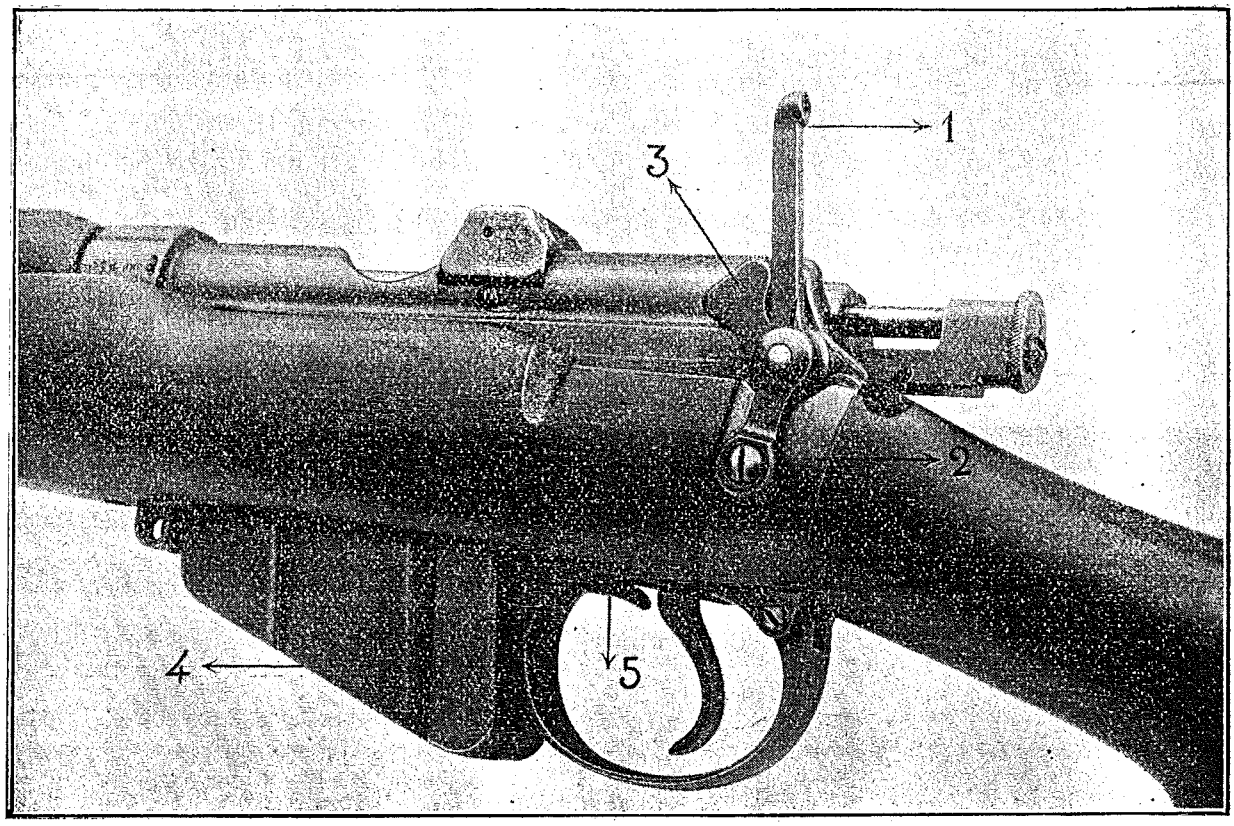


Fig. 35.

1. Mira laterale a forellino. - 2. Fascetta di rinforzo dell'impugnatura (porta la mira 1 e la leva di sicurezza 3).

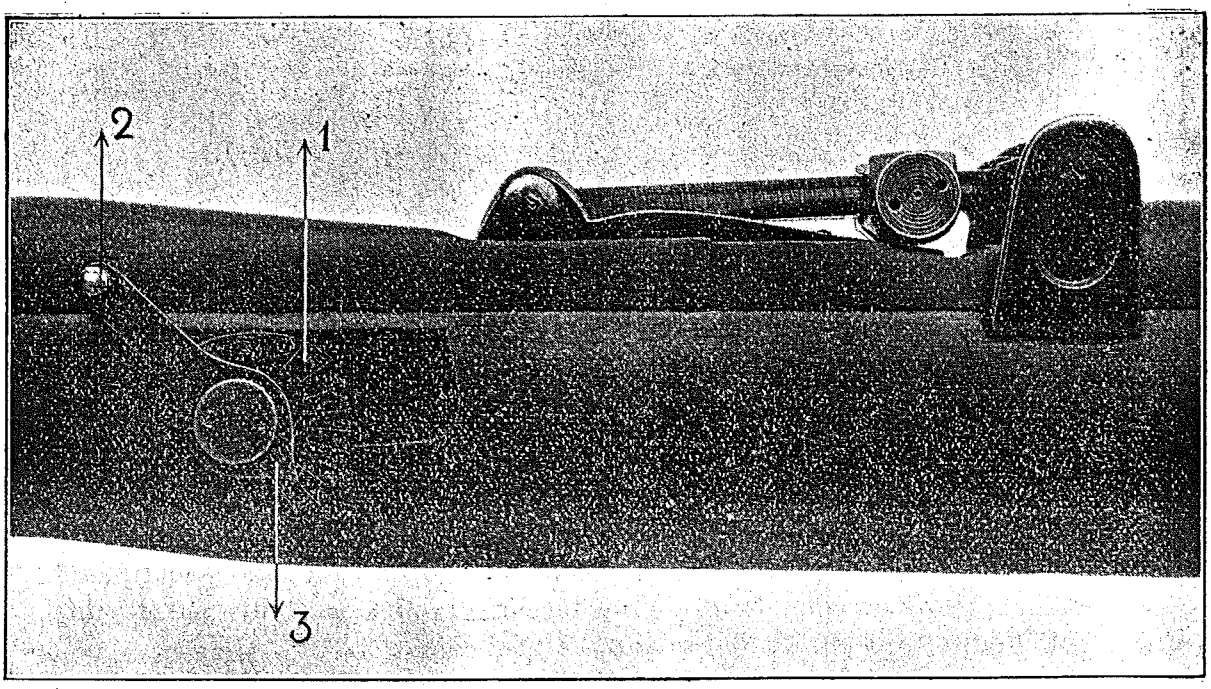


Fig. 36.

1. Piastrina porta-mirino graduata. - 2. Mirino laterale rotante. - 3. Indice per la graduazione dell'alzo.

Fig. 35 e 36. — ALZO A LINEA DI MIRA LATERALE. — Fucile Lee-Enfield Mod. 903. Tipo: *a mirino mobile.*

impiegando il mirino situato in volata; il puntamento risulta più comodo, ma è meno preciso.

Volendo (1), si può avere una *mira laterale* di altezza costante (Fig. 35), ripiegabile sulla cassa e fissata in prossimità dell'impugnatura, un mirino

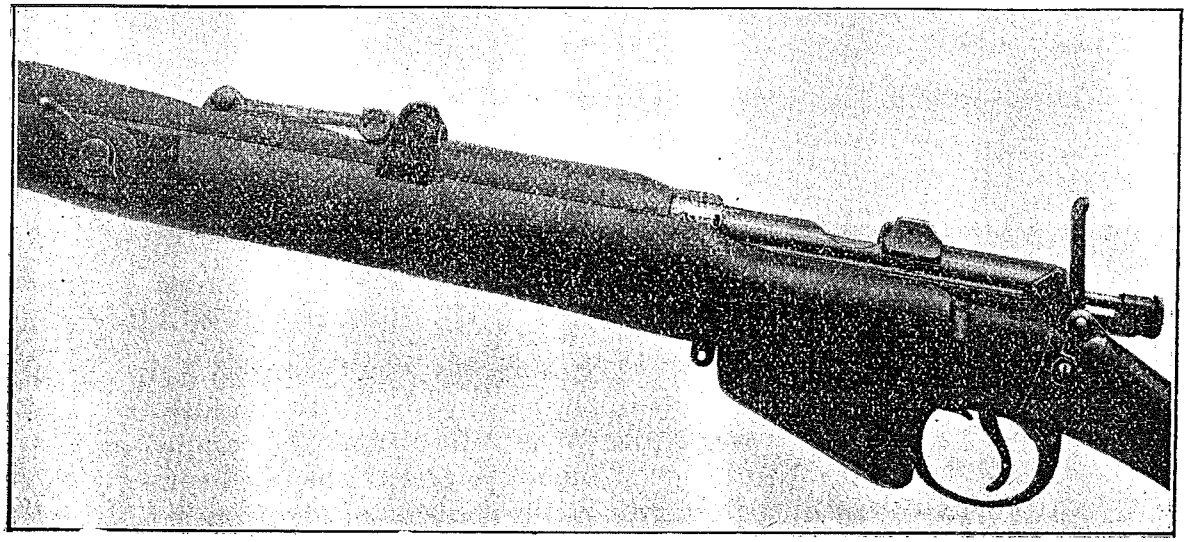


Fig. 37. — ALZO A LINEA DI MIRA LATERALE. — Fucile Lee-Enfield Mod. 903.
Tipo: *a mirino mobile.*

Veduta d'insieme dell'*alzo ordinario* e dell'*alzo a linea di mira laterale.*

laterale mobile (rotante) (Fig. 36), imperniato su di una *piastrina porta-mirino* applicata al fianco sinistro del fusto della cassa; la piastrina ha una graduazione circolare in modo che, ruotando il mirino, l'indice del mirino, diametralmente opposto, segni la distanza corrispondente.

(1) Per esempio: Fucile Lee-Enfield Mod. 903 (Fig. 35, 36 e 37).

CAPITOLO IV.

Studio delle parti principali di un'arma da fuoco portatile.

(*Continuazione*)

---

1. Congegni di caricamento e sparo (*congegni di chiusura della culatta*). — *Congegno di chiusura* è il complesso di quelle parti destinate a chiudere la culatta della canna ed a mantenere sicura e perfetta la chiusura durante l'esplosione della carica di propulsione.

La parte più importante del congegno di chiusura è quella che direttamente effettua l'otturazione e che perciò si chiama *otturatore.*

I congegni di chiusura si classificano tenendo conto della forma oppure del movimento dell'otturatore.

2. — Considerando la forma si dicono:

a) Congegni a cilindro, quelli nei quali l'otturatore ha forma molto allungata, cilindrica o prismatica, nel senso dell'asse dell'anima;

b) Congegni a blocco, quelli in cui l'otturatore non ha una forma ben definita o non presenta la dimensione longitudinale notevolmente maggiore delle altre.

3. — I sistemi a cilindro risultano molto adatti per le odierne armi da guerra a lunga canna poichè sono resistenti, di sicuro appoggio, facilitano la ripetizione e possono contenere i meccanismi di percussione, di ricupero, di sicurezza, di estrazione del bossolo senza complicare in modo dannoso il funzionamento del sistema, nè indebolire la resistenza delle singole parti; però richiedono lavorazione perfetta, molta cura nella conservazione e sono di costo relativamente elevato.

I sistemi a blocco sono semplici ed occupano poco spazio, ma non sono molto resistenti, a meno di non rendere eccessivo il loro peso, nè sono di sicuro appoggio, nè si adattano alla ripetizione specialmente se automatica, richiedono grande e robusta scatola di culatta, meccanismo di percussione e di scatto separati, non assestano perfettamente la cartuccia nel relativo alloggiamento; perciò servono esclusivamente per le armi corte ed a corta canna, nelle quali non si sviluppano elevate pressioni interne; quest'ultima considerazione e quella semplicità valgono a giustificare sia i numerosi sistemi a blocco che si adottarono per la trasformazione di armi ad avancarica, sia il generale impiego che ancora oggi se ne fa nelle armi da caccia a lunga canna.

4. — Considerando il movimento, si dicono:

CONGEGNI A SCORRIMENTO	*scorrevoli* (Mannlicher Mod. 95, Rubin-Schmidt Modello 89-96, Ross Mod. 905); *scorrevoli e girevoli* (Lebel Mod. 86-93, Italiano Mod. 91, Mauser Mod. 98).
CONGEGNI A ROTAZIONE ESTERNA	*a tabacchiera* (Schneider o Snider Mod. 57, tipo antiquato francese); *a rovesciamento* (Albini Mod. 87, tipo antiquato belga).
CONGEGNI A ROTAZIONE INTERNA	*a barile* (Werdnl Mod. 73, tipo antiquato austriaco); *a rotazione retrograda* (Remington, tipo antiquato svedese e spagnuolo, Mod. 67, Mod. 73); *ad altalena* (Henry-Martini Mod. 71, tipo antiquato inglese e turco).

5. — I SISTEMI A SCORRIMENTO sono così chiamati perchè l'otturatore guidato e trattenuto dentro la scatola di culatta, scorre in direzione dell'asse della canna. La forma a cilindro è quella che meglio si adatta allo scorrimento.

Vennero ideati pei *fucili ad ago* (Dreyse Mod. 44, Chassepot Mod. 66, Carcano Mod. 66) che impiegavano la cartuccia a bossolo combustibile di carta, indi si perfezionarono e coll'adozione della cartuccia a bossolo metallico ebbero, in luogo dell'ago, una robusta asta di acciaio detta *percussore;* così apparvero in servizio i *fucili a percussione* (Wetterly Mod. 69 e Mod. 70, Mauser Mod. 71, Gras Mod. 74).

I sistemi scorrevoli girevoli sono preferibili agli scorrevoli.

Gli *scorrevoli* sono di maneggio più facile, poichè permettono di muovere l'otturatore anche mantenendo la posizione di puntamento; ma non hanno appoggio simmetrico dell'otturatore a meno di non adottare l'appoggio ad alette, nel qual caso si complica il meccanismo coll'aggiunta di una testa mobile o di una ghiera; dopo uno scatto a vuoto per armare di nuovo il percussore occorre di aprire la culatta, altrimenti, volendo evitare questo inconveniente, occorre di combinare il meccanismo di percussione in modo da poter armare il percussore tirandolo indietro agendo colla mano; ma ciò costituisce sempre un inconveniente.

Gli *scorrevoli* e *girevoli* sono preferibili per molti motivi; possono avere appoggio simmetrico, senza ricorrere alla testa mobile; praticando le alette d'appoggio nel cilindro, possono completare la chiusura della culatta e provocare il distacco iniziale del bossolo dopo lo sparo mediante il contrasto che il moto girevole fa avvenire fra una parte elicoidale dell'otturatore ed una parte pure elicoidale della culatta mobile; possono automaticamente armare il percussore durante il movimento girevole, permettendo così, quando avvenga uno scatto a vuoto, di armare facilmente il percussore a culatta chiusa alzando ed abbassando il manubrio (1).

---

(1) Il sistema Arisaka Mod. 97 ha di notevole che, senza muovere l'otturatore, si può tirare indietro il percussore agendo colla mano sul gancio del cane.

Il sistema Wetterly ha di notevole che il cilindro è scorrevole mentre è girevole la *noce a manubrio,* cioè la parte che determina l'armamento del percussore e che dà appoggio all'otturatore.

6. — I SISTEMI A ROTAZIONE sono così chiamati perchè l'otturatore ruota attorno ad un albero che può essere collocato esternamente od internamente alla scatola di culatta in direzione parallela all'asse della canna, oppure normale al piano di simmetria dell'arma; a seconda della posizione di questo asse di rotazione rispetto alla scatola di calatta si ebbero le denominazioni anzidette: *a tabacchiera, a rovesciamento,* ecc.

La forma a blocco è quella che meglio si adatta alla rotazione.

Questi sistemi vennero ideati per la trasformazione di alcuni fucili ad avancarica; però i tipi più semplici e più resistenti si impiegarono anche per fucili a retrocarica di medio calibro a caricamento successivo completamente studiati a nuovo (Werndl Mod. 73 da mm. 10,98, Remington Mod. 73 da mm. 11).

7. — *I congegni di chiusura dei fucili attualmente in uso sono tutti a cilindro;* perciò dobbiamo essenzialmente esaminare il sistema a cilindro.

I congegni di chiusura comprendono in tutto od in parte i meccanismi per il caricamento e lo sparo dell'arma; questi meccanismi sono formati da parti di tale importanza e funzionanti in modo da spesso caratterizzare il congegno di chiusura e conseguentemente anche il modello dell'arma; perciò da molti si ritiene conveniente di chiamare i congegni di chiusura col nome più completo di: *congegni di caricamento e sparo.*

8. **Condizioni generali a cui devono soddisfare i congegni di caricamento e sparo.** — *I congegni di caricamento e sparo devono soddisfare alle seguenti condizioni generali:*

a) chiudere ermeticamente la culatta;

b) avere solido appoggio sull'arma;

c) estrarre ed espellere il bossolo;

d) permettere il tiro a ripetizione;

e) offrire sempre assoluta sicurezza d'impiego;

f) offrire facile maneggio e facile scomposizione, ricomposizione, pulizia, conservazione, riparazione, ricambio delle parti.

Per soddisfare a queste condizioni generali devono essere composti dei seguenti meccanismi:

I. Meccanismo di otturazione;

II. Meccanismo di percussione e scatto (un solo meccanismo);
Meccanismo di percussione e meccanismo di scatto (distinti);

III. Meccanismo di sicurezza;

IV. Meccanismo di ripetizione;

V. Meccanismo di estrazione e di espulsione del bossolo.

9. I. **Meccanismo di otturazione.** — *Il meccanismo di otturazione* propriamente detto deve a sua volta essere provveduto di parti per assicurare i seguenti còmpiti:

a) dare appoggio sicuro e stabile al fondello del bossolo;

b) chiudere perfettamente lo sbocco posteriore dell'anima;

c) eseguire celeremente questa chiusura introducendo la cartuccia nella camera della canna e comprimendola con azione moderata e progressiva;

d) escludere lo sparo a culatta non perfettamente chiusa;

e) escludere lo scatto a vuoto;

f) escludere lo sfondamento della cassula;

g) produrre l'estrazione del bossolo iniziandola in modo progressivo e moderato;

h) produrre l'espulsione del bossolo in modo che non risultino colpiti dal bossolo nè il tiratore, nè le persone al di lui fianco;

i) comprimere automaticamente la molla del percussore, quando il meccanismo di percussione si trova in una parte di quello di otturazione;

l) presentare costituzione semplice con poche e solide parti;

m) presentare facile scomposizione e ricomposizione;

n) permettere al tiratore stesso una rapida e facile sostituzione delle parti più facili a guastarsi senza bisogno di ricorrere a speciali utensili;

o) essere di facile conservazione;

p) presentare complessivamente facile, rapido e sicuro maneggio in tutte le svariate posizioni che il tiratore può assumere per combattere, specialmente nella posizione a terra.

— In appresso, cioè quando conosceremo le esigenze di tutti i diversi meccanismi del congegno di caricamento e sparo, potremo esattamente stabilire quali sono le *parti che devono costituire un meccanismo di otturazione* affinchè soddisfi alle anzidette condizioni (1).

10. II. **Meccanismo di percussione e di scatto.** — *Meccanismo di percussione e di scatto* è il complesso di quelle parti destinate a produrre la deflagrazione della cassula per conseguire lo sparo dell'arma.

I requisiti generali, che il meccanismo di percussione e di scatto deve possedere, sono:

— non dare luogo a spari prematuri per inadatta posizione del percussore;

— assicurare la sporgenza esatta e costante del dente di scatto quando non si agisce sul grilletto;

— essere di sicuro funzionamento;

— avvisare il tiratore dell'imminenza dello scatto;

— permettere lo scatto senza produrre deviazioni od oscillazioni dell'arma per effetto di rigidezza e di inadatta posizione del meccanismo;

— essere semplice, robusto, facilmente scomponibile e ricomponibile.

I meccanismi di percussione e di scatto possono essere separati oppure possono costituire un unico meccanismo; generalmente sono separati nei sistemi di chiusura a cilindro ed allora il meccanismo di percussione è contenuto in quello di otturazione propriamente detto, sono riuniti nei sistemi a blocco ed allora il meccanismo è applicato alla scatola di culatta od alla cassa.

I meccanismi di percussione e scatto sono distinti in tre grandi categorie:

a) *con molla a spirale;*

b) *con molla a lamina;*

c) *misti.*

11. — a) *I meccanismi di percussione e scatto con molla a spirale* sono convenienti nei moderni sistemi a scorrimento, poichè in questi si può pro-

(1) Vedi seguente N. 29.

fittare dello scorrimento dell'otturatore per produrre automaticamente la compressione della molla a spirale e disporre il percussore nella posizione detta di *armamento* o di *percussore armato.*

Le parti essenziali di un meccanismo con molla a spirale sono: la *molla spirale,* il *percussore* o *stelo,* lo *scatto* con *molla dello scatto,* il *grilletto,* la *molla del grilletto* (a lamina od a spirale). — Considerare lo schema del meccanismo applicato ai fucili: Gras Mod. 74 (Tav. X), Lebel Mod. 86 (Tav. XI), Wetterly Mod. 70 (Tav. IX), Italiano Mod. 91 (Fig. 1).

— La *molla a spirale* spinge direttamente il percussore, perciò è avvolta attorno ad esso e si appoggia dalla parte della punta del percussore contro un risalto [a *collare,* ad *alette*] del percussore stesso, dalla parte opposta contro una sporgenza a superficie fissa dell'otturatore [cilindro (1), tubetto (2), bottone avvitato sul cilindro (3)].

L'armamento della molla si effettua avvicinando una delle superfici di appoggio all'altra; per ottenere questa compressione della molla nei primi congegni apparsi (Dreyse, Chassepot, Carcano) si doveva eseguire dal tiratore un movimento distinto da quello di scorrimento del congegno di chiusura, e precisamente si portava indietro lo stelo, agendo colla mano sul bottone di presa, prima ancora di accingersi ad aprire l'otturatore; indi si rese il movimento automatico compiendolo contemporaneamente ad uno dei movimenti dell'otturatore nell'eseguire la carica.

L'armamento della molla a spirale, detto anche *armamento del percussore,* si determina generalmente nell'aprire la culatta; si hanno congegni in cui avviene durante il movimento di chiusura (4), nel quale caso però si esercita uno sforzo maggiore per chiudere la culatta, ed avvenendo uno scatto a vuoto non si può armare la molla senza aprire la culatta, a meno di foggiare il cane in modo da poterlo tirare facilmente indietro a mano.

Per l'armamento automatico occorre di ottenere uno striscio fra due superfici elicoidali, l'una mobile del percussore o che trascini il percussore, l'altra fissa dell'otturatore, in modo che si produca la retrocessione di una delle parti mentre l'altra compie un movimento di rotazione.

La molla a spirale è trattenuta in posizione compressa mediante *lo scatto* che contrasta contro un *dente* del percussore o di una parte a questo applicata detta *cane;* lo scatto a sua volta è spinto contro il dente del percussore dalla *molla dello scatto,* sicchè per togliere il contrasto occorre di vincere la resistenza di questa molla agendo sul *grilletto.*

La molla a spirale dev'essere molto resistente e molto elastica affinchè non si rompa, nè si deformi, nè perda per breve uso le sue proprietà meccaniche; deve avere lunghezza di distensione tale da assicurare la forza viva d'urto sufficiente per la deflagrazione della cassula. Si ricava da un filo di acciaio avvolto a spire cilindriche, tenendo conto che la forza di tensione di una molla a spirale cresce col crescere della sezione del filo e del diametro delle spire e col ravvicinare fra loro le spire.

---

(1) Sistema: Gras Mod. 74 (Tav. X), Lebel Mod. 86 (Tav. XI).
(2) Sistema: Carcano Mod. 66 e Mod. 91 (Fig. 1).
(3) Sistema: Wetterly Mod. 70 (Tav. IX).
(4) Fucili: Mannlicher Mod. 95, Mauser Mod. 89, Mod. 90 e Mod. 91; Arisaka Mod. 97, Springfield Mod. 903.

La molla a spirale, inoltre, dev'essere collocata in modo da restare leggermente compressa quando il meccanismo è disarmato od in posizione di sicurezza e dev'essere facilmente ricambiabile.

— Il *percussore* deve essere molto resistente agli effetti di percossa e molto elastico per non subire deformazioni permanenti, nè inflettersi, perciò si fa d'acciaio dolce temperato e rinvenuto; la sua energia d'urto dipende dalla velocità di distensione della molla a spirale e dalla propria massa; anzi, spesso, se ne aumenta la massa applicandovi una parte detta *cane* che può anche compiere altre funzioni, quali, per esempio, quelle di guidare esattamente la corsa del percussore, di portare il *dente del percussore* o la *tacca di scatto*, la tacca di sicurezza, il risalto a superficie elicoidale, ecc., ecc.

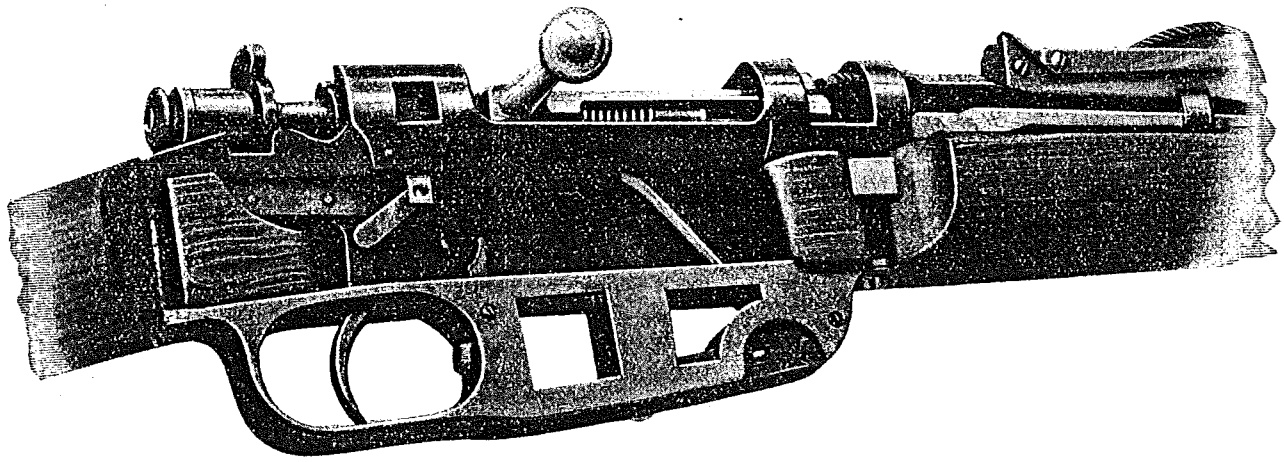


Fig. 1. — CONGEGNO DI CHIUSURA A CILINDRO.
Scorrevole e girevole. — Meccanismo di percussione e scatto con molla a spirale. Arma in posizione di sicurezza. — Sistema italiano Mod. 91.

— Lo *scatto* è una leva a fulcro centrale; una estremità detta *dente di scatto* ha forma di becco oppure di dente con superficie molto inclinata nella parte anteriore e ripida nella parte posteriore; questa estremità è obbligata dalla molla dello scatto a sporgere dentro la scatola di culatta in modo da contrastare col dente o colla tacca di scatto del percussore per trattenere indietro a momento opportuno il percussore nella posizione di *percussore armato;* l'altra estremità è ripiegata rispetto alla prima e va a sovrapporsi al *grilletto.*

— Il *grilletto* è pure una leva a fulcro centrale generalmente situata nel piano di simmetria dell'arma ed imperniata al castello od a parte accessoria della cassa; una estremità detta *tavola* è interna alla scatola di culatta ed agisce sullo scatto in modo da determinare l'abbassamento del dente di scatto quando si prema col dito sull'altra estremità, esterna alla scatola di culatta, detta *coda.*

Negli attuali congegni il meccanismo di scatto si è reso semplice e regolare, poichè è di somma importanza che il tiratore nell'eseguire lo scatto non varî il puntamento; così in alcuni sistemi si è soppressa la leva di scatto e si è fatto un *grilletto-scatto* conformato in modo che la pressione esercitata sul grilletto elimini gradatamente il contrasto del dente di scatto col dente del percussore ed il colpo parta senza che la linea di mira si

sposti; ed a questo scopo il sistema più pratico è quello di fare la tavola del grilletto a doppio risalto curvilineo (1), così il dito prova un arresto allorchè il primo risalto contrasta colla scatola di culatta e da quel momento con una leggerissima pressione sul grilletto si può abbassare il dente di scatto di quanto è necessario perchè resti libera di distendersi la molla a spirale, in tal modo il tiratore, sentendo l'arresto, può, se occorre, rettificare il puntamento prima di far partire il colpo.

— *Il funzionamento dei meccanismi di percussione e scatto con molla a spirale, in generale, è il seguente:*

Si *arma il percussore* portandolo automaticamente indietro nell'eseguire i movimenti di apertura dell'otturatore e comprimendo la molla a spirale o durante questi movimenti di apertura o durante quelli di chiusura; si mantiene armato facendo contrastare l'apposita sporgenza o tacca del percussore contro il dente dello scatto durante il movimento di chiusura e prima che questa sia completata; si fa *scattare l'arma* premendo indietro sul grilletto; si mette l'arma in *posizione di sicurezza,* a seconda del sistema di sicurezza adottato, cioè: facendo contrastare lo scatto sulla tacca di sicurezza di cui può essere provveduto il cane (sistema antico) — facendo penetrare un risalto del cane in una tacca di sicurezza dell'orlo posteriore del cilindro (sistema antiquato Gras) — intercettando materialmente la possibile avanzata del percussore mediante una chiavetta girevole longitudinale o trasversale (sistema Mauser, Mannlicher, Mossine) — producendo la distensione lenta e progressiva della molla a spirale (sistema Wetterly, sistema a tubetto Carcano Mod. 66 e Mod. 91) — od infine, riunendo il concetto d'intercettare l'avanzata con quello di distendere quasi completamente la molla, col far ruotare il percussore di 90° allogando il dente in una spaccatura di conveniente lunghezza del tubetto (Rubin Schmidt e Arisaka).

12. — b) *I meccanismi di percussione e scatto con molla a lamina* essendo corti e semplici sono convenienti nei sistemi di chiusura a blocco ed a rotazione, che posseggono analoghe proprietà e nei quali inoltre, quando il percussore è situato dentro il blocco, si può approfittare della rotazione del blocco per modificare la posizione del percussore dopo lo sparo (2).

Attualmente s'impiegano esclusivamente nelle pistole ordinarie (3), nelle armi da caccia ed in qualche mitragliatrice automatica (4).

Questi meccanismi con molla a lamina possono essere *esterni* ed *interni.*

Sono esterni quando le parti del meccanismo si montano su di una conveniente piastra metallica detta *cartella,* che può applicarsi con viti sul fianco della cassa o del castello; derivano dagli antichi *acciarini* e ne conservano il nome.

Sono interni se il congegno è montato fra le pareti della scatola di culatta o del castello, nel piano di simmetria dell'arma.

— Le parti essenziali di questi meccanismi (Fig. 2) sono: *il mollone. il cane, la noce, lo scatto* con *molla dello scatto, il grilletto.*

---

(1) Lebel Mod. 86-93, Carcano Mod. 91, Mannlicher Mod. 95, Mauser Mod. 98.
(2) Remington Mod. 73 (Fig. 2).
(3) Pistola a rotazione Mod. 89.
(4) Mitragliatrice Maxim.

— Il *mollone* è una lamina d'acciaio molto elastica ad una o due branche: nel primo caso viene fissato ad una estremità, nel secondo caso al vertice in modo da utilizzare, se occorre, tutte e due le branche; l'estremità libera

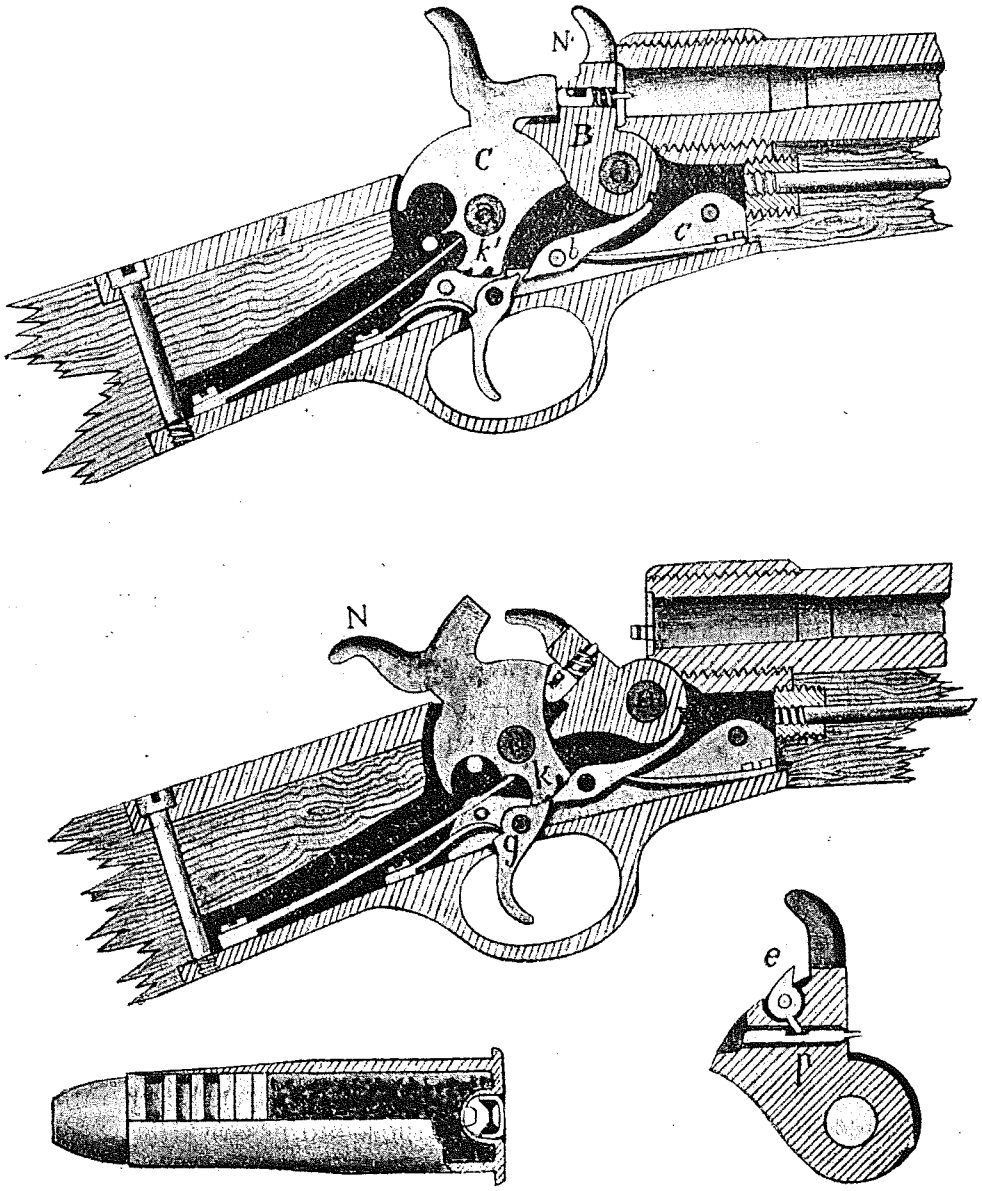


Fig. 2. — CONGEGNO DI CHIUSURA A BLOCCO.
A rotazione retrograda.
Meccanismo di percussione e scatto con molla a lamina. — Sistema Remington Mod. 73.

preme in apposito incavo della noce, direttamente o mediante un'*unione a catenella* che eviti il logoramento fra le parti a contatto (1).

---

(1) Il mollone può disporsi dinanzi all'asse di rotazione del cane ed allora agisce colla branca dall'alto al basso (Capitolo I, Fig. 23), oppure dietro all'asse ed allora agisce dal basso all'alto (Capitolo I, Fig. 22).

— Il *cane* è un blocco girevole d'acciaio, calettato su di un albero perpendicolare al piano di simmetria dell'arma, destinato ad agire a guisa di martello direttamente sulla cassula della cartuccia oppure su di un piccolo percussore.

L'*albero del cane* dev'essere in posizione tale che la *punta del cane* o quella del percussore batta con direzione normale la superficie del fondo della cassula; la massa del cane e l'ampiezza della rotazione sono in relazione alla forza del mollone e tali da garantire l'energia d'urto occorrente; la forma deve assicurare la resistenza ed offrire un adatto punto d'appoggio alla mano per ottenere senza difficoltà la posizione di *cane armato*.

Nel cane si distinguono: il *corpo* munito di un foro pel passaggio dell'albero della noce che fa da perno, la *testa* che è foggiata a martello, la *cresta* che è opposta alla testa ed è striata per dare presa alla mano che arma il cane.

— La *noce* è una specie di disco montato sullo stesso *albero* del cane: inferiormente vi sono praticate due tacche, una posteriore detta *tacca di scatto* e l'altra anteriore detta *tacca di sicurezza;* la tacca di sicurezza ha profondità maggiore di quella di scatto in modo che se il dente di scatto vi penetra non possa uscirne anche premendo sul grilletto, inoltre la sua posizione sulla periferia della noce è tale che, se questa casualmente si rendesse libera di ruotare, il cane risulti poco armato e non possa acquistare la forza viva d'urto occorrente alla deflagrazione dell'innesco; talvolta la tacca di sicurezza non si pratica; spesso, specialmente nei congegni interni (i meno antichi), il cane e la noce costituiscono un solo pezzo metallico detto perciò *cane-noce* (Pistola a rotazione Mod. 74 - Mod. 89).

Nei congegni esterni che hanno la noce separata dal cane vi è una parte sussidiaria detta *castello della noce* che serve a sostenere il perno della noce dalla parte opposta al cane in modo da evitare oscillazioni.

— Lo *scatto* è una leva a fulcro centrale, una estremità detta *dente dello scatto* ha forma di becco e viene spinta dalla *molla dello scatto* contro il perimetro a tacche della noce, l'altra estremità, ripiegata ad angolo rispetto alla prima, risulta disposta sopra la tavola del grilletto.

La molla di scatto è una piccola molla a lamina generalmente a due branche, di cui una è fissata alla cartella e l'altra è appoggiata e premente sullo scatto; questa molla può essere soppressa se il mollone è a due branche e disposto dietro l'asse del cane, poichè in tal caso, come si è già detto, una delle branche agisce sulla noce e l'altra sullo scatto.

— Il *grilletto* è pure una leva a fulcro centrale, imperniata sullo *scudo* nel piano di simmetria dell'arma; il braccio interno, detto *tavola,* agisce sullo scatto, mentre l'esterno ricurvo, detto *coda,* può essere facilmente premuto col dito dal tiratore; per evitare accidentali urti il grilletto è protetto da una parte metallica che, per la sua speciale forma, è detta *ponticello.*

Nei congegni interni spesso il grilletto e lo scatto costituiscono un'unica parte (1).

— *Il funzionamento dei meccanismi di percussione e scatto con molla a lamina, in generale, è il seguente:*

---

(1) Così si ha nella pistola italiana Mod. 89, nella quale però la coda del grilletto è imperniata sul grilletto propriamente detto affinchè si possa ripiegare; ciò ha permesso l'abolizione del ponticello di protezione.

Si *arma il cane* premendo indietro la sua cresta finchè il dente dello scatto, dopo avere sorpassato la tacca di sicurezza, entri nella tacca di scatto; si fa *scattare l'arma* premendo indietro il grilletto; si mette l'arma in *posizione di sicurezza* premendo indietro sulla cresta del cane solo quanto basta perchè il dente di scatto penetri nella tacca di sicurezza, e nel caso in cui l'arma fosse nella posizione di scatto, si preme sul grilletto mentre contemporaneamente si sta in ritenuta sulla cresta del cane, indi si cede leggermente finchè il dente di scatto penetri nella tacca di sicurezza.

13. — c) *I meccanismi di percussione a scatto misti.* si sono dimostrati convenienti in alcune armi automatiche (1). Generalmente il percussore od il cane è armato colla compressione di una molla a spirale, mentre lo scatto agisce mediante un sistema a lamina.

14. III. **Meccanismo di sicurezza.** — a) *Meccanismi di sicurezza ordinari:* Sono quelli che evitano la possibilità di spari fortuiti dell'arma; vi sono sistemi in cui la molla del congegno di scatto non può funzionare ma rimane compressa ed altri, che sono perciò più vantaggiosi, in cui la molla si distende senza agire sul percussore oppure fanno agire la molla in due tempi relativamente lenti e distinti.

I primi hanno una parte che interponendosi in modo opportuno fra percussore e cilindro impedisce l'avanzata del percussore e perciò la distensione totale o parziale della molla (Mauser, Mannlicher, Lee-Enfield); i secondi spostano una delle superfici basi d'appoggio della molla, la posteriore nei congegni a tubetto (Carcano Mod. 66 e Mod. 91), l'anteriore nei congegni con distensione in due tempi (Wetterly, Rubin-Schmidt, Arisaka).

Per rimettere il percussore in posizione d'armamento occorre di eseguire i movimenti inversi; movimenti che in qualche congegno, del tipo a distensione in due tempi od in quelli a tacca di sicurezza, si ottengono automaticamente imprimendo al manubrio dell'otturatore i movimenti di rotazione occorrenti ordinariamente per eseguire l'apertura e la chiusura della culatta (sollevando ed abbassando il manubrio dell'otturatore).

Data la grande varietà dei congegni di sicurezza ordinari per armi con chiusura a cilindro, dovuta appunto al differente modo di funzionare ed alle diverse caratteristiche delle molteplici parti del congegno di chiusura, non se ne fa ora la descrizione; verranno considerati in appresso nella Parte II « Descrizione e dati delle principali armi da fuoco portatili »; per armi con chiusura a blocco che hanno meccanismi di scatto con molla a lamina, il tipo del congegno di sicurezza è quello già descritto parlando di questi meccanismi.

b) *Meccanismi di sicurezza automatici:* Sono i meccanismi di sicurezza che agiscono permanentemente ed indipendentemente dalla volontà del tiratore e che per permettere lo sparo obbligano il tiratore a compiere colla mano volontariamente uno degli atti necessari per eseguire il tiro, per es.: impugnare esattamente l'arma (2), liberare la leva di scatto mediante due movimenti successivi compiuti in direzioni diverse normali fra loro (3).

---

(1) Mitragliatrice Hotchkiss, Fiat, pistola automatica Mauser, idem italiana Mod. 910.

(2) Pistola Browning, pistola italiana Mod. 910.

(3) Mitragliatrice Maxim Mod. 907 e Mod. 912.

— Nel giudicare un meccanismo di sicurezza si devono considerare le seguenti principali condizioni:

— impedire in modo assoluto spari accidentali;

— essere ben visibile nelle sue due posizioni: di *sicurezza* e di *sparo* (di *fuoco*);

— essere certamente stabile in ciascuna delle posizioni che può assumere, in modo che si debba agire determinatamente per cambiare posizione;

— essere semplice, robusto, di facile e sicuro maneggio;

— se è possibile riunire in sè anche la proprietà di impedire l'apertura dell'otturatore quando l'arma è in posizione di sicurezza (Italiano Mod. 91, Mauser, Mannlicher, Rubin-Schmidt, Arisaka).

15. Meccanismo di ripetizione. — *Meccanismo di ripetizione* è il complesso di quelle parti dell'arma che permettono al tiratore di eseguire la carica e lo sparo di parecchi colpi successivi senza prendere colpo per colpo la cartuccia dalla giberna.

Col meccanismo di ripetizione si raggiunge lo scopo di eseguire un tiro molto celere in determinate circostanze del combattimento.

L'arma che permette la ripetizione è detta *arma a ripetizione;* date le esigenze e le modalità tattiche del combattimento odierno *tutte le attuali armi sono a ripetizione.*

La ripetizione si è potuta ottenere con tre sistemi:

a) *sistema a più canne, fisse o rotanti;*

b) *sistema a tamburo girevole;*

c) *sistema a serbatoio.*

16. a) *Sistema a più canne.* — Con questo sistema l'arma è provvista di tante canne quanti sono i colpi che si vogliono disponibili effettuando un solo caricamento; questo sistema, limitato però a solo due canne, è stato applicato in alcuni vecchi tipi di pistola ed è ancora in uso nei fucili da caccia; per le armi lunghe da guerra non è conveniente, poichè non potendo eccedere nel peso dell'arma, la ripetizione si dovrebbe limitare a due colpi solamente; per le mitragliatrici ordinarie, che hanno installazione fissa o che sono trasportate con someggio o con traino, si è avuta qualche applicazione con numerose canne fisse a *caricamento simultaneo* e sparo successivo (1), però si è preferito il sistema con più canne a *caricamento successivo* delle diverse canne (2).

17. b) *Sistema a tamburo girevole.* — Con questo sistema l'arma è provvista di una sola canna, ma dietro la canna vi è un *tamburo* o *cilindro girevole* nel quale sono praticate alcune camere per cartucce; imprimendo al tamburo un movimento di rotazione, le diverse camere si portano successivamente in perfetta corrispondenza della canna formandone la camera di culatta.

Questo sistema è stato applicato alle ordinarie *pistole a rotazione;* non può applicarsi alle armi a canna lunga poichè, per l'entità della carica di propulsione, si dovrebbe dare al cilindro dimensioni molto grandi, special-

(1) Tipo Nordenfelt da 2 a 12 canne.

(2) Mitragliatrici: tipo Hotchkiss *a fascio di canne rotante;* tipo Gardner *a due canne fisse;* tipo misto Gattling *a fascio di canne e tamburo rotanti.*

mente in lunghezza, che lo renderebbero pesante ed incomodo; inoltre sarebbe difficilissimo di impedire sfuggite considerevoli di gas tra la parte anteriore del cilindro e l'orifizio dell'anima, poichè l'aderenza di tali parti non è e non si mantiene perfetta; il proietto poi nel passaggio dalla camera alla canna può sfaldarsi o comunque deformarsi dando luogo ad un tiro poco giusto e poco preciso.

Per le mitragliatrici ordinarie il sistema può convenire, però, trattandosi di un'arma che deve sparare molto celeremente un numero grande di colpi, è bene di applicare il congegno a rotazione con diverso criterio; così: nella mitragliatrice Gattling vi è un fascio rotante di canne munite di camera per cartuccia collegato ad un tamburo che ha gli alloggiamenti degli otturatori, questi, mentre ruota il tamburo, automaticamente scorrono e compiono il caricamento, la chiusura e lo sparo di ciascuna canna successivamente ed in modo continuo finchè dura la rotazione.

18. c) *Sistema a serbatoio.* — Con questo sistema l'arma è provvista di una sola canna, ma la cassa ha un *serbatoio* o *magazzino* capace di contenere parecchie cartucce, le quali a momento opportuno per l'azione di uno speciale meccanismo in tutto od in parte contenuto nel serbatoio, *meccanismo di ripetizione* propriamente detto, passano successivamente dal serbatoio nella canna.

Questo sistema è molto adatto per le armi a lunga canna ed è stato adottato in tutti i moderni fucili da guerra con disposizioni diverse che possono classificarsi in due gruppi:

1° *serbatoi fissi,* quelli applicati in modo permanente all'arma e perciò trasportati coll'arma;

2° *serbatoi amovibili,* quelli che si applicano o si tolgono al momento del bisogno e che perciò sono trasportati entro apposita giberna.

I serbatoi fissi si classificano alla loro volta a seconda della posizione che hanno rispetto all'arma in tre categorie: *anteriori, posteriori, centrali.*

Tanto i serbatoi fissi che quelli amovibili si distinguono in:

— *prontamente ricaricabili* od *a rifornimento multiplo;*

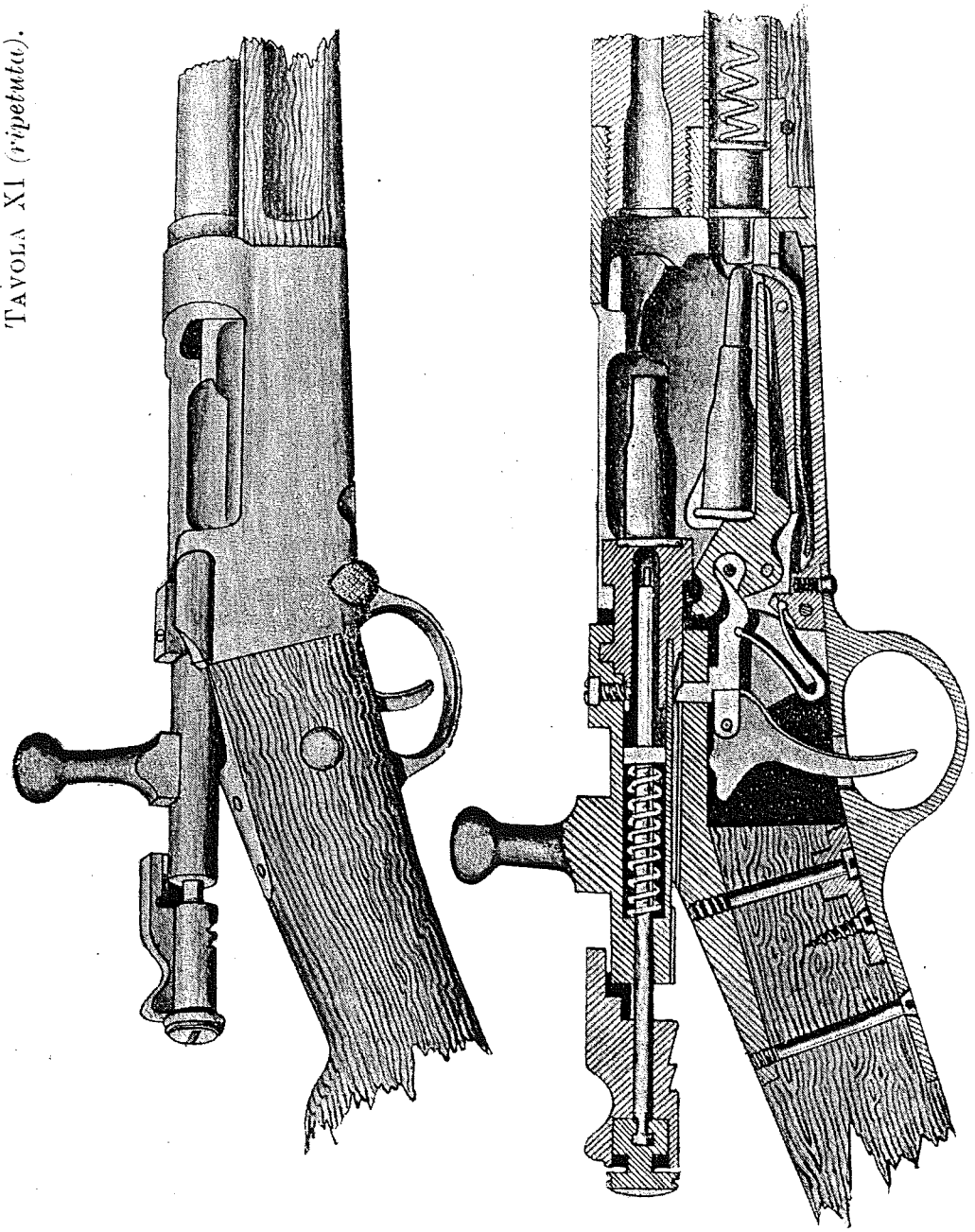
— *non prontamente ricaricabili* od *a rifornimento successivo;* i primi si riforniscono di cartucce introducendovene simultaneamente il numero completo che possono contenere mediante *il caricatore* od *il pacchetto;* i secondi si riforniscono con cartucce sciolte introducendole successivamente.

— I serbatoi non prontamente ricaricabili devono contenere un numero relativamente grande di cartucce poichè altrimenti, non essendo nè facile, nè breve il loro rifornimento, obbligherebbero, durante l'atto tattico del fuoco a ripetizione, a sospendere il tiro per un tempo considerevole proprio nel momento in cui occorre la maggiore intensità di fuoco; l'arma carica a ripetizione assume un peso eccessivo; non sono dunque vantaggiosi; attualmente vanno scomparendo.

— I serbatoi prontamente ricaricabili rispondono effettivamente ai bisogni delle attuali armi da guerra, tanto più se vengono riforniti con *pacchetto,* nel quale caso sono anche *prontamente scaricabili.*

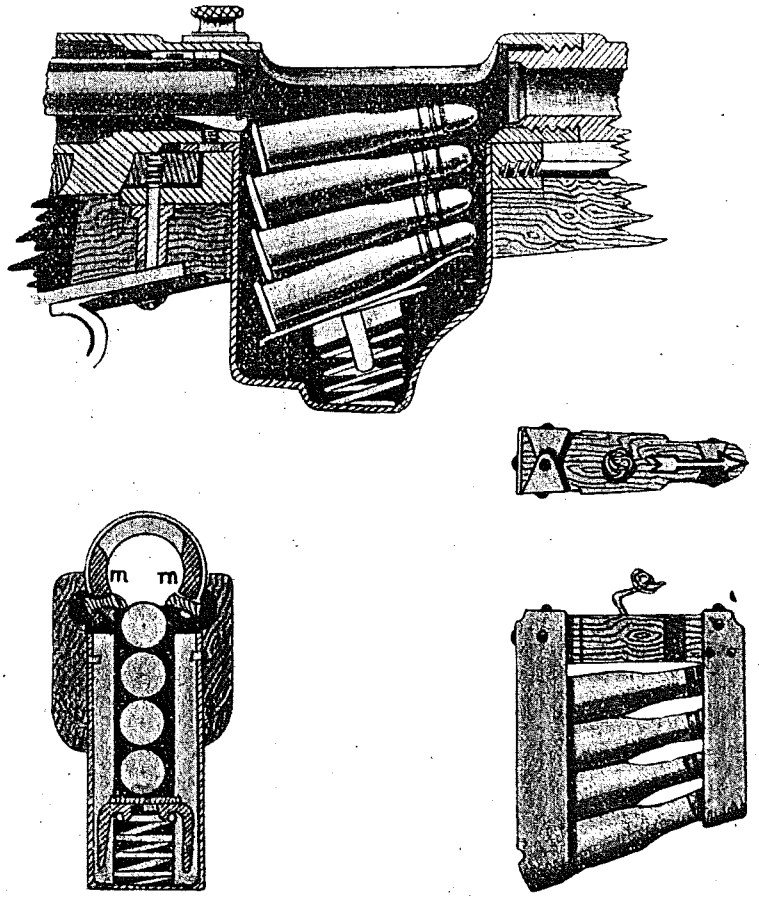
19. 1° Serbatoi fissi. — Il *serbatoio fisso anteriore* (Tav. XI) *o posteriore* è costituito da *un canale* praticato nella cassa (fusto, calcio) nel quale

TAVOLA XI (*ripetuta*).



SERBATOIO FISSO ANTERIORE. — *Non prontamente ricaricabile.*
Sistema Lebel Mod. 86-93.

le cartucce vengono disposte l'una dietro l'altra in modo che la pallottola di una cartuccia si appoggi sul fondello della cartuccia che la precede; uno *spingitoio a molla,* spinge costantemente le cartucce fuori del serbatoio disponendole su di una *cucchiaia* od *elevatore* che le porta, a tempo opportuno, in direzione della canna ed in posizione conveniente per essere spinte nella camera dall'otturatore; un *arresta cartucce* funziona automaticamente in modo che queste escano dal canale-serbatoio una alla volta senza dar luogo ad inceppamenti; un *arresto di ripetizione* permette di eseguire a volontà il tiro a ripetizione oppure quello a caricamento successivo (1).



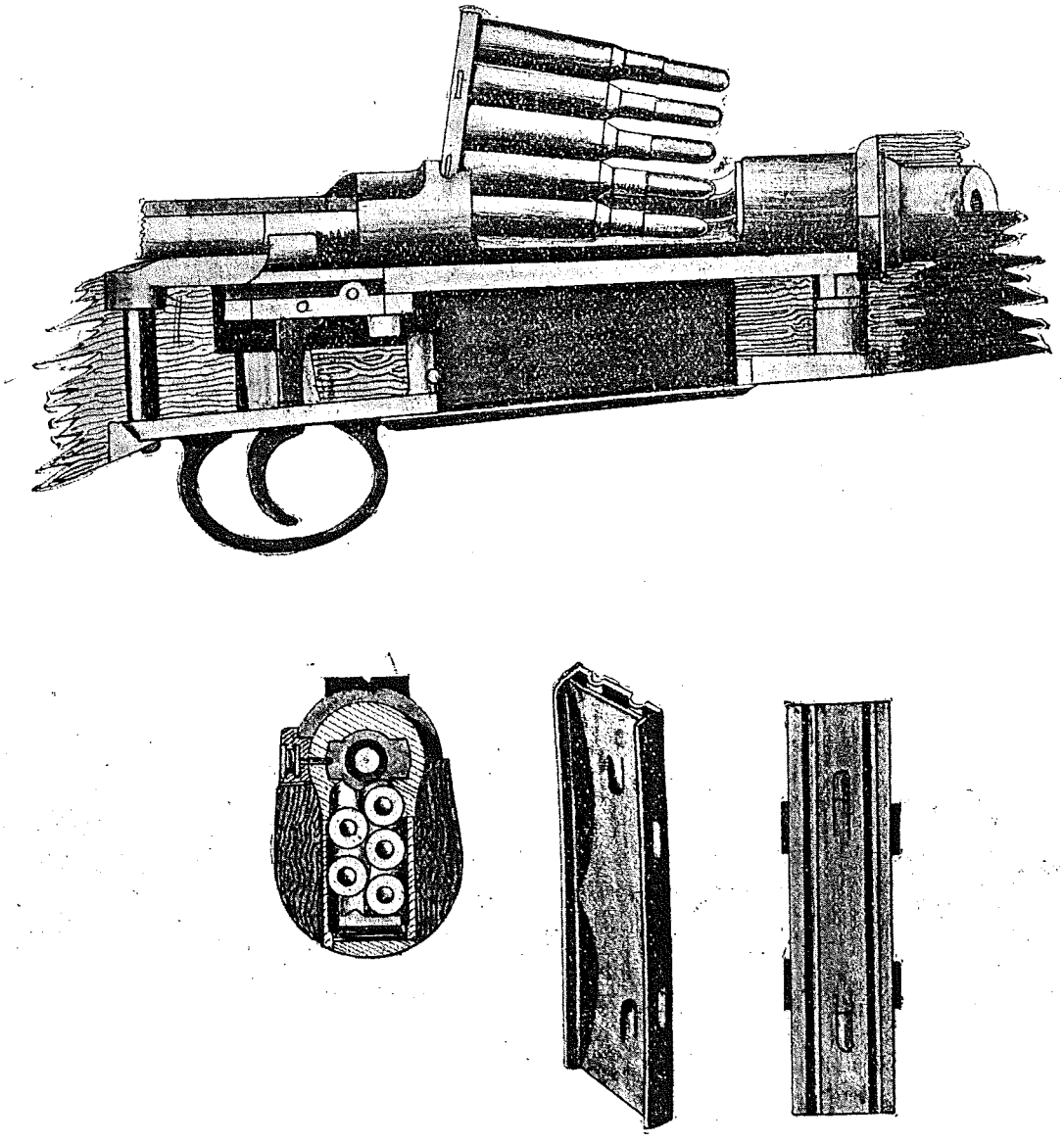
Scala 1/2.

Fig. 3. — SERBATOIO FISSO CENTRALE CON CARICATORE AD INVOLUCRO.
Sistema Wetterly Mod. 70-87.

Questi serbatoi anteriori o posteriori, come si è accennato, presentano molti inconvenienti: non sono prontamente ricaricabili — poichè si riforniscono in previsione del combattimento, rendono l'arma pesante e poco maneggevole durante tutto il periodo precedente all'impiego della ripetizione — producono sensibili variazioni nell'equilibrio dell'arma a mano a mano che partono i colpi a ripetizione, ciò che disturba il tiratore e produce irregolarità

(1) *Serbatoio anteriore* tipo Kropatscheck, fu molto usato; attualmente si ha nel Lebel Mod. 86-93 (Vedi Tav. XI), Mauser Mod. 87; *serbatoio posteriore* tipo Spencer, tipo Winchester: Turchia Mod. 76.

nel tiro — è conveniente che le cartucce abbiano la cassula speciale di sicurezza e la pallottola a punta smussata allo scopo di evitare che, per azione del rinculo o per urti, le cartucce battendo ciascuna sul fondello della antistante possano dar luogo a deflagrazione della cassula.



Scala $^1/_2$.

Fig 4. — SERBATOIO FISSO CENTRALE CON CARICATORE A LAMINA. Sistema Mauser Mod. 98.

20. — *Il serbatoio fisso centrale* (1) è costituito da: una *scatola-serbatoio* metallica, applicata al fusto della cassa od alla culatta mobile al disotto dell'apertura di caricamento; può risultare interna od esterna ed in questo caso, a seconda della quantità di cui sporge dalla cassa, modifica il grado di maneggevolezza dell'arma — un *elevatore a molla*, metallico, situato nell'interno

(1) Vedi, per es., i sistemi: Wetterly Mod. 70-87 (Fig. 3), Mannlicher Mod. 88 e Mod. 95, Italiano Mod. 91 (Fig. 5 e 6), Mauser Mod. 98 (Fig. 4).

del serbatoio; sull'elevatore si dispongono le cartucce una sopra l'altra sfalsate o no a seconda che la *suola* è a gradino oppure piana; l'elevatore spinge costantemente in alto ed in posizione opportuna le cartucce fin contro due labbra a risalto del caricatore oppure fin contro la superficie di due molle laterali a lamina dette *arresta-cartucce,* queste labbra o molle sono apposi-

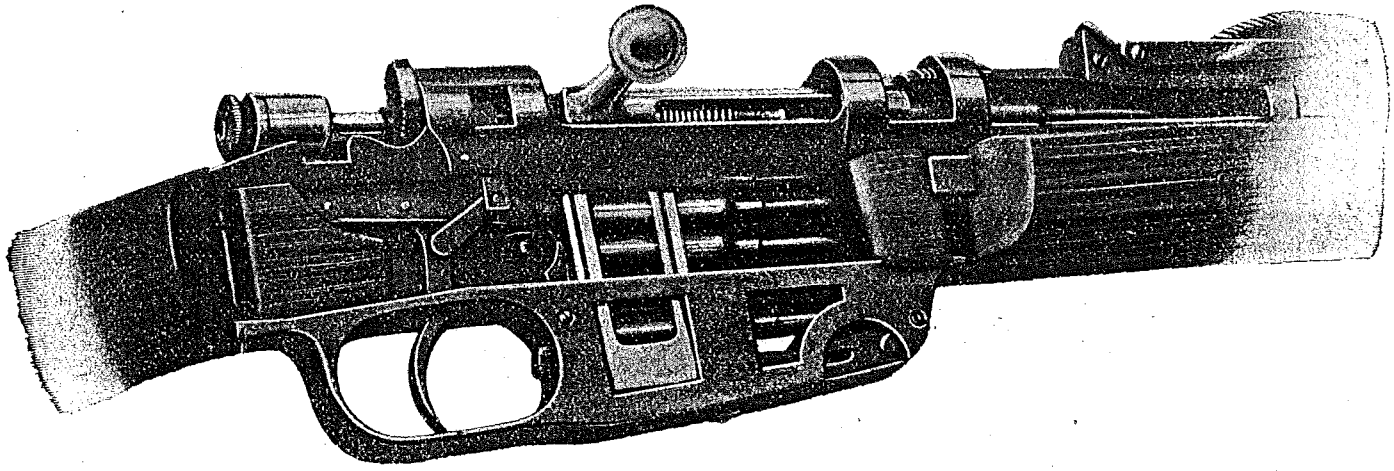


Fig. 5. — *Serbatoio carico, arma pronta per lo sparo.*

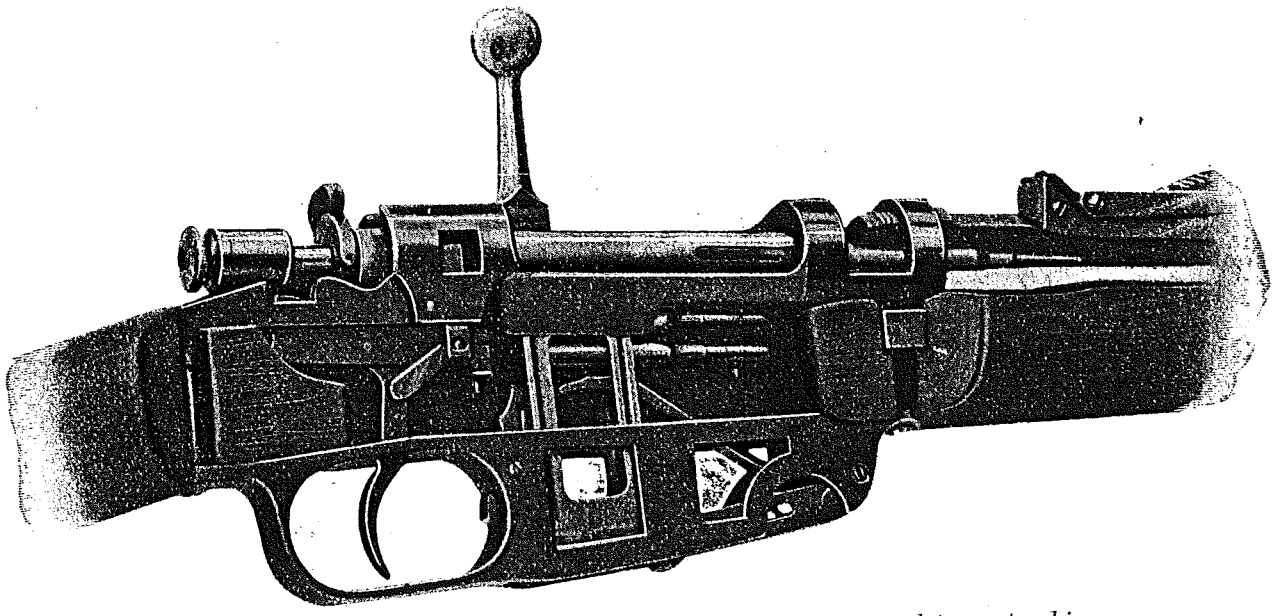
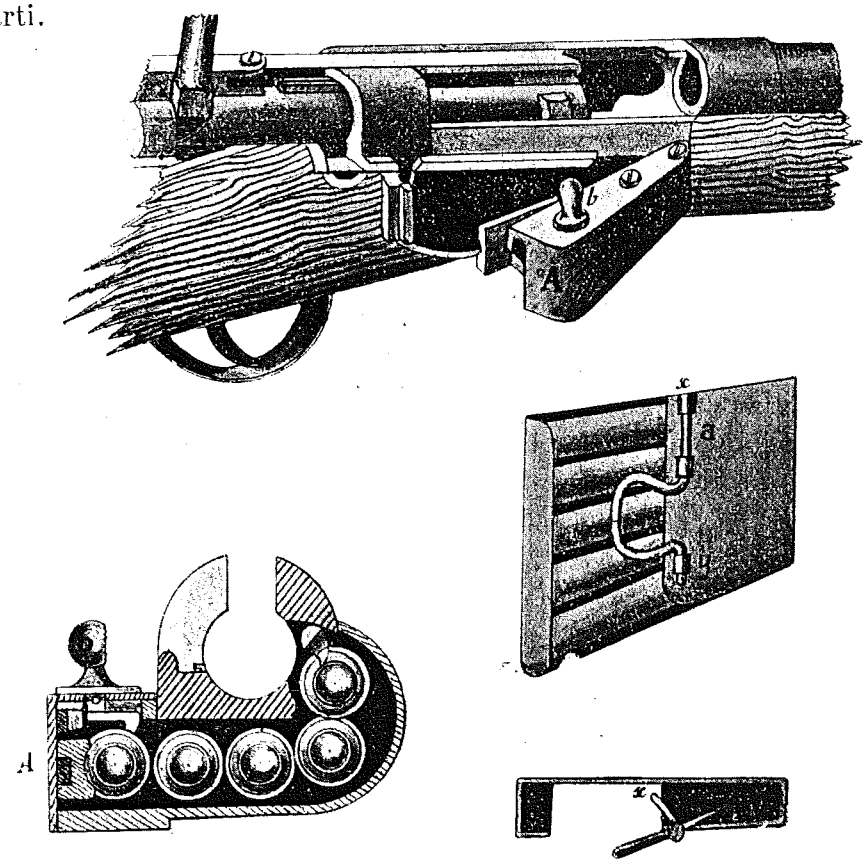


Fig. 5. — *Serbatoio con due cartucce, arma non ancora completamente chiusa.*

Fig. 5 e 6. — SERBATOIO FISSO CENTRALE CON CARICATORE A PACCHETTO. Sistema Mannlicher (Fucile italiano Mod. 91).

tamente sporgenti nell'apertura del serbatoio in modo che mentre agendo colla mano non impediscono l'entrata delle cartucce nel serbatoio ne impediscono la spontanea uscita per sollevamento — un *gancio a molla* sporge sulla superficie posteriore del serbatoio ed ha un *bottone di pressione* sporgente all'esterno verso il grilletto; questo gancio esiste solo quando si rifornisce il serbatoio mediante caricatore a pacchetto e serve a trattenere il caricatore impedendone il sollevamento — un *arresto di ripetizione,* per dare

luogo solo volutamente al tiro a ripetizione; l'arresto è congegnato in svariati modi, messo in posizione ordinaria sottrae le cartucce del serbatoio all'azione di caricamento dell'otturatore e così permette il caricamento successivo; manca nelle armi in cui si vuole eseguire sempre il rifornimento multiplo (1) — un *ritegno del fondo* con *piuolo a molla* oppure *ad incastri;* esiste solamente in alcuni serbatoi che hanno il fondo mobile allo scopo di vuotare il serbatoio a culatta chiusa (2), di eseguire la pulitura del serbatoio od il ricambio delle parti.



Scala $^1/_2$.

Fig. 7. — SERBATOIO FISSO CENTRALE A SCATOLA CIRCOLARE CON CARICATORE AD INVOLUCRO. — Sistema Krag-Jorgensen Mod. 89.

Sebbene antiquato è notevole il *serbatoio fisso centrale a scatola circolare* con apertura di caricamento laterale provvista di sportello, spingitoio e bottone a molla (3); questo serbatoio può essere rifornito a culatta chiusa impiegando caricatori.

Il vantaggio di non dover aprire l'otturatore per rifornire il serbatoio quando l'arma è carica, ha un effimero valore (4), poichè: bisogna aprire lo sportello prima

(1) Per esempio: Fucile Mannlicher Mod. 88 e Mod. 95; Fucile italiano Mod. 91.

(2) Per esempio: Fucile Mossine Mod. 91, ha il fondo a cerniera e ritegno del fondo a molla lamellare; Fucile Arisaka Mod. 97, ha il fondo mobile senza cerniera, con piuolo di ritegno a molla spirale ed incastro; Fucile Mauser Mod. 98, ha il fondo mobile ad incastro.

(3) Tipo Krag-Jörgensen Mod. 89 e Mod. 94, apertura di caricamento inferiormente sul fianco destro (Fig. 7); tipo Löve, apertura di caricamento superiormente sul fianco destro (Fig. 9, n. 3).

(4) In Norvegia, ove è in uso questo serbatoio, il tiro a ripetizione è ammesso solamente in casi eccezionali.

di introdurre il caricatore, operazione questa che equivale quella dell'apertura della culatta — bisogna, come negli altri sistemi, aprire la culatta per spingere la prima cartuccia nella camera — è più difficile rifornire il serbatoio a cartucce ultimate, poichè, mentre la culatta è aperta come negli altri sistemi, si deve successivamente aprire lo sportello, introdurre il caricatore, estrarre il caricatore, chiudere lo sportello.

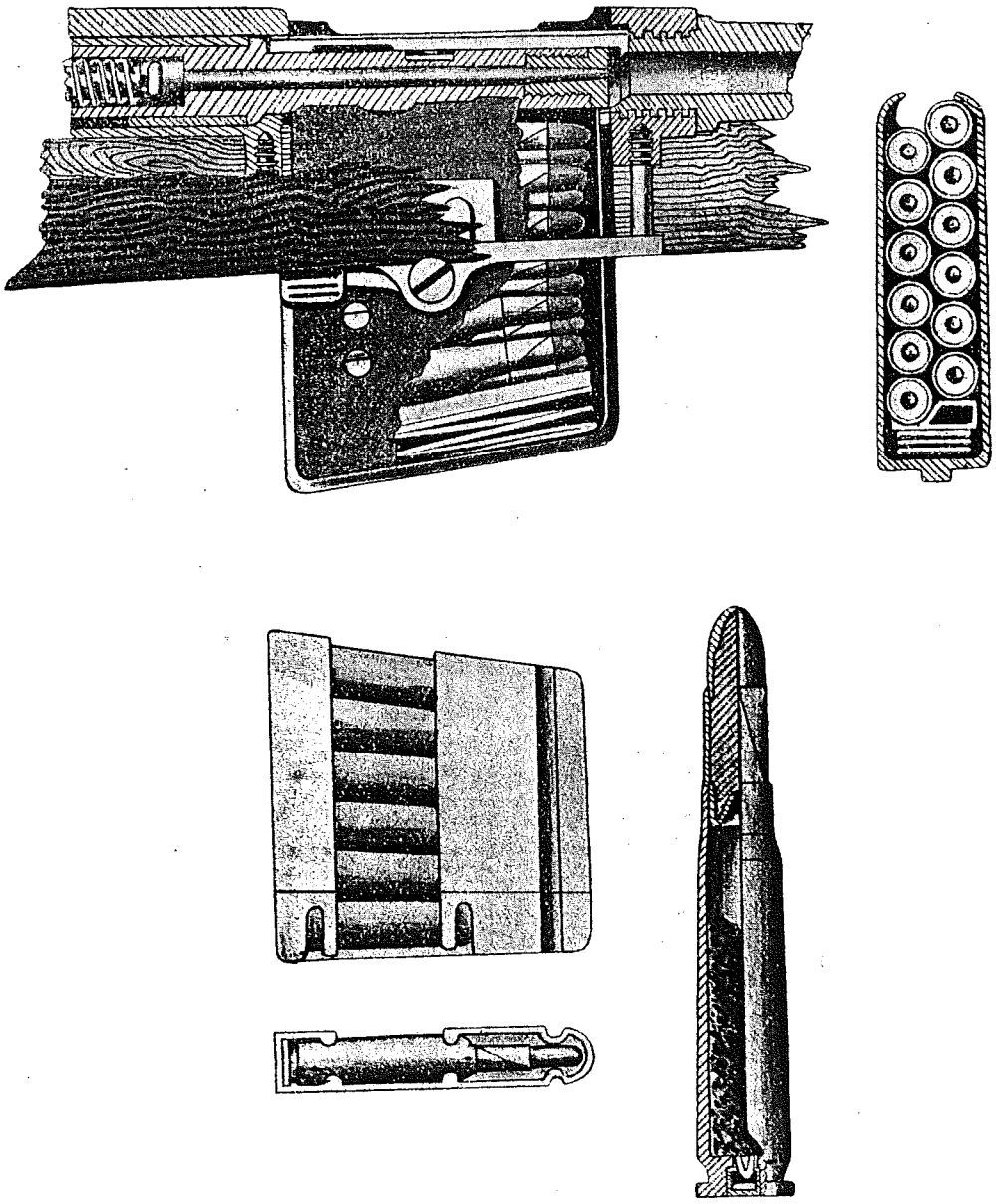


Fig. 8. — SERBATOIO AMOVIBILE CON CARICATORE AD INVOLUCRO.
Sistema Rubin-Schmidt Mod. 89-96.

21. 2° SERBATOI AMOVIBILI. — *Il serbatoio amovibile* è costituito da una scatola metallica a fondo chiuso, Fig. 8: tutte le parti sono simili a quelle del serbatoio fisso centrale e può avere rifornimento multiplo e rifornimento successivo; si applica e si toglie a volontà dall'arma disponendolo in apposita giberna che permette di trasportare in modo comodo tre o quattro serbatoi carichi; l'arresto di ripetizione si può ottenere sia allontanando un

poco la scatola dall'apertura della culatta mobile (sistema Rubin-Schmidt), sia chiudendo quest'apertura con una lamina mobile (sistema Lee).

Il serbatoio amovibile permette di rifornire il serbatoio senza aprire la culatta, di applicare il serbatoio solamente quando è necessario e conseguentemente di renderlo capace di molte cartucce (1) senza che il suo maggior peso renda permanentemente faticoso il trasporto ed il maneggio dell'arma. Certamente la necessità di ricambiare il serbatoio, oppure di staccarlo e riattaccarlo all'arma richiede un tempo non certo minore di quello necessario pel rifornimento multiplo del serbatoio fisso.

Vi sono alcune armi che hanno il serbatoio amovibile ma non per l'impiego nel tiro a ripetizione, bensì per poter procedere alla pulizia dell'arma o del serbatoio e per vuotare il serbatoio a culatta chiusa; in questi casi il serbatoio nel concetto è ritenuto come appartenente al gruppo dei serbatoi fissi (2).

22. Rifornimento del serbatoio. — Abbiamo visto che il rifornimento del serbatoio e, quando occorre, il modo di vuotarlo dipendono essenzialmente dalle caratteristiche del sistema di serbatoio adottato; certamente conviene che tanto il rifornimento quanto lo scaricamento sia facile, comodo, sicuro e soprattutto rapido; le cartucce sciolte ingombrano e sono soggette a guasti ed a smarrimenti, perciò il *rifornimento successivo* più non si adopera e, ad eccezione di pochi sistemi antiquati e difettosi (3), è in uso generale il *rifornimento multiplo* e possibilmente anche lo *scaricamento multiplo* del serbatoio.

Nelle armi che hanno rifornimento multiplo del serbatoio è vietato di eseguire il rifornimento successivo del serbatoio, ma, sebbene in casi eccezionali, è permesso di eseguire il caricamento successivo della canna attenendosi a speciali prescrizioni variabili da arma ad arma; inoltre rifornito il serbatoio non si mette ancora una cartuccia sciolta nella canna perchè ciò non è necessario ed è invece poco utile (4).

23. Caricatori e pacchetti. — Il rifornimento multiplo del serbatoio si ottiene predisponendo le cartucce, necessarie per riempire il serbatoio, dentro un involucro metallico (5); questo involucro è detto:

caricatore, se serve esclusivamente come mezzo per tenere riunite le cartucce e rifornire il serbatoio (6);

pacchetto, se, oltre a tenere riunite le cartucce ed a rifornire il serbatoio, serve sia come organo del meccanismo di ripetizione rimanendo nel-

(1) Il serbatoio amovibile del fucile Rubin-Schmidt Mod. 89-96 contiene 12 cartucce; si può rifornire sia con cartucce sciolte, sia impiegando caricatori di cartone con 6 cartucce (Vedi Fig. 8). Il serbatoio amovibile del fucile Lee-Enfield Mod. 903 contiene 10 cartucce.

(2) Tipi: Mauser Mod. 89 e Mod. 90; Mauser Mod. 91, Argentina.

(3) Lebel Mod. 86-93 (Vedi Tav. XI), Lee-Metford Mod. 89-91, Lee-Enfield Mod. 95, Löwe (Vedi Fig. 9, n. 3).

(4) Il doppio sistema di rifornimento obbliga ad avere caricatori e cartucce sciolte, complica l'istruzione della truppa.

(5) Talvolta di cartone con bordi metallici; tipo Rubin-Schmidt (Vedi Fig. 8).

(6) Tipi: Wetterly, Mauser (Vedi Fig. 3 e 4); Krag-Jörgensen (Vedi Fig. 7).

l'interno del serbatoio finchè contiene cartucce, sia per lo scaricamento multiplo a cartucce riunite del serbatoio (1)-(2).

— I *caricatori* propriamente detti possono classificarsi in due categorie:

caricatori ad involucro quelli che entrano nel serbatoio insieme colle cartucce per essere immediatamente estratti vuoti; a questa categoria appartennero molti tipi in uso colle armi di medio calibro trasformate a ripetizione;

caricatori a lamina quelli che s'incastrano nella culatta mobile sull'apertura del serbatoio senza entrare nel serbatoio, al solo scopo di presentare riunite ed in esatta posizione le cartucce; a questa categoria appartiene il tipo Mauser Mod. 98 e successivi perfezionamenti.

— I caricatori ed i pacchetti a qualsiasi categoria appartengono si dicono *asimmetrici* oppure *simmetrici,* secondo che nell'introdurli nell'apertura di culatta mobile si deve tenere conto oppure no di quale sia la parte alta e la parte bassa dell'involucro.

Se l'involucro, sia a pacchetto che a lamina, ha il dorso piano, risulta *simmetrico* quando le cartucce sono sprovviste del risalto di presa al fondello; infatti le cartucce si dispongono cogli assi paralleli e l'involucro è foggiato in modo che si può introdurre indifferentemente da qualunque dei suoi lati purchè le pallottole siano dirette in avanti; risulta invece *asimmetrico* quando le cartucce sono provviste di risalto, ed infatti le cartucce si dispongono a ventaglio, la superiore normale al dorso e le altre inclinate ed è il lato inclinato che deve andare a contatto dell'elevatore.

Se l'involucro ha il dorso cilindrico, sia a pacchetto che a lamina, risulta simmetrico anche colle cartucce con risalto di presa al fondello (3).

Se il caricatore è ad involucro risulta asimmetrico.

— Oltre che per facilitare l'adozione di serbatoi semplici a caricatore simmetrico, la cartuccia con bossolo a scanalatura di presa è consigliabile poichè evita di dare al caricatore, al serbatoio, ai pacchi di cartucce altezza e spessore maggiori e precisamente superiori del doppio della sporgenza dell'orlo per ogni cartuccia contenuta.

a) *Il pacchetto* è così formato (Fig. 5, 6 e 9, n. 2): l'involucro è di lamiera di acciaio, d'ottone, d'alluminio, con sezione orizzontale ad U, pesa da 15 a 18 gr., contiene non più di 6 cartucce; la cartuccia è trattenuta al fondello da due risalti dei fianchi dell'involucro, risalti che penetrano nella scanalatura anulare prossima al fondello del bossolo, è appoggiata col fondello contro il dorso ed è guidata dai fianchi stessi; i fianchi sono lunghi quanto è lunga la parte di maggior diametro del bossolo ed hanno gli orli superiore ed inferiore ripiegati all'interno di tanto quanto è necessario per impedire alla cartuccia di uscire dall'involucro: il dorso ha un incavo od un risalto per il dente del gancio a molla.

---

(1) Tipo: Mannlicher (Vedi Fig. 5, 6 e 9, n. 2).

(2) Perciò è improprio l'appellativo di *caricatore* dato al *pacchetto* metallico contenente 6 cartucce delle nostre armi Mod. 91 (Vedi Fig. 5 e 6).

(3) Il pacchetto del fucile rumeno, Mannlicher Mod. 93, pur contenendo cartucce con bossolo ad orlo sporgente, è simmetrico, poichè l'involucro per la sua costruzione ad arco permette la simmetrica disposizione delle cartucce rispetto al raggio del circolo secondo cui il pacchetto è incurvato (Fig. 9, n. 2).

Per rifornire il serbatoio s'introduce il pacchetto nel serbatoio, colle pallottole rivolte alla canna, attraverso l'apertura inferiore della scatola di culatta, appoggiando e poi premendo sulla suola dell'elevatore finchè il gancio a molla s'impegna sul dorso dell'involucro e lo trattiene: la suola dell'elevatore poggia sulla superficie inferiore della cartuccia più bassa e spinge questa e le soprastanti contro gli orli superiori dei fianchi del pacchetto.

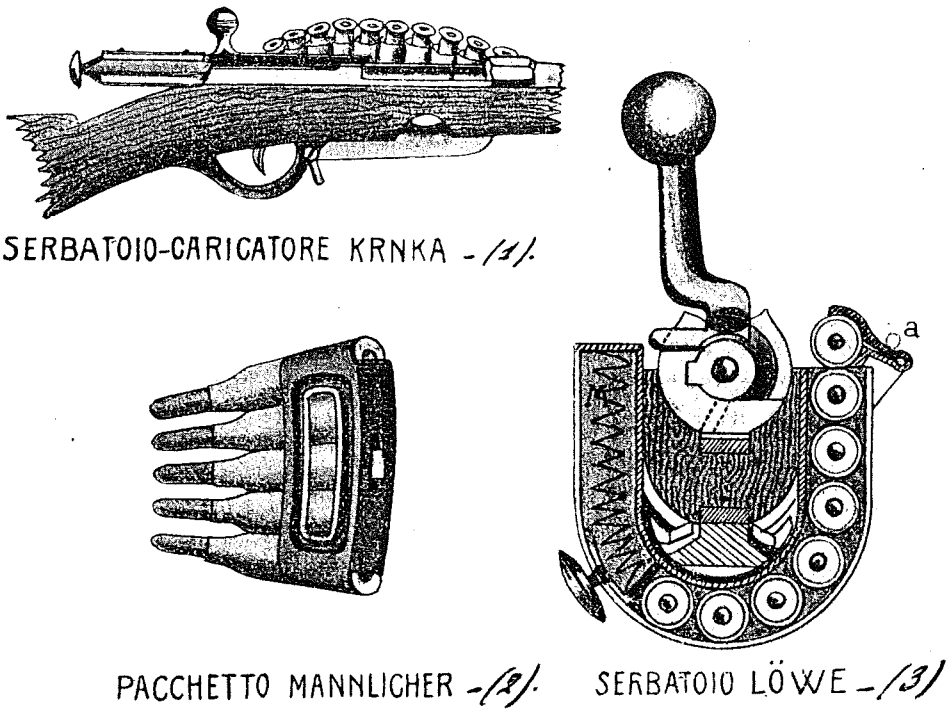


Fig. 9.

Sistemi speciali:

1. Serbatoio esterno amovibile (Sistema antiquato Kruka).
2. Pacchetto simmetrico a dorso cilindrico per cartucce con orlo a risalto (Sistema Mannlicher Mod. 93, Rumenia).
3. Serbatoio fisso centrale circolare (Sistema antiquato Löwe).

Nel caricare l'arma l'otturatore avanzando incontra, colla parte inferiore della sua testa, la cartuccia più alta che sporge un poco all'apertura del serbatoio e la spinge fino al termine dei fianchi, fuori del pacchetto, facendole imboccare esattamente la camera della canna; la cartuccia immediatamente sottostante, spinta dall'elevatore, la cui suola entra fra i fianchi, prende il posto di quella uscita dall'involucro.

Ripetendo l'apertura e la chiusura dell'otturatore tutte le cartucce escono dal pacchetto e passano nella camera della canna e quando l'ultima cartuccia si è disimpegnata dall'involucro questo, non più sostenuto, cade per proprio peso attraverso all'apposita apertura esistente nella parte inferiore della scatola-serbatoio.

Il rifornimento a pacchetto non permette al serbatoio di essere caricato con cartucce sciolte poichè il pacchetto è parte necessaria del congegno di ripetizione; avendo delle cartucce sciolte da consumare o si dispongono colpo per colpo nella camera o meglio si dispongono in un pacchetto vuoto, indi si rifornisce con questo il serbatoio.

Se si deve vuotare il serbatoio, aperta la culatta si preme sul bottone del ritegno, il gancio di questo libera il pacchetto che, spinto in alto dall'elevatore che preme sulla cartuccia inferiore, esce dall'apertura di culatta insieme alle cartucce rimaste.

b) *Il caricatore ad involucro* è così formato: il dorso provvisto di maniglia di presa, si trova alla parte superiore dell'involucro, dalla parte anteriore e posteriore del dorso si distaccano due appendici a labbra ripiegate, l'anteriore per trattenere e guidare la pallottola, la posteriore per trattenere e guidare il fondello del bossolo.

Per rifornire il serbatoio si adatta il caricatore nell'apertura di culatta assicurandosi che le pallottole siano rivolte alla canna, si preme con forza sul dorso e, vincendo la resistenza esercitata sulla superficie delle cartucce dalle molle laterali arresta-cartucce, s'introduce completamente il caricatore nel serbatoio, indi, tirando la maniglia il caricatore esce vuoto dal serbatoio, mentre le cartucce vi sono trattenute dal contrasto delle molle arresta-cartucce colla cartuccia superiore; se non esistono le molle laterali arresta-cartucce, occorre di spingere col pollice della mano sinistra le cartucce nel serbatoio, perciò l'involucro ha lateralmente un apposito intaglio svasato.

Di caricatori ad involucro se ne ebbero molti tipi, caratteristico quello del fucile Wetterly Mod. 70-87 (Fig. 3): avente il dorso di legno con segnata una freccia indicante la parte anteriore e una maniglia di spago, al dorso sono applicate due appendici di lamiera di ferro colle estremità ripiegate per trattenerne le cartucce; sono tuttora in uso caricatori ad involucro di cartone con appendici orlate di lamiera per la ripiegatura di ritegno: Rubin-Schmidt Mod. 89-96 (Fig. 8); Krag-Jörgensen Mod. 94 e modelli precedenti (1) (Fig. 7).

Questi caricatori sono asimmetrici anche quando la cartuccia ha bossolo senza risalto di presa, non entrano nel serbatoio, sono ricaricabili con cartucce sciolte e poichè il pacco di cartucce non è confezionato coi caricatori, questi, dopo estratti vuoti dall'apertura di culatta, devono essere conservati per ricaricarli durante le soste del fuoco.

Il rifornimento con caricatore ad involucro non impedisce che il serbatoio possa all'occorrenza essere rifornito senza caricatore adoperando cartucce sciolte. Se si vuole vuotare il serbatoio occorre di eseguire l'apertura e chiusura dell'otturatore tante volte quante sono le espulsioni successive delle cartucce rimaste.

Il peso del caricatore metallico Wetterly, per quattro cartucce da mm. 10,35, è di gr. 16; il peso del caricatore di cartone Rubin-Schmidt, per 6 cartucce da mm. 7,5, è di gr. 17,5.

c) *Il caricatore a lamina* è così formato (Fig. 4): una sottile lamina metallica, detta lastrina, trattiene le cartucce presso al fondello mediante due bordi di piccola altezza, fra il fondello e la lastrina v'è una molletta a lamina che, spingendo il fondello verso i bordi, serve ad assicurare l'aderenza della cartuccia impedendo a questa di inclinarsi e di scorrere ed uscire dal caricatore.

---

(1) Mod. 89, Danimarca; Mod. 94, Stati Uniti.

Per rifornire il serbatoio s'introduce il caricatore nell'apposito incastro praticato sul ponticello della culatta mobile finchè due dei risalti laterali esterni dei bordi trovino contrasto colle pareti dell'incastro, fermando così il caricatore in giusta posizione colla cartuccia inferiore a contatto della suola dell'elevatore a molla; si preme col pollice sulla cartuccia superiore spingendo in basso le cartucce finchè anche la superiore sia entrata nel serbatoio, la sagomatura a gradino e la larghezza data alla suola obbligano le cartucce a disporsi sfalsate (a zig-zag); la lamina vuota cade fuori dell'arma per proprio peso, oppure è tolta e gettata via dal tiratore, in ogni modo la testa dell'otturatore avanzando la espelle dall'incastro.

Questi caricatori a lamina sono simmetrici e, come quelli a pacchetto, si possono fare simmetrici anche per cartucce con risalto di presa, purchè si dia al dorso della lamina una forma cilindrica.

Il rifornimento con caricatore a lamina non impedisce che il serbatoio possa all'occorrenza essere rifornito con cartucce sciolte (1). Se si vuole vuotare il serbatoio occorre di aprire e chiudere la culatta per ottenere l'espulsione successiva delle cartucce rimaste oppure, per evitare questa lunga operazione, bisogna fare mobile il fondo del serbatoio; tanto in un caso che nell'altro il tiratore deve poi preoccuparsi di conservare cartucce sciolte.

Il peso del caricatore a lamina è molto piccolo, varia da 4 a 6 grammi; contiene non più di 6 cartucce.

24. Vantaggi ed inconvenienti dei diversi sistemi di rifornimento multiplo. — Confrontando le caratteristiche dei diversi sistemi di rifornimento multiplo si rivela subito che il caricatore:

— *se è ad involucro:* non offre vantaggio di minor peso; dev'essere conservato per ricaricarlo nei periodi di sosta del fuoco e perciò risulta ingombrante ed obbliga a provvedere il soldato di pacchetti con cartucce sciolte che, non tutte impiegate nel caricamento, male si trasportano e possono deteriorarsi ed essere perdute; è deformabile e può dar luogo ad inceppamenti; non permette lo scaricamento multiplo;

— *se è a lamina:* offre il vantaggio di minore peso, che può andare a favore di un maggiore munizionamento, ma non permette lo scaricamento multiplo o permettendolo richiede notevole tempo e non evita l'inconveniente di dovere conservare cartucce sciolte;

— *sia ad involucro, sia a lamina:* obbliga a dispositivi che diano al tiratore *avviso di serbatoio vuoto*, dispositivi che, mentre non presentano difficoltà d'attuazione (2), richiedono maggiore robustezza nel congegno di chiusura e possono coll'uso deformarsi o non funzionare.

— *se è a pacchetto:* risulta più pesante del caricatore a lamina, ma evita tutti gli inconvenienti dei caricatori e dà avviso di serbatoio vuoto col rumore provocato dalla sua caduta sul suolo; alcuni ritengono che l'apertura infe-

(1) Mauser Mod. 98, Springfield Mod. 903.

(2) Un sistema d'avviso di serbatoio vuoto, d'uso quasi generale, è quello fornito dall'orlo posteriore della suola o da un dente dell'elevatore che viene a sporgere, oltre l'apertura del serbatoio, nella scatola di culatta ed impedisce all'otturatore di avanzare, quando, non essendovi più cartucce, la suola risulta completamente sollevata; per esempio: vedi Fig. 10.

riore del serbatoio, necessaria per ottenere la caduta del pacchetto vuoto, possa dar luogo, nell'uso quotidiano dell'arma, a penetrazione di materie estranee nel meccanismo di ripetizione impedendone il regolare funzionamento; la pratica ha dimostrato che questo fatto si verifica tanto raramente da non doversi prendere in considerazione, mentre invece ha dimostrato che coll'apertura si possono osservare e pulire meglio le parti del meccanismo.

— Qualunque sia il sistema di rifornimento del serbatoio è necessario che nel funzionamento del serbatoio ed in quello dell'otturatore vi sia perfetta corrispondenza affinchè nel caricamento a ripetizione dell'arma sia impedita la cosidetta *doppia ripetizione,* cioè non si verifichi la presenza contemporanea di due cartucce nella culatta mobile.

25. Doppia ripetizione. — La doppia ripetizione può avvenire nel momento d'avanzata dell'otturatore quando, durante questo movimento, la cartuccia non è vincolata all'otturatore, oppure nel movimento di retrocessione dell'otturatore quando si arresta e si inverte il movimento prima che sia avvenuta l'espulsione del bossolo.

Nel primo caso, se l'otturatore è accidentalmente tirato indietro prima di avere compiuto la chiusura, può avvenire che un'altra cartuccia del serbatoio si disponga entro la culatta mobile in modo che l'otturatore spinto nuovamente innanzi la faccia urtare contro il fondello della precedente con probabilità di deformazioni, d'inceppamenti, di esplosione a culatta aperta; per eliminare questo inconveniente occorre che le cartucce siano afferrate dall'estrattore non al termine della chiusura, ma appena escono dal serbatoio in modo da potere accompagnare l'otturatore in tutti i suoi movimenti (1).

Nel secondo caso, se l'otturatore nel suo movimento retrogrado è arrestato prima che avvenga l'espulsione del bossolo e dopo che la testa dell'otturatore ha oltrepassato il fondello della cartuccia superiore del serbatoio, la cartuccia si disporrà in modo che spingendo innanzi l'otturatore saranno portati innanzi e cartuccia e bossolo con probabilità di deformazioni o d'inceppamenti; per eliminare quest'inconveniente, in tutti gli attuali meccanismi, si fa avvenire l'espulsione del bossolo alquanto prima di sorpassare colla testa del cilindro il fondello della cartuccia superiore del serbatoio.

26. Arresto di ripetizione. — L'*arresto di ripetizione* ha lo scopo di richiamare il soldato all'osservanza di far fuoco celere solo quando questo è tassativamente ordinato da chi comanda.

Cessati colla pratica della ripetizione i timori che ne avevano ostacolato la pronta adozione, riconosciuto che si può mantenere la disciplina del fuoco ed evitare lo spreco di munizioni educando insistentemente il soldato a far fuoco mirato a volontà ed a farlo solo quando è necessario, l'*arresto di ripetizione* non aveva più ragione per essere mantenuto, perciò i meccanismi di ripetizione delle armi di recente adozione non lo hanno.

Qualora si volesse mantenere l'arresto di ripetizione, cioè mantenere in via normale sia il caricamento multiplo che quello successivo dell'arma, occorrerebbe di costituire il munizionamento del soldato parte in cartucce sciolte, parte in cartucce disposte nei caricatori; quest'impiego promiscuo,

(1) Fucile Mauser Mod. 98.

oltre a complicare l'istruzione del soldato, la disciplina e la condotta del fuoco, può far rimanere con le sole cartucce sciolte e nelle condizioni di eseguire il tiro a caricamento successivo quando ancora s'impone la continuazione di quello a ripetizione.

I sistemi d'arresto di ripetizione sono stati svariatissimi, basati sul concetto d'impedire, mediante interposizione di una lamina o mediante l'allontanamento della scatola-serbatoio, il passaggio delle cartucce dal serbatoio alla scatola di culatta dinanzi all'otturatore; il sistema Springfield arresta la ripetizione, modificando a volontà la posizione del ritegno dell'otturatore, sicchè questo non può retrocedere in modo da oltrepassare il fondello della cartuccia superiore del serbatoio come avviene quando si esegue la ripetizione.

Dei diversi sistemi d'arresto di ripetizione verranno in seguito considerati quelli applicati alle armi attualmente in uso (1).

27. Condizioni a cui deve soddisfare il meccanismo di ripetizione. — Da quanto abbiamo detto circa il meccanismo di ripetizione risulta che le condizioni a cui deve soddisfare sono:

— essere di pronto rifornimento (*rifornimento multiplo*);

— essere di pronto scaricamento (*scaricamento multiplo*);

— conservare bene le cartucce;

— assicurare il regolare passaggio delle cartucce dal serbatoio alla scatola di culatta;

— evitare qualsiasi inceppamento e la doppia ripetizione durante la carica;

— dare *avviso di serbatoio vuoto:*

— permettere l'impiego d'un caricatore leggero, non ingombrante, simmetrico;

— essere costituito da poche e solide parti pur avendo grande leggerezza;

— essere disposto sull'arma in modo da non diminuire di troppo la maneggevolezza dell'arma e da non rendere difficile il rifornimento del serbatoio specialmente dalla posizione di a terra;

— avere facile funzionamento in tutte le parti ed in tutti gli atti inerenti la ripetizione;

— permettere semplice e rapido sia l'esame delle parti, sia la sostituzione di quelle danneggiate;

— permettere facile pulitura e conservazione;

— permettere una massima celerità di tiro mirato (2) superiore a 20 colpi al 1'.

28. V. Meccanismo d'estrazione e d'espulsione del bossolo. — Il meccanismo d'estrazione e d'espulsione del bossolo ha per scopo di trarre il bossolo dalla camera e di proiettarlo all'esterno dell'arma quando si apre la culatta.

---

(1) Vedi Volume II: *Descrizione e dati delle principali armi da fuoco portatili.*

(2) Cioè la *celerità di tiro massima assoluta* ottenibile in un tiro di poligono con tiratore abilissimo e nelle migliori condizioni per una rapida esecuzione del fuoco, celerità che, specialmente in guerra, non è necessaria e che in ogni caso è difficilissima ad ottenersi con un'arma rigida; a noi serve solo come coefficiente di confronto fra le celerità dei diversi tipi di fucili (Vedi: Capitolo I, Specchio III).

Possiamo in genere ritenere che coi migliori fucili attuali, se il serbatoio è carico, un abilissimo tiratore in un minuto primo può al massimo sparare le cartucce che l'arma già contiene e quelle di altri tre caricatori.

L'*estrattore* è la parte destinata ad estrarre il bossolo; vi sono estrattori *a gancio* ed estrattori *a leva*.

Gli estrattori a gancio si adattano molto bene agli otturatori a cilindro che, col loro movimento rotatorio e di scorrimento, permettono il graduale distacco iniziale del bossolo e la successiva facile estrazione, evitando che l'eccessivo forzamento del bossolo possa vincere l'azione dell'estrattore conseguente al solo moto scorrevole dell'otturatore.

Gli estrattori a leva sono adatti agli otturatori a blocco, nei quali la rotazione del blocco può facilmente determinare l'azione retrograda della leva.

— Gli *estrattori a gancio* sono generalmente costituiti da una molla a lamina disposta secondo le generatrici del cilindro otturatore, la faccia anteriore del gancio è obliqua affinchè completato il movimento scorrevole di chiusura, il gancio possa scavalcare lo spigolo del fondello per penetrare nella scanalatura anulare del bossolo, oppure scavalcare il risalto del bossolo e ritenerlo stabilmente contro la testa dell'otturatore.

È preferibile che l'estrattore sia portato dalla parte del meccanismo d'otturazione dotato di solo movimento rettilineo (1) od almeno che l'estrattore non partecipi ad alcun movimento rotatorio (2); così si evita che la rotazione della testa dell'estrattore produca dei guasti alla scanalatura od al risalto del bossolo e s'indebolisce meno lo sbocco della camera, poichè l'incastro per la testa dell'estrattore risulta di piccola ampiezza.

Il breve e dolce movimento retrogrado che assume inizialmente l'estrattore è necessario allo scopo di smuovere il bossolo dal suo alloggiamento, altrimenti la resistenza che incontra l'estrattore potrebbe produrre un laceramento della lamiera del bossolo nel punto in cui il gancio afferra la cartuccia, oppure l'elasticità dell'estrattore potrebbe produrre la sfuggita del gancio di presa dall'orlo o dalla scanalatura del bossolo ed impedire l'estrazione (3).

— Gli *estrattori a leva* servono per cartucce aventi risalto di presa; hanno forma di leva angolare imperniata al gomito sulla culatta mobile allo sbocco della camera, un braccio è incassato nel vivo di culatta e costituisce una parte dell'incavo d'appoggio dell'orlo del bossolo, l'altro braccio penetra od è a contatto di una conveniente parte sagomata del blocco otturatore.

Nell'aprire la culatta il blocco rotando urta, colla parte sagomata, il braccio che gli è a contatto e lo trascina, obbligando l'altro braccio a ruotare dall'avanti all'indietro e perciò a produrre l'estrazione del bossolo.

Il braccio estrattore conviene sia a forchetta in modo da avere un'azione simmetrica sull'orlo del bossolo.

Effettuando l'apertura dell'otturatore con notevole rapidità, mantenendo l'arma un poco inclinata lateralmente, l'azione di estrazione diviene anche d'espulsione poichè per inerzia il bossolo va fuori dell'arma; altrimenti l'espulsione si effettua a mano od inclinando in alto e lateralmente l'arma.

— *Espulsore* è la parte destinata ad arrestare il bossolo, già completamente estratto dalla camera, prima che l'otturatore abbia compiuto la sua

---

(1) Wetterly Mod. 70 e 70-87.

(2) Mauser Mod. 98.

(3) Negli otturatori a solo movimento scorrevole, questo distacco iniziale del bossolo non sempre si produceva; per diminuire questo inconveniente si dovettero fare estrattori molto larghi e robusti.

corsa retrograda, imprimendo al bossolo stesso un rapido moto rotatorio che lo obbliga ad uscire dalla culatta mobile; la direzione di questo moto è determinata dalla posizione relativa dell'estrattore e dell'espulsore; ad esempio conviene che estrattore ed espulsore risultino in uno stesso piano diametrale e che questo piano sia molto obliquo (1) a destra anzichè verticale, poichè si deve assolutamente evitare che il bossolo violentemente espulso possa disturbare o colpire sia il tiratore, sia le persone a lui vicine.

L'espulsore generalmente consiste in una sporgenza della parte interna della culatta mobile; questa sporgenza può essere a dente, a piuolo, a lamina, oppure determinata da una conveniente sagomatura della parete della culatta mobile.

Talvolta il *ritegno dell'otturatore* funziona anche da espulsore o porta l'espulsore.

29. Parti che costituiscono un meccanismo d'otturazione. — Nel precedente N. 9 vennero esposti i còmpiti ai quali deve provvedere un meccanismo d'otturazione, riservando però al momento in cui sarebbero state conosciute anche le esigenze di tutti gli altri meccanismi del congegno di caricamento e sparo l'esame particolare delle parti che debbono costituire il meccanismo d'otturazione affinchè possa soddisfare pienamente a tali còmpiti, pur coordinandoli con quelli degli altri meccanismi; queste esigenze sono ora cognite, perciò procediamo all'esame delle parti di un meccanismo d'otturazione.

— Le parti principali di un meccanismo d'otturazione dipendono dal sistema d'otturazione:

1° Se il sistema è a cilindro vi sono comprese anche le parti del meccanismo di percussione, d'estrazione e talvolta quelle di sicurezza, perciò in generale sono:

a) il cilindro;
b) la testa mobile;
c) il percussore;
d) la molla a spirale;
e) l'estrattore;
f) il nasello, o la leva, o il tubetto del meccanismo di sicurezza;
g) il ritegno dell'otturatore.

— Di tutte queste parti, alcune delle quali sono già state descritte e che perciò si tralasciano, la più importante è il cilindro con o senza testa mobile.

— Il *cilindro* serve ad aprire e chiudere la culatta ed a portare quasi tutte le altre parti ora dette; deve essere resistente ed avere un solido appoggio sull'arma; in esso si notano spacchi, incastri, scanalature, risalti, alloggiamenti, superfici piane ed elicoidali, un manubrio, cioè tutto quello che è necessario per determinare l'armamento automatico del percussore e per regolare il complesso funzionamento del meccanismo d'otturazione.

L'azione dei gas della carica sul fondello del bossolo, che è aderente alla testa del cilindro, tende a produrre la retrocessione dell'otturatore, perciò affinchè la culatta durante lo sparo non si apra, occorre appoggiare il cilindro ad una parte fissa della canna e precisamente alla culatta mobile.

---

(1) Circa 45°.

Quest'appoggio si può ottenere in diversi modi: *a spalletta, ad alette, a cuneo* o *blocco, misto;* quindi il cilindro, a seconda del sistema d'appoggio, varia in alcune sue parti.

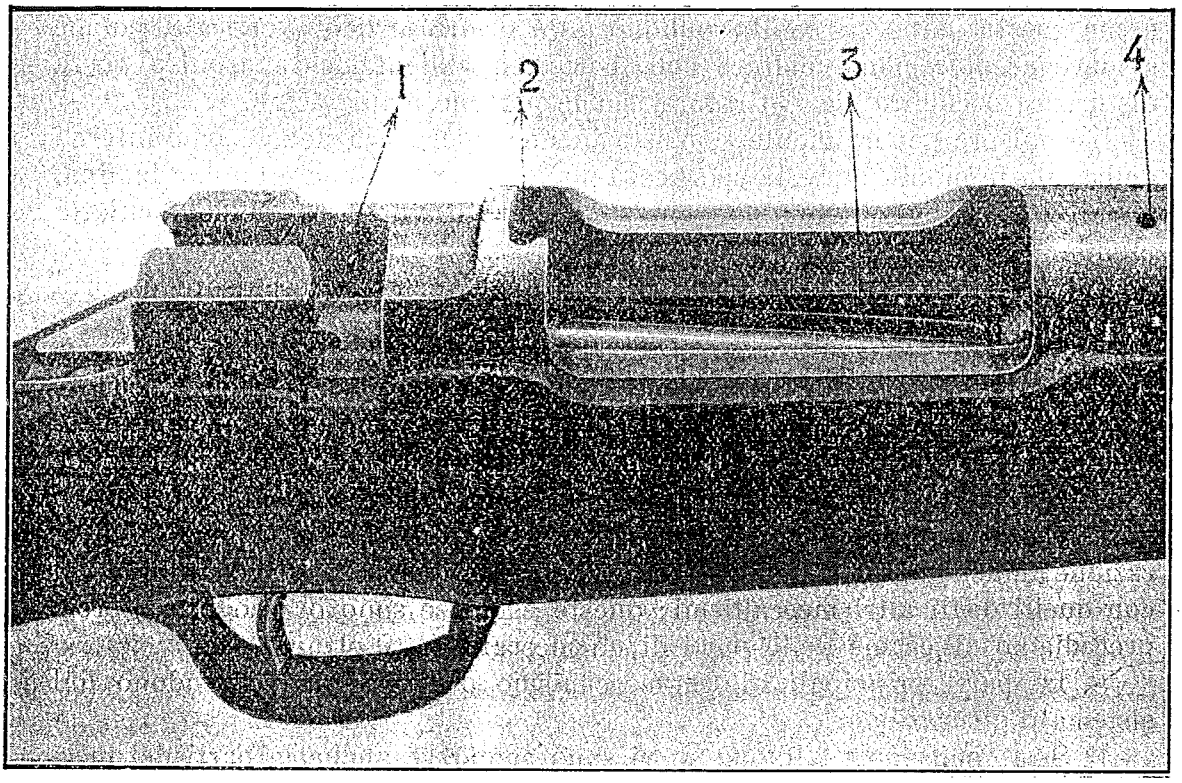


Fig. 10. — Culatta mobile del fucile Arisaka Mod. 97.

1. Spalletta d'appoggio del manubrio dell'otturatore. - 2. Incastro per il caricatore a lamina. - 3. Suola a gradino dell'elevatore. - 4. Forellino di culatta per la sfuggita dei gas, in corrispondenza della camera, nel caso di rottura del bossolo.

Nell'appoggio a spalletta: è il basamento del manubrio che a culatta chiusa si appoggia contro un risalto della culatta mobile detto *spalletta* (Fig. 10).

Nell'appoggio ad alette: sono due o più *alette* portate dal cilindro o da una parte ad esso applicata, *testa mobile* oppure *ghiera,* che nel movimento di chiusura vanno ad impegnarsi in appositi incastri anulari della culatta mobile; queste alette possono essere anteriori, centrali, posteriori, simmetriche o non simmetriche.

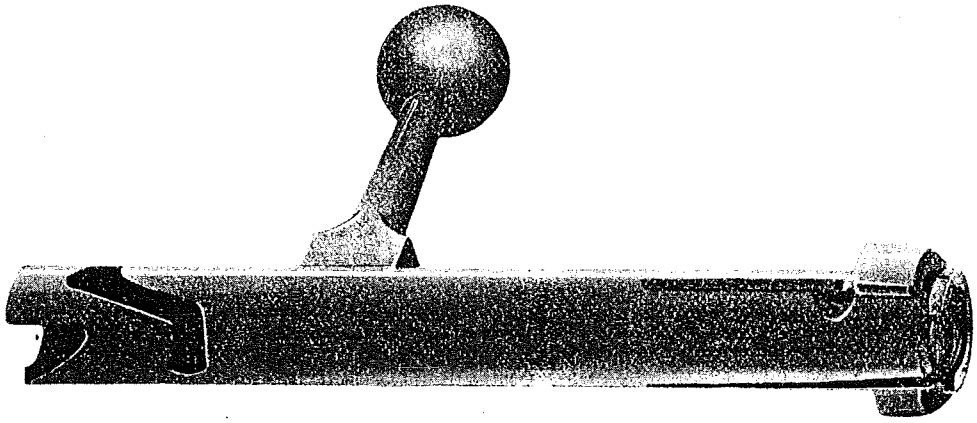
Nell'appoggio a cuneo o *blocco:* è un'appendice inferiore del cilindro che, a completa chiusura dell'otturatore, può abbassarsi incuneandosi in apposito incavo della culatta mobile; oppure è un dente od un piuolo od un blocco applicato alla culatta mobile, che, in seguito alla pressione esercitata sul grilletto, o mediante l'azione di apposito mollone, viene un momento prima dello sparo a sporgere nella culatta mobile, sotto al cilindro, penetrando in un incavo o contrastando in un risalto del cilindro stesso.

Nell'appoggio misto: si usufruisce contemporaneamente dei diversi sistemi d'appoggio anzidetti.

— I sistemi a spalletta ed a cuneo o blocco non dànno appoggio simmetrico, nè appoggio prossimo alla parte maggiormente tormentata dell'ottu-

ratore, perciò non sono convenienti per le armi con potente carica di propulsione, quali le odierne.

— Il sistema ad alette permette l'appoggio anteriore e simmetrico, perciò è il preferito.



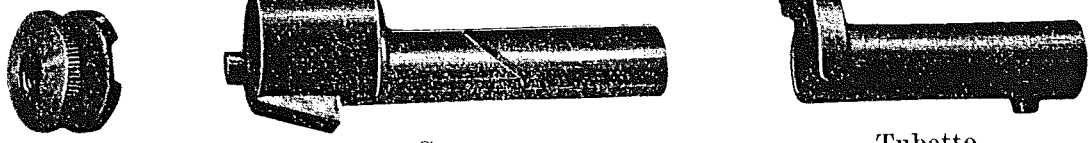
Cilindro.



Molla a spirale del percussore.



Percussore.



Bottone. Cane. Tubetto.

Fig. 11. — PARTI DEL MECCANISMO DI OTTURAZIONE DEL FUCILE ITALIANO Mod. 91.

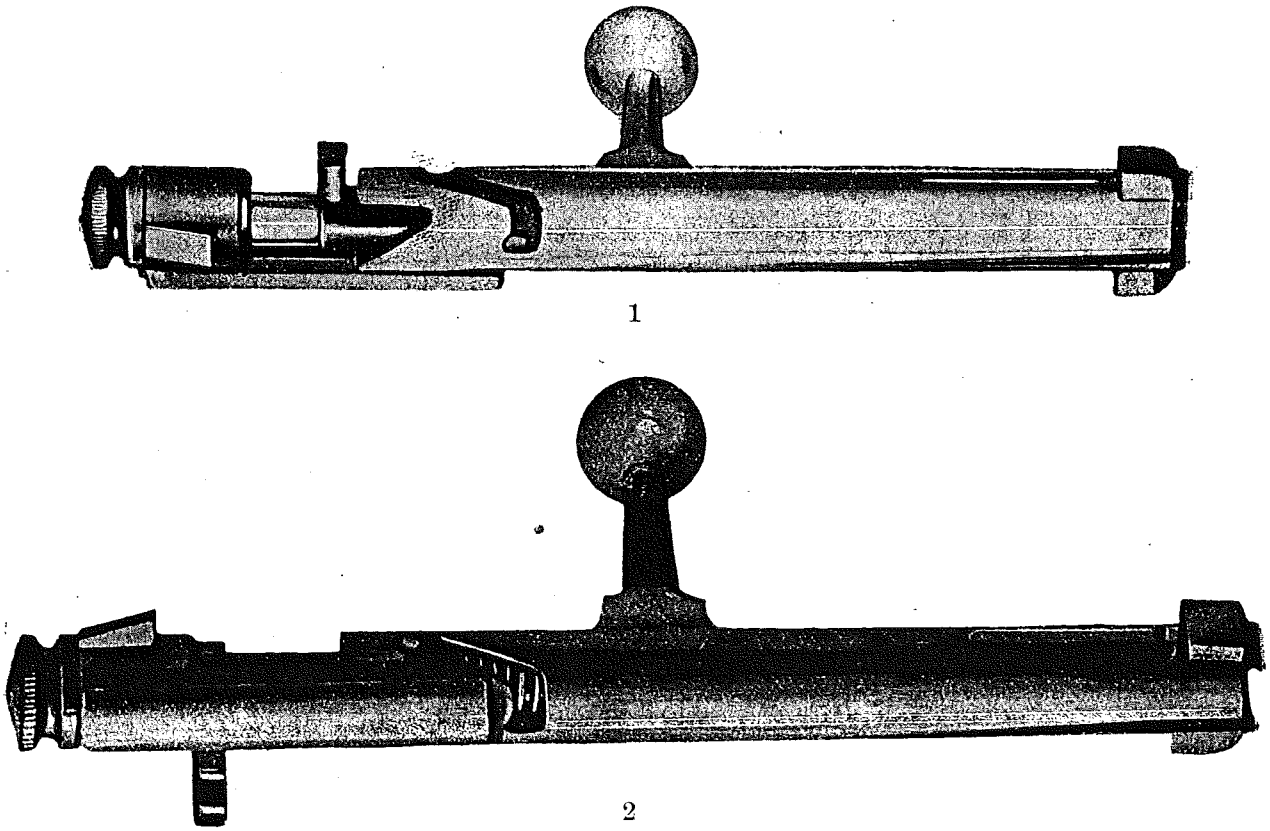
Conviene che l'appoggio sia anteriore per evitare la compressione di una notevole parte del cilindro, conviene che sia simmetrico per impedire che si producano delle coppie che tendano ad inflettere il cilindro.

Nei sistemi ad alette conviene che queste siano a superficie laterale elicoidale affinchè, prima di impegnarsi negli incavi circolari di ritegno praticati nella culatta mobile, possano, all'inizio del moto girevole di chiusura, fare assumere alla testa del cilindro un dolce movimento d'avanzata che completi gradatamente la chiusura della culatta ed, all'uscita dagli incavi circolari anzidetti, possano, quasi al termine del movimento girevole d'apertura, fare assumere alla testa del cilindro, e quindi all'estrattore, un dolce movimento retrogrado che produca il distacco iniziale del bossolo dopo lo sparo.

— Le particolarità relative al cilindro, nei diversi congegni di chiusura scorrevoli o scorrevoli girevoli, si rilevano dalla descrizione, svolta nel Volume II, delle seguenti armi:

Per il sistema scorrevole girevole: fucile Mod. 91, Mauser Mod. 98 (cilindro girevole); fucile Wetterly Mod. 70-87 (cilindro non girevole, noce girevole).

Per il sistema scorrevole: fucile Mannlicher Mod. 95.



1

2

Fig. 12. — Meccanismo di otturazione del fucile italiano Mod. 91 (visto di sotto).

1. Meccanismo in posizione di sparo. - 2. Meccanismo in posizione di sicurezza.

Si riportano in figura (Fig. 11 e 12) le parti del meccanismo d'otturazione del fucile italiano Mod. 91; la descrizione è sviluppata nel Volume II.

Il fucile e tutte le armi modello 91 sono a parti permutabili; cioè qualunque pezzo, l'alzo compreso, possono essere sostituiti con altri di ricambio senza speciali adattamenti.

2° Se il sistema è a blocco nelle parti principali del meccanismo d'otturazione sono comprese alcune parti del meccanismo di percussione; in generale le parti sono:

a) il blocco di chiusura;

b) il blocco d'appoggio od il chiavistello;

c) il percussore;

d) il ritegno del blocco.

— Il *blocco* ha un nasello od è comandato da una leva, agendo sulla quale si determina l'apertura e chiusura della culatta; porta nell'interno il percussore con leva o con molletta spirale di rimbalzo.

L'azione dei gas della carica, all'atto dello sparo, tende a produrre la rotazione del blocco, perciò, mediante un chiavistello od utilizzando il contrasto che possono fornire alcune parti del meccanismo di scatto, si puntella il blocco entro la culatta mobile contro lo sbocco della camera.

Ad esempio, nel sistema *a rotazione interna ed a rovesciamento* (1) il cane-noce, oltre a produrre la percussione, è conformato in modo da assicurare la stabilità dell'otturatore all'atto dello sparo, poichè il contatto fra il cane ed il blocco otturatore a scatto compiuto avviene secondo due superfici cilindriche concentriche all'asse di rotazione del cane (2); perciò le pressioni tendenti a far ruotare l'otturatore attorno al suo perno si trasmettono sulla superficie di contatto col cane-noce e convergono sull'asse di rotazione e di sostegno di questo e vengono dall'asse sopportate.

— Le particolarità relative alle parti dei meccanismi d' otturazione a blocco essendo svariatissime ed essendo scopo di questo lavoro di tralasciare lo studio delle armi antiquate, quali sono appunto tutte quelle a blocco, si rimanda il lettore ai completi lavori già citati dell'Ellena e del Clavarino.

Nel Volume II è riportata solamente la descrizione sommaria del sistema Remington.

30. Ritegno dell'otturatore. — Tutti i meccanismi d'otturazione devono presentare una disposizione opportuna affinchè aprendo la culatta sia impedita l'uscita completa dell'otturatore dalla culatta mobile, ed altresì sia arrestato l'otturatore nella opportuna posizione di caricamento; la parte, o l'insieme delle parti, che soddisfa a questo còmpito costituisce il *ritegno dell'otturatore.*

Nei sistemi a blocco il ritegno dell'otturatore può essere un piuolo od un risalto, applicato o ricavato nella culatta mobile, che limita la rotazione dell'otturatore.

Nei sistemi a cilindro il ritegno dell'otturatore può essere applicato all'otturatore, oppure alla culatta mobile: è preferibile che sia applicato alla culatta mobile, possibilmente a cerniera, con nasello di presa o con bottone di pressione in modo da poter estrarre completamente l'otturatore con grande facilità senza il concorso di accessori (3), specialmente quando per una causa qualsiasi ciò si renda necessario durante il tiro.

Caratteristici sono i seguenti ritegni, descritti nel Volume II:

Fucile Lebel Mod. 86-93. — La corsa retrograda dell'otturatore è limitata dall'urto del tallone inferiore della testa mobile contro il *risalto posteriore della cucchiaia* del congegno di ripetizione.

Fucile Wetterly Mod. 70-87. — La corsa retrograda è limitata dall'urto della testa dell'estrattore colla *chiavetta di ritegno* che attraversa un apposito spacco della culatta mobile.

Fucile Mauser Mod. 98. — Il *ritegno è a cerniera con nasello e molla,* penetra nel fianco sinistro della culatta mobile in modo da urtare contro l'aletta dell'otturatore; col ritegno, ad esso unito, sporge anche un espulsore

---

(1) Fucile Remington Mod. 73 (Fig. 2).
(2) Che è parallelo e un poco al disotto dell'asse di rotazione del blocco otturatore.
(3) Come invece occorrono nel Wetterly, nel Lebel.

a laminetta che, attraverso alla spaccatura longitudinale dell'aletta sinistra dell'otturatore, giunge ad urtare ed espellere il bossolo prima che avvenga l'urto dell'aletta col ritegno.

Fucile Mod. 91. — Al disotto della culatta mobile, per mezzo di un bilanciere, sono montati il *ritegno del cilindro*, l'espulsore con molla, il grilletto ed il dente di scatto; il grilletto al disotto della sua tavola porta uno sprone sul quale s'impernia il ritegno; per l'azione della molla dell'espulsore il dente di scatto viene a sporgere sul piano della culatta mobile ed il ritegno pure, arrestando la corsa retrograda del cilindro mediante l'urto contro l'aletta destra.

Fucile Springfield Mod. 903. — Il ritegno è ad albero longitudinale rotante applicato in un alloggiamento situato sulla sinistra della scatola di culatta; è provvisto di aletta esterna e di tre smontature; ad aletta abbassata l'otturatore può compiere una completa corsa retrograda, ad aletta sollevata l'otturatore si arresta colla testa ancora al disopra della suola dell'elevatore e non permette la ripetizione, ad aletta nella posizione intermedia la smontatura è completa e perciò l'otturatore può essere tolto dalla culatta mobile.

31. Cassa. — La *cassa* serve a riunire le diverse parti dell'arma in modo opportuno affinchè sia permesso il maneggio, il puntamento, il tiro dell'arma.

La cassa dei fucili è di legno a fibre compatte e molto resistenti, ben stagionato e privo di nodi; si preferisce il legno di noce, sebbene costoso, poichè alla considerevole sua resistenza unisce sufficiente leggerezza; volendo si possono impiegare altri legnami: il frassino, l'abete.

La cassa metallica non permette un facile adattamento delle parti del fucile, richiede maggiori cure di conservazione e sopratutto, in relazione alla resistenza, risulta pesante; conviene generalmente per le pistole poichè è corta e spessa, dicesi allora *castello*; conviene per le mitragliatrici nelle quali la molteplicità, le dimensioni ed il funzionamento dei diversi organi richiedono casse di grandissima resistenza che occupino il minimo volume e che possano essere incavalcate su un sostegno e su questo assumere direzione ed inclinazione.

— La cassa di un fucile (Fig. 13) si distingue nelle seguenti parti: *a*) *fusto; b*) *impugnatura; c*) *calcio.*

— *a*) Il *fusto* ripara e sostiene la canna, permette al tiratore di maneggiare l'arma convenientemente e senza scottarsi durante il tiro, talora ha il canale per la bacchetta, può essere provvisto di serbatoio per il tiro a ripetizione.

Alla parte superiore presenta un incavo più o meno profondo a sezione semicircolare per alloggiarvi la canna, nel resto ha sezione tondeggiante di dimensioni crescenti dall'avanti all'indietro, in modo che tutto il fusto abbia notevole resistenza alla flessione quando si adopera il fucile come arma da punta ed abbia forma conveniente per la presa della mano sinistra del tiratore nel puntamento o nella posizione di pronti; per facilitare la presa della mano talvolta, lateralmente al fusto, sono praticati due *sgusci* longitudinali.

Per rendere più stabile l'unione fra la canna e la cassa e trasmettere il rinculo direttamente al calcio senza l'interposizione del congegno di chiu-

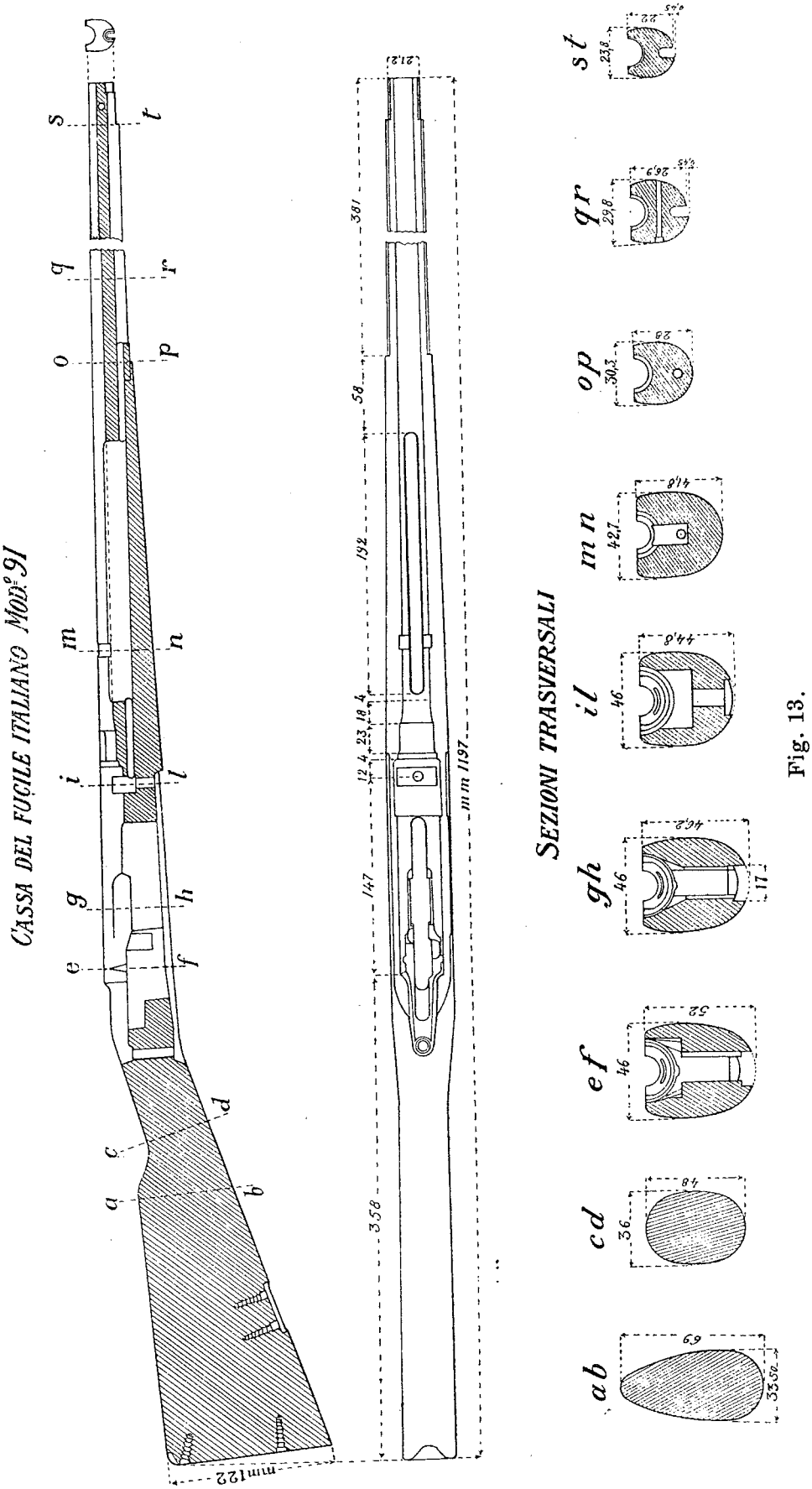

CASSA DEL FUCILE ITALIANO Mod.e 91
SEZIONI TRASVERSALI
mm 1197
mm 122

Fig. 13.

sura, che potrebbe subire deformazioni o spostamento di parti rispetto a quelle del meccanismo di ripetizione, conviene di disporre un *traversino metallico* sul quale prenda appoggio un *dente* o *tallone* della culatta mobile.

Il fusto si prolunga fin presso la bocca della canna lasciando libero il tratto di canna necessario per l'anello a crociera della sciabola-baionetta o per la ghiera della baionetta.

Le pistole generalmente non hanno fusto.

— *b*) L'*impugnatura* serve ad impugnare l'arma con la mano destra; è generalmente a sezione ovale coll'asse maggiore nel piano di simmetria dell'arma; talvolta, in corrispondenza dell'inizio del calcio, presenta una sporgenza convenientemente sagomata per dare un appoggio comodo alla mano destra del tiratore durante il puntamento.

L'asse dell'impugnatura fa coll'asse della canna un angolo, detto angolo d'impugnatura o, comunemente, *angolo di calcio.*

— *c*) Il *calcio* serve a dare un solido e conveniente appoggio dell'arma contro la spalla del tiratore durante il puntamento e lo sparo: a ripartire, all'atto dello sparo, la percossa su ampia superficie della spalla; a dare, quando occorre, l'appoggio dell'arma sul suolo.

Il calcio segue col suo asse l'asse dell'impugnatura; ha sezione quasi ellittica molto allungata coll'asse maggiore nel piano di simmetria dell'arma e l'asse minore di grandezza all'incirca costante ed uguale a quello dell'impugnatura, posteriormente termina con una faccia leggermente ricurva o piana il cui andamento generale è quasi normale alla direzione dell'asse della canna; questa conformazione del calcio raggiunge gli scopi: di rendere più ampia la superficie di contatto del calcio colla spalla diminuendo l'entità della percossa sull'unità di superficie d'appoggio, — di trasportare indietro il centro di gravità dell'arma facendolo risultare all'altezza dell'impugnatura (1).

Il calcio può essere internamente scavato per praticarvi il serbatoio del congegno di ripetizione, oppure per alloggiarvi la bacchetta (2) ed alcuni accessori (3).

La lunghezza totale del calcio e dell'impugnatura di un fucile varia da 300 a 350 mm.

32. Angolo di calcio. — L'inclinazione verso il basso dell'asse del calcio rispetto a quello della canna *è necessaria* affinchè il tiratore possa assumere una posizione che faciliti il puntamento, *è utile* perchè diminuisce l'azione del rinculo contro la spalla del tiratore.

Abbiamo detto che, dall'inizio del moto del proietto fino a quando il proietto esce violentemente fuori dall'arma, il fondo del bossolo è premuto in direzione opposta al proietto e trasmette questa pressione sulla testa dell'otturatore che, appoggiando sulla culatta mobile, tende a trascinare vio-

(1) Cioè nell'intervallo fra le due mani che impugnano l'arma nel suo impiego come arma da fuoco e come arma da punta.

(2) Quando la bacchetta è formata di due o più pezzi da avvitarsi uno in prolungamento dell'altro; p. es., moschetto da cavalleria Mod. 91.

(3) Nettatoio, scovoletto, cordicella con nettatoio, ampollino per olio, cacciavite.

lentemente indietro la canna, ma la canna a sua volta poggia, col tallone o col dente, contro il traversino ed è trattenuta alla cassa, quindi tutta l'arma indietreggia ed urta contro la parte su cui appoggia la base del calcio, cioè contro la spalla del tiratore.

Questo moto retrogrado dell'arma diretto secondo l'asse della canna, detto *rinculo*, ha una certa *velocità di rinculo* che dà all'arma una certa *forza viva di rinculo;* l'intensità dell'urto contro la spalla del tiratore, detta comunemente *percossa del rinculo*, si misura col valore della forza viva dell'arma secondo la direzione del calcio.

La percossa del rinculo si ripartisce su tutta la superficie d'appoggio, perciò quanto maggiore è tale superficie tanto minore è la percossa unitaria e quindi minori gli effetti della percossa, cioè la fatica ed il dolore della spalla del tiratore alle successive percosse.

Se $M = \frac{P}{g}$ è la massa dell'arma, v la velocità di rinculo (1) ed α l'angolo di calcio, risulta: $\frac{1}{2} M v^2 =$ forza viva di rinculo (2), e, poichè la velocità di rinculo ha due componenti, una $v \cdot \cos\alpha$ secondo l'asse del calcio e l'altra $v \cdot \operatorname{sen}\alpha$ normale all'asse stesso e diretta verso l'alto, avremo:

$\frac{1}{2} M \quad (v \cos\alpha)^2 =$ forza viva d'urto agente contro la spalla;

$\frac{1}{2} M \quad (v \operatorname{sen}\alpha)^2 =$ forza viva di rilevamento dell'arma.

Al rinculo, secondo la direzione del calcio, si oppone la resistenza della spalla del tiratore, all'azione che tende a far ruotare in alto l'arma si oppone la mano del tiratore; col perfezionarsi delle armi si è cercato sempre di diminuire il tormento sulla spalla del tiratore e perciò anche si è aumentata l'inclinazione del calcio.

---

(1) Veramente il rinculo si dovrebbe considerare nei suoi due periodi:

Il primo in cui la velocità di rinculo da nulla acquista rapidamente il valore massimo, e questo periodo è di piccolissima estensione; il secondo in cui il sistema che rincula tende a muoversi per la forza viva acquistata nel primo periodo; nel primo periodo si ha il maggiore tormento del sistema che rincula; nel secondo l'energia di rinculo diminuisce più o meno rapidamente fino ad annullarsi.

La ricerca esatta del valore della velocità di rinculo e delle leggi che lo determinano è molto più complessa (vedi BIANCHI, *Balistica interna*, Cap. IV, N. 2, 4, 6, e *Teoria degli affusti*), così ad esempio: l'arma dovrebbe essere appoggiata contro la spalla immobile e rigida, mentre noi la teniamo sorretta colle braccia e premuta contro la spalla più o meno fortemente; si dovrebbe tenere conto degli attriti, della propagazione del moto attraverso le varie parti dell'arma, ecc., ecc.; ma le formole semplici da noi riportate dànno per le armi portatili risultati non molto diversi dagli effettivi e spiegano a sufficienza il fenomeno.

(2) Il valore di M per una medesima arma varia a seconda che la sciabola-baionetta è o non è inastata ed a seconda del numero di cartucce che si trovano nel serbatoio.

Si ricordi che, per l'uguaglianza delle quantità di moto del proietto e dell'arma, in ogni istante si ha anche: $P \cdot v = p \cdot V$

e quindi: $v = \frac{pV}{P}$

ove P e p sono i pesi dell'arma e del proietto, v e V le rispettive velocità nell'istante considerato.

L'inclinazione del calcio non deve essere eccessiva, poichè s'indebolisce l'impugnatura, si aumentano le difficoltà di puntamento alle medie e grandi distanze di tiro, si ottiene all'atto dello sparo una strappata troppo forte verso l'alto; perciò, a seconda del tipo d'arma, α varia da 4° a 10° e nei fucili attuali si cerca di attenersi al limite inferiore (1).

Dai « Dati principali delle parti dei fucili di alcuni eserciti » (2), si può rilevare che: la forza viva d'urto differisce di poco dalla forza viva di rinculo, poichè l'angolo di calcio ha sempre piccolo valore — il valore medio della forza viva di rinculo è di 0,70 kgm. sul cm^2.

Nelle pistole l'angolo di calcio risulta molto grande dovendo l'impugnatura adattarsi bene alla presa ed all'appoggio della mano.

33. Cassa a fusto staccato. — Generalmente la cassa delle armi è d'un sol pezzo; alcune armi per la forma del congegno di chiusura (3) e di ripetizione (4), oppure per ragioni economiche (5) hanno la cassa in due pezzi e precisamente a fusto staccato; questo fusto viene permanentemente riunito all'impugnatura mediante una robusta scatola metallica che funziona in tutto od in parte come scatola di culatta.

Risulta che le casse a fusto staccato appesantiscono l'arma e sono soggette a sconnessioni che, non rilevate a tempo, possono danneggiare il funzionamento dell'arma.

34. Cassa per pistole. — Si è in parte accennato che nelle pistole la cassa si riduce all'impugnatura formata da un'armatura metallica, coll'asse molto inclinato, la quale nel suo complesso prende il nome di *castello* e che porta in tutto od in parte il congegno di caricamento e sparo e quello di ripetizione; talora fissate all'armatura, ad incastro o con viti, vi sono due guance di legno o di osso; alcune pistole automatiche capaci di grande gittata hanno la guaina foggiata esternamente come il calcio di un moschetto, questa guaina di legno o metallica, applicata facilmente all' impugnatura, permette di eseguire il puntamento coll' appoggio contro la spalla e rende sufficientemente facile ed esatto il tiro alle maggiori distanze consentite dall'arma.

35. Fornimenti. — Si dicono *fornimenti* quelle parti metalliche che concorrono alla completa costituzione dell'arma; alcune servono a collegare la canna alla cassa: le *fascette*, le *copiglie*, le *mollette di ritegno*, le *viti* di culatta mobile con *tubicino di rivestimento*; altre servono a rinforzare le parti della cassa più deboli o più esposte ai guasti: il *bocchino*, il *calciolo*,

---

(1) Nel fucile Mod. 91:

$$\alpha = 6°,20'; \quad \text{ed} \quad \frac{1}{2} M (v \cos \alpha)^2 = 0,65 \text{ kgm. per cm}^2$$

ove: $M = 0,41$ e $v =$ m. 2,10.

(2) Vedi seguente n. 38, Specchio V.

(3) La cassa a fusto staccato conviene per le armi con congegno di chiusura a blocco; perciò l'ebbero molte delle armi trasformate a retrocarica.

(4) Per esempio: armi a serbatoio fisso anteriore o posteriore.

(5) Nelle armi da caccia, per ragioni di comodità nel trasporto, oggidì si usa fare la cassa di un sol pezzo con brevissimo fusto, le canne sono smontabili allo scopo di dividere l'arma in due parti per facilitare il trasporto.

lo *scudo*, la *codetta*, la *piastretta con maglietta*; altre infine servono di riparo, di appoggio, di attacco ai diversi congegni oppure alla mano oppure all'arma stessa: il *ponticello*, le *magliette*, le *campanelle*, la *cinghia*, il *copri-canna*.

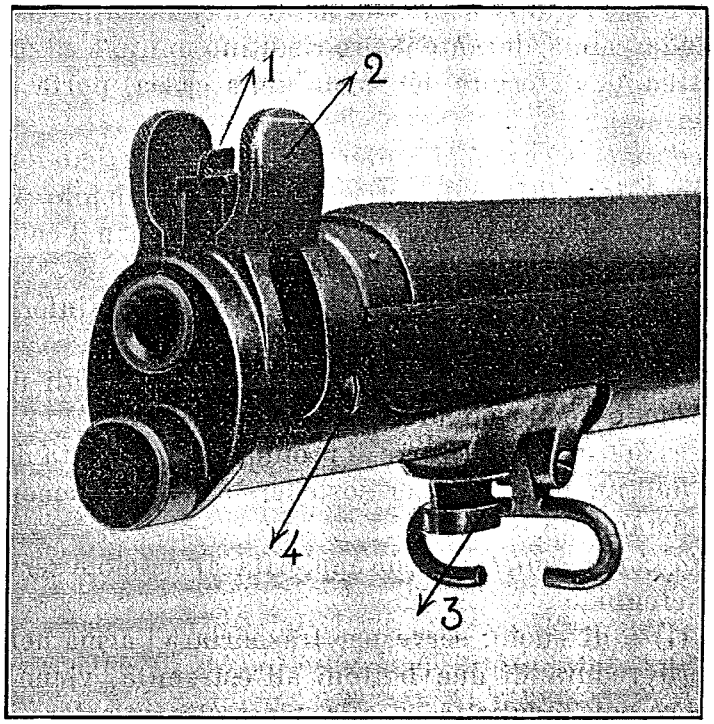


Fig. 14. — *Bocchino della cassa.*

1. Mirino ordinario. - 2. Riparo ad alie del mirino. - 3. Fermo di baionetta. - 4. Bocchino della cassa.

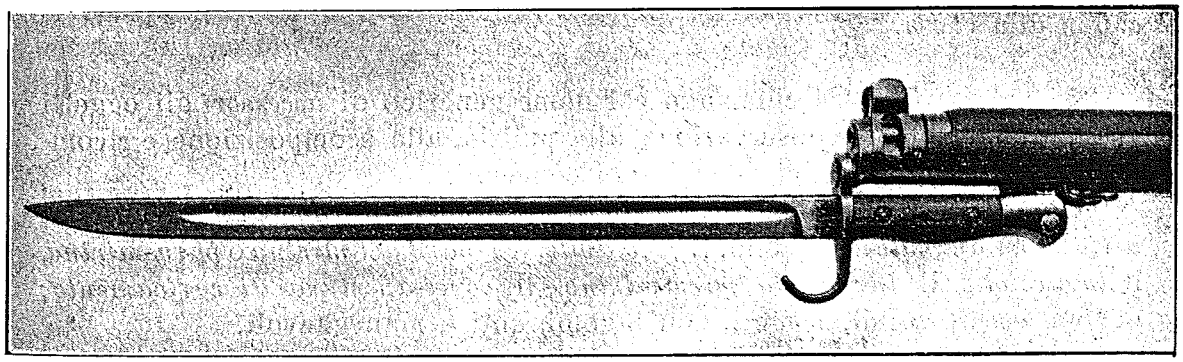


Fig. 15. — *Modo d'inastare la sciabola-baionetta.*

Fig. 14 e 15. — SISTEMA LEE-ENFIELD MOD. 903.

La *fascetta* serve per trattenere la canna sulla cassa; può avere apertura costante ed allora ha posizione ben determinata e non può casualmente sfilarsi, perchè contrasta colla molletta del fusto, può avere apertura variabile ed allora è provvista di una vite di pressione per maggiormente stringere la canna sulla cassa; la fascetta superiore ha una *maglietta* per l'attacco superiore della cinghia.

Le *viti di culatta mobile* servono per trattenere la culatta mobile sulla cassa.

Il *tubicino di rivestimento* del foro per le viti si applica per le viti più grosse e di maggiore importanza, non solo per proteggere il foro, ma anche per stabilire e mantenere l'esatta posizione delle parti avvitate.

Il *bocchino* (Fig. 14), unisce anteriormente la canna alla cassa in modo che le vibrazioni della canna durante il tiro risultino minime ed uniformi, ripara e rinforza l'estremità anteriore del fusto della cassa, porta *il fermo* per la sciabola-baionetta.

Il *calciolo* con *viti del calciolo,* rinforza la base del calcio e la ripara impedendone gli scheggiamenti negli urti sul suolo; il calciolo può avere delle aperture con coperchio, a cerniera ed a molla, qualora nel calcio vi siano gli alloggiamenti per la bacchetta ed altri accessori.

Lo *scudo,* serve a rinforzare e proteggere l'apertura inferiore della cassa in corrispondenza all'attacco della scatola-serbatoio.

Il *ponticello,* serve a riparare la coda del grilletto dagli urti accidentali, talora fa parte dello scudo oppure del serbatoio.

La *codetta,* esiste quando occorre di prolungare la culatta mobile alquanto oltre l'attacco dell'impugnatura per sostenere convenientemente l'otturatore quando è completamente estratto.

La *piastretta con maglietta,* viene applicata al calcio e serve per l'attacco inferiore della cinghia.

La *cinghia* (1) è di cuoio, serve per trasportare l'arma nella posizione di *bracc-arm;* è provveduta di due bottoni all'estremità, viene attaccata alla fascetta superiore con maglietta ed alla piastretta inferiore con maglietta.

Il *copri-canna,* di cui si è già trattato (2), se è di legno e facilmente staccabile dall'arma viene considerato come un fornimento poichè, oltre a riparare le mani dalle scottature, protegge la canna, evita il luccichio della canna e soprattutto, serrato dalle fascette, concorre a rendere ottima l'unione della canna alla cassa.

36. Accessori. — Si chiamano col nome generico di *accessori* gli oggetti destinati alla buona conservazione, alla pulizia, alla scomposizione e ricomposizione dell'arma e dei diversi suoi congegni.

Questi accessori sono: la *bacchetta,* il *nettatoio* o lo *scovoletto,* la *funicella nettatoio,* l'*ampollino* per olio, il *cacciavite,* il *riparo del mirino* o *para-mirino,* il *turacciolo,* il *turacciolo para-mirino,* il *copri-apertura di caricamento;* devono essere solidi, leggeri, non ingombranti e maneggevoli.

— La *bacchetta* costituiva una parte importante delle armi ad avancarica, poichè necessaria per eseguire la carica; attualmente la bacchetta s'impiega da sola od unita a vite col nettatoio o scovoletto per pulire l'interno dell'anima ed è molto utile per scaricare l'arma quando il bossolo sfugga alla azione dell'estrattore, poichè in tal caso introducendo la bacchetta, dalla

---

(1) Nei nostri regolamenti la *cinghia* è considerata nel gruppo delle *buffetterie,* e precisamente le buffetterie del fucile Mod. 91 sono: una *cinghia per fucile;* due *cinghie per cartuccera;* quattro *giberne per pacchetti, ciascuna divisa in due scompartimenti; cinturino* con fibbia, passante, bottoncino e *borsa* per la sciabola-baionetta.

(2) Vedi precedente Capitolo III, N. 13.

parte della *testa*, nella canna e battendo successivamente sul fondo del bossolo o sulla punta della pallottola si determina l'uscita dalla camera del bossolo o della cartuccia.

La bacchetta è un'asticciola cilindrica d'acciaio dolce (1), lunga alcuni centimetri più della canna, di diametro inferiore di circa 2 millimetri al calibro dell'arma; ha un'estremità ingrossata, quasi al calibro dell'anima, detta *testa* o capocchia, che è provvista di finestra oblunga per il passaggio del cacciavite o di stracci; ha l'altra estremità, detta *piccola estremità*, a vite sia per fissarla alla cassa, sia per avvitarvi il nettatoio.

La bacchetta può essere assicurata nel canale della cassa in diversi modi: facendo la piccola estremità a vite ed avvitandola in una chiocciola posta sul fondo del canale — disponendo sul fondo del canale una molla che premendo sulla superficie cilindrica della bacchetta la mantenga aderente alla parete del canale — provvedendo la bacchetta di una rosetta che, ruotando la bacchetta, vada a contrastare in un apposito incavo praticato nella cassa; questi ultimi sistemi sono antiquati, sia perchè non è più necessario di togliere e rimettere a posto la bacchetta con rapidità, come invece occorreva colle armi ad avancarica, sia perchè non impedirebbero sicuramente alla bacchetta di uscire dal canale durante il tiro.

Alcune armi hanno la bacchetta in due o tre pezzi, da avvitarsi insieme, per trasportare la bacchetta disgiunta dall'arma o nel calcio dell'arma; qualora si porti separatamente dall'arma si può distribuire un pezzo per soldato facendolo riporre nello zaino o meglio in un astuccio di cuoio unito al fodero della sciabola-baionetta; senza dubbio, dato il limitato peso ed ingombro della bacchetta, è più conveniente che ciascuna arma abbia la propria bacchetta completa per provvedere rapidamente alle possibili mancate estrazioni di bossolo ed a qualsiasi inceppamento od ostruzione dell'anima (2).

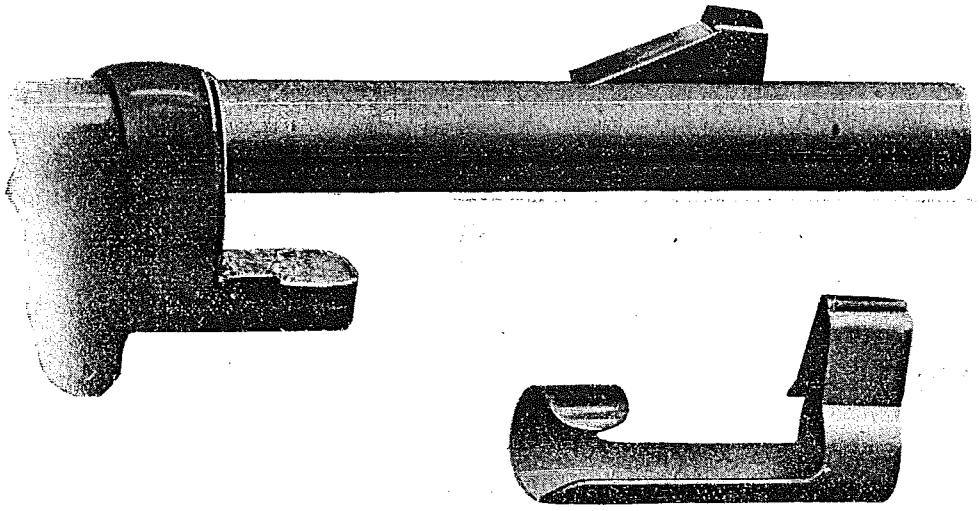
È bene limitare ai soli casi eccezionali ed in guerra, l'impiego della bacchetta d'acciaio nella pulitura della canna, poichè l'inflessione fa aderire e strusciare la bacchetta sulle pareti dell'anima, specialmente verso la bocca, ed in breve, per attrito, si produrrebbero dei sensibili logoramenti nella rigatura; perciò nelle circostanze ordinarie si provvede alla pulizia dell'arma con una bacchetta di ottone o di giunco o con una *funicella nettatoio*.

— Il *riparo del mirino* o *para-mirino* è di lamiera di ferro, generalmente ha forma tubolare di conveniente diametro e viene fissato con viti allo zoccolo porta-mirino, vedi precedente Cap. III, Fig. 16; serve a proteggere il mirino specialmente dagli urti che ne altererebbero la forma e la posizione; il *para-mirino fisso* è poco usato, poichè limita eccessivamente il campo visivo e rende più difficile il puntamento alle medie e grandi distanze. Talvolta si usa il *para-mirino amovibile*, che viene investito sulla canna quando occorre (vedi Fig. 16, n. 1 e 2).

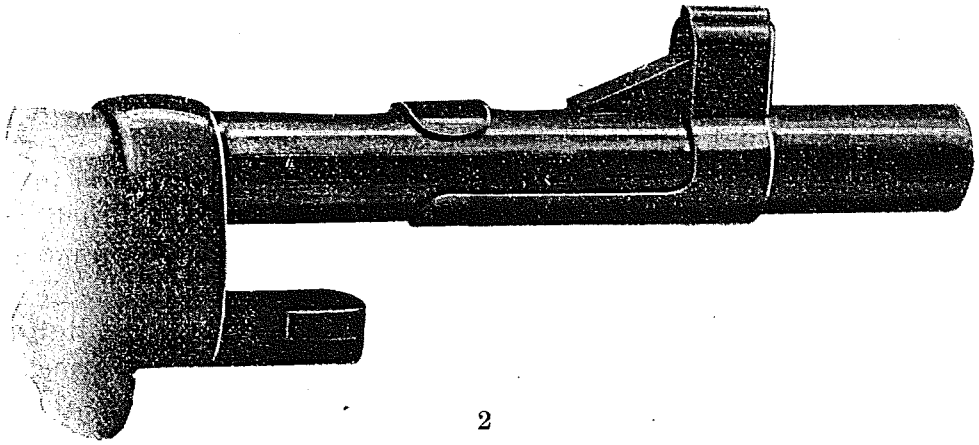
---

(1) La bacchetta del fucile italiano Mod. 91 è d'acciaio temprato nell'olio, rinvenuta nel piombo, indi brunita.

(2) Cartucce che s'inceppano ed impediscono la chiusura dell'otturatore — cariche difettose ed avariate che producono il distacco della pallottola senza dar luogo alla pressione necessaria per spingere la pallottola oltre la bocca.

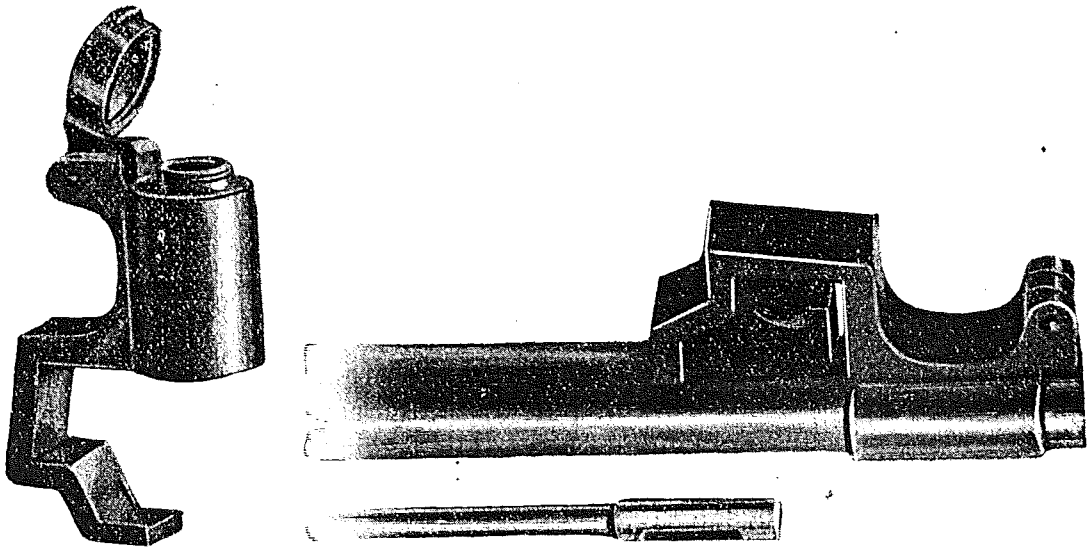


1



2

Sistema Lee-Enfield Mod. 903.



3 4

Sistema Mauser Mod. 98.

Fig. 16.

1. Riparo del mirino amovibile. - 2. Riparo del mirino amovibile investito sull'arma. - 3. Turacciolo para-mirino. - 4. Turacciolo para-mirino investito sull'arma.

Un sistema conveniente di para-mirino è quello (Fig. 14) adottato nel fucile inglese Lee-Enfield Mod. 903, poichè è foggiato ad alie, portato dal bocchino della cassa, molto discoste fra di loro.

— Il *turacciolo* è di legno, ha la testa a fungo ed un gambo che entra con leggero attrito nella bocca della canna: serve ad impedire che materie estranee: polvere, terra, paglia, stracci, sterpi, ecc. possano casualmente penetrare dentro la canna (1) e produrre corrosioni, inceppamenti e guasti più o meno gravi qualora l'arma debba fare fuoco senza la possibilità di una preventiva ispezione.

Da alcuni si vuole che il turacciolo sia usato solamente per la conservazione delle armi nei magazzini e sulle rastrelliere, abituando invece il soldato a passare frequentissime ispezioni all'arma in previsione di un probabile impiego; se vi è il turacciolo e questo per dimenticanza non viene tolto, cosa probabile quando occorra improvvisamente di far fuoco, si possono produrre guasti all'otturatore, deformazioni o scoppio della canna.

Il *turacciolo para-mirino* è metallico; caratteristico è quello del fucile Mauser Mod. 98 (Fig. 16, n. 3 e 4) che, simile ad una ghiera, s'investe sulla volata e si fa ruotare finchè copre il mirino, contro il quale si mantiene aderente per l'azione di una molla compressa durante l'azione fatta per investirlo; la parte superiore della ghiera ha uno sportello con cerniera a molla che si apre per eseguire la pulitura dell'arma (2).

— Il *copri-apertura di caricamento* può essere costituito da una fascia di cuoio ed allora si applica quando occorre, oppure da un tubo metallico ed allora è permanentemente applicato alla scatola di culatta (3) od all'otturatore (4) e non può considerarsi come un accessorio.

37. Studi ed esperienze che condussero alla costruzione del fucile italiano Mod. 91 (5). — *Notizie storiche.* — La trasformazione fatta nel 1887 del fucile Mod. 70 in fucile a ripetizione, mediante il sistema Vitali, non ostante i buoni risultati ottenuti, non poteva considerarsi che come una soluzione transitoria del problema della ripetizione. La necessità di sfruttare i vantaggi delle polveri infumi e di aumentare il munizionamento spingeva ad una ulteriore diminuzione del calibro ad imitazione di quanto già si era fatto nel 1886 in Francia, nel 1888 in Germania ed in Austria; nè i vantaggi conseguiti nel fucile Mod. 70-87 colla cartuccia a balistite Mod. 90, potevano ritenersi sufficienti; di qui la necessità di un'arma che rispondesse meglio alle nuove esigenze della guerra; perciò nel 1888 il Ministero della Guerra incaricò la Commissione delle armi portatili, istituita presso la Scuola di applicazione di fanteria, di studiare un nuovo fucile.

---

(1) Negli accampamenti e specialmente durante le marce.

(2) Esperienze, appositamente eseguite, hanno constatato che lo sportello si apre spontaneamente sotto l'azione della compressione dell'aria avanti alla pallottola, qualora, contro ogni prescrizione s'intende, l'arma provvista di turacciolo fosse carica ed inavvertitamente partisse il colpo. In ogni modo la parte che copre il mirino per proteggerlo dagli urti, impedendo il puntamento, richiama senz'altro il tiratore alla prescrizione di togliere il turacciolo para-mirino.

(3) Per esempio: Fucile Wetterly Mod. 70.

(4) Se è applicato all'otturatore prende il nome di *riparo dell'otturatore;* per esempio: Fucile Lee-Metford Mod. 91, Tipo II; Arisaka Mod. 905.

(5) Riassunto di quanto su questo argomento trovasi nella pregevolissima opera del Colonnello A. Cascino, *Il tiro, gli esplosivi e le armi.*

Presidente della Commissione era il generale Parravicino, comandante della Scuola, e segretario il maggiore d'artiglieria Benedetti.

Gli studi cominciarono con canne da mm. 8 e da mm. 7,5.

Il Benedetti propose che si adottasse un calibro fra mm. 6 e mm. 6,5: si opponevano le difficoltà di costruzione, il probabile capovolgimento del proietto nell'aria, la questione inerente al maggiore o minore *potere d'arresto* e le opinioni di alcune considerate autorità in fatto d'armi, quali l'Hebler ed il Mauser.

Dopo molte discussioni il Benedetti ed il Parravicino ottennero di far costruire, presso la fabbrica d'armi di Brescia, delle canne di calibro mm. 6 e mm. 6,5, che, esperimentate, dimostrarono infondate le opposizioni di ordine balistico fatte ai calibri piccoli (1). Contemporaneamente si bandì un concorso nel quale furono presentati 15 fucili di inventori italiani e stranieri; ma la Commissione li giudicò tutti sfavorevolmente. Nelle sedute 17-18 aprile 1890 la Commissione decise l'adozione del calibro di mm. 6,5. Altri 10 modelli di fucili presentati nell'aprile e settembre 1890 furono tutti scartati. La Commissione nel settembre 1890 ritenne opportuno di affidare lo studio delle nuove armi anche alle Fabbriche d'armi dello Stato.

La determinazione di un proietto che presentasse un conveniente coefficiente balistico aveva condotto ad un proietto piuttosto lungo rispetto al calibro, ciò che aveva reso necessario di dare alla rigatura elicoidale una notevole inclinazione per ottenere la velocità angolare sufficiente alla stabilità del proietto sulla traiettoria. Ma il tenente-colonnello d'artiglieria Garelli (2), avendo constatato che per l'eccessiva inclinazione delle righe si aveva, dopo un migliaio di colpi, un forte logoramento delle canne verso la camera, un forte consumo delle righe e spesso stracciamenti del rivestimento del proietto, propose di adottare per la canna del nuovo fucile la rigatura progressiva.

Eseguiti molti tiri comparati fra le due rigature, i risultati ottenuti colla rigatura progressiva si dimostrarono superiori a quelli ottenuti coll'elicoidale; fu perciò adottata la rigatura progressiva con 4 righe invece dell'elicoidale con 6 righe, fino allora esperimentata.

Per ovviare all'inconveniente dello sfasciamento dei proietti di piombo nell'anima, il Vitali propose proietti di ottone; le esperienze in proposito furono sfavorevoli a tali proietti, soprattutto perchè a causa della loro leggerezza la traiettoria oltre le distanze medie di combattimento risultava meno tesa; allora si venne all'adozione di proietti di piombo incamiciati di maillechort, cioè di una lega di rame e nikel saldabile al nocciolo di piombo, sufficientemente dura e che non si ossida.

Fra i moltissimi acciai di Case italiane ed estere esperimentati per le canne, allo scopo di avere un metallo di massima resistenza e poco soggetto all'azione corrosiva dei gas, fu scelto l'acciaio compresso della Ditta Poldhütte di Kladno (Praga).

Intanto venivano presentati alla Commissione, da inventori italiani e stranieri, 45 nuovi modelli di fucili, dei quali non furono tenuti in considerazione che quelli costrutti dalle nostre fabbriche d'armi di Torino, Brescia e Torre Annunziata.

In principio la Commissione aveva fatto funzionare otturatori sistema Wetterly appositamente costruiti; però l'esperienza aveva dimostrato che essi non potevano servire per canne di piccolo calibro soggette a grandi pressioni, poichè il cilindro con appoggio posteriore e lontano dal fondello del bossolo non offriva sufficiente resistenza.

La Commissione, dopo aver esaminato tutti gli studi dei diversi congegni di chiusura, propose al Ministero ed ottenne che si bandisse un nuovo concorso, fissando il

---

(1) Così, per esempio, circa l'effetto del colpo isolato, la Commissione concluse: Si può con sicurezza affermare che il calibro 6,5 contro uomini e cavalli colpiti, a tutte le distanze dell'alzo, produce nelle parti vitali lesioni mortali e nelle rimanenti parti vulnerabili produce lesioni sicuramente sufficienti a porre fuori di combattimento. — Vedi Parte II: « Penetrazione dei proietti ».

(2) Succeduto al maggiore Benedetti quale segretario della Commissione.

massimo limite di tempo per la presentazione dei campioni al 31 dicembre 1891; contemporaneamente diede incarico di studiare il nuovo congegno anche alle fabbriche d'armi di Torino, Brescia, Terni, Torre Annunziata.

Fra tutti i modelli di fucile presentati al concorso, la Commissione scelse per il *meccanismo di otturazione* quello presentato dalla fabbrica d'armi di Torino, tipo del valente capotecnico *cav. Carcano*, e per *meccanismo di ripetizione*, scelse quello ottimo a rifornimento e scaricamento multiplo, *tipo Mannlicher;* così riunendo il buono dei due tipi, la Commissione incaricò la fabbrica d'armi di Torino della costruzione del *nuovo fucile, adottando l'otturatore Carcano col serbatoio Mannlicher.*

In relazione al sistema di ripetizione si era escluso senz'altro il serbatoio tubolare lungo il fusto e si era deliberato di scegliere il serbatoio centrale fisso; ma molto controversa fu la questione circa la convenienza di avere il doppio caricamento (successivo e multiplo) o il solo caricamento multiplo dell'arma; finì col prevalere l'idea del solo caricamento multiplo, come meglio rispondente alle nuove esigenze della guerra e alla semplicità del munizionamento; perciò, dopo alcune esitazioni, nell'aprile 1891 la Commissione adottò il caricatore e il serbatoio Mannlicher.

In un esperimento, compiuto presso la truppa, dei fucili *tipo N. 1,* della fabbrica d'armi di Torino, e *tipo N. 2,* concretato dalle fabbriche d'armi di Terni e Torre Annunziata in analogia al modello del fucile Mannlicher, la maggioranza dei corpi si mostrò favorevole al fucile tipo N. 1.

I primi studi furono fatti con bossolo avente orlo a risalto, ma più tardi il laboratorio pirotecnico di Bologna studiò e concretò un bossolo con orlo a scanalatura; questo bossolo venne definitivamente adottato nel nuovo fucile e conseguentemente venivano introdotte alcune modificazioni alla canna, all'otturatore, al serbatoio, al caricatore dei fucili N. 1 e N. 2.

Dopo nuovi esperimenti presso la truppa dei fucili modificati N. 1 *bis* e N. 2 *bis*, fu definitivamente prescelto il fucile N. 1 *bis* della fabbrica d'armi di Torino.

Anche la sciabola a baionetta fu oggetto di vivaci discussioni: amovibile, fissa, corta, lunga, ed anche ne fu proposta l'abolizione; infine fu decisa la *sciabola-baionetta corta* amovibile.

Concretato così il nuovo fucile e la sua sciabola-baionetta, ed in base ai pareri favorevoli espressi dai Corpi che lo esperimentarono ed al sentimento patriottico di volere un'arma che fosse il portato degli studi italiani, la Commissione, nella seduta 5 marzo 1892, ad unanimità di voti, propose l'adozione del fucile, che prese il nome di *Fucile Mod. 91,* e, con determinazione ministeriale del 29 dello stesso mese, Atto N. 57, esso venne definitivamente adottato per le truppe di fanteria.

Il 9 giugno 1893 fu adottato il *moschetto per cavalleria* ed alla fine del 1897 il *moschetto per armi speciali.*

— Presso le truppe il fucile Mod. 91 diede luogo, nei primi anni dell'uso, ad alcuni inconvenienti: alcuni lievi, dovuti alla non completa conoscenza delle caratteristiche dell'arma; altri di qualche entità, tali:

a) distacco del fondello, oppure sfuggite di gas dall'alveolo della cassula e conseguentemente rottura del bossolo o, sebbene raramente, rottura della culatta mobile;

b) qualche scoppio di canna, attribuito alla eccessiva pressione che svolge la balistite per qualsiasi anche lieve inceppamento della pallottola nell'anima;

c) eccessiva azione corrosiva dei gas della carica;

d) inceppamenti causati da mancata estrazione del bossolo per difetto dell'estrattore.

Per eliminare questi inconvenienti, nel 1895, contemporaneamente alle esperienze relative alla qualità della carica, venne adottato un nuovo *bossolo rinforzato,* avente al fondello una corona circolare ad incavo, la quale doveva corrispondere ad una scanalatura circolare a risalto vivo praticata nella testa dell'otturatore; così il metallo

del fondello, sotto l'azione dei gas, senza dar luogo a dilatazione della zona periferica, poteva schiacciarsi nella scanalatura a risalto, assicurando l'arresto dei gas tendenti a sfuggire dall'alveolo della cassula.

Nella canna venne praticato all'imbocco della camera un risalto anulare per alloggiarvi la parte del cilindro anteriore alle alette; ciò assicurava il centramento del percussore e diminuiva le vibrazioni dell'otturatore nello sparo.

Frattanto gli studi sulla carica condussero, per merito del colonnello Bazzichelli, direttore del Polverificio di Fontana Liri, all'adozione di una carica di gr. 2,28 di *solenite* (1) in luogo della carica di gr. 1,90 di *balistite* (2); così, oltre a diminuire la potenza erosiva (3) e, di circa 600 atm., la forza dilaniatrice della carica, si potè riempire completamente il bossolo ed eliminare il bioccolo di cotone idrofilo che occorreva interporre fra la carica di balistite e la pallottola.

Nel fabbraio del 1896 fu adottata la cartuccia carica di solenite.

Nel febbraio 1897 venne adottato un nuovo tipo di estrattore e da alcuni anni un altro tipo meglio rispondente al suo còmpito.

I lievi inconvenienti e quelli dovuti all'incompleta conoscenza delle caratteristiche dell'arma scomparvero con la maggiore pratica acquistata dai graduati e dalla truppa; dimodochè in pochi anni *il fucile Mod. 91, ingegnoso studio completamente italiano, potè dimostrare la sua superiorità in relazione ai fucili degli eserciti stranieri,* superiorità che ancora oggi non è notevolmente diminuita.

38. Dati principali delle parti dei fucili di alcuni eserciti. — A complemento dello *studio delle parti principali di un'arma da fuoco portatile,* si ritiene opportuno di annettere il seguente Specchio V che riepiloga i dati relativi alle parti che essenzialmente costituiscono i fucili di alcuni eserciti; la trattazione particolareggiata dei diversi congegni ed il funzionamento delle singole armi, come già si è detto, è svolta nel Volume II del presente lavoro.

Nello Specchio V si sono omessi i dati relativi ai fucili uguali o simili a quelli già elencati, e precisamente i dati relativi ai seguenti fucili:

— Bulgaria: *Mannlicher Modello 95,* calibro mm. 8, velocità iniziale V = m. 620, velocità di rinculo v = m. 2,68, pressione atm. 3000, peso con sciabola-baionetta corta kg. 3,930.

Questo fucile è simile a quello austriaco Mod. 95.

— Belgio: *Mauser Mod. 89,* calibro mm. 7,65, V = m. 600, v = m. 2,15, pressione atm. 2000, peso con sciabola-baionetta corta kg. 4,350.

Questo fucile è simile a quello turco Mod. 90; ha un manicotto lungo d'acciaio che riveste la canna e porta il congegno di puntamento, non ha la foglietta d'alzo per le brevi distanze.

— Argentina: *Mauser Mod. 90,* calibro mm. 7,65, V = m. 635, v = 2,56, pressione atm. 3000, peso con sciabola-baionetta kg. 4,430.

Questo fucile è pressochè identico al fucile turco Mod. 90.

— Svezia: *Mauser Mod. 96,* calibro mm. 6,5, V = m. 730, v = m. 1,94, pressione atm. 3000, peso con sciabola-baionetta corta kg. 4,520.

Questo fucile è simile a quello turco Mod. 90; ha alcune varianti nella culatta mobile e nell'otturatore, il cane è allungato e termina con una cresta filettata che serve per disarmare il percussore ed è provvisto di un intaglio

---

(1) Cotone collodio 49,71 %; fulmicotone 12,43 %; nitroglicerina 34,95 %; olio minerale (idrocarburo) 2,91 %.

(2) Cotone collodio 49,5 %; nitroglicerina 49,5 %; anilina 1 %.

(3) Che fino a 1000 colpi non dà luogo ad alcuna traccia di erosione.

che permette la rotazione del naselo del congegno di sicurezza, anche col percussore disarmato, per impedire l'apertura dell'otturatore.

— Portogallo: *Mauser Mod. 94,* calibro mm. 6,5, V = m. 730, v = m. 2,65, pressione atm. 2000, peso con sciabola-baionetta corta kg. 4,320.

Questo fucile ha molta analogia col fucile germanico Mod. 98; ha otturatore con testa mobile.

— Rumenia: *Mauser-Mannlicher Mod. 93,* calibro mm. 6,5, V = m. 740, v = m. 2,70, pressione atm. 2100, peso con sciabola-baionetta corta kg. 4,360.

Questo fucile è simile al Mauser turco Mod. 90, ma ha il serbatoio tipo Mannlicher; ha l'alzo senza foglietta.

— Olanda: *Mauser-Mannlicher Mod. 93,* calibro mm. 6,5, V = m. 720, v = m. 2,18, pressione atm. 2100, peso con sciabola-baionetta corta kg. 4,600.

Questo fucile è simile al fucile rumeno Mod. 93; è provvisto di alzo a quadrante, ha la cassa con sgusci.

— Grecia: *Mauser-Schönauer Modello 903,* calibro mm. 6,5, V = m. 710, v = m. 2,80, pressione atm. 3000, peso con sciabola-baionetta corta kg. 4,000.

Questo fucile è simile al Mauser germanico Mod. 98; l'estrattore ruota col cilindro.

SPECCHIO V. — **Dati principali delle parti dei fucili di alcuni eserciti.**

PARTI DEL FUCILE	ITALIA	AUSTRIA-UNGHERIA	GERMANIA	FRANCIA
	Mod. 91	Mod. 95	Mod. 98-905 S	Mod. 86-93 D
	Carcano-Mannlicher	Mannlicher	Mauser	Lebel
— CANNA	Acciaio ordinario	Acciaio al volframio	Acciaio a nikel	Acciaio ordinario
Forma esterna	Tronco-conica	Tre tratti tronco-conici	Tre tratti tronco-conici	Tronco-conica
Rivestimento	Corto, di legno	Lungo, di legno	Corto, di legno	Non esiste
Calibro . . . . . mm.	6,5	8	7,9	8
Lunghezza . . . . mm.	780	765	740	800
Pressione . . . . atm.	3200	3000	3700	2600
Velocità iniziale (1) . m. s.	700	620	860	700
Velocità di rinculo (2) m. s.	2,10	2,68	2,80	2,55
— SCATOLA DI CULATTA .	Avvitata	Avvitata	Avvitata	Avvitata, parallelepip.
Dà il distacco iniziale del bossolo	Sì	Sì	Sì	Sì
Porta il ritegno dell'otturat.	No	No	Sì	È dato dal dente della cucchiaia
— CONGEGNO DI PUNTAM.	Ordinario	Ordinario	Ordinario	Ordinario
Base del mirino	Su ghiera	Su ghiera	Su ghiera	Ricavato dalla canna
Cresta del mirino, se mobile	Sì	Sì	Sì	Sì, spostata a sinistra di mm. 0,5
Alzo	A quadrante	A ritto con cursore	A quadrante con cursore longitudinale	A ritto con cursore e zoccolo a gradini
— CONGEGNO DI CHIUSURA	A cilindro	A cilindro	A cilindro	A cilindro
Meccanismo di otturazione .	Girevole e scorrevole	Scorrevole	Girevole e scorrevole	Girevole e scorrevole
Appoggio	Anteriore ad alette, simmetrico	Anteriore ad alette, simmetrico, e poster. con appendice di sicurezza	Anteriore ad alette, simmetrico, e posteriore di sicurezza ad aletta	Anteriore ad alette, simmetrico, e posteriore a spalletta
Testa mobile, se vi è . .	No	Sì, rotante	No	Sì, fissa con vite al cilindro
Meccanismo di percussione e scatto	Con molla a spirale, a bilanciere, scatto in due tempi; con espulsore e ritegno dell'ot-	Con molla a spirale, a bilanciere e piano di sicurezza, scatto in due tempi; con espulsore	Con molla a spirale, scatto in due tempi	Con molla a spirale, scatto in due tempi

Quando si arma	Nella rotazione d'apertura	Nell'avanzata dell'otturatore	Nella rotazione d'apertura	Nella rotazione d'apertura
Meccanismo di sicurezza . .	A tubetto	A leva, unito alla noce	Ad albero longitudinale mezzo tondo con nasello	A tacche, nella parte inferiore del cane
Disarma la molla	Sì	No	No	Parzialmente
Impedisce l'apertura della culatta	Sì	Sì	Sì	No
Meccanismo di ripetizione (sistema)	Mannlicher	Mannlicher	Mauser	Kropatscheck, capace di 8 cartucce
Caricatore	A pacchetto, con 6 cartucce	A pacchetto, con 5 cartucce	A lamina, con 5 cartucce	Non vi è; involucro di cartone con 8 cartucce
Avviso di serbatoio vuoto .	Caduta dell'involucro	Caduta dell'involucro	No	No
Arresto di ripetizione . .	No	No	No	Dato dalla leva dell'albero della cucchiaia
Scaricamento multiplo . .	Sì	Sì	No, fondo mobile ad incastro e ritegno a molla	No
Meccanismo d'estrazione e di espulsione	Estrattore a gancio, ruota col cilindro Espulsore a piuolo nel bilanciere di scatto	Estrattore a gancio, non ruota colla testa mobile Espulsore a lamina nel bilanciere	Estrattore a gancio, non ruota col cilindro Espulsore a lamina, nel ritegno dell' otturatore	Estrattore a gancio; ruota colla testa mobile Espulsore a piuolo nella culatta mobile
— CASSA	Di noce; un solo pezzo	Di noce; un solo pezzo; con appoggio e sgusci	Di noce; un solo pezzo; con appoggio	Di noce; due pezzi; fusto con sgusci e serbatoio
Angolo di calcio . . . α	6°.20′	4°.30′	8°.15′	6°.30′
— FORNIMENTI (3) . . .	—	—	—	—
— ACCESSORI (3)	Scovolino	Bacchetta, in due parti	Turacciolo para-mirino, funicella con scovolino	Funicella
— ARMA BIANCA	Sciabola-baionetta corta	Sciabola-baionetta corta	Spada-baionetta lunga	Spada-baionetta lunga
Lunghezza della lama . m.	0,300	0,258	0,522	0,518
Peso (senza fodero) . kg.	0,340	0,258	0,430	0,460
Fodero	Di cuoio	Metallico	Di cuoio	Metallico
Dove è inastata	Sul fusto, sotto la canna, taglio in basso	Sul fusto, sotto la canna, taglio in alto	Sul fusto, sotto la canna, taglio in basso	Sulla e sotto la canna, contro il bocchino
Peso fucile con baionetta kg.	4,200	3,930	4,530	4,580

(1) Del proiettile. (2) Dell'arma. (3) Solamente quelli che non sono comuni a tutte le armi.

Segue SPECCHIO V. — **Dati principali delle parti dei fucili di alcuni eserciti.**

PARTI DEL FUCILE	INGHILTERRA	RUSSIA	TURCHIA (4)	SVIZZERA
	Mod. 903	Mod. 91	Mod. 90	Mod. 80-96
	Lee-Enfield	Mossine	Mauser	Rubin-Schmidt
— CANNA	Acciaio al nikel	Acciaio ordinario	Acciaio ordinario	Acciaio ordinario
Forma esterna	Tronco-conica	Tronco conica	Tre tratti cilindrici	Tronco-conica
Rivestimento	Lungo, di legno	Lungo, di legno	Corto, di legno	Lungo, di legno
Calibro . . . . . mm.	7,7	7,6	7,6	7,5
Lunghezza . . . . mm.	640	760	740	795
Pressione . . . . atm.	3000	2800	3000	3500
Velocità iniziale (1) . m. s.	610	630	650	620
Velocità di rinculo (2) m. s.	2,40	2,28	2,55	2,00
— SCATOLA DI CULATTA .	Avvitata	Avvitata	Avvitata	Avvitata
Dà il distacco iniziale del bossolo	Sì	Sì	Sì	Sì
Porta il ritegno dell'otturat.	Sì, in parte	Sì, in parte	Sì	Sì
— CONGEGNO DI PUNTAM.	Doppio: uno ordinario; uno a linea di mira laterale	Ordinario	Ordinario	Ordinario
Base del mirino	Ordinaria, fissata alla canna	Ricavata dalla canna	Su ghiera	Su ghiera
Cresta del mirino, se mobile	Sì	Sì, spostata a sinistra di mm. 0,5	Sì	Sì
Alzo	A quadrante con alette a curva di graduazione: vite micrometrica per lo scostamento	A ritto con cursore e zoccolo a gradini	A ritto con cursore e foglietta	A quadrante con zoccolo ad alette
— CONGEGNO DI CHIUSURA	A cilindro	A cilindro	A cilindro	A cilindro
Meccanismo di otturazione .	Girevole e scorrevole	Girevole e scorrevole	Girevole e scorrevole	Scorrevole
Appoggio	Posteriore ad aletta ed a spalletta, simmetrico	Anteriore ad alette, simmetrico, e posteriore a spalletta	Anteriore ad alette, simmetrico	A metà lunghezza, ad alette, simmetrico
Testa mobile	Avvitata, funziona da ritegno dell' ottura-	Funziona da ritegno dell'otturatore	No	Applicata; chiavistello a manubrio di ma-

scatto	scatto in due tempi	scatto in un tempo	scatto in due tempi	lanciere, scatto in due tempi
Quando si arma	Nell'avanzata dell'otturatore	Nella rotazione d'apertura	Nell'avanzata dell'otturatore	Nella retrocessione dell'otturatore
Meccanismo di sicurezza . .	Uno ad albero trasversale nella culatta mobile ed uno a tacca	Ad incavo nel cilindro e risalto nel cane, rotando il percussore	Ad albero longitudinale mezzo tondo, con nasello	Ad alloggiam. speciale dell'aletta del percussore, rotando il perc.
Disarma la molla	Solo quello a tacca, parzialmente	No	No	Parzialmente
Impedisce l'apertura della culatta	Solo quello ad albero	Sì	Sì	Sì
Meccanismo di ripetizione (sistema)	Lee, capace di 10 cartucce: amovibile	Mauser, capace di 5 cartucce	Mauser, capace di 5 cartucce	Rubin-Schmidt, capace di 12 cartucce: amov.
Caricatore	Ad involucro d'acciaio con 5 cartucce	A lamina	A lamina	Ad involucro di cartone, con 6 cartucce
Avviso di serbatoio vuoto .	No	No	No	No
Arresto di ripetizione . .	A lamina orizzontale	No	No	A leva a due braccia, allontana il serbatoio
Scaricamento multiplo . .	No	Fondello a cerniera con ritegno a molla	No	No
Meccanismo d'estrazione e di espulsione	Estrattore a gancio fissato alla testa mobile Espulsore a piuolo nella culatta mobile	Estrattore a gancio Espulsore a piuolo unito con vite alla culatta mobile	Estrattore a gancio; ruota col cilindro Espulsore a lamina, nel ritegno dell'otturatore	Estrattore a gancio Espulsore-guida del cilindro, nella culatta mobile
— CASSA	Di noce: in due pezzi, con piastrina portamirino a quadrante	Di noce; un solo pezzo, con sgusci laterali per la mano sinistra	Di noce, un solo pezzo	Di noce; un sol pezzo con sgusci per la mano sinistra
Angolo di calcio . . . α	6°.35′	7°	7°	6°.30′
— FORNIMENTI (3) . . .	Bocchino con alie paramirino	—	—	Anello isolatore della canna
— ACCESSORI (3)	Chiave per scomposizione — Funicella	Copri-bocca di ferro	Chiave per scomposizione	Copri-bocca; funicella
— ARMA BIANCA	Sciabola-baionetta corta	Baionetta lunga	Sciabola-baionetta corta	Sciabola-baionetta corta
Lunghezza della lama . m.	0,307	0,440	0,250	0,300
Peso (senza fodero) . kg.	0,460	0,300	0,370	0,430
Fodero	Di cuoio	Di cuoio	Di cuoio	Metallico
Dove è inastata	Sul fusto, sotto la canna	Sulla destra della canna	Sul fusto, sotto la canna	Sul fusto, sotto la canna
Peso fucile con baionetta kg.	4,280	4,300	4,520	4,730

(1) Del proiettile. (2) Dell'arma. (3) Solamente quelli che non sono comuni a tutte le armi. (4) Sono simili a questo fucile i fucili Mauser Mod. 89, Belgio - Mod. 91, Argentina - Mod. 96, Svezia.

Segue SPECCHIO V. — **Dati principali delle parti dei fucili di alcuni eserciti.**

PARTI DEL FUCILE	SPAGNA	STATI UNITI	CANADÀ	GIAPPONE
	Mod. 93	Mod. 903	Mod. 905	Mod. 905
	Mauser	Springfield	Ross	Arisaka
— CANNA	Acciaio	Acciaio	Acciaio al nikel	Acciaio al nikel
Forma esterna	Tre tratti cilindrici	Tronco-conica	Tronco-conica	Cilindro-conica
Rivestimento	Corto, di legno	Lungo, di legno	Corto, di legno	Corto, di legno
Calibro . . . . . mm.	7	7,6	7,6	6,5
Lunghezza . . . . mm.	737	610	710	790
Pressione . . . . atm.	3000	3000	3000	3000
Velocità iniziale (1) . . m.	710	670	—	730
Velocità di rinculo (2) . m.	2,17	—	—	—
— SCATOLA DI CULATTA	Avvitata	Avvitata	Avvitata	Avvitata
Dà il distacco iniziale del bossolo	Sì	Sì	Sì	Sì
Porta il ritegno dell'otturat.	Sì	Sì	Sì	Sì
— CONGEGNO DI PUNTAM.	Ordinario	Ordinario	Ordinario	Ordinario
Base del mirino	Ricavata dalla canna	Su ghiera	Su ghiera, con riparo del mirino fisso	Su ghiera
Cresta del mirino, se mobile	Sì	Sì, molto sottile	Sì	Sì
Alzo	A ritto con cursore	A ritto con cursore e zoccolo rotante	A quadrante con cursore longitudinale e vite micrometrica	A ritto con cursore
— CONGEGNO DI CHIUSURA	A cilindro	A cilindro	A cilindro	A cilindro
Meccanismo di otturazione	Girevole e scorrevole	Girevole e scorrevole	Scorrevole	Girevole e scorrevole
Appoggio	Anteriore ad alette, simmetrico, con incavo di sicurezza	Anteriore ad alette, simmetrico, e posteriore ad alette asimmetrico	Anteriore ad alette, simmetrico, e posteriore a cuneo, con appendice di sicurezza	Anteriore ad alette, simmetrico, e posteriore a spalletta asimmetrico, con incavo di sicur.
Testa mobile	No	No	Sì, rotante	No
Meccanismo di percussione e scatto	Con molla a spirale, bilanciere con piuolo di sicurezza, scatto in	Con molla a spirale, scatto in due tempi	Con molla a spirale, bilanciere e cuneo di appoggio e di sicurezza,	Con molla a spirale, bilanciere, con piuolo di sicurezza, scatto in

Meccanismo di sicurezza . .	Ad albero longitudinale, mezzo tondo, con nasello	Ad albero longitudinale, mezzo tondo, con nasello	A piuolo, con nasello zigranto	Ad alloggiamento per l'aletta del percussore, rotando il percuss.
Disarma la molla	No	No	No	Parzialmente
Impedisce l'apertura della culatta	Sì	Sì	Sì	Sì
Meccanismo di ripetizione (sistema)	Mauser	Mauser	Ross (fisso, centrale)	Mauser
Caricatore	A lamina, con 5 cartucce	A lamina, con 5 cartucce	A lamina, con 5 cartucce	A lamina, con 5 cartucce
Avviso di serbatoio vuoto .	Dato dalla nervatura dell'elevatore	Dato dalla nervatura dell'elevatore	No	Data dalla nervatura dell'elevatore
Arresto di ripetizione . .	No	Funge da arresto il ritegno dell'otturatore col nasello in basso	Sì; la suola dell'elevatore può essere abbassata dall'esterno	No
Scaricamento multiplo . .	No, fondo ad incastro, amovibile	No, fondo ad incastro, amovibile	No	No, fondo ad incastro, amovibile
Meccanismo d'estrazione e di espulsione	Estrattore a gancio, non ruota col cilindro Espulsore nel ritegno dell'otturatore	Estrattore a gancio, non ruota col cilindro Espulsore a lamina, sporgente nella culatta mobile	Estrattore a gancio, non ruota Espulsore a lamina, sporgente nella culatta mobile	Estrattore a gancio, non ruota col cilindro Espulsore a lamina, nel ritegno dell' otturatore
— CASSA	Di noce, un solo pezzo	Di noce, un solo pezzo, con sgusci, calcio con incavo per funicella ed ampollino	Di noce, un solo pezzo, con appoggio, calcio con incavo	Di noce, un solo pezzo, con sgusci laterali; appoggio per la mano destra
Angolo di calcio . . . α	6°	6°.33′	7°	6°.20′
— FORNIMENTI (3) . . .	Bacchetta (mezza)	Bacchetta baionetta — Calciolo con foro e sportello	Bacchetta in due parti — Calciolo con foro e sportello	Codetta, copri otturatore scorrevole
— ACCESSORI (3). . . .	Turacciolo para-mirino — Pennello con manico porta-grasso	Para-mirino amovibile — Funicella nettatoio	Funicella nettatoio	Turacciolo para-mirino
— ARMA BIANCA	Sciabola-baionetta corta	Sciabola-baionetta	Sciabola-baionetta corta	Sciabola-baionetta corta
Lunghezza della lama . m.	0,253	0,405	0,280	0,300
Peso (senza fodero) . kg.	0,405	0,445	0,470	0,435
Fodero	Di cuoio	Di cuoio	Di cuoio	Di cuoio
Dove è inastata	Sul fusto, sotto la canna	Sul fusto, sotto la canna	Sul fusto, sotto la canna	Sul fusto, sotto la canna
Peso fucile con baionetta kg.	4,400	4,380	4,270	4,400

(1) Del proiettile. (2) Dell'arma. (3) Solamente quelli che non sono comuni a tutte le armi.

CAPITOLO V.

Nozioni generali sugli esplosivi — (1).

ARTICOLO I. — Considerazioni generali sulle sostanze esplosive.

1. Esplosione. — Si dice *esplosione* il fenomeno originato dallo sviluppo rapidissimo e violento di una grande quantità di gas o di corpi allo stato gasoso aventi elevata temperatura in uno spazio relativamente piccolo, accompagnato da energiche azioni meccaniche dovute alle forti pressioni che i gas esercitano sulle pareti dell'ambiente entro cui avviene il fenomeno e sui corpi vicini (2).

L'esplosione può derivare da cause fisiche e da cause chimiche (3).

Le esplosioni dovute a fenomeni fisici non hanno applicazioni importanti e potrebbero non considerarsi come vere esplosioni, poichè il calore, che deve trasformarsi in lavoro, non si sviluppa durante il fenomeno, ma è già contenuto nel corpo che dà l'esplosione.

Le esplosioni dovute a fenomeni chimici hanno ormai una enorme applicazione in tutti i rami della tecnica, di queste noi dobbiamo trattare, perciò in pratica si è convenuto che:

Per *materia esplosiva* od *esplosivo* s'intende quella sostanza (4) che ha la proprietà di dar luogo, in determinate circostanze, ad una reazione chimica fra i suoi elementi costitutivi, la quale, accelerata dal calore svilup-

(1) Queste nozioni generali sugli esplosivi sono state compilate sulla traccia delle apprezzatissime lezioni svolte sotto forma di sinossi dal colonnello d'artiglieria Alfredo Torretta, già insegnante di Materiale d'Artiglieria alla Scuola d'Applicazione d'Artiglieria e Genio, negli anni dal 1902 al 1907.

(2) Vedi: G. BIANCHI, *Teoria degli esplosivi*, edizione 1911. — Gli effetti dell'esplosione sono di due ordini differenti, e cioè rottura e deformazione dei corpi e violenta proiezione di parti.

Gli effetti di rottura o deformazione sono dovuti all'elevata pressione dei gas svolti, ma questi effetti non bastano da soli a stabilire che si tratti di una esplosione; per esempio una pressione idraulica molto forte, le elevatissime pressioni prodotte dalla congelazione dell'acqua e dalla idratazione della calce viva possono dar luogo a rottura di corpi resistentissimi, ma senza proiezioni di parti, perciò questi fenomeni non costituiscono vere esplosioni.

Gli effetti di proiezione sono dovuti all'energia posseduta dai gas svolti e che questi, espandendosi, comunicano in parte ai corpi circostanti.

(3) È causa fisica, per esempio, l'improvvisa espansione di un gas compresso (aria liquida), la rapidissima evaporazione di un liquido soprariscaldato; è causa chimica lo sviluppo di una reazione chimica che produca rapidissimamente una grande quantità di gas ad elevata temperatura.

(4) Solida, liquida, gasosa.

pato o da altre cause, produca repentinamente ad elevata temperatura un grande volume di gas permanenti o di materie che assumono lo stato gasoso durante la reazione.

2. Sostanze esplosive. — Di tutte le materie esplosive l'impiego pratico esclude i composti privi di ossigeno formatisi con assorbimento di calore (1) per parte dei loro elementi, poichè la brusca decomposizione di questi composti dà luogo alla riproduzione della sola quantità di calore assorbito, cioè di quella che trovasi in essi allo stato potenziale; considera invece, quasi generalmente, le materie esplosive che colla loro decomposizione dànno luogo ad una combustione, cioè ad una reazione in cui intervenga quale *elemento comburente* l'ossigeno libero o combinato e quale *elemento combustibile* il carbonio, l'idrogeno, lo zolfo, ecc. (2).

La più semplice delle sostanze esplosive è la miscela ossidrica (3); vi sono altre miscele gasose di ottimi caratteri esplosivi, ma tutte le sostanze esplosive gasose non possono avere numerose applicazioni pratiche a causa del volume che occupano e dell'enorme pressione che occorrerebbe per ridurle ad un volume iniziale relativamente piccolo; attualmente l'industria applica le miscele esplosive nei motori a scoppio.

Le sostanze esplosive liquide trovano qualche applicazione, ma generalmente richiedono, come le sostanze gasose, speciali recipienti per contenerle e moltissima preoccupazione nell'uso.

Per l'uso corrente e soprattutto per l'impiego nelle armi da fuoco, nelle artiglierie e loro munizionamento occorrono sostanze esplosive solide.

Le sostanze esplosive si suddividono in due grandi categorie:

a) *miscugli esplodenti* od *esplosivi meccanici;*

b) *composti esplodenti* od *esplosivi chimici.*

a) I *miscugli esplodenti* sono costituiti da un'intima mescolanza ottenuta meccanicamente, di diverse sostanze che generalmente non hanno da sole proprietà esplosive; alcune contengono l'ossigeno ed altre l'elemento combustibile; tipica, sotto questo riguardo e sotto quello della importanza storica, è la miscela esplosiva ternaria di nitro, carbone, zolfo detta *polvere nera* o *polvere ordinaria* o *polvere fumigena.*

b) I *composti esplodenti* hanno la loro molecola costitutiva chimica ben definita, che contiene in sè gli elementi comburenti e combustibili che debbono associarsi all'atto della reazione esplosiva.

Sono ordinariamente composti ossigenati ottenuti mediante la nitrazione di convenienti sostanze organiche; comunemente prendono anche il nome

---

(1) Composti endotermici, tali: l'acetilene, il solfuro di azoto, il fulminato di mercurio.

(2) Sono anche elementi combustibili, specialmente se in polvere finissima, i metalli, i solfuri metallici, gli idrocarburi in genere.

(3) Composta nelle proporzioni: 2 volumi di H (idrogeno) ed 1 volume di O (ossigeno). Questa miscela, a parità di peso, sviluppa un'energia molto superiore a quella svolta da tutte le altre sostanze, quali, per esempio, fra quelle gasose: ossigeno 3, etilene 1; ossigeno 1, anidride carbonica 2; aria 5, gas illuminante 1; aria 9,05, formene o metano 1 (grisou).

Così: 4 kg. di miscela ossidrica sviluppano 3280 calorie, mentre acetilene ed ossigeno ne darebbero 2900; vapori di benzina ed ossigeno ne darebbero 2370.

di *polveri infumi* poichè, a differenza delle polveri ordinarie, la reazione esplosiva non dà luogo a fecce e fumo.

— Anche cogli esplosivi chimici si possono effettuare mescolanze fra loro o con corpi inerti o con corpi combustibili o comburenti, ma le soluzioni e le miscele così ottenute si classificano ugualmente nella categoria degli esplosivi chimici con opportuni nomi (1).

3. Elenco dei principali esplosivi d'uso militare. — Lo studio delle diverse sostanze esplosive verrà svolto dopo le considerazioni generali sugli esplosivi; si riporta qui, solo per ricordare qualcuno dei principali esplosivi, l'elenco degli esplosivi praticamente impiegati per uso militare:

1° Gruppo: *Polveri ordinarie* . .	Polvere nera (nitro, zolfo, carbone). Polvere al nitrato di sodio. Polvere al nitrato di ammonio (Ammonite - Ammonal). Polvere al nitrato di bario.
2° Gruppo: *Alti esplosivi* od *esplosivi dirompenti*	Cotone collodio, Fulmicotone } Nitrocellulose. Nitroglicerina e Dinamiti. Acido picrico e Picrati. Trinitrotoluene. Nitrobenzine - Nitronaftaline. Nitromannite - Nitroguanidine. Fulminati. Clorati e Perclorati.
3° Gruppo: *Polveri infumi* . .	Nitrocellulose gelatinizzate. Balistiti (Solenite - Cordite).

4. Elementi da cui dipendono gli effetti dell'esplosione: forza, potenza, rapidità della reazione, sensibilità. — Abbiamo stabilito che gli effetti di una esplosione sono essenzialmente due: *pressione* dei gas e *proiezione* o *semplice deformazione* delle pareti dell'ambiente in cui i gas si svolgono. Ora per ciascun esplosivo:

a) la pressione unitaria dei gas svolti nella reazione esplosiva rappresenta la *forza* dell'esplosivo stesso, la quale a sua volta è funzione della qualità, quantità, temperatura dei gas svolti;

b) gli effetti di proiezione dei corpi circostanti sono invece essenzialmente dovuti al lavoro svolto dei gas nell'espandersi, quindi dipendono dalla *potenza* dell'esplosivo, la quale è tanto maggiore quanto maggiore è la quantità di calore (2) che si svolge nella reazione;

c) la *durata* o *rapidità* della reazione esplosiva ha grande influenza sugli effetti dell'esplosione, poichè se l'esplosione è istantanea o molto rapida il mezzo entro cui avviene la reazione non ha tempo a dilatarsi convenientemente, lo svolgimento dei gas avviene in uno spazio molto più

(1) Dinamiti ordinarie; esplosivi Sprengel; esplosivi Turpin o panclastiti, ecc.
(2) Grandi calorie, l'equivalente dinamico della caloria è 425 kgm.

ristretto di quello entro cui avverrebbe se la minore rapidità permettesse di fare entrare in funzione l'elasticità del recipiente o lo spostamento notevole di una delle parti del recipiente (1), conseguentemente la pressione risulta maggiore e quindi maggiori gli effetti di rottura, inoltre quanto minore è la durata della reazione, tanto maggiore è la quantità di calore che va ad aumentare la temperatura dei gas stessi, invece di essere inutilmente comunicata alle pareti del recipiente od ai corpi che sono a contatto coi gas.

d) la *sensibilità* dell'esplosivo, cioè l'intensità dell'impulso iniziale necessario per produrre la reazione esplosiva, ha influenza sulla reazione esplosiva, perchè concorre a determinare, unitamente ad altre cause, la diversa gradazione della reazione stessa (2).

— Poichè la forza, la potenza, la durata della reazione, la sensibilità dipendono dalla *composizione chimica* dell'esplosivo e dalla *reazione chimica esplosiva,* se ne deduce che per determinare gli effetti dell'esplosione occorre di conoscere questi elementi ed il modo con cui variano.

5. Quantità di calore svolta nell' esplosione. Potenziale. Pressione (3). — Conoscendo la composizione chimica dell' esplosivo se ne rende nota la reazione esplosiva e da questa si calcola la quantità di calore applicando il seguente principio di termochimica, dovuto al Berthelot:

« La quantità di calore svolta da un sistema che si trasforma chimicamente a volume od a pressione costante è dipendente unicamente dallo stato iniziale e dallo stato finale del sistema, è indipendente dall'ordine e dalla natura degli stati intermedi, è uguale alla differenza fra il calore di formazione dello stato finale ed il calore di formazione dello stato iniziale ».

Dunque, nota l'equazione chimica che rappresenta la reazione esplosiva, si ottiene col primo membro dell'equazione il calore di formazione della molecola dell'esplosivo (4) e col secondo membro il calore di formazione dei prodotti dell'esplosione sommando i calori di formazione molecolare dei vari prodotti, moltiplicati per il rispettivo numero di molecole date dall'equazione; la differenza fra il calore di formazione dei prodotti ed il calore di formazione molecolare dell'esplosivo è uguale al calore sviluppato dalla molecola dell'esplosivo nella reazione (5).

Dividendo il calore svolto nell'esplosione da una molecola di esplosivo per il peso molecolare, si ha il calore Q svolto dalla unità di peso dell'esplosivo, il cui equivalente dinamico rappresenta il lavoro che l'unità di peso dell'esplosivo sarebbe capace di svolgere se i suoi prodotti venissero lasciati espandere fino a 15° centigradi ed a 760 mm. di pressione; questo equivalente dinamico rappresenta l'*energia potenziale*

---

(1) Caso delle cariche di propulsione delle bocche da fuoco.

(2) Vedi seguenti numeri 7 e 8.

(3) Cioè tensione dei gas.

(4) *Calore di formazione molecolare* è il calore di formazione corrispondente ad un peso del composto proporzionale al suo peso molecolare; è positivo quando la reazione dà luogo a svolgimento di calore ed il composto si dice *esotermico,* è negativo se la formazione del composto avviene per assorbimento di calore ed il composto si dice *endotermico.*

(5) Riportati dalla *Teoria sugli esplosivi* del colonnello d'artiglieria G. Bianchi, si dànno, al seguente n. 20, lo Specchio VI con i valori dei pesi atomici e molecolari dei principali corpi elementari; lo Specchio VII con i valori dei pesi molecolari e dei calori di formazione molecolare per i principali esplosivi e prodotti di esplosione.

dell'esplosivo ed è una caratteristica essenziale della potenza dell'esplosivo, poichè dà una idea comparativa della capacità dei vari esplosivi a produrre lavoro, perciò prende il nome di *potenziale dell'esplosivo;* però in pratica questo lavoro non si effettua mai e precisamente il rendimento pratico varia, secondo l'impiego dell'esplosivo, da 25 a 35 $^0/_0$ del lavoro potenziale (1).

In fatto di esplosivi è assolutamente necessario che teoria ed esperienza si completino e si verifichino a vicenda.

In pratica le condizioni in cui avviene l'esplosione sono molto differenti da quelle dell'esplosione in recipienti di capacità invariabile, colla quale invece generalmente e con facilità si determinano i caratteri di un dato esplosivo; essenzialmente queste differenze si accentuano allorchè si tratta dell'esplosione delle cariche di propulsione delle armi da fuoco e delle artiglierie; però ad eccezione delle pressioni, che si misu-

---

(1) Il Berthelot considera come capacità di un esplosivo a sviluppare energia il prodotto $V_o.t_o = QV_o$ che egli denominò *prodotto caratteristico dell'esplosivo* (*).

La *pressione massima* sviluppata dall'esplosione in un recipiente di capacità invariabile a pareti indefinitamente resistenti, inestensibili ed impermeabili al calore, cioè senza svolgimento di lavoro nè perdita di calore, è data, secondo l'Abel, dall'equazione:

[1] $$p = \frac{f \cdot \Delta}{1 - \alpha_1 \Delta}$$

ove Δ = densità di caricamento (**) e α_1 ed f sono le cosiddette *caratteristiche dell'esplosivo,* cioè:

$\alpha_1 = \alpha + \alpha'\varepsilon$ detto *coovolume dell'esplosivo,*

$f = \frac{p_o V_o T_o}{273}$ detta *forza dell'esplosivo,*

nelle quali formule:

α' = coovolume dei prodotti gasosi svolti dall'unità di peso dell'esplosivo (***).

α = volume dei prodotti non gasosi, alla temperatura e pressione dell'esplosione, svolti dall'unità di peso dell'esplosivo.

ε = peso dei prodotti gasosi svolti dall'unità di peso dell'esplosivo.

p_o = pressione atmosferica ordinaria (kg. 1,033 per cm^2).

V_o = volume dei prodotti gasosi a 0° C. e 760 mm. di pressione.

T_o = temperatura assoluta, in gradi centesimali, dei gas.

Le caratteristiche dell'esplosivo, f ed α_1, dipendono dalla specie dell'esplosivo e dalla reazione che avviene nell'esplosione e servono a determinare la pressione sviluppata, perciò è molto importante di conoscerle con precisione.

Effettivamente tutto ciò che si è finora detto è relativo ad una esplosione di cui si conosca esattamente l'equazione chimica, che avvenga in un recipiente di capacità invariabile, ecc., ecc., ammettendo che per i prodotti della combustione si verifichino le leggi dei gas perfetti (leggi di Avogadro, di Mariotte e Gay-Lussac), quelle sui calori specifici dei gas, quelle sui calori di formazione; perciò in pratica i valori delle quantità V_o, Q, T_o, e di α_1 ed f, non sono perfettamente esatti; e precisamente l'influenza degli errori è su f tanto maggiore quanto minore è la densità di caricamento Δ, e su α_1 tanto maggiore quanto maggiore è questa densità; dunque la teoria dev'essere sussidiata dall'esperienza.

(*) Ove:

V_o = volume, espresso in dm^3, dei gas svolti dall'unità di peso di esplosivo alla temperatura di 0° a 760 mm. di pressione.

t_o = temperatura d'esplosione, espressa in gradi centigradi.

Q = calore, espresso in grandi calorie, svolto a volume costante dall'unità di peso di esplosivo.

(**) *Densità di caricamento* $\Delta = \frac{w}{W}$, ove w = peso in kg. dell'esplosivo che prende parte alla reazione ed W = volume in litri del recipiente in cui avviene la reazione.

(***) *Coovolume* è il volume materialmente occupato dalle molecole, cioè escludendo il volume intermolecolare; rappresenta il minimo volume a cui può essere ridotta l'unità di peso del gas, ed è una costante propria di ciascun gas.

rano col sistema del *crusher* (1) mediante le deformazioni che questi subiscono, si può ritenere che lo studio delle caratteristiche di un esplosivo si può fare nelle condizioni anzidette.

Quanto poi alla legge del movimento del proietto essa dipende dalla legge con cui ha luogo lo svolgimento del calore, cioè dal modo (2) come procede la reazione esplosiva.

6. Infiammazione. Combustione. Durata della reazione esplosiva. — La conoscenza della composizione della carica e della reazione esplosiva permettono di calcolare il volume dei gas alla temperatura dell'esplosione ed il calore sviluppato, ma per la diversa rapidità della reazione chimica, l'esplosione dà luogo in pratica ad una serie di effetti di diversa intensità, crescenti dalla semplice *decomposizione lenta e spontanea* alla *deflagrazione*, all'*esplosione*, alla *detonazione*.

La decomposizione chimica dell'esplosivo è sempre dovuta ad un iniziale riscaldamento, in un punto almeno della sua massa; questo riscaldamento si propaga, dapprima alla superficie, indi di strato in strato, a tutta la carica per mezzo di successive trasformazioni di forza viva in calore o viceversa.

Diversi sono i mezzi con cui può essere iniziata la decomposizione; anche la velocità con cui questa si propaga è differente a seconda della qualità dell'esplosivo e della qualità e quantità del mezzo impiegato per iniziare la decomposizione, cioè dall'energia dell'impulso iniziale.

L'impulso iniziale può essere prodotto con azioni fisico-chimiche oppure con azioni meccaniche di equivalente effetto termico (3).

a) *Infiammazione.* — L'impulso iniziale dà luogo all'*infiammazione* dei grani della carica, cioè a quel fenomeno per cui la decomposizione ottenuta in un punto della massa esplosiva si propaga a tutta la superficie della carica per mezzo dei gas che, sviluppati dai grani, tendono ad espandersi ovunque avviluppando ed iniziando successivamente la decomposizione dei grani vicini fino a quelli più lontani; la rapidità con cui la reazione si propaga dai grani più vicini al punto iniziale d'infiammazione della carica alla superficie di quelli più lontani determina la cosiddetta *velocità d'infiammazione*.

La *velocità d'infiammazione* dipende essenzialmente dalla natura dell'esplosivo e dall'energia dell'impulso iniziale, ma hanno anche sensibile

---

(1) Si dice *crusher* o *misuratore a schiacciamento* lo strumento proposto ed impiegato dal capitano inglese Noble per misurare le elevatissime pressioni svolte dagli esplosivi. Il principio su cui è fondato lo strumento è molto semplice: Si misurano gli schiacciamenti prodotti da pressioni note su cilindretti di rame di determinate dimensioni e così si costruisce una *tabella di taratura*, contenente i valori delle lunghezze residue dei cilindretti in corrispondenza ai valori delle pressioni che essi hanno subìto; gli stessi cilindretti, assoggettati all'azione della pressione sviluppata da un esplosivo, subiscono uno schiacciamento che, confrontato colla tabella di taratura, dà il valore della pressione.

(2) Fenomeni di *dissociazione* per i quali si verifica da principio una reazione incompleta, che sviluppa minore quantità di calore di quella totale che si deve ottenere; in seguito si verificano una serie di reazioni successive, a temperatura più elevata, che dànno luogo a nuovo svolgimento di calore sino a che si ottengono i prodotti finali e tutto il calore che la reazione può dare.

(3) Le azioni meccaniche sono le più comuni; corpo ad elevata temperatura, urto, sfregamento, pressione, ecc.

influenza lo stato fisico delle superficie dei grani e la forma dei grani (1), la temperatura ed il confezionamento della carica, la densità di caricamento, la pressione a cui avviene il fenomeno (2).

b) *Combustione.* — La propagazione della reazione da strato a strato di ciascun grano della massa esplosiva costituisce la *combustione* dei grani della carica; la rapidità con cui questa reazione procede attraverso agli strati successivi di ciascun grano determina la cosiddetta *velocità di combustione.*

La *velocità di combustione* dipende essenzialmente dalla qualità dell'esplosivo e dalla sua costituzione fisica, ma hanno anche sensibile influenza la temperatura a cui esso si trova, la pressione iniziale e le pressioni che si sviluppano durante la combustione.

La costituzione fisica ha molta importanza poichè variando la forma, la grossezza e la densità dei grani si ottengono velocità di combustione di diverso grado, crescenti col diminuire della grossezza e della densità.

In un recipiente chiuso od in un'arma la pressione cresce mano a mano che i gas si sviluppano, quindi la velocità di combustione va anch'essa mano a mano crescendo, sicchè la combustione completa del grano, e quindi anche della carica, si compie con rapidità molto maggiore che non all'aria libera.

c) *Durata della reazione esplosiva.* — Il tempo (3) che impiega il grano o la carica ad essere completamente combusta, dicesi comunemente *durata della combustione* del grano o della carica.

7. Differenti forme e gradazioni delle reazioni esplosive. — Abbiamo detto che i vari mezzi con cui può essere iniziata l'esplosione e la velocità di combustione sono differenti a seconda della qualità dell'esplosivo e della natura del mezzo, che inizia la reazione, cioè dell'energia dell'impulso iniziale.

Un urto, uno sfregamento energico sono sufficienti per iniziare la reazione di alcuni esplosivi, ma queste azioni meccaniche si impiegano esclusivamente per i cosidetti *esplosivi d'innescamento,* che, come dice il loro nome, servono colla loro reazione a provocare la reazione di altri esplosivi; invece nelle applicazioni tecniche ordinariamente s'impiega come impulso iniziale sia l'azione fusante, incendiva, cioè l'accensione semplice, sia l'azione fusante accompagnata dall'urto violento fornito da un'adatta reazione esplosiva.

La semplice accensione dell'esplosivo, ottenuta portando a contatto di un punto della carica un corpo ad elevata e conveniente temperatura, produce effetti diversi a seconda della natura dell'esplosivo.

a) Così in alcuni esplosivi la reazione si propaga alla pressione ordinaria, con relativa lentezza, senza effetti meccanici notevoli (4), anzi talvolta

---

(1) Le polveri di costituzione colloidale sono molto meno facilmente infiammabili dei miscugli esplosivi tipo polvere nera anche se agglomerati.

(2) Aumenta col diminuire della densità di caricamento e coll'aumentare delle pressione.

(3) Per gli esplosivi, trattandosi di reazioni rapidissime, l'unità di tempo che si usa di prendere è il millesimo oppure il decimillesimo di minuto secondo.

(4) Così se disposte all'aria libera senza alcun intasamento, la nitroglicerina, il fulmicotone, la gelatina esplosiva, le balistiti, le dinamiti ordinarie, l'acido picrico, il trotyl, ecc., bruciano come le sostanze combustibili ordinarie, cioè con produzione di fiamma e sibilo; perfino parecchie tonnellate di balistite sono talora bruciate senza esplodere.

la combustione si limita alla parte inizialmente incendiata e non si propaga se la pressione non raggiunge un conveniente valore: si ha allora la cosiddetta *deflagrazione;* essa non costituisce un vero fenomeno esplosivo.

b) Se l'espansione dei gas prodotti dall'accensione non avviene liberamente alla pressione ordinaria, la rapidità con cui si trasmette la reazione cresce col crescere della pressione e della temperatura dei gas prodotti, e questa rapidità della combustione può divenire tale da dare luogo ad elevate pressioni con energici effetti meccanici, produzione di fiamma e rombo, cioè producendo realmente il fenomeno dell'esplosione; si ha allora la cosiddetta *esplosione* semplice.

c) Se la rapidità con cui si trasmette la reazione esplosiva è tale che la reazione stessa è compiuta quando ancora i primi gas prodotti non hanno avuto il tempo necessario per iniziare l'espansione, cioè quando i prodotti della combustione occupano ancora il volume stesso che occupava la materia esplosiva, si determinano fortissime pressioni ed effetti meccanici violentissimi dovuti alla forza viva che hanno acquistato i gas a reazione ultimata; si ha allora una reazione quasi istantanea (1) ed in ogni modo incomparabilmente più breve che nell'esplosione semplice, detta *detonazione* od anche *esplosione per detonazione.*

La detonazione ha una durata differente a seconda della materia esplosiva e delle condizioni in cui avviene.

8. Polveri e detonanti. — Gli esplosivi per i quali, iniziando la reazione in un punto della loro massa, si ottengono solo effetti di esplosione semplice, si dicono *polveri* (2); quelli che hanno la proprietà di detonare, allorquando in un punto della loro massa s'inizi la reazione, si dicono *detonanti.*

La detonazione non è però proprietà esclusiva dei *detonanti* propriamente detti; l'esperienza (3) ha largamente dimostrato che la maggior parte delle sostanze esplosive sono suscettibili di dare luogo a detonazioni di ordine differente quando la reazione esplosiva avvenga in speciali convenienti condizioni, quali: la densità di caricamento, la pressione, la resistenza alla deformazione delle pareti del recipiente, il modo e la specie dell'intasamento, il mezzo e l'energia dell'impulso iniziale (4).

Di queste condizioni le più importanti sono quelle relative all'impulso iniziale.

---

(1) Per esempio: la detonazione del *fulminato di mercurio* è tanto rapida che è sufficiente la resistenza opposta dall'inerzia delle molecole dell'aria ambiente per impedire l'espansione del gas, tanto che la presenza di altri corpi che si oppongono alla espansione, costituendo un intasamento, non ha alcuna influenza su tale rapida durata.

(2) Sebbene in generale non assumano forma polverulenta, talvolta nemmeno nel periodo della loro fabbricazione.

(3) La *polvere nera* può detonare quando sia impiegata a forte densità di caricamento e potentemente innescata mediante una cartuccia innesco di *gelatina esplosiva.*

(4) La *nitroglicerina* detona in seguito ad urto energico oppure con una cassula di miscela detonante formata di fulminato di mercurio e clorato di potassio.

Il *fulmicotone secco* e le dinamiti hanno bisogno di un impulso più energico, quale quello di una cassula abbastanza potente formata di solo fulminato di mercurio.

Il *fulmicotone umido* e le *gelatine esplosive* non detonano con la sola cassula di fulminato di mercurio, ma richiedono un innesco doppio, più potente, quale quello for-

Concludendo: Ad eccezione dei detonanti propriamente detti, per gli esplosivi tipo polveri i tre modi differenti in cui può avvenire la reazione esplosiva, *la deflagrazione. l'esplosione. la detonazione.* non rappresentano tre forme ben distinte che caratterizzino ciascun esplosivo (1) bensì la reazione esplosiva può assumere per ogni esplosivo un'infinità di forme che hanno intensità, durata, natura (2), diverse e delle quali la deflagrazione e la detonazione rappresentano i limiti.

Nelle applicazioni tecniche non interessano le forme di deflagrazione, mentre, per ciascun esplosivo, occorre di rilevare tutti i caratteri relativi alle forme di esplosione e di detonazione: i caratteri dell'esplosione specialmente per le applicazioni pratiche dell'esplosivo a scopo balistico (di propulsione); i caratteri della detonazione per le applicazioni pratiche a scopo, sia industriale che militare, di rottura o di demolizione.

9. Onda esplosiva chimica. Spiegazione dei fenomeni della detonazione e dei suoi differenti ordini secondo il Berthelot (3). — Il Berthelot ha studiato teoricamente e sperimentalmente il fenomeno della detonazione ed il prodursi di detonazioni d'ordine differente e ne dà la seguente spiegazione basata sulle teorie termodinamiche relative ai fenomeni dell'urto (4).

« L'energico impulso iniziale dovuto all'innesco dà luogo a pressioni improvvise che non hanno il tempo di ripartirsi nella massa dell'esplosivo, dimodochè gli strati di materia che primi ricevono l'urto assumono repentinamente un'elevata temperatura, che provoca in essi la reazione esplosiva. I prodotti di questa si sviluppano quasi istantaneamente, ed essendo a pressioni e temperature molto elevate, dànno luogo ad un secondo urto, più

---

mato da un bossolo di fulmicotone secco (*innesco secondario*) a sua volta innescato con cassula di fulminato di mercurio (*innesco primario*).

L'*acido picrico fuso* non detona nè colla cassula di fulminato, nè col bossolo di fulmicotone secco, ma richiede un innesco doppio formato da una carichetta di acido picrico polverulento compresso, a sua volta innescata con una cassula abbastanza potente di fulminato di mercurio.

(1) Così la deflagrazione della balistite, causa il rapido aumento di pressione, può giungere alla detonazione se grande è la densità di caricamento (balistite compressa dalla carica interna di alcuni proietti e delle miccie) e la energia dell'innesco, può scendere alla deflagrazione semplice se piccola è la densità di caricamento e debole la energia dell'innesco (innesco incendivo).

(2) Poichè la decomposizione di un esplosivo non avviene sempre secondo un'invariabile reazione caratteristica, bensì i prodotti ottenuti variano alquanto a seconda della rapidità con cui avviene e della pressione che sviluppa.

(3) Si riporta qui la chiara e dotta esposizione fatta dal colonnello G. BIANCHI nella sua opera *Teoria degli esplosivi.*

(4) Il capitano di vascello BRAVETTA, in un interessantissimo articolo pubblicato nella *Riv. d'Artiglieria e Genio,* febbraio 1911, « Nota sul caricamento di proietti con alti esplosivi », espone altresì la teoria della detonazione secondo il Favier e secondo il Bichel. Circa la spiegazione del Berthelot, che la varietà dei fenomeni esplosivi dipende dalla velocità con cui la reazione si propaga e dalle tensioni più o meno sviluppate che ne risultano, dice: « Quando un peso cade da una certa altezza sopra un esplosivo, non si può ammettere che il suo improvviso arrestarsi sviluppi una quantità di calore sufficiente a portare tutta la massa dell'esplosivo alla temperatura necessaria perchè esso esploda; si può invece accettare l'ipotesi che le pressioni risultanti dall'urto esercitato sulla superficie, ed in una limitata zona, della sostanza esplosiva urtata, siano troppo istantanee perchè possano trasmettersi uniformemente in tutta

violento del primo, sugli strati adiacenti, provocando anche in essi la reazione esplosiva, che si trasmette così successivamente all' intera massa. A breve distanza dal punto iniziale, la trasformazione chimica si produce sopra una superficie regolare sulla quale sono identiche la forma di combinazione, la temperatura, la pressione, ecc., e questa superficie si sposta progressivamente con grande rapidità per effetto dell'urto dei prodotti che successivamente si sviluppano. La trasformazione chimica si propaga così attraverso alla massa dell'esplosivo in modo analogo a quello con cui si propagano le onde sonore, sotto forma di un'onda di natura speciale che Berthelot denomina *onda esplosiva chimica.*

La velocità di propagazione dell'onda esplosiva chimica è enormemente superiore alla velocità con cui si trasmette l'ordinaria deflagrazione e, come la velocità del suono, si conserva costante per tutta la durata del fenomeno; però, mentre l'intensità delle onde sonore decresce a partire dall'origine proporzionalmente al quadrato della distanza, l'intensità dell'onda esplosiva si mantiene costante, perchè il procedere della detonazione genera nuova energia; inoltre il movimento non è periodico, ma ha luogo una volta sola a partire dal punto iniziale, e l'onda esplosiva cessa sulla superficie che limita la massa dell'esplosivo.

La velocità di propagazione dipende dalla natura chimica della sostanza esplosiva, dal volume che essa occupa, dalla sua costituzione chimica e dalla reazione che avviene.

L'intensità dell'onda dipende dall'intensità dell'impulso iniziale, dimodochè variando il modo d'innescamento si possono avere detonazioni di varia energia e quindi effetti più o meno intensi da uno stesso esplosivo (1).

L'*onda esplosiva chimica* è accompagnata da un'*onda di pressione fisica* che si trasmette oltre la superficie che limita la massa esplosiva, con intensità decrescente, dando luogo ad effetti di varia specie nel mezzo circostante (esplosione per influenza, urto esplosivo).

Come già si è osservato, esistono composti per i quali la detonazione e la conseguente onda esplosiva, rappresenta la forma normale dell'esplosione, essi sono i *detonanti* propriamente detti; ma per la maggior parte delle sostanze, l'onda esplosiva si genera solamente in seguito ad impulso iniziale sufficientemente energico prodotto da un *innesco* (2) idoneo.

---

la massa. Per conseguenza la trasformazione dell'urto in calore si manifesta soltanto in una piccola zona superficiale dell'esplosivo, la quale, se l'urto è abbastanza violento, può essere portata subitamente alla temperatura di 200°, decomponendosi all'istante e producendo gran copia di gas. Questa produzione di gas avviene così rapidamente che il corpo urtante non ha il tempo di spostarsi, e perciò l'espansione del gas determina un secondo urto più violento del primo sugli strati sottostanti alla zona colpita. La forza viva di questo secondo urto si cambia in calore determinando l'esplosione di codesti strati; e questo alternarsi di un urto che sviluppa calore, e di una produzione di calore che innalza la temperatura degli strati riscaldati, fino al punto di una nuova esplosione capace di produrre un urto, trasmette la reazione, di strato in strato, nell'intiera massa ».

(1) Una prova evidente di questo fatto si ha nella detonazione per influenza.

(2) *Innesco* è quell'artifizio che serve per dare l'impulso iniziale alla reazione; per produrre la detonazione è generalmente composto di un *detonatore primario* e di un *trasmettitore* o *detonatore secondario.*

Nelle applicazioni la potenza dell'innesco deve essere determinata in modo da ottenere che la detonazione avvenga colla massima rapidità; un difetto di energia dell'innesco dà luogo a detonazioni mancate oppure poco energiche, con grande perdita di effetti.

La determinazione dell'energia dell'innesco ha quindi la massima importanza; essa non può essere fatta che sperimentalmente. Inoltre nell'impiego è necessario avere molta cura perchè l'innesco sia disposto in modo da trasmettere l'urto iniziale con tutta la sua intensità; è necessario evitare specialmente che fra l'innesco e l'esplosivo restino spazi vuoti, che possono essere causa di detonazioni meno energiche ad anche mancate.

10. *Velocità dell'onda esplosiva chimica.* — La velocità di propagazione dell'onda esplosiva chimica si può misurare sperimentalmente.

I valori, V, della velocità di propagazione dell'onda esplosiva chimica determinati dall'esperienza con stabilita densità di caricamento Δ, sono i seguenti:

	Δ	V (in metri al 1″)
Nitroglicerina	1,60	da 1000 a 1600
Fulminato di mercurio	2,80	3900
Fulmicotone secco	0,90	3900
» »	1,17	4800
» »	1,40	da 4800 a 6200
Acido picrico	1,55	da 7700 a 8200
Trinitrotoluene.	1,55	7200
Dinamiti al kieselguhr (25 %) .	0,80	2400
» » » .	1,34	3670
» » » .	1,62	6800
» » » .	1,69	4200
» » » .	1,71	2400
» » » .	1,74	detonazione mancata
Gelatina esplosiva	1,63	7700

Le esperienze, oltre a fare rilevare la notevole influenza esercitata dalla densità di caricamento, determinarono che la velocità di propagazione dell'onda aumenta aumentando il diametro e la resistenza del tubo nel quale l'esplosivo è racchiuso, che *le sostanze detonanti se sono allo stato cristallino detonano più rapidamente di quando sono allo stato amorfo.*

11. Onda di pressione. Detonazione per influenza. — L'*onda esplosiva* è di carattere chimico e si propaga, con intensità costante, nella massa dell'esplosivo e nei prodotti dell'esplosione e non nel mezzo ambiente, perciò essa cessa alla superficie limitante lo spazio occupato dall'esplosivo; ma l'onda esplosiva è accompagnata da un'*onda di pressione*, di carattere puramente *fisico*, la quale si trasmette nel mezzo in cui avviene la detonazione, sia questo l'aria, un liquido, il suolo ed in generale attraverso ai corpi con cui l'esplosivo è a contatto.

Quest'onda fisica non è costituita dai prodotti della reazione lanciati da ogni parte nello spazio a partire dal focolare dell'esplosione (questi conservano la loro velocità solo fino ad una distanza relativamente molto piccola), ma è provocata dalla compressione subìta, in seguito all'esplosione, dall'aria

ed in generale dai corpi con cui l'esplosivo era a contatto, e si trasmette senza che abbia luogo trasporto di materia, in conseguenza dell'elasticità dei corpi (1).

Se l'onda di pressione incontra un'altra massa di esplosivo, può funzionare per essa da impulso iniziale e provocarne la detonazione, che allora si denomina *detonazione per influenza*.

Affinchè la detonazione per influenza si verifichi, è necessario che la distanza della seconda massa esplosiva dal focolare dell'esplosione sia abbastanza piccola, in modo che l'impulso iniziale sia sufficientemente energico.

Il veicolo della trasmissione è principalmente il suolo; una cartuccia detonante sospesa in aria detona solo se si trova a piccola distanza, dalla prima cartuccia che ha detonato, mentre la distanza può essere molto maggiore quando le due cartucce appoggiano sul suolo, specialmente se questo è molto elastico.

Se si dispone sopra una linea retta una serie di cartucce eguali equidistanti fra loro, la propagazione ha luogo a partire dalla prima cartuccia esplosa, ma non procede indefinitamente; ad un certo punto la detonazione non si trasmette più; l'impulso iniziale va gradatamente diminuendo d'intensità a partire dal focolare della esplosione; la seconda cartuccia riceve un impulso iniziale meno energico di quello che ha ricevuto la prima, e genera un'onda meno intensa; lo stesso accade per la terza cartuccia, finchè l'intensità dell'onda è ridotta al punto da non essere più capace di provocare la detonazione; se si misurano gli effetti esplosivi delle successive cartucce, si riconosce che questi vanno decrescendo rapidamente d'intensità a partire dalla prima.

Questi risultati dimostrano quanto grande sia l'importanza dell'energia dell'impulso iniziale nella detonazione. I suoi effetti e la sua rapidità dipendono non tanto dalla massa e dalla natura dell'esplosivo, quanto dal modo in cui la detonazione viene provocata, ed *una stessa massa di esplosivo può dare detonazioni di energia molto differente a seconda dell'energia dell'impulso iniziale;* se l'impulso iniziale è poco energico, si possono avere detonazioni mancate, che dànno luogo ad effetti molto deboli e spesso anche a reazioni più prossime a quella della combustione all'aria libera che a quella dell'esplosione.

La distanza a cui può aver luogo la trasmissione per influenza dipende dalla massa dell'esplosivo che ha dato luogo alla prima detonazione, dalla natura del suolo e del mezzo (2), ed anche dalla natura dell'esplosivo (3).

Il fenomeno della detonazione per influenza ha molta importanza pratica, non tanto per le rare applicazioni che se ne possono fare, quanto per gli inconvenienti ed i pericoli cui può dar luogo. È quindi necessario tenerlo

---

(1) In analogia alla trasmissione dell'onda sonora ed anche della pressione idraulica.

(2) Secondo esperienze del Coville, una cartuccia di 100 gr. di dinamite con involucro rigido di metallo ne fa esplodere un'altra a m. 0,70 se è disposta su rotaie di ferrovia, a m. 0,30 se sopra suolo resistente, a distanze minori se il suolo è smosso, e solo a pochi centimetri se le cartucce sono sospese nell'aria.

Altri esperimentatori diedero delle formole, ma occorre rammentare che queste sono applicabili solo alle condizioni speciali in cui furono fatte le esperienze, e non hanno alcuna generalità; tuttavia esse dànno un'idea approssimata dell'ordine di grandezza delle distanze a cui si può trasmettere la detonazione per influenza.

(3) Certi esplosivi, come l'acido picrico, hanno poca tendenza a trasmettere la detonazione, altri invece, come il fulmicotone secco e la gelatina esplosiva, la trasmettono con maggiore facilità.

presente nella ripartizione dei locali nei polverifici, nei magazzini e depositi di munizioni, nella disposizione dei depositi di esplosivi nelle piazze forti e nelle batterie, nel collocamento di mine o torpedini, ecc., per assicurarsi che lo scoppio rimanga in ogni caso localizzato.

12. Onda retrograda ed urto esplosivo. — L'onda fisica che, come si è detto, si genera in conseguenza dell'esplosione, produce una improvvisa compressione del mezzo in cui l'esplosione avviene, dando luogo alla formazione di un'onda di pressione che si propaga nel mezzo stesso con grande rapidità; la velocità di propagazione da principio è molto superiore a quella del suono e va poi gradatamente decrescendo fino a divenire eguale ad essa; l'eguaglianza comincia a verificarsi ad una distanza tanto maggiore quanto maggiore è l'energia iniziale dell'esplosione.

L'energia dell'onda di pressione va diminuendo proporzionalmente al quadrato della velocità, ed è assorbita in parte dagli ostacoli che l'onda incontra nel suo cammino, dimodochè essa diminuisce più rapidamente rasente il suolo che non verso l'alto (1).

Alla compressione generale dell'esplosione succede un'aspirazione verso il focolare dell'esplosione, dovuta al precipitarsi della materia costituente il mezzo (aria, acqua) nel vuoto lasciato dai gas, che era stata lanciata in tutte le direzioni, ma specialmente verso l'alto; si forma così un'altra onda materiale (aria, acqua) che ha direzione opposta alla prima, e che si dice *onda retrograda*.

Questo doppio fenomeno, onda di pressione ed onda retrograda, è la causa dei danni che si verificano, estendendosi talvolta a distanze molto grandi, quando avviene l'esplosione rapida di grandi quantità di esplosivo; i danni causati dall'azione diretta dei prodotti dell'esplosione si estendono fino a distanze relativamente piccole, alle distanze maggiori entra in campo questo doppio fenomeno, che viene denominato *urto esplosivo*.

Il modo in cui avviene il fenomeno spiega molti fatti che furono constatati nei disastri provocati dall'esplosione di grandi masse di esplosivo, quali, ad esempio, la caduta degli ostacoli (muri, caseggiati, alberi, porte e finestre) verso il focolare dell'esplosione. Probabilmente l'onda diretta inizia la demolizione dell'ostacolo, e l'onda retrograda che immediatamente le succede, la compie, provocando la caduta verso il focolare dell'esplosione; può anche darsi che l'onda retrograda a livello del suolo abbia, a cominciare da una certa distanza, maggiore energia che non quella diretta.

L'onda di pressione, incontrando ostacoli si riflette, e può quindi, dipendentemente dalle accidentalità topografiche, assumere intensità differenti nelle varie direzioni, e ciò spiega come in molti casi i danni si estendano a grandi distanze in certe direzioni, mentre in altre sono limitati a distanze minori.

Il fenomeno fu studiato sperimentalmente, sia rilevando i danni causati dalle grandi esplosioni accidentali, sia facendo esplodere a scopo di esperienza masse di esplosivi relativamente grandi, sia finalmente mediante esperienze di laboratorio; gli studi ebbero lo scopo essenziale di determinare le zone di sicurezza che è necessario

(1) Questa è una delle ragioni per cui, in previsione di violenta esplosione, si prescrive di gettarsi bocconi sul suolo.

stabilire in vicinanza dei grandi depositi di esplosivi, e nei vari trattati speciali si trovano formole sperimentali per determinare le minime distanze dal focolare della esplosione alle quali si possono avere danni di una certa entità.

13. Potere dirompente. — Le esplosioni molto rapide, quali le detonazioni, dànno luogo ad effetti di rottura e di proiezione violenta dei corpi che si trovano nell'immediata vicinanza della sostanza che esplode; questi effetti sono detti *dirompenti.*

Gli effetti dirompenti sono dovuti alle enormi pressioni che si sviluppano nello spazio occupato dalla carica, ed alla conseguente velocità grandissima con cui i prodotti gasosi vengono proiettati.

Se fosse possibile determinare un valore almeno approssimativo della pressione sviluppata nel punto stesso in cui ha luogo la reazione e della velocità che acquistano i prodotti, si potrebbe avere un'idea del *potere dirompente* dei vari esplosivi confrontando fra di loro i valori della forza viva che acquistano i prodotti dell'esplosione; ma ciò non è possibile; non si possono avere valori, neppure approssimativi, delle pressioni che si sviluppano quando la reazione ha luogo in un volume prossimo a quello effettivamente occupato dall'esplosivo, nè si può calcolare la velocità dei prodotti.

La *velocità di propagazione dell'onda esplosiva,* della quale si possono determinare o calcolare valori approssimativi, è una quantità di natura del tutto differente da quella della *velocità che acquistano i prodotti dell'esplosione,* ed il suo valore non può servire a determinare la forza viva che i prodotti stessi possiedono.

Quindi per farsi un'idea del potere dirompente dei vari esplosivi, è necessario ricorrere a procedimenti puramente empirici (1).

Uno dei mezzi più comunemente impiegati per paragonare fra di loro i vari esplosivi è la *prova di Trauzl* o *prova al blocco di piombo* (2).

Alcuni dei risultati ottenuti in esperienze di questo genere sono riportati nello specchio seguente.

---

(1) Per esempio, misura dello schiacciamento subìto da un cilindro di piombo, al disopra del quale viene fatto esplodere un dato peso di esplosivo; misura del foro prodotto in una lastra di piombo (impiegato specialmente per il collaudo delle cassule); misura dell'incurvamento prodotto in una lamiera appoggiata sul contorno dall'esplosione di una carica disposta al centro della lamiera stessa; misura della distanza a cui una data carica produce ancora l'esplosione per influenza di una cartuccia di un determinato esplosivo; determinazione del numero di pezzi in cui una data carica interna frantuma un proietto; ecc.

Questi vari metodi dànno spesso risultati contraddittori quando si impiegano per confrontare due esplosivi differenti, e, se possono essere molto utili per prove comparative preliminari, non dànno un'idea completa degli effetti che l'esplosivo è capace di produrre.

Solo le prove dirette d'impiego possono indicare in modo sicuro quali esplosivi siano più adatti a determinate applicazioni.

(2) L'esplosivo foggiato a forma di cartuccia ed innescato, viene collocato entro una cavità cilindrica praticata in un grosso blocco di piombo; si intasa la carica con sabbia e si provoca l'esplosione. Nel blocco si forma una cavità, della quale si può misurare il volume. Confrontando fra di loro i volumi delle cavità prodotte da pesi uguali di varî esplosivi collocati in uguali posizioni, in uguali cavità di blocchi di piombo uguali e di metallo che abbia uguali proprietà, si ottengono dei numeri che si possono ritenere proporzionali al potere dirompente degli esplosivi stessi.

Potere dirompente di alcuni esplosivi.

	Volume della cavità cm³	Potere dirompente (1)
Nitrommannite	650	108
Nitroglicerina	600	100
Gelatina esplosiva (8 % collodio)	520	87
Fulmicotone (13 % N)	420	70
Dinamite al kieselguhr	350	58
Acido picrico	300	50
Cotone collodio (12 % N)	250	42
Polveri di soda nitrocellulosa	150	25
Fulminato di mercurio	150	25
Polvere nera	30	5

Il potere dirompente non dipende dalla velocità dell'onda esplosiva; ciò appare chiaramente dal confronto fra la nitroglicerina e la dinamite; anzi, da esperienze fatte da Dautriche con dinamite al kieselguhr a vari gradi di compressione, risulta che per uno stesso esplosivo il massimo del potere dirompente non coincide col massimo della velocità di propagazione dell'onda esplosiva (2).

14. Esplosione in un'arma. Esplosivi di propulsione. — Nelle armi da fuoco la sostanza esplosiva costituisce la *carica di propulsione* del proietto; questa carica è disposta in un recipiente la cui capacità varia perchè l'azione esplosiva sposta una parte delle pareti del recipiente, la base del proiettile, inoltre l'azione esplosiva deve durare quanto è necessario affinchè il proiettile si sposti convenientemente nell'anima ed abbandoni l'arma animato da grandissima energia; ne consegue che *le sostanze esplosive che si impiegano nelle armi* devono presentare particolari caratteri per i quali si ottenga: *grande potenza e relativamente piccola farza, grande durata della reazione. sensibilità costante e limitata* al grado necessario affinchè un innesco incendivo produca solamente l'infiammazione.

Sono dunque da escludere dalla categoria degli *esplosivi di propulsione* quelli che hanno caratteri dirompenti o che sono stati disposti in condizioni di detonare, sono invece da considerare gli esplosivi (3) tipo polvere ordinaria od infume; anzi comunemente s'indica col nome di *polvere* un esplosivo che può assumere le condizioni caratteristiche necessarie per dare luogo ad effetti balistici.

Gli esplosivi di propulsione vengono impiegati nelle armi foggiati in *grani;* la forma e le dimensioni dei grani hanno un'influenza grandissima sulla legge del movimento del proietto nell'interno di un'arma; ne consegue che: *Una polvere è determinata, oltre che dalla natura chimica e dalla costituzione fisica della sostanza esplosiva. dalla forma geometrica e dalle dimensioni dei grani.*

---

(1) Il potere dirompente è espresso ponendo uguale a *100 quello della nitroglicerina.* Vedi: BRUSNWIG, *Explosivstoffe.*

(2) G. BIANCHI, *Teoria degli esplosivi.*

(3) Vedi l'elenco dato al precedente N. 3.

Sia l'infiammazione che la combustione della carica non avvengono nell'arma come si è detto per l'esplosione in recipienti di capacità invariabile (1).

L'infiammazione della carica non è simultanea, ma per la piccole cariche si può ritenere simultanea e per le grosse cariche si può, occorrendo, tenerne conto sia per quanto riguarda la forma del grano e la natura dell'esplosivo, sia per il modo con cui il cartoccio è confezionato ed innescato.

La combustione della carica si svolge in modo che l'azione dell'esplosione si può distinguere in due periodi; il primo periodo comincia nell'istante in cui ha luogo l'infiammazione e termina quando la combustione di tutti i grani è completa (2); nel secondo periodo i prodotti dell'esplosione si espandono fino a che il proietto abbandona l'arma.

In ogni modo nello studio dei problemi di balistica interna si ammettono le seguenti:

Ipotesi fondamentali sul modo con cui si svolge l'azione esplosiva:

1ª La legge con cui si espandono i prodotti dell'esplosione è quella adiabatica (3) corretta mediante un coefficiente sperimentale.

2ª L'infiammazione della carica avviene simultaneamente per tutti i grani (4).

3ª La combustione dei singoli grani procede per strati paralleli dalla superficie verso l'interno della massa di ciascun grano; cioè procede in direzione normale alla superficie infiammata del grano, in modo che in un dato tempo le dimensioni del grano diminuiscono di eguali quantità in tutti i sensi (5).

4ª La velocità di combustione cresce proporzionalmente ad una potenza n della pressione, con molta approssimazione si può ritenere $n = 1$ (6).

Il peso dei prodotti svolti nell'unità di tempo esprime *la velocità d'emissione.*

5ª I grani costituenti una determinata carica si ritengono tutti uguali nella forma, nelle dimensioni, nella composizione chimica e nella costituzione.

6ª Il proietto deve abbandonare l'arma dopo ultimata la reazione esplosiva della carica.

---

(1) Vedi precedenti numeri 4, 5, 6, 7.

(2) Vedi appresso: ipotesi 3ª.

(3) Cioè: che l'espansione avvenga senza compiere lavori nè cedere calore alle pareti del recipiente.

(4) La velocità con cui procede l'infiammazione è molto grande rispetto alla velocità di combustione dell'esplosivo, quindi il tempo occorrente per infiammare successivamente tutti i grani si può trascurare rispetto al tempo necessario per la combustione dei grani stessi. G. Bianchi, *Balistica interna.*

(5) Le esperienze del Vieille dimostrarono che questa legge di combustione si verifica sempre per le polveri di costituzione *colloidale* (polveri infumi); invece per le polveri di costituzione *agglomerate* (polveri ordinarie) la combustione avviene in modo differente: i primi prodotti gasosi sviluppati penetrano nei piccoli interstizi della materia del grano e questo si rompe durante la combustione, dimodochè la durata di questa non dipende dalla sola grossezza del grano ma anche dalla densità, o meglio dal grado di compattezza della materia e dal modo di agglomerazione dei grani. Però qualora coll'esplosivo agglomerato si foggiassero grani molto compressi, in modo da avere una forte densità, si verificherebbe la combustione per strati paralleli. G. Bianchi, *Balistica interna.*

(6) I valori dati dal Vieille sarebbero invece: per le polveri nere $n = 0{,}5$, per le polveri a base di nitroglicerina $n = 0{,}6$, per le polveri a base di nitrocellulosa $n = 0{,}66$.

— Ne risulta che, per quanto i dati teorici siano molto prossimi ai reali, solo le esperienze di tiro possono fornire dei dati sicuri sulle caratteristiche degli esplosivi di propulsione e sulla loro azione esplosiva nelle armi.

15. Forma generale della curva delle pressioni; effetto balistico e forza dilaniatrice. — Da quanto si è precedentemente detto sull'energia potenziale e sulla forza delle materie esplosive si può dedurre che le condizioni meccaniche a cui devono soddisfare gli esplosivi impiegati nelle armi sono:

1° atti ad imprimere al proietto velocità relativamente grandi; cioè di *grande effetto balistico;*

2° non dare luogo a pressioni eccessive in relazione alla resistenza dell'arma; cioè di *piccola forza dilaniatrice.*

— Per esaminare come agisce la pressione dei gas in un'arma, cioè come agisce la forza che determina il moto del proietto, si considera per l'unità di peso d'esplosivo la relativa *curva delle pressioni* o *diagramma delle pressioni unitarie,* ottenuta prendendo per ascisse gli spazi percorsi dal proietto nell'arma e per ordinate i valori delle pressioni unitarie corrispondenti (Figure 1 e 2).

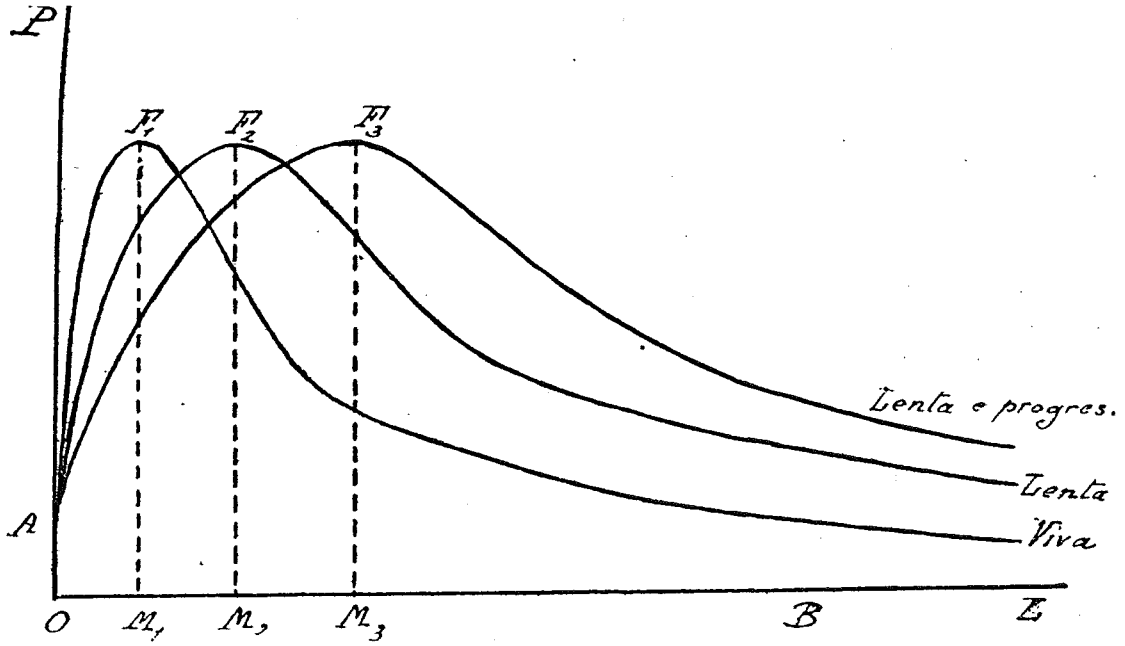


Fig. 1. — Curve delle pressioni nell'ipotesi di esplosivi diversi aventi uguale forza dilaniatrice.

Si riscontra che la curva non parte dall'origine degli assi coordinati, perchè il proietto muove quando la pressione ha raggiunto valore tale da vincerne l'inerzia ed il forzamento; indi la curva sale rapidamente, perchè aumenta grandemente l'emissione dei gas in rapporto all'aumento di volume dietro al proietto, si raggiunge così un valore massimo M_1F_1 detto *forza dilaniatrice* sopportata dall'arma, e precisamente si raggiunge quando le cause d'aumento nel valore della pressione equilibrano le cause di diminuzione della pressione stessa, quali l'aumento di spazio ed il raffreddamento prodotto dal lavoro compiuto e dalle irradiazioni di calore; da questo momento i prodotti dell'esplosione diminuiscono sensibilmente e più o meno

rapidamente la loro azione espansiva, e conseguentemente la curva delle pressioni si abbassa, tendendo a confondersi coll'asse delle ascisse quando l'espansione avvenisse nell'arma fino ad equilibrare la pressione atmosferica.

L'area compresa fra la curva delle pressioni unitarie e l'asse degli spazi misura il *lavoro unitario della carica* od *effetto balistico unitario della carica* (1); ne consegue:

1° che la velocità iniziale del proietto non dipende dalla pressione massima dei gas, ma dalla loro pressione media;

2° che nelle armi conviene impiegare esplosivi di grande effetto balistico, ma di moderata velocità di combustione.

16. Proprietà delle polveri: polveri vive, polveri lente, polveri lente a progressiva combustione. — Considerando l'unità di peso d'esplosivo e le curve delle pressioni per diverse qualità d'esplosivo (Fig. 1), si dirà:

a) *polvere viva,* quella in cui la velocità di combustione è così rapida da dare subito luogo, talora anche prima che il proietto si muova, al massimo di pressione per poi decrescere rapidamente;

b) *polvere lenta,* quella in cui la velocità di combustione è tale che il proietto può spostarsi di 3 o 4 calibri prima che si abbia il massimo di pressione per poi decrescere sensibilmente, ma non rapidamente;

c) *polvere lenta e progressiva,* quella lenta in cui la velocità di combustione è tale che lo sviluppo di gas cresce lentamente e progressivamente anche dopo che il proietto ha percorsi tre o quattro calibri, indi decresce lentamente in modo da dare luogo con ritardo a pressione massima non elevata ed a pressioni successive progressivamente e lentamente decrescenti.

17. Influenza della forma, delle dimensioni e della densità del grano sulla forza dilaniatrice e sull'effetto balistico. — L'influenza della forma, delle dimensioni e della densità del grano sulla vivacità delle polveri e conseguentemente sulla forza dilaniatrice e sull'effetto balistico è grandissima anche per uno stesso esplosivo (Fig. 2), poichè:

a) dalla forma dipende la superficie d'infiammazione e di emissione dei gas (velocità d'emissione);

b) dalle dimensioni dipende la superficie d'infiammazione e d'emissione dei gas e la durata di combustione di tutto il grano, durata che è corrispondente a quella della dimensione minore;

c) dalla densità dipende la velocità di combustione e di emissione dei gas e quindi anche la durata della combustione.

Come si vede: forma, dimensioni, densità del grano hanno influenze reciproche sul fenomeno dell'esplosione; il problema della combustione delle polveri risulta perciò molto complicato; verrà trattato nello studio del *Materiale d'Artiglieria:* « Teoria degli esplosivi e Balistica interna » (2); indichiamo ora soltanto che:

Per ogni forma di grano, parallelepipedo, piastrella, filiforme, bandella o striscia, poliedro regolare od irregolare, tubo, ecc., esistono, dati dalla bali-

(1) Per quanto riguarda questo argomento vedi precedente Capitolo III, N. 12, e la Parte II.

(2) Vedi le opere già citate del colonnello d'artiglieria G. Bianchi.

stica interna, dei coefficienti numerici che sono indipendenti dalle dimensioni del grano stesso e dipendono esclusivamente dalla forma del grano; questi coefficienti, chiamati *coefficienti di forma del grano* od anche *caratteristiche geometriche della polvere,* dànno un'idea del modo di variare della superficie

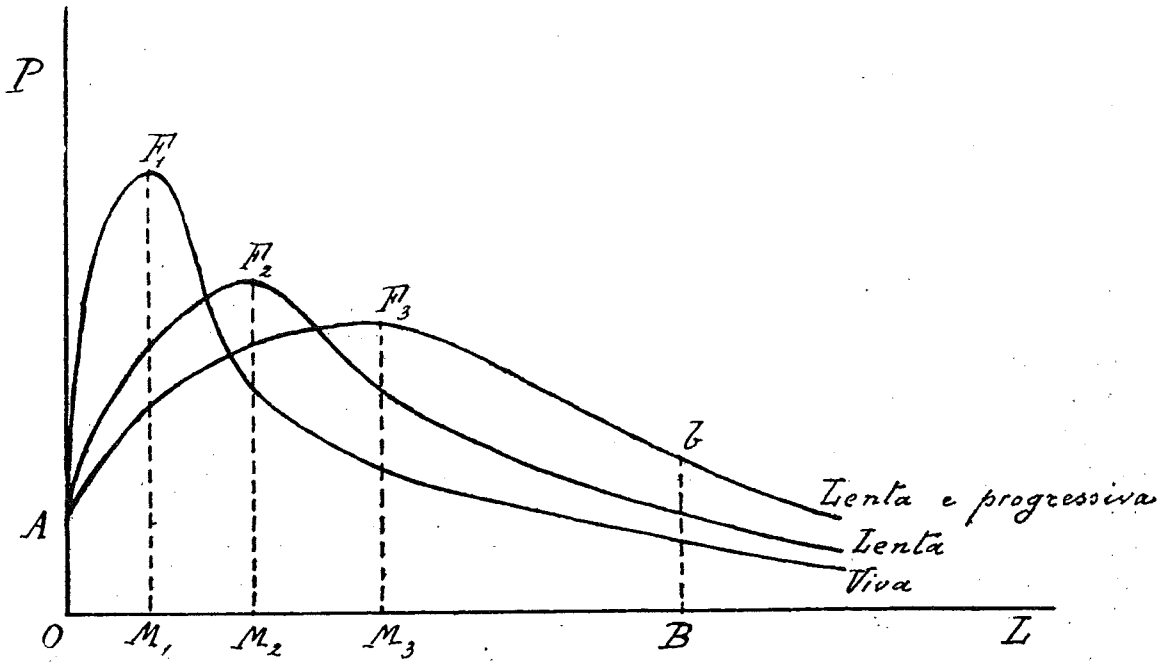


Fig. 2. — Curve delle pressioni nell'ipotesi di uno stesso esplosivo nel quale, senza variare l'effetto balistico, si siano variate le caratteristiche relative alla forma, dimensioni dei grani e della carica.

di emissione dei gas e del volume di grano combusto e perciò dànno l'idea della vivacità delle varie forme di grano, inoltre se si considerano cariche di uguale peso, composte di grani di forme diverse, ma di uguale dimensione minima, dànno anche l'idea della vivacità delle cariche considerate.

— « Studiando convenientemente la composizione dell'esplosivo, la densità, la forma e le dimensioni dei grani, il peso della carica ed il modo di accensione, è possibile regolare lo sviluppo dei gas prodotti dall'esplosione nell'interno di un'arma in modo da ottenere che tali gas si espandano nello spazio lasciato disponibile dall'avanzarsi del proietto, e che la pressione esercitata sulle pareti dell'anima (forza dilaniatrice) non oltrepassi un determinato valore, oltre il quale verrebbe compromessa la resistenza della bocca da fuoco, pur ottenendo che la pressione conservi un valore abbastanza elevato, tale da imprimere al proietto la voluta forza viva (potenza balistica).

Da quanto si è detto consegue che lo scambiare una polvere con un'altra nella costituzione di una carica o l'alterare sensibilmente il peso di questa potrà non fare ottenere gli effetti voluti dal tiro, e potrà anche danneggiare grandemente la bocca da fuoco e produrne perfino la rottura.

Grave pertanto è la responsabilità di chi è preposto al confezionamento delle cariche, e stretto è l'obbligo suo di accertarsi che si adoperino sempre le polveri della voluta specie e le cariche del peso prescritto » (1).

(1) *Istruzioni sulle munizioni,* edizione 1913.

18. Prodotti della combustione: combustione completa, combustione incompleta. — Poichè la pressione sviluppata nella combustione è funzione del volume dei gas prodotti, può occorrere di determinare se tutta la massa dell'esplosivo oppure soltanto una parte si trasforma in gas.

In massima la costituzione dei moderni esplosivi si può ritenere rappresentata (1) dalla formola generica: $O^mH^nC^pN^q$.

Si dice che *la combustione è completa* quando l'ossigeno, libero o combinato, è sufficiente ad ossidare tutto l'idrogeno ed il carbonio, formando acqua (H^2O) ed anidride carbonica (CO^2).

Si dice che *la combustione è incompleta* quando l'ossigeno, libero o combinato, non è sufficiente ad ossidare tutto l'idrogeno e tutto il carbonio.

Nel caso di combustione incompleta si potranno sempre aggiungere sostanze ossidanti, anche non esplosive, tenendo conto che occorre 0,5 di ossigeno per ogni atomo di idrogeno e 2 di ossigeno per ogni atomo di carbonio; insomma occorreranno $(0{,}5n + 2p)$ atomi di ossigeno per avere la combustione completa, cioè deve risultare: $m = 0{,}5n + 2p$.

Quando risulti $m < 0{,}5n + 2p$ la combustione è incompleta e si formerà, in luogo di anidride carbonica, dell'ossido di carbonio (CO) che, oltre ad essere dannoso alle armi e velenoso, dà luogo a maggiore sviluppo di gas e perciò di pressione, ma minore svolgimento di calore e perciò minore energia; quindi è bene rimediare all'inconveniente aggiungendo un ossidante che fornisca una quantità di ossigeno uguale a $(0{,}5n + 2p - m)$.

Quando risulti $m > 0{,}5n + 2p$ la combustione è completa e si formerà dell'ossigeno libero che alla temperatura d'esplosione sarà sotto forma di ozono, anch'esso dannoso al metallo delle armi perchè fortemente ossidante; quindi è bene rimediare all'inconveniente ed utilizzare l'ossigeno aggiungendo un corpo combustibile che contenga carbonio, oppure idrogeno, oppure zolfo, in misura da saturare la quantità $[m - (0{,}5n + 2p)]$ di ossigeno.

La reazione chimica è caratterizzata dalla composizione iniziale della materia esplosiva e dalla composizione dei prodotti dell'esplosione; però questi prodotti si possono definire in precedenza nel caso di combustione completa oppure in quello in cui si ha eccesso di ossigeno; invece nel caso di combustione incompleta si possono avere reazioni simultanee ed i prodotti possono variare colle molteplici circostanze in cui ha luogo l'esplosione in dipendenza della temperatura, della pressione, dell'innescamento, degli effetti meccanici, ecc., perciò soltanto la pratica può definire quali siano i prodotti della combustione.

In generale i prodotti gasosi sono, per esempio: monovalenti, come l'idrogeno; bivalenti, come l'ossigeno, l'azoto, l'ossido di carbonio; trivalenti, come l'anidride carbonica, l'acqua, l'anidride solforica, ecc.

Questi prodotti si formano in quantità diverse, secondo la temperatura e la pressione; così:

Ad *elevata temperatura*, se l'ossigeno è sufficiente, si formeranno soltanto CO^2 ed H^2O; se non è sufficiente si avranno in massima parte questi prodotti, indi allo stato libero le sostanze combustibili in eccesso e, qualora la pres-

---

(1) O, *ossigeno*, bivalente; H, *idrogeno*, monovalente; C, *carbonio*, tetravalente, N, od anche Az, *azoto*, bivalente.

sione sia piccola, anche dell'ossido di carbonio in tanta maggior quantità quanto minore è la pressione.

A *temperatura non molto elevata* e con forte pressione si potrà avere dell'idrogeno protocarburato (CH^4 metano), del biossido d'azoto (NO) assai dannoso (1).

Nelle miscele esplosive di polvere ordinaria si formano non solo prodotti gasosi complessi e variabili, ma anche prodotti che alla temperatura ordinaria sono allo stato liquido o solido e che dànno luogo alle fecce ed al fumo.

— *Nell'impiego pratico:* gli esplosivi a combustione completa sono vantaggiosi quando occorre di ottenere effetti dirompenti, poichè dànno luogo contemporaneamente ad elevate temperature e forti pressioni; nelle armi, pur richiedendosi grande effetto balistico occorre al tempo stesso di evitare elevate pressioni e temperature e di avere sia ossigeno allo stato libero, sia notevole quantità di ossido di carbonio, quindi è meglio attenersi ad esplosivi che poco differiscano dalla combustione completa teorica.

19. Sensibilità degli esplosivi in genere. — Il grado di sensibilità di un esplosivo lento, rapido, detonante, è dato dalla intensità dell'impulso iniziale necessario per produrre la decomposizione.

La *sensibilità di un determinato esplosivo* non è costante, ma varia in grado enorme col variare delle seguenti molteplici condizioni sotto cui si presenta l'esplosivo:

a) *Condizioni termobarometriche dell'atmosfera o dell'ambiente in cui l'esplosivo si trova.*

b) *Temperatura dell'esplosivo.* — La sensibilità cresce quanto più la temperatura si avvicina a quella per la quale avviene la decomposizione dell'esplosivo.

c) *Condizioni relative alla purezza od all'unione dell'esplosivo con altre sostanze.* — Generalmente diminuendo il grado di purezza diminuisce la sensibilità, soprattutto perchè le sostanze introdotte modificano la quantità di calore della reazione assorbendone una parte.

d) *Natura e dosamento delle sostanze introdotte.* — La sensibilità varia secondo che la sostanza introdotta è inerte oppure attiva con attitudine a prender parte alla reazione esplosiva in grado maggiore o minore, in ogni modo la natura ed il dosamento delle sostanze introdotte fanno variare la coesione molecolare (2); tipiche sotto questo riguardo sono le dinamiti in genere.

e) *Stato fisico dell'esplosivo e delle sostanze introdotte.* — L'esplosivo può essere gasoso, liquido, solido; se è solido può trovarsi allo stato cristallino oppure amorfo, fuso o polverulento, compresso o no, colloidale.

f) *Natura dei solventi o dissolventi.* — I solventi che si impiegano nella fabbricazione di alcuni esplosivi per trasformarli dallo stato solido, specialmente fibroso, a quello gelatinoso o colloidale, possono essere eliminati in tutto od in parte al termine della lavorazione e possono essere attivi od inerti.

g) *La forma e le lavorazioni subìte dai grani.* — Già si è detto dell'importanza della forma dei grani sull'andamento di una reazione esplosiva; *il lisciamento, il verniciamento, l'ingrafitamento* diminuiscono la sensibilità dell'esplosivo.

---

(1) Perchè gli acidi che, a contatto dell'aria, ne derivano, attaccano fortemente l'acciaio; però quanto più rapida è la combustione tanto minore è la formazione di biossido di azoto.

(2) Se, per esempio, con la canfora, la paraffina, le resine, la vaselina, ecc., si rende l'esplosivo più elastico e perciò meglio conduttore del calore, si ottiene all'impulso iniziale una minore elevazione di temperatura, perciò minore è la sensibilità.

h) *Caratteri delle azioni fisiche dell'impulso iniziale.* — Meccaniche (urto, sfregamento), calorifiche (calore esterno, corpo incandescente, fiamma, scintilla elettrica), luminose (1).

i) *Caratteri delle azioni chimiche dell'impulso iniziale.* — Soprattutto quelli relativi alla natura ed alla maggiore o minore vivacità dell'impulso.

l) *Stato elettrico dell'esplosivo.* — Può produrre fenomeni di decomposizione spontanea, da alcuni altri attribuiti a scariche oscure fra le molecole; però l'esperienza dimostra che, purchè non avvengano scintille, gli esplosivi percorsi anche da correnti ad alta tensione producono solo una lenta decomposizione.

m) *Azioni elettrolitiche.* — Dànno luogo a decomposizione lenta ed in ogni caso a profonde alterazioni negli esplosivi.

n) *Azione dell'umidità.* — Influisce diminuendo la sensibilità, per alcuni esplosivi fino ad annullarla (2).

o) *Condizioni di stabilità.* — La presenza di tracce anche piccolissime di acidi o la lenta formazione di acidi inizia una lenta decomposizione fino a causare esplosione per impulso anche minimo.

— La *sensibilità considerata fra esplosivi diversi* in rapporto ad un uguale mezzo d'impulso iniziale segue di massima le seguenti leggi:

a) è maggiore nell'esplosivo la cui temperatura di reazione è più bassa;

b) a parità di temperatura di reazione è maggiore per l'esplosivo che ha minore coesione;

c) è maggiore nell'esplosivo pel quale il calore di formazione è minore;

d) è maggiore, in generale, per gli esplosivi a combustione completa rispetto a quelli a combustione incompleta (3).

— La sensibilità degli esplosivi fa sentire la sua grande influenza sulla fabbricazione, sui trasporti, sul modo e sulla durata di conservazione degli esplosivi stessi; inoltre, potendo spesso variarne il grado in modo notevole, permette di facilitare la manipolazione e l'impiego degli esplosivi negli usi industriali ed in quelli militari; infine basandosi sulla sensibilità degli esplosivi e sul loro carattere detonante oppure semplicemente combustivo si stabiliscono i diversi *sistemi e mezzi d'innescamento* (4).

20. Dati teorici e dati pratici che si considerano nello studio degli esplosivi - Norme da seguire nel maneggio degli esplosivi. — A) I DATI TEORICI che caratterizzano un esplosivo sono: a) *equazione chimica di trasformazione;* b) *calore di formazione dei componenti e dei prodotti della reazione* (5); c) *calore specifico molecolare;* d) *densità dei componenti e dei prodotti;* e) *pressioni sviluppate;* f) *coovolume;* g) *velocità di reazione;* h) *energia potenziale.* — Così, per esempio, per le sostanze esplosive più in uso si hanno i dati teorici caratteristici riportati nello Specchio VIII.

B) I DATI PRATICI che caratterizzano un *esplosivo d'uso militare* sono relativi a molteplici condizioni:

a) *condizioni d'impiego:* piccolo volume e peso, molto gas, molto calore - reazione per esplosione o detonazione, secondo l'opportunità - effetti di esplosione

---

(1) La luce può produrre fenomeni di decomposizione spontanea (p. es. nella nitroglicerina), specialmente nelle mescolanze gasose (p. es. cloro ed idrogeno).

(2) Fulmicotone, fulminato di mercurio.

(3) Negli esplosivi a combustione completa preesiste maggiore facilità al prodursi delle combinazioni della reazione.

(4) Vedi seguente N. 49.

(5) Vedi seguenti Specchi VI e VII.

prevedibili e costanti - non dare luogo a fecce, nè generalmente a fumo, nè a gas dannosi - non vampa eccessiva, nè fiamma di ritorno - spesso evitare l'azione corrosiva dei gas - forma e granitura adatta - densità - ecc.;

b) *condizioni di fabbricazione:* modo di installazione perchè la fabbricazione risulti al minimo possibile pericolosa o dannosa - precauzioni da prendere - materie prime impiegate - omogeneità di composizione - ecc.;

c) *condizioni di collaudazione:* stabilità all'aria - inalterabilità per condizioni di temperatura oscillanti tra — 20° e + 60° (gradi centigradi) - evitare essudazioni anche a 60° - sensibilità e condizioni della reazione (riscaldamento progressivo, ignizione, urto, sfregamento) - azione dell'umidità - effetti fisici;

d) *condizioni di conservazione:* stabilità assoluta per un lungo periodo di tempo (non meno di 10 anni), cioè non decomposizione spontanea od essudazione lenta nei normali ed esattamente applicati modi di conservazione - effetti delle forti variazioni di temperatura - effetti delle azioni fisiche, chimiche, elettrolitiche - effetti del contatto coi metalli e con i corpi con cui l'esplosivo si deve porre a contatto - azione dell'acqua - igroscopicità;

e) *condizioni di sicurezza nei trasporti e nell'uso:* sensibilità - separazione degli ingredienti nelle miscele - formazione del polverino - alterazioni nella forma, rottura dei grani - effetti e sicurezza nelle manipolazione delle cariche, nell'innescamento, nella concussione dello sparo - produzione di gas deleteri alla respirazione o pericolosi.

C) Le norme da seguire nel maneggio degli esplosivi sono:

1° Nei magazzini ove sono depositate materie esplosive ed in vicinanza di essi è assolutamente vietato di fumare.

2° Prima di entrare in un magazzino di materie esplosive si dovranno deporre gli speroni, la sciabola, i bastoni ferrati, i fiammiferi, ecc., ed in generale qualunque oggetto possa produrre scintilla.

3° Prima di entrare nei magazzini ove si trovano esplosivi in grani fini, o che possono produrre polverino, si dovranno calzare i sandali nel vestibolo ed evitare di strisciare i piedi camminando.

4° Nei depositi di esplosivi non si dovranno riparare casse, nè barili, nè compiere lavori che diano luogo ad urti od a percosse.

5° Non si dovranno far rotolare nè strisciare i recipienti contenenti esplosivi, ma si dovranno trasportare a braccia o sulle barelle.

6° Dovendo lavorare nel magazzino ove si trova esplosivo in grani, o che possa produrre polverino, si dovrà distendere sul suolo una coperta dopo di aver spruzzato leggermente con acqua e scopato il pavimento. Terminato il lavoro, si dovrà ripiegare la coperta con cura e portarla fuori, a 30 m. almeno dal magazzino, per scuoterla e batterla.

7° Non si dovrà penetrare di notte nei magazzini, senza assoluta necessità, ed in ogni caso si dovrà adoperare una lampada elettrica o la lanterna di sicurezza, che dovrà essere accesa o spenta a 60 m. almeno dal magazzino. La lanterna di sicurezza, o la lampada elettrica, sarà tenuta dal capo squadra, che curerà di non accostarla troppo ai recipienti da polvere.

8° Dovendo in un magazzino entrare gente per lavorare, l'incaricato farà porre, dal posto di guardia, una sentinella alla porta per tutto il tempo del lavoro, colla consegna di far osservare le prescrizioni di cui ai N. 1°, 2° e 3°.

9° Non si dovrà tollerare spari d'armi da fuoco in vicinanza dei magazzini.

10° Non si dovranno tener aperti i magazzini durante i temporali.

11° Durante i lavori che occorra di fare nei magazzini per esplosivi, o negli altri locali provvisoriamente adibiti al movimento od all'impiego di esplosivi sciolti in grani o che possono produrre polverino:

a) non si dovranno mai usare arnesi di ferro;

b) non si dovrà tenere presso al luogo ove si lavora che una sola, od al più, due casse di esplosivo, secondo il bisogno;

c) non si dovrà lasciare mai accumulare munizioni nel laboratorio, ma si dovrà farle trasportare nei luoghi a ciò destinati, a misura che se ne è preparato un certo numero;

d) sempre quando sia possibile, è preferibile eseguire tali lavori all'aperto o sotto tettoia, o in appositi locali in vicinanza del magazzino; in tal caso si dovrà avere l'avvertenza di disporre i vari laboratori a sufficiente distanza l'uno dall'altro;

e) si dovrà ricoprire sempre con coperte i barili e le casse aperte, nonchè le tavole e le panche sulle quali si lavora;

f) si dovranno impiegare per aprire i recipienti individui esperti;

g) si dovrà disporre piantoni che impediscano alle persone non addette al lavoro di avvicinarsi. A quelle che devono lavorare si faranno deporre gli zolfanelli, le armi, gli speroni, ecc., ecc.

12° Gli esplosivi e le munizioni confezionate (cartucce, cartocci, proietti carichi, spolette, inneschi, cannelli) sono custoditi in appositi magazzini chiamati polveriere, magazzini di munizioni, depositi di proietti carichi, riservette, e per la loro conservazione sono ripartiti in più gruppi e classi, e si dovranno osservare le norme contenute nell'Istruzione per la conservazione dei materiali di artiglieria.

13° Per i trasporti si dovranno seguire le norme indicate nell'Istruzione pel trasporto delle polveri da fuoco, della dinamite o d'altri esplosivi per servizio militare.

— *Concludendo:* Per dedurre le applicazioni più convenienti di un esplosivo si devono esaminare attentamente: la composizione; le condizioni e proprietà fisiche; le condizioni e proprietà chimiche; i metodi di fabbricazione; i pericoli nella fabbricazione e nell'impiego; le norme migliori per il trasporto, la conservazione, l'impiego; gli effetti producibili sia inerenti alla pressione, sia inerenti al lavoro di propulsione.

SPECCHIO VI. — **Simboli, pesi atomici e molecolari degli elementi.**

NOME DEGLI ELEMENTI	Simboli	Pesi atomici	Pesi molecolari	NOME DEGLI ELEMENTI	Simboli	Pesi atomici	Pesi molecolari
Alluminio . .	Al	27	—	Manganese . .	Mn	55	—
Antimonio . .	Sb	120	480	Mercurio . . .	Hg	200	200
Arsenico . . .	As	75	300	Ossigeno . . .	O	16	32
Azoto	N, Az	14	28	Piombo	Ph	207	—
Bario	Ba	137,5	—	Potassio . . .	K	39	39
Carbonio . . .	C	12	24	Silicio	Si	28	—
Cloro	Cl	35,5	71	Sodio	Na	23	23
Fosforo	Ph	31	124	Stronzio . . .	St	87,6	—
Idrogeno . . .	H	1	2	Zinco	Zn	64,4	—
Iodio (a 1400°)	I	127	254	Zolfo (a 1000°)	S	32	64
Magnesio . . .	Mg	24	—	—	—	—	—

SPECCHIO VII. — **Formole chimiche, pesi molecolari, calorìe di formazione molecolare** (*in grandi calorìe*) **di alcuni composti** (*esplosivi, assorbenti, solventi, prodotti d'esplosione*).

(I gas si considerano alla pressione atmosferica ordinaria e alla temperatura di 15° C.).

NOME DEL COMPOSTO	Formola chimica	Peso molecolare	Calorìe di formazione, per grammo-molecola (1)
Acido cloridrico	HCl	36,5	+ 22,0
Acqua (gas)	H^2O	18	+ 58,3
Acqua (liquida)	H^2O	18	+ 69,0
Idrogeno solforato	H^2S	34	+ 4,8
Ammoniaca (gas)	NH^3	17	+ 12,2
Acetilene	C^2H^2	26	— 58,1
Etilene	C^2H^4	28	— 14,6
Etano	C^2H^6	30	+ 23,3
Metano (gas delle paludi)	CH^4	16	+ 18,9
Benzolo (benzina) (gas)	C^6H^6	78	— 11,3
» » (liquida)	C^6H^6	78	— 4,1
Naftalina (solida)	$C^{14}H^8$	129	— 27,1
Antracene	$C^{10}H^{10}$	178	— 42,4
Trementina (liquida)	$C^{10}H^{16}$	136	+ 17,0
Anidride solforosa (gas)	SO^2	64	+ 69,3
» » (liquida)	SO^2	64	+ 74,7
» solforica (gas)	SO^3	80	+ 92,0
» » (liquida)	SO^3	80	+ 103,8
Protossido di azoto (gas)	N^2O	44	— 20,6
Biossido di azoto	NO	30	— 21,6
Anidride azotosa	N^2O^3	76	— 21,4
Perossido di azoto (liquido)	NO	46	+ 1,8
Anidride arseniosa (solida)	As^2O^5	230	+ 156,4
Ossido di carbonio	CO	28	+ 26,1
Anidride carbonica	CO^2	44	+ 94,3
Solfuro di antimonio	Sb^2S^3	340	+ 54,4
Solfuro di carbonio (gas)	CS^2	76	— 25,4
» » (liquido)	CS^2	76	— 19,0
Cianogeno (gas)	C^2N^2	52	— 73,9
Solfuro di azoto	NS	46	— 31,9
Ossido di potassio	K^2O	94,2	+ 98,2
» » (idrato)	KHO	56,1	+ 104,6
» sodio	Na^2O	62	+ 100,9
» bario	BaO	153,1	x
» magnesio	MgO	40	+ 143,5
» manganese	MnO	71	+ 90,9
Biossido di manganese	MnO^2	87	+ 125,3
Ossido di alluminio	Al^2O^3	102	+ 391,6
Acido nitrico o azotico	HNO^3	63	+ 41,6
Acido solforico liquido	H^2SO^4	98	+ 197,2
Cloruro di potassio	KCl	74,6	+ 105,7
» sodio	$NaCl$	58,5	+ 97,9
» bario	$BaCl^2$	207,5	x + 63,4
Solfuro di potassio	K^2S	110,2	+ 103,5

(1) Cioè per un numero di grammi uguale al peso molecolare.

Segue SPECCHIO VII.

NOME DEL COMPOSTO	Formola chimica	Peso molecolare	Calorie di formazione, per grammo-molecola
Solfuro di sodio	Na^2S	78	+ 89,3
» bario	BaS	169,5	x — 15,6
Cianuro di potassio	CNK	65	— 29,4
Carburo di sodio	C^9Na^2	70	— 9,8
» calcio	CaC^2	64	— 7,25
Nitrato di ammonio	NH^4NO^3	80	+ 88,6
» potassio	KNO^3	101	+ 119
» sodio	$NaNO^3$	85	+ 110,7
» bario	$Ba(NO^3)^2$	261	x + 95,4
» piombo	$Pb(NO^3)^2$	331	+ 105,4
Carbonato di potassio	K^2CO^3	138,2	+ 278,8
» sodio	Na^2CO^3	106	+ 270
» bario	$BaCO^3$	202,5	x + 122,5
Bicarbonato di sodio	$NaHCO^3$	84	+ 227
Clorato di potassio	$KClO^3$	122,6	+ 93,8
» sodio	$NaClO^3$	106,5	+ 84,8
» bario	$Ba(ClO^3)^2$	304,1	x — 37,8
Perclorato di potassio	$KClO^4$	138,6	+ 113,5
» ammonio	NH^4ClO^4	162	+ 69,7
Solfato di potassio	K^2SO^4	174,2	+ 344,3
» sodio	Na^2SO^4	142	+ 328,1
Guanidina	CH^5N^3	87	+ 19,2
Fenolo (liquido)	C^6H^6O	94	+ 41,4
Glicerina	$C^4H^8O^3$	92	+ 161,7
Mannite	$C^6H^{14}O^6$	182	+ 320,3
Glucosio	$C^{24}H^{40}O^{20}$	648	+ 1224
Cellulosa	$C^{24}H^{40}O^{20}$	648	+ 921,6
Saccarosio	$C^{24}H^{48}O^{24}$	720	+ 1076
Nitroglicerina	$C^3H^5(NO^2)^3O^3$	227	+ 94,5
Nitromannite	$C^6H^8(NO^2)^6O^6$	432	+ 179,1
Cellulosa endecanitrica (*fulmicotone*)	$C^{24}H^{29}(NO^2)^{11}O^{20}$	1143	+ 631
» decanitrica	$C^{25}H^{30}(NO^2)^{10}O^{20}$	1098	+ 656
» enneanitrica (*collodio*)	$C^{24}H^{31}(NO^2)^9O^{20}$	1053	+ 681
» ottonitrica (*collodio*)	$C^{25}H^{32}(NO^2)^8O^{20}$	1008	+ 706
Fulminato di mercurio	$Hg(CON)^2$	284	— 63,5
Acido picrico	$C^6H^2(NO^2)^3OH$	229	+ 46,8
Picrato di ammonio	$C^6H^2(NO^2)^3ONH^4$	246	+ 81,9
» potassio	$C^6H^2(NO^2)^3OK$	267	+ 110,1
» sodio	$C^6H^2(NO^2)^3ONa$	251	+ 103,4
Nitrobenzina (liquida)	$C^6H^5NO^2$	123	+ 5,1
Binitrobenzina (solida)	$C^6H^4(NO^2)^2$	168	+ 8,4
Trinitrobenzina (solida)	$C^6H^3(NO^2)^3$	213	+ 5,5
Nitronaftalina (solida)	$C^{10}H^7(NO^2)^2$	173	— 14,7
Binitronaftalina (solida)	$C^{10}H^6(NO^2)$	218	— 5,7
Trinitronaftalina (solida)	$C^{10}H^5(NO^2)^3$	263	+ 3,3
Mononitrotoluene (liquido)	$C^7H^7NO^2$	137	+ 20,1
Binitrotoluene (liquido)	$C^7H^6(NO^2)^2$	182	+ 23,1
Trinitrotolnene	$C^7H^5(NO^2)^3$	227	+ 26,1
Azobenzol	$C^{12}H^{10}N^2$	182	— 84,3
Diazobenzol nitrato	$C^6H^4N^2NO^3H$	167	— 45,6
Nitrato di guanidina	$CH^5N^3NO^3H$	122	+ 93,5
Nitroguanidina	$CH^4N^4O^2$	104	+ 22,0

SPECCHIO VIII. — **Dati teorici caratteristici di alcune sostanze esplosive.**

ESPLOSIVO	Calore sviluppato nell'esplosione per ogni kg. di esplosivo	Volume dei gas a 0° e 760 mm. sviluppati da 1 kg. di esplosivo	Temperatura d'infiammazione	Temperatura di reazione (combustione od esplosione)	Forza specifica alla temperatura di reazione	Potenziale	Covolume	Velocità di reazione rispetto a quella della polvere nera	Densità
	calorie	litri	gradi centigradi	gradi centigradi	kg. per cm²	Dinamodi			
Gelatina esplosiva all'82 % di nitroglicerina	1680	709	170-180	3550	10200	716	0,709	14,00	1,60
Nitroglicerina	1450	713	160-200	3470	10100	684	0,488	17,49	1,60
Balistiti al 50 % di nitroglicerina	1185	811	170-180	2800	9880	560	0,314	4,00	1,50
Dinamiti al 75 % di nitroglicerina	1110	536	170-180	3160	6970	513	0,631	4,58	1,50
Solenite, cordite al 3-5 % di vaselina od all'8-10 % di nitrato di bario	1050	800-820	170-180	2600	—	530	—	—	1,45
Fulmicotone secco	1000	859	170-185	2660	9530	465	0,859	7,36	1,20 compresso
Nitrocellulosa gelatinizzata	900	—	168-175	2300	—	380	—	—	1,20
Acido picrico	800	870	225	2320	9060	313	0,878	7,00	1,50 compresso
Cotone collodio	730	—	170-180	2000	—	310	—	—	1,20 compresso
Polvere nera	700	280	270-320	2750	3190	300	0,488	1,00	0,85
Trinitrotoluene	680	850	227	2370	—	290	—	6,50	1,50 compresso
Polvere al nitrato di ammonio (85 % nitrato, 10 % carbone)	630	900	230-300	1700	—	265	—	—	1,52
Fulminato di mercurio	410	314	160-165	3530	4529	175	0,812	12,60	4,43

Articolo II. — Descrizione e proprietà dei principali esplosivi.

21. Materie prime delle sostanze esplosive. — Le materie prime che s'impiegano per ottenere le sostanze esplosive appartengono alle due grandi categorie:

A) Materie inorganiche.

B) Materie organiche.

A) *Materie inorganiche* impiegate sono: carbone, zolfo, nitrati, acido nitrico, acido solforico, perossido d'azoto, carbonati, clorati e perclorati, materie inerti assorbenti (1) e solventi (2).

Poichè ciascuna materia ha particolari caratteri fisici e chimici, può in modo speciale entrare nella composizione in una sostanza esplosiva.

B) *Materie organiche* (3); quelle generalmente impiegate appartengono ai due gruppi: 1° *idrocarburi;* 2° *idrati di carbonio.*

Teoricamente la serie dei composti organici nitrati è numerosissima, ma non tutti i composti sono adatti per le loro caratteristiche a fornire sostanze d'uso industriale o d'uso militare.

Nessuno degli esplosivi chimici possiede una stabilità assoluta, anche quando siano praticamente puri; Berthelot dimostrò, per esempio, che gli eteri nitrici possono contenere dei derivati aldeici e nitrosi i quali diminuiscono la stabilità e la cui presenza è difficile a constatare, specialmente quando esistono in piccolissima quantità.

Degli esplosivi chimici noi tratteremo quelli più in uso, cioè: le nitrocellulose, la nitroglicerina, i nitrofenoli, i nitrotoluoli, le nitrobenzine, i nitronaftoli, le nitroguanidine, i fulminati.

---

(1) Kieselguhr (sabbia fossile) - randanite (silicato idrato).

(2) Acqua.

(3) Dalla chimica ridordiamo: Sono comunemente dette *materie organiche* quelle sostanze nella cui composizione chimica molecolare l'elemento fondamentale è il carbonio (elemento tetravalente, meno nell'ossido di carbonio e nell'acido fulminico ove è bivalente) o che si riscontrano anche nei tessuti animali o vegetali, cioè nei tessuti organici.

Si dividono in due gruppi: 1° *idrocarburi;* 2° *idrati di carboni.*

1° *Idrocarburi.* — Gli idrocarburi sono composti binari del carbonio coll'idrogeno, che, a seconda del vario modo con cui si può concepire il raggruppamento degli atomi, determinano due grandi serie: *idrocarburi della serie grassa; idrocarburi della serie aromatica.*

Gli idrocarburi si trovano nel petrolio e nelle sostanze bituminose naturali; alcuni sono gasosi, altri liquidi, altri solidi; sono poco solubili nell'acqua, non sono attaccati dall'acido solforico che perciò si può impiegare per depurarli, sono solubili in una miscela di alcool e di etere.

Gli idrocarburi dànno dei derivati clorici, iodici, ecc., però per lo speciale studio degli esplosivi interessano soprattutto i derivati nitrati.

2° *Idrati di carbonio.* — Gli idrati di carbonio sono composti ternari del carbonio coll'idrogeno e coll'ossigeno, in tali proporzioni da poter concepire nella molecola un raggruppamento di atomi che dia dell'acqua (H^2O).

Sono idrati di carbonio: i glucosi, gli zuccheri, le sostanze amidacee, le cellulose, le gomme.

L'idrato di carbonio maggiormente impiegato per la formazione di sostanze esplosive è *la cellulosa,* di cui la formula comune è $(C^6H^{10}O^5)^x$.

22. Solventi. — Occorrono nella chimica degli esplosivi alcune sostanze inorganiche ed organiche, anche esplosive, atte a mettere ad intimo contatto, per via di soluzione, gli elementi del composto esplosivo, trasformando talora alcuni esplosivi solidi in una massa esplosiva gelatinosa che può colle lavorazioni prendere uno stato colloidale più o meno duro; queste sostanze si dicono *solventi,* o *dissolventi,* e possono rimanere inglobate nell'esplosivo oppure venire eliminate per evaporazione.

Sono solventi: il solfuro di carbonio, l'acido acetico, gli alcool metilico ed etilico, le miscele di alcool ed etere, i cetoni, gli eteri, gli acidi grassi, gli idrocarburi della serie aromatica, la nitrobenzina, la nitroglicerina, ecc.; questi solventi possono venire impiegati soli od in miscela, anzi le miscele sono molto usate.

I migliori solventi sono: l'acetone, l'etere acetico, l'acetato di metile, l'acetato di amile solo od in miscela con alcool amilico, l'alcool etilico o l'alcool metilico in miscela con l'etere solforico, il cloroacetone di cloroamile, la benzina raffinata, il nitrobenzolo puro, gli idrocarburi nitrati aromatici.

23. Polvere ordinaria o polvere nera. — È un esplosivo meccanico ottenuto dall'intima mescolanza di nitrato di potassio, carbone e zolfo, ridotti separatamente a minutissimo stato polverulento.

Effettivamente la mescolanza esplosiva si otterrebbe impiegando come elemento comburente il nitro e come elemento combustibile solo il carbone; ma lo zolfo, mentre non esercita influenza diretta sulla quantità dei gas prodotti e sul calore sviluppato, serve quale cemento fra gli altri due ingredienti, facilita l'infiammazione, la decomposizione del nitro e l'ossidazione del carbonio, rende la combustione più regolare agevolando ed accelerando la propagazione della reazione esplosiva, infine rende la polvere meno igroscopica e più consistente nei trasporti.

a) *Dosamento.* — La proporzione percentuale secondo la quale i tre ingredienti entrano nella miscela dicesi *dosamento.*

Il dosamento si determina in base agli effetti che si vogliono ottenere e varia specialmente secondo che si tratta di *polveri da guerra, da caccia, da mina;* un eccesso di carbone accelera la combustione e riduce al minimo la quantità di fecce e di fumo, mentre un eccesso di nitro oppure una diminuzione dello stesso zolfo rallentano la combustione.

Nelle polveri ordinarie, oltre e forse più che col dosamento, si ottengono effetti diversi secondo il metodo di fabbricazione, densità, granitura, ingrafitamento, ecc.

Si possono considerare diversi dosamenti:

Dosamento teorico: nitro 84, carbone 8, zolfo 8; si ottiene secondo l'equazione chimica data dal Berthelot, passando dai pesi atomici dei vari elementi alla riduzione in parti centesimali.

La polvere a dosamento teorico dà un volume di gas circa metà di quello dato dalla polvere a dosamento pratico, ma sviluppa una maggior quantità di calore (1).

(1) Limitando il corpo comburente, e perciò l'ossigeno, si produce una combustione più viva ma incompleta con produzione di CO in luogo di CO^2, cioè maggiore quantità di gas e minore calore.

Dosamento antico: Per molto tempo venne adottato il *dosamento antico,* 75 di nitro, 12,5 di carbone, 12,5 di zolfo.

Dosamento inglese: Per ridurre al minimo le fecce ed il fumo (1) fu praticamente determinato il *dosamento inglese,* 75 di nitro, 15 di carbone, 10 di zolfo.

— Per le *polveri speciali,* quali quelle a grani grossi prismatici, si è impiegato il dosamento: 80 di nitro, 17 di carbone, 3 di zolfo, affine di ottenere molta lentezza nella combustione.

Per le *polveri da mina,* che devono essere molto vive e produrre grande quantità di gas, si diminuisce il nitro, si aumenta il carbone e lo zolfo, ottenendo generalmente: 70 di nitro, 12 di carbone, 18 di zolfo.

Per le *polveri da caccia* viene generalmente usato il dosamento: 78 di nitro, 10 di carbone, 12 di zolfo; queste sono polveri a grana fina capaci, con una carica di gr. 4,5 per gr. 30 di piombo, di dare circa 340 m. di velocità iniziale e 360 atmosfere di pressione.

b) *Qualità degli ingredienti.* — Il nitro (nitrato di potassio), perfettamente lavato, finamente cristallizzato ed essiccato, indi triturato, deve essere purissimo (2).

Il carbone s'impiega finamente triturato, ma non è carbonio chimicamente puro come appare nell'equazione chimica, poichè si ricava (3) da sottili rami scortecciati di salcio, ontano ed altri legni dolci (4) previamente distillati, indi torrefatti (5); dimodochè il carbone presenta tali e tante varietà da non poter essere definito chimicamente quale miscela; conseguentemente il dosamento e la proprietà della polvere variano sensibilmente col variare della qualità e del titolo del carbone (6).

Lo zolfo viene ricavato per sublimazione da quello raffinato del commercio, indi finamente triturato; dev'essere purissimo (7).

c) *Metodo di fabbricazione.* — Nel nostro Polverificio di Fossano s'impiegava il cosiddetto *Metodo delle botti e strettoio.* I particolari della fab-

---

(1) Prodotti solidi: solfato e carbonato di potassio.

(2) Le impurità del nitro dànno luogo ad igroscopicità ed a fecce; sono: cloruro di sodio e di potassio, nitrato di sodio, materie organiche.

Il nitro, KNO^3, presenta i caratteri seguenti: peso molecolare 101, calore specifico 0,239, calore di formazione 119 calorie, fonde a 338° decomponendosi, inalterabile all'aria, molto igroscopico, deliquescente, contiene il 47 % di ossigeno, sicchè *un* cm^3 *di nitro sviluppa tre litri di ossigeno.*

(3) La temperatura di carbonizzazione varia da 270° a 340° per il *carbone rosso,* da 340° a 450° per il *carbone nero;* il cofficiente d'infiammabilità aumenta coll'aumentare della temperatura di carbonizzazione, mentre diminuisce l'igroscopicità.

(4) Si può, per speciali polveri, sostituire al carbone di legna quello ottenuto con: antracite; cok, farina di segala, paglia di grano, cellulose, zuccheri, ecc.

(5) La torrefazione si spinge fino ad ottenere un titolo di carbonio da 55 a 70 % nel carbone rosso e da 77 a 85 % nel carbone nero.

(6) Il carbone possiede i seguenti caratteri: peso atomico 12, calore specifico 0,241, infiamma a 400°, inalterabile all'aria, igroscopico.

(7) Le impurità dello zolfo dànno luogo ad emanazioni dannose ed a fecce; sono: composti arsenicali, acido solforico, ecc.

Zolfo e nitro posti in recipiente chiuso e portati a 430° dànno luogo ad esplosione.

Lo zolfo possiede i seguenti caratteri: peso atomico 32, calore specifico 0,203, fusione a 111°, infiammazione 250°, inalterabile all'aria, non igroscopico.

bricazione variavano colla qualità della polvere, ma le operazioni principali erano le seguenti:

Triturazione preparatoria degli ingredienti, triturazioni binarie (carbone e zolfo, carbone e nitro), triturazione ternaria, setacciamento, innaffiamento (al 2 o 3 %) con vapore d'acqua polverizzato, compressione (stiacciata verde), granitura, separamento, disangolamento, lisciamento, essiccamento (al 0,5 %), uguagliamento ai setacci, ingrafitamento, mescolamento dei lotti, incassamento (casse di legno oppure barili Ritter).

d) *Accensione.* — Viene provocata con mezzi termici oppure con mezzi meccanici di equivalente effetto termico, tali: l'attrito fra ferro e ferro, gli urti violenti su corpo duro, lo sfregamento rapido e violento di granelli di sabbia, ecc. Degli ingredienti il primo ad infiammarsi è lo zolfo che, aumentando la temperatura ove s'inizia l'infiammazione, fonde il nitro, il quale decomponendosi libera l'ossigeno necessario alla rimanente combustione dello zolfo e del carbone: perciò teoricamente l'accensione della polvere nera dovrebbe avvenire a 250°, ma in pratica (1) varia da 270° a 320°.

e) *Prodotti della deflagrazione.* — I prodotti della deflagrazione di una determinata quantità di polvere, come per tutte le sostanze esplosive, dipendono dalle circostanze in cui si verifica, da quelle con cui viene provocata e dall'entità della reazione: deflagrazione, esplosione, detonazione.

Secondo il Berthelot si possono produrre diverse specie di corpi di cui: alcuni si formano, immediatamente dopo la dissociazione degli elementi, alla temperatura d'esplosione e sono stabili a questa temperatura, tali il solfuro, il carbonato, il solfato di potassio (solidi), l'anidride carbonica, l'ossido di carbonio e l'azoto (gasosi); altri instabili, tali il metano, il solfocianuro di potassio, l'ossido di potassio; altri ancora si formano durante il raffreddamento della massa gasosa, tali l'acido solfidrico o idrogeno solforato.

Dopo la reazione i prodotti possono ritenersi in peso: 57 % costituiscono residui in definitiva solidi detti *fecce*, e 43 % costituiscono *gas permanenti*.

Esperienze fatte dal Nobel dimostrano che un gramma di polvere produce 280 cm^3 di gas permanenti a 0° e 760 mm. di pressione, e che effettivamente sono 800 cm^3 alla temperatura d'esplosione (2).

f) *Caratteri fisici.* — I caratteri fisici, che tanta influenza hanno sulle caratteristiche della polvere, sono: *granitura* della polvere, *grossezza, densità, forma, durezza, aspetto esterno* dei grani.

— La polvere allo stato polverulento è facilmente deteriorabile, può dar luogo a separazioni degli ingredienti, e quindi ad infiammazione, combustione ed effetti irregolari, è molto igroscopica; perciò per uso balistico occorre ridurla in grani.

Come si è detto nelle generalità sugli esplosivi, anche per la polvere nera la velocità di combustione diminuisce col crescere della grossezza e della densità del grano (3).

---

(1) Poichè, per fabbricazione, il nitro avvolge con sottile strato lo zolfo ed il carbone.

(2) Poichè un gramma di polvere a grana fina non stivata occupa circa un cm^3, si può ritenere che i gas permanenti prodotti occupano un volume che è uguale a 280 volte quello occupato dalla polvere.

(3) I grani grossi generalmente sono anche densi; per gli effetti di propulsione la grossezza è limitata dalla condizione che la carica sia completamente combusta prima che il proietto abbandoni l'arma.

Pesi uguali di polveri ugualmente dense, una a grani piccoli, l'altra a grani grossi, dànno: quella a grani piccoli, grande superficie totale d'emissione di gas all'inizio della combustione, quindi grande quantità di gas, che però cessa rapidamente; quella a grani grossi, piccola superficie totale d'emissione di gas fin dall'inizio della combustione, quindi combustione di maggiore durata.

La grossezza dei grani determina il valore degli interstizi fra grano e grano di una carica; per questo motivo e specialmente quando si tratti di polveri a grani piccoli, conviene considerare distintamente *la densità reale del grano* e *la densità gravimetrica della carica* o *densità apparente;* alcuni considerano anche per le polveri nere la *densità assoluta.*

1° Densità reale. — *Densità reale* è il rapporto fra il peso di un grano espresso in grammi, ed il suo volume esterno, espresso in cm^3; dipende: dal dosamento, dallo stato fisico degli ingredienti, dalla compressione della stiacciata, dal grado d'essiccazione.

La densità reale influisce sulla velocità di combustione e sulla consistenza del grano; dà idea del grado d'aggregazione degli ingredienti e può servire di paragone fra i diversi metodi di fabbricazione; varia fra 1,5 ed 1,9.

2° Densità gravimetrica. — *Densità gravimetrica od apparente* è il rapporto fra il peso della carica espresso in grammi ed il volume espresso in cm^3 della carica non stivata, cioè alla condizione che la carica si trovi nello stato di compressione che si otterrebbe se la si raccogliesse in un recipiente facendola cadere dall'altezza di un metro.

La densità gravimetrica dipende dalla grossezza e forma dei grani della carica e dalla sua costituzione; varia fra 0,7 ed 1,15.

3° Densità assoluta. — *Densità assoluta* è il rapporto fra il peso di un grano espresso in grammi ed il volume espresso in cm^3 che si otterrebbe detraendo dal volume esterno del grano i piccolissimi volumi delle porosità accessibili ai fluidi.

La densità assoluta dipende dal dosamento e dalla qualità degli ingredienti; varia fra 2 e 2,5.

4° Durezza. — La *durezza del grano* è necessaria specialmente nei grani grossi affinchè non si rompano nei trasporti e soprattutto perchè non si sgretolino durante lo sviluppo dei gas allo scopo di evitare forti diminuzioni nella durata di combustione della carica che potrebbero produrre gravi danni.

5° Aspetto esterno. — L'*aspetto esterno* di una polvere è dato dal colore e dalle operazioni di disangolamento, lisciamento, ingrafitamento che la polvere ha subìto; queste operazioni rendono l'infiammazione più difficile, ma diminuiscono l'igroscopicità e la possibilità di sgretolamento con conseguente formazione di polverino, che è pericoloso.

All'aspetto esterno una buona polvere non ingrafitata ha colore bruno ardesia, non deve avere efflorescenze di nitro nè grani raggrumati, nè deve lasciare traccia di polverino sulla mano (1); i grani sotto la pressione delle dita non devono frantumarsi.

6° Granitura. — La *granitura* consiste nelle dimensioni e forme dei grani; ha grande influenza sulla rapidità della combustione.

---

(1) Indice questo di eccesso di umidità.

— Le *polveri a grana fina* sono polveri vive, quelle a *grana grossa* sono lente e la lentezza aumenta colla densità e colle dimensioni del grano (1).

In pratica le polveri ordinarie sono:

a viva combustione, quelle a grani di grossezza inferiore a mm. 3, densità gravimetrica non superiore a 0,9;

a lenta combustione, quelle a grani regolari di grossezza da 7 a 11 mm. e densità circa 1,7;

progressive, quelle a grani di elevata densità, grossi e possibilmente foggiati in modo da mantenere costante per un tempo più o meno lungo la superficie d'emissione dei gas; si hanno polveri progressive: *a grani forati secondo l'asse,* piatti, cilindrici o prismatici; *a grani di densità variabile* e decrescente dall'esterno all'interno; *a grani conglomerati,* cioè formati da un numero di granelli a forte densità, mescolati con farina ternaria e fortemente compressi entro stampi (2).

g) *Impiego delle polveri ordinarie.* — L'uso delle polveri ordinarie va man mano riducendosi, poichè le polveri infumi e gli altri esplosivi le sostituiscono con notevole vantaggio. Servono ancora fino a rinnovamento dell'armamento: come mezzo di propulsione; come carica di scoppio dei proietti del vecchio munizionamento; come esplosivo per lavori di mina; per cartocci da salve usati a scopo di esercitazione o di saluto.

Sono ancora necessarie: come carica interna degli shrapnel per renderne visibile il punto di scoppio; come miccie di spolette; come mezzo d'innescamento (3) e d'artifizi da guerra (4).

h) *Inconvenienti delle polveri ordinarie.* — Sono inconvenienti *di carattere generale:* necessità di assoluta purezza degli ingredienti; esattezza di dosamento e di lavorazione; sensibilità all'urto violento ed a forte sfregamento; deflagrazione per contatto anche minimo con un corpo in ignizione; possibile produzione di polverino; elevato potere igroscopico capace di diminuire moltissimo le proprietà esplosive; alterabilità quasi completa nel contatto anche eventuale coll'acqua; alterabilità, talora rilevante, nel contatto prolungato coi metalli; rottura o fessuramento dei grossi grani nei trasporti.

Sono inconvenienti *nell'impiego come mezzo di propulsione:* difficoltà di granitura, specialmente per ottenere azione progressiva; azione progressiva e potenza balistica non rilevanti, nè molto regolari; produzione di fumo e di fecce.

Sono inconvenienti *nell'impiego come carica interna dei proietti:* densità di caricamento non molto elevata; arroccamento verso il fondello nella concussione all'atto dello sparo; necessità di rivestire le pareti interne dei

---

(1) Cubici, lamellari, poliedrici, sferici; nella combustione del grano sferico quando il raggio è ridotto a metà rimane ancora a bruciare solo $^1/_8$ del grano, cioè la forma sferica, producendo la maggior quantità di gas all'inizio della combustione, è adatta per le polveri molto vive, quali le polveri di mina.

(2) Tale è la costituzione delle polveri progressive ancora in servizio presso di noi. La farina ternaria o polverino brucia più rapidamente dei granelli e li libera successivamente, aumentando così la superficie di emissione dei gas.

(3) Stoppini, miccie lente e rapide, inneschi, carichette di rinforzo o petardetti di innescamento.

(4) Razzi, cilindretti incendiari, castagnole.

proietti di vernice preservetiva dall'umidità e di conservare i proietti carichi ben tappati ed in locali asciutti (1); per ottenere effetti di mina occorre una grande quantità d'esplosivo.

24. Polvere al nitrato di sodio. — È simile alla polvere ordinaria, ma in luogo del nitrato di potassio contiene del nitrato di sodio (2), che a parità di peso col nitrato di potassio dà luogo a maggiore quantità di gas; perciò sembrerebbe conveniente, anche per il suo prezzo non elevato, ma questa polvere dà luogo a molto fumo ed è troppo igroscopica; serve invece come *esplosivo di sicurezza* (3) nelle miniere.

25. Polveri al nitrato d'ammonio: Ammonite; Ammonal. — *a*) AMMONITE. — È una miscela ottenuta da 80 a 90 % di nitrato d'ammonio (4) e da carbone ottenuto trattando il legno per mezzo dell'acido solforico.

Il nitrato di ammonio, oltre ad essere per se stesso esplosivo (5), mescolato con corpi combustibili in genere può utilizzare l'eccesso di ossigeno dando luogo ad esplosivi molto vivaci, di grande forza dilaniatrice, che sviluppano una temperatura finale molto bassa, circa 600°, e perciò convenientissimi nelle miniere come esplosivi di sicurezza (6); il nitrato di ammonio nell'esplosione si trasforma, quasi totalmente, in gas; l'equazione della combustione mostra lo sviluppo di una grande quantità di azoto, che dà all'esplosivo proprietà speciali.

Il fumo è poco, di colore grigio azzurro, leggero, poco visibile a distanza e svanisce assai presto; i gas prodotti dall'esplosione sono basici e neutri; vi è solo una piccolissima quantità di ossido di azoto, perciò l'azione corrosiva sulle armi è piccola; la vampa è molto limitata, poichè risulta attenuata dalla grande quantità di azoto libero (7) che deve essere portata alla temperatura degli altri gas; l'ammonite è eccessivamente igroscopica ed è sufficiente un grado non grande di umidità per diminuirne di molto la potenza (8); inoltre l'ammonite umida intacca fortemente il metallo dei

---

(1) Per questo scopo nelle polveriere e nei magazzini a polvere o per proietti si devono disporre dei recipienti contenenti del cloruro di calcio (Ca^2Cl) che, essendo avidissimo d'acqua, fino al 4 % del suo peso, assorbe l'umidità atmosferica.

(2) Il nitrato di sodio è un sale bianco, $NaNO^3$, peso molecolare 85, calore specifico 0,278, calore di formazione 110,7 calorie, fusione a 200° decomponendosi, inalterabile all'aria, molto igroscopico, deliquescente, contiene il 56 % di ossigeno, sicchè *un cm³ della sostanza sviluppa più di 3,5 litri di ossigeno.*

(3) Si dicono *polveri di sicurezza* quelle adatte all'impiego nelle miniere di carbone allo scopo di evitare scoppi di *grisou* (CH^4, metano) allorquando si fanno brillare le mine.

Queste polveri soddisfano essenzialmente alle seguenti condizioni:

1° i prodotti dell'esplosione non devono contenere alcun elemento combustibile, quali: l'idrogeno, l'ossido di carbonio, il carbone solido, ecc.;

2° la temperatura dell'esplosione non deve superare i 1900°.

Oggidì si tende ad impiegare esplosivi di sicurezza formati da miscele con esplosivo chimico; per es.: con la miscela 80 % di nitrato di sodio, 20 % di binitronaftalina, si ottiene una moderata temperatura di esplosione di 1600° circa.

(4) Il nitrato di ammonio, NH^4NO^3, è un sale bianco, peso molecolare 80, calore specifico 0,455, calore di formazione 88,6 calorie, fonde a 140° nella propria acqua di cristallizzazione, si decompone a 230°, molto igroscopico, deliquescente, contiene il 60 % di ossigeno, sicchè *un cm³ sviluppa circa 4 litri di ossigeno.*

(5) Detona se fortemente innescato.

(6) Per esempio: *la grisounite:* nitrato di ammonio 95 %, binitronaftalina 5 %: con carica limite di 1 kg. si ottiene una temperatura di esplosione di circa 1500°.

(7) Il 30 %.

(8) Ancora più dannoso è che l'ammonite accresce la sua vivacità se, avendola allo stato umido, viene essiccata esponendola per qualche tempo ad elevata temperatura, poichè i grani umidi esposti, per esempio, a 35° di temperatura aumentano di volume e perdono in densità, accrescendo così sensibilmente ed irregolarmente la vivacità dell'esplosivo.

bossoli ed i metalli in genere. All'aria libera l'ammonite brucia senza esplodere, è insensibile agli sfregamenti ed agli urti, non esplode anche se colpita da proietto, è di difficile infiammazione e per innescarla occorre la polvere nera.

L'ammonite, dunque, di fronte a qualche grande svantaggio ha anche delle ottime qualità, soprattutto la limitatissima azione corrosiva, la perfetta stabilità ed il poco costo, ma è sufficiente l'eccessiva igroscopicità e la difficoltà di un buon innescamento per renderla di difficile uso militare.

b) AMMONAL. — L'ammonal è una miscela di vario dosamento di nitrato d'ammonio e di alluminio in polvere non troppo fina per aumentare la stabilità chimica; i dosamenti caratteristici sono dati dall'eccesso di nitrato o dall'eccesso di alluminio, così:

94 % di nitrato d'ammonio e 6 % di alluminio;

72 % di nitrato di ammonio, 23 % di alluminio, 5 % di carbone (1);

93 % di alluminio, 3,5 % di nitrato d'ammonio e 3,5 % di carbone.

L'alluminio aumenta considerevolmente la temperatura di combustione dell'esplosivo e gli conferisce una grande attitudine alla detonazione.

L'ammonal è un esplosivo di violenta azione dirompente, vero *esplosivo da proietto;* ha bassa temperatura di esplosione; può servire benissimo come carica interna di proietti purchè la carica sia completamente protetta dall'umidità ed a questo scopo sembra conveniente impiegare un sottilissimo involucro di alluminio; in quanto alla stabilità chimica è da temere la lenta ossidazione dell'alluminio che si trova a contatto col nitrato di ammonio; perciò occorrono molte precauzioni nell'uso, che costituiscono un grave difetto allorchè si tratta di esplosivo da guerra; vennero fatte numerose esperienze in Austria ed in Inghilterra (2).

26. Polveri al nitrato di bario. — Contengono il 40 % circa di nitrato di bario (3); sono generalmente polveri di sicurezza molto meno infiammabili e più regolari delle polveri ordinarie, delle quali però, a parità di peso, sviluppano minore quantità di gas e di calore e producono più fecce.

27. Polveri al nitrato di piombo. — Queste polveri dànno per decomposizione del piombo metallico, e ciò è un inconveniente.

Il nitrato di piombo (4) è un eccellente comburente, ha però una decomposizione violenta, producendo perossido d'azoto, ossido di piombo ed ossigeno; fu proposto come succedaneo dei fulminati nei detonatori, solo od in miscela (5), poichè è più stabile, più sicuro e dà maggiore quantità di calore rispetto ai fulminati.

La miscela di nitrato di piombo con composti chimici dà luogo ad alti esplosivi per carica interna di proietti e di torpedini (6).

---

(1) A questo dosamento corrisponde la formola:

$$4NO^3.NH^4 + Al^2 + C = 4N^2 + 8H^2O + CO^2 + Al^2O^3.$$

(2) Come con tutti i nitrati, anche con l'ammonal si possono ottenere delle dinamiti; per esempio: nitrato d'ammonio 54 %, nitrobenzolo 20 %, alluminio 24 %, carbone 2 %.

(3) Il nitrato di bario è un sale bianco, $Ba(NO^3)^2$, peso molecolare 261, calore specifico 0,150, calore di formazione 95,4 calorie, poco solubile nell'acqua, poco igroscopico, contiene il 36 % di ossigeno.

(4) Il nitrato di piombo è un sale bianco, $Pb(NO^3)^2$, peso molecolare 331, calore specifico 0,21, calore di formazione 105,4, inalterabile all'aria, solubile nell'acqua, contiene più ossigeno degli altri nitrati.

(5) Per esempio: nitrato di piombo 3 parti, fosforo 1 parte.

(6) La *macarite:* nitrato di piombo 72 %, trinitrotoluolo 28 %.

28. Perossido d'azoto. — Il perossido d'azoto (1) alla temperatura ordinaria è allo stato liquido; è un comburente molto energico specialmente allo stato di vapore; i vapori sono dannosi agli organi respiratorii; mescolato con corpi combustibili dà luogo alla serie d'esplosivi dirompenti detti *esplosivi Turpin* o *plancastiti.* Fra le plancastiti notevole è quella al solfuro di carbonio (2), che potendo confezionarsi al momento del bisogno, permette, per ragioni di sicurezza, di tenere gli ingredienti separati e perciò inocui.

29. Solfuro d'antimonio. — Il solfuro d'antimonio (3) è un ottimo combustibile, poichè svolge molto calore nell'ossidazione sia dell'antimonio che dello zolfo, perciò è molto adatto per formare delle miscele d'innescamento, specialmente quelle da sottoporsi a sfregamento, per esempio quella formata da parti uguali di solfuro d'antimonio e clorato di potassio, oppure con solfuro in quantità doppia; queste miscele sono dette *polveri muriatiche.*

30. Clorato di potassio. — Questo sale, $KClO^3$, fu scoperto dal Berthollet nel 1875; è bianco (4); è un comburente molto energico ed è esplosivo; purchè sia secco, detona all'urto fra ferro e ferro o per sensibile sfregamento; a contatto con una conveniente quantità di acido solforico esplode; mescolato a sostanze combustibili dà luogo ad una serie di esplosivi dirompenti, detti *esplosivi Sprengel.*

Le polveri al clorato di potassio convengono per gl'inneschi a frizione e per quelli ad urto; notevoli sono le miscele: clorato di potassio 20 %, fulminato di mercurio 80 %, che in quantità di 2 grammi s'impiega da noi nelle cassule detonanti — clorato di potassio 42 %, solfuro d'antimonio 42 %, fulminato di mercurio 16 %; da noi impiegata per il confezionamento di cassule per le spolette e per gl'inneschi.

Altri esplosivi clorati sono: le *chedditi,* il *rackarock,* il *prométhée,* ecc.

31. Perclorati. — I perclorati in genere, e specialmente quello di potassio, sono più convenienti dei clorati perchè dànno maggiore quantità di ossigeno, sono più stabili, sono meno sensibili all'azione della fiamma, dell'urto, dello sfregamento e dell'acido solforico; però si decompongono facilmente se contengono anche una piccola quantità di clorato (5).

---

(1) Il perossido di azoto od acido ipoazotico, NO^2 (cioè ha la medesima formola del radicale monovalente detto anche *nitrile* od *azotile*), peso molecolare 46, calore di formazione allo stato liquido 2,8, a 22° dà già dei vapori e da 26° a 150° subisce una trasformazione molecolare, a 500° si decompone.

(2) Perossido d'azoto 3 volumi, solfuro di carbonio 2 volumi.

(3) È un trisolfuro di antimonio, Sb^2S^3, peso molecolare 340, calore di formazione 24,4, ha forma di aghi brillanti molto rugosi, di colore nero turchino, facilmente fusibile, molto volatile.

(4) Peso molecolare 122,6, calore di formazione 93,8; è anidro, inalterabile all'aria, è stabile alla temperatura ordinaria, fonde a 334° ed a 352° si decompone in ossigeno, cloruro e perclorato di potassio; continuando il riscaldamento il perclorato si decompone a sua volta in cloruro di potassio ed ossigeno, con reazione isotermica, e ciò contribuisce ad aumentare l'energia delle polveri al clorato di potassio.

(5) Il *perclorato di potassio,* $KClO^4$, in miscela col carbone, collo zolfo, colla polvere ordinaria, detona violentemente; questo è il motivo per cui nella fabbricazione delle polveri ordinarie occorre di assicurarsi, prima di provvedere alla triturazione ternaria, che il nitro non contenga, anche in minima quantità, del clorato di potassio.

Un recente tipo di *cheddite,* in luogo di contenere clorato di potassio, ha per base il *perclorato di ammonio,* e precisamente: perclorato di ammonio 82 - binitrotoluolo 13 - olio di ricino 5.

32. Nitrocellulosa. — Si è precedentemente considerato che l'idrato di carbonio maggiormente impiegato per la formazione di sostanze esplosive è *la cellulosa* $(C^6H^{10}O^5)^x$ e che gli eteri composti nitrici che ne derivano sono *le nitrocellulose* (1).

La cellulosa è il costituente principale delle pareti delle giovani cellule vegatali, si trova quasi pura nel cotone e nel midollo di sambuco, mentre è più o meno mescolata con sostanze grasse coloranti ed incrostanti negli altri vegetali (2).

Per depurarla occorre bollirla in una soluzione di potassa caustica indi lavarla e trattarla successivamente con cloro, acido acetico, alcool, etere, acqua ed infine essiccarla; si ottiene così un prodotto solido, bianco, diafano, insolubile nell'acqua fredda, nell'alcool, nell'etere, di densità circa 1,5.

Le nitrocellulose ricavate dal cotone (3), a qualunque grado di nitrazione si trovino, non cambiano la struttura filamentosa, nè il colore, aumenta solo la ruvidezza, poichè il tubo assiale della fibra più non esiste e la fibra stessa è alquanto rigonfiata.

Per quanto la nitrazione del cotone, a differenti gradi, si stabilisca con precisione, pure è praticamente difficile ottenere composti ben definiti; perciò si hanno sempre mescolanze di varie nitrocellulose a seconda del grado di concentrazione della miscela acida, del rapporto fra la quantità di questa e la quantità di cellulosa, della durata della nitrazione.

Dal titolo azotometrico dipende essenzialmente il potere esplosivo delle nitrocellulose; si può ritenere che il titolo riconosciuto in una data quantità di nitrocellulosa sia la media dei titoli delle diverse fibre variamente nitrate.

---

(1) Serie delle nitrocellulose:

Serie dodecanitrica Cellulosa $C^{24}H^{40}O^{20}$			Serie esanitrica Cellulosa $C^{12}H^{20}O^{10}$		Serie trinitrica Cellulosa $C^6H^{10}O^5$	
Nome	Formola	Titolo azotometrico	Nome	Formola	Nome	Formola
Mononitrica	$C^{24}H^{39}(NO^2)O^{20}$	—	—	—		
Binitrica	$C^{24}H^{38}(NO^2)^2O^{20}$	3,790	Mononitrica	$C^{12}H^{19}(NO^2)O^{10}$		
Trinitrica	$C^{24}H^{37}(NO^2)^3O^{20}$	—	—	—		
Tetranitrica	$C^{24}H^{36}(NO^2)^4O^{20}$	6,763	Binitrica	$C^{12}H^{18}(NO^2)^2O^{10}$		
Pentanitrica	$C^{24}H^{35}(NO^2)^5O^{20}$	8,018	—	—		
Esanitrica	$C^{24}H^{34}(NO^2)^6O^{20}$	9,149	Trinitrica	$C^{12}H^{17}(NO^2)^3O^{10}$	Mononitrica	$C^6H^9(NO^2)O^5$
Eptanitrica	$C^{24}H^{33}(NO^2)^7O^{20}$	10,280	—	—		
Ottonitrica	$C^{24}H^{32}(NO^2)^8O^{20}$	11,111	Tetranitrica	$C^{12}H^{16}(NO^2)^4O^{10}$		
Enneanitrica	$C^{24}H^{31}(NO^2)^9O^{20}$	11,966	—	—	Binitrica	$C^6H^8(NO^2)^2O^5$
Decanitrica	$C^{24}H^{30}(NO^2)^{10}O^{20}$	12,750	Pentanitrica	$C^{12}H^{15}(NO^2)^5O^{10}$		
Endecanitrica	$C^{24}H^{29}(NO^2)^{11}O^{20}$	13,473	—	—	Trinitrica	$C^6H^7(NO^2)^3O^5$
Dodecanitrica (*)	$C^{24}H^{28}(NO^2)^{12}O^{20}$	14,140	Esanitrica	$C^{12}H(^{14}NO^2)^6O^{10}$		

(*) Il Mendelejeff ammette per la cellulosa la formola $C^{120}H^{50}O^{25}$ e quindi ritiene che il suo *pirocollodio* sia la cellulosa dodecanitrica $C^{30}H^{38}O^{25}(NO^2)^{12}$, col titolo di 12,47.

(2) Lino, canapa, paglia, legno, ecc.

(3) Per la fabbricazione degli esplosivi è preferibile di usare il cotone in fiocchi, non filato, che ha la seguente composizione: cellulosa 91,35 %, acqua 7 %, materie lignee 0,75 %, sostanze grasse 0,40 %, materie azotate 0,50 %. La differenza coll'impiego di fibre di cotone in luogo del legno è notevole poichè nel cotone le fibre di cellulosa sono dei veri tubi nei quali il liquido nitrante può circolare con una certa facilità, mentre nelle fibre del legno non v'è vuoto interno, ma sono ripiene di sostanze in gran parte solide.

Ciò spiega come ad un medesimo titolo corrispondono talvolta proprietà diverse e perchè esistano rilevanti difficoltà di lavorazione per ottenere quei prodotti di esatta e costante composizione che è necessario impiegare per la fabbricazione delle polvere infumi; in ciò è il motivo della *notevole influenza che i diversi metodi di fabbricazione esercitano sulle proprietà delle polveri infumi.*

33. Prove di stabilità delle nitrocellulose. — La nitrocellulosa ha raggiunto il voluto grado di purezza, cioè possiede *stabilità,* quando per un determinato tempo resiste senza alterarsi menomamente ad una determinata temperatura (1); l'operazione, a cui si sottopongono gli eteri nitrici in genere, per determinare questa resistenza si dice *saggio di stabilità,* il tempo che trascorre tra l'inizio del riscaldamento (a bagnomaria) e l'inizio della decomposizione costituisce *l'indice di stabilità;* la stabilità è tanto maggiore quanto più grande è l'indice di stabilità (2).

34. Caratteri generali delle nitrocellulose. — È valso l'uso di chiamare:

a) *nitrocellulose solubili,* oltre le binitriche (3) anche quelle meno nitrate, dette pirossili o cotoni friabili, che sono solubili nelle miscele, a diverso titolo, di alcool ed etere;

---

(1) Metodo Abel: è fondato sull'azione colorante prodotta dai vapori nitrosi nascenti sopra una striscia di carta da filtro iodo-amidata (ioduro di potassio e amido) e parzialmente spalmata con una soluzione al 50 % di glicerina purissima.

In un tubo di prova si pone da 1 gr. a 1,5 gr. di nitrocellulosa pulpata ed essiccata all'aria; il tubo è chiuso con un tappo attraverso al quale passa una bacchetta di vetro con gancio per appendervi la carta iodo-amidata.

La soluzione di glicerina ha per scopo di consumare l'umidità nell'interno del tubo, nonostante che questo, immerso in un bagno d'acqua, venga mantenuto alla temperatura di 66°.

La prova ha termine quando sulla linea di separazione fra la parte della carta bagnata con soluzione di glicerina e quella asciutta si manifesta una colorazione giallo-bruna d'intensità uguale a quella d'una carta-tipo, segnata con soluzione acquosa di zucchero, carta che trovasi in un tubo pure immerso nel bagno accanto al tubo di saggio.

L'indice della stabilità è il tempo trascorso fra l'immersione del tubo nell'acqua del bagno ed il colorarsi della carta reattiva; la stabilità di qualsiasi nitrocellulosa alla temperatura di 66° non deve mai essere inferiore a 30′.

La colorazione è dovuta all'azione sull'amido dell'iodio che si rende libero per la decomposizione dell'ioduro di potassio determinata dalle impurità acide o dai vapori nitrosi prodotti dalla decomposizione dell'esplosivo.

(2) Però così facendo non si segue un procedimento rigorosamente scientifico, poichè si viene a determinare solamente se e quando, nelle circostanze stabilite, incomincia la decomposizione, ma non si determina la misura di come questa prosegua; perciò sarebbero preferibili altri sistemi coi quali si misuri direttamente la quantità di azoto svolta in un determinato tempo.

Metodo del Dunn: Si porta, entro vetro, una piccola quantità di esplosivo a 115° per 8 ore, si lascia raffreddare dentro un essiccatoio, indi si misura il peso; si ripete l'operazione per 6 volte consecutive e dopo si deve riscontrare che la perdita di peso non superi in media l'8 %; durante i riscaldamenti si raccolgono tutti i prodotti della decomposizione e si misura qualitativamente e quantitativamente il progresso della decomposizione, qualunque siano le cause di instabilità, e, volendo, se ne possono ricavare dei diagrammi.

(3) Cotone collodio.

b) *nitrocellulose insolubili*, quelle molto nitrate, oltre il titolo azotometrico 12,8, che non sono solubili in tali miscele, bensì nell'etere acetico e nell'acetone.

Il grado di infiammabilità, di stabilità, di azione esplosiva cresce col crescere del titolo azotometrico, il grado d'igroscopicità invece decresce col crescere del numero degli ossidrili contenuti nella molecola.

— Il pruppo dei *pirossili* o *cotoni friabili* ha quindi lievissime caratteristiche esplosive, perciò per gli usi militari può servire a formare dei tessuti combustibili (sacchetti per carica) e negli usi industriali per ottenere il collodio (1), il celluloide (2), la seta artificiale, le vernici colloidali (3).

35. Fulmicotone. — Il fulmicotone fu scoperto verso la fine del 1845 dallo Schönbein di Basilea, egli ne pubblicò il brevetto ed il processo di fabbricazione nel 1846 e ne preconizzò il vasto uso militare che, infatti, si verificò allorchè nel 1870 il Comitato tecnico militare austriaco accertò che al 20 % d'idratazione il fulmicotone diviene insensibile all'urto ed alle percosse senza alterare le sue caratteristiche di forza e di potenza esplosiva.

Il fulmicotone, $C^6H^7(NO^2)^3O^5$, ha l'aspetto del cotone, ma è molto ruvido al tatto; è insolubile nell'acqua, alcool, etere, acido acetico; è solubile nell'etere acetico e nell'acetone ed a caldo anche nella potassa, nella soda e nell'ammoniaca; le alte e le basse temperature metereologiche non influiscono molto sulla sua sensibilità; è capace di assorbire una grande quantità d'acqua e di perderla nuovamente per centrifugazione o per essiccazione senza alterarsi; se è saturo d'acqua, il gelo produce un rigonfiamento lievissimo quasi trascurabile; si può conservare a lungo nell'acqua senza perdere la forma, nè rammollirsi.

Il fulmicotone è un alto esplosivo le cui caratteristiche di forza e potenza non variano notevolmente col variare del suo stato di idratazione, ciò che varia colla idratazione fino ai limiti estremi è la sua sensibilità; se è puro e perfettamente neutro non è pericoloso, però dovendo conservarlo a lungo nei magazzini è prudente di verificare periodicamente la sua neutralità, poichè la più lieve traccia d'acido o di materie estranee (4) è sufficiente per produrre la lenta decomposizione; la sensibilità cresce col crescere del titolo azotometrico e col crescere del grado di compressione a cui si porta per facilitarne l'uso e per conservarlo; il fulmicotone, infine, è sensibile alle esplosioni per influenza.

Del fulmicotone si considerano due stati:

a) *fulmicotone secco;*

b) *fulmicotone umido o idratato.*

---

(1) Il *collodio* si ottiene solvendo la nitrocellulosa in una misura di alcool etilico (spirito di vino) e di etere solforico; la nitrocellulosa che si impiega è ottenuta con un bagno sulfonitrico a temperatura di 60° ed operando per soli 10 minuti, indi lavando abbondantemente.

(2) Il *celluloide* si ottiene con nitrocellulosa, nitrata per 20 o 30 minuti, disciolta col 30 a 50 % di canfora nella miscela di alcool ed etere.

(3) Le *vernici colloidali* si ottengono con nitrocellulosa sciolta in alcool metilico od amilico e benzina nella proporzione di 1 kg. a 40 kg.

(4) Per la loro forma e struttura le fibre del cotone tendono a trattenere gli acidi ed altre materie, perciò la difficoltà e l'importanza del lavaggio alcalino e dei lavaggi successivi è grandissima.

a) Fulmicotone secco. — Contiene dall'1 al 2 % di acqua e dev'essere mantenuto ad un titolo non inferiore, altrimenti diviene estremamente pericoloso all'urto ed allo sfregamento. È un esplosivo che all'aria libera, posto a contatto con un corpo in ignizione o portato a 170° di temperatura, s'infiamma con grande facilità e brucia rapidamente con fiamma giallo-rossastra senza fumo e senza residui solidi, sviluppando un grande volume di gas con prodotti nitrosi; la rapidità di combustione è circa otto volte e la forza dilaniatrice quattro volte quella della polvere nera; la temperatura d'infiammazione varia da 170° a 200°, però può iniziare una lenta decomposizione se è tenuto lungamente a 50°; la stabilità a 80° e di 31′; anche la luce solare determina una decomposizione, sebbene lentissima; infiammato entro ambiente chiuso o comunque in modo però da non dare libero e rapido sfogo ai prodotti della combustione esplode con violenza, l'intensità dell'esplosione è tanto maggiore quanto minore è la capacità dell'ambiente; gli urti violenti ed i forti attriti lo fanno esplodere, specialmente se determinati con corpi metallici (1).

L'esplosione, già di per sè violenta, raggiunge un elevato grado di detonazione qualora nell'interno della massa di fulmicotone secca si faccia detonare una quantità di fulminato di mercurio di circa 1 gr. e gli effetti esplosivi sono tanto maggiori quanto maggiore è la compressione a cui il fulmicotone fu sottoposto.

Prodotti dell'esplosione. — La reazione esplosiva varia molto a seconda della densità di caricamento (2).

Si riscontra che nel fulmicotone vi è deficienza d'ossigeno; la combustione è incompleta, dà luogo a gas deleteri (quali l'ossido di carbonio ed in certi casi al biossido d'azoto) ed a sviluppo d'idrogeno che unitamente all'ossido di carbonio può dare nelle armi il così detto *ritorno di fiamma* (3).

b) Fulmicotone umido. — Per diminuire la pericolosa sensibilità del fulmicotone secco agli urti, agli sfregamenti e per rendere difficile l'infiammazione diretta, cioè per metterlo in condizioni di essere lavorato, trasportato, conservato ed impiegato senza pericoli, il *fulmicotone dev'essere idratato.*

L'idratazione può giungere fino al 35 % d'acqua, la quale non rigonfia le fibre, ma si distribuisce negli interstizi esistenti fra le fibre stesse.

È importante ricordare che quest'acqua evapora spontaneamente all'aria libera fino a ridursi al 3 o 4 % e che si elimina completamente a 60° di temperatura, acquistando in tali casi la proprietà del fulmicotone secco,

Al grado di idratazione dal 18 al 20 % venne per molto tempo impiegato negli usi militari. Con questo titolo a contatto di un corpo acceso brucia a stento e si spegne immediatamente appena il corpo in ignizione si allontana, è insensibile agli urti, anche a quelli violenti della concussione nel proietto

---

(1) Un disco di fulmicotone secco colpito da pallottola di fucile esplode se il disco è sufficientemente spesso.

(2) Così, per esempio, la combustione di 1 gr. di fulmicotone sviluppa 1,07 calorie e dà circa 535 cm^3 di gas, mentre sotto elevate pressioni dà circa 859 cm^3 (*).

La composizione dei prodotti, riferendosi a 100 parti di fulmicotone, comprende 98,15 % di gas e 1,85 % di carbonio non bruciato.

(3) Vedi seguenti N. 54 e 56.

(*) S'intende riducendo la misura dei gas a 0° e 760 mm. di pressione.

all'atto dello sparo delle artiglierie, si può lavorarlo con strumenti di ferro, a freddo o a caldo, anche al tornio, si può forarne la massa con ferro al calore rosso dando luogo solo a leggera fiamma che non si propaga ma resta localizzata ove avviene il rapido essiccamento.

Per la semplice conservazione dovrebbe essere sufficiente tenere il fulmicotone in cisterne o recipienti pieni d'acqua (1), però si preferisce di mantenere il fulmicotone entro paraffina, anche per impedire l'evaporazione dell'acqua senz'essere obbligati a tenere l'esplosivo dentro recipienti a chiusura ermetica.

Prodotti dell'esplosione. — Il fulmicotone umido sviluppa la medesima quantità di calore e volume di gas del fulmicotone secco; però la pressione risulta minore, poichè una parte del calore sviluppato viene contemporaneamente assorbito per la vaporizzazione dell'acqua di idratazione, nonostante che questo assorbimento sia compensato dal volume e dalla tensione del vapore prodotto.

La densità poco uniforme del fulmicotone in fiocchi dà luogo ad effetti poco regolari, a non grande stabilità, a reazione rapidissima ma non potente, perciò si è ritenuto conveniente d'impiegare sempre il fulmicotone compresso.

La forza e vivacità esplosiva del fulmicotone può essere moderata contemporaneamente ad un aumento di potenza, mescolando il fulmicotone con dei sali ossidanti, quali i nitrati di potassio, di sodio, d'ammonio, di bario; la canfora può servire a diminuire notevolmente la sensibilità del fulmicotone secco.

— *Impiego del fulmicotone negli usi militari.* — Nella marina da guerra s'impiegava al 18 % d'idratazione per il caricamento delle torpedini di vario tipo e delle teste dei siluri; nell'esercito per il caricamento di granate ordinarie e di granate torpedini (vecchio munizionamento) e, sotto forma di *cilindretti di fulmicotone secco,* per innesco detonante secondario sia nelle spolette, sia nelle cartucce di gelatina.

— *Fabbricazione.* — Le caratteristiche principali della fabbricazione del fulmicotone sono: eliminazione completa dopo la nitrazione delle impurità e delle sostanze acide mediante molteplici successivi lavaggi, sminuzzamento dei fiocchi di sostanza nitrata, riduzione dell'idratazione, compressione se occorre.

Il processo Abel è il seguente:

a) *operazioni sul cotone:* cotone in fiocchi, lavato, reso idrofilo, sgrassato, cardato, triturato, essiccato fino al 2 %;

b) *nitrazione* (2): miscuglio, in quantità 40 volte quello del cotone, costituito da 25 % di acido nitrico a 48° Beaumé e 75 % di acido solforico a 66° Beaumé; durata della nitrazione da 6 ad 8 ore;

---

(1) Ma praticamente si è ricontrato che nei grandi depositi di fulmicotone al 30 % di idratazione conviene di aggiungere una soluzione di soda, di carbonato di ammoniaca, ecc., allo scopo di impedire un fenomeno di fermentazione che si manifesta sotto forma di piccoli funghi da 2 a 3 cm. di diametro o di muffe suscettibili, col tempo, di determinare la spontanea decomposizione dell' esplosivo; se il fulmicotone è compresso e contiene dal 15 al 18 % d'acqua, la fermentazione non ha luogo.

(2) Attualmente si generalizza l'uso di eseguire la nitrazione col sistema Thomson 1905, adottato nel grande polverificio inglese di Waltham Abbey; sistema molto economico, igienico e semplice, poichè non vi è il primo turbinaggio.

c) *primo turbinaggio:* mediante idro-estrattori ad 800 giri al 1′, si elimina il 5 % degli acidi;

d) *lavaggi:* in bacini ellittici, con agitatori, indi in tini con acqua calda e carbonato di soda;

e) *pulpaggio:* per togliere le tracce di acidi che sono ancora contenute nei tubi assiali capillari delle fibre;

f) *lavaggi di stabilizzazione:* circa 20 lavaggi fino a raggiungere la stabilità richiesta;

g) *mescolamento:* di più lotti di cotone in polpa, per ottenere omogeneità di prodotto;

h) *secondo turbinaggio:* toglie il 50 % di acqua;

i) *compressione:* si eseguisce allorquando il fulmicotone si deve impiegare come esplosivo di rottura negli usi militari; varia da 600 a 1000 atmosfere, si fa in 2 tempi entro stampi, ne risulta idratazione 12 % e densità da 1 a 1,25;

l) *essiccamento:* si eseguisce: sui cilindretti di fulmicotone compresso che devono impiegarsi come innesco, fino al 2 %; sull'esplosivo subito dopo il secondo turbinaggio e fino al titolo opportuno se il fulmicotone non dev'essere compresso, perchè occorrente alla fabbricazione delle polveri infumi. Il fulmicotone essiccato ha densità assoluta 1,5, se in fiocchi ha densità apparente 0,1 e se in fili 0,25.

36. Cotone collodio. — Il cotone collodio, $C^6H^8(NO^2)^2O^5$, ha l'aspetto esterno identico al fulmicotone, ma è meno ruvido al tatto; il suo titolo azotometrico non dev'essere inferiore ad 11,13 %; fa parte del gruppo delle *nitrocellulose solubili,* perchè è solubile nelle miscele di alcool e di etere; è più igroscopico del fulmicotone; infiammato all'aria libera brucia con minore rapidità del fulmicotone e lascia un piccolo residuo carbonioso; quando esplode sotto pressione in un ambiente di limitata capacità chiusa non dà più luogo a biossido d'azoto e quindi a vapori nitrosi, poichè la decomposizione risulta meno incompleta; scaldato si decompone rapidamente a partire da 160°; per conservarlo si idrata come si fa col fulmicotone.

La fabbricazione del cotone collodio è simile a quella del fulmicotone (1).

Il cotone collodio si adopera pulpato, ma non compresso; negli usi militari serve per preparare le dinamiti dette gelatine-gomme, le polveri infumi e specialmente quelle tipo balistite; nelle industrie serve per ottenere il celluloide e la seta artificiale (2).

37. Nitroglicerina. — La nitroglicerina è stata scoperta nel 1846 dal chimico italiano Sobrero, collaboratore nel laboratorio del Pelouze a Parigi; il Sobrero ne determinò la proprietà esplosiva e diede alla sostanza il nome di *pirogliceriná;* per molti anni non se n'ebbero applicazioni pratiche e rimase un prodotto di laboratorio finchè nel 1863 l'ingegnere svedese Alfredo Nobel riuscì a prepararla in grande quantità con un processo semplice, rapido e relativamente poco costoso ed allora, sebbene alquanto pericoloso, l'esplosivo chiuso in vasi di vetro potè essere impiegato nelle mine.

---

(1) Colle seguenti varianti: la miscela degli acidi è costituita da 40 % di acido nitrico, 50 % acido solforico, 10 % acqua; la quantità di miscela è circa 30 volte quella del cotone; la nitrazione dura solo 1 ora; i lavaggi di stabilizzazione sono meno numerosi.

(2) La *seta artificiale* si ottiene sciogliendo la nitrocellulosa in una miscela di alcool ed etere, filtrando il collodio così ottenuto e forzandolo in stampi con fori capillari per ottenere dei fili che si solidificano entro recipienti d'acqua fredda; densità 1,49.

Le gravi esplosioni a cui diedero luogo i primi prodotti industriali indussero alcuni Stati a proibirne la fabbricazione e l'uso; ma il Nobel perfezionò la produzione e nel 1867 scoprì casualmente la proprietà di ridurre l'eccessiva sensibilità della nitroglicerina facendola imbibire da alcune materie assorbenti, così la nitroglicerina tornò ad essere largamente impiegata sotto la forma conosciuta col nome di *dinamite Nobel.*

La nitroglicerina, $C^3H^5(NO^2)^3O^3$, è un etere nitrico, liquido, oleoso, alla temperatura ordinaria è quasi incolore (1); la nitroglicerina subisce una lievissima evaporazione che provoca dolori di capo; produce vivo bruciore sulla pelle; ha sapore dolciastro, bruciante, capace di provocare violenti crampi allo stomaco; produce una specie di ubriacatura ed emicrania se assorbita in minima quantità o se assorbita dalla pelle o si aspirano i vapori acri che sviluppa quand'è riscaldata; è velenosa ingerendone anche poche gocce.

La nitroglicerina è insolubile nell'acqua fredda e pochissimo solubile nell'acqua calda; è solubile a caldo nell'alcool etilico, ed a freddo nell'alcool metilico, nell'etere etilico (2), nell'acetone, nella benzina, nel tuolene, nell'acido fenico, ecc.; però se in queste soluzioni si aggiunge una conveniente quantità di acqua, la nitroglicerina precipita; si congela se mantenuta a lungo a 7° o brevemente a — 20° e cristallizza in lunghi aghi prismatici con leggera contrazione di volume; congelata non è più infiammabile, risulta meno sensibile e detona con minore facilità; per sgelarla occorre esporla a bagno-maria alla temperatura di 10°, allora gli aghi fondono lentamente.

La nitroglicerina, fuori del contatto dell'aria libera, se è perfettamente neutra si può conservare a lungo (3) alla temperatura ordinaria, per un mese e mezzo a 45°, per un giorno ad 80°, ma alla temperatura ordinaria è sufficiente la più piccola traccia di acido per provocarne la decomposizione (4) che si accelera fino al grado di esplosione; se scaldata a 50° evapora notevolmente, a 110° si decompone ed a 150° esplode; è alterata dai metalli che hanno una grande affinità per l'ossigeno (5), tenuta all'aria libera si altera all'azione dell'umidità anche leggera; la luce solare la decompone lentamente (6). L'infiammabilità è grande; all'aria libera a contatto con un corpo in ignizione brucia con fiamma gialla e molto calorosa se è in piccola quantità, altrimenti esplode con violenza, poichè ha il tempo sufficiente per scaldarsi; esplode sempre quando è rinchiusa in un ambiente di limitata capacità e sempre quando i gas non possano rapidamente e liberamente espandersi (7); detona per influenza.

---

(1) Leggerissimo colore giallo.

(2) L'*etere etilico* è detto anche *etere acetico* e comunemente, sebbene impropriamente, *etere solforico.*

(3) Nel Polverificio di Avigliana si conservano, come cimelio, 20 grammi di nitroglicerina che fu prodotta dal Sobrero.

(4) Segno caratteristico della decomposizione lenta è il colore verdastro che assume il liquido.

(5) Ferro, stagno, piombo.

(6) Il saggio di stabilità si eseguisce prendendo 6 gr. di esplosivo e sottoponendoli col metodo dell'Abel a diverse temperature; se la temperatura è di 66° l'indice di stabilità non deve risultare inferiore a 30′, se la temperatura è di 80°, non meno di 12′.

(7) È sufficiente disporre un foglio di carta poco infiammabile al disopra dell'esplosivo.

La nitroglicerina è sensibilissima agli urti fra corpi duri e la sensibilità cresce colla temperatura; questa grande sensibilità le viene dalla sua costituzione molecolare, poichè gli atomi non sono raggruppati nella molecola secondo le loro affinità chimiche più spiccate, bensì si trovano in una specie di equilibrio chimico instabile che può alterarsi anche per piccole perturbazioni, per esempio per ripetute vibrazioni della massa esplosiva, perciò il trasporto ed in genere il maneggio è pericoloso.

L'esplosione della nitroglicerina dà effetti dirompenti, però le alte pressioni a cui dà luogo si sviluppano con relativa progressività (1).

Prodotti dell'esplosione. — La reazione esplosiva in recipiente chiuso dà un'enorme pressione dovuta alla grande quantità di gas che si sviluppa ad elevatissima temperatura (2).

Quando l'esplosione non è completa, quando si ha solo combustione all'aria libera, quando non s'impiega un innesco abbastanza energico, i prodotti della reazione possono comprendere anche ossido di carbonio, protossido d'azoto, idrogeno, metano, e talora si produce anche una leggera vaporizzazione della nitroglicerina, insomma in questi casi i prodotti risultano dannosi ed irrespirabili (3).

Impiego. — La nitroglicerina costituisce la base delle *dinamiti* (4) ed entra nella costituzione di talune polveri infumi (5).

Fabbricazione. — La nitroglicerina si ricava dalla nitrazione della glicerina purissima; con 1 kg. di glicerina si ottengono 2 kg. di nitroglicerina (6).

La *glicerina* è una sostanza organica che ha l'aspetto di un liquido denso, quasi incolore, inodoro, dolciastro; è molto igroscopica e si scioglie, in qualunque proporzione, nell'acqua e nell'alcool; accesa brucia con fiamma azzurra; perfettamente neutra e con non più del 6 % d'acqua ha densità da 1,24 a 1,27; per averla purissima e concentrata occorre distillarla; poichè la temperatura di evaporazione di 290° è molto prossima a quella di decomposizione questa distillazione non si può fare alla pressione ordinaria, ma a pressione minore e quindi a più bassa temperatura, si fa cioè la distillazione nel vuoto.

La fabbricazione della nitroglicerina, avendo la glicerina purissima, procede col sistema Nobel perfezionato.

---

(1) Forse dovuta alla dissociazione dell'anidride carbonica e dell'acqua, i cui elementi sarebbero al principio della reazione separati (diminuzione di pressione) e che combinandosi in seguito darebbero luogo a sviluppo di calore che rende più regolare l'andamento delle pressioni.

(2) Teoricamente, 100 grammi di nitroglicerina sviluppano: gr. 58 di anidride carbonica, gr. 20 d'acqua, gr. 18,5 di azoto, gr. 3,5 di ossigeno; quindi un kg. di nitroglicerina sviluppa 713 litri di gas a 0° e 760 mm. Nobel ha calcolato che 1 kg. di nitroglicerina dà luogo ad un'azione corrispondente a quella di 8 kg. di polvere nera, che i 713 litri di prodotti sono portati dalla temperatura d'esplosione a 5690 litri.

(3) Hanno un odore irritante caratteristico.

(4) Vedi seguente N. 47.

(5) Vedi seguente N. 53.

(6) Secondo la reazione se ne dovrebbero avere kg. 2,470; ma occorre di considerare che si formano anche alcuni prodotti inferiori, che la glicerina contiene un poco d'acqua, che sempre una parte di nitroglicerina rimane sciolta nella miscela degli acidi e nelle acque di lavaggio.

Il processo Nobel perfezionato è il seguente:

a) nitrazione: dura 49′ circa (1); si fanno cadere lentamente 106 kg. di glicerina in pioggia minutissima dentro un recipiente di piombo, con finestre di vetro, contenente 330 litri di acido nitrico a 48° Beaumé e 510 litri di acido solforico a 66° Beaumé, agitatore a palette, serpentini di raffreddamento, termometri per non superare mai 25°, tubo di scarico dei vapori nitrosi, tubo fisso per la vasca d'annegamento, tubo mobile per il separatore;

b) separazione: dura circa 15′; si basa sulla proprietà che la nitroglicerina galleggia sugli acidi; avviene dentro vasca di piombo a fondo inclinato dalla quale, mediante sifone, la nitroglicerina viene separata e condotta al

c) tino di lavaggio del separatore: ove si fanno ripetuti lavaggi (mediante agitatore a palette, poichè la nitroglicerina nell'acqua si deposita al fondo), l'ultimo lavaggio si fa con acqua al 2 % di carbonato di sodio;

d) stabilizzazione: consiste in una serie di lavaggi con acqua calda e carbonato di sodio entro tini di piombo, finchè la nitroglicerina risulta sicuramente neutra (2);

e) filtramento: i filtri sono costituiti da madie di piombo con fondo formato da un grosso feltro.

La fabbricazione della nitroglicerina è molto pericolosa; non appena la temperatura negli apparecchi sale oltre i 25° si deve immediatamente versare la miscela che si lavora nella vasca d'anneggamento contenente circa 2000 litri d'acqua fredda, sufficienti per arrestare immediatamente la reazione; la nitroglicerina deve essere tolta anche dalle acque di lavaggio; il personale dev'essere prudente, diligente e molto pratico.

38. Trinitrofenolo od acido picrico (PERTITE), $C^6H^2(NO^2)^3(OH)$. — L'*acido picrico* è detto anche *trinitofenolo* (3); fu scoperto nel 1788 dal chimico tedesco Haussmann trattando l'indaco, derivato del benzolo, coll'acido nitrico; nel 1793 il Welter lo preparò colla nitrazione della seta; nel 1843 il Laurent dimostrò che è un derivato nitrico del fenolo della benzina, cioè dell'acido fenico $C^6H^5(OH)$.

Dapprima l'acido picrico venne solo usato come sostanza colorante dei tessuti d'origine animale, ma alcune esplosioni e gli studi fatti dallo Sprengel nel 1873 dimostrarono che l'acido picrico è un potente esplosivo, infine il Turpin nel 1885 ne constatò tutte le proprietà esplosive e ne dimostrò i vantaggi come alto esplosivo mediante sicuro e comodo impiego per il caricamento interno dei proietti.

L'acido picrico è solido, ha forma cristallina lamellare; colore giallo-paglia; sapore amaro; può anche assumere stato amorfo polverulento oppure fuso; è poco solubile nell'acqua fredda, però la solubilità aumenta un poco coll'aumentare della temperatura (4); è solubile nel cloroformio, nella benzina, nel petrolio, nel solfuro di carbonio, nell'alcool, nell'etere, nell'acido nitrico e nell'acido solforico concentrati (66° Beaumè), però colla soluzione nell'acido solforico è sufficiente l'aggiunta dal 2 al 3 % d'acqua per farlo precipitare.

---

(1) Occorre di lavorare in ambienti alla temperatura intorno ai 15° alla luce naturale diffusa; perciò si lavora dall'alba alle 9.

(2) Prova colla carta di tornasole, che si colora in rosso sotto l'azione degli acidi.

(3) Peso molecolare 229, densità 1,7, calore di formazione 46,8.

(4) Una parte di acido picrico si scioglie in 86 parti d'acqua a 15° ed in 29 parti d'acqua a 100°.

L'acido picrico è leggermente velenoso e la respirazione della sua polvere, a lungo, agisce sull'organismo; manipolato tinge la pelle in giallo ed occorre lavarsi con benzina; scaldato, fonde a 120° trasformandosi in un olio giallo di densità 1,60, che cristallizza raffreddandosi; però il lento raffreddamento sotto compressione mantiene lo stato amorfo senza pericolose caverne nella massa (1); scaldato lentamente oltre i 300° all'aria libera si verifica bruscamente l'esplosione; se si brucia una piccola quantità d'acido picrico all'aria libera si ottiene dapprima una fiamma giallo-rossastra fuligginosa che contiene dei vapori nitrosi, indi la fiamma diviene giallo-rossa ed infine giallo-chiara; quando è in polvere finissima brucia con vivacità a contatto di un corpo in ignizione.

La combustione dà luogo, per qualsiasi causa, ad esplosione: quando avvenga sotto pressione od in condizioni tali che i gas non possano rapidamente espandersi; quando vi sia eccessivo riscaldamento in un punto della massa; quando si urti violentemente la materia già infiammata; quando infine si impieghi entro la massa esplosiva un potente detonatore (2).

La sensibilità agli urti, mentre è notevole se allo stato cristallino, è piccolissima allo stato amorfo e non risente affatto l'azione dell'accelerazione dello sparo per velocità inferiore a 500 m.; l'aggiunta di vaselina o di paraffina entro la massa fusa rende questa insensibile anche alle forti percosse dei proietti perforanti sul bersaglio.

È sensibile all'esplosione per influenza.

Il Turpin dimostrò che la sensibilità dell'acido picrico si diminuisce in diversi modi:

a) colla compressione (3), sia polverulento che fuso;

b) per miscela con gomma arabica e con materie grasse neutre che lo preservino dal contatto coll'acqua;

c) per agglomeramento, ponendo dal 3 al 5 % di nitrocellulosa solubile;

d) per fusione; questa fusione si effettua in un recipiente smaltato, a doppio fondo, scaldato fra 140° e 150° a vapore, oppure in un bagno d'olio di lino o di paraffina; la sostanza fusa si versa in forme, ove viene compressa e tenuta a 150° per alcun tempo, indi, raffreddata, si avviluppa in custodia di cartone.

L'acido picrico ha una grande stabilità chimica purchè sia perfettamente puro e non venga a contatto di determinati metalli (4), o colle basi, poichè altrimenti darebbe luogo a dei picrati metallici o basici che detonano anche solo per l'azione del calore; perciò si deve assolutamente evitare che nella fabbricazione si formino, anche in minima quantità, dei picrati e che la con-

---

(1) Le caverne potrebbero dare luogo alla formazione di cristalli sulle loro pareti e, poichè i cristalli di acido picrico sono instabili sotto l'azione di un forte urto, vi sarebbe pericolo di scoppio all'atto della partenza del proietto.

(2) Generalmente doppio; *primario* formato da una cassula di 2 gr. di fulminato di mercurio e *secondario* di una conveniente quantità di acido picrico polverulento oppure di fulmicotone secco.

(3) Il contrario di ciò che avviene per le nitrocellulose.

(4) Piombo, ferro, zinco, rame, alluminio; il nikel e specialmente lo stagno se perfettamente puri non dànno luogo ad alterazioni purchè le custodie siano chiuse in modo da preservare l'acido picrico dall'umidità.

servazione avvenga in custodie di metallo od a contatto di metalli (1), di ossidi metallici, di calce, gesso, ecc.

L'acido picrico non è suscettibile di congelazione, di essudazione, di evaporazione; è insensibile alle estreme variazioni di temperatura ambiente; se puro ed isolato non si altera coll'umidità, ma qualora venga fuso, spumeggia ed occorre di lasciare evaporare l'acqua; l'umidità può a lungo dar luogo a dei picrati se l'acido picrico è a contatto di adatte sostanze.

Prodotti dell'esplosione. — Sotto l'azione di un detonatore l'acido picrico detona con violenza uguale a quella della gelatina esplosiva, ma colla rapidità di 8000 m. al 1″ e con effetti maggiori. La detonazione dà luogo ad ossido di carbonio, anidride carbonica, idrogeno, azoto e ad una piccola quantità di carbonio allo stato libero che praticamente, insieme alla vaporizzazione di acido picrico incombusto, dà ai prodotti un colore giallo fuliginoso; risulta che l'acido picrico non possiede la quantità di ossigeno necessaria per produrre sostanze al massimo di ossidazione.

Appunto per ottenere una combustione migliore, basandosi sul principio che *il carattere dirompente di un esplosivo è proporzionale alla quantità di ossigeno contenuta nell'unità di peso fino al limite necessario e sufficiente per convertirne in ossido di carbonio tutto il carbonio,* alcuni hanno studiato delle miscele atte a fornire all'acido picrico parte dell'ossigeno di cui è in difetto; altri hanno voluto la combustione completa di tutti gli elementi combustibili.

Queste miscele a combustione completa, specialmente quelle coi clorati e coi nitrati, hanno un'energia notevolmente inferiore a quella dell'acido picrico, mentre sono meno stabili, più sensibili, più pericolose a maneggiarsi.

Impiego. — L'acido picrico viene impiegato: allo stato fuso e compresso, per il caricamento interno dei proietti e per miccie detonanti; ed allo stato polverulento compresso, per costituire il detonatore secondario nella massa stessa dell'acido picrico fuso.

Quasi tutte le Nazioni, seguendo l'esempio della Francia, lo sostituirono al fulmicotone idratato e gli diedero nomi diversi, i quali, è risultato, non indicano affatto una sostanza più o meno chimicamente diversa, ma solo, talvolta, un diverso processo di fabbricazione, di densità e modo d'impiego; così si ebbero: la pertite (2), la melenite (3), la schimose (4), la lyddite (5), la ecrasite (6), la picrina o granatfullung (7), la maximite (8).

Data la sicurezza d'impiego e di manipolazione l'acido picrico fuso potrebbe servire, sotto forma di cartucce cilindriche o parallelepipede, per sostituire negli usi militari la gelatina esplosiva, ma essendo privo di plasticità male si adatta ai fori di mina ed al contatto coi corpi da rompere.

Fabbricazione. — Mediante parti uguali di acido fenico in cristalli ed acido solforico a 66° Beaumé si ottiene tra 100° e 120° dell'acido solfofenico, $C^6H^4(SO^3H)OH$, che si lascia raffreddare e si decanta per separare le impurità insolubili, vi si aggiunge due parti d'acqua fredda ed il tutto si versa lentamente in una quantità tripla di acido nitrico a 40° Beaumé contenuta in un recipiente di grés scaldato a bagno-maria; allor-

(1) Specialmente del piombo.
(2) Italia. (3) Francia. (4) Giappone. (5) Inghilterra. (6) Austria.
(7) Germania. (8) Stati Uniti.

quando i vapori nitrosi cessano di prodursi ed il liquido diviene sciropposo si procede al lento raffreddamento, col quale si producono dei grossi cristalli che, separati e lavati, vengono sciolti in acqua bollente dalla quale, per raffreddamento, si hanno nuovi cristalli grezzi.

Per avere da questi cristalli l'acido picrico puro occorre di scioglierli nuovamente in acqua bollente e formare una soluzione satura con carbonato di sodio; si forma così del picrato di sodio, che si centrifuga e si lava a freddo, indi lo si scioglie in acqua a caldo e si tratta con acido solforico in eccesso che decompone il picrato di sodio in acido picrico e bisolfato di sodio, per raffreddamento si ottengono i cristalli d'acido picrico privo d'impurità.

Teoricamente 100 parti di acido fenico forniscono 90 parti di acido picrico.

39. Picrati. — I picrati sono i sali dell'acido picrico; esplodono allorquando vengano riscaldati; sono sensibili all'urto ed allo sfregamento; il più sensibile è il *picrato di piombo*, tanto che potrebbe usarsi in luogo del fulminato di mercurio, indi: il picrato di ferro, di potassio (1), d'ammonio, di bario, di calcio, di sodio, di zinco, di rame, d'alluminio.

I picrati in miscela con alcuni nitrati dànno luogo a vari tipi d'esplosivi.

40. Trinitrotoluene (Trotil). — Il trinitrotoluene, $C^6H^2(NO^2)^3(CH^3)$, conosciuto usualmente col nome di *trotyl* o con quello di *tritolo*, è il prodotto di massima nitrazione, ottenuto finora, del *toluene*, C^7H^8, cioè $C^6H^5(CH^3)$, derivato dalla benzina.

Il toluene è un liquido incolore, mobilissimo e di odore aromatico, simile alla benzina; si ottiene dai prodotti della distillazione degli oli leggeri del catrame di carbon fossile; insolubile nell'acqua, non è attaccato a freddo dall'acido nitrico, brucia con fiamma viva e molto fuligginosa; trattato con acido nitrico forma dei composti mononitrici, binitrici, trinitrici a seconda del modo con cui l'operazione è condotta.

Per ottenere il trinitrotoluene occorre passare successivamente per i precedenti stati di nitrazione.

Il trinitrotoluene era da tempo conosciuto, ma solo da poco ha richiamato l'attenzione degli artiglieri poichè non si otteneva in quantità con facile e conveniente sistema di fabbricazione; venne fabbricato e largamente introdotto nell'uso dalla Sprengstoff A. G. Carbonit di Amburgo.

Il trinitrotoluene si ottiene in fini cristalli di colore giallo chiaro, compatti, lucenti (2); fuso a 110° è perfettamente limpido, ed ha una densità di circa 1,55; ha sapore amarognolo, emana un lieve odore, che è quello caratteristico dei nitrocomposti aromatici, è quasi insolubile nell'acqua fredda, poco solubile nell'acqua calda (3); è solubile nel cloroformio, nell'alcool, ecc.

Il trinitrotoluene è un esplosivo chimicamente stabile, neutro, che *non ha alcuna azione sui metalli nè sui loro ossidi;* subisce per effetto della luce una lieve alterazione acida che si limita alla superficie, la quale diviene a poco a

(1) Il *picrato di potassio*, $C^6H^2(NO^2)^3OK$, contiene 458 parti di acido picrico e 138 parti di carbonato di potassio; costituisce una sostanza gialla in lunghi cristalli a forma d'ago, con riflessi metallici. All'aria libera a contatto con un corpo in ignizione esplode, sotto l'azione di un forte urto detona.

(2) Peso molecolare 227; densità ordinaria 0,75, se fuso circa 1,45, se compresso da 1,50 a 1,70; fonde da 72° a 82°, il punto di fusione cresce colla purezza dell'esplosivo, perciò le varie qualità possono essere distinte dai loro punti di fusione.

(3) Nell'acqua a 90° se ne scioglie il 2 per mille.

poco rosso-bruna, però quest'alterazione impedisce l'ulteriore azione della luce e non è pericolosa, ma è prudente d'evitarla conservando le cariche all'oscuro.

Il trinitrotoluene è decomposto dalle soluzioni alcaline diluite; ha una temperatura di deflagrazione molto elevata, perciò può essere portato alla temperatura di fusione senza alcun pericolo di decomposizione, indi a lento calore volatizza; se riscaldato rapidamente si accende e brucia con fiamma fuligginosa senza esplodere; non è igroscopico, il calore e l'umidità non hanno alcuna dannosa influenza sulla potenza esplosiva; è inalterabile all'aria; può sopportare senza inconvenienti le più grandi variazioni di temperatura atmosferica; è notevolmente insensibile agli urti, per farlo esplodere, anche all'aria libera, occorre una cassula di gr. 1,5 di fulminato di mercurio; l'esplosione è violenta, la velocità di detonazione è di 7600 m. al 1″, cioè di poco inferiore a quella dell'acido picrico, anche la potenza ne differisce di poco ed è superiore a quella del fulmicotone umido.

Prodotti dell'esplosione. — La combustione non è completa, difetta di ossigeno, v'è eccessiva produzione di ossido di carbonio e d'idrogeno allo stato libero; anche in questo caso, per ottenere una combustione completa si sono studiate delle miscele con sostanze che forniscano ossigeno; per esempio la *macarite* (1), il *plastrotil* (2), la *triplastite* (3).

Impiego. — Il trinitrotoluene è un esplosivo di facile, comodo, sicuro impiego militare, poichè ha tutti i pregi dell'acido picrico ed in più quelli di non alterarsi a contatto dei metalli e degli ossidi metallici, di non risentire nemmeno lievemente della influenza dell'umidità, di avere sempre assoluta stabilità agli urti.

Si può versare fuso nei proietti evitando l'uso di custodie isolanti per le cariche o la verniciatura dell'interno dei proietti, perciò logicamente va mano mano sostituendosi all'acido picrico nelle cariche dei proietti dirompenti e nei detonatori (4).

---

(1) La *macarite* fu preparata nel 1899 dall' ingegnere Macar ed adottata dall'esercito belga per il caricamento dei proietti, la sostanza ossidante è il nitrato di piombo, le proporzioni centesimali sarebbero 28,10 di trinitrotoluene e 71,90 di nitrato di piombo; nonostante la facile decomposizione del nitrato per effetto del calore, praticamente si riscontra che in miscela la decomposizione non avviene, perciò la macarite ha grande stabilità fisica e chimica anche in casi di variazioni di temperatura rapide e intense; inoltre la macarite, come il trinitrotoluene, non dà luogo a cristallizzazione, evaporazione, trasudamento, dilatazione, igroscopicità, quindi sarebbe conveniente come esplosivo da proietto.

(2) Il *plastrotil* è una mescolanza esplosiva ottenuta, dalla fabbrica Carbonit di Amburgo, con binitrotoluene e trinitrotoluene in preponderanza misti ad un solvente tenuto finora segreto ed alcune sostanze resinose.

Questo esplosivo è stato proposto poichè ha tutte le proprietà del trotyl ed il vantaggio di essere plastico in modo tale da potersi usare nei fori di mina e da non obbligare a fonderlo per eseguire il caricamento dei proietti, inoltre la plasticità lo rende ancor meno sensibile all'urto.

(3) *Triplastite.* — La fabbrica Allendorff a Schonebeck ha presentato un esplosivo per proietti detto *triplastite;* è una mescolanza di una soluzione cotone collodio con binitrotoluene liquido e trinitrotoluene in modo da costituire, mediante una conveniente dose di nitrato di piombo o di altro nitrato, un esplosivo plastico, di densità fra 1,85 ed 1,90, di potenza maggiore di quella dell'acido picrico e variabile a seconda della quantità e qualità della sostanza ossidante.

(4) Per la sua grande velocità di detonazione costituisce, allo stato polverulento compresso, un ottimo detonatore secondario.

Fabbricazione. — Si ricava dapprima il *mononitrotoluene,* $C^6H^4(NO^2)(CH^3)$; mescolando a 30° una parte di toluene con circa 4 parti di conveniente miscela solfonitrica (1), terminata la reazione si ottiene un liquido che portato a 225° circa lascia poi depositare per raffreddamento dei cristalli di mononitrotoluene, che fondono facilmente a 54°, dando luogo ad un liquido giallo-chiaro somigliante alla benzina.

Si ottiene il binitrotoluene, $C^6H^3(NO^2)^2CH^3$), dal mononitrotoluene; mescolando 100 parti di mononitrotoluene con 225 parti di miscela solfonitrica a circa 65°, terminata la reazione, si ha un liquido che, scaldato per circa mezz'ora ad 80° e poi lasciato raffreddare, deposita una massa omogenea cristallina di binitrotoluene.

— Il *binitrotoluene* scaldato all'aria libera fonde a 71° e vaporizza a 300° decomponendosi, indi s'infiamma e brucia lasciando un deposito di carbone poroso; scaldato in vaso chiuso esplode a 300°; è insolubile nell'acqua fredda, solubile nell'acqua calda e nell'alcool; in miscela coi nitrati può dare convenienti miscele esplosive.

Dal binitrotoluene si ottiene il trinitrotoluene; mescolando 1 parte in peso di binitrotoluene con 4 parti di acido solforico e scaldando leggermente, si ha un liquido che si fa raffreddare e nel quale si aggiunge dell'acido nitrico nella proporzione 1,5 e si eleva la temperatura a 90°; allorchè non si producono più vapori nitrosi la reazione è terminata e per raffreddamento si ottengono dei cristalli di trinitrotoluene grezzo; questi cristalli vengono lavati con acqua calda leggermente alcalina, indi vengono sciolti nell'alcool caldo (2), fatta raffreddare la soluzione si ottengono i cristalli puri, che fondono a 82°.

41. Nitrobenzine. — Le nitrobenzine $C^5H^{3-n}(NO^2)^nCH^3$) sono ottenute dalla benzina C^6H^6; se vengono ridotte col ferro, lo zinco, lo stagno, l'acido cloridrico, esse dànno dell'anilina.

— La *mononitrobenzina* si ottiene versando goccia a goccia la benzina in una miscela solfonitrica (3) mantenuta fredda; terminata la reazione si aggiunge dell'acqua ed allora la nitrobenzina, che è più densa dell'acqua, si deposita al fondo.

La mononitrobenzina è un liquido oleoso, di colore giallastro, sapore dolce, di odore caratteristico di mandorla amara; bolle a 219° e si solidifica a 3°; non è sostanza esplosiva, ma serve talora per formare alcuni esplosivi, per esempio il *prométhée* (4), il *rackarock* (5), e specialmente per ottenere la binitrobenzina.

---

(1) Cioè di acido nitrico ed acido solforico.

(2) Specialmente se bollente, ciò che permette di riconoscere se vi sono materie estranee.

(3) Nelle proporzioni, in volume, di 5 di acido nitrico e 10 di acido solforico per 1 di benzina.

(4) Il *prométhée:* Quest'esplosivo viene adoperato nelle grandi miniere russe fin dal 1896; si fabbrica anche in Italia, a Genova. L'elemento ossidante è una miscela solida costituita da 60 % di clorato di potassio, 20 % di ossido di ferro, 20 % di biossido di manganese; l'elemento combustibile è una miscela liquida giallognola, detta olio vulcanico, costituita da mononitrobenzina, olio di trementina, olio di nafta. La parte solida, detta prométhée secco, è foggiata in cartucce di colore grigio scuro, forate per il passaggio della cassula di 1 gr. di fulminato di mercurio e per la miccia. Le cartucce e l'olio vulcanico sono tenuti separati e da soli risultano insensibili agli urti e non si alterano nè pel gelo, nè pel calore, nè per l'umidità. L'imbibizione dell'olio vulcanico dura circa un'ora e viene fatta dalle cartucce solamente prima del loro impiego; l'intasamento si fa con sabbia od altra sostanza ben calcata; la potenza è pari a quella della dinamite ordinaria; l'esplosione non dà luogo a gas nocivi ai minatori.

(5) Il *rackarock:* Quest'esplosivo è formato da clorato di potassio che, disposto in sacchetti di tela, al momento dell'impiego s'imbibisce di un liquido poltiglioso formato da mononitrobenzolo concentrato in cui sia stato disciolto del trinitrofenolo o

— La *binitrobenzina* si ottiene anche al termine della lavorazione della mononitrobenzina introducendo una nuova quantità di miscela solfonitrica, raffreddando ed agitando sempre la massa liquida sino al termine della reazione; la doppia nitrazione dura da 8 a 10 ore e deve essere sorvegliata per impedire che si produca una reazione troppo viva, che potrebbe provocare l'infiammazione del prodotto; questo, formatosi, si deposita al fondo del recipiente di grès, ove lo si raccoglie e si lava in acqua fredda indi in acqua calda, per raffreddamento si solidifica in pani; per purificarlo si scioglie in alcool, indi si precipita cristallizzando in forma d'aghi.

La binitrobenzina serve, come la mononitrobenzina, a preparare un certo numero di mescolanze esplosive fatte con nitrati d'ammonio (1), di bario (2), di potassio (3), clorati (4), nitrocellulose (5), e serve infine per ottenere la trinitrobenzina.

— La *trinitrobenzina* si prepara similmente alla binitrobenzina, ma con eccesso d'acidi della miscela solfonitrica.

La trinitrobenzina si presenta sotto forma di aghi bianchi, fonde a 120°, è solubile nell'etere e nell'alcool a caldo, è poco solubie nell'alcool freddo e nell'acqua.

Per ora questa sostanza non ha ricevuto impiego importante nella preparazione degli esplosivi.

42. Nitronaftaline. — Le nitronaftaline, $C^9H^{5-n}(NO^2)^n(CH^3)$, sono prodotti ottenuti dalla naftalina $C^{10}H^8$, assai frequenti nella industria degli esplosivi, specialmente degli esplosivi di sicurezza e poco sensibili; così le miscele di nitronaftaline e di nitrato d'ammonio, compresse oltre la densità 1,5, non detonano nemmeno con 2 grammi di fulminato di mercurio, con innesco incendivo esplodono. Le nitronaftaline possono servire per diminuire la sensibilità all'urto degli esplosivi a base di nitroglicerina ed anche ad abbassare la temperatura di congelazione delle dinamiti (6); la fabbricazione è molto analoga a quella delle nitrobenzine.

La *mononitronaftalina* non è esplosiva, è solubile nell'alcool e allora risulta solvente dei derivati nitrici superiori; la *dinitronaftalina* è alquanto esplosiva ed è perciò particolarmente adatta per gli esplosivi di sicurezza; la *trinitronaftalina* si presenta con

---

del trinitrotoluolo ed in mancanza di queste sostanze sia stato aggiunto del carbone di legna e zolfo. — Il rackarock è d'uso pericoloso perchè s'infiamma facilmente per urto o per frizione.

(1) Nella *roburite*. È un miscuglio di nitrato d'ammonio 86, nitrobenzina clorata 9, zolfo 2; in questo esplosivo il cloro ha lo scopo di neutralizzare l'azione dell'igroscopicità e di accrescere la potenza.

(2) Nella *tonite n. 3*. È un miscuglio di 33 parti di fulmicotone gelatinizzato con 20 parti di binitrobenzina, e con aggiunta di nitrato di bario 37,6, nitrato di potassio 9,4.

(3) Nella *securite* e *kinetite*.

(4) Nella *kinetite*. È un miscuglio di clorato di potassio 80, binitrobenzina 13, nitrocellulosa 1, solfuro d'antimonio 3.

(5) Nella *tonite n. 3*.

(6) *Chedditi*. — Di queste notevoli sono le *chedditi*, impiegate molto in Francia. Le chedditi sono mescolanze di clorato di potassio con mononitronaftalina ed olio di ricino con aggiunta di acido picrico oppure di dinitrotoluene. Uno dei dosamenti più usati è: clorato di potassio 75, mononitronaftalina 13, olio di ricino 5, dinitrotoluene 2.

Le chedditi sono difficilmente infiammabili, non sono pericolose, però sono alquanto più sensibili della polvere ordinaria all'urto ed allo sfregamento, detonano sotto la azione di inneschi detonanti doppi; la forza esplosiva è doppia di quella della polvere nera.

caratteri esplosivi notevoli e può agevolmente mescolarsi con nitrati, perchè risulta polverulenta e secca mentre la dinitro e la mononitro sono un poco collose ed agglomerano le sostanze in miscela senza suddividerle perfettamente; la tetronaftalina per ora non ha ricevuto notevoli applicazioni.

NITRONAFTOLO. — Il *naftolo* è il fenolo della naftalina e dà diversi prodotti nitrici detti *nitronaftoli;* di questi è, per ora, conosciuto nella chimica degli esplosivi solo il *dinitronaftolo.*

43. Nitromannite. — La nitromannite, $C^6H^8(NO^2)^6O^6$, etere esanitrico della mannite (1), è un corpo bianco cristallizzato in pagliuzze aghiformi, di sapore zuccherino, insolubile nell'acqua, solubiie nell'alcool e nell'etere, fonde a 112° e si infiamma a 190°, a 225° esplode, a 315° detona (2).

La nitromannite è una sostanza esplosiva di considerevole potenza; allo stato puro, e protetta dai raggi solari, è molto stabile; se non è perfettamente pura si decompone facilmente; per ottenerla pura occorre di farla cristallizzare nell'alcool ove si deposita in fini aghi bianchi; è di prezzo elevato, è di grande sensibilità che, sebbene inferiore al fulminato di mercurio, la rende atta per le cassule o per le miccie detonanti; la detonazione dà luogo a sviluppo di gas non nocivo ed a ossigeno libero.

44. Nitroaniline o nitrofenilamine, nitroguanidine, nitrocanfore. — Alcune *amine* od *amidi* possono dare dei composti nitrati esplosivi quali per esempio:

— La *trinitranilina* o *trinitrofenilamina* (3), è un prodotto molto stabile che può essere impiegato come l'acido picrico allo stato fuso o compresso.

— La *nitroguanidina* è il prodotto nitrico della *guanidina;* la nitroguanidina, $CH^4(NO^2)N^3$, è un sale bianco insipido, molto solubile nell'acqua calda e poco solubile nell'acqua fredda, insolubile nell'alcool, nell'etere, nell'acetone; brucia all'aria libera emettendo vapori nitrosi; fonde a 200°; detona anche all'aria libera sotto l'azione di gr. 1,5 di fulminato di mercurio sviluppando gas alla temperatura, relativamente bassa, di circa 1000°; è insensibile agli urti ordinari ed agli sfregamenti.

L'uso della nitroguanidina è conveniente, unitamente ad altre sostanze esplosive (4), per abbassare la temperatura di detonazione o d'esplosione senza diminuire grandemente la potenza esplosiva (5).

— Le *nitrocanfore,* studiate dal Berthelot, non presentano un grande interesse pratico; più importante è il *nitrato di canfora,* $C^{10}H^{15}(NO^2)^3O$, poichè presenta maggiori caratteri esplosivi; anche le *resine nitrate* dànno dei prodotti esplosivi, ma sempre questi prodotti si pongono in miscela con altri di maggiore potenza (6).

---

(1) La mannite, $C^6H^{14}O^6$, si trova in commercio sotto forma ed aspetto di pallottole di gomma; è contenuta nella manna, succo che si estrae dai frassini.

(2) Peso molecolare 432, densità 1,6, calore di formazione 179 calorie.

(3) $C^6H^2(AzO^2)^3$.

(4) Per esempio un tipo di dinamite della Società Nobel è formato da: 45 % di nitroglicerina, 30 % nitrocellusa, 25 % nitroguanidina.

(5) In generale tutti questi composti nitrici che contengono una forte quantità di azoto (da 45 a 60 %) servono a diminuire notevolmente la temperatura d'esplosione d'altre sostanze esplosive e spesso ne diminuiscono di molto anche la sensibilità.

(6) Per esempio: la polvere da caccia Schultze Mod. 1886 è composta di: 50 % di salnitro, 41 % di pirossilina, 9 % di resina nitrata.

La resina nitrata o *nitroresina,* può servire come assorbente di altri esplosivi liquidi.

45. Fulminati. — I fulminati sono i sali dell'acido fulminico $(CNOH)^2$, che a sua volta è un composto ossigenato del cianogeno, C^2N^2, tossico, molto volatile ed instabile; tutti questi composti dell'acido fulminico con basi metalliche hanno per caratteristica una grandissima sensibilità all'urto, alle vibrazioni, allo sfregamento, al calore, ed un'azione dirompente circa tripla di quella del fulmicotone; il *fulminato d'argento* è quello che detona con maggior violenza, la sua estrema sensibilità lo rende pericolosissimo sia nella fabbricazione che nell'uso, sicchè non ha impiego pratico.

46. Fulminato di mercurio. — Il *fulminato di mercurio*, $Hg(CNO)^2$, è pur esso molto pericoloso a maneggiarsi, ciononostante è quello generalmente impiegato per provocare la reazione iniziale degli esplosivi; come gli altri fulminati, più che agente trasmettitore di calore, dev'essere considerato quale agente trasmettitore di forza viva, poichè la sua azione si può ritenere un caso particolare dell'esplosione per influenza.

Gli effetti della detonazione sono locatizzati nel punto in cui questa avviene, tanto che 25 grammi di fulminato detonando non comunicano la detonazione ad altra massa di 12 grammi.

Il fulminato di mercurio è neutro, di colore bianco; è costituito da cristalli aghiformi brillanti; è velenoso; densità reale 4,43, densità gravimetrica 3,15; è endotermico, calore di formazione —63,5; è insolubile nell'acqua fredda, solubile nell'acqua bollente e nell'ammoniaca; sottoposto alla luce si decompone lentamente; scaldato molto lentamente detona a 150°; se il riscaldamento è più rapido detona fra 175° e 187°; *detona in ogni circostanza:* a contatto con un corpo in ignizione, per scintilla elettrica, per urto o sfregamento anche leggero, per azione d'una goccia d'acido solforico o nitrico.

Detonando emette vapori rossastri; i prodotti sono costituiti da ossido di carbonio, azoto, mercurio; la velocità della reazione è talmente grande da ritenere che non esistano effetti di dissociazione; detonando nel proprio volume (cioè alla densità 4,43) produce una pressione di 28.750 kg. per cm^2 (1); se si fa detonare l'unità di peso nell'unità di volume, cioè 1 gr. in un cm^3, la *pressione* o *forza specifica* che ne risulta è di 4529 kg. per cm^2. Un gramma di fulminato di mercurio dà luogo a 314 cm^3 di gas nella proporzione: ossido di carbonio 65,84, azoto 32,26.

I grossi cristalli sono più sensibili dei piccoli.

La sensibilità è massima allorchè il fulminato è allo stato secco, col 5 % di acqua detona solo la parte colpita, col 10 % d'acqua occorre un urto molto violento per farlo esplodere e si decompone senza detonare; col 30 % d'acqua diviene insensibile a qualsiasi urto o sfregamento (2). Il fulminato di mercurio se viene immerso nell'acqua pura e tenuto al buio non si altera menomamente e riacquista le sue proprietà detonanti coll'essiccamento; però l'umidità, il calore e le azioni elettrolitiche lo decompongono lentamente qualora si trovi a contatto con metalli ossidabili, zinco, rame, ferro, ecc.,

(1) Mentre la nitroglicerina dà 12.376 kg. ed il fulmicotone 9825 kg.

(2) Perciò quando occorra di trasportarlo senza pericoli lo si tiene in recipiente con acqua.

dando luogo ai corrispondenti fulminati che sono molto meno sensibili di quello di mercurio (1).

— *Impiego del fulminato di mercurio.* — Il fulminato di mercurio è il migliore dei detonatori per il modo con cui determina la detonazione di qualsiasi alto esplosivo; ma per la sua grande sensibilità è pericoloso, perciò occorre di impiegarlo sempre in piccolissima quantità nelle cassule e negli inneschi.

Artiglieri e chimici esplosivisti cercano tuttora di evitare od almeno di ridurre al minimo l'impiego del fulminato di mercurio, sia escogitando detonatori meno sensibili o miscele contenenti il fulminato in piccolissime dosi, sia ponendo poco fulminato in un *detonatore primario* col quale innescare un *detonatore secondario* formato da un altro esplosivo.

Le miscele per innesco devono essere molto intime, altrimenti detona solo il fulminato e le altre sostanze esplosive sono proiettate senza che subiscano alcuna alterazione.

Nonostante che il fulminato di mercurio molto compresso od unito a gomma diminuisca di sensibilità e di violenza, pure nelle cassule che devono far parte di spolette è indispensabile di effettuare sia la compressione per evitare l'arroccamento e gli sfregamenti conseguenti all'atto dello sparo, sia la verniciatura con gommalacca per evitare che nelle vibrazioni dei trasporti e nella concussione dello sparo avvengano dentro le cassule distacchi di fulminato.

Presso di noi si ritiene conveniente di non impiegare il fulminato in quantità maggiore di 2 gr.; inoltre per i trasporti si prendono rigorose disposizioni precauzionali (2).

Fabbricazione. — Si purifica il mercurio lavandolo con acido nitrico poco concentrato, indi si forma il nitrato di mercurio ponendo 200 gr. di mercurio e 2200 gr. di acido nitrico dentro una storta a bagno-maria di 40°; ottenuto il nitrato di mercurio si versa lentamente dentro la storta 2200 gr. di alcool rettificato; la reazione si fa sempre più viva con sviluppo di calore fino alla temperatura di 85°, indi diminuisce ed il fulminato grezzo si deposita sul fondo in forma di aghi grigio-gialli; si separa il fulminato per decantazione, si fanno successivi lavaggi di deacidificazione, si filtra.

Il fulminato grezzo contiene un poco di mercurio e di ossido di mercurio, se si vuole il fulminato bianco occorre ancora sciogliere quello grezzo in acqua calda ed ottenerlo per cristallizzazione, oppure si può ottenere direttamente dalla storta purchè si aggiunga all'alcool il 2 per mille di acido cloridrico.

Il fulmicotone va poi essiccato in apposito locale e per questa operazione pericolosa viene tenuto fra fogli di carta-suga.

---

(1) Per questa ragione le cassule di non recente fabbricazione possono dar luogo a scatti a vuoto.

(2) Quali: il trasporto del fulminato per ferrovia è proibito dal 15 ottobre al 15 marzo, allo scopo di evitare l'eventuale pericolosa congelazione dell'acqua di annegamento; ogni spedizione deve essere al massimo nella quantità di 1 kg.; l'imballaggio deve essere il seguente: il fulminato allo stato di annegamento deve essere racchiuso entro una borsa di caoutchouc spesso 1 mm., adagiata fra spugne imbevute d'acqua situate in un vaso di ebanite, contenuto a sua volta in una tinozza di legno avviluppata in un materassino di crine animale che viene ricoperto da tela grezza di canapa, questo involto viene attorniato da segatura, o trucioli, o paglia ed introdotto in un cesto di vimini che infine dev'essere posto al centro di un vagone ed ivi assicurato solidamente.

47. Dinamiti. — Nel 1867 l'ingegnere svedese Alfredo Nobel, che già fino dal 1863 aveva dato il modo di fabbricare la nitroglicerina in grande quantità e di usarla liquida per i lavori di mina, brevettò a Stocolma *la dinamite,* che definì: « La mia invenzione consiste, principalmente, nel sopprimere le proprietà pericolose della nitroglicerina in modo tale che questa non sia sensibile nè all'urto, nè alla fiamma, ed a metterla sotto una forma che per l'impiego e per il trasporto sia più conveniente della forma liquida; ciò si ottiene incorporando la nitroglicerina nei pori di sostanze assorbenti inesplosive, senza alcuna influenza chimica sulla nitroglicerina, tali la silice, la polvere di mattone, ecc. L'esplosivo così ottenuto è plastico più o meno a seconda del titolo di nitroglicerina che contiene ».

Alcuni anni dopo il Nobel prese altri brevetti per dinamiti in cui la materia assorbente, in luogo di essere chimicamente *inerte,* era chimicamente *attiva,* cioè suscettibile di essere decomposta contemporaneamente all'esplosione della nitroglicerina o, volendo, d'essere anch'essa esplosiva; comunque, rispetto alla nitroglicerina pura, gli effetti della sostanza assorbente sono: di diminuire la rapidità dell'esplosione in certi casi fino a raggiungere azione propulsiva in luogo di quella dirompente — di diminuire grandemente la eccessiva sensibilità — di utilizzare, occorrendo, l'eccesso di ossigeno.

Le dinamiti sono molto usate nell'industria per la loro grande forza esplosiva, maneggio sufficientemente sicuro e facile, costo relativamente basso.

Si possono classificare:

I. — DINAMITI CHE NON CONTENGONO NITROCELLULOSA (1) . { A) *a base inerte* / B) *a base attiva* . { *non esplosiva* / *esplosiva* / C) *a base mista.*

II. — DINAMITI CHE CONTENGONO NITROCELLULOSA (GELATINIZZATA) (2) . . . . . { D) *gelatine gomme* / E) *gelatine dinamiti* / F) *balistiti.*

— *Caratteri generali delle dinamiti:*

a) Forza e potenza: come si è detto l'aggiunta di sostanze convenienti può modificare i caratteri della reazione esplosiva fino ad eliminare completamente l'azione dirompente per ottenere, con conveniente densità di caricamento e conveniente innescamento, un'azione propulsiva.

b) Omogeneità e stabilità: Occorre che la nitroglicerina, venga completamente trattenuta dall'assorbente, che non si abbiano trasudamenti di nitroglicerina per scosse nè per variazioni della temperatura ambiente, che la nitroglicerina sia omogeneamente distribuita in tutta la massa esplosiva, che la sostanza assorbente non dia luogo ad alterazioni chimiche.

c) Inalterabilità alle influenze igrometriche: Ciò non è necessario in senso assoluto qualora, prima d'impiegarla, la dinamite non debba conservarsi a lungo (3).

d) Sufficiente insensibilità: o per meglio dire sensibilità diminuita a seconda del modo e dello scopo d'impiego.

---

(1) Dette anche: *dinamiti primitive* oppure *dinamiti ordinarie.*

(2) Dette anche: *dinamiti moderne* oppure *nitrogelatine.*

(3) Come avviene, ad esempio, quando fra le materie assorbenti vi sono nitrati di ammonio o di sodio.

e) Prodotti d'esplosione e temperatura di reazione non dannosi: Questi requisiti sono necessari quando le dinamiti s'impieghino nelle miniere di carbon fossile od in pozzi non bene aerati, allo scopo di evitare asfissia, avvelenamento, formazione di miscele gasose detonanti, scoppi di grisou, ecc.; ragioni che indussero allo studio degli *esplosivi di sicurezza.*

48. Descrizione e proprietà di alcune dinamiti. — I. DINAMITI CHE NON CONTENGONO NITROCELLULOSA. — A) *Dinamiti a base inerte.* — Tipica è la *dinamite Nobel al kieselguhr.* Il kieselguhr è un ottimo assorbente (1); è un calcare siliceo, friabile, poroso, composto di piccolissimi gusci (2) di infusorii; il kieselguhr finamente polverizzato viene impastato con la nitroglicerina nella proporzione di 10 parti di kieselguhr e 90 di nitroglicerina.

Questo tipo di dinamite ha, in comune con tutte le altre dinamiti a base inerte, i seguenti caratteri: congela a 7° e, poichè la nitroglicerina esce allora dai pori, diviene pericolosa; congelata è compatta e dura; il disgelamento è un'operazione lunga e pericolosa; occorrono cassule da 1 a 2 gr. di fulminato di mercurio per farla detonare; può essudare per forti variazioni di temperatura oppure, per azione d'osmosi, all'umidità; è insensibile agli urti poco violenti; può esplodere tra ferro e ferro o pietra; non esplode per urto o moderato attrito fra legno e legno (3); è molto sensibile all'esplosione per influenza; esplode all'urto di una pallottola di fucile ed esploderebbe per l'accelerazione del proietto all'atto dello sparo; all'aria libera un corpo acceso od una scintilla elettrica l'infiammano e brucia con fiamma vermiglia, senza detonare purchè la massa sia piccola ed i gas possano rapidamente e liberamente espandersi; può sopportare la temperatura di 100° per circa un'ora senza alterarsi; portata repentinamente a 200° s'infiamma ed a 220° esplode; viene alterata e, se racchiusa, può dar luogo ad esplosione spontanea qualora, esposta all'umidità, venga a contatto prolungato col ferro; la stabilità determinata col sistema Abel deve essere ogni tanto verificata.

B) *Dinamiti a base attiva: esplosiva o non esplosiva.* — In queste dinamiti si utilizza l'eccesso di ossigeno che la nitroglicerina sviluppa nell'esplosione sia producendo la combustione di un corpo combustibile (4), sia rendendo completa la combustione di un esplosivo che non abbia di per sè sufficiente ossigeno (5); talvolta si preferisce od è necessario di introdurre molta materia combustibile, allora l'ossigeno disponibile nella nitroglicerina non è sufficiente ed occorre di aggiungere una conveniente quantità di sostanza ossidante (6).

C) *Dinamiti a base mista.* — Talvolta la dinamite a base attiva potrebbe risultare troppo poco consistente (7) per gli usi a cui serve, allora occorre

---

(1) Se ne trovano grandi depositi ad Oberlohe nell'Annover, in Svezia, in Scozia.
(2) Tubolari od a conchiglia.
(3) Perciò per tagliare o foggiare le cariche di questa dinamite s'impiegano attrezzi, coltelli, punteruoli, calcatoi di legno dolce.
(4) Carbone, segatura, sughero carbonizzato, idrocarburo.
(5) Polvere nera, paraffina.
(6) Generalmente un nitrato: di potassio, di sodio, di ammonio, di bario.
(7) Poichè il non grande eccesso di ossigeno della nitroglicerina richiede anche poca aggiunta di sostanza combustibile od esplosiva.

di aggiungere una sostanza inerte in modo che tutta la nitroglicerina sia assorbita fino a raggiungere il grado di consistenza voluto.

Per esempio: il *litofrattore* formato da: nitroglicerina 52, carbone fossile 12, nitrato di sodio 4, zolfo 2, kieselguhr 30.

II. Dinamiti che contengono nitrocellulosa (gelatinizzata). — Queste dinamiti sono tutte a base attiva od a base mista. La nitrocellulosa è spesso in quantità relativamente piccola rispetto alla nitroglicerina e viene da questa gelatinizzata secondo il processo scoperto dal Nobel nel 1875; se si aggiungono altre sostanze attive od inerti ciò è dovuto alla necessità di diminuire il costo e di facilitare la fabbricazione, o per attenuare gli effetti dirompenti, calorifici, ecc., ecc.

Queste dinamiti moderne sono di maggior costo delle primitive e perciò non vengono usate nelle industrie che in caso di assoluta necessità; ma per gli usi militari hanno ricevuto larghissimo impiego, dovendosi tener conto della maggior forza esplosiva, maggiore sicurezza di trasporto, maggiore facilità di conservazione e d'impiego.

D) *Gelatine gomme.* — In queste nitrogelatine la proporzione di nitroglicerina è sempre elevata, dal 93 al 95 %, perciò si ha dal 7 al 5 % di cotone collodio; sono più potenti della nitroglicerina pura e d'ogni altra dinamite (1). Volendo raggiungere altri scopi particolari (2), si può, diminuendo la nitroglicerina, aggiungere l'1 % di soda, il 2 % di alcool metilico, dall'1 al 5 % di canfora, ecc.

Fra le gelatine gomme sono notevoli: quella da noi attualmente impiegata, cioè la *gelatina esplosiva*, della quale si tratta col seguente N. 49; la *gelatina canforata*, costituita da 88 % di nitroglicerina, 7 % di cotone collodio, 5 % di canfora, che è meno sensibile agli urti, non esplode se colpita da pallottola di fucile, è insensibile alle esplosioni per influenza (3), ma obbliga ad innesco con grossa cassula di fulminato di mercurio; la *gelatina non congelabile Vender* (4).

E) *Gelatine dinamiti.* — In queste nitrogelatine, d'uso piuttosto industriale, la nitroglicerina varia dal 25 all'80 % e non v'è più del 4 % di cotone collodio e ciò si fa per potervi incorporare altre sostanze adatte a costituire una massa di determinata e notevole consistenza; queste sostanze generalmente sono attive (5).

Per gli usi industriali, sebbene di maggiore costo, sono preferibili alle dinamiti ordinarie, perchè sono alquanto plastiche, resistono bene al calore, non essudano nitroglicerina, reggono all'umidità purchè siano bene avvolte in carta paraffinata.

---

(1) 100 gr. di gelatina gomma valgono 140 gr. di dinamite ordinaria.

(2) Enunciati precedentemente.

(3) Perciò sarebbe adatta per gli sbarramenti di torpedini; però si teme che a lungo la canfora dia luogo ad acidi ed evapori.

(4) Recentemente il Vender, a Milano, ha prodotto una dinamite che non congela se portata a —20°; è costituita da cotone collodio coll'aggiunta del 10 al 20 % di nitroacetina.

La *nitroacetina* è una sostanza liquida esplosiva ottenuta dalla nitrazione delle acetine, ha potenza quasi uguale a quella della nitroglicerina, è solvente del cotone collodio e lo gelatinizza.

(5) Nitrati, carbone, farina, ecc.

F) *Balistiti.* — Le balistiti e composti simili (solenite, cordite, ecc.) sono dinamiti a base attiva, per le quali il titolo di nitrocellulosa disciolta nella nitroglicerina e le diverse operazioni di fabbricazione ed il modo di impiego sono tali da eliminare i caratteri dirompenti della dinamite per acquistare invece semplice e determinata azione propulsiva.

Le balistiti perciò appartengono alla categoria delle polveri infumi.

49. Gelatina esplosiva. — La *gelatina esplosiva* regolamentare nel nostro esercito è composta da 93 % di nitroglicerina e 7 % di cotone collodio; ha la densità di 1,6.

Proprietà. — È una sostanza giallastra, molto plastica, quasi inodora alla temperatura ordinaria; è velenosa; ha combustione incompleta e perciò, bruciando lentamente, sviluppa gas dannosi alla respirazione; all'aria libera, e purchè in piccola quantità (1) non preventivamente riscaldata, brucia a contatto con un corpo in ignizione od in seguito ad urto in un punto della sua massa; non si altera se riscaldata gradatamente fino ad 80°, ma può esplodere se giunge repentinamente a tale temperatura o se portata lentamente a 204°; *alla temperatura di 7° congela,* si indurisce, schiarisce; il disgelamento può ottenersi come per le dinamiti ordinarie.

La gelatina esplosiva non è igroscopica; conserva tutte le sue proprietà esplosive anche se immersa per più giorni nell'acqua (2), però conviene di avvolgere le cartucce con carta paraffinata per evitare la lenta azione dell'umidità e della luce (3), i trasudamenti, i contatti prolungati coi metalli, ecc.; la sensibilità è minore di quella delle dinamiti ordinarie, ragione questa che fa ritenere prudente l'uso di un innesco multiplo; esplode per urti violenti fra corpi metallici; l'esplosione è dubbia per urti fra pietra e ferro o per azione della scintilla elettrica, o per urto di pallottola di fucile, non esplode per urti fra legno e ferro, è sensibilissima ad ogni urto se guasta o trasudata; in recipiente chiuso scaldata od innescata detona; l'innesco di solo fulminato di mercurio dà luogo ad una detonazione notevolmente inferiore dell'innesco multiplo, costituito da una cassula di fulminato di mercurio entro un cilindretto di fulmicotone secco. La sensibilità alle esplosioni per influenza può anche mancare a seconda della distanza e della specie del corpo su cui appoggia.

Se la gelatina esplosiva è stata fabbricata con nitroglicerina e nitrocellulosa perfettamente neutre si è sicuri della sua buona conservazione per lungo tempo alle ordinarie condizioni di temperatura ed il maneggio, trasporto, impiego non presentano pericoli, purchè si abbia prudenza per evitare urti violenti, vibrazioni prolungate, elevate temperature.

Impiego. — La nostra gelatina esplosiva viene impiegata sotto forma di cartuccia cilindrica del diametro di mm. 30, altezza mm. 100, peso gr. 100, avvolta in carta preparata alla paraffina (4).

---

(1) Due o tre cartucce.

(2) L'immersione nell'acqua fa sciogliere solamente la nitroglicerina dello strato superficiale a diretto contatto dell'acqua, isolando la nitrocellulosa che così viene a costituire un sottile involucro biancastro impermeabile.

(3) Specialmente è prudente proteggerla dai raggi solari diretti.

(4) Paraffina 20, resina 60, sego depurato 20.

L'unione sotto uno stesso involucro d'una cartuccia di gelatina con un cilindretto di fulmicotone secco (1) costituisce la *cartuccia-innesco;* questa viene preparata, con una cartuccia ordinaria, al momento del bisogno.

Si hanno in servizio, specialmente per gli zappatori di cavalleria, i cosiddetti *cartocci esplosivi,* costituiti da un tubo di cartoncino contenente una cartuccia di 150 gr. di gelatina esplosiva innescata con cilindretto di fulmicotone secco.

— La gelatina esplosiva viene da noi impiegata nei lavori di mina e di distruzione, nella rottura delle bocche da fuoco radiate dal servizio, nei poligoni di tiro per determinare la rottura e lo scoppio di proietti non scoppiati nel tiro.

— La gelatina ha effetti potenti anche se impiegata in cariche all'aria libera, con poco intasamento e senza intasamento; l'intasamento ad acqua dà ottimi risultati. Nel maneggio della gelatina occorre ricordare di non tenere mai in deposito cartucce già armate di cassula di fulminato di mercurio o d'innesco elettrico; le cassule e gli inneschi devono essere posti a rilevante distanza dalle cartucce e preferibilmente in locale diverso; inoltre bisogna evitare di toccare mucose ed alimenti con le mani imbrattate di gelatina, di dare luogo a contatti della gelatina con tagli o scalfitture della pelle, poichè, a causa della nitroglicerina, la gelatina ha azione irritante e velenosa.

50. Mezzi d'innescamento. — Inneschi. Miccie. — Ciò che dà impulso iniziale per determinare la reazione di una sostanza esplosiva costituisce *mezzo d'innescamento.*

Trattando delle caratteristiche degli esplosivi e specialmente della loro sensibilità rilevammo che affinchè la reazione esplosiva sia più o meno violenta occorre di stabilire il mezzo d'innescamento in relazione al grado di sensibilità dell'esplosivo ed agli effetti che si vogliono ottenere dall'esplosione; precisamente il mezzo d'innescamento è tanto più potente quanto minore è la sensibilità e quanto maggiori sono gli effetti che si richiedono.

L'innescamento può presentare talvolta differenti effetti a seconda che esso ha luogo in un solo punto od in più punti, se alla superficie od al centro della massa esplosiva.

L'azione innescante può essere *incendiva* per le cariche di propulsione, oppure *detonante* per le cariche di rottura.

Generalmente l'azione incendiva si ottiene colle *miccie a lenta* od *a rapida combustione,* con artifizi detti *inneschi ordinari* contenenti miscele a base di clorato di potassio; l'azione detonante si ottiene generalmente colle *cassule detonanti,* le quali contengono una conveniente quantità di fulminato di mercurio o di altro alto esplosivo (2), e cogli *inneschi detonanti multipli,* costituiti generalmente da un detonatore secondario, o sussidiario, di alto esplosivo (3).

---

(1) Il cilindretto di fulmicotone secco ha su di una base un foro che serve, al momento dell'impiego, per alloggiarvi la cassula di fulminato di mercurio; il cilindretto pesa 30 gr., diametro mm. 30, altezza mm. 40, ed è avvolto in carta paraffinata.

(2) Principalmente allo scopo di impiegare la minore quantità possibile di fulminato di mercurio e mai più di 3 grammi.

(3) Fulmicotone secco, pertite polverulenta, trinitrotoluene in polvere, ecc., che venga però fatto detonare mediante l'azione di un innesco fusante.

Inoltre gli inneschi sono classificati in molti altri modi; così: secondo il modo col quale esplodono: ad urto, a sfregamento, elettrici; oppure secondo la forma: cassule, cannelli fulminanti, cannelli a vite, petardetti, stoppini, miccie; oppure secondo l'uso: per bossolo, per spoletta, per mina, ecc.

Concludendo, i mezzi d'innescamento più frequenti sono:

INNESCHI INCENDIVI O FUSANTI	Stoppini.
	Miccie ordinarie a lenta combustione.
	Miccie a rapida combustione.
	Cassule con miscele fulminanti.
	Cannelli ordinari.
	Cannelli a vite.
	Inneschi per cariche di propulsione.
	Carichette di trasmissione o petardetti d'innescamento.
INNESCHI DETONANTI	Cassule di fulminato di mercurio.
	Detonatori di fulmicotone secco, di pertite, di trinitrotoluene, di nitromannite, ecc.
	Inneschi detonanti multipli.
	Miccie detonanti.

51. Miccie. — Per molti secoli le miccie, più o meno perfette, vennero costituite da stoppini formati da un cordone di canapa di dimensioni varie, imbevuti in una miscela di polvere nera e gomma; nel 1831 il Bickford inventò la *miccia a lenta combustione* o *stoppino di sicurezza Bickford,* formata da un tubo di canapa tessuta il cui canaletto assiale di 3 mm. di diametro è riempito di polverino; la miccia all' esterno viene verniciata con paraffina, con catrame vegetale o con altra sostanza che la protegga dall' umidità; talvolta si spalma anche con polvere di talco, di caolino, ecc.

In generale le miccie devono soddisfare alle seguenti condizioni: non alterarsi, specialmente entro breve tempo, per l'azione dell'umidità dell'ambiente; avere costante velocità di combustione; non produrre scintille all'esterno dell'involucro; adattarsi agli andamenti talora alquanto tortuosi del distendimento; presentare sicurezza di trasporto, di conservazione, d'impiego; presentare facilità di adattamento nelle cassule e negli inneschi.

Perchè la miccia non si alteri all'umidità occorre di proteggerla mediante vernici isolanti, o di fare il tubo con metallo malleabile, o di disporla entro involucri multipli, di cui uno almeno sia di guttaperca.

Per l'impiego subacqueo occorrono miccie ad involucro metallico o di guttaperca.

La velocità di combustione delle miccie dipende dalla natura, forma, stato igrometrico e compressione dell'esplosivo che le costituisce e talora dal modo col quale viene iniziata la combustione. Le minori velocità si ottengono colla polvere ordinaria, le maggiori con gli alti esplosivi, anzi questi ultimi possono fornire miccie che funzionano con lentezza o con grandissima velocità, secondo che vengono infiammate, oppure fatte detonare con innesco detonante.

Le miccie che devono essere distese attraverso ad ambienti (1) ove sia pericoloso il prodursi di fiamma o di scintilla all'esterno dell'involucro della miccia, devono avere l'involucro incombustibile e resistente, perciò queste *miccie di sicurezza,* se non hanno tubo metallico, sono ricoperte da tessuto di canapa trattato con fosfato d'ammonio o con altra sostanza ignifuga.

L'involucro delle miccie deve sempre prestarsi al comodo avvolgimento delle miccie su tamburo od a matassa, senza poi presentare delle screpolature od aggrovigliamenti all'atto del distendimento.

La regolarità della combustione, oltre a rendere sicuro l'impiego della miccia, la rende atta ad eseguire il compassamento dei fuochi quando si tratti di miccie a lenta e rapida combustione.

L'operazione detta *compassamento dei fuochi* è necessaria colle miccie a lenta combustione e consiste nel dare ai diversi tratti di miccia partenti da uno stesso punto, diramantisi ai diversi *fornelli* di mina, un uguale sviluppo affinchè le mine esplodano contemporaneamente.

— In relazione alla velocità di combustione le miccie si classificano così:

a) *miccie a lenta combustione,* quelle che all'aria libera bruciano con velocità non superiore ad un metro in 90″;

b) *miccie a rapida combustione,* quelle che all'aria libera bruciano con velocità fino a 500 m. in 60″ od anche con velocità maggiori ma senza detonare;

c) *miccie detonanti,* quelle capaci di detonare per tutta la loro lunghezza con velocità 3000 m. e più al 1″.

— Descrizione di alcune miccie. — a) *Miccie a lenta combustione:*

Miccia Bickford. — Precedentemente considerata, venne usata per molto tempo nell'esplosione delle mine; può essere provvista di involucro impermeabile; velocità di combustione di m. 0,70 al 1′.

Innesco senza fine. — Consiste in un tubetto di piombo del diametro di 6 mm. ripieno di polverino uniformemente compresso; velocità di combustione di 1 m. al 1′.

Miccia di sicurezza. — Composta con miscela di polvere nera e nitrocellulosa entro un involucro triplo di canapa a fili ritorti trattato al fosfato d'ammonio e ricoperto di gesso e polvere di talco.

Miccia italiana. — La miccia Bickford, che rimane da noi in servizio fino a consumazione, è stata sostituita con una miccia molto più lenta, costituita da un tubetto di stagno trafilato del diametro esterno di mm. 3 contenente una miscela di clorato di potassio e solfuro d'antimonio in parti uguali, impastata con glutine di lino sciolto nel benzolo; il sottile tubetto è rivestito da un nastro di gomma avvolto a spirale, ricoperto anch'esso da un intreccio di fili di cotone colorato in turchino; velocità di combustione m. 0,25 al 1′.

b) *Miccia a rapida combustione.* — Miccia La Rivière o *miccia istantanea;* è stata molto impiegata per evitare il compassamento dei fuochi; si compone di tre miccie a stoppino, riunite in un inviluppo formato con tessuto impermeabile, ricoperto da nastro avvolto a spira a sua volta ricoperto da un involucro di guttaperga; la velocità di combustione è di 100 m. al 1″.

---

(1) Per es. nelle miniere ed ovunque si sviluppano o si formano gas esplosivi.

c) *Miccie detonanti.* — Queste miccie vennero studiate per evitare il compassamento dei fuochi, per non ricorrere all'impiego dell'accensione elettrica che richiede macchinario ed inneschi speciali non sempre disponibili, per abolire l'uso delle cassule di fulminato di mercurio e possibilmente anche del fulmicotone secco negli innescamenti di cariche d'alto esplosivo.

Di miccie detonanti ne vennero studiate ed esperimentate moltissime (1).

In Italia si è introdotta la *miccia detonante all'acido picrico.*

Miccia detonante all'acido picrico. — È costituita da pertite fusa, versata in tubetto di stagno purissimo trafilato fino al diametro esterno di mm. 5; velocità di detonazione di 5000 m. al 1″. È sicura nel maneggio e nel trasporto; di facile fabbricazione e conservazione; occorre proteggerne le estremità dall'umidità schiacciandole od investendole con speciali tubetti di gomma.

Miccia alla balistite. — Questa miccia è pure dovuta a studio del Genio militare italiano (2); consiste in un tubetto di piombo ripieno di una miscela formata da balistite in grani finamente macinata e polvere ordinaria a grana fina; il tubetto passato alla trafila viene ridotto al diametro di mm. 5,5; il peso è di gr. 150 per metro; *la velocità di combustione varia secondo il modo con cui se ne provoca l'accensione;* se infiammata brucia con molta lentezza, m. 0,25 al 1′; se innescata con cassula detonante detona colla rapidità di 3500 m. al 1″.

— Le esperienze hanno dimostrato che per il brillamento di cariche di gelatina esplosiva facendo uso di miccia detonante, all'acido picrico od alla balistite, si può evitare sia l'impiego della pericolosa cassula di fulminato di mercurio, sia quello dell'innesco di fulmicotone secco, però occorre di eseguire l'innescamento della cartuccia di gelatina nel modo seguente:

Si fa uso di un cilindretto di acciaio forato al fondo, lungo mm. 32, del diametro interno di mm. 30; questo cilindretto s'investe all'estremità della cartuccia di gelatina; indi, attraverso al foro del cilindretto, s'introduce la miccia nella cartuccia di gelatina fino a raggiungere metà lunghezza della cartuccia.

Articolo III. — Polveri infumi.

52. Cenno storico. — Il concetto di approffittare degli elevati caratteri esplosivi della nitrocellulosa, rispetto alla polvere nera per accrescere la potenza delle armi ed eliminare il fumo, indusse a studi ed esperienze di cui le più notevoli furono quelle del generale austriaco Lenck, il quale ancor prima del 1860 impiegò il fulmicotone in fili per formarne dei cartocci per cannoni da campagna.

---

(1) In Francia si ebbe la *miccia detonante al fulmicotone,* formata da un tubetto di stagno o di piombo di 4 mm. ripieno di fulmicotone e provvisto di involucro protettore; velocità di detonazione di 6000 m. al 1″ se in tubo di stagno, di 4000 m. al 1″ se in tubo di piombo; in Austria venne provata la *miccia Hess* al fulminato di mercurio ed in Germania la *miccia alla nitromannite,* ma si riconobbe che la loro sensibilità era eccessiva e pericolosa e la velocità di detonazione limitata tra 500 e 1500 metri al 1″.

Il Nobel propose una miccia molto plastica a base di gelatina canforata, nitrocellulosa, cloruro e ferrocianuro di potassio.

(2) Studio del generale Spaccamela.

Questi cartocci erano costituiti da un sottile cilindro cavo di legno dolce rivestito da trecce di fulmicotone in fili, ma nell'uso dimostrarono che anche sotto questa forma fibrosa la forza dilaniatrice del fulmicotone si manteneva elevatissima e che le corrosioni nell' anima dell' artiglieria erano molto rilevanti (1).

Nel 1884 il Vieille, in Francia, scoprì che l'azione solvente di alcune sostanze (etere acetico, acetone, etere ed alcool) sulla nitrocellulosa dava luogo ad una pasta gelatinosa, colloide, che sottoposta ad evaporazione del solvente e successiva compressione poteva essere ridotta in fogli di voluto spessore dai quali ottenere fili, cubi, piastrelle, od altre forme di grano colle quali costituire una polvere infume, che alle esperienze dimostrò di avere perduto la caratteristica forza dilaniatrice delle nitrocellulose conservandone invece quasi inalterata la potenza balistica.

La grandiosa scoperta venne dal Vieille comunicata al Governo francese che immediatamente la esperimentò, e, in seguito all'evidenza del successo, determinò la fabbricazione del fucile Lebel, il primo dei fucili a ripetizione di piccolo calibro (2), fucile che clamorosamente apparve a costituire l'armamento della fanteria francese nel 1886.

Questa data segnò l'inizio di un nuovo periodo nella storia degli esplosivi e delle armi e, poichè la Francia custodiva gelosamente il segreto della scoperta del Vieille, tutte le Nazioni si diedero alacremente a studiare la questione delle polveri infumi sia sotto l'aspetto chimico, sia sotto quello balistico, sia sotto quello dell'impiego tattico.

Al Nobel spettava nuovamente un'altra grande scoperta nel campo della scienza e della pratica degli esplosivi; egli, nel 1888, scoprì che la cellulosa debolmente nitrata e soprattutto il cotone collodio è solubile nella nitroglicerina e che mediante opportuno dosamento si può da questa soluzione ricavare una polvere infume a cui fu dato il nome di *balistite*.

Il primo campione venne adottato dalla Casa Krupp, che nel 1890 ne rese pubblici i grandi risultati ottenuti.

Questo primo tipo di balistite era costituito da 70 % di nitroglicerina e 30 % di nitrocellulosa; ma in seguito ad esaurienti esperienze il Nobel stesso venne a determinare il tipo di balistite, costituito da 50 % di nitroglicerina e 50 % di nitrocellulosa, che tuttora s'impiega nonostante alcuni inconvenienti.

Gli studi sugli esplosivi chimici, sebbene migliorati e molto spinti, hanno dato finora esclusivamente dei prodotti perfezionati; allo stato attuale delle cose solo un esplosivo con caratteri perfettamente nuovi potrebbe realizzare un nuovo importante progresso nelle armi.

Presso di noi nel 1890 la Società Nobel impiantò nel Piemonte, ad Avigliana, un balistificio per provvedere di esplosivi sia la marina da guerra che l'esercito; questo grandioso stabilimento si è perfezionato e continua a fornire le cariche per la marina da guerra; per l'esercito, in seguito all'adozione, nelle

---

(1) Si ebbero alcune polveri da caccia, quali: nel 1867 la Schultz, a base di pirossilina; nel 1882 la cosidetta B. C., formata da grani di nitrocellulosa trattati con etere ed alcool.

Queste polveri potrebbero ritenersi come precursori.

(2) Vedi precedente Capitolo IV, N. 38.

armi Mod. 91, della *solenite* (1), studiata dal colonnello d'artiglieria Bazzichelli nel 1896, venne impiantato a Fontana Liri un grandioso balistificio provvisto e mantenuto tuttora con macchinario modernissimo.

53. Concetto generale della costituzione e fabbricazione delle polveri infumi. Classificazione. — Le polveri infumi sono impiegate come mezzo balistico in tutte le attuali armi; hanno per base principale o per base unica la nitrocellulosa più o meno nitrata e contengono talvolta altre sostanze colle quali si raggiungono determinati scopi, di cui in seguito esporremo la convenienza.

Le polveri infumi sono generalmente considerate in due pruppi principali:

1° *polveri alla nitroglicerina,* se contengono nitroglicerina e nitrocellulosa come costituenti principali;

2° *polveri alla nitrocellulosa,* se contengono come base principale la sola nitrocellulosa e non vi è affatto nitroglicerina.

— Queste polveri evidentemente risentono in gran parte delle proprietà dei loro componenti principali e di quelle altre sostanze che si è ritenuto opportuno di aggiungere.

La nitrocellulosa, impiegata in fili dal Lenck, oppure compressa col sistema dell'Abel, modificava solo leggermente taluni effetti dell'esplosione, ma la struttura fibrosa, e la porosità caratteristica della cellulosa nitrata permanevano, cioè permanevano le cause che la rendevano inadatta all'impiego nelle armi; occorreva l'azione solvente, scoperta dal Vieille, per riunire più intimamente le molecole delle fibre e cambiarne in modo completo alcuni caratteri esplosivi.

Il principio generale della fabbricazione delle polveri infumi è il seguente: *Disporre la nitrocellulosa in un liquido solvente* (2), *scelto convenientemente secondo il grado di nitrazione della nitrocellulosa, per mutarne la struttura fisica prima da filamentosa in vischiosa, poi da vischiosa in colloide più o meno compatta, eliminando, se occorre, il solvente e valendosi della compressione meccanica* (3); si ottiene così una sostanza che pur conservando la potenza dell'esplosivo primitivo ha perduto grandemente forza e rapidità.

La specie del solvente impiegato ha molta influenza sulle caratteristiche della polvere infume specialmente se non viene eliminato o se viene eliminato solo in parte; nelle polveri alla nitroglicerina il solvente è la nitroglicerina stessa, perciò rimane inglobato nella sostanza esplosiva; nelle polveri alla nitrocellulosa il solvente generalmente si elimina per evaporazione e si elimina completamente perchè la sua presenza altera le proprietà dell'esplosivo.

Quand'anche il solvente venga eliminato, la sua specie ha sempre grande influenza sulla struttura, aspetto, densità, modo di combustione dei grani.

---

(1) La solenite, avendo una composizione diversa dalla balistite, permise di risparmiare la tassa di privativa che lo Stato doveva pagare alla Società Nobel e che era di lire 1,45 per kg. di balistite.

(2) Etere ed alcool, etere acetico, acetone, acetato di amile, nitroglicerina, nitrobenzolo, ecc. Il più energico dei solventi della nitrocellulosa è l'etere acetico; ma se ne rimane anche lieve traccia nell'esplosivo, questo risente dannosamente l'influenza dell'umidità atmosferica, poichè l'etere acetico in presenza dell'acqua si decompone, dando luogo ad acido acetico.

Per questo motivo da noi si scioglie il fulmicotone nell'acetone.

(3) Trafilazione oppure cilindrazione.

La privativa della fabbricazione delle polveri infumi attuali non consiste essenzialmente nella composizione qualitativa e quantitativa, poichè sono facilmente determinabili, ma consiste nei particolari coi quali vengono condotte le molteplici lavorazioni e nella cura meticolosa con cui queste devono essere eseguite affinchè la fabbricazione corrente dia luogo ad un esplosivo di composizione chimica sempre identica, di perfetta stabilità, di effetti esplosivi sempre uniformi e che si mantengano tali col tempo.

Le sostanze secondarie che si aggiungono, in piccola percentuale, alle polveri infumi non devono assolutamente diminuirne la stabilità, servono per diminuirne la sensibilità, la velocità di combustione, la forza dilaniatrice, la temperatura di reazione, e talvolta per aumentare la stabilità o per svelare la diminuzione di stabilità; alcune sostanze si aggiungono con percentuale piuttosto rilevante per correggere l'eccesso d'ossigeno di quelle alla nitrocellulosa (1), queste sostanze fanno anch'esse variare la densità, la sensibilità, la temperatura di reazione e le altre caratteristiche dell'esplosivo, talvolta le variazioni sono così pronunciate che hanno indotto alcuni a distinguere altri due gruppi di polveri infumi:

1° polveri infumi contenenti nitrati metallici;

2° polveri infumi contenenti nitrati organici.

Le polveri di questi due gruppi servono quasi tutte per usi industriali avendo generalmente i caratteri delle dinamiti (2), fanno eccezione: la polvere francese B. N. al nitrato di bario e di potassio (3), le polveri spagnuola e inglese al nitrato di bario dette *toniti*.

Le polveri infumi per uso balistico, appartengono dunque ai primi due gruppi; le più notevoli fra quelle attualmente impiegate dalle diverse Nazioni sono:

54. Polveri infumi di alcune Nazioni. — 1° Gruppo: POLVERI ALLA NITROCELLULOSA: *Polvere* B (Francia). — Ha la seguente composizione: fulmicotone 68,2; cotone collodio 29,8; paraffina 2; impasto fatto coll'etere acetico, lisciviazione con alcool, compressione, essiccamento in stufe a 40° con energica ventilazione per eliminare il solvente, ingrafitamento a simiglianza delle polveri ordinarie.

Polvere al pirocollodio (Russia). — Il pirocollodio è uno stato di nitrazione della cellulosa intermedio fra il cotone collodio ed il fulmicotone; s'impiega in striscie che dopo l'essiccazione si presentano elastiche e translucide.

Polvere in lamelle (Germania). — S'impiega per i fucili Mauser Mod. 98 e per le artiglierie da campagna.

Polvere Guttler (Germania). — Costituita da nitrocellulosa 20 %; trinitrotoluene 80 %; si impiega nelle pistole Mauser.

Plastomenite o Polvere Wille (Germania). — Costituita da nitrocellulosa 65 %; trinitrotoluene 17 %; dinitrotoluene 5 %; nitrato di bario 12 %; cromato di potassio 1%. Questa polvere è stata esperimentata per le artiglierie da campagna e presenterebbe i seguenti caratteri: sicurezza di fabbricazione e d'impiego, stabilità sotto qualsiasi clima ed all'umidità, poca sensibilità, moderate pressioni, poca azione corrosiva.

Polvere Troisdorf (Germania). — Serve per la marina; contiene nitrocellulosa e nitrati.

---

(1) Carburi od idrocarburi nel primo caso; nitrati metallici o nitrati derivati da idrocarburi della serie aromatica nel secondo caso.

(2) Infatti noi le abbiamo già considerate nei precedenti N. 47 e 48.

(3) Nitrocellulosa 70, nitrato di bario 20, nitrato di potassio 8, carbonato di sodio 2.

Polvere Schwab Mod. 92 (Austria). — Serve per i fucili Mod. 95.

Polvere Wetteren (Belgio). — Solo nitrocellulosa; si impiega nei fucili Mauser Mod. 89 in lamelle.

Tonite (Spagna). — Costituita da 51,6 di cotone collodio e 48,4 di nitrato di bario; dà alquanto residuo solido (barite), alquanto fumo, però la combustione è completa, quindi si ottiene maggiore calore che colle polveri di pura nitrocellulosa; si impiega nei fucili Mauser Mod. 93, ed in lamelle od in tubi, di varia lunghezza a seconda del calibro, nelle artiglierie.

— 2° Gruppo: POLVERI ALLA NITROGLICERINA: *Balistite* (Italia). — Costituita da cotone collodio 50 $^0/_0$; nitroglicerina 50 $^0/_0$ (1). Si impiega colle artiglierie.

Solenite (Italia). — Costituita di cotone collodio 48 $^0/_0$; fulmicotone 12 $^0/_0$; nitroglicerina 37 $^0/_0$; 3 $^0/_0$ di idrocarburo (olio minerale) (2); si impiega colle armi Mod. 91.

Cordite (Inghilterra). — Costituita da cotone collodio 30 $^0/_0$; nitroglicerina 65 $^0/_0$; vaselina 5 $^0/_0$; il solvente è l'acetone e la vaselina si aggiunge dopo la gelatinizzazione; sotto forma di piccole corde di 10 fili si impiega nei fucili Lee-Enfield Mod. 903.

Polvere in cubi (Germania). — Costituita da nitrocellulosa 90 $^0/_0$; nitroglicerina 10 $^0/_0$; serve per le artiglierie di medio calibro.

Polvere Modello 95 (Austria). — Costituita da nitrocellulosa 90 $^0/_0$; nitroglicerina 10 $^0/_0$; serve per le artiglierie.

Polvere Maxim-Schuppaus (Stati Uniti). — Si impiega per il fucile Springfield Modello 903.

55. Proprietà delle polveri infumi. — Alcune proprietà sono comuni alle polveri alla nitrocellulosa ed a quelle alla nitroglicerina, altre dipendono dalle sostanze che entrano nella composizione della polvere, altre infine sono inerenti al processo di fabbricazione; complessivamente queste proprietà sono:

1° *Assenza di fumo.* — Poichè il carbonio che si trova nella molecola dell'esplosivo, essendo liberato allo stato chimico purissimo, viene combusto completamente (CO^2) o parzialmente (CO), sicchè i prodotti della reazione sono tutti gasosi; se talora si nota un poco di fumo, questo è dovuto all'innesco di polvere nera ed alle materie combustibili ma non esplosive che fanno parte della carica o la contengono (3).

2° *Assenza di fecce.* — Le fecce dovrebbero essere teoricamente nulle, ma in pratica, anche se non vi è nella polvere alcuna sostanza inorganica, si riscontra una lievissima quantità di cenere; piuttosto si deve notare che lungo le pareti della canna e alla superficie dei bossoli si deposita una sottile pellicola nerastra dovuta all'impurità della polvere od alle sostanze aggiunte od al deposito di carbonio di dissociazione.

Questa sottile pellicola è bene che venga asportata, almeno alla fine del tiro, altrimenti favorisce la formazione di ruggine, specialmente perchè vi si trovano tracce di clorati e altri composti di potassio e calcio derivanti dall'innesco o dall'esplosivo stesso; *perciò si prescrive che dopo il tiro l'anima delle armi venga lavata con acqua calda, indi asciugata ed ingrassata con vaselina e petrolio.*

3° *Vampa vivida, di forma rotonda.* — Le impurità della polvere, le sostanze solide aggiunte, i grassi di lubrificazione dànno, come si è già detto, una lievissima nuvoletta di fumo; in date circostanze atmosferiche può essere visibile una nuvoletta azzurrastra, quasi trasparente, dovuta alla condensazione della grande quantità di vapor d'acqua svolto dalla reazione e che esce dall'arma ad elevatissima temperatura.

---

(1) Vedi seguente N. 58.

(2) Vedi seguente N. 59.

(3) Sacchetti di filaticcio, involucri o dischi di feltro e di cartone; residui solidi di nitrato, se questo fa parte dell'esplosivo, per es. residui costituiti da ossido di bario.

4° *Composti chimici di composizione esattamente definita.* — Il processo della *gelatinizzazione* dà luogo a composizione intima ed omogenea; se vi è difetto questo va ricercato nella nitrazione della cellulosa.

5° *Grande potenza balistica e relativamente piccola forza dilaniatrice.*

6° *Elevate temperature di reazione.* — Di fronte ai vantaggi incontestabili che gli esplosivi nitrici presentano rispetto alle polveri ordinarie vi sono alcuni inconvenienti, fra i quali l'elevata temperatura di combustione è il maggiore poichè contribuisce grandemente ad accrescere il potere erosivo delle polveri infumi (1) e scalda eccessivamente le armi.

7° *Combustione regolare per strati paralleli.*

8° *Possibilità di regolare l'infiammazione e la combustione dei grani e di stabilire esattamente i loro caratteri fisici.* — Ciò favorisce grandemente il modo di ottenere polveri infumi vive, lente, lente e progressive; per ottenere lentezza si accresce la densità e si introducono nella composizione sostanze convenienti, si varia la forma e la dimensione del grano e della carica ; per ottenere progressività si adottano grani con foro assiale o si varia la densità del grano diminuendola dall'esterno all'interno.

9° *Sufficiente plasticità.* — Maggiore per le polveri alla nitroglicerina; in ogni caso sempre conveniente per adottare, in relazione all'impiego, forme e dimensioni diversissime: fili, striscie, lamine, piastrelle, placche, grani, sfere, anelli, coppe, tubi, corde, ecc.

10° *Non igroscopiche, non porose, non si alterano se immerse per breve tempo nell'acqua* (2). — Perciò facilità di conservazione.

11° *Grande regolarità di azione, cioè grande stabilità balistica.* — Requisito veramente prezioso dovuto alla speciale natura chimicamente ben definita delle polveri infumi.

12° *Sufficiente stabilità chimica.* — La stabilità chimico-tecnologica di un esplosivo è la permanenza dell'esplosivo nel primitivo stato chimico e fisico entro certi limiti di temperatura, di pressione, di stato igrometrico e di altre circostanze già enunciate; perciò sotto questo concetto si può dire che le polveri infumi, se ben fabbricate e ben conservate, sono anche chimicamente stabili. La stabilità è tanto maggiore quanto maggiore è il titolo azotometrico della nitrocellusa.

13° *Difficoltà di riconoscere coll'esame dei caratteri superficiali la stabilità sia chimica che balistica.* — Difficile è il riconoscere dall'esame superficiale se una polvere infume è perfettamente conservata in tutte le sue proprietà o se vi è principio di lenta decomposizione; si è perciò ricorso all'introduzione nella polvere di speciali sostanze dette *stabilizzatori* perchè hanno il còmpito di assorbire i prodotti della lenta decomposizione mantenendo la stabilità; talora, in seguito a tale assorbimento, gli stabilizzatori sono atti a rivelare che la polvere è in via di decomposizione; gli stabilizzatori non devono alterare la potenza balistica della polvere.

14° *All'aria libera bruciano lentamente anche se in grande massa* (3).

15° *Per esplodere occorre un inconveniente intasamento.* — Occorre cioè che i primi gas che si sviluppano dalla carica incontrino un conveniente ostacolo alla loro espansione in modo da esercitare pressione sulla rimanente sostanza esplosiva; *per questa ragione i cartocci e le cartucce da salve devono essere impiegate con un proietto fragilissimo di legno alquanto forzato nell'anima.*

---

(1) Specialmente quelle alla nitroglicerina.

(2) Evidentemente occorre asciugarle perfettamente prima di impiegarle ed è bene, per prudenza, di impiegarle alla prima occasione che si presenta.

(3) Nel 1890 ad Avigliana bruciarono in pochi secondi circa 12.000 kg. di balistite, non avvenne esplosione.

Nel 1905 in una polveriera di Spezia bruciò spontamente una cassa ripiena di balistite.

16° *Per avere azione propulsiva richiedono densità di caricamento non grandi.* — Le densità variano da 0,35 a 0,75.

17° *A forte densità di caricamento acquistano azione dirompente talora fino alla detonazione.* — Sono perciò adatte per il caricamento interno dei proietti tipo granata-torpedine.

L'inceppamento del proietto funziona come se si aumentasse la densità di caricamento, specialmente colle polveri lente, poichè i gas, assumendo immediatamente tensioni assai grandi, accrescono oltre il normale e con rapidissima progressività la velocità di combustione producendo pressioni talmente forti da vincere la resistenza dell'arma alla rottura. Lo scoppio dell'arma è ancora più grave se, trattandosi d'artiglieria lanciante proietto carico di grande quantità di alto esplosivo, il proietto scoppia nell'anima.

18° *Sono poco sensibili.* — Perciò l'accensione deve essere fatta con energico innesco fusante, talora rinforzato da una carichetta di trasmissione di polverino.

19° *Maneggio ed impiego sicuro.* — L'insensibilità agli urti, anche di pallottole di fucile da breve distanza, allo sfregamento, alle esplosioni per influenza, è tale da escludere qualsiasi pericolo di esplosione nelle condizioni ordinarie.

20° *Permettono l'esame per trasparenza ed al microscopio.* — La possibilità di rilevare per trasparenza oppure col microscopio alcuni difetti di fabbricazione ed alcuni caratteri di conservazione è di grande vantaggio al fabbricante ed al collaudatore; si rilevano soprattutto i difetti di gelatinizzazione, le impurità, le macchie ed i focolari di lenta decomposizione.

21° *Non producono polverino, nè si rompono.* — Ciò è dovuto alla loro natura colloidale; ad ogni modo è prudente di procedere al lisciamento dei grani di dimensioni piccole o medie e magari, trattandosi di polveri alla nitrocellulosa che sono leggermente friabili, di ingrafitarle; per evitare qualsiasi possibilità di fessure sia prima, che durante la combustione, è prudente durante la fabbricazione di non eccedere nell'uso del solvente, di non ripiegare le placche su sè stesse nelle ultime laminazioni, di non fare i tubi con pareti sottili in relazione al diametro.

22° *Forma delle corrosioni a striscie* (1). — Specialmente nei grossi calibri si verificano solcature profonde all'origine della rigatura, prima sul fondo delle righe, poi sui pieni; sicchè all'origine la rigatura finisce per essere asportata dando luogo ad un dannoso avanzamento del proietto. Queste corrosioni sono in genere limitate al primo tratto di rigatura per una estensione non superiore a due calibri (2). Numerose esperienze hanno dimostrato che le polveri infumi lente dànno luogo a corrosioni maggiori che le polveri vive e che per ridurre le corrosioni occorre di evitare le fughe di gas fra proietto ed anima (3) e di lubrificare anima e proietto.

23° *Possono dare luogo a fiamma di ritorno.* — Questa fiammata pericolosa può prodursi al subitaneo aprirsi della culatta delle artiglierie di medio e grosso calibro; la fiammata, oltre ad investire i serventi che si trovano presso la culatta, può giungere al portatore delle cariche e dare luogo a gravissime esplosioni. L'uso del bossolo e quello migliore di un *apparecchio purgatore* che, gettando automaticamente ad ogni colpo una corrente d'aria od aria ed acqua nell'interno del cannone, espelle o condensa i prodotti gasosi ancora combustibili della esplosione, ha eliminato questo gravissimo inconveniente.

---

(1) Simili a quelle che darebbe un getto di vapore sul ghiaccio; mentre le polveri ordinarie dànno corrosioni o caverne più o meno ampie e profonde.

(2) Perchè in questo primo tratto dell'anima il proietto, come all'origine delle righe, non è completamente forzato ed in seguito si forza ma muove ancora lentamente mentre le pressioni dei gas raggiungono già elevatissimi valori.

(3) Impiegando dei *turavento,* quali: fascie d'amianto, cinture d'aumento, corone di ferro dolce anzichè di rame, ecc.

56. Confronto fra le polveri alla nitroglicerina e le polveri alla nitrocellulosa. — Oltre alle proprietà anzidette che, in grado più o meno spiccato, sono comuni alle polveri infumi, ciascuno dei due principali gruppi di tali polveri presenta pregi ed inconvenienti che mancano all'altro gruppo; e precisamente per le polveri alla nitroglicerina, rispetto alle polveri alla nitrocellulosa, si rileva che:

sono più convenienti dal lato balistico (1);

sono meno igroscopiche;

hanno maggiore velocità specifica di combustione;

sono pochissimo friabili;

sono più omogenee;

sono più stabili;

dànno minori pressioni in volata (2);

la combustione del grano avviene per strati paralleli anche quando la pressione sia elevatissima;

dànno combustione completa e perciò assenza di gas deleteri;

sono di minore costo (3);

hanno maggiore densità (4);

sono di fabbricazione più facile, ma più pericolosa;

hanno temperatura di deflagrazione superiore (5) di circa 500°; causa principale, nelle bocche da fuoco, delle notevoli maggiori *corrosioni* e della *ramatura dell'anima* (6).

---

(1) Hanno maggiore energia potenziale; si può ritenere che a parità di effetti balistici colla balistite occorra $^1/_3$ meno di carica che colla nitrocellulosa pura.

(2) Quella alla nitroglicerina $^1/_5$ e quella alla nitrocellulosa $^3/_5$ della rispettiva pressione in culatta.

(3) Le polveri alla nitroglicerina costano la metà circa delle polveri alla nitrocellulosa pura, poichè il solvente non solo non va perduto, ma è anche esplosivo. Il Bravetta ha dimostrato che adottando le polveri alla nitroglicerina, col risparmio prodotto sulle dotazioni di ciascuna nave, si potrebbe abbondantemente provvedere alla ritubatura e al cambio dei cannoni che le stesse polveri alla nitroglicerina corrodono un poco più presto.

(4) La densità media delle polveri alla nitrocellulosa è 1,2, quella delle polveri alla nitroglicerina è 1,5; perciò questa condizione unita all'altra, la prima enunciata, che obbliga a minore peso di carica, è molto favorevole poichè diminuisce il volume delle cariche e quindi lo spazio ad esse destinato, spazio molto prezioso sulle navi.

(5) La temperatura di deflagrazione delle polveri alla nitroglicerina è di circa 2800°, mentre quella delle polveri alla nitrocellulosa è di circa 2300°; ciò è dovuto alla natura dell'esplosivo che è a combustione completa ed anche al fatto che la nitroglicerina a parità di carbonio contiene 8 parti di idrogeno, mentre la nitrocellulosa ne contiene solamente 5, ora l'idrogeno colla combustione sviluppa un potere calorifico notevolmente superiore al carbonio.

(6) Il fenomeno della *ramatura dell'anima delle artiglierie* si verifica colle polveri alla nitroglicerina e specialmente quando il proietto è unito al bossolo.

L'azione violenta delle sfuggite di gas fra parti conduttrici ed anima si manifesta asportando, là ove si presenta un vento anche lievissimo, delle particelle di rame le quali, per l'elevatissima temperatura dei gas fondono immediatamente, sicchè proiettate sulle pareti relativamente fredde dell'anima vi si condensano; il ripetersi del fenomeno ad ogni colpo produce in breve una diminuzione di calibro che può giungere ad inceppare il proietto e che in ogni caso produce un maggiore forzamento del proietto causa di sensibile aumento delle pressioni.

Il fenomeno della ramatura aumenta col crescere della lentezza della polvere.

57. Mezzi per eliminare o ridurre alcuni inconvenienti delle polveri infumi. — Per evitare o per diminire alcuni inconvenienti che presentano le polveri infumi si sono impiegati i seguenti mezzi:

a) *Gas dell'esplosione.* — Praticamente, oltre ai prodotti teorici, durante e dopo l'esplosione si riscontrano tracce di ossido di azoto (NO) assai dannoso, perchè a contatto dell'aria dà luogo ad acidi che intaccano l'acciaio dell'anima dell'arma; le polveri alla nitroglicerina ne producono più di quelle alla nitrocellusa; inoltre la proporzione di azoto e perciò anche la temperatura di deflagrazione cresce col crescere della proporzione della nitroglicerina rispetto alla nitrocellulosa, quindi crescono due fattori che sono concomitanti a produrre corrosioni; sarebbe perciò necessario di lavare l'anima dopo ogni colpo.

b) *Fiamma di ritorno.* — Ad evitare questo grave inconveniente, tanto più probabile quanto maggiore è la deficienza di ossigeno, fu proposto di aggiungere dei nitrati, per esempio, il nitrato di bario nella proporzione di circa 10 % della carica, sebbene coi nitrati si abbiano altri inconvenienti (1).

c) *Vampa.* — La vampa è maggiore nelle polveri che hanno rapidità e temperatura di combustione maggiori; per diminuire la vampa occorrerebbe di aggiungere una sostanza che rallenti e renda la combustione incompleta in modo da ottenere una temperatura relativamente bassa, non sufficiente per la combustione completa dei gas che vengono a contatto dell'aria quando escono dalla bocca.

Le sostanze esperimentate sono parecchie: idrato di magnesia con paraffina (2); bicarbonato alcalino (3); saponi di sodio, di potassio, di calcio, di magnesio; urea (4); cianuro, nitroguanidine (5).

Le uree, i cianuri e le nitroguanidine producono grande quantità di azoto libero che deve essere portato alla stessa temperatura degli altri gas e che perciò sottrae e si appropria di grande quantità di calore sicchè, in questo caso, funziona da refrigerante.

Però alcune di queste sostanze refrigeranti hanno l'inconveniente di produrre fumo e fecce; altre ricche di carbonio hanno l'inconveniente di produrre ossido di carbonio, con pericolo di fiamma di ritorno; altre, quali i composti del cianogeno, sono velenose e pericolose a maneggiarsi.

d) *Temperatura di combustione.* — Per la maggiore durata in servizio delle armi portatili e delle artiglierie si è riconosciuto necessario di diminuire il titolo di nitroglicerina e così dalla prima balistite del Nobel, al 70 % di nitroglicerina, si è passati alla balistite italiana al 50 %, indi a balistiti dal 30 al 40 % ed attualmente dal 22 al 30 % di nitroglicerina (6).

Come si è già detto, in relazione ad una minore temperatura sarebbero vantaggiose le polveri alla nitrocellulosa; ma queste, oltre a richiedere maggiore quantità di carica, hanno maggiore vivacità, minore stabilità, formano molto ossido di carbonio, ecc., perciò occorre di aggiungere alle polveri, alla nitroglicerina, le stesse sostanze refrigeranti ricche di azoto che servono anche a ridurre la vampa di qualsiasi polvere infume.

---

(1) Già accennati: fumo, fecce, igroscopicità, ecc.

(2) Idrato di magnesia 25 %, paraffina 75 %.

(3) Mescolato con cera, sembra che l'1 % di bicarbonato di sodio sia sufficiente.

(4) L'urea, $C^5H^4N^4O^3$, è un'amide solida, scaldata fonde a 120° e si decompone in gas ammoniaco ed acido cianico; l'urea neutralizza i vapori nitrosi decomponendoli in CO, H^2O ed N senza lasciare residui solidi; è perciò un conveniente stabilizzatore.

(5) Fra questi composti del cianogeno specialmente: la cianamide (CH^2N^2), la diciandamide ($C^2H^4N^4$), la triciantriamide ($C^3H^6N^6$), la cianoguanidina, ecc. La nitroguanidina ha una temperatura di esplosione inferiore ai 1000°, però sembra che col tempo alteri l'esplosivo con cui si unisce.

(6) Colle attuali *polveri C.* della nostra marina, con quelle *C. P. S.* delle marine inglese e tedesca.

I composti del cianogeno diminuiscono alquanto le qualità balistiche dell'esplosivo; l'urea in quantità dal 2 al 10 % non influisce sulle qualità balistiche, ma come per altre sostanze, non può introdursi nell'esplosivo in quantità tali da assicurare un efficace effetto refrigerante.

Si è pure tentato di avere effetti refrigeranti facendo uso di solventi esplosivi aventi bassa temperatura di combustione, quali le nitroacetine e le nitroformine.

e) *Stabilità.* — Con frase ormai comune, diremo che gli esplosivi chimici vanno trattati come il domatore tratta le belve addomesticate; molta sorveglianza, molta cura dei particolari, grande cautela nell'impiego, poichè cause minime e spesso non prontamente percepibili ed apparentemente innocue posso dar luogo a gravi disastri.

Di massima nelle polveriere è bene di avere temperatura ambiente non superiore mai a 40° ed è meglio, come si prescrive sulle navi, che la temperatura sia notevolmente inferiore, p. es., sia di circa 25°; tanto che all'antico motto « polveri asciutte » si è aggiunto quello di « polveri fredde ».

La stabilità però, oltrechè per eccesso della temperatura, è, come sappiamo, diminuita dall'umidità (1), dalle impurità, dalle sostanze aggiunte e dall'azione del solvente impiegato per la gelatinizzazione (2), ecc.

Questa instabilità chimica degli esplosivi si manifesta con sviluppo di azoto, di biossido di azoto, di anidride carbonica, di idrogeno e, qualora il solvente fosse stato acido acetico, di etere; pertanto è necessario che i locali ove stanno gli esplosivi vengano ventilati con oppositi apparecchi spingenti aria secca; qualora l'esplosivo fosse racchiuso in recipienti a chiusura ermetica si evitano i danni dell'umidità, ma la possibile evaporazione parziale dell'esplosivo fa aumentare la pressione nel recipiente ed accelera la decomposizione, perciò occorre munire tali recipienti di valvole automatiche (3).

Per aumentare la stabilità chimica degli esplosivi si aggiungono, come si è detto, alcune sostanze dette *stabilizzatori,* che devono rimediare alle imperfezioni chimiche dell'esplosivo e che talora, colorandosi, fanno da *indicatori* della iniziata instabilità. Questi stabilizzatori raggiungono il loro scopo in modi diversi:

a) la canfora, la vaselina, l'olio di ricino, ecc., ricoprono la massa dell'esplosivo con uno strato impermeabile ed otturandone le porosità impediscono all'umidità di venire assorbita ed ai gas che si sviluppano di espandersi;

b) gli acetati, i borati, l'alcool (4), ecc., neutralizzano immediatamente l'azione dannosa delle sostanze facili a decomporsi, formando con queste delle combinazioni insolubili, di colore speciale, che svelano le alterazioni; però col tempo la decomposizione riprende, specie alle alte temperature;

c) l'anilina, il carbonato di calcio ed altre sostanze basiche, neutralizzano i prodotti acidi delle decomposizioni mano a mano che si producono; queste sostanze si consumano tanto più presto quanto maggiore è lo sviluppo dei vapori nitrosi e non impediscono l'ulteriore decomposizione dell'esplosivo, perciò obbligano a frequenti visite.

Notevole è la difenilamina, perchè assorbendo i vapori nitrosi altera molto la sua colorazione e quindi svela che la polvere diviene instabile e pericolosa.

58. Balistite. — La balistite è una polvere alla nitroglicerina, ha consistenza ed aspetto corneo, di colore giallo-bruno più o meno intenso secondo

---

(1) L'umidità assorbita agisce da elemento separatore; inoltre diluisce le parti solubili e fa variare le proprietà balistiche.

(2) Come per la polvere francese *B.* che ha dato luogo a gravi disgrazie: esplosione sulla corazzata *Jena* ed ultimamente sulla *Liberté.*

(3) Per i bossoli queste non possono impiegarsi.

(4) L'alcool scioglie i prodotti secondari della nitrazione, che così possono essere svelati ed eliminati.

lo spessore del grano e la data di fabbricazione; se contiene anilina (1) acquista un colore rosso-bruno od avana; la sostanza è omogenea, peso specifico 1,64, diviene plastica col calore e può lavorarsi a stampo, scaldata lentamente non esplode a temperatura inferiore a 180°, portata a 66° per non oltre 40′ si decompone sempre più celeremente con sviluppo di vapori nitrosi; tenuta all'aperto a circa 50° perde la nitroglicerina per evaporazione ed in circa due mesi riduce il peso del 4 %, mentre per tre o quattro giorni non perde di peso nè altera la sua stabilità, tenuta permanentemente alla temperatura fra 25° e 30° dà luogo a piccole variazioni di peso per evaporazione di acqua.

Assorbe al massimo 1 % di umidità e solo superficialmente, non perde le sue qualità esplosive se è essiccata dopo parecchi giorni d'immersione nell' acqua; è sensibile all' azione del freddo il quale a circa —8° produce un lieve trasudamento di nitroglicerina ed allora se la balistite è in grani si agglomera, però l'agglomeramento si può sciogliere ponendo l' esplosivo in un ambiente temperato; il congelamento non altera la balistite, ne modifica solo i caratteri fisici, però è bene di evitare il congelamento e se questo avviene è prudente di ottenere il disgelo naturale piuttosto di compierlo artificialmente, poichè il portare l'esplosivo a 25°, mentre non nuoce al momento dell'operazione, crea sempre uno stato di lieve variazione fisico-chimica che col tempo può far perdere la stabilità.

La balistite se attraversata da corrente elettrica non si altera, purchè sia asciutta, e non brucia nè esplode, purchè non avvenga alcuna scintilla od incandescenza fra i conduttori.

I metalli e le leghe non hanno alcuna influenza sulla balistite secca anche alle più alte temperature ambienti; però occorre di evitare, più che possibile, i prolungati contatti in presenza dell'umidità con zinco, piombo e leghe che contengono tali metalli.

All'aria libera percossa da urto violento dà luogo all'accensione dei soli grani percossi (2); se in recipiente chiuso può esplodere per l'urto di pallottola di fucile; infiammata all'aria libera brucia con moderata velocità, fiamma giallastra, poco luminosa, senza produrre fumo e residui solidi.

Racchiusa in ambiente di capacità variabile *a piccola densità di caricamento deflagra con effetto balistico utile, che è circa quattro volte superiore a quello della polvere nera.*

In ambiente di capacità invariabile *a forte densità di caricamento detona con elevata azione dirompente.*

La temperatura ambiente, alla quale sono tenute le cariche, ha notevole influenza sulle pressioni e perciò sugli effetti balistici; a parità di temperatura quest'influenza cresce col crescere della quantità di carica e perciò del calibro dell'arma (3).

---

(1) In Italia si usò l'anilina, come stabilizzatore, in quantità piccola, circa 1 %; fu poi abolita, perchè scioglie un poco di iodo ritardando irregolarmente le indicazioni nel saggio di stabilità, quindi queste possono risultare erronee.

(2) I gas che producono questi grani espandendosi proiettano lateralmente i grani vicini prima di giungere ad elevarsi alla temperatura di infiammazione.

(3) Per questa notevole influenza s'è dovuto stabilire che nella ricerca dei dati balistici si devono usare cariche a 15° o 20°.

Per la conservazione nelle polveriere la balistite dev'essere messa in sacchetti di tela disposti in scatole di latta rivestite con cartoncino, le scatole dentro casse di legno; le casse non devono essere esposte a raggi cocenti del sole, nè all'umidità, e ciò a maggior ragione deve avvenire per la balistite non imballata; la stabilità della nostra balistite è talmente grande che le visite per determinare le condizioni di stabilità possono essere fatte ogni 6 anni.

Balistite al carbone. — Nel 1904 il capitano d'artiglieria Monni fece brevettare una balistite contenente del carbone in polvere minutissima nella proporzione di circa 10 parti di carbone per ogni molecola di anidride carbonica cui dà luogo l'esplosione della balistite ordinaria, ottenendo così prodotti di combustione con molto ossido di carbonio e conseguentemente raggiungendo lo scopo di avere maggiori quantità di gas, minore temperatura di combustione e di ridurre di circa un decimo il potere erosivo della balistite; però sembra che l'eccesso di ossido di carbonio abbia causato qualche ritorno di fiamma.

59. Solenite. — La solenite è una polvere alla nitroglicerina, ma più lenta e meno dilaniatrice della balistite, poichè contiene minore quantità di nitroglicerina; la forte diminuzione d'ossigeno disponibile viene in parte compensata dal maggiore titolo azotometrico della nitrocellulosa, non però con un unico titolo, bensì, per rendere possibile una facile trafilatura e diminuire il costo dell'esplosivo (1), adoperando $^1/_5$ di fulmicotone e $^4/_5$ di cotone collodio; la solenite contiene anche una sostanza capace di abbassare la temperatura di reazione, di emulsionare i gas (2), di diminuire l'intensità della vampa; questa sostanza fu dapprima la vaselina, poi la mononitronaftalina, attualmente l'olio minerale (3) nella proporzione del 3 %.

Per la solenite impiegata nelle armi Mod. 91, oltre alla minore vivacità, si volle una certa progressività, perciò fu adottata la forma a tubo o solenoide, da cui venne il nome di solenite.

La solenite ha colore giallo-chiaro ed aspetto simile alla balistite, ma meno plastico; anche i caratteri chimici sono quasi identici; rispetto alla balistite: è più stabile, perchè nella lavorazione non viene sottoposta ad elevate temperature, perciò, nelle diverse condizioni in cui può trovarsi, si decompone a temperature alquanto superiori a quelle della balistite; è meno sensibile al congelamento, perchè v'è meno nitroglicerina; è un perfetto isolante dell'elettricità; ha vampa minore; ha densità gravimetrica minore (4).

Circa la solenite impiegata nelle cartucce per armi Mod. 91 si è rilevato: la minore densità rispetto alla balistite è tale che nella carica di solenite

---

(1) Il fulmicotone dev'essere sciolto nell'acetone, C^3H^6O, che è costoso e di cui una notevole parte evapora nonostante si cerchi di ricuperarlo nella maggiore quantità possibile.

L'*acetone* è un liquido incolore, molto fluido, di caratteristico odore aromatico, bolle a 56°, è solubile nell'acqua, nell'alcool e nell'etere.

(2) Da alcuni si ritiene che le sostanze grasse alle elevate temperature e fino ad un certo limite vaporizzino e, mescolandosi coi gas, abbiano un'azione emulsionante sulle particelle gasose tale da rendere meno dannoso e limante il loro urto sulla superficie dell'anima.

(3) Idrocarburo, limpido, trasparente, di colore giallo-rossastro a riflessi violacei, che si adopera generalmente per i cilindri delle macchine a vapore.

(4) Da 0,790 a 0,840, mentre la balistite ha da 0,840 a 0,880.

il bossolo è quasi riempito, con notevole vantaggio nella fabbricazione e nel funzionamento della cartuccia; le cartucce conservate cariche per qualche tempo a temperatura fra 0° e 50° non subiscono alterazioni sensibili nè dannose (1); il tiro a pallottola contro solenite sciolta dà luogo a minor numero di accensioni che colla balistite, quello eseguito contro pacchetti di cartucce a solenite provoca l'esplosione della sola cartuccia colpita purchè sia colpita nella cassula, altrimenti avviene solamente l'accensione della solenite; la canna dell'arma s'imbratta leggermente senza dare luogo ad inconvenienti, ma per le minori pressioni e la minore azione corrosiva ha maggiore durata.

60. Fabbricazione della balistite e della solenite. — Sia la balistite che la solenite risultano dall'intima unione della nitrocellulosa colla nitroglicerina, cioè dalla completa gelatinizzazione della nitrocellulosa ottenuta colla nitroglicerina: all'impasto si dà il nome di *galletta* e viene confezionato in modo identico per le due specie di polvere, ma differisce, nel modo già indicato, per la qualità e quantità della nitrocellulosa impiegata; le operazioni successive alla formazione della galletta sono differenti; per ottenere la balistite si completa la gelatinizzazione mediante successivi bagni e laminazioni a più di 100°, per ottenere la solenite si rende prima plastica la galletta mediante l'acetone, indi si eseguisce la trafilazione.

Particolarmente le operazioni sono così condotte:

a) PER LA BALISTITE:

Setacciamento della nitrocellulosa pulpata: Si eseguisce per eliminare i corpi estranei, disfare gli agglomeramenti formatisi per l'idratazione, ottenere sempre costante il titolo d'idratazione della nitrocellulosa contenuta nei sacchi entro cui si conserva.

Imbibizione: Si eseguisce entro tini di legno rivestiti di piombo, muniti di agitatore ad aria compressa e rubinetti di scarico. Si versano nel tino 200 litri d'acqua a 25° e si mette la nitrocellulosa, si agita alquanto, indi sempre agitando si fa giungere la nitroglicerina con molta cautela; dopo circa 15′ la nitroglicerina si è fissata alla nitrocellulosa formando una poltiglia che si scarica unitamente all'acqua di rimescolamento in grandi vasche di cemento nelle quali la separazione della *galletta* avviene per decantazione in circa 24 ore.

Stagionatura: La galletta disposta in casse viene portata in un locale ove, tenuta a 15°, stagiona da 8 a 15 giorni migliorando lentamente la sua gelatinizzazione (2).

Turbinaggio: Si eseguisce con idroestrattori a turbina; dura circa 10′ e serve a togliere alla galletta quasi tutta l'acqua che ancora contiene.

Prima laminazione: la galletta turbinata dev'essere immediatamente laminata con calandre elastiche (3) aventi i cilindri scaldati all'interno con vapore a 150°; colla laminazione la galletta completa la gelatinizzazione acquistando un colore giallo-rossastro; si ottengono così delle placche, simili a pelli conciate, dette *galletta vergine,* che vengono esaminate per trasparenza, con lampadina elettrica, per asportare qualsiasi visibile particella di materia estranea.

Bagno di gelatinizzazione: Si eseguisce immergendo la placca per qualche minuto in un bagno d'acqua a circa 80°; si può fare anche dopo molto tempo dalla lamina-

---

(1) Alcuni lotti di cartucce conservate al polverificio di Fontana Liri, al Moncenisio, a Massaua, dimostrarono alle esperienze comparative che il tempo trascorso in climi così diversi non aveva prodotto variazioni tali da influire sensibilmente sulle proprietà chimiche, fisiche e balistiche della solenite.

(2) L'esperienza dimostra che la galletta di troppo recente fabbricazione non si lamina bene.

(3) Nome dato ai laminatoi.

zione; anch'esso serve a completare la gelatinizzazione della galletta vergine, inoltre rendendo morbida la placca la rende atta alla seconda laminazione.

Seconda laminazione: Le calandre sono rigide dovendosi ottenere una grandissima precisione nello spessore delle placche, poichè tale spessore sarà quello della minima dimensione del grano.

Tagliatura: Le placche ancora calde vengono perfettamente squadrate e verificate nello spessore, indi passate alle macchine tagliatrici per ridurle in fili, striscie, piastrelle, cubi, ecc. Poichè le laminazioni e la tagliatura si eseguiscono a temperatura abbastanza elevata da produrre, sebbene raramente, infiammazione delle placche; ogni macchina è provvista di estintori automatici (1).

Operazioni complementari: I saggi di stabilità, oltrechè sulla galletta, si eseguiscono di frequente durante le diverse lavorazioni. Se la granitura è minuta si eseguisce il setacciamento ed il lisciamento come per le polveri ordinarie. Si fanno prove balistiche impiegando armi portatili. Si mescolano prodotti di diverse giornate di lavoro e si costituiscono dei *lotti*, che prima di essere imballati sono ripassati al setaccio per eliminare il polverino. Se la granitura è grossa, prima di farne i lotti, si arieggia per alcuni giorni in locali ventilati con aria a 20°.

b) PER LA SOLENITE :

Setacciamento: Si setacciano in locali separati il cotone collodio ed il fulmicotone e si dispongono entro sacchetti; occorrono dei contrassegni e molta attenzione per non scambiare i sacchetti allorchè si portano all'imbibizione.

Imbibizione: È identica a quella per la balistite, ma di maggiore durata, perchè il fulmicotone non imbeve nitroglicerina.

Prima stagionatura e turbinaggio: Come per la balistite, ma il turbinaggio dura il doppio, dovendosi espellere maggiore quantità di acqua.

Essiccamento: La galletta deve ridursi asciutta, perciò si dispone in armadi a ripiani, ove l'aria a 50° circola sotto pressione per 24 ore circa, finchè l'umidità residua sia da 2 a 3 %.

Impasto e seconda stagionatura: Occorre gelatinizzare perfettamente il fulmicotone esistente nella galletta; perciò s'impiega l'acetone in ragione di $^1/_3$ del peso di galletta.

L'impasto si fa con una impastatrice meccanica, entro la quale s'introducono alternativamente acetone, galletta ed idrocarburo in conveniente quantità; dopo circa 15' si toglie l'impasto e, mediante recipienti perfettamente stagnati ed a chiusura ermetica, si porta nel locale della seconda stagionatura che completa alla perfezione la gelatinizzazione.

Trafilazione: Si fanno dapprima con apposito strettoio delle formelle cilindriche, che vengono poi successivamente disposte nello stampo della trafilatrice; questo stampo ha una incamiciatura scaldata a 50° mediante vapore, affinchè la trafilazione sia facilitata, e porta parecchi fori aventi un diametro relativo a quello dei cilindri di solenite che si vogliono allestire; al centro di ogni foro vi è un'animella ad ago che è destinata a formare il tubo interno dei cilindri di solenite (2).

Tagliatura: I fili si tagliano della lungezza di alcuni metri, poi si espongono all'aria affinchè l'acetone volatizzi in gran parte, infine si eliminano i fili difettosi e si tagliano i buoni in mazzetti di conveniente lunghezza; da questi mazzetti, con apposita tagliatrice, si ottiene la solenite in grani.

Setacciamento ed essiccamento: Col setacciamento si scartano i grani troppo lunghi e quelli troppo corti; coll'essiccamento, fatto entro madie ed in ambiente simile a quello per la galletta, si elimina quasi tutto l'acetone.

---

(1) La valvola dell'estintore è mantenuta chiusa dalla tensione di una corda di cui l'estremità attaccata alla macchina, in prossimità dell'utensile o dei cilindri, è costituita da una striscia di balistite.

(2) Le dimensioni sia del foro che dell'anima devono essere maggiori, poichè essiccandosi la solenite si ritira alquanto.

Lisciamento: Si fa come per la balistite in grani ed ha grande importanza, perchè il maggior titolo di nitrocellulosa renderebbe altrimenti possibile la formazione di polverino.

Miscugli, lotti, incassamento: Si procede come si è detto per la balistite.

— Le balistiti e la solenite si conservano in recipienti di vario tipo e dimensioni descritti dal Modello per gl'inventari e nell'Istruzione per la conservazione del materiale d'artiglieria.

Tali recipienti sono costituiti da casse ordinarie di pioppo o di abete, con fianchi, testate e fondo riuniti fra loro mediante punte di filo di ferro la cui testa è incassata nel legno per 2 o 3 mm. Il fondo è inoltre assicurato ai fianchi mediante cantonali di ottone. Il coperchio è fissato al corpo della cassa con viti di ottone e con legature di filo di ottone, che passano in apposite camerelle situate entro scanalature praticate nel coperchio e sui fianchi delle casse. Le legature sono suggellate con piombi.

Ogni cassa da imballo, a seconda del tipo, contiene una o due cassette di latta con coperchio, che viene fissato al corpo mediante legature di filo di spago.

La balistite in grani e la solenite sono introdotte nelle cassette di latta entro sacchetti di tela, che contengono da 12 a 15 kg. di balistite, o 14 kg. di solenite.

La balistite in fili viene introdotta nelle cassette di latta riunita in mazzetti mediante uno o due anelli di gomma elastica.

Le cassette di latta che contengono balistiti non racchiuse in sacchetti sono rivestite internamente da carta da imballo.

Sulla cassa esterna è incollata un'etichetta di carta bianca, ed un'altra etichetta è posta nell'interno di ciascuna cassetta di latta.

Il modello dell'*etichetta bianca esterna* è il seguente:

DIREZIONE D'ARTIGLIERIA DEL R. POLVERIFICIO SUL LIRI

Balistite in grani del N. 2 **(Categ. 7ª-417)**

. . . . . LOTTO

Chilogrammi . . . . . .

Data di fabbricazione *Data di collaudazione*

. . . . . .

STABILITÀ	DATA		MINUTI PRIMI
In collaudazione			
Nella 1ª visita			
» 2ª »			
» 3ª »			
» 4ª »			

N.B. - Le etichette per le casse di balistite e di cartocci da 75 Mod. 906 hanno colore caratteristico diverso, che varia di semestre in semestre, per contraddistinguere a prima vista l'epoca di fabbricazione.

Il modello dell'*etichetta interna* di ciascuna cassetta di latta, è il seguente:

DIREZIONE D'ARTIGLIERIA
DEL
R. POLVERIFICIO SUL LIRI

Balistite . . . . . .

(CAT. . . . .)

Lotto N. . . .
Chilogrammi . . . . .
Numero di grani in un gramma . . . . .
Peso di una carica (1) . . . . .
Velocità iniziale nel (2) . . . . . .
Tensione sviluppata (2) . . . . . .
Umidità . . . . . .
Densità assoluta . . . . .
» gravimetrica (3) . . . . .
Proporzione centesimale della { Nitroglicerina . . . . . / Nitrocellulosa . . . . .
Titolo azotometrico della nitrocellulosa estratta . . . . .
Data di fabbricazione . . . . . .
Data di collaudazione . . . . . .

STABILITÀ	DATA	MINUTI PRIMI
In collaudazione		
Nella 1ª visita		
» 2ª »		
» 3ª »		
» 4ª »		

(1) Per la sola balistite per cannoni.
(2) Nel fucile o nel cannone da 75 A, ecc.
(3) Per la balistite in grani e per la solenite.

61. Polveri regolamentari italiane. — A) *Polveri ordinarie.* — Le forme per l'esercito sono:

a grana fina del N. 1 (struttura lamellare, scagliosa, angolosa; dimensioni mm. 0,4 a 0,7; densità gravimetrica media 0,85);

a grana fina del N. 2 (struttura lamellare, scagliosa, angolosa; dimensioni mm. 0,7 a 1,5; densità gravimetrica media 0,88);

a grana fina del N. 3 (struttura lamellare ed angolosa, natura spugnosa; carbone di canapuli al titolo del 70 %; dimensioni dei grani mm. 0,65 a 1,5; densità gravimetrica circa 0,9 — fu l'ultima polvere, adottata nel 1887; imitazione della polvere ordinaria tipo Rottweil);

a grana grossa (grani poliedrici di 7 a 11 mm.; densità reale da 1,66 a 1,68; 2200 a 2600 grani per kg.);

progressiva del N. 1 (grani ingrafitati parallelepipedi retti, cogli spigoli e gli angoli variamente arrotondati e due facce opposte liscie; densità reale da 1,71 a 1,80; 140 a 150 grani al kg.);

progressiva del N. 2 (grani ingrafitati parallelepipedi retti, quasi cubici, cogli spigoli e gli angoli variamente arrotondati e due facce opposte liscie; densità reale da 1,71 a 1,80; 42 a 50 grani al kg.);

prismatiche (grani a forma di prisma retto, a base esagonale regolare; canale assiale di mm. 9).

Le *polveri di modello vario* (provienza inglese, francese, ecc.; o di rifiuto al controllo od ottenute con diversa fabbricazione) sono:

progressiva per cannone da 450 (grani simili alla progressiva del N. 2, più grossi; 4 a 4,6 grani al kg.);

diversa a grana fina del N. 1;

diversa a grana fina del N. 2;

da salve a grana fina;

da salve a grana grossa;

da mina diversa (grani sferoidali di grossezza fra 1 e 5 mm.; da molti anni non più allestita);

guasta (da adoperarsi unicamente per ricuperare il nitro, mediante lisciviazione).

B) *Polveri infumi.*

Tabella delle balistiti e soleniti in uso presso l'esercito italiano (1).

Numero	Nomenclatura	Uso al quale è destinata la polvere	Forma, colore e dimensione dell'esplosivo
7ª-402	Balistite in cappelletti per cartocci per cannoni da 87.	Confezionamento dei cartocci per cannoni da 87 B.	Ha forma di un cappello cilindrico, senza fondo, con tese ripiegate, di color biondo-chiaro Diametro massimo del risvolto 82 mm. Diamentro interno del cilindro mm. 61,5. Altezza totale 42 mm. Peso medio di un cappelletto gr. 19.
7ª-403	Balistite in cappelletti per cartocci da 75 B campagna.	Confezionamento dei cartocci: *a*) per cannoni da 75 B campagna; *b*) per cannoni da 87 B, tiro con carica ridotta; *c*) per cannoni da 87 B Mod. 80-98.	Come sopra. Diametro massimo del risvolto 71 mm. Diametro interno del cilindro 51 mm. Altezza totale 32 mm. Peso medio gr. 12,5.
7ª-404	Balistite in cappelletti per cartocci da 75 mont.	Confezionamento dei cartocci per cannoni da 75 B montagna.	Come sopra. Diametro massimo del risvolto 71 mm. Diametro interno del cilindro mm. 51,5. Altezza totale 18 mm. Peso medio 7 gr.

(1) Questa Tabella è riportata dall'« Istruzione sulle munizioni », edizione 1913.

Segue **Tabella delle balistiti, ecc.**

Numero	Nomenclatura	Uso al quale è destinata la polvere	Forma, colore e dimensione dell'esplosivo
7ª-406	Balistite in fili per cannoni da 42.	Confezionamento dei cartocci per cannoni da 42.	Ha la forma di un filo a sezione quadrata, di 1 mm. di lato e lungo 148 mm., di color biondo chiaro. I fili nelle casse sono riuniti in fascetti di circa kg. 0,500 mediante due anelli di gomma elastica.
7ª-407	Balistite in fili per cartoccio per cannoni da 87.	Confezionamento dei cartocci per cannoni da 87 B. Portata a giusta lunghezza può servire pel cannone da 75 campagna e pel cannone da 42. Ridotta alla lunghezza di mm. 207, serve anche pei cannoni da 87 Modello 80-98.	Ha la forma di un filo a sezione quadrata, di 1 mm. di lato e lungo 220 mm., di color biondo chiaro, è riunita nelle casse in fascetti di circa kg. 0,500 mediante due anelli di gomma elastica.
7ª-408	Balistite in fili per cartoccio da 75 B campagna.	Confezionamento di cartocci: *a*) da 75 B campagna; *b*) a carica ridotta dei cannoni da 87 B. Portata alla giusta lunghezza può servire per il cannone da 42.	Come sopra. Lunghezza del filo 178 mm.
7ª-409	Balistite in fili per cartoccio da 75 montagna.	Confezionamento di cartocci da 75 mont.	Come sopra. Il filo ha la sezione quadrata di mm. 0,5 di lato e la lunghezza di mm. 71. I fili nelle casse sono riuniti in fascetti di 0,200 kg. mediante un anello di gomma elastica.
7ª-410	Balistite in fili per cartoccio da salve per cannoni da 87.	Confezionamento dei cartocci da salve per cannoni da 87 B.	Hanno la forma di un filo a sezione quadrata di mm. 0,5 di lato, di color biondo molto chiaro, la 7ª-410 ha la lunghezza di mm. 300 e la 7ª-411 la lunghezza di mm. 250. I fili nelle casse sono riuniti in mazzetti di 200 gr. mediante due anelli di gomma elastica.
7ª-411	Balistite in fili per cartoccio da salve da 75 B campagna.	Id. id. id. id. per cartocci da salve da 75 B campagna.	

Segue **Tabella delle balistiti, ecc.**

Numero	Nomenclatura	Uso al quale è destinata la polvere	Forma, colore e dimensione dell'esplosivo
7ª-412	Balistite in fili per cartoccio da salve da 75 mont.	Serve per il cartoccio: *a*) da salve da 75 montagna; *b*) da 87 B Mod. 80-98 (due mazzetti contenuti nell'astuccio di balistite). Tagliuzzata della lunghezza da mm. 5 a mm. 9 serve per l'allestimento delle formelle per cartocci da salve: 1° per cannoni da 87 B Mod. 80-98; 2° per cannoni da 75 A; 3° per cannoni da 70 montagna; 4° per cannoni da 75 Mod. 906.	Ha forma di un filo a sezione quadrata, di mm. 0,2 di lato, lungo 120 mm., di color biondo molto chiaro. I fili nelle casse sono riuniti in mazzetti di circa kg. 0,100 mediante due anelli di gomma elastica.
7ª-413 7ª-414 7ª-415	Balistite in fogli per tubi di cappelletti di cartocci per cannoni da 87. Id. id. id. di cartocci da 75 B campagna. Id. id. id. di cartocci da 75 mont.	Serve per i tubi di cappelletti da 87. Serve per i tubi di cappelletti da 75 B camp. Serve per i tubi di cappelletti da 75 montagna e per l'astuccio di balistite del cartoccio da 87 B Mod. 80-98.	I fogli sono di colore biondo chiaro, hanno la forma parallelepipeda, colle seguenti dimensioni:

	7ª		
	413	414	415
Lunghezza . mm.	600	600	600
Larghezza . »	200	170	170
Altezza . . »	1	1	0,7
Peso . . . gr.	200	170	105

			I fogli sono di colore bianco chiaro, hanno forma parallelepipeda colle seguenti dimensioni:
7ª-443	Balistite in fogli per risvolti di cappelletti di cartocci per cannoni da 87.	Serve per risvolti di cappelletti per cannoni da 87 B. Id. id. da 87 B M. 80-98. Id. id. da 75 B camp. Id. id. da 75 montagna.	
7ª-444	Balistite in fogli per risvolti di cappelletti di cartocci da 75 B (campagna e montagna).	Come sopra.	

	7ª	
	443	444
Lunghezza . . mm.	600	600
Larghezza . . »	255	240
Altezza . . . »	1,5	1,5
Peso . . . . gr.	380	400

7ª-416	Balistite in grani del N. 1.	Per le interruzioni stradali.	I grani sono di forma cubica, di circa 1 mm. di lato. Un gramma contiene circa 800 grani (da 750 a 850) di colore molto chiaro. Densità gravimetrica 0,850.

Segue **Tabella delle balistiti, ecc.**

Numero	Nomenclatura	Uso al quale è destinata la polvere	Forma, colore e dimensione dell'esplosivo
7ª-417	Balistite in grani del N. 2.	Serve per: *a*) cartucce a pallottola ed a salve per pistola Mod. 1874 e 1889; *b*) cartucce a pallottola speciale pel tiro a segno con armi Mod. 91. *c*) caricamento di granate torpedini da 75 A, 70 montagna, 87 B Modello 80-98.	I grani sono di forma cubica, di piccolissime dimensioni. In un gramma vi sono circa 5000 grani (da 4800 a 5200) di color biondo molto chiaro. Densità gravimetrica 0,820.
7ª-419	Balistite in trucioli.	Serve per il caricamento delle cartucce da salve.	I trucioli della grossezza di circa mm. 0,02 e della larghezza di 2 a 4 mm. si ricavano col tornio dalla balistite in striscie per trucioli dello spessore di mm. 1 a 5 e di lunghezza e larghezza variabili.
7ª-570	Balistite in placche da 75 A.	Serve per confezionare i cartocci da 75 A.	Ha la forma di fogli parallelepipedi delle dimensioni seguenti: larghezza mm. 145 lunghezza » 618 a 620 spessore . » 1,5 peso . . gr. 218 Occorrono due placche per formare il cartoccio. Di colore biondo chiaro.
7ª-571	Balistite in placche da 70 mont.	Serve per confezionare i cartocci da 70 mont.	Ha la forma di fogli parallelepipedi delle dimensioni seguenti: larghezza mm. 80 lunghezza » 655 spessore . » 1 peso . . gr. 86 Occorrono due placche per formare il cartoccio. Di colore biondo chiaro.
7ª-S.N.	Balistite in placche da 75 Modello 906.	Serve per confezionare i cartocci da 75 Mod. 906.	Ha forma di fogli parallelepipedi colle dimensioni seguenti: larghezza mm. 210 lunghezza » 518-524 spessore . » 1,3 peso . . gr. 235 Occorrono due placche per formare il cartoccio. Di colore biondo chiaro.

Segue **Tabella delle balistiti, ecc.**

Numero	Nomenclatura	Uso al quale è destinata la polvere	Forma, colore e dimensione dell'esplosivo
7ª-S.N.	Balistite in placche da 73 K (proietto disunito dal bossolo).	Serve pel confezionamento dei cartocci per i cannoni da 73 K aventi il proietto disunito dal bossolo.	Ha la forma di fogli parallelepipedi colle tre dimensioni seguenti: larghezza mm. 105 105 92 lunghezza » 550 520 610 spessore . » 1,3 1,3 1,3 Occorrono le tre placche delle suindicate dimensioni per formare il cartoccio del peso di kg. 0,360. Di colore biondo chiaro.
7ª-S.N.	Balistite in placche da 73 K (proietto riunito al bossolo).	Serve pel confezionamento di cartocci dei cannoni da 73 K aventi il proietto riunito al bossolo.	Ha la forma di fogli parallelepipedi colle dimensioni seguenti: larghezza mm. 172 lunghezza » 492 spessore . » 1,3 peso . . gr. 180 Occorrono due placche per formare il cartoccio. Di colore biondo chiaro.
7ª-629	Balistite in piastrelle da mm. 3 × 30 × 30.	Serve per le cariche maggiori del cannone da 149 A e per la massima del mortaio da 210 (1).	Ha forma parallelepipeda a base quadrata, di lato mm. 30 ed altezza mm. 3. In un chilogramma sono contenute 225 piastrelle. Ha colore biondo chiaro.
7ª-S.N.	Balistite in piastrelle da mm. 2 × 20 × 20.	Serve per le cariche maggiori dell'obice da 280 A, per le cariche minori del cannone da 149 A, per le intermedie del mortaio da 210 (1).	Ha forma parallelepipeda a base quadrata, di lato mm. 20 ed altezza mm. 2. In un chilogramma sono contenute 760 piastrelle. Ha colore biondo chiaro.
7ª-395	Balistite in piastrelle da mm. 1,5 × 15 × 15.	Serve per le cariche del cannone da 149 G (1).	Ha forma parallelepipeda a base quadrata, di lato mm. 15 ed altezza mm. 1,5. In un chilogramma sono contenute 1800 piastrelle. Ha colore biondo chiaro.
7ª-S.N.	Balistite in piastrelle da mm. 1 × 10 × 10.	Serve per le cariche maggiori del cannone da 120 G e B e degli obici da 210 e da 149 (1).	Ha forma parallelepipeda a base quadrata, di lato mm. 10 ed altezza mm. 1. In un chilogramma sono contenute 6040 piastrelle. Ha colore biondo chiaro.

(1) Se ne esclude l'uso ad altre bocche da fuoco.

Segue **Tabella delle balistiti, ecc.**

Numero	Nomenclatura	Uso al quale è destinata la polvere	Forma, colore e dimensione dell' esplosivo
7ª-S.N.	Balistite in piastrelle da mm. 0,5 × 5 × 5.	Serve per le cariche minori del cannone da 120 G, del mortaio da 210, del cannone da 149 G e degli obici da 210 e da 149.	Ha forma parallelepipeda a base quadrata, di lato mm. 5 ed altezza mm. 0,5. In un chilogramma sono contenute 48.000 piastrelle. Ha colore biondo chiaro.
7ª-630	Balistite in piastrelle da mm. 2 × 4 × 4 per cariche ridotte di cannoni da 149 A e mortaio da 210.	Serve fino a consumazione per: *a*) le cariche minori del cannone da 149 A di alcune opere; *b*) le cariche medie del mortaio da 210 e le minori da 149A per le scuole di tiro.	Ha forma di parallelepipedo a base quadrata, di lato mm. 4 ed altezza mm. 2. In un chilogramma sono contenute 19.000 piastrelle circa. Ha colore biondo chiaro.
7ª-631	Balistite in striscie da millimetri 3 × 12 × 175 per mortai da 210.	Serve per la carica massima del mortaio da 210 (fino a nuova disposizione).	Ha forma parallelepipeda e le seguenti dimensioni: lunghezza mm. 175 larghezza » 12 spessore . » 3 In un chilogramma sono contenute 96 striscie circa. Ha colore biondo chiaro.
7ª-632	Balistite in piastrelle da mm. 1 × 2 × 2 per cariche ridotte di mortaio da 210.	Serve per: *a*) le cariche ridotte del cannone da 87 B Mod. 80-98; *b*) per le cariche minori del mortaio da 210 per scuole di tiro; *c*) per le cariche minori dell'obice da 280 L.	Ha forma parallelepipeda a base quadrata di mm. 2 di lato e 1 mm. di spessore. In un chilogramma sono contenute 152.000 piastrelle.
7ª-S.N.	Balistite in coppe per le cariche ridotte del cannone da 87 Modello 80-98.	Serve per tener centrate nel bossolo le cariche ridotte del cannone da 87 Mod. 80-98.	Ha forma di cappelletto troncoconico con tese ripiegate. Diametro massimo del risvolto . . . . . mm. 98 Diametro interno minore . . . . . » 60 Altezza . . . . . » 30 Spessore . . . . . » 1 Peso medio . . . . gr. 23

Segue **Tabella delle balistiti, ecc.**

Numero	Nomenclatura	Uso al quale è destinata la polvere	Forma, colore e dimensione dell'esplosivo
7ª-490	Solenite in grani per cartucce per armi Mod. 91.	Serve per le cartucce a pallottola per armi Mod. 91.	È in grani cilindrici forati di mm. 2 di lunghezza e dei diametri di mm. 2 e 0,7. Di colore avana. Si hanno da 120 a 140 grani al gramma.
7ª-S.N.	Esplosivo per cariche di rinforzo e di infiammazione di granate da 75 Mod. 906.	Serve per il confezionamento delle cariche di rinforzo e di infiammazione delle granate da 75 Mod. 906 e delle granate torpedini da 75 A, da 70 montagna, da 87 Mod. 98.	È in grani finissimi di color biondo molto chiaro. E' composto con 40 % di nitroglicerina e 60 % di cotone collodio. Tutti i grani passano in un setaccio di 324 maglie per cm^2. Densità gravimetrica 0,77.
7ª-S.N.	Balistite in striscie da mm. 5 × 15 × 650-600	Serve per il confezionamento delle cariche minori dei cannoni da 152 (A 91, A 96 e A 99).	È di forma parallelepipeda delle seguenti dimensioni: larghezza 15 mm.; altezza 5 mm.; lunghezza 650 mm. o 600 mm. In un chilogramma entrano da 12 a 13 striscie lunghe mm. 650 o da 13 a 14 lunghe mm. 600. E' di colore avana scuro.
7ª-S.N.	Balistite in striscie da mm. 7 × 21 × 320.	Serve per il confezionamento delle cariche massime dei cannoni da 152 (A 91, A 96 e A 99).	Come sopra: larghezza 21; altezza 7; lunghezza 320. In un chilogramma entrano da 13 a 14 striscie. E' di colore avana scuro.
7ª-S.N.	Balistite in piastrelle da mm. 3,5 × 35 × 35.	Serve per i cannoni da 152 B e C.	Ha forma parallelepipeda a base quadrata, di lato mm. 35 e altezza mm. 35. In un chilogramma sono contenute 142 piastrelle. Di color biondo chiaro.
7ª-S.N.	Balistite in placche da 65 mont.	Serve per i cannoni da 65 montagna.	Ha forma di fogli parallelepipedi colle dimensioni seguenti: larghezza mm. 144 lunghezza » 345 spessore . » 1 peso . . gr. 81,5 Occorrono due placche per formare il cartoccio. Di color biondo chiaro.

Segue **Tabella delle balistiti, ecc.**

Numero	Nomenclatura	Uso al quale è destinata la polvere	Forma, colore e dimensione dell'esplosivo
7ª-S.N.	Balistite in placche per obici da 149 A camp.	Serve per gli obici da 149 A campagna i quali adoperano 6 cariche così costituite: 1ª carica: dal primo elemento; 2ª carica: dai primi 2 elementi; 3ª carica: dai primi 3 elementi; 4ª carica: dai primi 4 elementi; 5ª carica: dai primi 5 elementi; 6ª carica: da tutti i 6 elementi.	Ha forma di fogli parallelepipedi dello spessore di mm. 1,2 e di larghezza e lunghezza differenti a seconda dell'elemento di carica a cui appartengono, come è detto qui di seguito: 1° elemento (peso gr. 360): 2 fogli larghi mm. 80, lunghi mm. 680, del peso di gr. 105; 6 fogli larghi mm. 20, lunghi mm. 632, del peso di gr. 25. 2° elemento (peso gr. 60): 1 foglio largo mm. 60, lungo mm. 513, del peso di gr. 60. 3° elemento (peso gr. 70): 1 foglio largo mm. 60, lungo mm. 598, del peso di gr. 70. 4° elemento (peso gr. 100): 2 fogli larghi mm. 60, lunghi mm. 427, del peso di gr. 50. 5° elemento (peso gr. 110): 2 fogli larghi mm. 60, lunghi mm. 470, del peso di gr. 55. 6° elemento (peso gr. 150): 2 fogli larghi mm. 60, lunghi mm. 640, del peso di gr. 75.

CAPITOLO VI.

Munizioni per le armi da fuoco portatili.
Cenni sulla fabbricazione del fucile Mod. 1891 e relative munizioni.

1. Munizioni per le armi da fuoco portatili. — Le munizioni per le armi da fuoco portatili si dicono *cartucce* (1); colle munizioni si considerano anche il *caricatore* e l'*involucro per impacchettamento*.

La cartuccia delle attuali armi si compone delle seguenti parti: *bossolo*, *cassula* od *innesco*, *carica*, *proietto* o *pallottola*, *lubrificante*.

Coll'adozione delle armi a retrocarica, 1844-1866, la cartuccia potè contenere anche l'innesco ed allora si ebbe la *cartuccia completa a bossolo combustibile* (Tav. VI, n. 2, 3, 4); queste cartucce avevano il bossolo costituito da un tubo di carta sottile, di qualità tale da offrire una certa resistenza pur abbruciandosi durante la combustione della carica in modo da lasciare pochi residui, il bossolo veniva rivestito di un sottile tessuto di seta, sia per rinforzarlo, sia per proteggerlo dall'umidità.

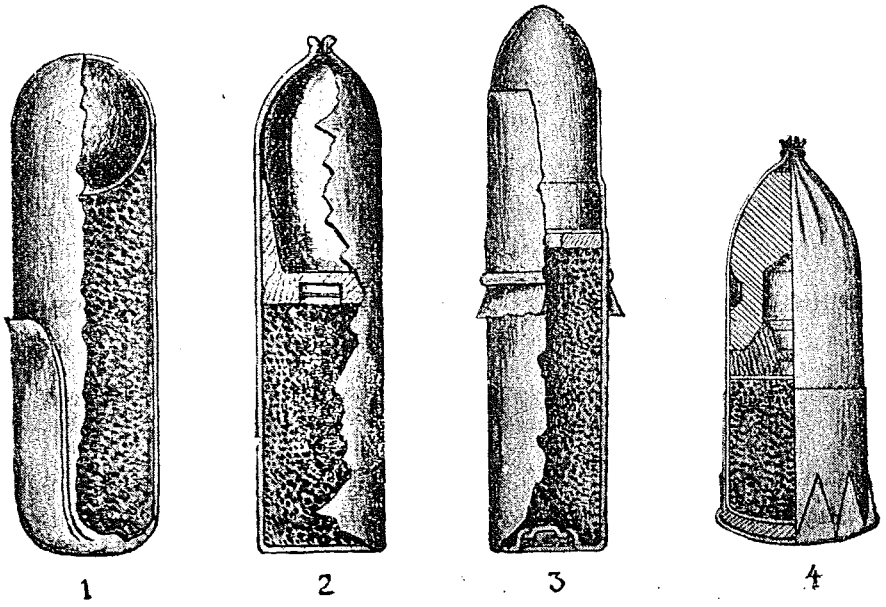
Infine, col perfezionamento della retrocarica, nel 1867, fu adottata la *cartuccia a bossolo metallico*, costituita come si è detto.

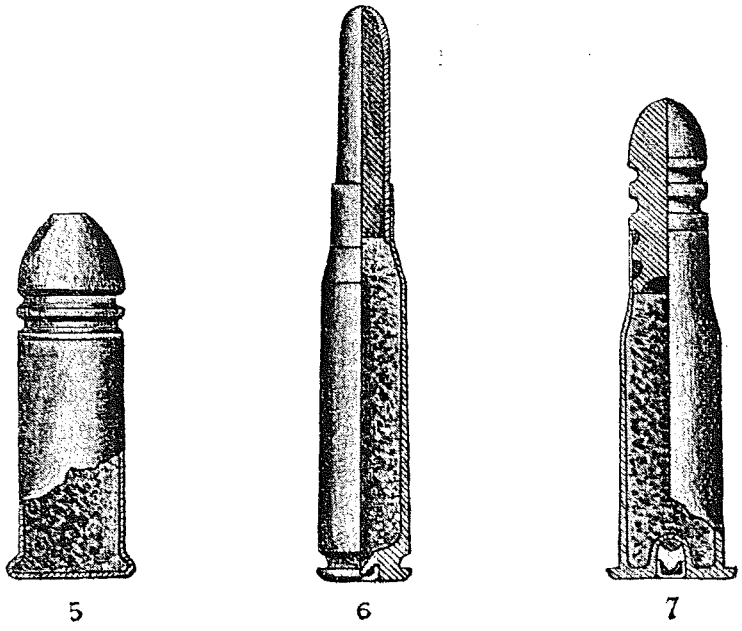
2. Bossolo. — Il bossolo deve: assicurare la chiusura ermetica della culatta all'atto dello sparo; essere fatto con metallo che sia dilatabile elasticamente sotto le pressioni dei gas della carica; assicurare la perfetta conservazione della carica e della cassula; collegare bene le varie parti che compongono la cartuccia; facilitare il trasporto delle munizioni; facilitare il caricamento dell'arma; assicurare l'azione dell'estrattore e dell'espulsore; determinare esattamente ed invariabilmente la posizione della cartuccia nella camera; essere leggero ed in pari tempo robusto, alquanto tenace e molto elastico, di lavorazione non difficile nè costosa.

Il bossolo metallico presenta qualche inconveniente, principale quello di rappresentare un peso morto, come il caricatore; inoltre obbliga all'uso dell'estrattore e dell'espulsore che complicano il congegno di chiusura e la costruzione dell'arma, rende elevato il prezzo della cartuccia.

(1) Sembra che coll'adozione del moschetto (1521) o poco dopo, sia stata adottata la *cartuccia*, abolendo l'uso dei bossoli di legno porta-carica, e confezionando le cariche unite al proietto entro involucri cilindrici di carta per averle pronte al momento di caricare l'arma (Tav. VI, n. 1); questo tipo di munizionamento durò fino all'introduzione delle armi ad avancarica rigate a vitone camerato ed a stelo (1845), che avevano nuovamente il proietto separato dalla carica, affinchè si potesse battere sul proietto per dargli il forzamento iniziale.

TAVOLA VI *(ripetuta)*.





CARTUCCE A BOSSOLO COMBUSTIBILE ED A BOSSOLO METALLICO:

1. Cartuccia a bossolo combustibile, per fucile liscio ad avancarica.
2. Id. id. id. con innesco *interno*, per fucile rigato a retrocarica, tipo ad ago Dreyse.
3. Id. a bossolo combustibile, tipo ad ago Chassepot.
4. Id. id. id. con innesco *interno* per fucile rigato a retrocarica, tipo ad ago Carcano Mod. 1866.
5. Id. a bossolo metallico con innesco *periferico*, tipo Lorenz.
6. Id. id. id. id. *centrale ordinario* (Berdan), tipo italiano Mod. 91.
7. Id. a bossolo metallico con innesco *centrale di sicurezza* (Boxer), tipo italiano Mod. 70.

Lo studio del bossolo della cartuccia deve raggiungere le condizioni anzidette, perciò occorre essenzialmente di considerare il *metallo* e la *forma* più convenienti per il bossolo.

a) *Il metallo.* — Il bossolo contiene la carica ed assicura la otturazione della culatta durante lo sparo, ma non può e non deve resistere da solo alla pressione dei gas della carica, invece deve prendere aderenza perfetta contro le pareti della camera della canna e contro la testa dell'otturatore non appena s'inizia la combustione della carica; perciò il metallo dev'essere cedevole, ma non troppo, per non rendere difficile l'estrazione del bossolo vuoto; deve possedere una sufficiente elasticità per aderire perfettamente alle superfici della camera; dev'essere leggero, non ossidabile nè intaccabile dall'esplosivo, di prezzo moderato, di facile lavorazione. Questi requisiti, allo stato attuale dei prodotti metallurgici, sono soddisfatti dall'*ottone* (1) meglio che da qualsiasi altra lega o metallo.

Per la fabbricazione dei bossoli si adoperò dapprima il *rame,* ma era facilmente ossidabile, troppo malleabile, poco elastico e costoso; indi il *tombac* (2), ma anche il tombac è alquanto malleabile e perciò talvolta l'estrattore stacca il bossolo senza toglierlo dalla camera; si esperimentarono il ferro ed il bronzo, con risultati negativi; infine per diminuire il peso si è usato l'alluminio, e per accrescere la resistenza l'acciaio; ma il bossolo d'alluminio (3) finora difetta di resistenza alle elevate pressioni interne, e quello di acciaio, sebbene molto adatto alla potenza delle attuali cariche, è di difficile conservazione anche se nichelato.

b) *La forma.* — Il bossolo presenta un profilo a bottiglia, Tav. VI, n. 6 e 7; il bossolo è generalmente formato da un tratto posteriore cilindrico o leggermente tronco-conico, detto *corpo,* raccordato ad un altro tratto cilindrico di minore diametro e lunghezza, detto *colletto,* da un *fondello* circolare che chiude il corpo inferiormente.

Il corpo serve a contenere la carica; il colletto serve a trattenere la pallottola ed a dare la chiusura ermetica all'atto dello sparo; il raccordamento può determinare l'arresto della cartuccia nella camera in modo che la base dell'ogiva del proietto contrasti coll'origine delle righe e che la cassula si trovi a distanza conveniente dalla testa dell'otturatore; il fondello serve anche per praticarvi al centro un alveolo forato, di conveniente forma, che alloggi e trattenga la cassula od innesco.

---

(1) Lega di rame e zinco, circa 33 % di zinco, o, meglio, 32 % di zinco, 1 % di piombo e stagno, 1 % di antimonio; sembra che lo zinco della lega non assicuri l'inattaccabilità del metallo dalle emanazioni nitrose che le polveri alla nitroglicerina possono lentamente provocare.

(2) Lega di rame e zinco, lo zinco nella proporzione dal 5 al 12 %.

(3) Dalla Casa Wickers è stata prodotta una lega d'alluminio e rame detta *duralluminio;* i componenti sono: 63,5 % di alluminio, 35 % di rame, 1 % di magnesio, 0,5 % di ferro.

Questa lega avrebbe notevoli qualità: limite elastico 25 kg. per mm²; limite di rottura 45 kg. per mm²; può essere laminato, foggiato a caldo ed a freddo; non risente delle influenze atmosferiche; densità 2,84 (in confronto alla densità 2,60 dell'alluminio puro).

Non sono ancora state fatte esaurienti esperienze con bossolo di duralluminio; inoltre occorre di considerare che il prezzo è molto elevato, lire 5 al kg.

Al limite inferiore del corpo il bossolo deve presentare una *presa per l'estrattore* e questa può essere una sporgenza anulare detta *orlo* o *risalto,* oppure un incavo anulare detto *scanalatura* o *gola.*

Se il *bossolo è a risalto* si ha il vantaggio di precisare la posizione della cartuccia mediante l'appoggio del risalto su di un apposito incastro anulare praticato allo sbocco della camera e quindi di evitare scatti a vuoto o difetti di chiusura, qualora per consumo della parte anteriore della camera la cartuccia avesse altrimenti modo di sfuggire all'appoggio contro la testa dell'otturatore.

Se il *bossolo è a gola* non v'è bisogno dell'incastro allo sbocco della camera e si cerca di impedire un sensibile e dannoso avanzamento per consumo del raccordamento facendo questo molto ripido, allora si ha il vantaggio: di dare forma simmetrica ai caricatori ed ai pacchetti; di rendere meno voluminosi i caricatori, i pacchetti, i serbatoi, le giberne; di evitare gli inceppamenti che la sporgenza dell'orlo può produrre nei meccanismi di ripetizione; di non indebolire la culatta.

Il bossolo può essere ricavato da un solo pezzo di metallo (1), oppure da due parti fra loro riunite, cioè da un bossolo costituente il corpo e da un controbossolo con fondello; questo sistema, quantunque di lavorazione più facile, di maggiore resistenza e di minore costo, rende la cartuccia pesante e non atta ad essere ricaricata.

Lo spessore delle pareti si regola in modo che dalla base vada decrescendo coll'avvicinarsi alla bocca, viene opportunamente calcolata (2) e si aumenta qualora si voglia fruire del ricaricamento; evidentemente dev'essere evitata qualsiasi probabilità di rottura, specialmente al raccordamento fra fondello e corpo e fra corpo e colletto, e ciò si ottiene oltre che con sufficiente spessore di metallo, anche con un conveniente profilo del raccordamento e con particolare processo di lavorazione.

3. Cassula od innesco. — La *cassula* od *innesco* è un vasetto metallico che si applica al bossolo e che contenendo una sostanza detonante (3) produce all'urto l'infiammazione della carica contenuta nel bossolo.

Innesco, in genere, è ciò che serve per determinare l'infiammazione delle cariche di propulsione e di scoppio; trattandosi di innesco per bossolo d'arma portatile si è usato il nome di *cassula* poichè è semplicemente formato da una cassula di rame o di tombac o di ottone, a forma di vasetto conico o cilindrico.

La cassula è portata dal bossolo ed è generalmente disposta al centro del fondello, esternamente, in un apposito alveolo detto *porta-cassula.*

Sono stati usati *inneschi interni,* sia centrali che periferici; effettivamente presentavano maggiore sicurezza degli *inneschi esterni,* ma indebolivano il fondello del bossolo, richiedevano percussori di forma speciale ed una considerevole forza viva d'urto per esplodere e non permettevano il ricaricamento del bossolo.

---

(1) Vedi seguente N. 12.

(2) Vedi Haesen: *Armes à feu portatives.* Chapitre III: « Détermination des dimensions de la douille ».

(3) Contiene circa gr. 0,055 di fulminato di mercurio.

Gli inneschi interni furono adottati nei primi sistemi a ripetizione con serbatoio fisso anteriore o posteriore, poichè si temeva che coll'innesco centrale esterno si potessero verificare degli scoppi fortuiti nel serbatoio a causa della disposizione delle cartucce.

Gli inneschi periferici (Tav. VI, n. 5) risultarono adatti per alcune armi con acciarino a percussione (1); se si produce uno *scatto a vuoto*, girando la cartuccia, si può presentare al percussore una parte intatta dell'innesco: richiedono grande quantità di materia detonante e quindi si rendono meno sicuri e di difficile conservazione.

La cassula: dev'essere giustamente sensibile all'urto del percussore; assicurare l'accensione della carica e non produrre fecce; non alterare le sue proprietà detonanti anche durante un lungo periodo di conservazione; non provocare assolutamente fenomeni di lenta combustione, nè intaccare il metallo della cassula; aderire perfettamente alle pareti del porta-cassula; non sfondarsi, nè uscire dal porta-cassula sotto l'azione dell'urto; produrre l'esplosione senza che avvengano rotture, poichè qualsiasi sfuggita di gas attraverso la cassula rotta potrebbe danneggiare gravemente l'arma e il tiratore.

Generalmente la cassula è di ottone, perchè più resistente e meno intaccabile del rame o del tombac, talvolta conviene di proteggerla con un *copri-cassula* o *contro-cassula*.

La materia detonante che s'impiega nelle cassule è *fulminato di mercurio* o *clorato di potassio* o una miscela di questi due sensibilissimi esplosivi (2); talvolta alla sostanza detonante si unisce una piccola dose di polvere di vetro, di solfuro d'antimonio; la sensibilità all'urto della miscela è tanto maggiore quanto maggiore è la quantità di fulminato di mercurio ch'essa contiene; la materia detonante dev'essere compressa in modo da aderire perfettamente alle pareti della cassula e si riveste con un sottile strato di vernice gommosa o con un disco di stagnola affinchè non si producano screpolature o distacchi di materia fulminante e questa venga protetta dall'influenza dell'umidità atmosferica.

Nell'innesco centrale esterno la cassula è forzata nel porta-cassula, il quale ha una parete foggiata a punta od a più punte, detta *incudinetta*, e questa alla base presenta dei forellini, sicchè il percussore, urtando il fondo della cassula, schiaccia la materia detonante contro l'incudinetta e provoca una deflagrazione che attraverso ai forellini infiamma la carica contenuta nel bossolo.

Le principali forme d'innesco centrale esterno sono:

a) *innesco ordinario* od innesco Berdan (Fig. 1);

b) *innesco di sicurezza* od innesco Boxer (Fig. 1).

a) Nell'innesco ordinario: il fondo dell'alveolo è ripiegato a guisa di capezzolo in modo da costituire un'incudinetta conica; i forellini per il passaggio della fiamma sono praticati alla base dell'incudinetta; la cassula, talora protetta da un copri-cassula, s'investe e si forza sull'incudinetta finchè la materia detonante risulta a contatto dell'incudinetta.

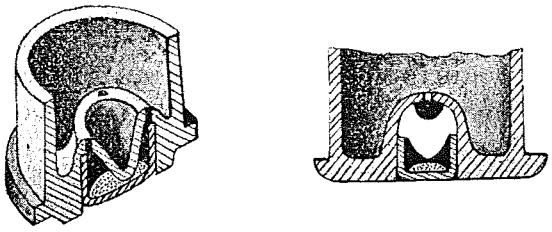
---

(1) Per esempio: Carabina Henry-Winchester con serbatoio nel fusto.

(2) Per le cassule delle cartucce noi usiamo una *miscela fulminante* composta di 60 % di fulminato di mercurio, 25 % di clorato di potassio, 15 % di solfuro d'antimonio.

Questo tipo d'innesco è semplice e di poco costo, perciò è il più usato; volendo, permette il ricaricamento del bossolo (1).

b) Nell'innesco di sicurezza: il fondo dell'alveolo presenta i forellini e non ha alcuna ripiegatura; l'incudinetta è costituita da una piastrina a forma di cuore con due risalti; l'incudinetta viene introdotta dentro la cassula coi risalti appoggiati all'orlo della cassula in modo che la punta risulti un poco distante dalla materia detonante, indi la cassula provvista dell'incudinetta, viene forzata dentro il porta-cassula, finchè la base dell'incudinetta poggia sul fondo dell'alveolo.



INNESCO BERDAN INNESCO BOXER

Fig. 1.

Questo tipo d'innesco presenta maggiore sicurezza dell'innesco ordinario poichè l'urto per l'accensione dev'essere esattamente centrale; incavando alquanto la superficie del fondello del bossolo, serviva benissimo per le armi a ripetizione con serbatoio fisso anteriore o posteriore; è molto adatto per il ricaricamento dei bossoli, per contro è più complicato e più costoso dell'innesco ordinario.

Altre forme d'innesco sono: l'*innesco a spina* e l'*innesco Roth;* questi tipi sono ormai andati scomparendo, servivano per le armi nelle quali il percussore deve battere in direzione obliqua rispetto all'asse del bossolo.

4. Carica. — La carica è costituita da esplosivo infume che impropriamente prende il nome di *polvere.*

Importantissimo è lo studio di una carica conveniente, perchè si debbono soddisfare condizioni spesso contraddittorie: grande potenza balistica; piccola forza dilaniatrice; grande quantità di calore; temperatura relativamente non molto elevata; piccolo potere erosivo; sicura e pronta infiammazione; combustione progressiva; assenza di fecce e di fumo; facile conservazione; inalterabilità sotto l'azione del clima, dei corpi e dei metalli con cui viene ordinariamente a contatto; facilità di fabbricazione, di trasporto, d'impiego; costo non troppo elevato.

Tutte le questioni relative alle caratteristiche di un buon esplosivo di propulsione sono state specificate nel precedente Capitolo V; perciò si considerano ora solo quelle di particolare importanza per le armi portatili, cioè:

a) forma e densità dei grani;
b) azione progressiva;
c) potere erosivo, in relazione alla durata delle armi;
d) pressione.

a) *Forma e densità dei grani.* — Si hanno polveri infumi con grani di forma svariatissima: a cubi, a lamette, a piastrelle, a fili, a cilindretti pieni o cavi, a trucioli.

---

(1) Nelle armi attuali le pressioni che subisce il bossolo sono troppo elevate, perciò non è nè prudente, nè conveniente, procedere al ricaricamento dei bossoli.

La lentezza della combustione si ottiene aumentando nei limiti del possibile la densità reale del grano e le dimensioni del grano, in modo da diminuire la superficie totale d'infiammazione della carica.

b) *Azione progressiva.* — È conveniente di diminuire la pressione massima ed aumentare la pressione media pur accrescendo la potenza della carica; perciò oltre alla lentezza della combustione si cerca di ottenere una combustione progressiva, che dia luogo a notevole sviluppo pressochè costante di gas dal principio alla fine della combustione, e di diminuire alquanto la densità di caricamento, aumentando gli interstizi fra grano e grano.

Ciò si ottiene, per esempio, colla *solenite* italiana, i cui grani sono cilindrici, forati secondo l'asse; colla *polvere tedesca lamellare,* i cui grani hanno gli orli ripiegati in dentro; colla *polvere Hebler a grani sferici,* i cui grani hanno densità decrescente dall'esterno all'interno.

Queste polveri a lenta e progressiva combustione, oltre ai vantaggi balistici, offrono quello di riempire il bossolo in tutto lo spazio interposto fra il fondello e la base della pallottola.

La tendenza a diminuire il calibro ed il peso della pallottola, specialmente negli attuali studi sulle pallottole affusolate, conducono ad aumentare la quantità e la potenza della carica: ma l'aumento di quantità della carica dà luogo a pressioni elevate e la potenza della carica è subordinata ai progressi della chimica degli esplosivi, quindi si può concludere coll'affermare che il problema della carica non è ancora completamente risolto in relazione alle esigenze delle armi nuove.

Colle polveri progressive la quantità della carica, a parità di altre condizioni della cartuccia, è salita da gr. 2 a gr. 3,20 ed anche 3,60 (1).

La polvere progressiva tedesca Rotweil si è dimostrata molto conveniente, e le elaborate, serie ed esaurienti esperienze fatte in Spagna (2) col Mauser, Mod. 93 da mm. 7, per l'adozione di una cartuccia a pallottola affusolata sul tipo germanico 905 S, hanno permesso di stabilire *alcuni caratteri delle polveri progressive* e precisamente:

hanno grande influenza le piccole variazioni di peso della carica, dimodochè la tolleranza non deve superare gr. 0,015; mentre tutte le polveri non progressive possono permettere tolleranze fino a gr. 0,05; ne risultano difficoltà nel confezionamento delle cartucce;

per ogni centigramma di variazione nella carica le velocità iniziali variano da 3 a 4 metri e le pressioni da 60 a 70 atmosfere;

la temperatura d'infiammazione è di circa 170° in luogo di 180°;

la temperatura della camera del bossolo, sparando colla celerità 10 colpi al 1', si mantiene a circa 220°;

per ogni grado di temperatura della carica in più od in meno di 15° si ottengono variazioni di velocità iniziale da 1 a 5 % in più od in meno;

l'umidità ha una sensibile influenza sull'azione della polvere progressiva, poichè può ridurre del 3 % la velocità iniziale e del 6 % la pressione;

---

(1) Col Mannlicher Mod. 1905, calibro mm. 6,5, il Portogallo ha esperimentata una cartuccia con pallottola affusolata di gr. 7,5, con carica di gr. 3,60; ottenendo coll'alzo di 800 m. l'ordinata massima di m. 1,60.

(2) Vedi: *Revue d'Artillerie,* anno 1910, tomi 75, 76, 77: « Cartouches à balles pointues en Espagne ».

le sostanze combustibili (1) che s'incorporano nelle polveri infumi per renderle più progressive, come pure le sostanze che servono ad aumentare la loro stabilità od a diminuire la temperatura dei gas e talvolta la visibilità della fiamma (2), non devono pregiudicare la buona conservazione dell'esplosivo, nè volatilizzarsi durante il periodo di conservazione nei magazzini (3), nè infine rendere difficili le analisi chimiche per determinare lo stato di conservazione delle polveri.

c) *Potere erosivo.* — Ha grande importanza economica la durata in servizio dell'arma ed ha grande importanza pratica la possibilità di non dovere ricorrere al cambio di numerose armi durante una campagna di guerra; perciò è assolutamente necessario che il tiro si mantenga giusto almeno per 4000 colpi: cioè la canna non deve subire rapidamente corrosioni, sia nella camera che nella rigatura, tali da influire dannosamente sui risultati del tiro.

Stabilita la qualità del metallo della canna, la polvere deve avere su questo piccolo potere erosivo; sappiamo che il potere erosivo di una carica è tanto maggiore quanto maggiore è la temperatura e la pressione a cui dà luogo l'esplosione; dunque occorre di mantenere finchè si può entro limiti non elevati sia la temperatura, sia la pressione (4).

La quantità di calore sviluppata dalle polveri alla nitroglicerina cresce col crescere del titolo di nitroglicerina, però diminuendo questo diminuisce conseguentemente la potenza balistica della polvere, ciò che non si vuole che avvenga, mentre si richiede una diminuzione di temperatura; occorre dunque introdurre una sostanza che, colla sua presenza o meglio colla combinazione chimica a cui dà luogo durante la combustione, sottragga un conveniente numero di calorie e magari compensi in parte questa perdita di lavoro potenziale dando luogo ad un aumento del volume dei gas; molto convenienti sotto questo aspetto sono le sostanze fortemente riducenti a base di carbonio (5).

Dunque il principio fondamentale per lo studio della carica dev'essere *grande rendimento con basse temperature* in luogo di *grande rendimento con basse pressioni* (6).

---

(1) La canfora, le fenilamine, i derivati nitrici della serie aromatica, le uree, i diversi composti del cianogeno (per esempio le diverse guanidine). Vedi precedente Capitolo V, N. 57.

(2) Il bicarbonato di sodio, ecc. Vedi Capitolo V, N. 57, *c*.

(3) Perciò, ad esempio, la canfora non è consigliabile per polveri di cartucce da usarsi in paesi ove il clima è piuttosto caldo.

(4) Numerose esperienze dimostrano che *i metalli presentano resistenza variabile col crescere della loro temperatura;* così per l'acciaio: la resistenza alla trazione cresce col crescere della temperatura fino 200°, indi diminuisce, sempre più rapidamente, finchè a 500° la resistenza elastica è ridotta ad $^1/_2$, oltre i 500° diviene presto minima.

Dunque le pareti dell'anima dovrebbero sempre mantenersi a temperatura inferiore ai 200°.

(5) Al Capitolo V, N. 57, *d*) abbiamo accennato che si può abbassare la temperatura anche coll'uso di speciali solventi, per esempio della *binitromorfina*, della *binitromonoacetina*.

(6) Quindi si dovrebbe ritornare a polveri non troppo progressive; per. es., a polveri progressive corrette in modo che la forma del grano diminuisca in parte quella maggiore lentezza propria della qualità e densità del grano.

Si deve anche tener conto che le erosioni non sono prodotte soltanto dalla temperatura di combustione della carica, ma anche dalla quantità e qualità dei gas sviluppati e dalla loro velocità d'emissione media fino al raggiungimento della temperatura massima; ora per ottenere con una polvere alla nitrocellulosa gli stessi effetti balistici di una polvere alla nitroglicerina si impiega un maggior peso di carica ed una granitura più grossa e perciò si aumenta la quantità di gas e la loro velocità d'emissione media durante l'aumento di pressione.

Quanto abbiamo detto dimostra a sufficienza come la scelta della carica influisca enormemente sulle buone qualità di un'arma da fuoco e giustifica i numerosi e difficili studi che perennemente si compiono sugli esplosivi.

I danni delle erosioni nella camera del bossolo, se rilevati in tempo, possono essere riparati e permettere di risparmiare il cambio della canna.

Per il fucile Mod. 91, ad esempio, è stabilito quanto segue:

Corrosioni della canna nella camera del bossolo (1) (Tavola XV). — Le corrosioni, che si formano nella parte della camera della canna che serve di alloggiamento al bossolo sono essenzialmente dovute alle filature o rotture del colletto del bossolo (2) ed un poco anche all'azione chimico-meccanica dei gas della carica che sfuggono violentemente dalla bocca del bossolo; queste corrosioni rendono sempre più difficile l'estrazione dei bossoli, poichè questi nella dilatazione si plasmano nelle corrosioni stesse e presentano sulla superficie delle rigonfiature anulari, a protuberanze più o meno sentite, fra la parte cilindrica ed il tronco di cono minore.

Per quanto riguarda queste corrosioni, una canna si dice giunta al *punto critico* quando la profondità delle corrosioni è tale da ritenere probabile che l'arma non possa eseguire ancora almeno 600 colpi alla celerità di circa 14 colpi al minuto; l'esperienza ha dimostrato che il punto critico si raggiunge quando le corrosioni giungono ad avere la profondità di mm. 0,4.

La misura delle corrosioni viene eseguita mediante un congegno speciale; questo non dà la graduazione delle corrosioni, ma fa constare praticamente quali armi abbiano raggiunto il punto critico e quali abbiano la canna con sensibili corrosioni.

Le armi che hanno raggiunto o superato il punto critico, sono ritirate ai soldati ed inviate alla fabbrica d'armi e colà visitate e riparate.

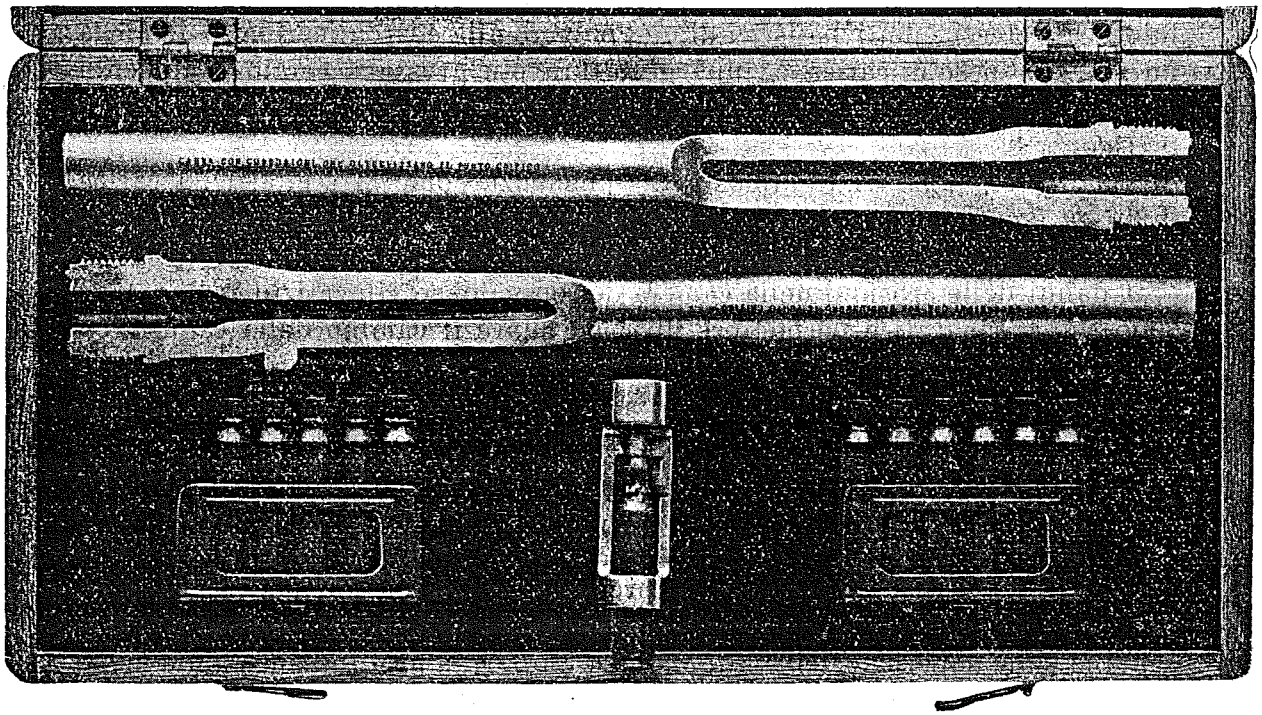
Riparazione delle canne corrose e contrassegni della riparazione. — La riparazione, che subiscono le canne presso le fabbriche d'armi, consiste nel far retrocedere la canna entro la culatta mobile di un giro di avvitamento e quindi portare avanti nell'anima, di una corrispondente piccola quantità, l'intera camera, a mezzo di appositi accecatoi che regolarizzano le corrosioni, asportandole in parte, e creano poscia una zona anulare che serve di espansione ai gas.

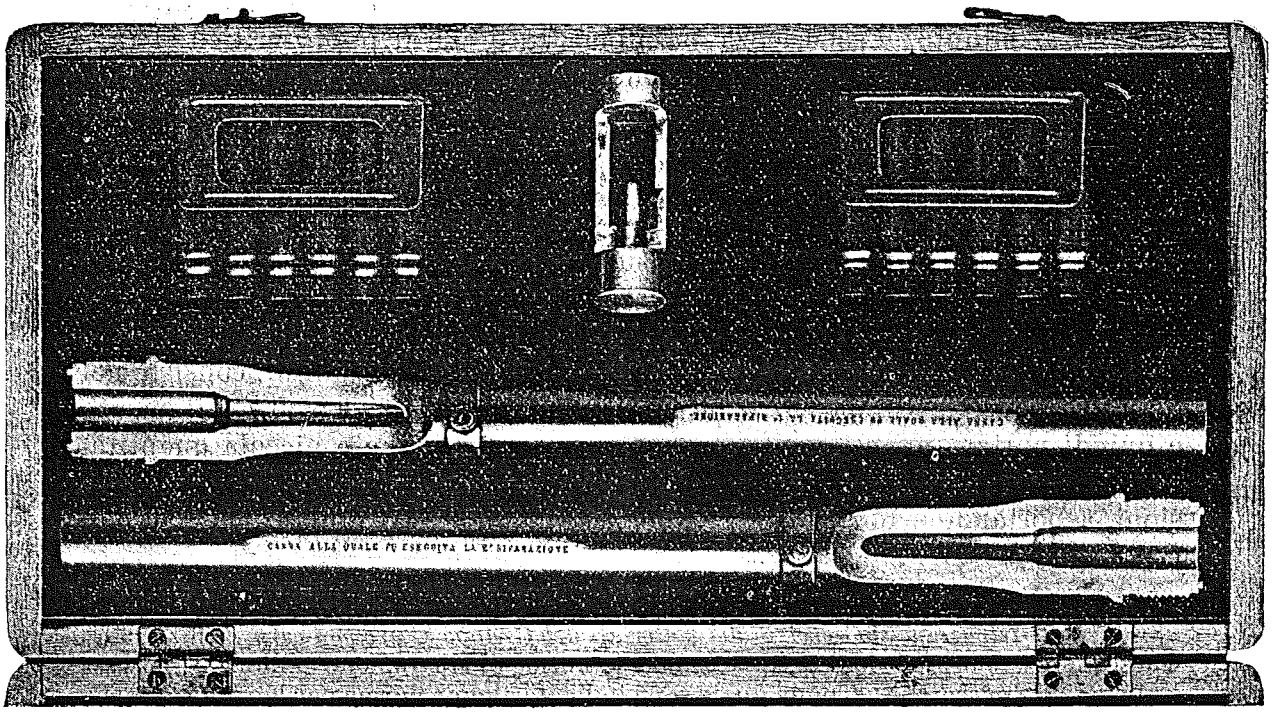
---

(1) Vedi *Istruzione sul servizio dei materiali del Gruppo C presso i corpi,* Ediz. 1904. Questa Istruzione stabilisce le riparazioni e le norme di riparazione delle armi; ad essa è allegata l'*Appendice N. 1,* nella quale sono indicate alcune norme per la visita annuale alle armi per quanto riguarda quegli elementi che hanno maggiore importanza nel tiro.

(2) Queste rotture di bossolo, per ragioni diverse, avvenivano con qualche frequenza colle cartucce fabbricate dal Laboratorio pirotecnico di Bologna negli anni 1895-96-97-98 e da quello di Capua nel 1898; cartucce ormai scomparse nelle dotazioni.

Tavola XV.





Corrosioni della canna nella camera del bossolo: verifica, riparazioni, collaudo.

Alle canne così riparate viene apposta con punzonatura, sulla faccetta laterale delle canne stesse portante la lettera distintiva dell'arma, una stella a cinque punte.

Le armi che, inviate per riparazioni alle fabbriche d'armi, ritornano senza stella sulla canna, dinotano che in esse la canna fu cambiata, poichè non si è trovata conveniente la riparazione della canna vecchia.

Le canne che hanno subìto la *prima riparazione* (1), una volta rimesse in servizio, potranno, dopo un certo numero di colpi, andar soggette a corrosioni successive, della stessa natura delle precedenti. Anche per questo caso vi è la possibilità di eseguire una *seconda riparazione* (1) alle canne, anzichè cambiarle.

d) *Pressione.* — La pressione è in relazione alla manegevolezza che l'arma deve presentare ed alla sua durata in servizio, quindi non si deve eccedere per evitare canne molto spesse e perciò pesanti e per evitare corrosioni dell'anima.

La pressione dev'essere considerata anche in relazione alla resistenza del proietto e perciò alla costituzione del proietto specialmente riguardo all'incamiciatura ed al forzamento; il proietto non deve assolutamente deformarsi entro l'anima oltre la quantità necessaria per modellarsi nella rigatura.

Generalmente nei fucili: colle polveri alla nitroglicerina e con proietti incamiciati al *maillechort* si giunge a pressioni massime tra 3000 a 3500 atm.; colle polveri alla nitrocellulosa si giunge tra 2000 a 3000 atm.

La minore pressione è favorevole anche per evitare i gravi danni di inceppamenti (2); in ogni modo i fucili vengono collaudati a pressioni superiori alla normale di almeno 500 atm. ed il 2 % delle sbarre per canne presentate al collaudo viene lavorato nel modo ordinario ma esclusivamente per essere poi sottoposto a pressioni superiori al normale di 1200 atm. per garantirsi della resistenza alla rottura del lotto da collaudare.

5. Proietto. — L'arma da fuoco è una macchina che riceve la forza motrice dall'esplosione della carica e che ha per utensile il proietto; il proietto perciò deve presentare caratteristiche tali da abbandonare l'arma dopo di avere acquistata una notevole energia e da trasmettere al bersaglio gran parte della energia acquistata, possedere cioè grande potenza di penetrazione.

Le caratteristiche del proietto devono quindi soddisfare sia a condizioni balistiche inerenti l'arma in genere, quali quelle relative alla tensione della traiettoria ed alla giustezza del tiro, sia a condizioni di efficacia del fuoco in relazione alla natura dei bersagli che occorre di battere; ne consegue che del proietto si devono soprattutto considerare le seguenti qualità:

1° *qualità statiche:* composizione, forma, calibro, lunghezza, peso;

---

(1) Vedi precedente Tavola XV.

(2) In seguito ad esperienze fatte col fucile Mod. 91 si è constatato che: La pressione svolta dalla deflagrazione della sola cassula non è sufficiente a spingere innanzi la pallottola in modo da poter introdurre una seconda cartuccia nella camera, la pallottola avanza di 2 o 3 calibri; la pressione svolta da $^1/_3$ di carica può spingere la pallottola fino quasi alla bocca, ma se s'introduce una seconda cartuccia nella camera, la pressione sale oltre 5500 atm. e la canna si rompe nel punto in cui è avvenuto l'inceppamento.

2° *qualità dinamiche:* movimenti, forza viva, coefficiente di pressione, cambiamenti fisici nell'urto e conseguenti all'urto;

3° *resistenza che il proietto incontra all'urto.*

Di queste qualità, specialmente di quelle del 2° e 3° gruppo, si tratta con sufficiente sviluppo nella Parte II; di quelle del 1° gruppo alcune si possono ora considerare sotto un aspetto generale:

a) *Composizione.* — Il proietto degli attuali fucili da guerra prende il nome di *pallottola,* sebbene non sia sferico, ma oblungo; la pallottola è composta di due parti essenziali: il *nocciolo* e l'*incamiciatura* (1).

Il nocciolo può essere di piombo, di bronzo, di acciaio; per ragioni del maggior peso e del minor costo si preferisce il nocciolo di piombo (2).

L'incamiciatura è oggidì necessaria quando il nocciolo sia formato con metallo alquanto malleabile; s'impose col piccolo calibro, poichè questo obbligò a rigature molto inclinate che avrebbero deformato e stracciato il proietto di piombo ed avrebbero per il forte attrito prodotto rapidissimamente l'impiombatura della canna; può essere di ottone (3), di rame placcato con stagno o nikel (4), di maillechort (5), di acciaio dolce nikelato; deve essere resistente, inossidabile, non dare eccessiva usura dell'anima.

Il nocciolo non si cola fuso nell'incamiciatura, bensì vi s'introduce a pressione per ottenere maggiore densità ed omogeneità; contemporaneamente si può operare in modo da saldare l'incamiciatura sul nocciolo (6).

Poichè il metallo dell'incamiciatura è molto meno pesante di quello del nocciolo, lo spessore dell'incamiciatura è limitato al puro necessario per evitare deformazioni al proietto o rottura dell'involucro stesso, generalmente varia da mm. 0,45 a 0,55.

La pallottola ha un diametro, da mm. 0,20 a 0,30, superiore al diametro della canna misurato sul fondo delle righe, esiste cioè un *forzamento iniziale* della pallottola, perciò occorre che l'insieme del nocciolo e dell'incamiciatura presentino un certo grado di plasticità; quindi allorquando si compone il nocciolo con piombo indurito mediante l'antimonio conviene di non oltrepasssare il 3 % di antimonio, tanto più che una diminuzione di antimonio, oltre all'aumento di plasticità, dà luogo all'aumento di peso. Se il nocciolo è di piombo non conviene di ottenere plasticità diminuendo la durezza dell'incamiciatura, poichè la parte cilindrica del proietto tende a subire rigonfiamento per la pressione dei gas sul fondello e torsione per la

---

(1) Da alcuni detta anche *rivestimento, mantello, corazzatura.*

(2) Il volframio ha bensì densità 19, ma non può sostituire il piombo che ha densità 11,5, poichè il suo costo è di circa 5 lire al kg., mentre il piombo costa solamente lire 0,60 al kg.

(3) Per i calibri inferiori a 10 mm. dovette essere abbandonato, poichè per ottenere regolare e costante forzamento si doveva accrescere lo spessore del rivestimento in modo che il proietto risultava troppo leggero.

(4) Senza la placcatura il rame potrebbe dare luogo a sali velenosi che inasprirebbero le ferite.

(5) Lega di rame elettrolittico col 16 % di nikel puro.

(6) Così per esempio: per la pallottola del fucile italiano Mod. 91 il nucleo di piombo è passato alla filiera e compresso, indi è saldato a caldo al bossoletto di maillechort impiegando una soluzione di zinco ammoniacale.

azione della rigatura; concludendo, il nocciolo di piombo indurito è bene di ottenerlo con una lega al 2 o 3 % di antimonio (1).

Riguardo all'incamiciatura molteplici esperienze dimostrano che le qualità del metallo oltre ad influire sul peso della pallottola, influiscono sensibilmente sulla giustezza del tiro.

Così a parità di altre condizioni, con rivestimento di *acciaio-cupro-nikel* (2) si ottengono pallottole più leggere di quelle rivestite con *maillechort* o con *rame-nikel* (3); ciò potrebbe convenire poichè, a parità di cartuccia, la pallottola più leggiera dà luogo a velocità maggiori e pressioni minori (4), ma in quanto alla giustezza nel tiro si nota una maggiore dispersione coll'aumentare del grado di deformabilità della pallottola sotto la pressione dei gas e precisamente l'incamiciatura di acciaio-cupro-nikel produce minori dispersioni di quella al rame-nikel (25 %), di quella al rame-nikel (20 %), di quella al maillechort.

Dunque l'incamiciatura circa la sua durezza deve soddisfare alle due condizioni opposte; non deteriorare rapidamente l'anima, non alterare la giustezza del tiro (5).

Per evitare gli inconvenienti conseguenti al distaccarsi o lacerarsi della incamiciatura vennero esperimentate ed anche adottate pallottole non rivestite, completamente di ottone, di bronzo, di acciaio; ma per ottenere una conveniente densità trasversale fu necessario di allungare di molto il proietto con evidente danno della sua stabilità sulla traiettoria.

In ogni modo, compensando con una notevole velocità iniziale e colla forma appuntita dell'ogiva alcune delle cause di minore stabilità, la Francia col fucile Lebel Mod. 86-93 D, potè adottare la pallottola *tipo D* biogivale di bronzo senza incamiciatura.

L'incamiciatura generalmente si estende a tutta la pallottola, compreso il fondello, ed ha spessore costante; conviene specialmente nelle pallottole appuntite, di fare l'incamiciatura di spessore leggermente crescente in prossimità della punta per dare alla pallottola di piombo una maggiore attitudine alla perforazione.

b) *Forma.* — Il piccolo calibro e la necessità di ottenere grande densità trasversale obbligano ad una forma di pallottola molto allungata, inoltre il bisogno di un notevole grado di penetrazione e la necessità di ottenere

---

(1) Le pallottole di medio calibro erano costituite di piombo indurito e non incamiciate; il titolo di antimonio giungeva al 15 %, vi si univa anche il 2 % di zinco e si sottoponeva il metallo ad una compressione di circa 150 atm. Una lega simile si può ancora oggi adoperare per il nocciolo delle pallottole di piccolo calibro, purchè l'incamiciatura abbia durezza non superiore a quella del *maillechort*.

(2) Acciaio 90 %, rame 8 %, nikel 2 %; il rivestimento viene inoltre nikelato.

(3) Al 20 % di nikel.

(4) Con proietto più leggero a parità di altre condizioni si guadagna in velocità iniziale e si rende maggiore la tensione della traiettoria alle piccole distanze di tiro, ma solo alle brevi distanze di tiro, poichè il proietto più leggero subisce una maggiore ritardazione, quindi perde sensibilmente di velocità alle medie distanze e di giustezza fin dalle piccole distanze (Vedi Parte II).

(5) Per esempio: è risultato che colla maggiore potenza delle polveri progressive non conviene l'incamiciatura d'acciaio-cupro-nikel, ma conviene quella meno dura di acciaio al 25 % di nikel.

traiettorie molto tese, conducono a foggiare il proietto oblungo con la parte anteriore molto acuminata; quindi la forma complessiva di una pallottola per arma portatile si può ritenere la seguente:

lunghezza da 3,5 a 5 calibri;

parte posteriore cilindrica, lunga da 2 a 3 calibri, di diametro costante superiore di circa 0,3 mm. al calibro (1), talvolta con fascia o corona di forzamento più o meno sviluppata sia in altezza che nel diametro;

parte anteriore ogivale molto appuntita, oppure conica, alta da 2 a 2,5 calibri;

fondello piano o leggermente concavo (2); la concavità sferica o conica contribuisce alla regolarità del forzamento ed avvicina il centro di gravità al centro di resistenza, condizioni queste favorevoli al tiro.

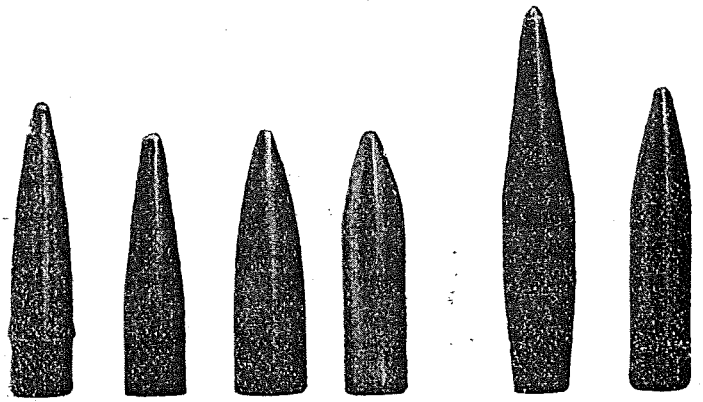


Fig. 2. — Pallottole appuntite od affusolate.

1. Pallottola con corona di forzamento: peso gr. 8, calibro mm. 6,5. - 2. Pallottola con incamiciatura di maillechort: peso gr. 7, calibro mm. 6,5. - 3. Pallottola con incamiciatura di acciaio placcato al maillechort, tipo Springfield: peso gr. 9,7, calibro mm. 7,62. - 4. Pallottola con incamiciatura di acciaio: peso gr. 7, calibro mm. 6,5. - 5. Pallottola di bronzo tipo D senza incamiciatura del fucile Lebel: peso gr. 12,8, calibro mm. 8. - 6. Pallottola con incamiciatura di maillechort: peso gr. 8, calibro mm. 6,5.

In seguito all'adozione per parte della Francia della pallottola navicolare tipo D (per il Lebel Mod. 86-93), e per parte della Germania della pallottola cilindro-ogivale ad ogiva acuminata, tipo S (per il Mauser Mod. 98), presso i principali eserciti vennero compiuti studi ed esperienze colle pallottole appuntite; si rilevò: che per non eccedere nella lunghezza della pallottola appuntita questa risulta notevolmente più leggera della pallottola ordinaria cilindro-ogivale; che si hanno è vero pallottole più lunghe e più leggere e dotate di maggiore velocità iniziale, ma si diminuisce la densità trasversale e notevolmente l'attitudine a conservare la velocità (3); che se le pallottole appuntite, col diminuire del calibro, scendono a pesi da 6 ad

(1) Così per esempio: il diametro della parte cilindrica della pallottola del fucile italiano Mod. 91 è di mm. 6,75.

(2) Saetta di mm. 0,5.

(3) Perchè risulta che coll'allungamento delle nuove pallottole la velocità, a partire da una determinata distanza (tra 1000 e 2000 m.), diminuisce più rapidamente che colle pallottole ordinarie.

8 gr., risentono con grande facilità l'influenza delle deviazioni dovute al vento od al modo con cui urtano sul bersaglio.

Vi è tendenza ad adottare pallottole appuntite del tipo S germanico; il tipo D francese ha dato risultati inferiori, sia come giustezza del tiro, sia come tensione di traiettoria (1).

Del tipo S sono le nuove pallottole dell'Austria, degli Stati Uniti, del Belgio, della Svizzera, del Giappone, della Spagna e dell'Inghilterra.

Concludendo. — Stabilito il peso ed il calibro, il proietto delle armi portatili deve soddisfare alle seguenti condizioni: grande densità trasversale; nocciolo denso, alquanto malleabile, di facile lavorazione, di poco costo; incamiciatura sufficientemente dura per resistere alla pressione delle righe, senza però logorare eccessivamente l'anima della canna e tale da plasmarsi nelle righe quanto è necessario per assicurare il movimento di rotazione ed evitare sfuggite di gas fra proietto ed anima; incamiciatura ben unita al nocciolo, resistente, inossidabile, se eventualmente intaccata dagli acidi non deve dar luogo a sali velenosi, che non lasci detriti o tracce (2) sulle pareti dell'anima; forma oblunga adatta alla penetrazione ed a sviluppare un elevato potere vulnerante, tale che *il colpito sia immediatamente messo fuori di combattimento.*

6. Lubrificante. — Allorquando si avevano cartucce a polvere nera con pallottola di piombo non incamiciata si faceva uso di sostanze lubrificanti, disposte direttamente sulla superficie e nelle scanalature circolari esterne del proietto oppure formate in dischi ed allogate, unitamente ad un bioccolo di cotone, fra pallottola e carica; gli scopi erano di facilitare il rammollimento e quindi l'asportazione delle fecce dalle pareti della canna, di diminuire il fenomeno dell'impiombatura; se il lubrificante era all'esterno si poteva usare grasso ordinario o vaselina, se era all'interno s'impiegavano dischetti di cera vergine o di paraffina.

Colle cartucce a polvere infume e proietto incamiciato la lubrificazione si fa esternamente sulla pallottola ed in modo che la sostanza lubrificante non possa mai penetrare nell'interno del bossolo, altrimenti durante un lungo periodo di conservazione una lenta decomposizione chimica della carica potrebbe dar luogo inaspettatamente a gravi esplosioni; perciò in ogni caso si devono usare sostanze grasse pure e neutre, la presenza di acidi, organici o no, potrebbe anche intaccare o danneggiare l'incamiciatura; inoltre il lubrificante una volta dato non deve liquefarsi facilmente, nè staccarsi dall'incamiciatura.

---

(1) Nota. — Nelle esaurienti esperienze fatte in Spagna nel 1908 vennero esperimentate in confronto colla pallottola tipo S delle pallottole di calibro 7 mm. di bronzo e di forma analoga al tipo D francese, ma del peso di 9-10-11 gr., impiegando rispettivamente cariche di 3,3-3,1-2,9 gr. di polvere progressiva; la pressione media nei tre casi fu di 3000 atm. e le velocità iniziali rispettivamente di 900-850-800 m.; la Commissione, in speciale rapporto, rilevò: che dal punto di vista della giustezza e della penetrazione i risultati erano molto inferiori a quelli ottenuti colla pallottola tipo S; che la malleabilità del metallo ed, a parità di peso colla D, la lunghezza superiore, davano luogo sul bersaglio a numerosi punti colpiti con pallottole di traverso, anzichè di punta.

(2) Fenomeno comunemente detto *impiombatura*.

Da noi l'ingrassamento delle pallottole viene eseguito coi pacchetti caricatori confezionati; le pallottole risultano spalmate da un sottile strato di grasso che cominciando dalla punta termina a 4 mm. dalla bocca del bossolo; la materia lubrificante è costituita da un miscuglio, in parti uguali, di vaselina gialla, cera e paraffina.

Circa l'entità dell'ingrassamento si è riscontrato che: se l'ingrassamento è giusto, l'anima risulta ben lubrificata ad ogni colpo, ed effettivamente si diminuisce l'attrito tra proietto ed anima, si protegge questa dal logoramento e sufficientemente anche dalla potente azione erosiva dei gas e si ottiene la prescritta velocità iniziale; se l'ingrassamento è eccessivo si rende talvolta difficile la chiusura dell'otturatore ed in ogni modo si forza troppo il proietto, dimodochè aumenta la pressione e la velocità iniziale (1). L'uso delle polveri infumi progressive delle nuove cartuccie a pallottola appuntita obbligano sempre più a prescrivere una ben regolata lubrificazione sia dell'anima che del proietto.

7. Munizioni speciali. — Costituiscono munizionamento speciale le seguenti cartucce (Fig. 3):

a) cartucce a mitraglia;
b) cartucce ridotte;
c) cartucce a pallottola frangibile;
d) cartucce per il tiro ridotto;
e) cartucce da salve;
f) cartucce a pallottola perforante gli scudi;
g) cartucce da esercitazione.

Queste cartucce sono più o meno adottate nei diversi eserciti; esse rispondono ai seguenti scopi:

a) *Cartuccia a mitraglia.* — Le *cartucce a mitraglia* hanno, invece d'una pallottola unica, un proiettile composto di varî pezzi, che si separano a guisa di mitraglia uscendo dall'anima; i varî segmenti che costituiscono la pallottola sono disposti a pila, sormontata da una punta di pallottola ordinaria, e son tenuti riuniti da un bossoletto di percalle o di metallo.

All'atto dello sparo il bossoletto si sfascia nell'interno dell'anima e lascia liberi i segmenti cilindrici di piombo che racchiude.

Il collo del bossolo è ordinariamente allungato, per dare solido appoggio al bossoletto, specialmente se non è metallico.

Per la loro piccola massa, i proiettili perdono rapidamente di velocità, quindi l'effetto delle cartucce a mitraglia non si estende che a piccolissime distanze (2).

Queste cartucce non sono perciò impiegabili in guerra, servono solo in pace per le guardie e nei servizi di pubblica sicurezza; ma quand'anche potessero essere organizzate in maniera da dare effetti a distanza, non si potrebbero impiegare, poichè gli Stati civili si sono impegnati reciproca-

(1) Esperienze fatte col fucile italiano Mod. 91 con cartuccia carica di balistite aventi le pallottole prive di lubrificante, con lubrificante nella quantità prescritta, con molto lubrificante, hanno dato luogo rispettivamente a velocità iniziali di m. 690, 710, 730, ed a pressioni rispettivamente di atm. 2900, 3100, 3600.

(2) Al massimo circa 50 m.

mente a non adoperare in guerra proietti di peso inferiore a 400 grammi suscettibili di suddividersi in frammenti.

b) *Cartuccia ridotta.* — Le *cartucce ridotte* assumono generalmente questo nome poichè mentre i bossoli e le cassule sono identici a quelli ordinari, la carica e la pallottola sono differenti e di peso notevolmente diminuito affinchè la cartuccia risulti economica e dia luogo a pressioni minori e minore usura dell'arma; possono quindi impiegarsi convenientemente nei poligoni di tiro ordinari favorendone anche l'uso alle Società di tiro a segno (1).

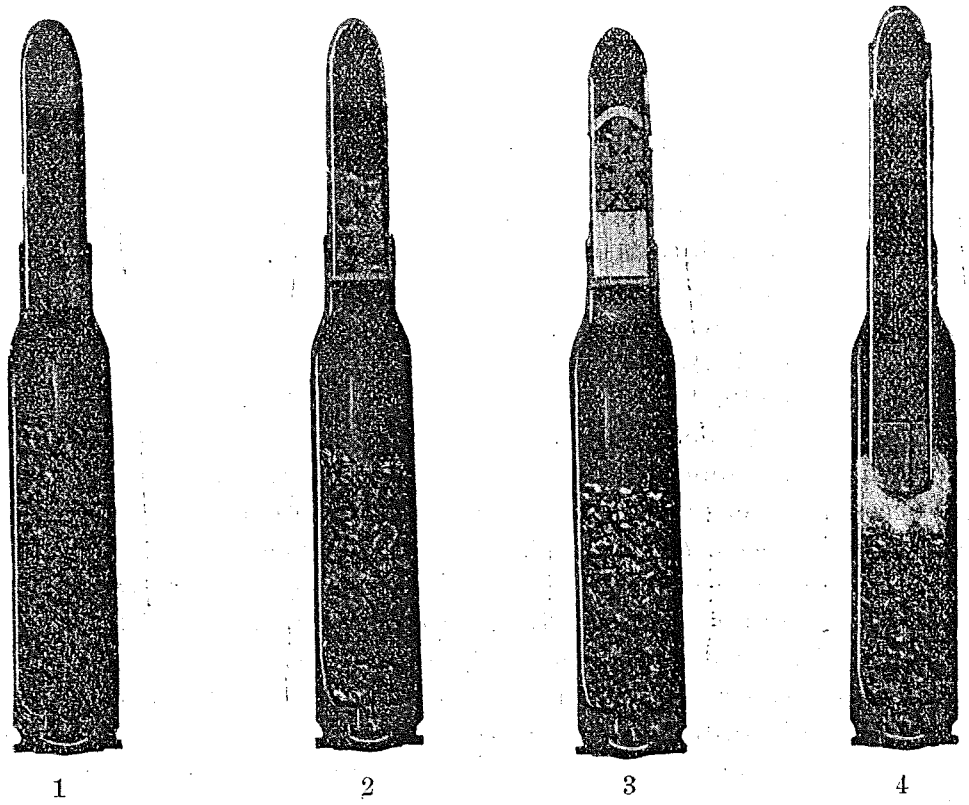


Fig. 3.

1. Cartuccia a pallottola per armi Mod. 91 (balistite). - 2. Cartuccia ridotta per armi Mod. 91. - 3. Cartuccia a pallottola frangibile per armi Mod. 91. - 4. Cartuccia a mitraglia per armi Mod. 91.

c) *Cartuccia a pallottola frangibile.* — Le *cartucce a pallottola frangibile* hanno la pallottola frangibile all'urto sul bersaglio o sul terreno; quindi evitano i rimbalzi e le conseguenti possibili disgrazie qualora, nei poligoni di tiro chiusi, i rimbalzi possano uscire dal recinto del campo di tiro. Per ragioni analoghe a quelle della cartuccia ridotta, la carica ed il peso della pallottola sono notevolmente diminuiti (2).

d) *Cartuccia da salve.* — Le *cartucce da salve* servono per le esercitazioni tattiche e per abituare convenientemente i soldati nell'esecuzione pratica del fuoco. Con le armi a caricamento successivo la cartuccia da salve

(1) La cartuccia ridotta per il fucile Mod. 91 pesa gr. 17,7; pallottola di gr. 7; carica di balistite gr. 1,1; velocità iniziale m. 630. Dà luogo a qualche rimbalzo.

(2) La cartuccia a pallottola frangibile per il fucile Mod. 91 pesa gr. 17,7; pallottola gr. 7; carica di balistite gr. 1,15; velocità iniziale m. 630.

era priva di pallottola, ma colle armi a ripetizione, che fanno uso di caricatori, la pallottola è indispensabile per il buon funzionamento del congegno di ripetizione; l'impiego delle polveri infumi obbliga all'uso della pallottola da salve, poichè è necessario ottenere un certo intasamento della carica se si vuole evitare che questa bruci senza esplodere cioè senza fare rumore.

Le difficoltà stanno nell'avere una pallottola che produca l'intasamento, che permetta l'impiego dei caricatori e sia nello stesso tempo inoffensiva nelle esercitazioni riducendosi sempre in frantumi inoffensivi appena fuori della bocca dell'arma.

Da noi s'impiegò una pallottola di carta arrotolata, vuota internamente e verniciata con corallina che, mentre la preservava dall'umidità, la faceva prontamente distinguere dalle pallottole ordinarie; ora s'impiega una pallottola cava di legno a pareti sottilissime, verniciata con corallina; in Francia è adottata una falsa pallottola di legno vuota internamente e colorita in rosa; in Austria la falsa pallottola è di carta bigia e rosa.

— Per le mitragliatrici automatiche occorre una cartuccia da salve che faccia funzionare il congegno automatico, quindi occorre che la carica dia una certa energia di rinculo; perciò, oltre a modificare il rinforzatore ad espansione di gas alla bocca, si è abolita la pallottola di legno cava e si è prolungato il colletto del bossolo a guisa di pallottola con piccolo foro superiore, in guisa da ottenere la esplosione e la sfuggita forzata da tale foro dei gas necessaria per determinare una azione di rinculo sull'arma.

c) *Cartuccia per il tiro ridotto.* — Queste cartucce copiano nel concetto ciò che si fa colle grosse artiglierie per eseguire con molta frequenza utili esercitazioni di puntamento e di tiro, limitando grandemente la profondità del campo di tiro (1) e soprattutto la spesa delle esercitazioni.

Si tratta di disporre in bossoli ordinari, già usati nel tiro ordinario, al posto della cassula ordinaria una cassula più lunga e contenente una quantità di carica sufficiente a lanciare un proiettile di carta ed amianto del peso di 2 gr. a circa 20 m. oppure un proietto di piombo di 4 gr. a circa 40 m. con traiettoria che risulti in questo tratto sufficientemente tesa (2); il proiettile viene investito nel bossolo e la cassula nel fondello colpo per colpo; il bossolo può servire per 20 o 30 colpi.

Il *tiro ridotto di fucileria* si può fare nei corridoi e nei cortili delle caserme senza limitare ai soldati l'esercizio, in modo da appassionarli al tiro ed al maneggio dell'arma.

Per quanto riguarda quest'argomento relativo al tiro ridotto di fucileria si rimanda al seguente N. 9 « Tiro ridotto per armi Mod. 91 ».

f) *Cartuccia a pallottola perforante gli scudi.* — La pallottola ordinaria anche se a nucleo d'acciaio non perfora gli scudi d'acciaio speciale spessi da 3 a 4 mm. che proteggono le moderne artiglierie da campo, perciò presso i principali eserciti si sono fatti studi ed esperienze sulla forma e sulla composizione della pallottola in modo da renderla efficace nel tiro alle piccole distanze contro serventi riparati da scudi.

---

(1) Non oltre 50 m.

(2) Cioè si tratta di un bossoletto dentro un bossolo ordinario.

Diversi sono i sistemi seguìti per risolvere il problema; essi si potrebbero distinguere nei seguenti tipi:

1° pallottola a nocciolo d'acciaio durissimo, spessa incamiciatura di maillechort;

2° pallottola a nocciolo duro e denso con spessa incamiciatura di acciaio sufficientemente dolce per impegnarsi nella rigatura;

3° pallottola d'acciaio durissimo non rivestita, bensì provvista di una breve corona plastica di forzamento;

4° pallottola d'acciaio dolce placcata al maillechort.

Sembra che le pallottole del tipo 1° e tipo 3° perdano facilmente l'incamiciatura o la corona nell' impegnarsi nelle righe, che le tipo 2° e tipo 4° non diano sufficiente penetrazione; con tutto ciò il concetto attualmente favorito è quello di ottenere un nucleo d'acciaio molto resistente e molto lungo ed acuminato, di calibro $^2/_3$ della pallottola ordinaria e di uguale peso, rivestito da un mantello di maillechort, in modo che questo possa funzionare come funziona il cappuccio dei proietti perforanti delle artiglierie. Altri concetti possono guidare nello stabilire la composizione delle pallottole perforanti (1), ma comunque si ha l'inconveniente che per risolvere bene il problema occorre di costituire un munizionamento speciale, non adatto al tiro a distanze superiori alle piccole.

g) *Cartuccia da esercitazione.* — Le *cartucce da esercitazione* sono indispensabili con tutte le armi per fare acquistare ai soldati pratica nel conveniente maneggio del congegno di chiusura, specialmente del meccanismo di ripetizione e del meccanismo di scatto, senza che le armi ne abbiano a soffrire. Facendo scattare l'arma senza che il percussore trovi nella camera la cartuccia contro cui arrestarsi, esso subisce vibrazioni dannosissime alla sua conservazione e può rompersi dopo pochi colpi, perciò si prescrive di non far mai scattare le armi senza che siano state preventivamente caricate con cartucce da esercitazione.

Le cartucce da esercitazione hanno una falsa pallottola ed un tacco di cuoio al posto della cassula, è indispensabile che siano facilmente distinguibili da quelle a pallottola.

A questo scopo le nostre cartucce da esercitazione pel fucile Mod. 70-87 avevano la falsa pallottola di legno; quelle per le armi Mod. 91 l'hanno di ottone, vuota, all'esterno munita di quattro scanalature longitudinali ed ossidata in nero per non confonderle con quelle a pallottola.

DATI PRINCIPALI SULLE MUNIZIONI DEI FUCILI DI ALCUNI ESERCITI, Specchio IX (Vedi a pag. 288-289).

DATI SULLE POLVERI INFUMI PER CARTUCCE IMPIEGATE IN ALCUNI ESERCITI, Specchio X (Vedi a pag. 290).

8. Bombe e granate a mano. — GRANATA A MANO SISTEMA AASEN, TIPO A_2 (Fig. 4). — *Costituzione.* — La granata a mano consta di un *corpo*, un *manubrio* e *parti accessorie*. Il corpo è costituito da due involucri di lamiera, uno interno, che contiene la carica di scoppio, *1*, e l'altro esterno che col precedente rac-

(1) Vedi precedente Capitolo II, N. 13, e Parte II.

chiude le 240 pallette, *4*, cilindriche alte 8 mm., del peso di gr. 3,3 e sistemate con resina colata. La carica di scoppio è costituita da gr. 240 di alto esplosivo detto « Echo » (1).

Il manubrio, *13*, è di legno forato lungo l'asse per dare passaggio al percuotitoio, *5*, alla molla a spirale del percuotitoio ed al meccanismo di sicurezza, *6*, *7*, *9*, *10*.

Il percuotitoio con asta e punta consta di un sottile involucro di lamiera ripieno di sabbia; la parte superiore è forata per servire di guaina alla spina di sicurezza.

La funicella di sicurezza, *9*, lunga circa 10 m., è preventivamente assicurata con un capo alla spina di sicurezza, viene allora arrotolata in modo regolare entro la cavità del manubrio; il capo libero viene fermato all'anello che trovasi al lato inferiore del tappo di sughero, *8*, che chiude la cavità del manubrio; il percuotitoio è per tal modo impossibilitato di avanzare e di andare a colpire l'innesco.

Allorchè la granata viene lanciata, la funicella di sicurezza (che con il capo avente la fibbia rimane nella mano del lanciatore) comincia a svolgersi lungo la traiettoria fintantochè, risultando tesa, viene a liberare la granata dalla spina di sicurezza e quindi il percuotitoio dall'arresto che lo tiene fissato al manubrio: a partire da questo momento, il percuotitoio rimane libero di avanzare allorchè la granata urti contro un ostacolo. Pertanto se anche la granata, a causa di un lancio mal fatto, cade a terra oppure va ad urtare contro un parapetto od un ostacolo qualsiasi ad una distanza inferiore a 10 m., lo scoppio non può avvenire, perchè il meccanismo di sicurezza non cessa di agire che dopo la suddetta distanza.

Innescamento. — Si fa uso di un innesco costituito da un bossoletto di ottone munito di cassula fulminante a base di fulminato di mercurio.

Per munire la granata d'innesco, si svita il tappo a vite, si introduce l'innesco (con l'estremità che presenta un rialzo volto verso l'interno della granata) nel tubetto alloggiamento dell'innesco e quindi si riavvita il tappo a vite.

Lancio. — Per lanciare la granata si strappa il nastro che è intorno al paracadute per far sì che questo si apra, si introducono l'indice ed il medio nel nodo scorsoio della fibbia di sicurezza e si toglie il tappo di sughero; si impugna poi con la mano destra il manubrio situato nell'interno del paracadute e si lancia la granata nel modo seguente:

Fatto mezzo giro a destra, si porta innanzi il piede sinistro di mezzo passo, col ginocchio lievemente piegato e il piede destro ben piantato a terra; si porta la mano destra indietro finchè il braccio sia quasi orizzontale e si lancia la granata innanzi a tutta forza, descrivendo col braccio un semicircolo dal basso in alto; la granata deve essere lanciata un poco prima che il braccio raggiunga di nuovo la posizione orizzontale, cosicchè inizi la traiettoria con un angolo di circa 40-45°.

Efficacia. — Il funzionamento della granata può ritenersi assicurato anche in condizioni di terreno assai sfavorevoli, l'efficacia cresce in ragione diretta della curvatura della traiettoria e della durezza del terreno urtato.

---

(1) Miscuglio di nitrato d'ammonio, alluminio in grani fini, trotyl.

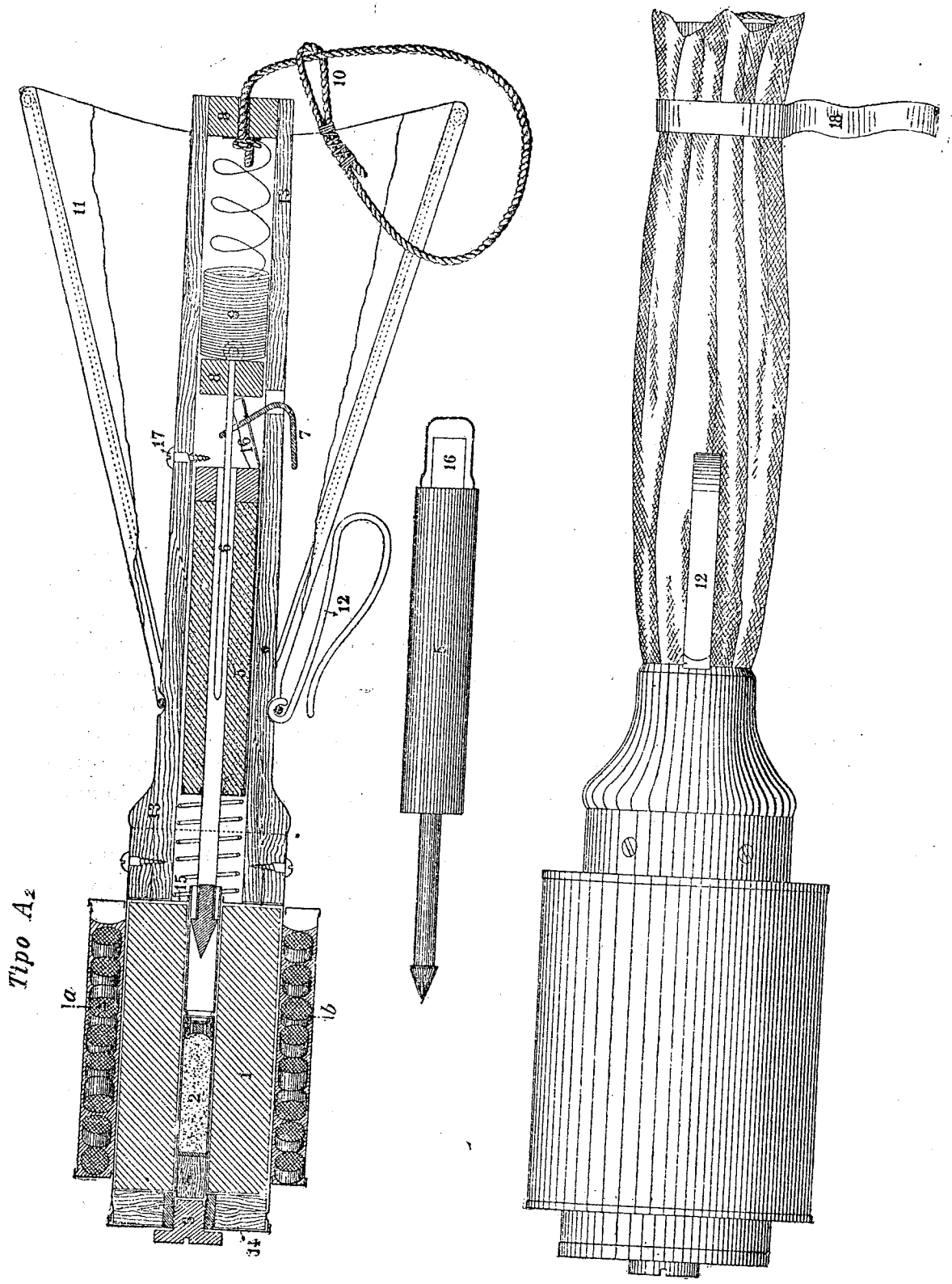


Fig. 4. — Granata a mano sistema Aasen, tipo A_2.

1. Carica di scoppio. - 2. Innesco. - 3. Tappo a vite ferma innesco. - 4. Pallette cilindriche. - 5. Percuotitoio. - 6. Spina di sicurezza con occhiello per la funicella. - 7. Arresto di sicurezza. - 8. Tappo di sughero. - 9. Funicella di sicurezza lunga m. 10. - 10. Fibbia a nodo scorsoio. - 11. Paracadute di stoffa con quattro stanghette di filo d'ottone. - 12. Gancio per la sospensione alla cintola. - 13. Manubrio. - 14. Lastra di fondo con tubetto porta innesco. - 15. Piastra di rinforzo. - 16. Ritegno a finestra. - 17. Vite d'arresto. - 18. Nastro per legare il paracadute.

Negli esperimenti eseguiti a Ciriè nel 1912 risultò:

a) che la maggior parte delle scheggie prodotte dallo scoppio della granata sono proiettate in avanti, ma che frequentemente si può avere anche qualche scheggia di ritorno a traiettoria tesa e ad altezza inferiore a quella dell'uomo in piedi; *è perciò assolutamente indispensabile che il tiratore si ripari dopo il lancio,* almeno col gettarsi subito a terra, nel qual caso il pericolo si annulla;

b) che la distanza massima del bersaglio, a cui conviene far cadere la granata perchè gli effetti di scoppio siano ancora sensibili, può ritenersi variabile dagli 8 ai 12 metri;

c) che la distanza media a cui possono essere lanciate le granate è di 30 metri;

d) che si ottiene una soddisfacente efficacia nella distruzione dei reticolati di filo di ferro, potendosi facilmente aprire una corsia di 4 m. circa di fronte su un reticolato di 10 m. di profondità, con il lancio di una quindicina di granate.

Granata Aasen per moschetto Mod. 1870 (Fig. 5). — La granata consiste di un *corpo*, un *meccanismo di percussione*, un *governale*.

Il corpo è simile a quello della granata tipo A_2; la carica interna è di gr. 0,75, le pallette sono 72 e pesano gr. 2,5 ciascuna. È chiuso al fondo da un tappo d'alluminio a vite, *3*: al tappo si avvita il governale, *6*, formato da un'asta metallica cilindrica (1) che ha lunghezza uguale a quella della canna in modo da giungere fino a contatto della cartuccia. Il meccanismo di percussione consta di un tappo a vite, *8*, forato lungo l'asse, di un percuotitoio, *5*, recante un'elica, *7*; l'estremità opposta del tappo a vite ha internamente una filettatura lunga 10 mm. in cui si avvita il percuotitoio, il quale è parimente filettato per la stessa lunghezza, mentre il rimanente di esso è libero e di diametro alquanto minore.

Per impedire al percuotitoio di avvitarsi da sè, intempestivamente, e di andare verso l'innesco, è ad esso adattato un ritegno di sicurezza, *9*, il quale viene tolto prima di lanciare la granata; il cappelletto, *10*, serve di protezione per l'elica durante il trasporto e la conservazione della granata.

La percussione avviene così: Appena la granata è lanciata, l'elica, *7*, per l'azione dell'aria, comincia a rotare facendo girare con sè l'asta del percuotitoio, la cui parte filettata si avvita, in conseguenza, entro il tappo a vite, *8*, fintantochè non sia passata tutta la parte filettata, dopo di che il movimento rotatorio e di penetrazione del percuotitoio cessa, risultando la sua punta a contatto colla cassula dell'innesco; in questa posizione, in cui l'esplosione non può avvenire, il percuotitoio rimane finchè la granata non urta contro il terreno o in qualche altro ostacolo, nel qual caso la punta del percuotitoio fora la cassula e produce l'esplosione.

Innescamento. — Si fa uso di un innesco analogo a quello delle granate tipo A_2 e C.

Per munire la granata d'innesco si svita il cappelletto di protezione, e, afferrando il collarino del tappo a vite, *8*, si svita l'intero meccanismo di percusssione; dopo s'introduce l'innesco, naturalmente con l'estremità recante

(1) Costituita da una lega speciale di alluminio, acciaio, bronzo.

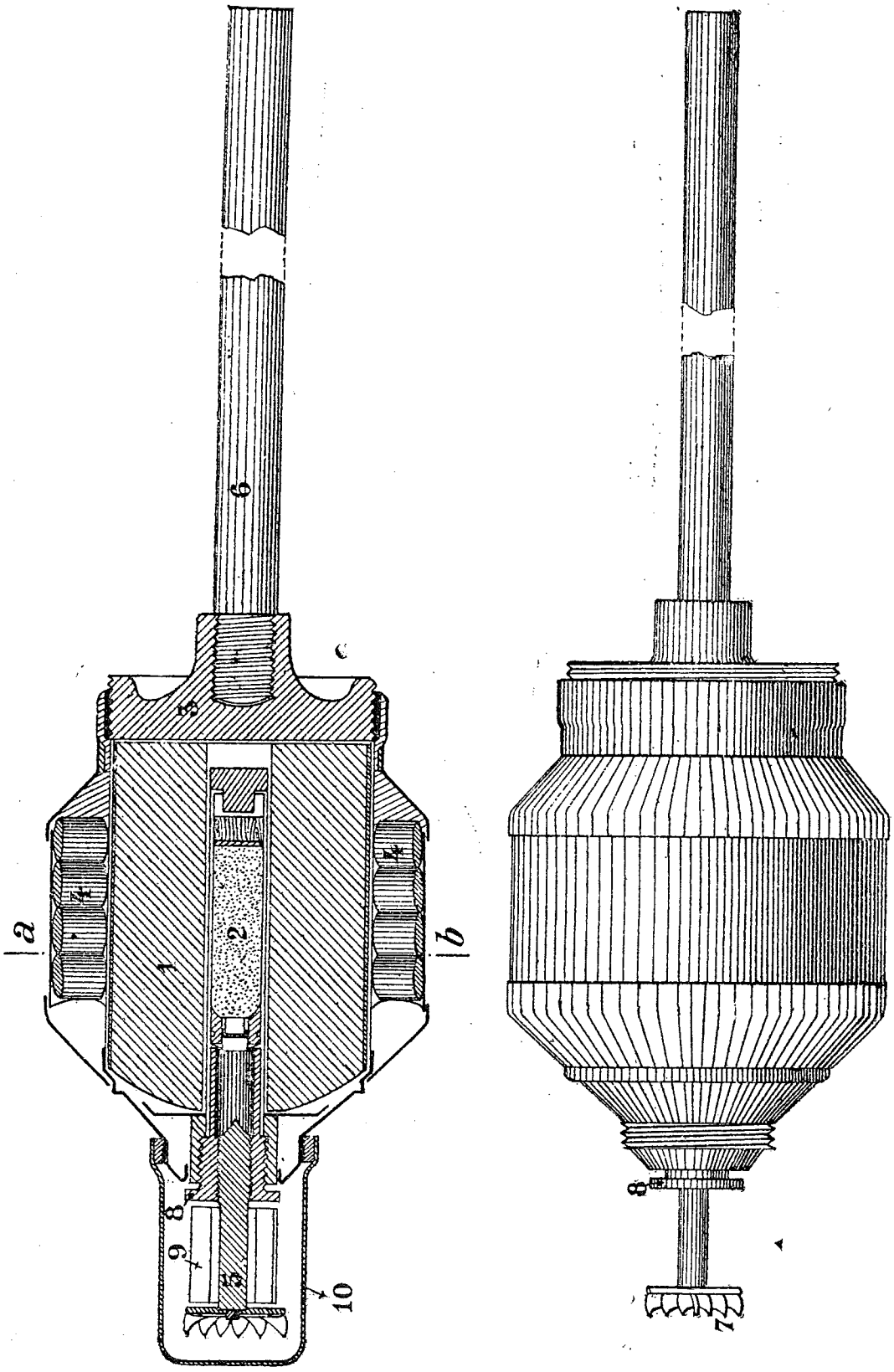


Fig. 5. — Granata Aasen per fucili o moschetto.

1. Carica di scoppio. - 2. Innesco. - 3. Fondo a vite d'alluminio. - 4. Pallette. - 5. Percuotitoio. - 6. Governale. - 7. Elica. - 8. Tappo a vite. - 9. Ritegno di sicurezza. - 10. Cappelletto.

la cassula rivolta verso la punta della granata; il meccanismo a percussione è quindi riavvitato, finchè il tubetto non risulti fortemente aderente all'innesco; contemporaneamente occorre di assicurarsi che l'asta del percuotitoio scorra con bastante facilità nella filettatura a vite, svitandola due o tre giri e poi guardando se, soffiando sull'elica, essa si riavvita; il ritegno di sicurezza, *9*, frattanto non deve essere tolto; dopo ciò si riavvita il cappelletto di sicurezza.

Lancio. — La granata, già munita dell'innesco, viene introdotta col governale nella canna del moschetto, dopo di che si toglie il cappelletto di protezione ed il ritegno di sicurezza. Poi si gradua il quadrante al punto corrispondente alla distanza desiderata e si introduce la cartuccia nel moschetto.

Il numero della cartuccia da adoperare e l'inclinazione da dare al moschetto devono essere sempre stabiliti dall'ufficiale che dirige il tiro. Mentre la cartuccia è nel moschetto e finchè il colpo non sia sparato, il moschetto deve essere tenuto col calcio a terra e inclinato innanzi verso il bersaglio.

Il tiro può farsi dalle posizioni di *in ginocchio, seduti* o *a terra*, dando ad ogni caso al calcio del moschetto un forte appoggio contro il terreno.

Se, per una causa qualsiasi, un governale si fosse talmente storto da non poter scorrere entro la canna del moschetto, non bisognerà adoperare la granata relativa, se prima il governale non sarà stato perfettamente raddrizzato.

Puntamento. — Per il puntamento è stato applicato al moschetto, sulla sinistra della cassa ed all' altezza della scatola di culatta, un quadrante a livello per l'elevazione, il cui livello porta i punti di mira per la direzione.

Tiro. — Il tiro può eseguirsi dalla distanza di 60 m. circa fino a quella di 300 m. circa.

Cartucce. — A seconda della distanza di tiro, s'impiegano due differenti cartucce, distinte coi numeri 1 e 2, cariche rispettivamente di gr. 0,475 e di 1 gr. di solenite e controssegnate come segue:

cartuccia N. 1: una tacca all'orlo del bossolo;

cartuccia N. 2: due tacche all'orlo del bossolo.

Efficacia. — Come per le granate a mano, l'efficacia delle granate per moschetto cresce in ragione diretta della durezza del terreno urtato e della vicinanza del punto di caduta.

Negli esperimenti eseguiti a Ciriè nel 1912 risultò:

a) che la distanza massima del bersaglio, a cui si hanno ancora effetti di scoppio sensibili, è di 7 m. circa;

b) che l'esattezza di tiro è quella massima che si può pretendere da mezzi di offesa così eccezionali;

c) che tale esattezza però è subordinata alle condizioni atmosferiche, e subisce una notevole diminuzione quando spira vento.

In conseguenza di quanto precede, l'efficacia di queste granate non è data dal colpo isolato, ma dal complesso di più *armi sparate simultaneamente da una squadra di tiratori.*

9. Tiro ridotto per armi Mod. 91 (1). — Il tiro ridotto deve servire per completare la *scuola di puntamento;* per perfezionare il tiratore nel puntamento e nello scatto dell'arma e per prepararlo alla esecuzione delle lezioni di tiro con cartucce

(1) Vedi: *Istruzione provvisoria sul tiro ridotto per armi Mod. 1891.* Edizione 1914.

a pallottola; esso deve inoltre servire per mantenere esercitati i tiratori anche quando non si possono impiegare gli ordinari poligoni, e per dare agli esercizi di tiro quel carattere di continuità che è indispensabile per un efficace addestramento della truppa.

Fig. 1 – Cartuccia completa

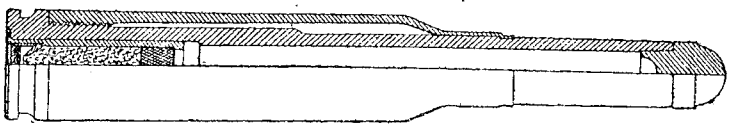


Fig. 2 – Bossolo con tubetto

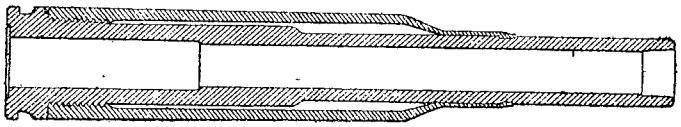


Fig. 3 – Bossolo di ottone

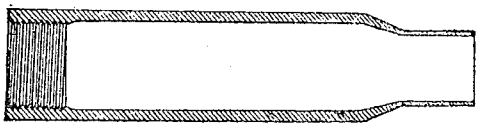


Fig. 4 – Tubetto di acciaio

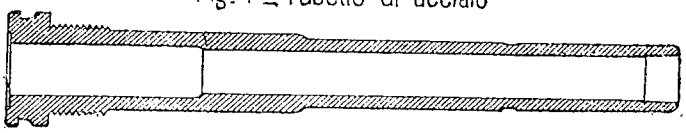


Fig. 5 – Cappellozzo completo

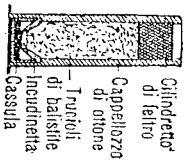
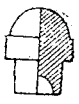


Fig. 6 – Pallottola di piombo



Il tiro ridotto per armi Mod. 91 è stato studiato e concretato in modo che tutte le operazioni per caricare, puntare e scattare l'arma si compiono con le cartucce per tiro ridotto allo stesso modo che con le cartucce a pallottola.

I tiratori, pertanto, eseguono il tiro ridotto impiegando sempre il proprio fucile.

Alla distanza di 20 metri il tiro ridotto riesce assai preciso: a 30 il tiro conserva ancora una considerevole precisione; *le lezioni* del tiro ridotto devono tuttavia essere

sempre eseguite alla distanza di 20 metri, impiegando l'alzo rovesciato e puntando al centro, limite inferiore del barilozzo.

Le cartucce per il tiro ridotto sono confezionate dagli stessi riparti che eseguono il tiro.

Le cartucce vengono allestite col *congegno automatico* oppure *a mano* coi relativi attrezzi; ma, ordinariamente, devono essere preparate col congegno automatico, il quale assicura una più lunga conservazione del bossolo ed una maggiore precisione nella confezione della cartuccia.

Il complesso dei gas prodotti dalla carica di balistite (cgr. 4,5) e della cassula del cappellozzo, risulta molto ricco di composti mercuriali, che potrebbero anche corrodere in breve tempo l'interno della canna dell'arma e dei tubetti d'acciaio dei bossoli.

È perciò assolutamente necessario che subito dopo il tiro si pulisca accuratamente, seguendo le prescrizioni in vigore, l'interno delle canne, ed anche l'interno dei tubetti d'acciaio dei bossoli, introducendo in essi piccole striscie di tela; i bossoli saranno poi esternamente puliti, rivolgendo speciale cura alle parti in acciaio, che dovranno essere sempre leggermente ingrassate con olio o vaselina; la parte interna, d'ordinario, viene tenuta pulita ed asciutta.

Durante il tiro, le pallottole, per quanto di piombo indurito, producono sempre nell'interno della canna, e specialmente all'inizio delle righe, un leggero imbrattamento, che dopo un certo numero di colpi può rendere poco agevole il caricamento dell'arma. A tiro prolungato tale imbrattamento può anche produrre inconvenienti nell'esecuzione stessa del tiro ed essere causa di frequenti deterioramenti ai bossoli, i quali, alla loro volta, possono poi, nelle operazioni di caricamento e disinnescamento, danneggiare le matrici ed i punzoni.

Perciò, nei casi affatto eccezionali in cui si esegua il tiro adoperando pochi fucili, è indispensabile pulire accuratamente, *almeno ogni 40 colpi*, l'interno delle canne, impiegando la bacchetta di ottone e stracci leggermente imbevuti di petrolio, per asportarne le particelle di piombo lasciatevi dalle pallottole specialmente all'inizio della rigatura.

Precauzioni da prendersi nella esecuzione dei tiri. — La pallottola di piombo esce dalla bocca dell'arma con una velocità iniziale superiore ai 200 metri, e può giungere fino ad una distanza superiore ai 300 o 400 metri: a 200 metri la pallottola può produrre ancora ferite notevoli: essa rimbalza sul legno dolce fino ad un angolo di 10° circa, sul legno forte e sulla lamiera di ferro fino ad un angolo di circa 30°: è ancora pericolosa ad 80 metri dal punto di rimbalzo, se questo avviene sotto piccoli angoli di incidenza.

Le penetrazioni della pallottola nel legno dolce (dati che possono ritenersi come misura della forza viva) sono le seguenti:

a	5	metri di	distanza,	centimetri 5,5;
»	10	»	»	» 4,5;
»	20	»	»	» 3,5;
»	50	»	»	» 3,0;
»	60	»	»	» 2,5;
»	100	»	»	» 1,0.

Le caratteristiche su esposte, mentre richiedono che per la esecuzione del tiro ridotto si prendano le necessarie cautele al fine di evitare disgrazie o danneggiamenti, non impediscono, per contro, che il tiro ridotto possa essere eseguito anche nelle camerate, nei corridoi, nei cortili delle caserme, ovunque, insomma, *i diaframmi per i bersagli* (1) possono venire appoggiati o disposti poco innanzi ad un qualsiasi parapalle di qualche metro di altezza.

La pallottola che urta normalmente, o quasi, contro una lamiera di ferro, si schiaccia e non rimbalza: e perciò, per evitare qualsiasi rimbalzo delle pallottole è

---

(1) Il *diaframma* consiste in una tavola quadrata di abete spessa 5 cm. e larga 1 metro; al centro porta una lamiera quadrata di ferro spessa 4 o 5 mm. e larga 50 cm.

sufficiente vigilare che i tiratori sparino contro il bersaglio che hanno di fronte (bersaglio che deve essere situato ad altezza dal suolo pressochè uguale a quella del tiratore a punt, in piedi, in ginocchio od a terra) e che per nessuna ragione dirigano l'arma verso altro punto che non sia il loro bersaglio.

Ad ogni modo, per eliminare qualsiasi probabilità di eventuali disgrazie, occorre disporre che durante l'esecuzione del tiro, nessuno si trattenga o transiti, in prossimità della direttrice del tiro, nel tratto di questa compreso fra la stazione dei tiratori ed il bersaglio; e che, mentre si esegue il tiro in caserma od in altri locali chiusi, i diaframmi non siano collocati in prossimità di aperture, per le quali un proiettile, o direttamente, o per rimbalzo, possa trovare una via di uscita.

Fabbricazione e collaudazione delle armi portatili.

10. Fabbricazione delle armi da fuoco. — Per dare un'idea del procedimento che si segue nella fabbricazione di un'arma portatile da fuoco, si riporta l'elenco delle principali operazioni occorrenti per la fabbricazione del fucile italiano Mod. 91, quale si pratica nella Fabbrica d'armi di Terni.

A) Fabbricazione della canna. — a) *Provvista e collaudazione delle sbarre.* — Dicesi *sbarra* quella verga di acciaio che opportunamente lavorata si trasforma in canna. Le sbarre si acquistano dal commercio. Esse sono di acciaio raffinato e perfettamente omogeneo; hanno forma cilindro-tronco-conica e dimensioni determinate, con piccole tolleranze.

La collaudazione delle sbarre consiste essenzialmente: 1° nella *visita esterna;* 2° nella *prova di fucinatura;* 3° nella *prova meccanica di resistenza ed elasticità del metallo;* 4° nell'*analisi chimica;* 5° nella *prova di lavorazione;* 6° nella *prova forzata di resistenza e tiro.*

La prova di fucinatura si esegue sull' 1 $^0/_{00}$ delle sbarre accettate alla visita esterna e prese a caso nella massa. Tale prova serve per assicurarsi che l'acciaio lavorato per martellamento, foratura, ripiegatura e torsione non presenti screpolature, sfaldature od altri difetti dimostranti insufficienza di purezza.

La prova meccanica di resistenza e di elasticità del metallo e l'analisi chimica hanno lo scopo di assicurarsi delle qualità e resistenza dell'acciaio; possono farsi su pezzi di sbarra fucinati o non; ma non sono tassative e neppure causa per loro stesse di rifiuto, qualora siano soddisfatte tutte le altre prove di collaudo.

La prova di lavorazione si esegue sul 2 $^0/_0$ delle sbarre accettate portandole a canna finita. La prova deve dimostrare che le sbarre si possono forare e tornire facilmente senza dare più del 4 $^0/_0$ di rifiuto (nelle canne messe in lavorazione) per durezza o difetto di materia.

La prova forzata di resistenza e tiro consiste in una prima prova, in cui tutte le canne lavorate debbono resistere a pressioni interne da 4000 a 4300 atmosfere (si fanno all'uopo 3 colpi) senza che in nessun punto dell'anima si manifestino allargamenti superiori ad $^1/_{10}$ di mm. ed in una seconda prova in cui almeno $^1/_{10}$ delle canne lavorate devono sopportare pressioni da 5000 a 5200 atmosfere senza che si verifichi rottura alcuna.

In tali prove è anche stabilito cha a pressioni di atmosfere:

3700; 4000; 4300; 4600; 4900; 5200; 5500

corrispondano rispettivamente velocità iniziali medie di metri:

739; 756; 771; 786; 801; 823; 838.

Avvenendo allargamenti, rotture od altro, a seconda dei casi si rifiuta in tutto od parte la partita oppure si addiviene ad una nuova collaudazione.

b) *Lavorazione preliminare.* — Si spianano le due basi e vi si praticano i coni di appoggio.

c) *Trapanatura.* — Due saette a sezione semi-ellittica avanzandosi aprono su ciascuna base un foro di mm. 5,5 di diametro.

d) *Agguagliatura e livellatura.* — La sbarra così forata al calibro di mm. 5,5 assume il nome di *canna nera;* si procede poi nella lavorazione alle operazioni di agguagliatura, intercalate con livellature per mezzo dell'ombra, portando, per operazioni successive, il calibro a mm. 6, 6,1 e 6,2; a tale punto l'agguagliatura si arresta per riprenderla a canna tornita, cioè a *canna bianca.*

e) *Tornitura.* — Essa viene eseguita con 7 riprese successive, di cui 3 servono a digrossare e 4 ad ultimare.

Le macchine a digrossare sono torni orizzontali automatici con copia, coi quali si lavora una canna per volta ma con quattro utensili contemporaneamente.

Le macchine che lavorano il breve tratto da cui si ricava il fermo d'alzo, sono piccoli torni non automatici.

f) *Levigatura esterna.* — Si eseguisce con apposita macchina verticale, la quale può levigare contemporaneamente 5 canne. Le canne, sostenute da apposito telaio, possono assumere un doppio movimento di rotazione e di traslazione: esse, sollevandosi ed abbassandosi alternativamente, passano per tutto il tratto dalla bocca al fermo fra due ganasce di legno che, mediante molle, tendono a serrarsi l'una contro l'altra; queste ganasce sono continuamente spalmate d'olio e smeriglio.

g) *Rigatura.* — Dopo aver eseguito con macchine ad accecare la digrossatura del fermo d'alzo ed avere sottoposta la canna a nuove e più accurate agguagliature che ne portano il calibro successivamente da 6,2 a 6,4 e a 6,5 alternando ogni operazione di agguagliatura con quella di livellatura, si passa alla rigatura. Questa si eseguisce con apposite *macchine a rigare,* che sono costituite da una intelaiatura a guisa di banco, ove una specie di carrello, che assume un movimento di va e vieni, porta due aste munite di limetta.

Con ciascuna macchina si rigano contemporaneamente due canne e per ciascuna canna si lavora in due righe diametralmente opposte nello stesso tempo. Le canne eseguiscono successivamente quarti di giro, e le aste munite di limetta, oltre avere un moto di va e vieni a causa del carrello, hanno anche un moto rotatorio a causa di due rocchetti ad esse uniti e di una dentiera che scorrendo con un perno a rullo entro la scanalatura di una guida curva, fa girare i rocchetti e quindi le aste con moto accelerato nell'andata e ritardato nel ritorno; la guida, naturalmente, è studiata in relazione alla progressività delle righe.

La limetta, portata da ciascun'asta, è a doppia faccia e ciascuna limetta sporge da una finestra dell'asta; una spina appiattita a forma di cuneo penetra nella punta cava dell'asta ed intromettendosi fra le branche della limetta ne obbliga, con spinte successive ed automatiche, ad aumentare la sporgenza delle facce e quindi ad approfondire le righe. Getti di olio sulla limetta, all'origine ed al termine di ciascuna corsa, asportano la limatura e con la lubrificazione ne agevolano il lavoro. Il quarto di giro della canna si compie mentre la limetta è fuori dalla parte della culatta e nel lavoro, il cuneo viene spinto avanti ad ogni andata e sino ad un determinato punto nel quale, per speciale disposizione della macchina, rimane immobile avvertendo in tal modo l'operaio che la rigatura è completa.

h) *Levigatura interna.* — Si eseguisce con lo scopo di arrotondare gli spigoli vivi delle righe e levigarne la superficie.

i) *Camera.* — Fatta la camera per cartuccia, si fa con la stessa macchina anche l'avvitatura di culatta per mezzo di un pettine a guida, e tale avvitatura viene poi ultimata con apposite madreviti.

j) *Operazioni successive.* — La canna a tal punto, in essenza, può dirsi ultimata e, per renderla completa, vi si eseguiscono ancora successivamente le seguenti operazioni:

1° portarla a perfetta lunghezza arrotondandone il piccolo orifizio o bocca;

2° praticarvi con macchina ad accecare le cinque faccette di culatta, raccordandole con la parte conica;

3° ritoccarne con macchine ad accecare e con successive operazioni il fermo di zoccolo d'alzo, praticandovi il foro per la vite;

4° imprimere nelle faccette l'anno di fabbricazione, la marca di provenienza delle sbarre ed il nome della città in cui risiede la fabbrica;

5° imprimervi il bollo di collaudazione (iniziali del capo tecnico, capo del laboratorio costruttore);

6° applicare le ghiere di zoccolo e di mirino;

7° fissare la vite di ghiera di mirino e la cresta del mirino;

8° smerigliarla nuovamente nell'interno;

9° adattarvi l'alzo;

10° abbrunarla;

11° comporvi l'alzo, verificandone i punti di mira;

12° avvitarvi la culatta mobile.

B) Fabbricazione delle altre parti in metallo. — *Provvista e collaudazione dei metalli occorrenti.* — I metalli tutti per le altre parti del fucile sono acquistati dal commercio in verghe a sezioni determinate, di speciali lunghezze e di qualità differente a seconda delle parti cui sono destinati. In generale sono ferri fini ed omogenei ed acciai naturali o fusi sotto forma di verghe cilindriche o parallelepipede.

Speciali norme determinano l'accettazione ed il rifiuto dei materiali.

Lavorazione. — Riguardo alla lavorazione, le altre parti del fucile Mod. 91 si possono raggruppare in due categorie e cioè: parti che vengono prima fucinate e parti che si ricavano direttamente dalle verghe.

La fucinatura si eseguisce abbozzando le parti colle fucinatrici e stampandole coi magli a tavola muniti di stampo e controstampo.

C) Fabbricazione della culatta mobile. — La culatta mobile si ricava da ferro fino in verghe da mm. 25 × 48. Viene abbozzata alla fucinatrice e stampata in due tempi con unica calda: col primo stampo si sbava e taglia dalla verga, col secondo si rettificano le linee.

Le culatte, ricotte, sbavate e sottoposte a bagno acido, sono messe in lavorazione che viene eseguita da 64 macchine, le quali, successivamente, vi praticano operazioni di accecatura, foratura, agguagliatura, ecc. Ultimata che sia, la culatta viene pulita, temprata a cartoccio, raddrizzata, ripulita, abbrunata ed unita alla canna.

D) Fabbricazione delle parti relative al puntamento.

E) Fabbricazione del meccanismo di otturazione e di percussione. — *Cilindro.* — Si ricava con fucinatura da ferro fino in verghe abbozzandolo alla fucinatrice con una prima calda e staccandolo dalle verghe così abbozzato; dopo con una seconda calda in fucina a riverbero, viene stampato. Ricotto, sbavato, raddrizzato al bilanciere e sottoposto a bagno acido, si mette in lavorazione: questa viene eseguita da 54 macchine con operazioni successive di foratura, accecatura, tornitura, intagliatura e limatura. Ripulito, viene cementato e temprato a cartoccio e poi nuovamente raddrizzato.

Estrattore. — Si ricava da verghe di acciaio naturale, abbozzandolo a mano all'incudine e poi stampandolo con la stessa calda. Ricotto, sbavato e sottoposto al bagno acido viene messo in lavorazione. Questa è fatta da 4 macchine con operazioni successive di accecatura: viene ultimato di lima e pulito, temprato e rinvenuto di tempra, e prima di essere unito al cilindro è sottoposto a prova speciale di elasticità e di resistenza.

Asta e punta di percussore. — Sono di acciaio e si ricavano a freddo da verghe da mm. 12, di acciaio dolce per l'asta, di acciaio fuso per la punta.

Molla spirale di percussore e di cane. — Si ottengono rispettivamente da filo di

acciaio da mm. 1,26 e 0,6, avvolgendo detto filo su apposite spine girevoli e tagliandolo poi a lunghezza. Le molle sono temprate e fatte rinvenire; la molla di percussore deve sottostare alla pressione di kg. 8,500 per 4 ore senza dare una deformazione permanente superiore a mm. 10 nella lunghezza.

F) Fabbricazione del meccanismo di scatto.

G) Fabbricazione del meccanismo di ripetizione. — *Serbatoio.* — Si ricava da ferro fino in verghe da mm. 22 × 42. È fucinato e si ottiene con diverse calde; colla prima si abbozza alla fucinatrice; con la seconda si stampa dandogli le forme esterne, praticando la cavità del caricatore, sbavandola esternamente ed internamente, tracciando l'occhio del ponticello e staccandolo dalla verga; con la terza infine, che si eseguisce in forno a riverbero, dopo applicata una spina alla cavità del caricatore si torna a stampare per rettificarne le linee, dopo di che si toglie la spina. Ricotto, sbavato in tre operazioni e raddrizzato, è sottoposto a bagno acido e poscia messo in lavorazione, la quale viene eseguita da 34 macchine con operazioni di accecatura, copiatura, intagliatura, foratura e trafilatura. Ultimato, viene pulito e dopo l'unione col fondello, abbrunato.

Molla di elevatore. — È fucinata con acciaio naturale in verghe da mm. 6 × 10 abbozzandola all'incudine e stampandola con una sola calda. Ricotta, sbavata e sottoposta a bagno acido, viene messa in lavorazione, che è eseguita da 5 macchine con operazioni di accecatura e copiatura. Curvata alla berta a mano è poi pulita, temprata, rinvenuta e ripulita.

H) Fabbricazione dei fornimenti ed accessori. — *Bocchino.* — Si ricava con operazioni di fucinatura da verghe di ferro fino da mm. 30. Si tagliano anzitutto alla cesoia le verghe in pezzi a lunghezza e questi, con una prima calda ottenuta in fucina a riverbero, sono stampati: in seguito, sbavati internamente ed esternamente, con altra calda di fucina a riverbero previa introduzione di una spina, sono stampati nuovamente, liberandoli dalla spina dopo il colpo di maglio. Ricotti e sbavati, vengono sottoposti al bilanciere con spina interna ed al bagno acido prima di procedere alla lavorazione; questa viene eseguita da 21 macchine che successivamente vi fanno operazioni di accecatura, foratura e trafilatura. Ripuliti, sono anneriti a fuoco.

Calciolo. — Si fucina adoperando ferro fino in verghe da mm. 11 × 21. Dopo abbozzato con una prima calda alla fucinatrice, con una seconda si stampa. Sbavato, si riscalda una terza volta alla fucina a riverbero e si ristampa con lo scopo di precisarne e rettificarne le linee interne. Ricotto, sbavato, sottoposto a bagno acido e bollito, viene ben ripulito. Esternamente si lavora con 10 macchine che vi eseguono operazioni di accecatura, copiatura e foratura. Ripulito, viene annerito a fuoco.

Bacchetta. — Si ricava da acciaio in filo grosso da mm. 4; tagliati i pezzi della voluta lunghezza, si scaldano al fornello a gas e successivamente con macchine a ricalcare si formano gli ingrossamenti dell'avvitatura e della testa. La successiva lavorazione viene eseguita da 9 macchine con operazioni di accecatura, intagliatura, trafilatura, avvitatura e drizzatura. Ripulita, viene temprata e nuovamente pulita.

I) Fabbricazione della cassa. — *Provvista delle aste.* — Le casse, di legno di noce, si acquistano dal commercio sotto la denominazione di *aste,* cioè pezzi aventi forma e dimensioni prescritte.

È necessario che il legno sia di ottima qualità e le aste a spigoli vivi, colle facce parallele, segate nel senso della lunghezza delle fibre, prive di qualsiasi difetto come nodi, fessure longitudinali, fibre trasversali all'impugnatura, macchie oscure o giallicce, ecc. Esse vengono collaudate visitandole ad una ad una e verificandone le dimensioni e la forma con speciali staze e con apposito garbo: le aste si possono acquistare lisciviate o no.

Lisciviamento. — Scopo principale del lisciviamento è quello di distruggere i germi del tarlo. Questa operazione si effettua sottoponendo le aste all'azione del vapore acqueo per un determinato tempo, che di solito varia da 5 a 7 ore.

Essiccamento e stagionatura delle aste. — Dopo la lisciviazione, le aste sono fatte essiccare sottoponendole ad una corrente d'aria calda.

Le aste prima di essere introdotte nell'essiccatoio vengono spalmate alle due estremità con un intonaco di sego e di segatura di legno per impedire che si screpolino. Dopo l'essiccazione sono accatastate in appositi magazzini ben asciutti e ventilati e di tanto in tanto rivoltate. Generalmente non si mettono in lavorazione se non dopo sei mesi da che furono estratte dall'essiccatoio; in ogni modo prima di trasformarle in casse occorre accertarsi che il legno sia perfettamente stagionato.

Sono indizi di stagionatura più o meno buona il peso dell'asta relativamente al suo volume, l'aspetto dei trucioli e dei ricci che si ottengono colla piallatura, la facilità più o meno grande che le fibre presentano a rompersi od inflettersi, allorchè sono sottoposte ad una azione di strappamento.

Lavori a macchina: Operazioni preliminari.

Spianamento del fusto e preparazione dell'incasso per la canna.

Tornitura del calcio e del fusto. — Per tornire il calcio ed il fusto si fa uso di *macchine a copiare orizzontali* (torni a copiare) nelle quali l'asta e il modello sono imperniati alle loro estremità e possono solamente assumere un movimento di rotazione, mentre la guida e l'utensile (costituito da un disco verticale perpendicolare alla direzione dell'asta e portante alla sua periferia diversi coltelli uncinati) sono sostenuti da un carretto e per mezzo di questo ricevono un movimento di traslazione parallelo all'asta ed un movimento di rotazione in senso trasversale. La guida per effetto di un contrappeso rimane costantemente aderente al modello; per conseguenza l'utensile, che è obbligato a seguire i movimenti della guida, si appoggia all'asta ed esporta la materia eccedente, riducendola alla forma del modello. Il fusto ed il calcio sono digrossati separatamente.

Tali operazioni si fanno anche con torni speciali, pure a copiare, ma dove la serie dei coltelli è costituita da una specie di accecatoio, che lavorando in senso normale alla fibra, rende la superficie quasi finita.

Si hanno altresì torni a copiare oscillanti per la lavorazione del fusto.

Incassi varî e canale per la bacchetta. — Con macchine a copiare con serie di 4 utensili ad alberi verticali con copia, si fanno successivamente le seguenti operazioni:

1° il canale della canna; 2° l'incasso del traversino; 3° l'incasso della coda del calciolo ed i fori per le viti; 4° l'incasso del serbatoio e di piastretta ed i fori delle viti; 5° lo spacco per il passaggio del caricatore; 6° ultimare l'incasso di culatta; 7° la parte scoperta del canale di bacchetta; 8° l'incastro ed il foro di molletta di fascetta; 9° ritocco del profilo superiore per il raccordo dell' apertura di culatta: 10° i fori di bacchetta, di tubicini e l'incasso di bocchino.

Ultimazione e collaudazione della cassa. — Si ritaglia la cassa alle estremità a perfetta lunghezza mediante una macchina ad accecare, nella quale il coltello può assumere un movimento alternativo dall'alto al basso; poi si ritocca la cassa colla lima e col raschiatoio, si ripassa con carta a vetro, si spalma d'olio ed in ultimo si strofina colla pietra pomice. La cassa, dopo la collaudazione, è passata al laboratorio di composizione delle armi.

Lavorazione delle cassa a mano. — La lavorazione a mano si eseguisce per l'istruzione dei soldati delle compagnie armaiuoli, dalle quali escono i capi armaiuoli dei reggimenti: si effettua mediante l'impiego di strumenti speciali da lavoro e di garbi e di staze.

K) Montatura del fucile. — Tutte le parti costrutte vengono diligentemente collaudate per parte dei laboratori costruttori e poi per parte di un apposito ufficio di controllo. La montatura del fucile viene eseguita nell'ordine seguente:

1° applicazione del traversino, dei tubicini e della molla di fascetta alla cassa;

2° applicazione del calciolo e della piastretta con maglietta con le relative viti;

3° applicazione della canna con culatta mobile e congegno di scatto, della sca-

tola serbatoio con il congegno di ripetizione applicato, vite anteriore e vite posteriore, fascetta con maglietta, bocchino, vite di bocchino;

4° applicazione dell'otturatore, prova di scatto e di disarmo, tiro con cartuccia ridotta oppure a pallottola frangibile;

5° applicazione della bacchetta e della sciabola-baionetta.

L) Fabbricazione della sciabola-baionetta per fucili mod. 91. — *Lama.* — La lama si ricava da una verga di acciaio fuso da mm. 7 × 28.

L'acciaio deve essere di ottima qualità, di granitura finissima, di colore cenerino e privo di qualsiasi difetto; deve essere suscettibile di un'ottima tempra all'olio e presentare una sezione compatta ed omogenea.

Per fabbricare la lama:

a) si taglia la verga ad opportuna lunghezza mediante l'azione di una cesoia;

b) si abbozza alla fucinatrice il codolo con calda di carbone di legna;

c) si abbozza la lama alla fucinatrice, riscaldandola al forno a gas;

d) si abbozzano gli sgusci alla fucinatrice con altra calda al forno a gas;

e) si scalda nuovamente al forno a gas e dopo passata al laminatoio, si stampa al maglio;

f) si ricuce, si sbava alla punta ed al codolo, si raddrizza e si sottopone al bagno acido.

Così ottenuta di fucina, la lama viene sottoposta all'azione successiva di 21 macchine che con operazioni di accecatura, copiatura e foratura ne spianano il codolo ed il dorso, ne puliscono gli sgusci, il taglio ed il falso, fanno il taglio ed i vari fori. Pulita, viene temprata nell'olio e fatta rinvenire nel piombo fuso; ripulita si prova al ceppo con due colpi per parte nel taglio, nel dorso e su ciascuna delle facce. A tale punto vi si infila la crociera fermandola con due copiglie e vi si unisce ribadito il cappuccio con saldatura di ottone; ultimato il cappuccio di macchina e di lima ed unitovi il bottone, il piuolo e la molla, la sciabola si arrota al taglio ed al falso, dopo di che si montano le guance ribadendo le copiglie nella rosetta e si pulisce l'impugnatura.

11. Collaudazione dei fucili Mod. 91 (1). — I fucili definitivamente composti sono presentati alla Commissione di collaudo per subire la collaudazione definitiva.

Detta collaudazione comprende: 1° la prova d'esattezza; 2° la visita di controllo; 3° la prova di permutabilità; 4° le prove forzate di sparo.

1° *La prova d'esattezza.* — La prova d'esattezza si fa prendendo a caso un numero di fucili pari al 10 % del totale presentato alla Commissione; l'insieme dei fucili prelevati si divide in gruppi di 100, corrispondenti alle centinaia matricolari, indi da ciascun gruppo se ne prendono 10 che si sottopongono alla prova.

I fucili vengono bene asciugati all'interno della canna, specialmente la camera, affinchè il primo colpo dia risultati regolari.

Il tiro d'esattezza si eseguisce al cavalletto a 200 metri, sparando 6 colpi; il puntamento si fa colla linea di mira di 300 m., perciò è diretto ad un falso-scopo situato a m. 0,28 sotto il centro del bersaglio.

Perchè un fucile possa essere dichiarato accettabile deve soddisfare alle seguenti condizioni:

a) Gli spostamenti del centro della rosa rispetto al centro del bersaglio non dovranno essere superiori a m. 0,20 quelli laterali, a m. 0,25 quelli verticali;

b) Le deviazioni medie non dovranno superare i valori massimi:

laterale m. 0,05 verticale m. 0,06.

---

(1) Estratto dal Capitolo « Collaudazione dei fucili Mod. 1891 ultimati » fatto colla scorta della Monografia sulla collaudazione delle armi Mod. 91, esistente presso l'Officina di costruzione di Torino (Sala d'armi).

Per l'accettazione del gruppo complessivo dei 100 fucili si osserverà quanto segue:

I. Se nella prova non si troverà più di un fucile di rifiuto si accetterà l'intero gruppo.

II. Se si troveranno due o più fucili di rifiuto si ripeterà la prova con questi ultimi (senza correggerli) e se in questa non si troverà più di un fucile di rifiuto, si accetterà l'intero gruppo.

III. Se in questa seconda prova vi saranno due o più fucili di rifiuto si prenderanno altri 20 fucili dello stesso gruppo e si sottoporranno alla prova. Se in questa terza prova non si avranno più di due fucili, si accetterà il gruppo, altrimenti si sottoporranno a prova anche i rimanenti 70 fucili del gruppo.

Tutti i fucili che nelle varie prove suddette risulteranno di rifiuto dovranno essere visitati, corretti e riprovati al tiro finchè soddisferanno alle condizioni *a*) e *b*).

Per ciascun fucile provato al tiro d'esattezza deve, per cura di chi dirige il tiro, essere compilato il grafico e lo specchio del tiro; gli specchi di tiro sono poi conservati presso la sala di controllo.

2° *La visita di controllo.* — Si fa prendendo il 10 % ed anche più delle armi presentate e quindi verificando con appositi verificatori di precisione tutte le dimensioni interne ed esterne della canna, del congegno d'otturazione o serbatoio, della cassa; regolando la posizione dei punti di mira e lo sforzo per produrre lo scatto; assicurando la permutabilità dell'inastamento delle sciabole-baionette.

Le operazioni di controllo sono fatte direttamente da un capo-tecnico coll'aiuto di abilissimi operai.

3° *La prova di permutabilità delle parti.* — Si eseguisce impiegando il 5 % dei fucili presentati per l'accettazione.

Consiste nello scomporre i fucili prescelti ad eccezione degli alzi e delle sciabole-baionette, poscia si mescolano insieme le varie parti d'armi, indi dev'essere possibile e facile ricomporre i fucili prendendo a caso tali parti; i fucili così composti devono funzionare regolarmente e soddisfare alle condizioni richieste dalle tavole di costruzione.

4° *Prove forzate di sparo.* — Devono essere sottoposti alla prova forzata di sparo:

a) tutti i fucili allestiti a nuovo;

b) tutti i fucili ai quali si è cambiata la canna, la culatta, il cilindro;

c) i cilindri e le culatte che si allestiscono per ricambio.

Per la prova di cui ai comma *a*) e *b*), il fucile con la sciabola-baionetta inastata eseguisce un colpo con *cartuccia per prova forzata* (gr. 2,2 di balistite), e due colpi con *cartuccia ordinaria;* questi due ultimi colpi hanno specialmente lo scopo di riconoscere se l'arma funziona regolarmente dopo avere subìto lo sparo con cartuccia per prova forzata.

L'arma è accettata se non ha subìto guasti, se i diametri della camera non risultano superiori di mm. 0,1 a quelli stabiliti dalle tavole di costruzione, se la distanza fra il piano della testa del cilindro ed il cono di raccordamento della camera si trovi fra i limiti dati da due appositi verificatori.

Dopo la prova forzata, l'arma è scomposta, visitata minutamente in tutte le sue parti e quindi ricomposta e collaudata verificando essenzialmente le dimensioni della camera, il funzionamento della chiusura, dello scatto e della ripetizione e provando la sensibilità dello scatto con apposito congegno per riconoscere se lo sforzo necessario a farlo funzionare è compreso nei limiti stabiliti di kg. 1,500 a kg. 2,500.

Dopo che l'arma è ricomposta, sul fianco destro della crociera della sciabola-baionetta e sulla faccia destra del calcio della cassa si imprimono la stessa lettera e numero della canna.

Per la prova forzata delle parti di ricambio, di cui al comma *c*), si opera analogamente, ma facendo solo il colpo con la cartuccia per prova forzata.

Le pubblicazioni regolamentari circa le visite e manutenzioni sulle armi Mod. 91 sono le seguenti :

« Istruzione sul servizio d'armamento ».

« Istruzione sul servizio dei materiali del gruppo *C* presso i corpi ».

12. Fabbricazione delle cartucce. — La fabbricazione delle cartucce secondo il procedimento che si segue presso il Laboratorio pirotecnico di Bologna è, sommariamente descritta, la seguente :

FABBRICAZIONE DELLA CARTUCCIA A PALLOTTOLA MOD. 91-95 PER ARMI MOD. 91. — L'allestimento della cartuccia a pallottola comprende: la lavorazione della cartuccia a pallottola, dell'invoglio di cartoncino, del pacchetto, dell'invoglio di legno e di carta per pacchi, l'impaccamento e l'incassamento.

La lavorazione della cartuccia a pallottola propriamente detta comprende: la lavorazione del bossolo, della pallottola, della cassula, del caricatore e la composizione della cartuccia.

a) FABBRICAZIONE DEL BOSSOLO. — Il bossolo è di ottone e viene ricavato da bandelle di ottone in lamiera mezzana di forma rettangolare aventi le seguenti dimensioni :

lunghezza	da mm.	1445	a mm.	1150
larghezza	»	85	»	86
grossezza	»	3,46	»	3,52

L'ottone viene acquistato dal commercio, in bandelle, delle dimensioni sopra indicate, le quali devono soddisfare alle seguenti condizioni: avere la superficie liscia, pulita e lucida, essere di colore omogeneo, senza macchie di qualsiasi genere, scevre di difetti di laminaggio, quali sfogliature, righe, screpolature, rugosità e soffiature interne o superficiali. Dopo avere riconosciuto mediante prove di collaudo (prove di lavorazione e prove di sparo) che l'ottone è di buona qualità, si procede alla fabbricazione dei bossoli.

Le operazioni necessarie sono le seguenti :

Tagliatura e stozzatura : Le bandelle, dopo essere state spalmate con olio d'oliva su ambedue le facce, vengono ad una ad una sottoposte alla macchina taglia e stozza, la quale è munita di una matrice divisa in due parti di differenti diametri, di un punzone cavo detto *taglia-disco* e di un punzone scorrevole entro quest'ultimo.

Primo trafilamento : I bossoli vengono quindi sottoposti al primo trafilamento.

Secondo trafilamento : Questa operazione è identica alla precedente; per essa il bossoletto si allunga maggiormente, diminuendo il diametro.

Terzo trafilamento: Questa operazione è identica alle precedenti, con lievi differenze. Dopo questo terzo trafilamento, i bossoletti sono sottoposti ad una quarta ricottura.

Prima operazione del porta-cassula : I bossoletti vengono passati alla macchina detta della prima operazione del porta-cassula. In questa, i bossoletti dalla tramoggia di un apposito alimentatore sono portati uno ad uno orizzontalmente e col fondello sempre dalla stessa parte, al centro della macchina ; quivi un punzone spinge il bossoletto entro apposita matrice fissa e ve lo tiene fermo, mentre dalla parte opposta si avanza in senso contrario un contro-ponzone, la cui punta è foggiata a stampo, che imprime sul fondello del bossolo l'incavo inizio del porta-cassula; dopo ciò il punzone ed il contro-punzone si ritirano ed il punzone avanzando nuovamente introduce un altro bossoletto nella matrice, espellendo il precedente prima nell'avanzata del contro-punzone.

Quarto trafilamento : Il procedimento è analogo a quello degli altri trafilamenti già descritti; solamente che nell'interno riporta un gradino tutto all'ingiro per l'appoggio della pallottola.

Dopo questa operazione, i bossoletti vengono immersi in un bagno acido a 99° e

quindi in acqua fredda; in seguito, dopo lavati ancora nei soliti sgocciolatoi a getto d'acqua e lasciati sgocciolare, vengono asciugati in un forno.

Pareggiamento alla bocca: Dopo raffreddati, i bossoli passano ad appositi congegni detti *taglietti,* che tagliano la parte eccedente verso la bocca; i bossoletti, così pareggiati e ridotti della lunghezza voluta, col relativo ritaglio vengono poi espulsi dalla macchina.

Seconda operazione del porta-cassula: I bossoletti vengono sottoposti ad una macchina perfettamente identica a quella che eseguisce la prima operazione, la quale, mediante adatto punzone, matrice e spina a stampo, ultima il porta-cassula e l'incudinetta, pratica sul fondello un incavo circolare a sezione segmentale ed imprime in rilievo in detto incavo le iniziali del capo-tecnico, l'iniziale del laboratorio e l'anno di fabbricazione.

Forare l'incudinetta, metterla a giusta misura: Queste due operazioni vengono eseguite da una sola macchina a movimento verticale ed a piatto girevole; dopo queste operazioni i bossoli sono crivellati con apposito buratto a rete metallica, per separarli dai residui di sbavature e dai dischetti, provenienti dalla foratura dell'incudinetta, ad essi frammisti.

Prima ricottura a gas : A questo punto della lavorazione, i bossoli subiscono una nuova ricottura, limitata però alla sola parte superiore per dare al metallo una maggiore malleabilità prima di procedere alla formazione del cono. Tale operazione si compie per mezzo di una macchina consistente in una piattaforma circolare girevole, sul contorno della quale i bossoli vengono posti diritti colla bocca in alto mediante apposito alimentatore nel quale un piatto girevole con tanti alveoli alla sua periferia toglie i bossoli dalla tramoggia e li fa cadere sopra lo spigolo orizzontale di un prisma triangolare in modo che il bossolo sia obbligato a disporsi col fondello in basso entro il tubo che li porta nell'apposito incastro della piattaforma circolare girevole; pel movimento circolare di questa vengono successivamente portati fra una doppia fila di fiamme a gas, alimentate da una certa quantità di aria spinta in apposita tubazione da un ventilatore e dirette in senso orizzontale alla parte superiore del bossolo.

Il numero delle fiamme e quindi il colore a cui si porta la ricottura (più o meno rosso ciliegia) varia secondo la qualità del metallo. I bossoli dalla piattaforma vengono raccolti su appositi crivelli a rete metallica e da questi portati su telai a rete metallica ove vengono distesi, evitando di tenerli ammucchiati, affinchè il raffreddamento sia rapido ed il calore non si propaghi alla parte inferiore del bossolo.

Fare il cono: Dopo raffreddati i bossoli vengono lubrificati con olio d'oliva e cera e quindi passati alla macchina per fare il cono maggiore, il minore e la parte cilindrica.

Mettere a giusta lunghezza il bossolo e praticare l'accecatura nell'interno della bocca: L'accecatoio esporta una certa quantità di metallo nell'interno del bossolo aumentando il gradino ottenuto nella quarta trafila, per poter introdurre comodamente la pallottola, ed impedirle di scendere troppo.

Lavaggio di ultimazione: I bossoli così ultimati vengono lavati prima in un bagno caldo a 90° di acqua e soda al 5 %, ove sono tenuti entro appositi crivelli di rame per 30 o 35 secondi, poscia per altrettanto tempo in acqua pura avendo cura di scuoterli, quindi sono introdotti in appositi cilindri di ottone girevoli, ove sono sottoposti ad un getto continuo di acqua pura per 5 minuti e dopo averli sgocciolati sono, in fine, introdotti in cilindri di ottone girevoli entro forni per essere asciugati.

Fare la scanalatura anulare per la presa dell'estrattore: Un coltello circolare appositamente profilato si accosta al bossolo e pratica in prossimità del fondello la scanalatura che serve a dar presa al gancio dell'estrattore.

Seconda ricottura a gas: Per rendere il metallo, incrudito dalla formazione del cono, nuovamente malleabile ed atto a subire la tripunzonatura trapezoidale che assicura la pallottola al bossolo, si assoggettano i bossoli ad una seconda ricottura a gas,

in tutto simile alla prima e fatta con macchine identiche; solamente il riscaldamento del bossolo è limitato alla bocca, e la temperatura è tenuta più bassa.

Dopo quest'ultima operazione i bossoli raffreddati passano alla scelta, dove sono visitati accuratamente e separati quelli che, per sfogliature, rigature, ammaccature od altri difetti di lavorazione o di metallo non possono essere caricati a pallottola ma possono essere adoperati per le cartucce da salve o da esercitazione. I bossoli riscontrati privi di difetti, per mezzo di appositi calibratoi ed istrumenti verificatori, sono misurati per accertarsi se hanno le dimensioni prescritte dalle tavole di costruzione.

b) FABBRICAZIONE DELLA PALLOTTOLA. — La pallottola si compone di un nucleo di piombo e di un rivestimento costituito da un bossoletto di maillechort. Il nucleo si ricava da piombo, ridotto in filo, il quale mediante apposita macchina (macchina per formare pallottole a compressione) viene tagliato in pezzetti che poi vengono compressi in modo da risultare tutti di uguale peso e lunghezza.

I bossoletti si ricavano da bandelle di maillechort (lega di nikel puro e rame elettrolitico, il primo in proporzione dal 15 al 16 $^0/_0$) mediante le seguenti operazioni: a) *tagli dei dischi e stozzatura;* b) *primo trafilamento;* c) *secondo trafilamento;* d) *terzo trafilamento;* e) *lavaggio dei bossoletti* in acqua e soda calda.

Le macchine per le operazioni *a*), *b*), *c*), *d*) sono simili a quelle che si impiegano per la lavorazione dei bossoli, ed altrettanto dicasi per le rispettive operazioni, variano solamente un poco di forma e di dimensioni i varî autoalimentatori. Non si pratica al bossoletto di maillechort la ricottura dopo il taglio e stozza e dopo i successivi trafilamenti, perchè il maillechort è molto malleabile e non si rincrudisce tanto facilmente; il lavaggio a caldo con acqua e soda, e poscia con acqua fredda e successivo sgocciolamento ed asciugamento si eseguisce solamente dopo la terza trafila; nel primo trafilamento mediante un ingrossamento del punzone si pareggia il bossoletto alla bocca asportandone il metallo eccedente.

Per formare le pallottole i bossoletti sono introdotti in autoalimentatore, simile a quelli per i bossoli, colla bocca in alto e nei fori disposti alla periferia di un piatto girevole sottoposto, che li riceve e li trattiene mediante apposito congegno a molla. I bossoletti dopo ricevono ciascuno una goccia di acido idroclorico, per facilitare la saldatura, ed un nucleo di piombo, ottenuto nel modo anzidetto. Il piatto girando fa passare i bossoletti sopra a delle fiammelle di gas misto ad aria spinta da apposito ventilatore (fiamma ossidrica) il cui calore svolto è tale da fondere il piombo; poscia i bossoletti passano sopra diversi getti di aria fredda, per cui il piombo risolidificandosi si salda al bossoletto. Dopo ciò i bossoletti col nucleo saldato, mediante un punzone, sono espulsi dal piatto e raccolti in apposite cassette. I bossoletti vengono quindi posti entro sgocciolatoi girevoli, ove vengono dapprima lavati con acqua ed acido solforico, poscia con acqua pura ed infine lasciati per 20 minuti a sgocciolare, quindi sono posti ad asciugare in cilindri di ottone girevoli entro forni alla temperatura da 100° a 150°. Dopo di ciò i bossoletti passano ancora per altre macchine, le quali successivamente compiono le seguenti operazioni: compressione del piombo entro i bossoletti ed inizio dell'ogiva, pareggiamento dei bossoletti alla bocca, inizio della chiusura alla base, completare la chiusura delle pallottole alla base, compiere l'ogiva e trafilare le pallottole mettendole al giusto diametro, ed infine un'ultima macchina pratica nella parte cilindrica della pallottola, in vicinanza del fondello, una scanalatura per ricevere la tripunzonatura del bossolo, colla quale si assicura la pallottola al bossolo. Le macchine per queste operazioni sono simili a quelle che compiono operazioni analoghe nei bossoli od a quelle delle trafile, variano solamente per le dimensioni degli utensili e degli autoalimentatori.

Le pallottole così ultimate subiscono ancora un lavaggio in una soluzione di acido solforico e poscia in acqua pura; quindi, dopo sgocciolate, vengono poste ad asciugare entro botti cilindriche girevoli contenenti pula di riso. Si procede da ultimo al

calibramento delle pallottole che viene fatto, per la lunghezza e pel diametro, da apposite macchine le quali scartano quelle che eccedessero o difettassero nelle misure volute dalle tavole di costruzione.

c) FABBRICAZIONE DELLA CASSULA. — La cassula si ricava da bandelle di ottone della grossezza da mm. 0,87 a 0,92, con una unica macchina, identica a quella per tagliare e stozzare i dischi di bossoli e di bossoletti per pallottole. Le cassule subiscono una ricottura; tolte dal forno si passano in un bagno di acqua ed acido solforico, poscia si lavano con acqua pura ed infine si fanno asciugare.

d) FABBRICAZIONE DEL CARICATORE A PACCHETTO. — I caricatori a pacchetto per armi Mod. 91 sono di ottone e si ricavano da bandelle dello spessore da mm. 0,50 a 0,54. Mediante apposita macchina si ricava anzitutto dalle bandelle il contorno sviluppato del caricatore, traforato allo scopo di alleggerimento; altra macchina imprime sullo stesso contorno sviluppato le quattro nervature, le iniziali del capo tecnico e del laboratorio e l'anno di fabbricazione, forma poi il dente di arresto e piega ad U il caricatore sviluppato; una terza macchina eseguisce le piegature laterali dei lembi esterni del caricatore già piegato ad U: infine una quarta macchina completa i caricatori rendendoli tutti ad avere una identica convergenza delle due ali dell'U.

e) COMPOSIZIONE DELLA CARTUCCIA. — Comprende: il caricamento della cassula; l'innescamento del bossolo; il caricamento del bossolo; l'applicazione della pallottola al bossolo.

Caricamento della cassula. — La composizione fulminante impiegata nel caricamento della cassula è una miscela di due parti di fulminato di mercurio, una di solfuro d'antimonio ed una di clorato di potassio.

Per distribuire questa miscela nella cassula si fa uso di un caricatoio a piano scorrevole il quale consta essenzialmente di due piani rettangolari di ottone ciascuno con 1008 fori ugualmente disposti, di cui il superiore è scorrevole a dolce attrito sull'inferiore mediante una manovella a vite, in modo che i fori dell'uno vengano a coincidere con quelli dell'altro; lo spessore della lamiera superiore ed il diametro dei fori sono regolati in modo che quando i fori dei due piani non sono in corrispondenza, ogni foro del piano superiore contiene la quantità di materia fulminante occorrente per una cassula.

Le cassule da caricare vengono poste a mano nei fori di apposite palmelle aventi la stessa disposizione di quelli delle due lamiere; le palmelle poi vengono collocate al disotto del piano inferiore del caricatoio, con gli assi delle cassule coincidenti cogli assi dei fori del caricatoio.

Fatto poi scorrere il piano superiore in modo che i fori di questo corrispondano ai piani dell'inferiore, si sparge e si pareggia la materia fulminante sul piano superiore finchè tutti i fori di questo siano riempiti; allora movendo la manovella a vite si portano i fori dei due piani in coincidenza ed in tal modo la composizione fulminante cade nelle cassule sottostanti; la caduta è facilitata col battere leggeri colpi della mano sulla manovella della vite. Al caricatoio è applicato uno scudo di lamiera per la protezione dell'operaio.

Caricate così le cassule, si portano le palmelle alla macchina per comprimere cassule, la quale è costituita da una punzoniera con 28 punzoni di diametro un po' inferiore a quello delle cassule e disposti in modo da coincidere con una fila di fori delle palmelle ove trovansi le cassule. I punzoni ricevono un movimento alternato verticale ed uno spingi-palmelle trasporta queste automaticamente in modo da presentare sotto i punzoni una nuova fila di cassule, quando la precedente è stata compressa. Eseguita la compressione, le palmelle vengono capovolte su di un telaio a rete molto fitta che impedisce la caduta delle cassule e permette al tempo stesso di far cadere la parte di materia fulminante sfuggita all'azione dei punzoni. Ciò fatto, le cassule vengono sottoposte al verniciamento, scopo del quale è di preservare la composizione fulminante dalla dannosa influenza dell'umidità atmosferica.

Innescamento del bossolo. — Le cassule cariche sono disposte a mano col fondello in basso sotto un piatto girevole, che girando le obbliga ad incanalarsi in una scanalatura fissa dove una mano meccanica spinge una cassula per volta sotto un altro piatto girevole, che in tanti fori verticali posti alla sua periferia porta i bossoli che vi sono introdotti da apposito autoalimentatore. Ogni cassula viene così a trovarsi sotto ed in corrispondenza del porta-cassula del bossolo, quando una spina che si solleva da sotto alla cassula obbliga questa ad entrare nel porta-cassula ed a forzarvisi. Dopo di che il secondo piatto, seguitando a girare, porta il bossolo innescato là dove viene espulso dal suo foro per andare in apposita cassetta.

Caricamento del bossolo. — I bossoli così innescati sono pronti per essere caricati mediante il *caricatore automatico multiplo*. Essi vengono perciò posti nei fori di palmelle di legno che contengono 100 bossoli ciascuna, 10 per lato; si dispongono due di tali palmelle in apposito porta-palmelle di ottone e quindi sopra i bossoli si dispone una contro-palmella di ottone che viene fissata al porta-palmelle mediante gli appositi piuoli di questo.

La contro-palmella è costituita da 200 piccoli imbuti (20 file di 10 ciascuno) che imboccano nei bossoli sottostanti: il tutto viene spinto automaticamente sotto il distributore del caricatore il quale ha due file di fori di 10 ognuna in ciascuno dei quali viene a passare la carica di un bossolo misurato e portatovi da apposito misuratore automatico a volume, il quale mentre lascia cadere la carica in una fila di fori riceve e misura le cariche per l'altra fila di fori. Intanto le due palmelle riunite si dispongono colla 1ª e 3ª fila di bossoli sotto le file dei fori del caricatore e ricevono successivamente la carica; con una piccola avanzata delle palmelle si dispongono sotto i fori del distributore la 2ª e la 4ª; quindi con una avanzata maggiore la 5ª e la 7ª, e poi la 6ª e l'8ª, e così di seguito fino ad aver caricato l'intera palmella di bossoli.

Con questo caricatore si possono caricare in un'ora di lavoro 40.000 bossoli.

La carica di solenite per ogni cartuccia è di grammi 2,28 e la macchina dà una approssimazione non superiore a grammi 0,05.

Applicazione della pallottola. — Ciò fatto si imbocca a mano la pallottola nei bossoli, i quali vengono poscia introdotti nei fori del piatto circolare di apposita macchina, oppure i bossoli senza pallottole sono disposti nel piatto circolare e girevole della macchina ed apposito autoalimentatore fa cadere una pallottola col fondello in basso entro ogni bossolo. Apposito punzone mette a giusta lunghezza la cartuccia introducendo la pallottola a forza nel bossolo. Una matrice mobile cala sopra la pallottola e mediante tre punzoni a molla obbliga il metallo del bossolo, in tre punti della periferia della parte cilindrica superiore, a penetrare nella scanalatura della pallottola. Dal numero dei punzoni e dalla forma dell'impronta che essi lasciano sulla superficie esterna della cartuccia, questa operazione prende il nome di tripunzonatura trapezoidale, ed è quella che trattiene la pallottola al bossolo.

Ultimazione della cartuccia. — Le cartucce così ultimate, passano ancora ad una altra macchina la quale ne verifica l'altezza totale, separando quelle comprese nei limiti di tolleranza da quelle lunghe o corte, le quali vengono senz'altro scartate.

Le cartucce vengono infine calibrate nel diametro mediante un cilindro calibratoio e poscia sottoposte ad una visita complessiva per verificare se siano munite di cassula, e se tanto sul bossolo che sulla pallottola esistano ammaccature, rigature o ripiegature, scartando quelle che presentassero tali difetti.

Le cartucce così allestite sono introdotte a mano nei caricatori a pacchetto, avendo l'avvertenza di fare entrare le nervature interne, prossime alle ripiegature del caricatore, nella scanalatura dei bossoli. Ogni caricatore contiene 6 cartucce: i caricatori vengono quindi collocati, con le pallottole in basso, negli spacchi di apposite palmelle, le quali si dispongono sopra il recipiente contenente il lubrificante (formato con parti uguali di paraffina, cera vergine e vaselina gialla) nel quale le pallottole si immergono per qualche secondo e ricevono così la spalmatura conveniente.

Le cartucce sono così pronte per essere introdotte nell'apposito invoglio di cartoncino.

Lavorazione dell'invoglio di cartoncino. — L' invoglio è costituito da una scatola di cartoncino di forma parallelepida, aperta superiormente e con una delle facce maggiori intagliata verso l'alto in modo da presentare una apertura di forma trapezoidale; internamente è divisa in tre scompartimenti con tramezzi di cartoncino ed all'esterno è ricoperta con carta color arancione.

Formazione del pacchetto. — Nell'invoglio così preparato si introducono nei tre scompartimenti tre caricatori a pacchetto con le pallottole in basso; quindi si copre ciascun caricatore con un coperchietto formato da un rettangolo di cartone foderato di percalle bianco, in modo che quello con la linguetta più lunga sia verso la faccia intagliata della scatola, colla linguetta sporgente all'infuori dell'apertura trapezoidale in modo da servire di presa per aprire il pacchetto; le linguette degli altri coperchietti sono ripiegate fra i caricatori in modo da tenerli separati l'uno dall'altro; il tutto si ricopre poi con carta arancione come il resto della scatola.

I pacchetti portano impressa sulla faccia anteriore l'indicazione: *Mod. 1891-95, Solenite* ed il bollo con le iniziali del capotecnico; sul coperchio il bollo del laboratorio pirotecnico con l'anno di fabbricazione.

Formazione del pacco. — Il pacco consta di un invoglio di legno per pacco di cartucce, di un invoglio di carta turchina e di una fasciatura di nastro; contiene 18 pacchetti di cartucce a pallottola Mod. 91-95 per armi Mod. 91.

I pacchi portano una etichetta triangolare di colore arancione sulla quale, oltre l'indicazione delle cartucce (*a pallottola Mod. 91-95 per armi Mod. 91, Solenite*), è indicata la data di collaudazione, vi è il bollo del laboratorio pirotecnico coll'indicazione dell'anno di fabbricazione e il bollo colle iniziali del capo-tecnico. I pacchi vengono poi allogati in apposite casse da imballo in numero di cinque per ogni cassa.

SPECCHIO IX. — **Dati principali su**

CARTUCCIA	ITALIA		AUSTRIA-UNGHERIA		GERMANIA		FRANC
	Mod. 91		Mod. 95		Mod. 98		Mod. 86
	Ordinaria	In studio	Ordinaria	In studio	Ordinaria	905 S	93 D
Calibro di . . . . mm.	6,5	6,5	8,0	8,0	7,9	7,9	8
Peso . . . . . gr.	22,6	21,7	28,3	22,6	27,9	23,5	27,6
Lunghezza . . . . mm.	76,5	—	76,5	76,5	82,5	79	75
BOSSOLO di	ottone	ottone	ottone	ottone	ottone	ottone	ottone
Orlo di presa	a scanalatura	a scanalatura	sporgente	sporgente	a scanalatura	a scanalatura	sporgen
CASSULA	ordinaria	ordinaria	ordinaria	ordinaria	ordinaria	ordinaria	con cop cassul
CARICA di	nitrocellulosa e nitroglicerina	nitrocellulosa e nitroglicerina	nitrocellulosa ingrafitata	nitrocellulosa ingrafitata	nitrocellulosa	nitrocellulosa ingrafitata	nitrocellulos
Tipo	solenite	solenite speciale	Schwab	Schwab	Guttler	Rotweil	Vieille B.
Granitura	tubetti	piastrelle	fogliette	fogliette	lamelle	piastrelle	piastrel
Peso . . . . . gr.	2,28	2,35	2,75	3,45	2,63	3,50	3,00
PALLOTTOLA, tipo . . .	ordinario	S	ordinario	S	ordinario	S	D
Forma, parte anteriore . .	ogivale ordinaria	ogivale appuntita	ogivale ordinaria	ogivale appuntita	ogivale ordinaria	ogivale appuntita	biogival affusolat
Metallo	piombo compresso	piombo compresso	piombo indurito	piombo indurito	piombo indurito	piombo indurito	bronzo
Peso . . . . . gr.	10,45	8	15,8	10	14,8	10	12,8
Incamiciatura	maillechort	maillechort con corona	acciaio nikelato	acciaio	acciaio placcato con maillechort	acciaio placcato con maillechort	non è inc miciata
Lunghezza . . { in mm.	30,4	—	31,8	31,8	31,3	28	39,5
Lunghezza . . { in calibri	4,7	—	4,0	4,0	3,9	3,5	4,9
Diametro maggiore . mm.	6,75	6,75	8,2	8,2	8,1	8,2	8,2
Peso sul cm^2 . . . . gr.	31,6	—	31,4	—	29,8	20,4	25,6
Velocità iniziale . . . m.	700	860 (1)	620	850 (2)	645	860 (3)	700 (4)
Forza viva iniziale . kgm.	260	—	310	—	312	390	310
Coefficiente di pressione alla bocca sul mm^2	7,860	—	6.160	—	5.880	8,000	5,850
CARICATORE, tipo . . .	pacchetto	pacchetto	pacchetto	pacchetto	lastrina	lastrina	—
Metallo	ottone	ottone	acciaio	acciaio	acciaio	acciaio	—
Peso . . . . . gr.	12	12	16	16	7	7	—
Numero di cartucce . . .	6	6	5	5	5	5	8
Caricatori nel pacchetto .	3	3	2	2	3	3	—
Peso del pacchetto . . gr.	460	440	340	280	440	390	240

munizioni dei fucili di alcuni eserciti.

INGHILTERRA		RUSSIA		SPAGNA		GIAPPONE		STATI UNITI	*Annotazioni*
Mod. 903		Mod. 91		Mod. 91		Mod. 91		Mod. 903	
Ordinaria	In studio	Ordinaria	In studio	Ordinaria	910 P	Ordinario	In studio	S	
7,7	7,7	7,6	7,6	7	7	6,5	6,5	7,6	
26.7	—	28,8	—	24,6	24,5	22,0	20,9	29,2	
77	—	78	—	78	78	78,6	78,6	85	
ottone	ottone	ottone	ottone	ottone	ottone	ottone	ottone	ottone	
a scanalatura	a scanalatura	sporgente	sporgente	a scanalatura	a scanalatura	a scanalatura	a scanalatura	a scanalatura	
ordinaria	ordinaria	ordinaria	ordinaria	ordinaria	ordinaria	ordinaria	ordinaria	ordinaria	
nitrocellulosa e nitroglicerina	nitrocellulosa e nitroglicerina	nitrocellulosa	nitrocellulosa	nitrocellulosa	nitrocellulosa	nitrocellulosa	nitrocellulosa	nitrocellulosa e nitroglicerina	
cordite	cordite	Okhta	Mendeleieff	tonite	Rotweil	—	—	Schuppaus	
fili	fili	lamelle	—	grani	piastrelle	—	—	prismetti	
2,80	—	2,22	—	2,45	3,35	2,14	2,12	2,81	
ordinario	S	ordinario	S	ordinario	S	ordinario	S	S	
ogivale	ogivale appuntita	ogivale ordinaria	ogivale appuntita	ogivale ordinaria	ogivale appuntita	ogivale ordinaria	ogivale appuntita	ogivale appuntita	
piombo indurito	—	piombo indurito	piombo indurito	piombo indurito	piombo indurito	piombo indurito	piombo indurito	piombo indurito	
13,9	10,4	13,7	—	11,2	10	10,5	9	9,7	
maillechort	—	maillechort	maillechort	acciaio placcato con maillechort	acciaio al rame nikelato	acciaio placcato con maillechort	acciaio placcato con maillechort	maillechort	
31,5	—	30,2	—	30,8	27,8	32,5	32,5	32,1	
4,1	—	3,9	—	4,4	3,9	4,9	4,9	4,2	
7,9	—	7,8	—	7,2	7,25	6,75	6,75	7,8	
30,1	—	30,7	—	29,1	—	31,6	—	—	
610	760	630	—	710	860 (5)	736	—	670	
—	—	259	—	228	— (6)	260	—	—	
6,000	—	5,980	—	7,300	—	—	—	—	
pacchetto	pacchetto	lastrina	lastrina	lastrina	lastrina	lastrina	lastrina	lastrina	
acciaio	acciaio	acciaio	acciaio	acciaio nikelato	acciaio nikelato	acciaio	acciaio	ottone	
13	13	9	9	10	10	8	8	10	
5	5	5	5	5	5	5	5	5	
3	3	3	3	3	3	3	3	3	
170	—	430	—	420	420	410	400	480	

(1) Alzo 700 — Ordinata del vertice m. 1,45
(2) » 700 — Id. id. » 1,90
(3) » 700 — Id. id. » 1,87

(4) Alzo 650 — Ordinata del vertice m. 1,90
(5) » 700 — Id. id. » 1,45
(6) Velocità di rinculo m. 2,56

SPECCHIO X. — **Polveri infumi per cartucce impiegate in alcuni eserciti** (1).

ESERCITI	Denominazione	A base di	Peso della carica gr.	Peso del proiettile gr.	Velocità iniziale	Pressione media atm.	CARATTERI ESTERNI
Italia	balistite	Nitroglicerina	1,95	10,50	700	3800	Cubetti di mm. 0,9 di lato, colore bruno-scuro.
	solenite	Nitroglicerina	2,28	10,45	700	3200	Cilindretti forati secondo l'asse, colore bruno-chiaro.
Inghilterra . .	cordite	Nitroglicerina	2,80	13,90	610	3000	Fili lunghi mm. 30, colore bruno-chiaro.
Austria . . .	Schwab	Nitrocellulosa	2,75	15,80	620	3000	Trucioli a forma di guscio, ingrafitati.
Germania . . .	Guttler	Nitrocellulosa	2,63	14,79	645	3200	Laminette quadrangolari, brune.
	tipo Rotweil	Nitrocellulosa	3,50	10,00	860	3700	Piastrelle quadrangolari, ingrafitate.
Francia . . .	Vieille B. F.	Nitrocellulosa	3,00	12,80	700	2600	Piccole piastrelle quadrangolari, giallo-opaco.
Russia	Okhta	Nitrocellulosa	2,22	13,70	630	2800	Piccole laminette romboidali, giallo-opaco.
Spagna . . .	tonite	Nitrocellulosa	2,45	11,20	710	3000	Cubetti.
Svizzera . . .	Schenker	Nitrocellulosa	1,90	13,70	620	3000	Cilindretti alti e lunghi 1 mm., ingrafitati.

(1) Vedi anche Specchio IX, « Dati principali sulle munizioni dei fucili di alcuni eserciti ».

PARTE II.

NOZIONI FONDAMENTALI SUL TIRO DELLE ARMI PORTATILI

Premessa. — Questa Parte II contiene l'esposizione sommaria dei principî fondamentali del tiro delle armi portatili, svolta colla forma necessaria affinchè, anche con elementari nozioni di algebra, si possa acquistare quella conoscenza dei principî stessi che risponde alle giuste esigenze della pratica del tiro e che permette di formarsi un esatto concetto della soluzione dei varî problemi di tiro e dell'efficacia del tiro.

CAPITOLO I.

Articolo I. — Del moto e delle forze (1).

1. Velocità ed accelerazione. — Un corpo è un aggregato di punti materiali. Quindi prima di considerare il movimento di un corpo, è necessario studiare il movimento di un punto.

Direzione del moto. — Un punto, che si muove, descrive una linea, che è retta o curva; nell'uno e nell'altro caso, la linea descritta si può conside-

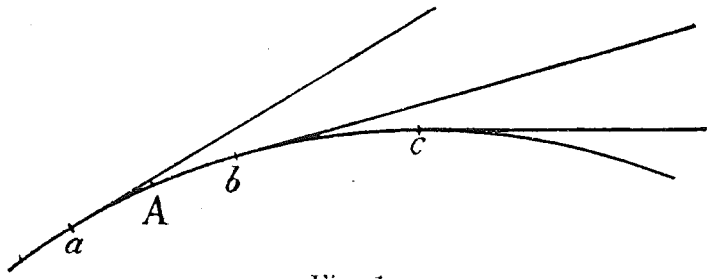


Fig. 1.

rare composta di una successione di tratti piccolissimi e rettilinei, i quali si troveranno nel prolungamento l'uno dell'altro, se la linea descritta è retta,

(1) Si è ritenuto utile di esporre questi brevi appunti di meccanica, perchè servono in modo particolare a far comprendere le leggi che regolano il moto del proietto.

Queste nozioni generali di meccanica sono state riprodotte alla lettera da quelle dovute alla geniale e chiara mente « dell'illustre e compianto generale Siacci, onore e vanto dell'artiglieria italiana » pubblicate nel Titolo II del Volume 7° delle *Istruzioni pratiche dell'artiglieria,* edizione 1882.

o formeranno successivamente un piccolissimo angolo, se la linea percorsa è curva. Prolungando uno dei latercoli (Fig. 1) *ab* all'infuori della curva, la retta che si ottiene è la tangente; e si ritiene applicata al punto di mezzo A del latercolo. Così in ogni punto della curva descritta si ha una tangente, e la direzione di questa tangente si dice la *direzione del moto in quel punto.*

Moto uniforme e moto vario. — Per passare da un punto ad un altro del suo cammino, il mobile impiega un certo tempo. S'immagini diviso questo tempo in parti piccolissime ed uguali, per esempio in millesimi di secondo. Se tutte le porzioni di cammino successivamente descritte in queste porzioncelle di tempo riescono uguali, il moto si dice *uniforme* od *equabile.* Se sono disuguali il moto si dice *vario,* e sarà *accelerato,* se gli spazi percorsi andranno crescendo, sarà *ritardato,* se gli spazi andranno diminuendo.

Velocità. — Dividendo uno di questi spazietti *ab* per il tempo impiegato a percorrerlo, il quoziente si chiama *velocità* del mobile nel tratto *ab* o nel punto medio di esso A. Onde si suole dire che *la velocità è lo spazio diviso per il tempo.*

Nel moto uniforme, il tempo, che deve dividere lo spazio corrispondente, non è necessario sia piccolissimo; può essere qualunque. Quindi la velocità, nel moto uniforme, si può definire *lo spazio descritto nell'unità di tempo,* cioè in 1″.

Le velocità si misurano in metri.

Suppongasi un proietto lanciato da una bocca da fuoco e misurato il tempo impiegato dal suo centro di gravità a percorrere un piccolo spazio. Lo spazio sia per es. 36 m. ed il tempo 0″,12; diviso il primo di questi numeri per il secondo si ottiene 300, e si dirà che la velocità del proietto, a 18 m. dalla bocca da fuoco, è 300 m. Questo significa che il centro di gravità, giunto a 18 m., se seguitasse il suo cammino con moto uniforme, in 1″ percorrerebbe 300 m.

Accelerazione (Fig. 2). — Supposta misurata la velocità di un mobile in ogni punto della linea da esso descritta, siano v e v' le velocità che esso

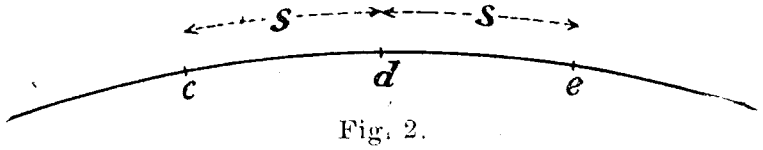


Fig. 2.

possiede successivamente nei due punti vicinissimi c e d. La differenza $v' - v$ sarà la variazione di velocità nel passaggio da c a d. Dividendo tale variazione per il tempo piccolissimo t impiegato a percorrere lo spazietto cd, il quoziente si dice *l'accelerazione* del mobile lungo lo spazietto, o nel suo punto di mezzo.

È evidente che, se v' è minore di v, il moto è ritardato. Tuttavia il quoziente

[1] $$\frac{v' - v}{t}$$

si dice sempre accelerazione: solo è accelerazione *positiva* quando il moto è accelerato, ed è accelerazione *negativa* quando il moto è ritardato.

In taluni casi tuttavia si usa distingere l'accelerazione negativa col nome di *ritardazione:* ma allora con tal nome s'intende il valore numerico della accelerazione. Così, per es., se l'accelerazione negativa è $= -10$ m., la ritardazione è 10 m.

Quando il moto è uniforme l'accelerazione è nulla.

L'accelerazione si può calcolare in altro modo, quando si conosca, invece del tempo t, la lunghezza dello spazio cd. Rappresentando questo spazio con s, il quoziente $\frac{s}{t}$ rappresenterà la velocità che ha il mobile lungo lo spazietto s. Tale velocità sarà compresa fra v e v', e si potrà ritenere uguale alla media aritmetica $\frac{v + v'}{2}$.

Dunque:

$$\frac{s}{t} = \frac{v + v'}{2}$$

onde si ricava:

[2] $$t = \frac{2s}{(v + v')}.$$

Quindi l'accelerazione [1], che si indicherà con a, si calcolerà colla formola:

[3] $$a = \frac{(v' + v)(v' - v)}{2s} \quad \text{ovvero} \quad a = \frac{v'^2 - v^2}{2s}.$$

Accelerazione media. — Se si considera un secondo spazietto de (Fig. 2) uguale al primo, cioè ad s, e se in e la velocità è v'', l'accelerazione a' lungo de sarà data da:

$$a' = \frac{v''^2 - v'^2}{2s};$$

la quale, addizionata alla precedente, produce:

$$a + a' = \frac{v''^2 - v'^2}{2s}.$$

Se si considera inoltre un terzo spazietto s, alla fine del quale la velocità sia v''', otterremo una terza accelerazione a'', che, addizionata alle precedenti, darà:

$$a + a' + a'' = \frac{v'''^2 - v^2}{2s}.$$

E così per un numero qualsivoglia n di spazietti uguali; e se alla fine dell'ultimo di questi la velocità è u, la somma di tutte le accelerazioni risulterà uguale a:

$$\frac{u^2 - v^2}{2s}.$$

Dividendo ora tale somma per il numero n, si avrà l'accelerazione media, che risulterà uguale a:

$$\frac{u^2 - v^2}{2n \cdot s}.$$

Ma $n \cdot s$ non è altro che tutto lo spazio percorso dal mobile per passare dalla velocità v alla velocità u; dunque dicendo S tutto questo spazio, ed A l'accelerazione media, si calcolerà colla formola:

[4] $$A = \frac{u^2 - v^2}{2S}.$$

Se u è minore di v, $\frac{u^2 - v^2}{2S}$ rappresenterà la *ritardazione media.*

2. Caduta dei gravi. — *Spazi.* — Dopo il moto uniforme, il moto più semplice è la caduta verticale dei gravi. Se noi misuriamo gli spazi, che un corpo descrive cadendo nel vuoto, troviamo che lo spazio percorso nel primo secondo è di 4,902 m. circa, quello descritto in 2″ è di $4 \times 4{,}902$, quello descritto in 3″ è di $9 \times 4{,}902$, e così via dicendo: cosicchè lo spazio percorso in un numero t di secondi è $t^2 \times 4{,}902$. Il doppio dello spazio descritto nel primo secondo (9,804 m.) dicesi *gravità*, e si suole rappresentare con g: cosicchè lo spazio descritto in t secondi si calcola colla formola:

[5] $$h = \frac{g \cdot t^2}{2}.$$

Adunque *gli spazi crescono in ragione dei quadrati dei tempi.*

Velocità (Fig. 3). — Conosciuta la legge degli spazi, è facile determinare quella delle velocità. Sia t il tempo impiegato dal grave per giungere in C a partire dall'istante in cui fu abbandonato a sè stesso in O. Si consideri poi lo spazietto AB, il cui punto di mezzo è C, e siano t_1 e t_2 i tempi impiegati per arrivare in A ed in B. Il tempo impiegato a percorrere lo spazietto sarà $t_2 - t_1$, e quindi la velocità nel punto di mezzo, C, sarà:

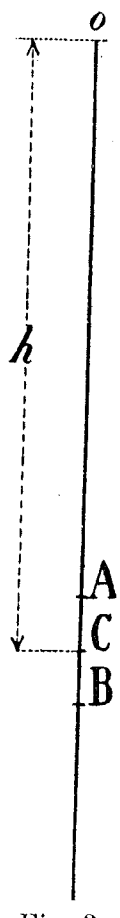


Fig. 3.

$$v = \frac{AB}{t_2 - t_1}.$$

E siccome:

$$AB = OB - OA, \quad \text{e} \quad OB = \frac{g\,t^2_2}{2}, \quad OA = \frac{g\,t^2_1}{2},$$

sarà:

$$AB = \frac{g}{2}(t^2_2 - t^2_1) = \frac{g}{2}(t_2 + t_1)(t_2 - t_1),$$

e risulterà perciò:

$$v = g\,\frac{t_2 + t_1}{2}.$$

Ora siccome il tempo t per arrivare in C deve essere un po' più grande di t_1, ed un poco più piccolo di t_2, potremo porlo uguale alla media fra essi, cioè a $\frac{t_2 + t_1}{2}$

Dunque:

[6] $$v = g\,t;$$

ossia la velocità cresce in proporzione del tempo.

La velocità si può calcolare indipendentemente dal tempo, purchè si conosca lo spazio percorso. Infatti denominando h lo spazio OC, si ha:

$$h = \frac{g\,t^2}{2},$$

donde:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}},$$

e quindi:

[7] $$v = \sqrt{2gh}.$$

Viceversa, se si chiede lo spazio, per cui deve cadere il grave per acquistare la velocità v, avremo dalla precedente equazione:

[8] $$h = \frac{v^2}{2g}.$$

Questa quantità rappresenta anche l'altezza a cui sale un grave lanciato verticalmente in alto con la velocità v; e perciò, mentre $\sqrt{2gh}$ si dice *velocità dovuta all'altezza h*, $\frac{v_2}{2g}$ si dice *l'altezza dovuta alla velocità v.*

ACCELERAZIONE. — L'accelerazione nel punto C si determina considerando pure lo spazietto AB. La velocità in A è gt_1, in B è gt_2, quindi la variazione di velocità è:

$$g\,(t_2 - t_1).$$

Dividendo per il tempo $t_2 - t_1$, impiegato a percorrere lo spazietto, si ottiene g, ossia la gravità.

Dunque l'accelerazione è costante in tutti i punti della caduta e vale metri 9,804.

Ogni moto, in cui l'accelerazione è costante, si dice *uniformemente vario.* Tale è adunque il moto dei gravi.

3. Inerzia e forza. — È caratteristica dei corpi di non potersi mettere in moto da sè stessi, e di non poter modificare da sè stessi il moto, che essi hanno ricevuto.

Un corpo in riposo vi rimane in perpetuo, se una causa esterna non viene a trarnelo; ed un corpo, una volta spinto in una certa direzione, seguiterebbe indefinitamente a muoversi in linea retta e con moto uniforme, se non sopraggiungesse una causa ad alterarne la velocità o la direzione.

Tale proprietà della materia dicesi *inerzia.*

L'agente che vince l'inerzia si dice *forza.*

Se dunque un corpo, quando è abbandonato a sè stesso, cade, deve esistere una forza che lo trae in basso, ed è, come si suol dire, l'attrazione che esercita la terra sopra ciascuna molecola della materia.

Questa forza, che sollecita ogni corpo, si fa anche sentire alla mano che lo sostiene con quella sensazione che si chiama *peso;* la stessa sensazione noi proviamo quando noi stessi esercitiamo una forza, cioè mettiamo in moto un corpo in riposo, o lo fermiamo quando è in moto. Ora tale identità di sensazioni ha condotto a considerare i pesi come forze e le forze come pesi, ed a misurarli colle stesse unità, cioè in chilogrammi.

Quando dunque diciamo *peso di un corpo*, diciamo anche *forza capace di imprimergli l'accelerazione* di m. 9,804.

RAPPORTO TRA L'ACCELERAZIONE E LA FORZA. — Rimane a sapere quale dovrebbe essere la forza da applicarsi al medesimo corpo, affinchè l'accelerazione, invece di essere g, fosse un'altra qualunque a. Ora l'esperienza ha dimostrato che *per un medesimo corpo l'accelerazione è proporzionale alla forza impressa.*

Se adunque il peso p di un corpo produce sul corpo stesso l'accelerazione g, la forza F, che può produrre l'accelerazione a, sarà data dalla proporzione $g : a = p : \mathrm{F}$, donde:

[9] $$\mathrm{F} = \frac{p}{g}\,a\,.$$

Il quoziente $\frac{p}{g}$ si chiama *massa* del corpo e quindi si può dire: *la forza vale il prodotto della massa per l'accelerazione,* ovvero *l'accelerazione è uguale alla forza divisa per la massa.*

Quando un punto, dapprima in riposo, sotto l'azione di una forza riceve in un tempo piccolissimo, t, una velocità, v, nella direzione della forza, l'accelerazione essendo allora $\frac{v}{t}$, la forza che la produce sarà:

[10] $$F = \frac{p}{g} \cdot \frac{v}{t}.$$

Se, viceversa, un corpo ha una velocità v, e si voglia in un tempo piccolissimo, t, ridurlo al riposo, occorrerà una forza in senso contrario, il cui valore sarà pure:

$$\frac{p}{g} \cdot \frac{v}{t}.$$

Rappresentazione delle forze. — Per ogni corpo si trova un punto, sostenendo il quale, tutto il corpo è sostenuto. Questo punto, che dicesi *centro di gravità,* è il punto di applicazione della forza speciale, che dicesi *peso* del corpo; e la direzione di tal forza è sempre verticale dall'alto in basso.

Così per qualunque altra forza si deve notare:

a) il suo *punto di applicazione,* cioè il punto del corpo a cui essa è applicata;

b) la *direzione,* ossia la retta, che descriverebbe il suo punto di applicazione, se questo potesse liberamente obbedire alla forza;

c) il *senso* della sua azione lungo questa retta;

d) la sua *intensità,* cioè il numero dei chilogrammi che la rappresenta.

Ogni forza può essere in ogni sua particolarità (Fig. 4) rappresentata da un segmento di retta.

Sia A il punto di applicazione di una forza, ed AN la sua direzione. Portiamo da A verso N, cioè nel senso di azione della forza, tante unità lineari



Fig. 4.

(per es. millimetri) quanti sono i chilogrammi che esprimono la sua intensità. Il segmento AB, che così si ottiene, rappresenterà evidentemente la forza in tutte le sue particolarità, se noi aggiungiamo all'estremo B una freccia che indichi il senso della sua azione.

Composizione e decomposizione. — Supponiamo due forze (Fig. 5), che agiscono contemporaneamente sopra un medesimo punto A, e siano rappresentate da AB ed AC. Si dimostra coll'esperienza che in questo caso il punto A si comporterebbe come se fosse animato da una forza unica, rappresentata dalla diagonale AD del parallelogramma costrutto sui lati AB ed AC. Questa terza forza si dice la *risultante* delle due prime, che prendono il nome di *componenti.*

Viceversa ogni forza si può scomporre in due altre secondo due direzioni date, costruendo su tali direzioni i lati di un parallelogramma avente per diagonale la forza data.

— Le *accelerazioni* e le *velocità* si possono pure rappresentare con segmenti di retta, e si compongono e decompongono nello stesso modo.

Così dicasi degli spazi.

Se un mobile, in grazia della sua velocità, ove non fosse animato da forze, dovesse in un certo tempo portarsi da A in B, ed in grazia di una forza dovesse portarsi contemporaneamente in C, il mobile effettivamente si recherà in D, cioè all'estremo della diagonale del parallelogramma costrutto su AC ed AB; ed il risultato sarà come se il mobile avesse obbedito prima alla velocità che lo porta in B, e poi ad una forza che da B lo portasse in D, facendogli percorrere uno spazio BD uguale e parallelo ad AC.

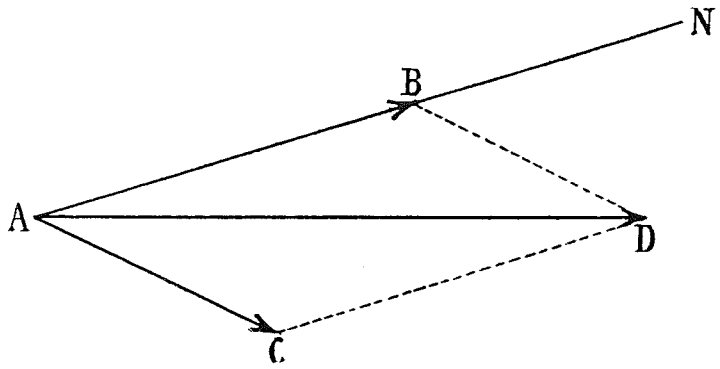


Fig. 5.

Forza tangenziale e forza normale. — Quando un corpo si muove sopra una curva havvi certamente una forza che lo sollecita in una direzione diversa da quella del moto. Sia R la forza (Fig. 6), mentre il suo punto di applicazione percorre lo spazietto *ab*. Decomponiamo R in due forze, l'una F

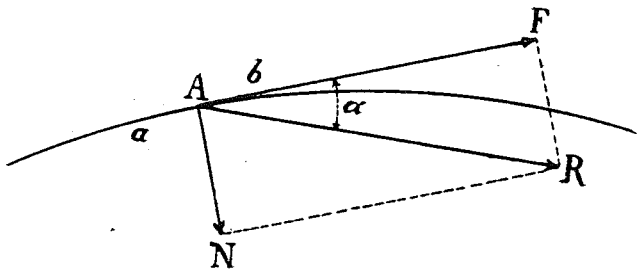


Fig. 6.

secondo la tangente, l'altra N perpendicolare a questa. Se diciamo α l'angolo, che fa la forza con la tangente, avremo:

[11] $$F = R \cos \alpha ;$$

[12] $$N = R \operatorname{sen} \alpha .$$

La prima dicesi *forza tangenziale*, ed è quella che produce l'accelerazione, la seconda si dice *forza normale*, ed è quella che impedisce al mobile di seguitare per la tangente, e lo porta invece nella direzione del latercolo successivo della curva.

4. Lavoro. — Si dice *cammino di una forza* la linea percorsa dal suo punto di applicazione, proiettata nella direzione della forza stessa; ed è positivo quando risulta percorso nel senso dell'azione della forza, negativo nel caso contrario.

Si dice poi *lavoro* di una forza il prodotto del suo cammino per la sua intensità, e si misura con una unità speciale, che si dice *chilogrammetro*.

Se si solleva un chilogramma ad un metro di altezza, la forza è un chilogramma ed il cammino un metro: quindi il lavoro della forza sollevante è $1 \times 1 = 1$ chilogrammetro. 1000 chilogrammetri equivalgono ad un *dinamodo.*

— Si consideri un punto (Fig. 7) non animato da altra forza che dal suo peso, p, il quale, per una velocità impressagli, percorra una curva AC. Giunto il punto in B, il cammino del peso sarà AB′, proiezione di AB sulla verticale, ed è negativo perchè risulta contrario all'azione del peso, p: il lavoro dunque sarà:

$$-p \times AB'.$$

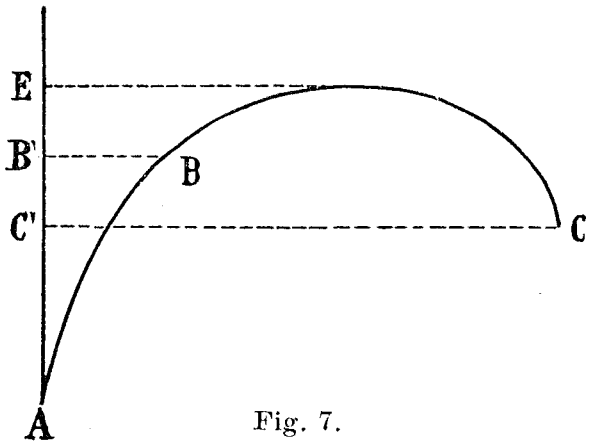


Fig. 7.

Giunto il punto in C, il cammino totale del peso si può dividere in due parti: una ascendente AE, l'altra discendente EC′, ed è evidente che il complesso si riduce ad AC′: onde il lavoro sarà:

$$-p \times AC',$$

e sarebbe nullo se il punto C si trovasse a livello con A.

Però, mentre il punto di applicazione percorre una linea, la forza che lo sollecita non ha sempre nè una direzione fissa, nè una intensità costante, come accade del peso. Ed allora bisognerà primieramente scomporre la linea percorsa in tratti piccolissimi, lungo i quali tanto la direzione della forza, quanto la sua intensità si possano ritenere come costanti; calcolare poi i diversi lavori elementari e farne infine la somma.

Sia R (Fig. 6) la forza che agisce sul mobile, mentre questo percorre lo spazietto ab; essa si potrà ritenere costante in direzione ed in intensità dentro i limiti a e b. Il cammino di R si otterrà dunque proiettando ab sulla direzione di R, ossia moltiplicando ab per il coseno dell'angolo formato da R con ab. Dicendo α questo angolo ed s lo spazietto, il cammino sarà dunque $s \cos \alpha$ ed il lavoro sarà:

[13] $$R \, . \, s \cos \alpha.$$

Questo prodotto equivale ad $R \cos \alpha \, . \, s$, ed osservando che $R \cos \alpha$ è la forza tangenziale F, potremo dire che il lavoro elementare è uguale al prodotto della forza tangenziale per lo spazietto percorso. E siccome il cammino di F è appunto s, così potremo anche dire che: *il lavoro elementare è uguale al lavoro della forza tangenziale,* ossia ad

[14] $$F \, . \, s$$

Il lavoro della forza normale è nullo, perchè nullo è il cammino di questa.

5. Forza viva. — Si dice *forza viva* di un punto il prodotto della metà della sua massa per il quadrato della velocità.

La forza viva però non è da confondersi colle forze propriamente dette.

Equazione delle forze vive. — Se nell'equazione [9] $F = \frac{p}{g} a$, che dà il valore della forza tangenziale che produce l'accelerazione a mentre il

mobile percorre lo spazietto $ab = s$, noi mettiamo per a il suo valore espresso per mezzo delle velocità v e v' corrispondenti agli estremi dello spazietto s, abbiamo:

$$F = \frac{p}{g} \frac{v'^2 - v^2}{2s},$$

ossia:

[15] $$F \cdot s = \frac{p}{2g} (v'^2 - v^2).$$

Ora il secondo membro di questa equazione rappresenta la quantità di cui ha aumentato la forza viva, passando il punto da a in b, mentre il primo membro rappresenta il lavoro elementare della forza R. Quindi il lavoro elementare è uguale all'aumento di forza viva e per conseguenza la somma degli aumenti della forza viva sarà uguale alla somma dei lavori elementari delle forze.

In termini più semplici si può dire: *l'aumento totale di forza viva è uguale al lavoro totale delle forze.*

In questa proposizione consiste la cosidetta *equazione delle forze vive.*

Siccome *la forza viva equivale ad un lavoro,* essa *si misura con le stesse unità, in chilogrammetri.*

6. Movimento di un corpo. — A due casi elementari si possono ridurre tutte le varietà di movimento che si osservano in un corpo: *moto di traslazione* e *moto di rotazione.*

Moto di traslazione. — Il moto dicesi di *traslazione* quando tutti i punti del corpo descrivono nel medesimo tempo linee uguali e parallele.

In tale moto il corpo rimane dunque sempre parallelo a sè stesso, tutti i punti hanno la medesima velocità e subiscono le medesime accelerazioni. Basta perciò in tal caso considerare il moto di un solo punto e questo è per solito il centro di gravità del corpo.

Moto di rotazione. — Il moto dicesi di *rotazione* quando il corpo gira intorno ad una retta, la quale perciò dicesi *asse di rotazione.*

Quindi tutti i punti del corpo descrivono nello stesso tempo archi di circonferenza, che non sono uguali, ma sono proporzionali ai raggi, cioè alle distanze dall'asse.

Basterà dunque conoscere la velocità di un punto per conoscere la velocità di tutti gli altri punti.

Si prende come tipo della velocità di rotazione di un corpo, la velocità di un punto, che trovisi a distanza 1 dall'asse, e tale velocità si dice *velocità angolare.* Rappresentandola con ω, la velocità di un punto qualsiasi a distanza r dall'asse si otterrà dalla proporzione: $1 : r = \omega : v$, donde:

[16] $$v = r\omega.$$

Velocità angolari. — La velocità angolare, quando è uniforme, si può desumere dal numero dei giri che il corpo fa in 1″.

Sia n il numero di questi giri, ogni punto descriverà altrettante circonferenze, ed il punto a distanza 1 dall'asse percorrerà lo spazio $2\pi n$; e questo spazio rappresenterà anche la sua velocità, perchè percorso in 1″.

Dunque la velocità angolare sarà:

[17] $$\omega = 2\pi n.$$

Un corpo può avere contemporaneamente un moto di traslazione ed un moto di rotazione.

Forze che producono traslazione. — Un corpo, il cui centro di gravità cessa di essere sostenuto, cade, e con ciò acquista un moto di traslazione. Tutti i suoi punti descrivono infatti linee uguali e parallele, posseggono le medesime velocità, subiscono le medesime accelerazioni. Havvi dunque per ogni punto una forza, che lo sollecita, ed il complesso di tutte forma il *peso,* il quale è applicato al centro di gravità.

S'immagini ora un corpo in riposo, il quale, sotto l'impulso di una forza qualsiasi, si metta in moto. È evidente che il moto potrà assumere una grandissima varietà di forme, secondo il punto a cui sarà applicata la forza. Ma se il moto deve ridursi ad una semplice traslazione, sarà necessario che la forza possa suddividersi in tante parti quante sono le molecole del corpo, in modo che ognuna concepisca una medesima accelerazione; è necessario, in altri termini, che la forza possa suddividersi, appunto, come si suddivide il peso, si conclude adunque:

Affinchè un corpo libero assuma un semplice moto di traslazione, è necessario che la forza sia applicata al centro di gravità.

Forze che producono rotazione. — È facile persuadersi che, per produrre un moto di rotazione in un corpo, lasciandone in riposo il centro di gravità, è necessario applicare, in due punti diversi qualsiansi, due forze uguali, e dirette in senso contrario (non aventi però la stessa linea d'azione). Il complesso di queste due forze si dice *coppia,* e si dice *momento della coppia* il prodotto di una delle forze per la distanza delle rette, che ne rappresentano le direzioni.

Effetto di una forza eccentrica. — Consideriamo ora il caso di un corpo sollecitato da una forza in un punto diverso dal centro di gravità (Fig. 8).

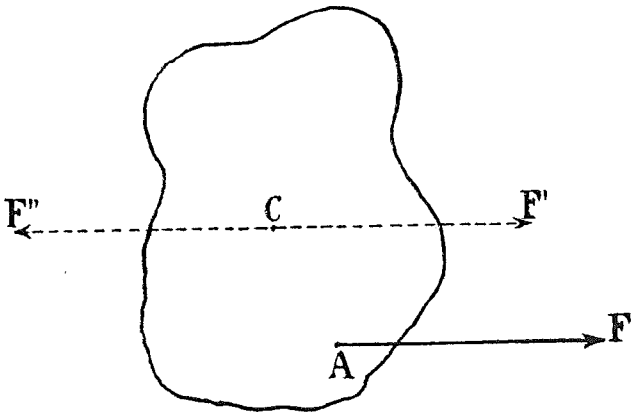


Fig. 8.

Sia C questo centro ed F la forza applicata in A. È evidente che non modificheremo affatto la condizione del corpo, se applicheremo in C due forze che si distruggano a vicenda. Una di queste forze aggiunte sia F′, uguale e parallela ad F; l'altra sia F″ uguale ed opposta ad F′: tanto varrà la forza F, quanto valgono le tre insieme F, F′, F″.

Ora la forza F′ applicata al centro produce una traslazione, mentre le forze F, F″ fanno una coppia che produce una rotazione. Onde si conclude:

Una forza eccentrica procede e tende a produrre contemporaneamente un moto di rotazione ed uno di traslazione; quest'ultimo moto è perfettamente uguale a quello che si otterrebbe dalla stessa forza direttamente applicata al centro di gravità.

Articolo II. — Definizioni ed elementi del tiro.

7. Definizioni relative al tiro (Fig. 9). — *Proietto* è un corpo pesante lanciato nello spazio.

La scienza del moto dei proietti si dice *balistica:* la balistica, applicata ai proietti delle bocche da fuoco, si distingue in *balistica interna* e *balistica esterna*, secondochè considera il movimento del proietto dentro o fuori della bocca da fuoco (1).

Traiettoria (Fig. 9), ORvSC: è la linea curva percorsa dal centro di gravità del proietto; l'*origine* della traiettoria, O, è il centro della bocca dell'arma al momento dello sparo.

Asse dell'arma, AO: è la retta, immaginaria, che unisce il centro del fondo dell'anima dell'arma col centro della bocca; cioè è l'asse del tubo interno che costituisce la cosiddetta *anima dell'arma*.

Linea di tiro, OB: è il prolungamento dell'asse dell'arma pronta per lo sparo, cioè il prolungamento dell'asse, AO, della superficie cilindrica che costituisce l'anima.

Piano di tiro: è il piano verticale passante per la linea di tiro.

Orizzonte dell'arma, OC: è il piano orizzontale passante per l'origine della traiettoria; la sua traccia sul piano di tiro è rappresentata della retta OC.

Velocità iniziale, V (2): è la velocità del proietto nell'origine della traiettoria (3).

Forza viva iniziale, $\frac{1}{2} mV^2$: è la forza viva del proietto (di massa m) all'origine della traiettoria (4).

Linea di proiezione, OV: è la direzione della velocità iniziale, cioè la tangente alla traiettoria nell'origine.

Piano di proiezione: è il piano verticale passante per la linea di proiezione.

In generale tale piano coincide con quello di tiro, talora fa con questo un piccolissimo angolo detto *deviazione iniziale* ρ_l.

Angolo di rilevamento, ρ: è l'angolo acuto, $\widehat{VOB}$, che la linea di proiezione fa colla linea di tiro, misurato nel piano di tiro; si considera positivo quando la linea di proiezione è al disopra di quella di tiro.

Angolo di tiro, i: è l'angolo acuto, $\widehat{BOC}$, che la linea di tiro fa coll'orizzonte (5); nella pratica del tiro, quest'angolo si chiama *angolo d'inclinazione* dell'arma.

Angolo di proiezione, φ: è l'angolo acuto, $\widehat{VOC}$, che la linea di proiezione fa coll'orizzonte.

---

(1) *Armi portatili* oppure *Artiglierie*.

(2) La lettera (V, ρ, i, φ....., ecc.) che precede ciascuna definizione è anche il simbolo col quale comunemente si usa rappresentare ciò che viene espresso dalla definizione stessa.

(3) Si esprime in metri al minuto secondo.

(4) Si esprime in *chilogrammetri*, kgm.; nelle Tavole di tiro si esprime in *dinamodi* (il dinamodo vale 1000 kg.).

(5) Come è spiegeto in seguito alla pag. 303.

L'angolo di proiezione è positivo quando la velocità iniziale è diretta al disopra dell'orizzonte dell'arma; differisce dall'angolo di tiro del valore, ρ, dell'angolo di rilevamento.

Punto di caduta, C: è il secondo punto in cui la traiettoria incontra l'orizzonte dell'arma; esiste solo quando l'angolo di proiezione è positivo.

Gittata. X: è la distanza, OC, del punto di caduta dall'origine.

Altezza di tiro, Y: è l'altezza, *vp*, sull'orizzonte dell'arma del punto, *v*, più elevato della traiettoria.

Vertice della traiettoria: è il punto, *v*, più elevato della traiettoria.

L'arco di traiettoria dall'origine al vertice si dice *ramo ascendente,* quello dal vertice verso il punto di caduta ed oltre si dice *ramo discendente.*

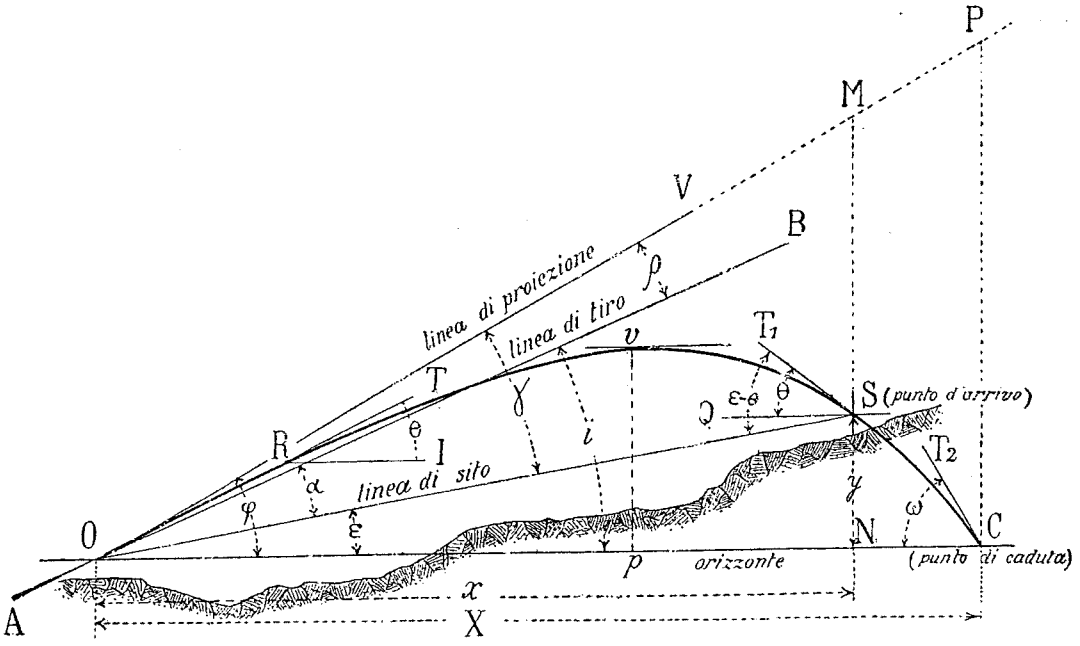


Fig. 9.

Abbassamento, corrispondente ad un dato punto della traiettoria: è la distanza verticale di un punto considerato, S, dalla linea di proiezione (segmento MS).

Abbassamento totale della traiettoria: è l'abbassamento corrispondente al punto di caduta (segmento PC).

Punto d'arrivo. S: è il punto in cui la traiettoria incontra il terreno: in generale è diverso dal punto di caduta.

Del punto d'arrivo, S, si considerano le coordinate (x. y) rispetto all'origine della traiettoria; l'*ascissa* $x = ON$ è misurata sull'orizzonte dell'arma, l'*ordinata* $y = NS$ è l'altezza del punto S sull'orizzonte stesso.

Scopo del tiro è quello di far coincidere il punto d'arrivo col *bersaglio* o *segno* che si vuole colpire.

Linea di sito, OS: è la retta, immaginaria, che congiunge l'origine della traiettoria col punto d'arrivo.

Angolo di sito. ε: è l'angolo acuto, $\widehat{SOC}$, che la linea di sito fa coll'orizzonte.

L'angolo di sito è positivo o negativo, secondo che il punto di arrivo si trova sopra o sotto l'orizzonte dell'arma.

Piano di sito: si chiama, impropriamente (1), il piano passante per la linea di sito e perpendicolare al piano di tiro.

Piano di direzione: è il piano verticale che passa per la linea di sito.

Angolo di direzione, β: è l'angolo che la linea di sito fa col piano di tiro.

Inclinazione in un punto della traiettoria, θ: è l'angolo acuto che la direzione della velocità nel punto della traiettoria considerato fa coll'orizzonte.

Perciò l'inclinazione della traiettoria coincide nell'origine coll'angolo di proiezione, è positiva e diminuisce ($\widehat{TRI}$) lungo il ramo ascendente, è nulla al vertice, è negativa e crescente in valore numerico ($\widehat{T_1SQ}$) al di là del vertice.

Angolo di caduta, ω: è il valore numerico dell'inclinazione della traiettoria nel punto di caduta ($\widehat{T_2CO}$).

Angolo di arrivo, $\omega_x = \varepsilon - \theta$: è l'angolo acuto, $\widehat{T_1SO}$, che la tangente alla traiettoria nel punto d'arrivo fa colla linea di sito (2).

Velocità d'arrivo, v: è la velocità nel punto d'arrivo (3).

Velocità di caduta, U: è la velocità nel punto di caduta (3).

Durata, T: è il tempo che il proietto impiega per passare dall'origine al punto di caduta (4).

Elevazione, α: è l'angolo acuto, $\widehat{BOS}$, fatto dalla linea di tiro colla linea di sito.

Inclinazione dell'arma, i: è l'angolo di tiro, $\widehat{BOC}$.

Siccome l'angolo di direzione, β, è sempre piccolo, se si proietta la linea di sito sul piano di tiro, questa proiezione fa coll'orizzonte un angolo che differisce di una quantità trascurabile dall'angolo di sito, ε; quindi: $\alpha + \varepsilon$ rappresenta l'*inclinazione* della bocca da fuoco, che alcuni esprimono colla lettera i; quindi: $i = \alpha + \varepsilon$.

Angolo di partenza, γ: è l'angolo, $\widehat{VOS} = \varphi - \varepsilon$, che la linea di proiezione fa colla linea di sito.

— Relazioni che risultano dalle definizioni. — Dalle definizioni ora dette risulta:

1° L'angolo di proiezione è dato dalla relazione:

[1] $$\varphi = \alpha + \varepsilon + \rho.$$

2° L'elevazione aumentata dell'angolo di rilevamento è uguale all'angolo di partenza:

[2] $$\alpha + \rho = \varphi - \varepsilon = \gamma.$$

3° L'elevazione è data dalla relazione:

[3] $$\alpha = \varphi - \varepsilon - \rho.$$

4° L'inclinazione è data dalla relazione:

[4] $$i = \alpha + \varepsilon.$$

---

(1) A rigore i punti che, rispetto alla bocca da fuoco, hanno uguale angolo di sito, giacciono su di una superficie conica; perciò si dovrebbe sempre considerare tale superficie in luogo del piano di sito.

(2) Inoltre si ricordi che θ nel ramo discendente è negativo.

(3) Si esprime in metri al minuto secondo.

(4) Si esprime in minuti secondi.

5° Poichè le Tavole di tiro ordinarie sono fatte ritenendo il segno sull'orizzonte del pezzo, cioè $\varepsilon = 0$, in esse i dati di tiro presentano le relazioni:

[5] $$\alpha = i = \varphi - \rho.$$

— Mediante le formole della balistica razionale si calcola l'angolo di proiezione, φ; mediante esperienze si determina l'angolo di rilevamento, ρ; quindi l'elevazione, α, risulta determinata.

Colle armi portatili l'elevazione, α, è data dall'alzo oppure si ricava dalla Tavola di tiro in corrispondenza alla distanza del bersaglio; l'angolo di sito, ε, viene assunto dall'arma pel fatto stesso che si dirige la linea di mira al bersaglio, oppure si misura, perciò la [4] risulta determinata; l'angolo di rilevamento, ρ, è assunto dal proietto automaticamente all'atto dello sparo (1), quindi in pratica, data all'arma l'inclinazione, i, all'atto dello sparo la traiettoria assume l'angolo di proiezione, φ.

8. Definizioni relative al puntamento. — Vedi in seguito Capitolo II.

9. Movimento del proietto nell'interno dell'arma. Energia della carica e del proietto. Rendimento della carica e dell'arma. — Il moto del proietto nell'interno dell'arma è studiato dalla balistica interna, la quale determina la

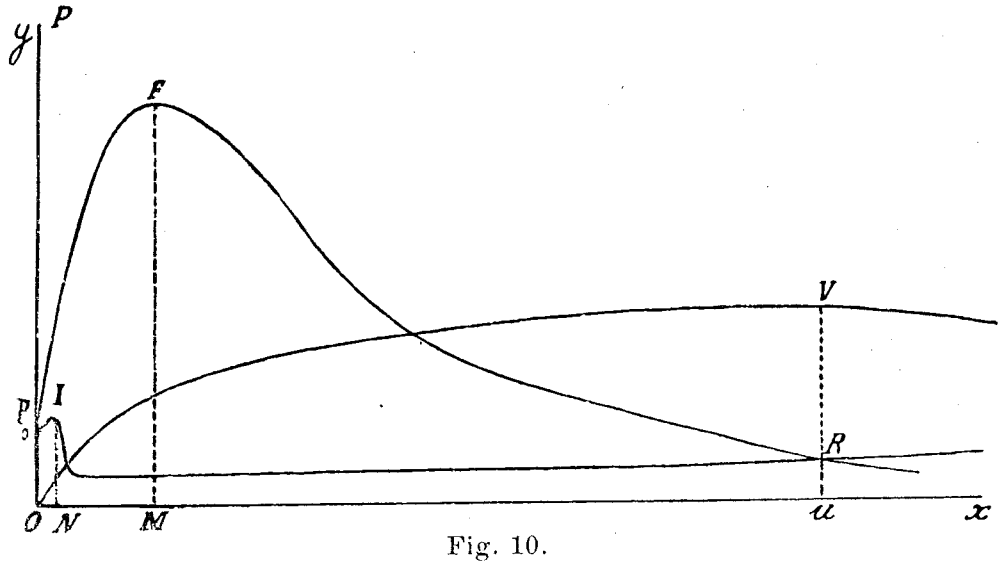


Fig. 10.

O. Origine del moto del proietto (centro del fondello). - MF. Rappresenta la pressione ordinaria massima (forza dilaniatrice). - NI. Rappresenta la massima resistenza dovuta all'intaglio e compressione dell'incamiciatura. - OP_0FR. Rappresenta il diagramma delle pressioni unitarie interne (simile a quello delle accelerazioni del proietto). - OP_0IR. Rappresenta il diagramma delle resistenze unitarie incontrate dal proietto (simile a quello delle ritardazioni). - OV. Rappresenta il diagramma delle velocità assunte dal proietto. - u. Rappresenta il limite teorico della lunghezza dell'anima.

legge di combustione della carica ed i valori: della pressione massima dei gas, della velocità iniziale del proietto, della velocità di rotazione del proietto, della pressione fra le righe dell'anima e le parti conduttrici (corona di forzamento od incamiciatura) del proietto, della resistenza che il proietto incontra nell'intaglio e nel forzamento delle parti conduttrici entro la parte rigata dell'anima.

---

(1) Il valore di ρ è sempre piccolo ed è costante per una stessa carica, stesso proietto, stesso affusto.

La combustione della carica si effettua in un tempo molto piccolo (sempre molto inferiore ad un centesimo di minuto secondo).

I gas che si sviluppano lavorano dapprima per superare l'inerzia ed il forzamento del proietto, lo sforzo d'intaglio delle parti conduttrici, indi lavorano per comunicare energia al proietto e vincere le resistenze delle righe e dell'aria che si oppongono al moto.

Il proietto avanza verso la bocca dell'arma con moto rapidamente accelerato, lasciando dietro di sè uno spazio sempre crescente, nel quale i gas della combustione della carica possono espandersi; nei primi istanti del moto lo sviluppo dei gas è grande, quindi la pressione nell'interno dell'arma cresce rapidamente col crescere della produzione e, conseguentemente, della densità dei gas fino a raggiungere un massimo, ma l'accelerazione del proietto segue la stessa legge della pressione, perciò il proietto assume una grande velocità e determina incrementi sempre maggiori di spazio per i gas, mentre la carica, consumandosi fino ad esaurirsi, ne produce quantità sempre minori; ne consegue che la densità dei gas e quindi la pressione interna diminuisce mentre il proietto, fino al momento in cui abbandona la bocca dell'arma, assume continui incrementi di velocità (1).

Energia iniziale del proietto. — L'energia iniziale del proietto, cioè quella che il proietto ha acquistato durante tutto il percorso nell'anima, può raggiungere il 35 % circa dell'energia sviluppata dai prodotti della combustione della carica (2); del rimanente 65 % una piccola parte compie altri lavori secondari, il cui valore è sempre piccolo rispetto al lavoro utile principale, e la maggior parte si perde coi gas proiettati oltre la bocca dell'arma ancora ad elevatissima temperatura.

Le perdite nei lavori secondari raggiungono circa il 4 % e sono dovute:

a) alla forza viva di rinculo comunicata all'arma;

b) alla forza viva comunicata ai prodotti della combustione;

c) al lavoro della resistenza all'intaglio della corona o dell'incamiciatura;

d) al lavoro della resistenza delle righe: cioè al lavoro dell'attrito fra le righe e corona, ed al lavoro equivalente alla forza viva di rotazione del proietto;

e) al lavoro della resistenza al forzamento del proietto;

f) al lavoro della resistenza dell'aria nell'interno dell'anima;

---

(1) Effettivamente in pratica, specialmente per le artiglierie, la vena fluida dei gas alla bocca dell'arma è molto potente e prolunga la sua azione sull'arma e sul fondello del proietto per un tratto oltre la bocca, perciò il valore della velocità alla bocca non è il massimo.

Vi sono strumenti che permettono di determinare l'uno e l'altro valore ottenuto per V coi metodi svolti dalla balistica esterna.

Se immaginiamo l'anima lunghissima, il proietto giunge al punto in cui l'accelerazione è uguale alla ritardazione generata dalle resistenze dovute agli attriti ed all'aria; questo punto stabilisce il *limite teorico della lunghezza dell'anima.* Tale lunghezza teorica dell'anima di un'arma è grande; la lunghezza pratica risulta piccola, poichè è subordinata a condizioni d'impiego e di maneggevolezza (Vedi Parte I, Capitolo III). Per i fucili moderni la lunghezza pratica dell'anima varia da 100 a 120 calibri, per i cannoni da 30 a 50 calibri.

(2) *Nel fucile italiano Mod. 91* l'energia iniziale del proietto è il 20 % circa; con 15 calibri di maggiore lunghezza d'anima si otterrebbe il 25 % circa.

g) al lavoro dovuto alle deformazioni elastiche ed alle vibrazioni che l'arma subisce per effetto della pressione dei gas;

h) al lavoro equivalente alla quantità di calore trasmessa alle pareti dell'anima e al proietto.

Le resistenze dell'aria, delle righe, all'intaglio ed al forzamento non producono solamente delle perdite di energia disponibile, come gli altri lavori suddetti, ma si oppongono effettivamente al moto del proietto, quindi esercitano direttamente una influenza sensibile sulla legge del movimento dando luogo ad un aumento della pressione interna e perciò ad un incremento della velocità del proietto, quindi una parte dell'energia per esse perduta viene compensata.

— Si dice *pressione media* quella pressione costante che agendo sul proietto durante l'intero percorso nell'anima, gli comunicherebbe la velocità V che esso assume realmente alla bocca sotto l'azione della pressione variabile a cui è soggetto nell'arma.

Nello studio delle armi la considerazione della pressione media può risultare utile determinandone il rapporto rispetto alla pressione massima.

Per ottenere elevate velocità iniziali la pressione massima dev'essere grande, perciò oggidì si costruiscono armi da fuoco portatili in cui essa raggiunge 3000 atmosfere (1) nel tiro ordinario e 4000 atmosfere nei tiri di collaudo della canna (2).

La durata in servizio dell'arma dipende principalmente dalla precisione che l'arma stessa mantiene non ostante l'uso nel tiro, e, dato che tale durata dev'essere la maggiore possibile, costituisce il principale ostacolo all'aumento della pressione massima, poichè mentre con gli acciai speciali non s'incontrano serie difficoltà alla costruzione di armi che resistano elasticamente a pressioni molto elevate, la temperatura dei gas a queste pressioni è così grande che, per azione meccanica e chimica, deteriorano rapidamente l'arma.

Per esempio: la durata media della canna di acciaio, al 0,75 % di carbonio, del fucile italiano Mod. 91 con: carica gr. 2,28 di solenite, peso della pallottola gr. 10,45, pressione massima 3200 atmosfere, pressione minima 2700 atmosfere, V = 700 m., è di 4000 colpi (3), indi vi è notevole logoramento, ma talora può servire fino a 10.000 colpi (4).

---

(1) Si ricordi che la pressione di 1 atmosfera equivale a kg. 1,033 per cm^2.

(2) Si esamini la Tabella *Dati principali dei fucili odierni di alcuni eserciti.*

(3) Colle canne di acciaio speciale al volframio non si verifica logoramento sensibile fino a 12.000 colpi.

(4) Anche la celerità di tiro eccessiva, causando un grandissimo riscaldamento della canna, diminuisce la durata in servizio della canna; si considerino ad esempio gli specchi dati dal Regolamento di esercizi per le sezioni di mitragliatrici di fanteria.

Quando la canna ha sparato:

Colpi N.	0	1000	2000	3000	4000 (*)
La velocità iniziale risulta di metri	700	680	660	640	620

Diminuzioni di gittata dovute alla diminuita velocità iniziale:

Come dato per una correzione approssimata, la sola possibile con l'alzo che dà

(*) L'anima apparisce come smerigliata, la rigatura, specialmente all'inizio, è quasi scomparsa.

RENDIMENTO DELLA CARICA E DELL'ARMA. — Il rapporto dell'energia iniziale del proietto espressa in chilogrammetri (kgm.) al peso della carica espresso in chilogrammi (kg.) dicesi *rendimento della carica;* questo coefficiente esprime l'effetto utile dell'unità di peso della carica nell'arma considerata.

$$\textit{Rendimento della carica} = \frac{mV^2}{2\omega} = \frac{p.V^2}{2g.\omega} = R \text{ (1)}.$$

Questo rendimento a parità delle altre condizioni (caratteristiche dell'esplosivo, densità di caricamento, proietto) cresce col crescere della pressione massima ed a parità di pressione massima cresce col crescere dello spazio percorso dal proietto (lunghezza d'anima).

Nelle armi da fuoco portatili ben studiate questo rendimento può giungere a 120 dinamodi (2) per kg. di carica (3).

Se si considerasse il rapporto $\frac{R}{E.Q}$ (4), si avrebbe un coefficiente che rappresenta il rapporto dell'energia iniziale del proietto (energia utile) alla energia totale della carica (energia spesa) cioè *il coefficiente di effetto utile della carica nell'arma* considerata come una macchina termica (5); questo coefficiente serve per paragonare fra di loro esplosivi diversi impiegati nella stessa arma (6).

— Il rapporto dell'energia iniziale del proietto al peso dell'arma dicesi *rendimento dell'arma;* questo rapporto, $\frac{p.V^2}{2g.P}$, è il numero dei kgm. di potenza utile ottenuta per ogni kg. di peso dell'arma.

I termini di questo rapporto dipendono dallo studio e dall'applicazione di molteplici considerazioni quali, p. es.: metallo, costruzione, tipo del-

---

variazioni di 50 m. di gittata, può ammettersi che, al disotto dei 1500 metri, una canna di mitragliatrice:

Dopo 1000 colpi tiri a 30 m. meno della distanza d'alzo.
» 2000 » » 50 » » » » »
» 3000 » » 75 » » » » »
» 4000 » » 100 » » » » »

(1) Nel fucile italiano Modello 1891 la forza viva iniziale è di kgm. 261 e risulta: R = 114 dinamodi.

(2) Il dinamodo rappresenta 1000 kgm.

(3) Nelle artiglierie si può giungere al valore R = 180.

(4) Se

E = 425 kgm. (equivalente dinamico del calore)
Q = numero di calorie sviluppate da 1 kg. di esplosivo

si ha:

$$\frac{\frac{1}{2}mV^2}{\omega.E.Q} = \frac{R}{E.Q}$$

Il prodotto E . Q è detto *potenziale dell'esplosivo.*

Per la balistite Q = 1318 e risulta E . Q = 560.000 kgm. (560 dinamodi).

Per la polvere nera Q = 637 e risulta E . Q = 270.000 kgm. (270 dinamodi).

(5) A. WITZ, *Moteur a gaz,* 1910: L'arma da fuoco dà un coefficiente di effetto utile della carica superiore a quello dei migliori motori termici. Per esempio: attualmente il motore Diesel 100 HP dà 0,31, mentre gli ultimi tipi di cannoni del calibro 254 mm. e 305 mm. hanno superato 0,35.

(6) Questo coefficiente, come si è già detto, nel fucile italiano Mod. 91 risulta 0,20 circa.

l'arma, specie e peso del proietto, specie e peso della carica, densità di caricamento, pressione dei gas, ecc., perciò rappresenta effettivamente il concetto del rendimento di un'arma e può praticamente essere considerato come coefficiente di confronto fra armi diverse (1).

I progressi nelle armi e negli esplosivi hanno fatto crescere questo coefficiente; p. es., se stabiliamo che 100 rappresenti il rendimento della migliore arma a polvere ordinaria, quello delle odierne armi a polvere infume risulta circa 125.

10. Movimento del proietto all'esterno dell'arma. — Il movimento del centro di gravità del proietto fuori dell'arma dovrebbe avvenire lungo la linea di proiezione e con velocità costante se non esistessero delle cause che continuamente modificano la direzione e la velocità del moto: queste cause sono: il *peso del proietto* e la *resistenza del mezzo;* quest'ultima ha valore prevalente.

Il peso tende ad abbassare il centro di gravità dalla linea di proiezione, la resistenza del mezzo rallenta il movimento del centro di gravità.

11. Elementi che determinano la forma della traiettoria. — La forma della traiettoria dipende dai seguenti elementi:

a) forza viva iniziale (2);
b) angolo di proiezione;
c) peso del proietto (3);
d) resistenza dell'aria (4).

a) *Forza viva iniziale.* — Sappiamo come essa sia quella parte della energia sviluppata dai gas della carica trasmessa al proietto, il quale perciò si anima di una velocità iniziale tanto maggiore quanto più intensa è l'azione propulsiva dei gas.

A parità degli altri elementi della traiettoria: quanto maggiore è la velocità impressa ad un dato proietto, tanto maggiore risulta la gittata, e perciò diversa la forma della traiettoria.

L'espressione della forza viva di proiezione per un proietto di massa, m, animato da una velocità iniziale di V metri è: $\frac{1}{2} m V^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{p}{g} V^2$

ove $p =$ peso del proietto in kg.;
$g =$ valore della gravità in metri;

risulta da ciò che, per un dato proietto, la forza viva iniziale e quindi la forma della traiettoria varia col variare di V.

b) *Angolo di proiezione.* — Per $\varphi = 0°$, la linea di proiezione è orizzontale, quindi la gittata è nulla; per $\varphi = 90°$, la linea di proiezione è verticale, il proietto lanciato verticalmente ricade verticalmente, quindi la gittata è

---

(1) *Per il fucile italiano Mod. 91* che, senza sciabola-baionetta, pesa kg. 3,9 (gr. 2,28 di solenite; $p =$ gr. 10,45, V = m. 700), il coefficiente di *rendimento dell'arma* è 68. *Per il fucile italiano Mod. 1870 e 1870-87* che, senza sciabola-baionetta, pesa kg. 4,38, impiegando la cartuccia a polvere ordinaria (gr. 4,15 di polvere nera; $p =$ gr. 25,6; V = m. 435) il cofficiente di *rendimento dell'arma* è 56.

(2) E quindi dalla *velocità iniziale.*

(3) E quindi dalla *gravità.*

(4) E quindi dalla *ritardazione.*

nulla; per φ variabile da 0° a 90° la gittata cresce fino ad un certo limite, indi decresce fino a ritornare nulla.

Da ciò risulta evidente che, mantenendo costanti gli altri elementi della traiettoria, l'angolo di proiezione è un elemento essenziale nel determinare le variazioni di forma della traiettoria.

c) *Peso.* — Il peso è la forza che, per le leggi di attrazione universale fra le masse, attrae i corpi al centro della terra, con moto che, nei limiti ordinari di caduta dei corpi stessi, si può ritenere uniformemente accelerato: lo spazio percorso nella caduta durante un tempo, t, è perciò: $S = \frac{1}{2} gt^2$, con accelerazione, g (1), con velocità di caduta: $v = gt$.

Questa accelerazione nella caduta libera dei corpi dicesi *gravità*.

Poichè il proietto durante il tempo, t, subisce l'abbassamento, $\frac{1}{2} gt^2$, dovuto al peso, risulta che la gravità ha influenza sulla forma della traiettoria e che questa forma varia col variare del valore della gravità.

Esperienze lungamente controllate hanno determinato che la gravità varia da luogo a luogo col variare della *latitudine* e dell'*altitudine* del luogo; così a Roma si è trovato che lo spazio percorso da un grave in 1″ è di metri 4,9015, perciò l'accelerazione è di metri 9,803.

Per il calcolo delle nostre Tavole di tiro si ritiene che il valore della gravità (2) *sia:* $g =$ m. 9,805.

d) *Resistenza dell'aria.* — Il proietto nel muoversi sposta un gran numero di molecole d'aria e precisamente ne vince la coesione molecolare e l'inerzia, imprimendo loro una certa forza viva, perciò il proietto perde equivalenti valori di energia ed il moto diminuisce di velocità.

Lo spostamento delle molecole dell'aria origina dunque una forza ritardatrice: tale forza è detta *resistenza dell'aria* (3).

Quanto maggiore è la resistenza dell'aria, tanto maggiore è la diminuzione di velocità del proietto, quindi in tempi uguali saranno percorsi spazi minori, mentre i corrispondenti abbassamenti, dovuti alla gravità, rimarranno gli stessi, perciò la traiettoria avrà una forma diversa ed incontrerà l'orizzonte dell'arma a minor distanza dall'origine.

12. Resistenza dell'aria. — Newton (4) fu il primo a studiare la resistenza dell'aria al moto vario dei corpi: *egli ammise l'ipotesi:*

« *che la resistenza sia dovuta al fatto che le molecole aeree urtate dal corpo in moto, per inerzia, ricevano, in direzione perpendicolare all'elemento di superficie urtante, una velocità uguale a quella dell'elemento stesso stimata secondo la perpendicolare e quindi cessino di agire sul proietto* (Fig. 2) (5).

---

(1) Incremento costante di velocità nell'unità di tempo.

(2) Il peso potremo considerarlo come una forza costante tanto nella intensità quanto nella direzione, e ciò a causa della piccolezza delle altezze di tiro e delle gittate in confronto del raggio terrestre.

(3) In un mezzo molto fluido, qual'è l'aria, si ritiene che la parte di resistenza dovuta alla coesione molecolare sia piccolissima ed indipendente dalla velocità del proietto, perciò non si considera; invece, per l'ipotesi di Newton, si considera solamente l'inerzia che le molecole presentano al moto.

(4) Newton visse dal 1642 al 1727.

(5) Nella Fig. 2 sia ω l'area di un elemento piano PQ della superficie di un pro-

13. Resistenza diretta dell'aria. — La resistenza dell'aria si dice *diretta* quando si può ridurre ad un'unica forza applicata al centro di gravità del corpo e direttamente opposta al movimento; tale è, per esempio:

1° quando il proiettile è sferico;

2° quando il proiettile è oblungo, ma muove nella direzione del proprio asse.

---

ietto, v la velocità di questo, β l'angolo acuto NOV che la perpendicolare ON all'elemento ω fa colla direzione OV della velocità.

Durante un tempo piccolissimo, t, possiamo ritenere che il moto sia uniforme, perciò il proietto e tutti i punti dell'elemento superficiale ω percorrono uno spazio $= OO' = vt$, urtando e spostando una massa d'aria uguale a quella contenuta nel prisma PQQ'P' avente per base ω e per altezza la proiezione OO'' di OO' sulla perpendicolare ON (*).

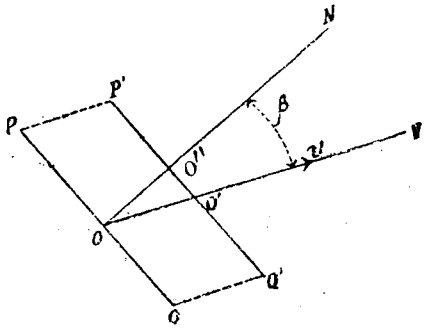


Fig. 11.

Dunque se Δ è il peso specifico dell'aria (**), g la gravità, la massa d'aria urtata è:

$$[6] \qquad \frac{\Delta}{g}\,\omega \,.\, vt \cos\beta$$

la velocità dell'elemento ω secondo la perpendicolare è $v\cos\beta$, quindi la forza viva acquistata dallo strato d'aria spostata è:

$$\frac{1}{2}\,\frac{\Delta}{g}\,\omega \,.\, vt\cos\beta\,(v\cos\beta)^2 = \frac{\Delta}{2g}\,\omega\, t\,(v\cos\beta)^3.$$

Se si indica con ρ una forza diretta secondo la perpendicolare all'elemento ω, che eserciti un'azione equivalente al complesso delle azioni dell'aria, questa forza, ρ, rappresenta la resistenza dell'aria; essa è determinata dalla condizione che (***) il lavoro resistente $\rho \,.\, OO'$, ossia $\rho \,.\, vt\cos\beta$, sia ugnale alla forza viva acquistata dall'aria, cioè:

$$\rho \,.\, vt\cos\beta = \frac{\Delta}{2g}\,\omega\, t\,(v\cos\beta)^3$$

$$[7] \qquad \rho = \Delta \,.\, \omega \,.\, \frac{v^2\cos^2\beta}{2g}$$

questa relazione esprime la *legge di Newton:*

« *La resistenza dell'aria è proporzionale al quadrato della velocità* ».

Se invece di considerare una superficie piana si considera una superficie curva, la resistenza dell'aria si calcola decomponendo la superficie curva in elementi piccolissimi, in modo da poterli ritenere piani, e determinando la risultante delle resistenze elementari anzidette in tutti gli elementi, allora l'angolo β varia da elemento ad elemento ma si può considerare il valore medio $(\cos^2\beta)m$ della funzione $\cos^2\beta$ e ritenere che rappresenti il *coefficiente di forma*, i, del proietto, e perciò giungere alla formola:

$$[8] \qquad \rho = \frac{\Delta}{g}\,a^2 \,.\, i \,.\, v^2$$

LEGGI DELLA RESISTENZA DIRETTA DELL'ARIA SECONDO L'IPOTESI DI NEWTON.

Ammessa l'ipotesi di Newton, risulta (****) che:

La resistenza, ρ, sopra un proietto oblungo che si muove in direzione del proprio asse è proporzionale:

1° *alla densità dell'aria:* $\quad -\frac{\Delta}{g}-$;

2° *al quadrato del calibro, a:* $\quad -a^2-$;

(*) Con ciò si viene implicitamente a ritenere che l'aria sia un fluido incompressibile, quindi la ipotesi di Newton è tanto più errata quanto maggiore è la velocità del moto.

(**) Cioè il peso di un metro cubo d'aria [Vedi seguente N. 16 *a*)].

(***) Ricordiamo che: Nel moto di un punto materiale, il lavoro compiuto da una forza è dato dal prodotto dell'intensità della forza per lo spazio percorso dal punto misurato nella direzione del moto.

(****) Dalla formola [8].

14. Leggi sperimentali della resistenza diretta. — 1° Per un dato proietto che si muove con una data velocità:

La resistenza è proporzionale alla densità dell'aria (1).

2° Per proietti di ugual forma, ma di calibro diverso, che si muovono in un mezzo di data densità:

La resistenza è proporzionale all'area della sezione trasversale, cioè *al quadrato del calibro.*

3° Per proietti di ugual peso ed uguale calibro, ma di forma esterna diversa:

La resistenza è proporzionale ad un coefficiente, i, detto *coefficiente di forma,* il cui valore è indipendente dalla densità dell'aria e dalla velocità del proietto.

4° Per un dato proietto e una determinata densità dell'aria:

La resistenza è proporzionale ad una funzione, $\varphi(v)$, della velocità del proietto.

Di queste leggi, dedotte sperimentalmente, le tre prime sono conformi alla teoria di Newton, la quarta è diversa poichè la funzione, $\varphi(v)$, non è espressa da $\varphi(v) = kv^2$ e risulta che anche nel caso di piccole velocità ritenendo $\varphi(v) = kv^2$ il valore di ρ dev'essere corretto (2).

Riassumendo in una formola le anzidette leggi, si ha (3) che:

La resistenza dell'aria è espressa da:

$$[9] \qquad \rho = k_1 \frac{\Delta}{g} . k_2 i . k_3 a^2 . \varphi(v),$$

ove si ritiene $\varphi(v) = k_4 v^2$ solamente quando v è minore di 240 metri.

15. Ritardazione. — Nei problemi di balistica, in luogo della resistenza dell'aria, ρ, conviene di considerare *la resistenza riferita all'unità di massa del proietto;* tale resistenza è detta *ritardazione* e si esprime con $f(v)$.

$$[10] \qquad f(v) = \frac{\Delta . i}{C} . \Phi(v).$$

La ritardazione si può anche definire: *è l'accelerazione negativa del moto del proietto dovuta alla resistenza dell'aria.*

Risulta che:

a) la ritardazione è molto grande nel caso di proietto piccolo animato da grande velocità (4) ed allora influisce notevolmente sul movimento del

---

3° *ad uno speciale coefficiente dipendente solamente dalla forma del proietto:* $— i —$;
4° *al quadrato della velocità, v:* $— v^2 —$.

Le esperienze dimostrano che la formola di Newton [8] rappresenta la resistenza dell'aria solo per piccoli valori della velocità dei corpi (*), perciò per i valori che si hanno in pratica e soprattutto per quelli del moto dei proietti è stato necessario di esprimere le formole della resistenza dell'aria mediante funzioni ricavate sperimentalmente.

(1) E perciò anche alla densità balistica dell'aria (Vedi seguente N. 17).

(2) In balistica, allorquando la velocità iniziale è inferiore a 240 metri, si ritiene la resistenza proporzionale al quadrato della velocità durante tutta la traiettoria.

(3) Indicando con k_1, k_2, k_3, i diversi coefficienti di proporzionalità.

(4) Quale è quello delle armi portatili.

(*) Vedi precedente pag. 310 (*).

proietto; in tal caso se ne riduce di molto il valore dando all'ogiva un profilo allungato (1), ed aumentando la lunghezza del proietto e la densità (2);

b) per grossi proietti e piccole velocità la ritardazione ha piccolo valore, quindi anche le variazioni che essa subisce per la forma e peso del proietto sono piccole e tali da influire poco sul moto del proietto.

Dalla meccanica si sa che la forza è uguale alla massa moltiplicata per l'accelerazione del moto che tale forza produce, quindi se ρ è la forza ed m è la massa, si avrà: $\rho = m \cdot f(v)$ perciò: $f(v) = \frac{\rho}{m} =$ accelerazione.

L'accelerazione si esprime in metri al minuto secondo.

Poichè $m = \frac{p}{g}$ è la massa del proietto (3), si ha: $f(v) = \frac{\rho}{m} = \rho \frac{g}{p}$

e ponendo al posto di ρ il valore [10], risulta: $f(v) = k_1 \frac{\Delta}{g} \cdot k^2 i \cdot k_3 a^2 g \frac{1}{p} \varphi(v)$

moltiplicando e dividendo per 1000, si ottiene:

$$f(v) = k_1 \Delta \cdot k_2 i \cdot \frac{k_3}{1000} \cdot \frac{1000 \cdot a^2}{p} \cdot \varphi(v).$$

Se in questa formola si introducono i fattori:

$$C = \frac{p}{1000 \cdot a^2} \qquad \Phi(v) = k_1 \cdot k_2 \frac{k_3}{1000} \cdot \varphi(v)$$

la ritardazione risulta espressa dall'equazione:

[11] $$f(v) = \frac{\Delta \cdot i}{C} \cdot \Phi(v).$$

Il fattore $C = \frac{p}{1000\ a^2}$, ove p è il peso del proietto espresso in kg. ed a è il calibro del proietto espresso in metri, dicesi *coefficiente balistico* (4).

— *Esaminiamo particolarmente le cause ed il valore delle variazioni dei diversi fattori della ritardazione:*

16. *a*) **Densità dell'aria.** — Dalla fisica ricordiamo: *Il peso specifico* di un fluido è il peso del fluido contenuto nell'unità di volume.

Si dice *peso specifico dell'aria* il peso di un metro cubo d'aria. Il peso specifico dell'aria varia col variare della pressione atmosferica, della temperatura e dello stato igrometrico.

Il *peso specifico dell'aria secca* (5), quando la pressione barometrica è di 760 mm. e la temperatura centesimale 0°, risulta:

[12] $$\Delta_0 = \text{kg. } 1{,}293$$

questo valore si considera spesso nello studio della fisica.

---

(1) Così si diminuisce il coefficiente di forma.

(2) Così si aumenta il coefficiente balistico; poichè il peso di un proietto, a parità di calibro, cresce col crescere della lunghezza del proietto e della densità del metallo che lo costituisce.

(3) Dove g è una costante, perchè tale si può ritenere lungo la traiettoria.

(4) Vedi seguente N. 18 *b*).

(5) Cioè dell'aria priva del pulviscolo atmosferico, del vapore acqueo e dell'anidride carbonica che generalmente contiene.

Se l'aria non è secca (1), se la pressione barometrica è B $\gtrless$ 760 mm. (2), se la temperatura è $t \gtrless 0°$ (3), il peso di 1 m³ d'aria è anche funzione di un coefficiente s, detto *stato igrometrico dell'aria* (4).

Nelle ordinarie applicazioni balistiche (5) lo stato dell'aria al momento dell'esperienza si deve logicamente riferire a quello costante corrispondente a condizioni medie di pressione, di temperatura e di stato igrometrico; quindi occorre di conoscere il peso medio, Δ_m, di un metro cubo d'aria.

Presso di noi si considera come stato medio dell'aria quello corrispondente alla pressione barometrica di 750 mm., alla temperatura di 15°, allo stato igrometrico 0,5; sicchè il *peso specifico medio dell'aria* risulta:

[13] $$\Delta_m = \text{kg. } 1{,}206.$$

La *densità* o *massa specifica* di un fluido è il rapporto tra il peso specifico del fluido e l'accelerazione dovuta alla gravità locale, od in altri termini: *la densità è la massa dell'unità di volume*, quindi:

— *La densità dell'aria* è espressa dal valore: $\frac{\Delta}{g}$.

La densità relativa dell'aria è il rapporto fra la densità al momento dell'esperienza e la densità in condizioni prestabilite; ne risulta che:

La densità relativa dell'aria in fisica è data dal rapporto $\frac{\Delta}{\Delta_0}$.

17. Densità balistica dell'aria. — In balistica si definisce *densità balistica dell'aria* o semplicemente, ma impropriamente (6), *densità dell'aria* il valore, δ, del rapporto del peso specifico, Δ, dell'aria al momento dell'esperienza al peso specifico medio, Δ_m, cioè:

[14] $$\delta = \frac{\Delta}{\Delta_m}$$

e poichè $$\Delta_m = 1{,}206$$

[15] $$\Delta = 1{,}206\ \delta.$$

La formola [14] dimostra che:

La densità balistica dell'aria varia col variare della pressione, della temperatura e dello stato igrometrico.

Risulta $\delta = 1$ quando B = 750 mm., $t = 15°$, $s = 0{,}5$.

Saint-Robert determinò (7) che per altitudini non superiori a metri 4000 la densità balistica dell'aria diminuisce quasi proporzionalmente all'aumento di altitudine.

---

(1) Per la legge di Dalton sui miscugli di gas e vapore.

(2) Per la legge di Boyle o di Mariotte.

(3) Per la legge di Gay-Lussac.

(4) Dicesi *stato igrometrico dell'aria* il rapporto fra la tensione, f, del vapore acqueo che un m³ d'aria contiene e la tensione massima, F, che tale vapore può acquistare alla temperatura, t.

(5) Per esempio: determinazione delle Tavole di tiro.

(6) Impropriamente perchè è una densità relativa, che risulta dal rapporto di due pesi specifici, rapporto che è uguale a quello delle corrispondenti densità.

(7) Bianchi, *Balistica esterna*, Tavole numeriche, Tav. IV.

18. *b*) **Coefficiente balistico.** — Nel valore [10] della ritardazione si è espressa l'influenza del calibro e del peso del proietto introducendo il fattore:

$$[16] \qquad C = \frac{p}{1000\,a^2}$$

detto *coefficiente balistico del proietto* (1).

Dalla formola [10] si rileva che:

La ritardazione diminuisce col crescere del coefficiente balistico, cioè col crescere del peso e col diminuire del calibro del proietto.

Per un determinato calibro conviene dunque di aumentare fino al limite possibile il peso del proietto e perciò la densità del metallo e l'altezza del proietto stesso; ed in generale si può dire che la maggior lunghezza del proietto e la maggior altezza dell'ogiva, espresse in rapporto al calibro, aumentano il valore del coefficiente balistico.

Vi sono tavole numeriche che dànno il valore di C per i proietti esistenti in servizio (2).

19. Densità trasversale del proietto. — Talvolta invece del coefficiente balistico si considera la *densità trasversale del proietto,* cioè il rapporto del peso espresso in kg. all'area della sezione retta espressa in m^2:

$$[17] \qquad d = \frac{4\,p}{\pi\,a^2}$$

e per la [16] si ha:

$$[18] \qquad d = \frac{4000\,C}{\pi} = 1247\,C \text{ chilogr. per } m^2;$$

cioè $d = 0{,}1247\,C$ chilogrammi per cm^2 esprime la relazione fra il coefficiente balistico e la densità trasversale.

20. *c*) **Coefficiente di forma.** — L'influenza molto sensibile della forma dell'ogiva sul valore della resistenza dell'aria (3) e la corrispondente variazione,

---

(1) Vedi la definizione alla fine del precedente N. 15.

(2) Risulta:

Pallottola Mod. 1890	—	Calibro	10,35	mm. $C = 0{,}149$
» » 1891	—	»	6,5	» $C = 0{,}247$
Pallette da srhapnel	—	»	16,0	» $C = 0{,}090$
» »	—	»	12,0	» $C = 0{,}070$
Granata da 75-906	—	Peso	6,300	kg. $C = 1{,}144$
» » 149 A	—	»	42,200	» $C = 1{,}944$
Palla da 149 A	—	»	39,140	» $C = 1{,}809$

(3) In generale coi proietti cilindro-ogivali risulta che per ogiva alta $^1/_2$, 1, 2 calibri si ha resistenza circa $^2/_3$, $^1/_2$, $^1/_3$ di quella data da proietti cilindrici a testa quasi piatta.

Il Piobert definì il proietto che incontra minore resistenza nell'aria: un paraboloide di rivoluzione lungo 5 calibri con sezione massima distante $^1/_3$ di lunghezza dalla punta (Fig. 12).

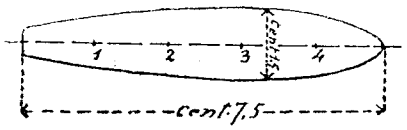


Fig. 12.

Questo proietto in pratica non dette i risultati che si deducono dalla teoria; inoltre per assicurare il centramento del proietto durante tutto il percorso nell'anima occorrerebbe munirlo di un tacco che renda cilindrica la parte posteriore del corpo e si distacchi dal corpo alla bocca dell'arma.

si è introdotta nella formola della ritardazione mediante un coefficiente, i, detto *coefficiente di forma* (1).

La balistica esterna dà i metodi per determinare il valore di i e vi sono delle tabelle che riportano i valori di i per i nostri proietti regolamentari (2).

21. *d*) **Funzione resistente.** — Poichè $\Delta = 1{,}206\,\delta$, l'espressione [10] della ritardazione:

$$f(v) = \frac{\Delta \cdot i}{C}\,\Phi(v)$$

diventa (3):

[19] $$f(v) = \frac{\delta \cdot i}{C}\,F(v).$$

La funzione $F(v)$, che entra nell'espressione della ritardazione, è detta *funzione resistente:* è indipendente dalla forma, dalle dimensioni, dal peso del proietto e dalla densità dell'aria e *dipende unicamente dal valore della velocità.*

In molti Stati si fecero esperienze per determinare i valori di $F(v)$; i risultati non furono tutti concordi, sia a causa della diversa forma dei proietti impiegati, sia per gli errori inevitabili nell'esecuzione di simili esperienze.

Siacci ottenne per velocità superiori a 300 m. (4) il valore sperimentale:

$$F(v) = 0{,}365\,v - 96,$$

da cui risulta che la ritardazione è:

[20] $$f(v) = \frac{\delta \cdot i}{C}\,(0{,}365\,v - 96).$$

Dunque si ritenga che la funzione resistente per v maggiore di m. 300 ha l'espressione:

[21] $$F(v) = 0{,}365\,v - 96.$$

22. Resistenza obliqua. — Se consideriamo un proietto oblungo che muove comunque nel vuoto: l'unica forza che modifica il moto è il peso applicato al centro di gravità, G, non esiste alcuna resistenza, nè coppia di forze.

Se consideriamo un proietto oblungo privo di moto rotatorio che muove nell'aria in direzione obliqua rispetto a quella del suo asse: la resistenza del-

---

(1) G. Ricci, « Sulla ricerca *a priori* del coefficiente di forma dei proietti », *Rivista Artiglieria e Genio*, 1912.

(2) L'unico mezzo per avere un valore esatto di i è la determinazione diretta coll'esperienza (*), poichè il valore del coefficiente di forma dipende non solo dalla forma geometrica della superficie dell'ogiva, ma anche da altre circostanze, quali: la posizione del centro di gravità, la forma e sporgenza delle corone, la velocità di rotazione del proietto e le piccole rotazioni irregolari che possono essergli impresse nell'atto in cui abbandona l'arma.

(3) Introducendo la densità balistica, δ, e conglobando il fattore costante 1,206 nella funzione di v.

(4) Caso comune.

(*) Eseguita misurando la velocità in due punti della traiettoria. Per esempio risulta: i medio dei proietti da 75-906 è 0,960 — dei proietti da 149 A obice campale è 0,824 — della pallottola per fucile Mod. 91 è 0,930 — della pallottola appuntita, esperimentata, per armi Mod. 91 è 0,570 — delle pallottole sferiche da shrapnel è 2,000.

l'aria origina una coppia che fa continuamente variare l'angolo ($\widehat{AGV} = \psi$) che l'asse del proietto forma colla direzione della velocità, cioè colla tangente della traiettoria, angolo detto *obliquità dell'asse.*

Infatti: Se un proietto oblungo privo di moto rotatorio attorno al suo asse si muove nell'aria in direzione obliqua rispetto all'asse, le molecole aeree agiscono sulla sua superficie in modo simmetrico rispetto al piano meridiano contenente la direzione della velocità; componendo due a due le azioni simmetriche si ottengono tante risultanti parziali che giacciono tutte nel piano anzidetto ed hanno una risultante totale, R (Fig. 13).

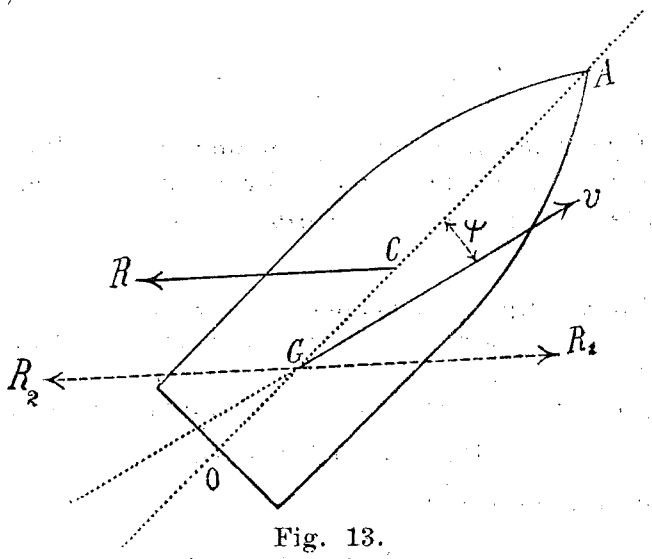


Fig. 13.

Il punto, C, in cui questa risultante totale della resistenza taglia l'asse, OA, del proietto dicesi *centro di resistenza.*

Quando l'angolo, ψ, compreso fra la direzione della velocità e l'asse del proietto, cioè la cosiddetta *obliquità dell'asse,* non è molto grande, il centro di resistenza, C, si trova in generale innanzi al centro di gravità, G; ciò avviene poichè la resistenza dell'aria essendo sopportata quasi totalmente dalla superficie dell'ogiva, il centro di resistenza si trova molto prossimo alla base dell'ogiva, mentre il centro di gravità, che è sempre in corrispondenza della parte cilindrica del proietto, risulta piuttosto arretrato verso il fondello.

Il centro di resistenza si avvicina al centro di gravità col crescere dell'obliquità, e può anche passare dietro il centro di gravità quando l'obliquità divenga molto grande ed il centro di gravità sia più vicino alla punta dell'ogiva che al fondello; per esempio: le freccie ed i razzi sono proietti per i quali il centro di resistenza è sempre dietro al centro di gravità.

Generalmente la risultante totale, R, della resistenza ha direzione diversa da quella della velocità, v; il piano meridiano che la contiene, che contiene anche la direzione della velocità, dicesi *piano di resistenza.*

— *Allorchè la risultante della resistenza non passa per il centro di gravità e non è direttamente opposta alla direzione del moto, si ha la resistenza obliqua.*

— *La resistenza obliqua si manifesta sempre nel caso di proietti oblunghi moventesi col proprio asse in posizione obliqua rispetto alla direzione del moto del centro di gravità;* quindi, indipendentemente dall'esistenza del moto rotatorio:

La resistenza obliqua si manifesta sempre nel caso di proietti oblunghi lanciati dalle bocche da fuoco.

Infatti al momento in cui il proietto inizia il moto nell'aria, il suo asse coincide colla linea di proiezione, cioè colla direzione del moto, ma nell'istante successivo per l'azione della gravità cambia la direzione della tangente alla traiettoria, direzione del moto, e l'asse del proietto viene a fare con tale direzione un angolo ϕ che, per quanto piccolo, dà origine alla resistenza obliqua, la quale negli istanti seguenti cresce col crescere dell'angolo anzidetto.

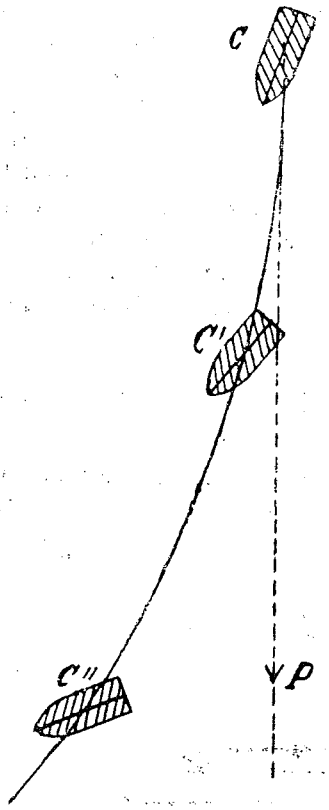


Fig. 14.

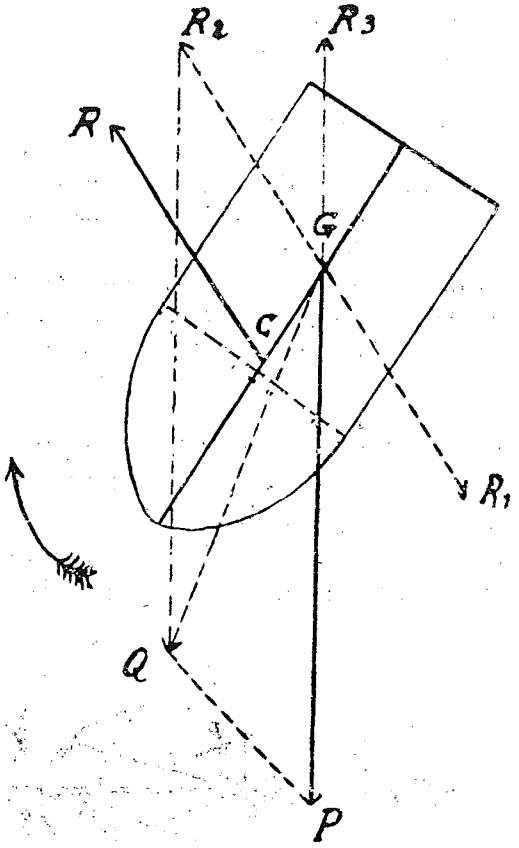


Fig. 15.

23. Effetti della resistenza obliqua. — Sperimentalmente (1) si rileva (Fig. 14), che lasciando cadere da un luogo molto elevato un proietto oblungo rivolto colla punta in basso e coll'asse alquanto inclinato rispetto alla verticale:

1° il centro di gravità del proietto devia dalla direzione del moto (cioè dalla verticale) passante per l'origine e devia dalla stessa parte verso cui è rivolta la punta;

2° l'obliquità dell'asse aumenta sempre più e, se lo spazio percorso è sufficiente, il proietto si capovolge portando la base innanzi.

Questi risultati pratici si dimostrano teoricamente se appunto si ritiene che la resistenza sia obliqua e che agisca sul proietto nel modo anzidetto.

Infatti le forze che animano il proietto in questo caso (Fig. 15) sono: il peso, P, che agisce verticalmente e la resistenza dell'aria, R, che agisce nel piano di resistenza (2).

---

(1) Esperienze del Magnus De Sparre.

(2) In questo caso il piano di resistenza è il piano verticale passante per l'asse del proietto.

Se la risultante della resistenza dell'aria passasse per il centro di gravità, G, ed agisse nella direzione, GR_3, opposta al peso, si avrebbe ritardazione nel moto lungo la verticale, ma il proietto non potrebbe deviare lateralmente.

Se la risultante della resistenza dell'aria passasse per il centro di gravità, G, ed agisse in una direzione diversa dalla verticale, per esempio, nella direzione GR_2, il proietto sarebbe trasportato col suo centro di gravità secondo la direzione GQ, cioè devierebbe lateralmente, ma manterrebbe il suo asse GC parallelo alla posizione iniziale.

Affinchè invece avvenga, come effettivamente avviene in pratica, che l'obliquità dell'asse del proietto aumenti, bisogna che la resistenza, comunque diretta, non sia applicata al centro di gravità, cioè *bisogna che il centro di resistenza non coincida col centro di gravità, ma con un altro punto dell'asse presso la base dell'ogiva;* così il proietto è sollecitato da due forze, una il peso, P, applicata al centro di gravità, G, l'altra, la resistenza, R, applicata al centro di resistenza, C, presso la base dell'ogiva, ed allora: supponendo applicate al centro di gravità due forze opposte, R_1 ed R_2, uguali e parallele alla resistenza, R, le condizioni del moto non vengono alterate, ma risulta che le forze R ed R_1 generano una coppia, la quale, producendo la rotazione della punta del proietto, aumenta l'obliquità dell'asse, mentre le forze R_2 e P dànno luogo alla forza risultante, Q, che produce la caduta e lo spostamento laterale del proietto.

24. Forza ritardatrice e forza deviatrice (Fig. 16). — *Consideriamo ora il proietto oblungo lanciato nell'aria da una bocca da fuoco.*

La resistenza è obliqua, perciò, trasportando la resistenza R al centro di gravità in G, si può considerare il proietto come soggetto alla coppia $(R - R_1)$, al peso ed alla resistenza R_2. Il peso, determinando solamente l'abbassa-

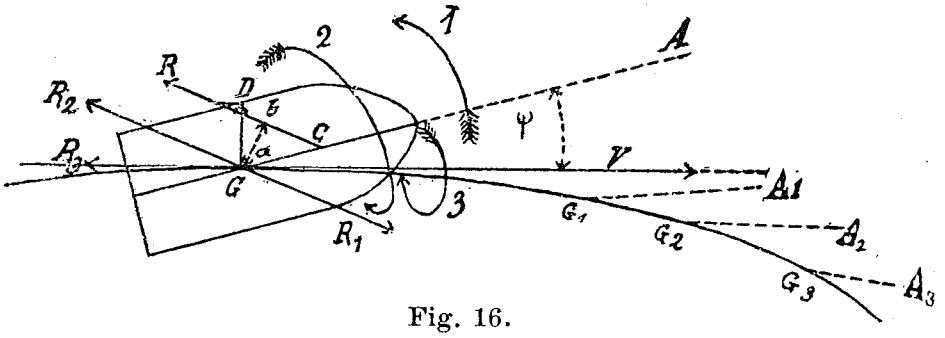


Fig. 16.

mento del centro di gravità del proietto, non ha alcuna influenza sulle considerazioni che vogliamo ora svolgere; occorre invece considerare la resistenza R_2; scomponiamo la R_2 in due forze; una, R_3, direttamente opposta alla velocità (1) e l'altra, D, perpendicolare a questa; la prima, R_3, diminuisce costantemente il valore della velocità e ritarda il moto del centro di gravità del proietto lungo la traiettoria, perciò dicesi *forza ritardatrice;* l'altra, D, devia costantemente il centro di gravità del proietto nel piano di resistenza (2) e precisamente, se l'obliquità non è molto grande, dalla parte della punta del proietto, perciò dicesi *forza deviatrice* (Fig. 16).

---

(1) Cioè diretta secondo la tangente, V, alla traiettoria.

(2) In generale l'asse del proietto non giace nel piano verticale passante per la direzione della velocità e perciò la forza deviatrice, che giace nel piano dell'asse e della direzione della velocità, sposta il centro di gravità dal detto piano verticale verso la parte dalla quale si trova la punta del proietto.

25. Moto rotatorio del proietto attorno al suo asse. — COPPIA PERTURBATRICE. — La coppia $(R - R_1)$ tende a far ruotare il proietto attorno ad un asse passante per il centro di gravità e perpendicolare al piano di resistenza (1); quindi:

se il centro di resistenza è innanzi al centro di gravità, la punta del proietto tende ad allontanarsi dalla direzione della velocità, l'obliquità dell'asse tende ad aumentare;

se il centro di resistenza è dietro al centro di gravità, l'obliquità dell'asse tende a diminuire.

Dunque se il proietto lungo la traiettoria è dotato solo di moto progressivo ed il centro di resistenza è dinanzi al centro di gravità la coppia $(R - R_1)$ in breve lo capovolge.

Per evitare che il proietto oblungo si capovolga, s'imprime al proietto un moto rotatorio attorno al suo asse (2), così i due moti rotatorî si compongono determinando un asse istantaneo di rotazione che va continuamente variando col variare della coppia $(R - R_1)$; ma la velocità angolare di rotazione attorno all'asse è sempre grandissima rispetto a quella impressa dalla coppia, perciò l'asse istantaneo di rotazione si scosta di una piccolissima quantità angolare dall'asse del proietto.

La rotazione del proietto attorno al suo asse dà stabilità all'asse del proietto sulla traiettoria, poichè tende, durante tutta la traiettoria, a mantenere entro piccola variazione l'obliquità dell'asse stesso.

La coppia $(R - R_1)$ ha l'effetto di perturbare lievemente il movimento rotatorio inizialmente impresso al proietto attorno al proprio asse, determinando invece un moto rotatorio del proietto attorno ad un asse istantaneo di rotazione; per questo effetto perturbatore tale coppia si dice *coppia perturbatrice* (3).

26. MOVIMENTO CONICO E DI OSCILLAZIONE DELL'ASSE DEL PROIETTO (Fig. 16). — Consideriamo il moto del proietto per un tempo brevissimo durante il quale si possa ritenere costante la direzione e la intensità della resistenza, così il moto progressivo non ha influenza sul moto di rotazione e si può considerare solo questo moto ritenendo fissa la posizione del centro di gravità, G.

Il proietto allora è nelle condizioni di un solido di rivoluzione animato da grande velocità angolare attorno al suo asse di figura e sollecitato da una coppia il cui piano passa per l'asse e per la direzione della velocità; il proietto ha dunque un movimento perfettamente simile a quello rotatorio della trottola.

Ora, per la trottola si dimostra e si osserva che, mentre essa gira rapidissimamente attorno all'asse di figura, questo gira lentamente e nello stesso senso attorno alla verticale passante per il punto di appoggio descrivendo una superficie conica, e nello stesso tempo compie delle piccole oscillazioni, quasi impercettibili, attorno ad un asse istantaneo immaginario passante per il punto di appoggio e perpendicolare al piano

---

(1) Vedi Fig. 16, freccia 1.

(2) Vedi Fig. 16, freccia 2.

(3) Poichè l'attrito volvente tra le molecole dell'aria e la superficie del proietto è trascurabile, si ritiene che la velocità angolare del moto di rotazione del proietto attorno al suo asse sia costante.

Il valore del momento della coppia perturbatrice dipende dalla lunghezza del proietto, dalla posizione del centro di gravità, dal valore della resistenza, dall'angolo, ψ, che l'asse fa colla direzione del moto.

verticale che contiene l'asse di figura: perciò lo stesso si dovrà verificare per il proietto quando la coppia perturbatrice tende ad aumentare l'obliquità, ossia nel caso in cui il centro di resistenza si trova tra la punta del proietto ed il centro di gravità (punto fisso).

Dunque: « *Mentre il proietto ruota attorno al suo asse di figura, questo gira lentamente e nello stesso senso attorno alla direzione della velocità e compie delle piccole oscillazioni attorno ad un asse passante per il centro di gravità e perpendicolare al piano di resistenza* » (1).

In questo caso il movimento conico si dice *diretto*.

Se immaginiamo la trottola col centro di gravità sotto il punto fisso e se, per analogia, il proietto avesse il centro di resistenza dietro il centro di gravità, il movimento conico avverrebbe in senso opposto a quello della rotazione attorno all'asse di figura e l'obliquità tenderebbe a diminuire.

In questo caso il movimento conico si dice *retrogrado*.

Per l'analogia che il movimento conico e le piccole oscillazioni dell'asse del proietto e della trottola presentano coi movimenti dell'asse terrestre attorno all'asse dell'eclittica, essi hanno ricevuto rispettivamente i nomi di *precessione dell'asse del proietto* e *nutazione dell'asse del proietto*.

— Concludendo:

Dando un conveniente valore all'inclinazione della rigatura alla bocca dell'arma, si ottiene una velocità angolare di rotazione del proietto capace non solo di mantenere la punta del proietto sempre rivolta in avanti, ma anche di mantenere molto piccolo l'angolo ψ, *che misura l'obliquità dell'asse, tanto da poter trascurare gli effetti che esso ha sulla ritardazione e perciò permettere di applicare senza alcuna correzione le leggi esperimentali della resistenza diretta* (2).

27. Movimento dell'asse del proietto lungo la traiettoria (Fig. 16). — Lungo la traiettoria varia l'inclinazione della tangente e quindi l'angolo, ψ, dell'asse del proietto colla medesima, varia il valore della velocità di traslazione e quindi varia il valore della coppia perturbatrice: dunque le condizioni del movimento variano da istante ad istante ed in modo che il problema di determinare la legge precisa con cui si sposta l'asse del proietto lungo la traiettoria è molto complicato (3).

28. Derivazione. — Abbiamo precedentemente considerato che appena l'asse del proietto cessa di coincidere colla tangente alla traiettoria si genera, insieme alla coppia perturbatrice, la forza deviatrice che giace nel piano di resistenza (4).

Le due componenti di questa forza deviatrice in senso perpendicolare e parallelo al piano verticale della tangente influiscono sul movimento del

(1) Si ricordi che la velocità giace nel piano di resistenza.

(2) Quelle enunciate al precedente N. 14.

(3) Siacci, Mayewski, Magnus De Sparre, trattarono tale problema ma non in tutta la sua generalità; i risultati ottenuti, nel caso di tiro teso, da questi illustri autori portano effettivamente alla seguente conclusione:

La coppia perturbatrice, invece di essere nociva, permette, combinando il suo effetto con quello della rotazione del proietto, di ottenere l'urto diretto della punta contro il bersaglio.

(4) Cioè nel piano dell'asse e della tangente alla traiettoria e che contiene la resistenza (Vedi precedente N. 22).

centro di gravità, tendendo a produrre rispettivamente uno spostamento laterale ed uno verticale: esse variano col variare della posizione dell'asse (1).

La *componente laterale* (perpendicolare al piano verticale della tangente) è rivolta dalla stessa parte, del piano verticale della tangente, dalla quale si trova la punta del proietto e tende a spostare da questa parte il centro di gravità, essa tende a crescere (2).

Si dice derivazione lo spostamento laterale, a A, *del centro di gravità del proietto dal piano di proiezione, in un istante qualunque* (Fig. 17).

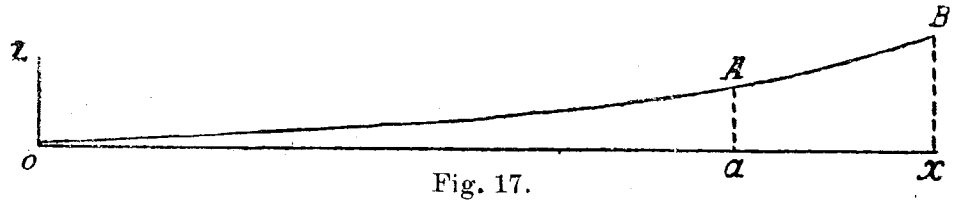


Fig. 17.

La derivazione avviene inizialmente dalla parte verso cui ruota il proietto, quindi se il proietto ruota verso sinistra la derivazione ha luogo verso sinistra del piano di proiezione e cresce continuamente col crescere della distanza, in ragione più o meno rapida, a seconda delle variazioni della forza deviatrice (variazioni della resistenza e di ψ) e della sua componente laterale; ne risulta che:

La traiettoria non è contenuta nel piano di proiezione, nè in altro piano, bensì è una curva gobba, la cui proiezione, OAB, *sul piano orizzontale,* Z O *x, ha una forma parabolica che volge la convessità verso il piano di proiezione ed è situata tutta dalla parte di tale piano verso la quale ruota il proietto* (Fig. 10).

La derivazione è sempre molto piccola, ed è tanto più piccola quanto più piccoli sono i limiti fra i quali oscilla il valore dell'obliquità dell'asse; quindi:

Nei tiri tesi si hanno derivazioni notevolmente minori che nei tiri curvi.

Articolo III. — Proprietà generali della traiettoria.

29. Proprietà generali e formole relative alla traiettoria nel vuoto. — Si è già considerato che le cause che modificano il movimento del proietto fuori dell'arma sono: il peso del proietto e la resistenza del mezzo (3). Solo nel

(1) Variando l'obliquità, ψ, dell'asse sulla tangente varia, sebbene leggermente, il valore della forza ritardatrice e della deviatrice e quindi quella delle sue componenti verticale e laterale.

(2) La *componente verticale* (parallela al piano verticale della tangente) della forza deviatrice agisce dapprima verso l'alto e diminuisce fino ad annullarsi, indi agisce verso il basso e cresce.

(3) Dalla meccanica razionale (vedi precedente Articolo I) sappiamo che il centro di gravità di un sistema materiale si muove come se tutta la massa fosse in esso concentrata e tutte le forze esterne fossero ad esso applicate; quindi occorre di trasportare tutte le forze esterne al centro di gravità ed il movimento risulta determinato dalle equazioni della dinamica del punto materiale.

Dal trasporto delle forze esterne al centro di gravità nascono delle coppie quando la linea d'azione di dette forze non passa per il centro di gravità: tali coppie determinano il movimento di rotazione del sistema intorno al suo centro di gravità.

caso di proietti molto pesanti lanciati con piccola velocità iniziale la resistenza del mezzo è minore del peso; generalmente la resistenza del mezzo ha valore molto maggiore, quindi lo studio del movimento nel vuoto sembrerebbe superfluo.

Conviene invece di conoscere le leggi che regolerebbero il movimento del proietto qualora la resistenza del mezzo fosse nulla, poichè rappresentano i limiti a cui tendono le leggi del movimento nell'aria col diminuire della resistenza, ed inoltre se ne deducono delle relazioni che talvolta si possono applicare con molta approssimazione al movimento nell'aria.

Nel vuoto il proietto è animato dalla velocità iniziale impressagli dalla forza di proiezione e su di esso agisce un'unica forza, che è il peso, costantemente applicata al centro di gravità; quindi, anche se il proietto fosse inizialmente animato da un movimento rotatorio, questo non subirebbe variazioni lungo la traiettoria e perciò in ogni caso:

a) *L'asse del proietto si conserva costantemente parallelo alla sua posizione iniziale;* inoltre:

b) *La traiettoria è contenuta in un piano verticale;* infatti, se per un elemento qualunque della traiettoria si fa passare un piano verticale, questo, contenendo l'unica forza che agisce sul proietto, contiene anche l'elemento successivo, quindi tutti gli elementi giacciono nello stesso piano verticale che contiene il primo elemento, cioè giacciono nel piano di proiezione.

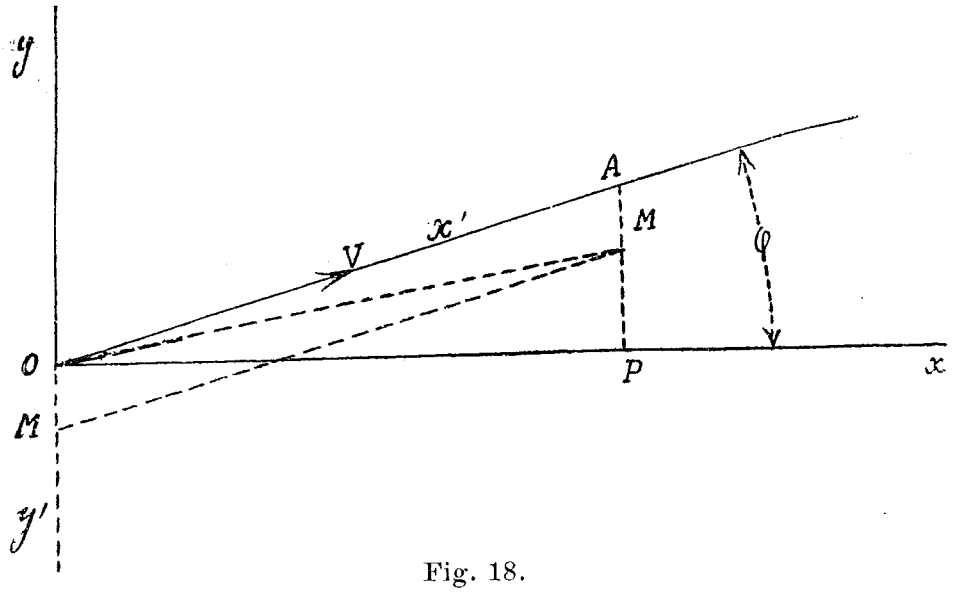


Fig. 18.

30. Equazione della traiettoria nel vuoto. — Poichè la traiettoria nel vuoto è una curva piana, il movimento del centro di gravità del proietto si può riferire a due soli assi giacenti nel piano di proiezione.

Prendiamo come origine delle coordinate l'origine della traiettoria, e l'asse delle x e delle y diretti rispettivamente secondo le componenti orizzontale e verticale della velocità iniziale (Fig. 18).

Sia p il peso del proietto, g l'accelerazione dovuta alla gravità, t il tempo contato a partire dall'origine.

La forza di proiezione cessa al primo istante del moto esterno del proietto dopo avere animato il proietto di una velocità, V, quindi se non intervenisse

alcuna forza il centro di gravità del proietto in t secondi percorrerebbe lungo la linea di proiezione, con moto uniforme, uno spazio: $OA = V.\,t$; ma agisce costantemente il peso (1) che abbassa il centro di gravità dalla linea di proiezione, con moto uniformemente accelerato d'accelerazione, g, facendogli percorrere uno spazio verticale: $AM = \frac{1}{2} gt^2$; perciò alla fine del tempo, t, il centro di gravità, anzichè trovarsi in A, si trova sulla verticale e al disotto del punto A nella posizione M; cioè si trova all'estremità della diagonale del parallelogrammo ottenuto componendo graficamente gli spazi percorsi nei due moti considerati isolatamente.

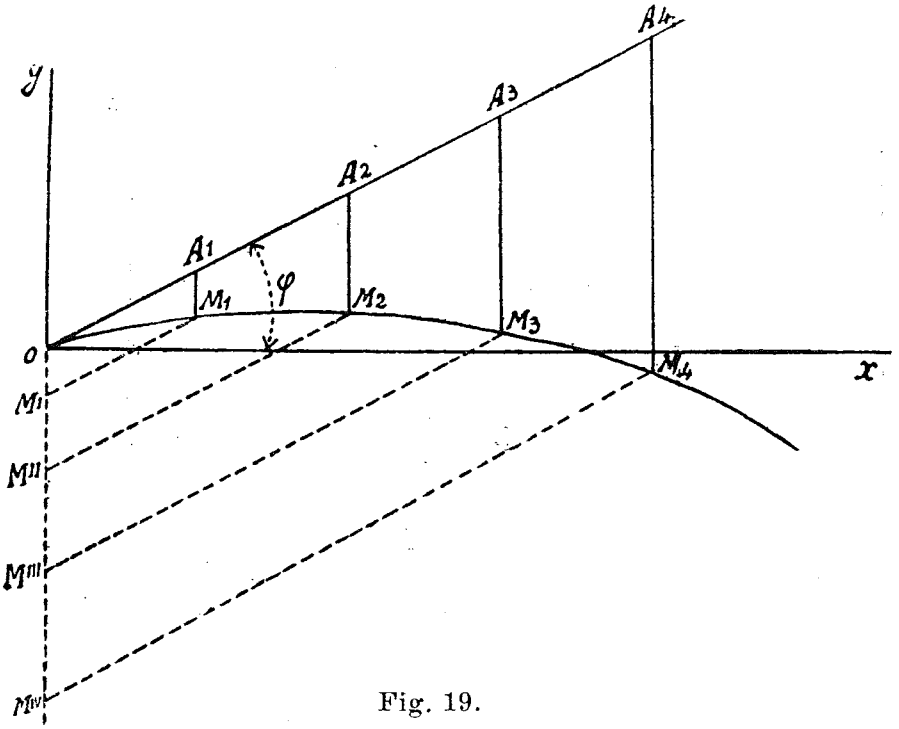


Fig. 19.

Analogamente (Fig. 19) si può determinare la posizione del centro di gravità alla fine dei tempi t_1, t_2, t_3, ottenendo i punti M_1 M_2 M_3: si ha così un modo di costruire la traiettoria per punti qualora sia tracciata la linea di proiezione, cioè qualora si conosca l'angolo di proiezione φ.

— Le coordinate del punto M della traiettoria sono (Fig. 20):

$$x = OP, \qquad y = AP - AM.$$

Ma $AP = OA \operatorname{sen} \varphi$, $OA = V\,t$, cioè $AP = V\,t \operatorname{sen} \varphi$ ove φ è l'angolo di proiezione. D'altra parte si ha $AM = \frac{1}{2} gt^2$, quindi:

[1] $$y = V\,t \operatorname{sen} \varphi - \frac{1}{2} gt^2.$$

(1) Il peso, p, si può considerare come una forza costante in intensità ed in direzione, poichè i valori che possono raggiungere x ed y sono molto piccoli in confronto del raggio terrestre.

Poichè $x = OP = OA \cos\varphi = V\,t\cos\varphi$,
ricavando e sostituendo il valore di t nell'espressione [1] avremo l'*equazione della traiettoria:*

[2] $$y = x \operatorname{tang}\varphi - \frac{g\,x^2}{2\,V^2\cos^2\varphi}.$$

Quest'equazione, di 2° grado, per un valore reale qualunque di x dà sempre per y un valore reale ed uno solo, quindi la curva che essa rappresenta è una parabola passante per l'origine ed avente l'asse parallelo all'asse delle y, cioè verticale.

Il movimento del proietto nel vuoto è detto *parabolico.*

Poichè l'equazione [2] per successivi valori di x dà i corrispondenti valore di y, si ha un modo per costruire la traiettoria per punti.

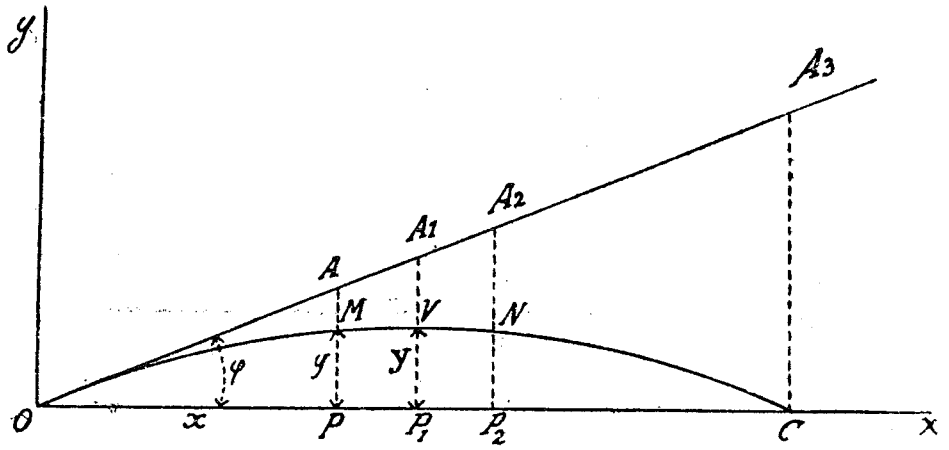


Fig. 20.

31. Abbassamento (Fig. 20). — *Il secondo termine dell'equazione* [2] *della traiettoria rappresenta l'abbassamento* del punto M, cioè l'abbassamento è dato da:

$$AM = \frac{g\,x^2}{2V^2\cos^2\varphi}.$$

Infatti $AM = AP - MP$; cioè: $AM = x\operatorname{tang}\varphi - y$.

32. Gittata. — Se nell'equazione [2] si fa $y = 0$ si ricavano i valori delle ascisse dei punti della traiettoria d'ordinata nulla, cioè dei punti in cui la traiettoria incontra l'orizzonte:

$$y = x\operatorname{tang}\varphi - \frac{g\,x^2}{2\,V^2\cos^2\varphi} = x\left(\operatorname{tang}\varphi - \frac{g\,x}{2\,V^2\cos^2\varphi}\right) = 0$$

perciò l'ordinata sarà nulla per i due punti dati dai valori:

$$x = 0 \quad \text{e} \quad \operatorname{tang}\varphi - \frac{g\,x}{2\,V^2\cos^2\varphi} = 0$$

che sono il primo l'origine, 0, ed il secondo il punto di caduta, C.

Chiamando con X l'ascissa del punto di caduta, cioè la *gittata,* dall'ultima espressione risulta: $\operatorname{tang}\varphi = \frac{g\,X}{2\,V^2\cos^2\varphi}$ e dividendo per tang φ si ha:

$$\frac{g\,X}{2\,V^2\operatorname{sen}\varphi\cos\varphi} = \frac{g\,X}{V^2\operatorname{sen}2\varphi} = 1.$$

[3] $$X = \frac{V^2\operatorname{sen}2\varphi}{g}.$$

— La *gittata massima*, per una data velocità iniziale, si ha per il massimo valore di $\operatorname{sen} 2\varphi$, cioè per $\operatorname{sen} 2\varphi = 1$, $2\varphi = 90°$, $\varphi = 45$:

$$X_{max} = \frac{V^2}{g}.$$

— Se nell'espressione della gittata [3] si pone in luogo di φ il valore complementare $90° - \varphi$, la gittata non varia:

c) *Per una data velocità iniziale, angoli di proiezione complementari dànno luogo ad uguali gittate.*

Per $\varphi = 15°$ e $\varphi = 75°$ la gittata risulta uguale alla metà della massima.

33. Equazione della traiettoria indipendente dalla velocità. - Simmetria della traiettoria. — Si può eliminare la velocità dall'equazione della traiettoria ed ottenere l'equazione in funzione della gittata corrispondente ad un dato angolo di proiezione.

Infatti:

$$x = x \operatorname{tang}\varphi - \frac{g x^2}{2 V^2 \cos^2\varphi} = x \operatorname{tang}\varphi \left(1 - \frac{g x}{V^2 \operatorname{sen} 2\varphi}\right)$$

ma per la [3] si ha:

[4] $$y = x \operatorname{tang}\varphi \left(1 - \frac{x}{X}\right)$$

ed anche

[5] $$y = \frac{x(X - x)}{X} \operatorname{tang}\varphi.$$

Se nell'equazione [5] invece di x poniamo $X - x$, l'equazione non cambia, dunque (Fig. 20):

I punti M ed N della traiettoria che sono ugualmente distanti l'uno dall'origine e l'altro dal punto di caduta hanno ordinata uguale, cioè:

d) *I due rami della traiettoria sono simmetrici*, e se ne deduce che:

e) *L'angolo di caduta è uguale all'angolo di proiezione;*

f) *L'ascissa del vertice è uguale alla metà della gittata.*

34. Altezza del tiro (Fig. 20). — L'ordinata Y del vertice V si ottiene ponendo nella [4] $x = \frac{X}{2}$ e risulta:

[6] $$Y = \frac{1}{4} X \operatorname{tang}\varphi.$$

Poichè $X \operatorname{tang}\varphi$ rappresenta l'abbassamento $A_3 C$ corrispondente al punto di caduta, cioè il cosiddetto *abbassamento totale:*

g) *L'altezza del tiro è il quarto dell'abbassamento totale.*

Sostituendo nella [6] ad X il suo valore [3] si ottiene anche:

[7] $$Y = \frac{V^2 \operatorname{sen}^2\varphi}{2g}.$$

35. Velocità. — La velocità v in un punto qualunque della traiettoria di ordinata y si ottiene in funzione della velocità iniziale, V, applicando al moto del proietto il principio delle forze vive.

Sia p il peso del proietto, v la velocità nel punto M; l'incremento (negativo) di forza viva nel passare dall'origine al punto M è dato da:

$$\frac{1}{2} \frac{p}{g} (v^2 - V^2)$$

e questo incremento deve essere uguale e di segno contrario al lavoro compiuto dall'unica forza che agisce sul centro di gravità del proietto, cioè dal peso: questo lavoro è $p \cdot y$, dunque: $\frac{p}{2g}(v^2 - V^2) = -p \cdot y$

cioè: $v^2 - V^2 = -2g \cdot y$, perciò:

[8] $$v = \sqrt{V^2 - 2g \cdot y};$$

questo valore è minimo quando y è massimo, cioè al vertice; dunque:

h) *Al vertice la velocità è minima, oltre il vertice aumenta indefinitamente.*

i) *Ad ordinate uguali corrispondono velocità uguali, quindi la velocità di caduta è uguale alla velocità iniziale.*

Il valore della velocità al vertice si ottiene sostituendo nella [8] ad y il valore [7] e risulta che al vertice $v = V \cos \varphi$, cioè:

j) *Al vertice la velocità è uguale alla componente orizzontale della velocità iniziale.*

36. DURATA. — L'abbassamento totale, cioè quello che avviene per la durata, T, della traiettoria, è $X \operatorname{tang} \varphi = \frac{1}{2} g T^2$; da cui:

$$T = \sqrt{\frac{2 X \operatorname{tang} \varphi}{g}}.$$

Eliminando la gittata si può avere l'espressione di T in funzione della velocità: infatti per la [3] si ha:

[9] $$T = \frac{2 V \operatorname{sen} \varphi}{g}.$$

La relazione [9] permette, date due delle quantità, φ, V, T, di determinare facilmente la terza.

Questa formola [9] applicata ai problemi del tiro nell'aria dà risultati abbastanza approssimati, specialmente nei casi di tiro teso in cui la componente verticale della resistenza dell'aria è trascurabile rispetto al peso del proietto.

37. LINEE DI UGUALE ANGOLO DI PARTENZA. — Variando l'angolo di sito, ε, e mantenendo costante l'angolo di partenza, si ottiene un fascio di traiettorie ed una serie di punti d'arrivo (Fig. 21), S, C, S′, che riuniti successivamente determinano sul piano di proiezione una linea detta: *linea di uguale angolo di partenza.*

Sia γ l'angolo di partenza (angolo $\varphi - \varepsilon$) costante, si consideri una qualunque delle traiettorie del fascio aventi la stessa V, e sia S il punto di arrivo, corrispondente all'angolo di sito ε; sappiamo allora che esiste un'altra traiettoria del fascio che ha anch'essa lo stesso punto d'arrivo S, cioè quella la cui linea di proiezione fa colla verticale un angolo uguale a γ (1); la sua equazione è:

[10] $$\frac{y}{x} = \operatorname{tang}\left(\frac{\pi}{2} - \gamma\right) - \frac{g x}{2 V^2 \cos^2\left(\frac{\pi}{2} - \gamma\right)}.$$

(1) Si ricordi che l'equazione della linea di sito è: $\frac{y}{x} = \operatorname{tang} \varepsilon$.

Questa seconda traiettoria è indipendente dall'angolo di sito ε, ed è la stessa qualunque sia l'angolo ε, dunque deve passare per tutti i punti d'arrivo delle traiettorie d'angolo di partenza γ; essa è la linea di uguale angolo di partenza. Ne risulta che:

k) *La linea di uguale angolo di partenza è la traiettoria, del fascio, la quale ha per angolo di proiezione il complemento dell'angolo di partenza.*

l) *La linea di uguale angolo di partenza è anche una linea di uguale elevazione,* giacchè l'elevazione è $\alpha = \varphi - \rho$ dove ρ è un elemento costante della bocca da fuoco.

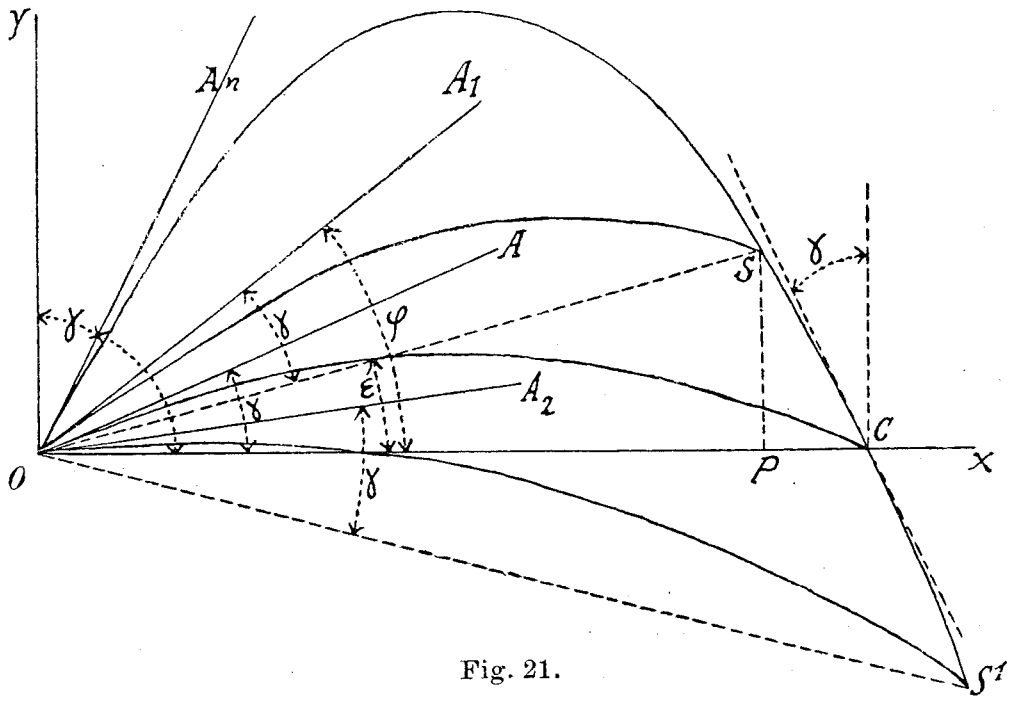


Fig. 21.

38. Proprietà generali e formole relative al movimento del proietto nell'aria. — Per studiare esattamente il moto del centro di gravità del proietto nell'aria non si può considerare il moto di rotazione del proietto indipendentemente dal moto di traslazione, perchè da questo dipende il valore della coppia perturbatrice; nè il moto di traslazione del proietto può essere considerato indipendentemente da quello di rotazione, perchè questo influisce sul valore della forza ritardatrice; perciò si dovrebbero studiare simultaneamente i due moti, il che darebbe luogo a difficoltà analitiche notevoli anche quando fossero esattamente note le funzioni che rappresentano le forze e le coppie generate dalla resistenza dell'aria; inoltre non si conosce esattamente la legge con cui varia la direzione e l'intensità della resistenza col variare dell'inclinazione dell'asse del proietto sulla tangente alla traiettoria, mentre si osserva nella maggior parte dei casi pratici che la derivazione è molto piccola, ciò che fa logicamente dedurre che la direzione della resistenza dell'aria si mantiene sempre molto prossima a quella della velocità; quindi per ottenere formole semplici e di pratica applicazione:

Nel risolvere il problema del movimento nell'aria si ammette l'ipotesi che la resistenza dell'aria sia, durante tutta la traiettoria, direttamente opposta alla velocità, ed allora, essendo la resistenza diretta, si ammette che anche

nell'aria la traiettoria risulti una curva piana giacente nel piano di tiro (1).

Per effetto della resistenza dell'aria tanto la velocità orizzontale, quanto quella verticale sono minori che nel vuoto, perciò (Fig. 22):

a) *La gittata e l'altezza del tiro nell'aria risultano minori che nel vuoto,* quindi a parità di spazio, misurato orizzontalmente o sulla linea di proiezione, l'abbassamento sarà maggiore e, poichè a parità di tempo l'abbassamento dovuto al peso sia nell'aria che nel vuoto si ritiene costante, ne risulta che:

b) *L'abbassamento effettivo del centro di gravità del proietto per una stessa ascissa è maggiore nell'aria che nel vuoto* e che:

c) *A parità di tempo o di abbassamento corrispondono nell'aria ascisse minori che nel vuoto.*

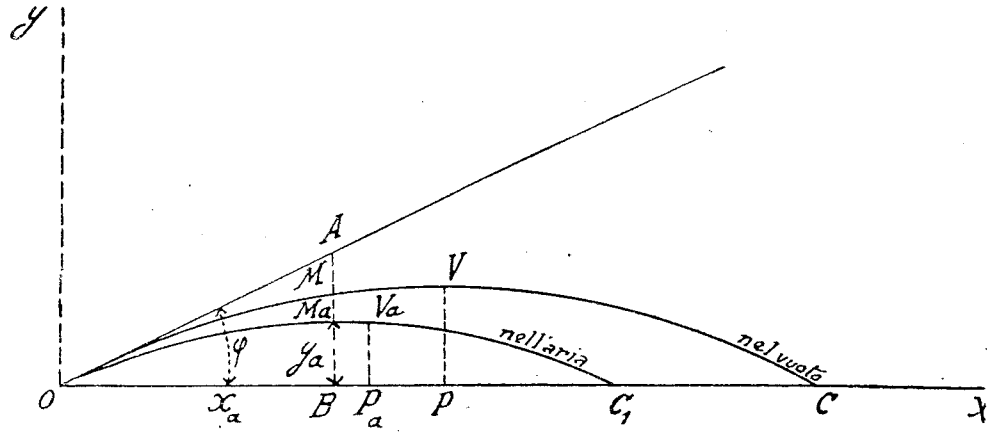


Fig. 22.

Dunque a parità dei parametri φ, V e C (2), la curvatura della traiettoria nell'aria è maggiore che nel vuoto, e poichè la velocità orizzontale decresce, sia per effetto della continua azione della resistenza dell'aria, sia per il continuo crescere dell'inclinazione θ della tangente oltre il vertice, risulta:

d) *La curvatura* (3) *della traiettoria cresce fino ad un punto (punto di massima curvatura) che si trova oltre il vertice e nel tiro teso* (4) *anche oltre il punto di caduta.*

e) *Il ramo ascendente è meno curvo del ramo discendente, cioè la traiettoria non è simmetrica.*

f) *L'ascissa del vertice è maggiore di* $\frac{X}{2}$, *cioè il vertice è più vicino al punto di caduta che all'origine.*

g) *Per punti di uguale ordinata l'inclinazione in valore assoluto è maggiore nel ramo discendente e quindi l'angolo di caduta* ω *è maggiore dell'angolo di proiezione* φ.

h) *L'inclinazione* θ *non può divenire mai inferiore a* $-\frac{\pi}{2}$.

---

(1) Infatti se si considera allora un elemento piccolissimo qualunque di traiettoria, le forze che durante il percorso di tale elemento agiscono sul proietto sono il peso e la resistenza dell'aria, contenute entrambe nel piano verticale dell'elemento stesso, in tale piano perciò giace la loro risultante e la sua linea d'azione, cioè anche l'elemento consecutivo della traiettoria; dunque tutti gli elementi si trovano nello stesso piano verticale del primo elemento, che è il piano di proiezione e di tiro.

(2) Coefficiente balistico, cioè proietto.

(3) Se ρ è il raggio di curvatura, la curvatura è: $\frac{1}{\rho}$.

(4) Qual'è quello dei cannoni e delle armi portatili.

39. VELOCITÀ. — Si è visto che nel vuoto la velocità minima è al vertice della traiettoria; nell'aria la velocità al vertice non è la minima ed oltre il vertice bisogna considerare non solo la componente verticale della velocità dovuta all'azione del peso, ma anche quella dovuta all'azione della componente verticale della resistenza dell'aria che si oppone all'azione del peso; ora l'effetto ritardatore di quella è inizialmente maggiore dell'effetto acceleratore di questo, ma la ritardazione verticale (1) decresce, mentre l'accelerazione del peso è costante: quindi la velocità verticale per effetto della prima decresce, mentre per effetto del peso cresce, però il moto del proietto oltre il vertice continua ad essere ritardato finchè l'accelerazione dovuta al peso risulta uguale alla ritardazione verticale dovuta alla resistenza dell'aria; in quel punto si ha la velocità minima, indi il moto prosegue accelerato. Dunque:

i) *Nell'aria il punto di velocità minima si trova nel ramo discendente, oltre il vertice* (2) *e tanto più lontano dal vertice quanto più la traiettoria è tesa.*

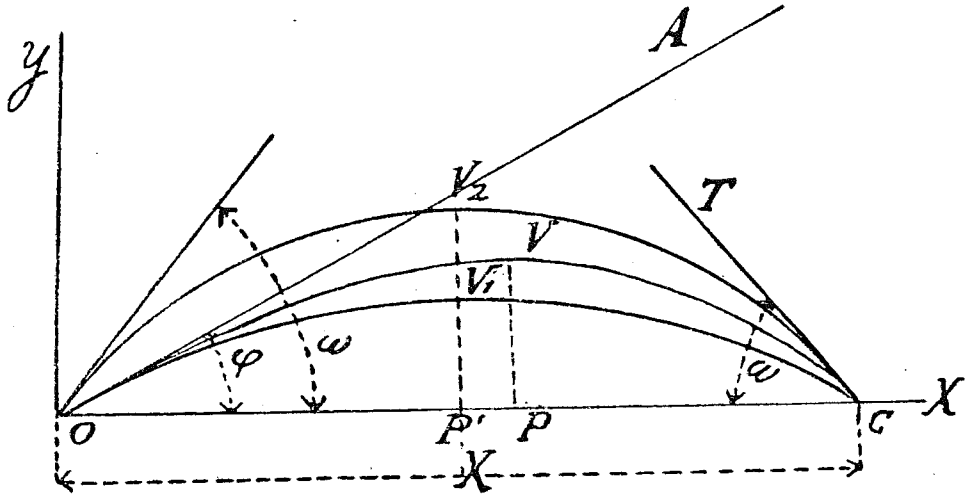


Fig. 23.

40. ALTEZZA DEL TIRO. — Con l'angolo di proiezione φ la traiettoria nell'aria OVC (Fig. 23), dà la gittata $OC = X$ e l'angolo di caduta ω; si costruiscano due traiettorie paraboliche come se il moto avvenisse nel vuoto, entrambe di gittata X (3), una OV_1C avente lo stesso angolo di proiezione φ, l'altra OV_2C avente l'angolo di proiezione uguale all'angolo di caduta ω.

Allora, per quello che si è detto precedentemente, la prima parabola OV_1C è tutta al disotto e la secondo parabola OV_2C è tutta al disopra della traiettoria OVC nell'aria, quindi l'ordinata VP del vertice della traiettoria nell'aria dev'essere compresa tra i due valori: $\frac{1}{4} X \operatorname{tang} \varphi$ ed $\frac{1}{4} X \operatorname{tang} \omega$, che per la [6] rappresentano le altezze del tiro delle due traiettorie nel vuoto; in pratica risulta che approssimativamente si può prendere per y il valore medio:

[11] $$Y = \frac{1}{8} X (\operatorname{tang} \varphi + \operatorname{tang} \omega).$$

---

(1) Così chiameremo la ritardazione dovuta all'azione della componente verticale della resistenza dell'aria.

(2) Ed oltre il punto di massima curvatura.

(3) Ottenute con diversa velocità iniziale.

41. GITTATA MASSIMA. — L'esperienza dimostra che:

j) *La massima gittata si ottiene con un angolo inferiore a 45°.*

Quest'angolo di proiezione si avvicina tanto più a 45° quanto maggiore è il coefficiente balistico; in ogni caso risulta che con l'angolo di proiezione di 45° si ottiene una gittata di poco inferiore alla massima.

42. INFLUENZA DEL COEFFICIENTE DI FORMA E DEL COEFFICIENTE BALISTICO. — La curvatura della traiettoria è tanto maggiore quanto maggiore è l'accelerazione effettiva verso il basso; ora quest'accelerazione è data dalla componente verticale della ritardazione dovuta alla resistenza dell'aria sommata, algebricamente, coll'accelerazione dovuta al peso; ma la ritardazione è espressa da: $$f(v) = \frac{\delta \cdot i}{C}(0{,}365\ v - 96);$$

perciò risulta che la curvatura varia col variare non solo della velocità v, ma anche di $C = \frac{p}{1000\ a^2}$, di δ e di i, cioè risulta che a parità di ogni altra condizione diminuisce col diminuire del coefficiente di forma e col crescere del coefficiente balistico.

Dunque: *Diminuendo il coefficiente di forma od aumentando il coefficiente balistico, la forma della traiettoria nell'aria tende ad avvicinarsi a quella nel vuoto.*

43. Traiettoria nell'aria. — Non potendosi avere l'espressione della resistenza sotto forma analitica semplice, l'integrazione delle equazioni differenziali del moto del proietto nell'aria non può essere eseguita che mediante artifizi che conducono ad espressioni approssimate (1).

Dal metodo d'integrazione di Siacci risultano nelle formole alcune funzioni della velocità dette *funzioni balistiche principali,* che si hanno da una tavola numerica detta *Tavola balistica generale* (2).

Trasformando opportunamente le formole balistiche si ottengono alcune espressioni degli elementi della traiettoria che risultano funzioni delle due variabili $\frac{x}{C'}$ e V, dove C', detto *coefficiente balistico ridotto* (3), è dato da $\frac{C}{\delta_0\ i\ \beta}$, in cui β è il valore medio di una funzione (4), che nel tiro teso ($\varphi < 10°$) si può ritenere costante ed uguale ad 1.

Queste funzioni vengono chiamate *funzioni balistiche secondarie o fattori di tiro,* ed i loro valori sono dati da apposite tabelle (5) a doppia entrata con argomenti $\frac{x}{C'}$ e V.

Considerando i valori dei fattori di tiro per punti di traiettorie diverse è possibile dedurre il valore degli elementi di una da quello degli elementi di un'altra.

---

(1) Per acquistare l'idea del modo con cui vengono scientificamente trattati i problemi di tiro, si consiglia di leggere nella *Rivista d'Artigl. e Genio* (Anno 1896, vol. II) l'articolo dell'illustre Siacci: « Sopra un contributo alla soluzione razionale del problema balistico », nel quale è esposto il criterio adottato dal Siacci per lo studio del moto del proietto.

(2) BIANCHI, *Balistica esterna,* Tavole numeriche, Tav. VII.

(3) Le recenti Tavole di tiro delle artiglierie hanno un'apposita « *Tabella dei coefficienti balistici ridotti* ». Vedi Tavola di tiro del cannone da 149 A, ediz. 1915, pag. XV.

(4) BIANCHI, *Balistica esterna,* Tavole numeriche, Tav. VIII.

(5) BIANCHI, *Balistica esterna,* Tavole numeriche, dalla Tav. IX alla XV.

Ora la Tavola di tiro ci fornisce il valore degli elementi di un certo numero di traiettorie; perciò noi:

Possiamo ottenere la soluzione di alcuni problemi elementari di balistica partendo dai dati della Tavola di tiro. Per esempio considerando il fascio di traiettorie descritte da un determinato proietto con uguale velocità iniziale V.

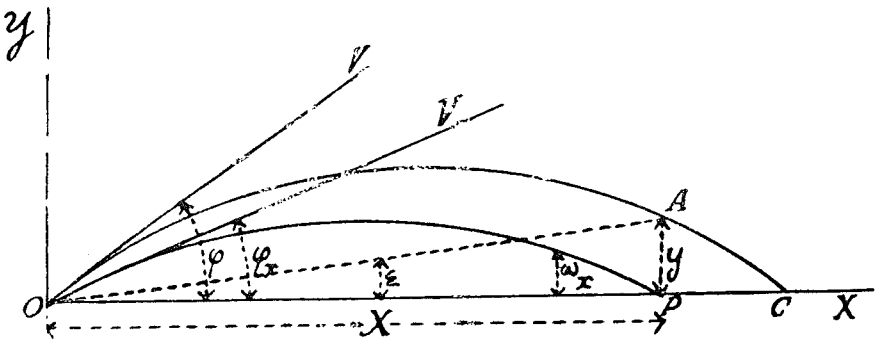


Fig. 24.

a) RELAZIONE FRA GLI ANGOLI DI PROIEZIONE PER PUNTI DI UGUALE ASCISSA (Fig. 24). — Sia φ l'angolo di proiezione della traiettoria di gittata X passante per il punto A (x, y), e φ_x quello della traiettoria la cui gittata risulti O P $= x$.

Risulta:

[12*a*] $$2\cos^2\varphi\,(\operatorname{tang}\varphi - \operatorname{tang}\varepsilon) = \operatorname{sen} 2\varphi_x$$ cioè

[12*b*] $$\frac{\operatorname{tang}\varphi - \operatorname{tang}\varepsilon}{\operatorname{tang}\varphi_x} = \frac{\cos^2\varphi_x}{\cos^2\varphi}\,.$$

Si possono risolvere i seguenti problemi:

PROBLEMA 1° — *Dato l'angolo di proiezione* φ *e le coordinate* (x, y) *del punto d'arrivo* A, *determinare l'angolo di proiezione* φ_x *necessario per ottenere la gittata* x *corrispondente all'ascissa del punto d'arrivo.*

Sono cogniti φ ed ε corrispondenti al punto d'arrivo A (x, y), perciò sostituendo i valori cogniti nella

[13] $$\operatorname{sen} 2\varphi_x = \frac{2\operatorname{sen}(\varphi - \varepsilon)\cos\varphi}{\cos\varepsilon}\,,$$

espressione che si presta al calcolo coi logaritmi ricavata risolvendo la [12*a*], si ottiene φ_x.

PROBLEMA 2° — *Dato l'angolo di proiezione* φ, *determinare l'ordinata* y *corrispondente ad una data ascissa* x *ottenuta coll'angolo di proiezione* φ_x.

Stabilito (1) l'angolo di proiezione φ_x al quale corrisponde la gittata x data, sono cogniti φ, x, φ_x , quindi dalla equazione:

[14] $$y = x\,\frac{\operatorname{sen}(\varphi - \varphi_x)\cos(\varphi + \varphi_x)}{\cos^2\varphi}\,,$$

espressione che si presta al calcolo coi logaritmi ricavata risolvendo la [12*b*], si ottiene la y.

Questa formola [14] serve per:

Costruire per punti la traiettoria corrispondente ad un dato angolo di proiezione φ *quando si possegga la Tavola di tiro.* cioè quando siano noti i valori di φ_x, relativi ai successivi valori di x.

---

(1) È dato dalla Tavola di tiro.

b) Relazione fra le inclinazioni delle traiettorie in punti di uguale ascissa. — Sia ω_x l'angolo di caduta corrispondente alla gittata x ottenuta coll'angolo di proiezione φ_x; sia θ l'inclinazione della traiettoria ottenuta con l'angolo di proiezione φ nel punto (x, y).

Si otttiene:

[15] $$\frac{\text{tang } \varepsilon - \text{tang } \theta}{\text{tang } \omega_x} = \frac{\cos^2 \varphi_x}{\cos^2 \varphi}.$$

44. — Mediante i sistemi di relazioni *a*) e *b*) si ha il mezzo di:

Trasformare i problemi del tiro relativi a punti situati fuori dell'orizzonte dell'arma. in problemi relativi al punto di caduta, per i quali la Tavola di tiro contiene i valori dei diversi elementi.

45. Applicazione. — *Costruzione della traiettoria per punti impiegando la Tavola di tiro.* — Costruire la traiettoria corrispondente alla gittata di 1400 m. nel tiro con cartuccia a pallottola ordinaria del fucile italiano Mod. 91, impiegando la Tavola di tiro (Vedi Tavola di tiro del fucile italiano Mod. 91, riportata nel seguente Capitolo III).

Si prende la formola [14]:

$$y = x \frac{\text{sen } (\varphi - \varphi_x) \cos (\varphi + \varphi_x)}{\cos^2 \varphi}.$$

Conosciamo l'angolo di proiezione $\varphi = 2°.54'.16''$, corrispondente alla gittata $x = 1400$ m. La Tavola di tiro ci dà pure tutti i φ_x corrispondenti ai valori della ascissa x, quindi si hanno tutti gli elementi per determinare le y della traiettoria che si vuole costruire (1).

Dalla Tavola di tiro si rileva che:

x	200	450	600	800	1000	1200
α_x	0°. 9′.11″	0°.23′.50″	0°.37.′ 1″	1°. 0′.18″	1°.30′. 1″	2°. 6′.11″
φ_x	0°.14.′41″	0°.29′.20″	0°.42′.31″	1°. 5′.48″	1°.35′.31″	2°.11′.41″
$\varphi - \varphi_x$	2°.39′.35″	2°.24′.56″	2°.11.′45″	1°.48′.28″	1°.18′.45″	0°.42′.35″
$\varphi + \varphi_x$	3°. 8′.57″	3°.23′.36″	3°.36′.47″	4°. 8′. 4″	4°.29′.47″	5°. 5′.57″

si ha perciò (2):

log. cos $\varphi = \bar{1},999$; log. cos^2 $\varphi = \bar{1},998$; colog. cos^2 $\varphi = 0,002$

allora risulta:

log. x	2,301	2,653	2,778	2,903	3,000	3,709
log. sen $(\varphi - \varphi_x)$	$\bar{2},667$	$\bar{2},625$	$\bar{2},584$	$\bar{2},499$	$\bar{2},360$	$\bar{2},094$
log. cos $(\varphi + \varphi_x)$	$\bar{1},999$	$\bar{1},999$	$\bar{1},999$	$\bar{1},999$	$\bar{1},999$	$\bar{1},998$
colog. cos^2 φ	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
log. y	0,969	1,279	1,363	1,403	1,361	1,173
y	9,31	19,00	23,04	25,29	22,96	14,89

La tabella delle ordinate della Tavola di tiro calcolata esattamente colle formole del Siacci e controllate al tiro, dà:

y	9,29	18,99	23,02	25,27	22,94	14,89

(1) Si ricordi che $\varphi = a + \rho$. Nel nostro caso l'*angolo di rilevamento* è $\rho = 5'.30''$, poichè $\alpha = 2°.48'.46''$ si ha $\varphi = 2°.54'.16''$.

Analogamente $\varphi_x = \alpha_x + \rho$; quindi $\varphi_{200} = 0°.14'.41''$.

(2) Per i coseni prenderemo gli angoli con valore arrotondato in minuti primi, per i seni ugualmente (però si noti che trattandosi di seni si usa arrotondare in minuti primi per angoli $> 9°$ e nelle decine di minuti secondi per angoli $< 9°$); i logaritmi li calcoleremo fino alla terza cifra decimale.

Prendendo le ordinate in scala grafica uguale a quella delle ascisse si ottiene un chiaro disegno della traiettoria corrispondente alla gittata di m. 1400, disegno che differisce pochissimo da quelli che si ottengono colle formole del Siacci, o coi dati delle esperienze.

46. Misura della velocità iniziale. — La misura della velocità del proietto si fa generalmente col seguente procedimento:

Il proietto, passando, per punti di ascissa nota, interrompe dei circuiti elettrici; misurando l'intervallo di tempo corso fra l'interruzione di due circuiti successivi, si deduce il valore medio della velocità orizzontale del proietto sull'arco di traiettoria compreso fra i due punti.

Se x_1 e x_2 sono le distanze orizzontali dei due punti dall'origine della traiettoria e τ l'intervallo di tempo misurato, si avrà:

$$[16] \qquad (v \cos\theta)_m = \frac{x_2 - x_1}{\tau}.$$

— La misura del brevissimo tempo che passa fra le interruzioni dei circuiti si ottiene mediante apparecchi detti *cronografi*.

Sono stati ideati ed impiegati numerosi tipi di cronografi; ve ne sono alcuni atti a misurare il tempo che passa fra le interruzioni di parecchi circuiti successivi e si chiamano *cronografi ad indicazione multipla*, altri atti a misurare solamente il tempo che passa fra due interruzioni successive e si dicono *cronografi ad indicazione unica*.

L'intervallo di tempo si può determinare basandosi su principî differenti:

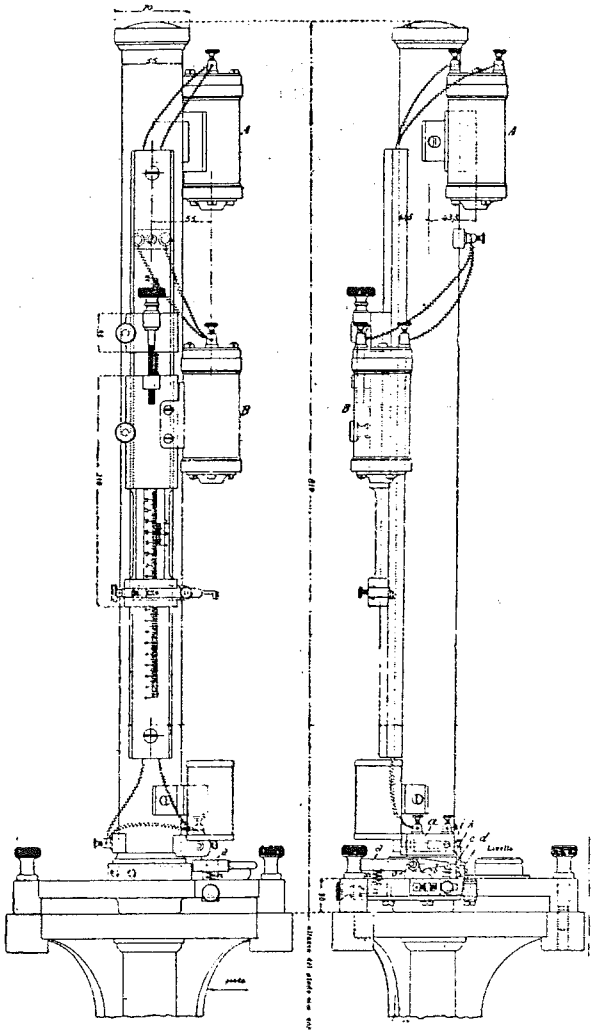


Fig. 25. Fig. 26.

a) nei cronografi *a diapason* è il numero delle vibrazioni che fa un diapason fra le successive interruzioni, quello che determina il tempo;

b) nei cronografi *a bilanciere* si misura l'arco descritto da un bilanciere a molla, che si mette in moto quando avviene la prima interruzione e si arresta quando avviene la seconda interruzione;

c) nei cronografi *a massa cadente* si misura l'altezza che percorre un grave che comincia a cadere alla prima interruzione e si arresta alla seconda interruzione;

d) nei cronografi *ottici* si misura la lunghezza dell'impressione fatta sopra una lastra fotografica mobile, con una velocità angolare nota, da un raggio luminoso la cui azione comincia colla prima interruzione e cessa colla seconda.

Alcuni dei cronografi appartenenti ai sistemi ora detti sono atti a misurare velocità grandissime; tali quelli a bilanciere, oppure a disco (1), e quelli ottici (2); ma non entrarono nell'uso corrente, perchè sono molto delicati, richiedono in chi li adopera molta pratica, hanno il carattere di apparecchi di precisione che non si adatta per le ordinarie esperienze di poligono.

Fra tutti i cronografi quello che ha avuto maggiore impiego è il cronografo Le Boulengé, che, pur dando indicazioni molto esatte, è di uso relativamente facile; è a massa cadente e ad indicazione unica (3) (Fig. 25 e 26).

---

(1) *Cronoscopio del Noble.*

(2) *Fotocronografo ad indicazione multipla di Crehore e Squier:* fondato sull'impiego della polarizzazione rotatoria magnetica. Con questo fotocronografo nella misura dei tempi si raggiunge l'approssimazione di 1 : 250.000 di minuto secondo. — Vedi: *Rivista d'Artiglieria e Genio,* 1896, Vol. II.

(3) *Descrizioue schematica del cronografo sistema Le Boulengé:*

Il cronografo si vale della proprietà delle elettro-calamite di magnetizzarsi e smagnetizzarsi quando si chiudono od aprono i circuiti elettrici nei quali si trovano inserite, e della legge di caduta dei gravi. Si immagini infatti un dispositivo, schematicamente rappresentato nella Figura 27, composto di due circuiti elettrici distinti, alimentati rispettivamente da batterie di pile, P e P, in ciascuno dei quali siano inseriti: una elettro-calamita, un interruttore, un reostato e un telaio sul quale si ripiega a reticolato un tratto del circuito. L'interruttore è doppio e possiede la facoltà d'interrompere contemporaneamente i due circuiti, pur conservandoli sempre distinti.

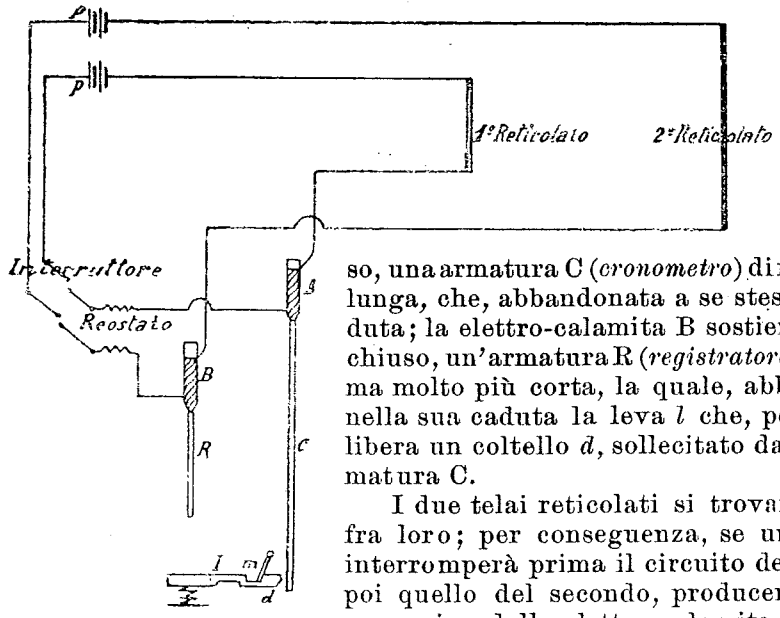


Fig. 27.

La elettro-calamita A sostiene, a circuito chiuso, una armatura C (*cronometro*) di forma cilindrica alquanto lunga, che, abbandonata a se stessa, è libera nella sua caduta; la elettro-calamita B sostiene, anche essa a circuito chiuso, un'armatura R (*registratore*) di forma uguale alla C, ma molto più corta, la quale, abbandonata a sè, incontra nella sua caduta la leva *l* che, per effetto di questo urto, libera un coltello *d*, sollecitato da una molla *m* verso l'armatura C.

I due telai reticolati si trovano ad una certa distanza fra loro; per conseguenza, se un proietto li attraversa, interromperà prima il circuito del primo telaio reticolato, poi quello del secondo, producendo la smagnetizzazione successiva delle elettro-calamite A e B ed il conseguente abbandono, con un certo intervallo di tempo fra loro, delle armature C ed R; quest'ultima, nel cadere, urtando la leva *l*, libererà il coltello *d*, che andrà a battere contro l'armatura C, la quale si trova in un certo istante della sua caduta, e vi produrrà una impronta.

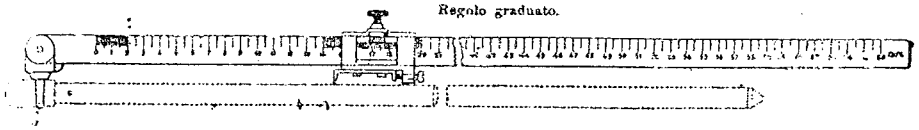


Fig. 28.

È facile rilevare, dalla posizione in cui viene a risultare questa impronta, il tratto percorso dall'armatura C dall'inizio del suo movimento di caduta sino all'istante in cui venne colpita dal coltello *d*, e, conseguentemente, calcolare il tempo impiegato dal proietto a percorrere l'intervallo esistente tra i due telai reticolati, e da questo tempo dedurre la velocità media del proietto nello spazio considerato.

Il *regolo graduato* (Fig. 28) misura il tratto anzidetto.

47. Misura dell'angolo di rilevamento. — Per le armi portatili l'angolo di rilevamento si può misurare nel modo seguente (Fig. 29).

Si impiega la linea di mira parallela all'asse dell'arma, si punta nel segno P di un cartone situato a 5 metri circa dalla bocca affinchè il tratto di traiettoria compreso si possa ritenere rettilineo, dopo lo sparo di misura la distanza $a = PC$ fra il punto mirato P ed il punto colpito C e si aggiunge la distanza $r = PA$ della linea di mira

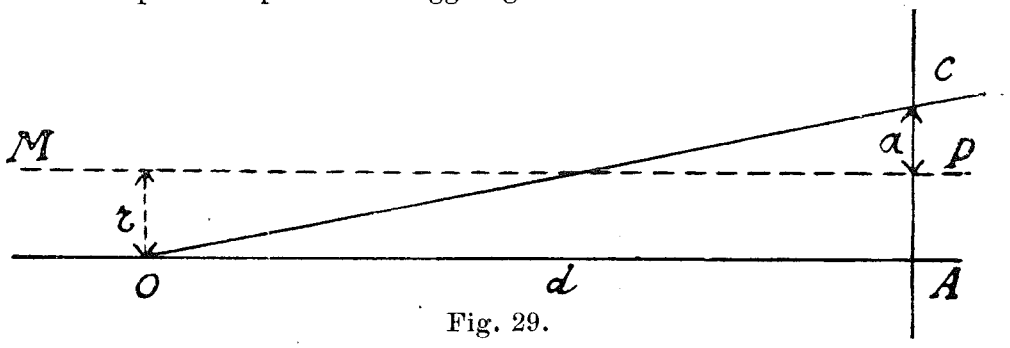


Fig. 29.

dall'asse dell'arma: allora se d è la distanza del cartone dalla bocca, poichè si prende il segno P quasi sull'orizzonte dell'arma, dal triangolo rettangolo OAC si ricava:

$$\text{tang } \widehat{AOC} = \text{tang } \rho = \frac{r \pm a}{d} ,$$

$+ a$ se il punto colpito è più alto, $- a$ se è più basso del punto mirato; quando $- a > r$ l'angolo di rilevamento risulta negativo.

Nel nostro fucile Mod. 91 l'angolo di rilevamento (1) per V = 700 m. risulta $\rho = 5'.30''$.

48. Misura della resistenza dell'aria. — Mediante il cronografo si misurano le velocità orizzontali $(v \cos \theta)_1$ e $(v \cos \theta)_2$ in due punti della traiettoria distanti rispettivamente x_1 e x_2 dalla bocca dell'arma; sia $m = \frac{p}{g}$ la massa del proietto e ρ_m la resistenza media fra i valori che la resistenza assume nel percorso da x_1 ad x_2. Applicando il principio delle forze vive al movimento del proietto fra i due punti considerati, si ha:

$$\frac{1}{2}\frac{p}{g}\left[(v \cos \theta)_1^2 - (v \cos \theta)_2^2\right] = \rho_m (x_2 - x_1)$$

[17] cioè:

$$\rho_m = \frac{p}{2\,g}\,\frac{(v \cos \theta)_1^2 - (v \cos \theta)_2^2}{(x_2 - x_1)}$$

questo valore si assume come quello della resistenza, ρ, corrispondente alla velocità $\frac{(v \cos \theta)_1 + (v \cos \theta)_2}{2}$, che è media fra le due velocità orizzontali misurate.

Ottenuto ρ, poichè (2) $\quad \rho = m \,.\, f(v) = \frac{p}{g} \,.\, \frac{\delta \,.\, i}{C}\, F(v)$

si ricava: $\quad F(v) = \frac{C}{\delta \,.\, i} \,.\, \frac{\rho \,.\, g}{p}$

formola colla quale Siacci dedusse (3) la « Tavola dei valori della funzione resistente » (4).

---

(1) Per le armi portatili l'*angolo di rilevamento* è anche detto *angolo di vibrazione* poichè l'angolo di rilevamento essendo misurato coll'arma nel cavalletto, non si ha rinculo dell'arma, nè sollevamento, ed il rilevamento è dovuto solamente alle vibrazioni della canna e della cassa.

(2) Vedi precedente Articolo II, N. 15 e 21 *d*.

(3) Vedi precedente Articolo II, N. 21 *d*.

(4) Bianchi, *Balistica esterna*, Tavole numeriche, Tav. VI.

CAPITOLO II.

Impiego pratico delle proprietà della traiettoria.

Articolo I. — Puntamento.

1. Definizioni. — *Puntare un' arma,* ad un determinato segno, significa disporre l'arma in modo che la traiettoria descritta dal proietto passi per il segno.

Per puntare occorre considerare che la traiettoria non è una curva piana (1), quindi risulta opportuno distinguere i problemi e le operazioni

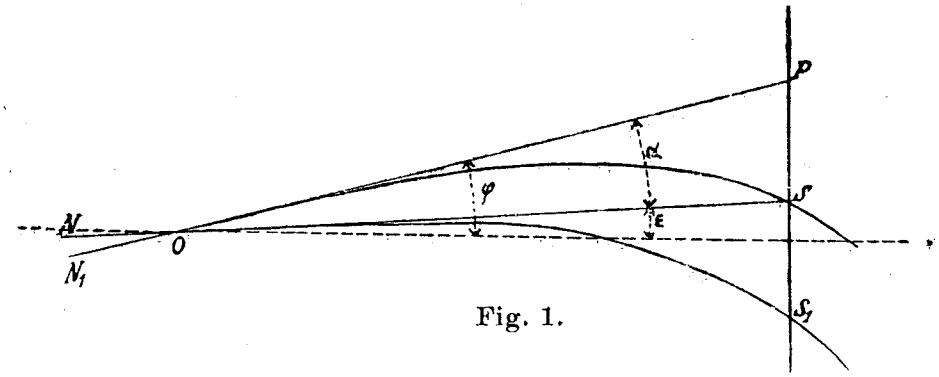


Fig. 1.

relative alla proiezione della traiettoria sul piano di tiro — *dare l' inclinazione* o *puntamento zenitale* —, dai problemi ed operazioni relative alla proiezione della traiettoria sul piano dell'orizzonte (2) — *dare la direzione* o *puntamento azimutale.*

Per il puntamento occorrono dei congegni speciali, detti perciò *apparecchi di puntamento,* i quali nell'esecuzione del puntamento determinano, per ciascuna delle distanze a cui può trovarsi il bersaglio, la posizione che deve assumere la linea di tiro rispetto all'orizzonte.

Infatti (Fig. 1), sia O l'origine della traiettoria ed S il segno; se si dirige la linea di tiro NO al punto S e si fa partire il colpo, il proietto colpisce un punto S_1 situato sotto al segno e lateralmente al segno di quantità rispettivamente uguali all'abbassamento (3) ed alla derivazione corrispondenti alla

(1) Vedi precedente Capitolo I, Articolo II, N. 28.

(2) Talvolta sul piano di sito.

(3) Diminuito del tratto di abbassamento dovuto all'angolo ρ, poichè l'abbassamento si misura a partire dalla linea di proiezione.

distanza del bersaglio dalla bocca dell'arma: abbassamento e derivazione che sono nulli all'origine della traiettoria e crescono col crescere della distanza di tiro.

Ne consegue, che, volendo colpire in S è necessario che la linea di tiro abbia una direzione N_1O diversa dalla precedente, che incontri il piano verticale perpendicolare al piano di tiro e passante per il bersaglio in un punto P che soddisfi alle due condizioni: — 1ª sia situato sopra il segno di una quantità uguale al tratto di abbassamento S_1; — 2ª sia spostato lateralmente al segno di una quantità uguale alla derivazione, ma dalla parte opposta a quella in cui avviene la derivazione.

Allora, se nel colpo successivo si vuole nuovamente colpire il segno S, si deve nuovamente disporre l'arma in posizione tale che l'asse dell'anima coincida colla posizione N_1O del colpo precedende, cioè:

Per puntare l'arma bisogna, ad ogni colpo:

1° disporre la linea di tiro in modo che: $i = \alpha + \varepsilon$;

2° spostare il piano di tiro lateralmente al segno della quantità corrispondente alla derivazione.

Ma, evidentemente, non si può in pratica puntare impiegando direttamente come visuale la linea di tiro dirigendola al punto P che non è materializzabile nello spazio, perciò si ricorre alle visuali fornite dall'apparecchio di puntamento applicato all'arma ed opportunamente graduato per le diverse distanze.

Il più semplice degli apparecchi di puntamento è quello più antico detto *sistema di puntamento ordinario,* sicchè sul suo impiego si basano le comuni definizioni relative al puntamento.

— Il sistema di puntamento ordinario, schematicamente considerato, è costituito da due punti collocati sull'arma e detti *punti di mira,* l'uno *fisso* e l'altro *mobile;* le diverse posizioni del punto mobile dànno luogo ad altrettante diverse visuali passanti per i due punti dette *linee di mira,* ciascuna delle quali permette di disporre la linea di tiro dell'arma in modo da ottenere un determinato angolo di elevazione, α, e quindi permette di puntare l'arma ad un bersaglio situato a determinata distanza corrispondente all'angolo, α, di elevazione.

La posizione più bassa che può assumere il punto di mira mobile stabilisce la *linea di mira naturale.*

Piano di mira: è il piano verticale passante per la linea di mira.

Mirino: si chiama il punto di mira fisso; generalmente è situato verso la bocca dell'arma; la sommità del mirino è detta *cresta.*

Mira o *tacca di mira:* si chiama comunemente il punto di mira mobile; generalmente è situata verso la culatta dell'arma; il vertice della tacca di mira è detto *fondo della tacca di mira.*

Mirare ad un punto: significa disporre la linea di mira, corrispondente ad una stabilita posizione della mira, in modo che passi per quel punto.

Origine degli alzi (effettivi): è la posizione della mira che determina una linea di mira parallela all'asse dell'anima.

Superficie dell'alzo: è la superficie (piana, cilindrica, sferica) passante per l'origine degli alzi, perpendicolare alla linea di mira parallela all'asse dell'anima, sulla quale si muove il punto di mira; se la superficie è piana viene detta *piano dell'alzo.*

Lunghezza della linea di mira, L: è la distanza dell'origine degli alzi dal mirino.

— La posizione della mira sulla superficie dell'alzo s'individua riferendola alle due tracce determinate sulla superficie stessa da due piani perpendicolari fra loro, passanti per l'origine degli alzi, l'uno, quello delle ordinate, verticale, l'altro, quello delle ascisse, parallelo all'asse dell'arma.

Alzo effettivo o semplicemente *alzo:* è l'ordinata del punto di mira mobile rispetto all'origine degli alzi; è una quantità positiva se considerato al disopra dell'origine.

Scostamento: è l'ascissa del punto di mira mobile rispetto all'origine; è una quantità positiva se considerato dalla parte opposta a quella in cui avviene la derivazione del proietto.

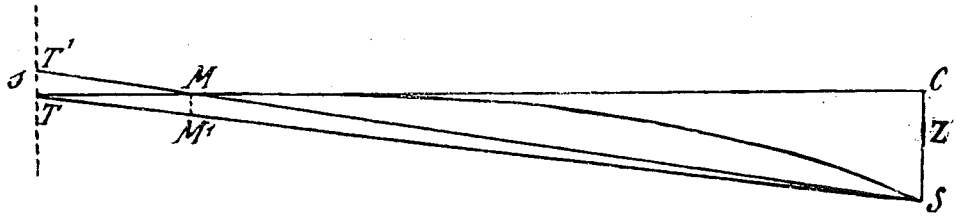


Fig. 2.

Infatti (Fig. 2), sia MS la proiezione della traiettoria sul piano di sito; prolungando la linea di sito fino al suo incontro colla superficie dell'alzo otterremo il punto T', che determina la posizione della linea di mira rispetto all'origine T per correggere la derivazione $Z = CS$, poichè tutte le volte che la linea di mira T'M sarà diretta al segno S l'arma si disporrà col piano di tiro TM passante per il punto C, cioè si disporrà nella posizione necessaria affinchè la traiettoria colpisca il punto mirato S.

In conclusione: *Lo scostamento rappresenta la quantità di cui si deve spostare la mira dal piano di tiro misurata dalla parte opposta a quella in cui avviene la derivazione del proietto per correggere la derivazione stessa.*

Qualora non si voglia scostare la mira occorre di scostare il mirino di uguale quantità, ma dalla stessa parte della derivazione (1).

Lo scostamento si misura in millesimi della lunghezza della linea di mira.

La graduazione dello scostamento per le artiglierie può essere fatta in modo che alla linea di mira naturale corrisponda un certo numero di divisioni, anzichè la divisione zero; questa disposizione ha lo scopo di evitare, nella pratica del tiro, l'enunciazione degli scostamenti negativi, ed in effetto equivale ad uno spostamento della origine degli scostamenti. In tal caso le Tavole di tiro devono indicare un numero di divisioni corrispondente allo scostamento effettivo aumentato della quantità di divisioni di cui si è spostata l'origine.

Triangolo di mira (Fig. 3): è il triangolo rettangolo determinato dai tre punti: tacca di mira (T), origine degli alzi (M_1), mirino (M).

Angolo di mira, $m = \widehat{TMM_1}$: è l'angolo acuto che la linea di mira fa colla parallela all'asse dell'arma condotta per il mirino.

L'angolo di mira, m, differisce dal valore dell'angolo di elevazione, α, di una quantità, $\widehat{MCO}$, trascurabile, poichè la distanza del mirino dall'asse dell'anima è piccolissima rispetto alla distanza dell'arma dal segno; perciò si

(1) Ciò si è fatto, ad esempio, in alcuni fucili.

può sempre considerare la linea di mira, TMC, coincidente colla linea di sito, OC, e ritenere l'angolo di mira uguale all'angolo di elevazione.

— Pertanto nella trattazione dei problemi sul puntamento :

a) *si considera l'angolo d'inclinazione in luogo dell'angolo di proiezione* (1) ;

b) *si considera il mirino coincidente coll'origine della traiettoria;*

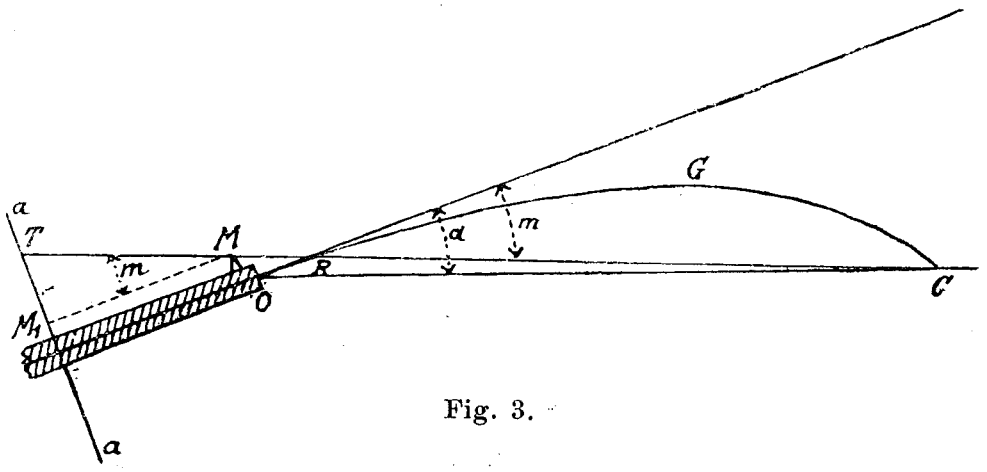


Fig. 3.

c) *si considera l'origine degli alzi effettivi sull'asse dell'anima alla distanza* L *dall'origine della traiettoria ;*

d) *si considera l'angolo di mira uguale all'angolo di elevazione;*

e) *si considera la linea di mira coincidente colla linea di sito ;*

f) *le linee di uguale angolo di partenza e di uguale elevazione sono anche linee di uguale alzo.*

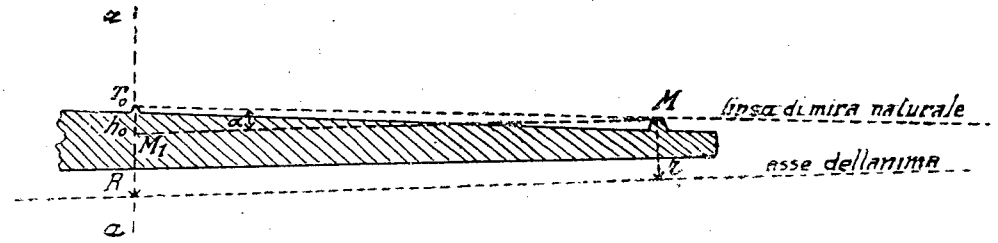


Fig. 4.

— La linea di mira naturale può non risultare parallela all'asse dell'arma ed allora dà luogo ad un angolo di mira, $\widehat{T_0MM_1}$, che viene detto *angolo di mira naturale* ed al quale corrisponde un *alzo naturale* (Fig. 4).

Distanza di punto in bianco: è la gittata corrispondente all'alzo naturale.

Trattando del puntamento e tiro delle *armi portatili* è ormai entrato nell'uso di chiamare *punto in bianco* il secondo punto (2) in cui la traiet-

---

(1) Poichè, come si è detto nell'Articolo II alla fine del N. 7, del valore costante, e sempre piccolo, dell'angolo di rilevamento si tiene già conto nella compilazione della Tavola di tiro, in modo che i valori delle elevazioni in essa riportati rappresentano i valori di α che, aggiunti automaticamente al valore di ρ all'atto dello sparo, dànno i valori di φ necessari per colpire alle varie distanze.

(2) Se la bocca da fuoco è puntata per colpire il segno C (Fig. 3) si verifica che la relativa linea di mira, TM, è incontrata dalla traiettoria nel punto C lontano dalla bocca e talvolta, a seconda della posizione dei punti di mira rispetto all'asse dell'anima, può essere incontrata anche in un punto, R, prossimo alla bocca.

toria incontra la linea di mira, e, conseguentemente, *distanza di punto in bianco* la distanza di tale punto dall'arma (1).

— L'alzo effettivo diminuito dell'alzo naturale si dice *alzo ridotto*, od anche *alzo pratico* e l'elevazione corrispondente si dice *elevazione ridotta*.

Poichè l'alzo ridotto aumentato dell'alzo naturale è uguale all'alzo effettivo, nell'uso, l'alzo effettivo si dice anche *alzo totale*.

— Nei problemi di tiro:

g) *si considera sempre l'alzo effettivo.*

Alzo teorico: è il valore dell'alzo effettivo riferito alla lunghezza della linea di mira; conviene di esprimerlo in millesimi della linea di mira.

2. Apparecchi di puntamento. — Questo argomento è stato trattato nella Parte I.

Gli apparecchi che servono contemporaneamente per il puntamento zenitale ed azimutale sono detti: *alzi.*

3. Classificazione degli alzi. — Come risulta dai N. 2 e 4 si possono teoricamente considerare due tipi di alzo: *alzo rettilineo* ed *alzo quadrante.*

4. Alzi. — Gli alzi si suddividono generalmente nei seguenti tipi:

a) ALZO RETTILINEO, quello costituito in modo che il punto di mira mobile sia spostabile nel piano dell'alzo; non si presta all'applicazione del livello e del cannocchiale.

Per correggere automaticamente la derivazione l'alzo rettilineo può essere *inclinato* rispetto al piano di tiro.

b) ALZO QUADRANTE, quello costituito da un'*asta ad arco di cerchio* con una *testa* che porta il punto di mira mobile spostabile su di una superficie cilindrica o sferica; si presta all'applicazione, anche permanente, del livello e del cannocchiale.

Per correggere la derivazione l'alzo quadrante può essere *inclinato.*

Alzo a tamburo, quello a quadrante in cui per la piccola lunghezza della linea di mira non è possibile di segnare chiaramente le graduazioni sull'alzo; allora occorre di applicare all'asta un tamburo a cui imprima un movimento tale che un indice segni sul *tamburo* la graduazione corrispondente all'inclinazione che effettivamente assume l'asse dell'arma.

c) ALZO AUTOMATICO, quello in cui il punto di mira mobile si sposta nella superficie dell'alzo in modo che, quando la linea di mira è diretta al bersaglio, l'arma risulta puntata, poichè nell'eseguire l'operazione di dirigere la visuale al bersaglio, l'arma, oltre alla direzione, ha assunto automaticamente l'inclinazione per colpire il bersaglio; non esistono attualmente per le armi portatili tipi di alzo automatico.

5. Relazioni tra alzo, H, **elevazione,** α (2), **distanza,** X, **lunghezza della linea di mira,** L, **e abbassamento totale,** A (Fig. 5). — Si consideri l'arma puntata ad un bersaglio, B, situato sull'orizzonte dell'arma stessa alla distanza X dall'origine, sia H l'alzo ed α l'elevazione corrispondente a tale distanza, A sia l'abbassamento totale.

I due triangoli rettangoli opposti al vertice, $\widehat{T_1M_1O}$ e $\widehat{NBO}$, sono simili, perciò si verificano le relazioni:

[1] $$\text{tang } \alpha = \frac{H}{L} = \frac{A}{X}.$$

(1) L'alzo naturale nei fucili dovrebbe corrispondere all'*alzo unico di combattimento* per le distanze inferiori a 800 metri.

(2) Angolo di mira.

Relazione tra alzo ed elevazione:

[2] $$H = L \,.\, \text{tang}\ \alpha.$$

Relazione tra abbassamento ed elevazione:

[3] $$A = X \,.\, \text{tang}\ \alpha\,;$$

[4] $$H = \frac{L}{X} A;$$

[5] $$A = \frac{X}{L} H;$$

che dimostrano le seguenti proprietà:

1ª *L'alzo è proporzionale al valore della tangente dell'angolo di elevazione ed alla lunghezza della linea di mira* [2].

2ª *L'abbassamento totale è proporzionale al valore della tangente dell'angolo di elevazione ed alla distanza del bersaglio* [3].

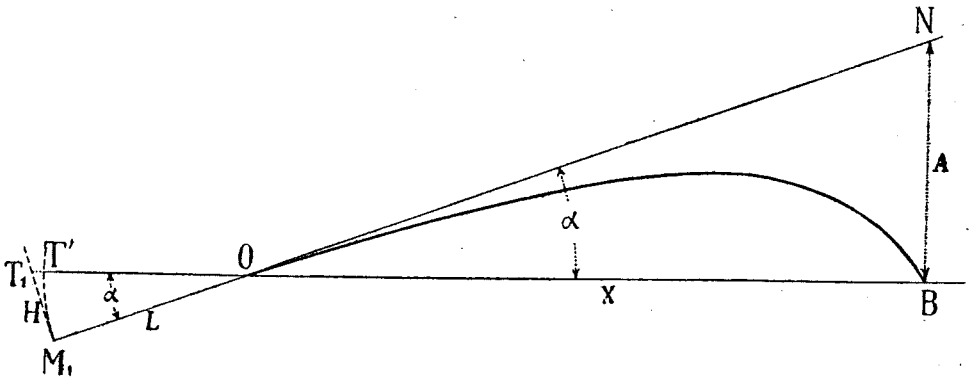


Fig. 5.

3ª *L'alzo è proporzionale all'abbassamento totale secondo il rapporto della lunghezza della linea di mira alla distanza del bersaglio* [4].

4ª *Commettendo un determinato errore d'alzo o di collimazione (puntamento), tale errore si riproduce linearmente sul bersaglio ingrandito di tante volte quante volte la lunghezza della linea di mira è compresa nella distanza del bersaglio* [5].

— Si può esprimere l'alzo in millesimi della lunghezza di mira: $H = n \frac{L}{1000}$ e sostituendo nella [4] si ottiene l'abbassamento in millesimi della distanza: $A = n \frac{X}{1000}$; ne risulta che:

5ª *La variazione di un millesimo nell'alzo varia l'ordinata del punto colpito di tanti metri quanti sono i chilometri della distanza.*

6. Relazione tra lo scostamento, S, la derivazione, Z, e l'angolo di direzione, β.

a) *Coll'alzo rettilineo.* — Dalla Fig. 2: la retta TMC rappresenti la traccia sul piano di sito del piano di tiro, il piano del foglio rappresenti il piano di sito, col segno C, il mirino M, l'origine degli scostamenti T, la mira T', l'angolo di direzione $\widehat{CTS}$.

Ne risulta (1) che alla distanza $MC = D$, per colpire in C, lo scostamento per correggere la derivazione $CS = Z$ a tale distanza è $TT' = S$; e precisamente:

[6] $$S = L\frac{Z}{D}.$$

— Se la graduazione dello scostamento è fatta in millesimi della lunghezza della linea di mira, cioè se $S = n\frac{L}{1000}$, dalla [6] si rileva che:

[7] $$Z = S \cdot \frac{X}{L} = n \cdot \frac{X}{1000};$$

cioè per $n = 1$ si ha $Z = \frac{X}{1000}$; quindi risulta che:

6ª *La variazione di un millesimo nello scostamento sposta lateralmente il punto colpito di tanti metri quanti sono i chilometri della distanza.*

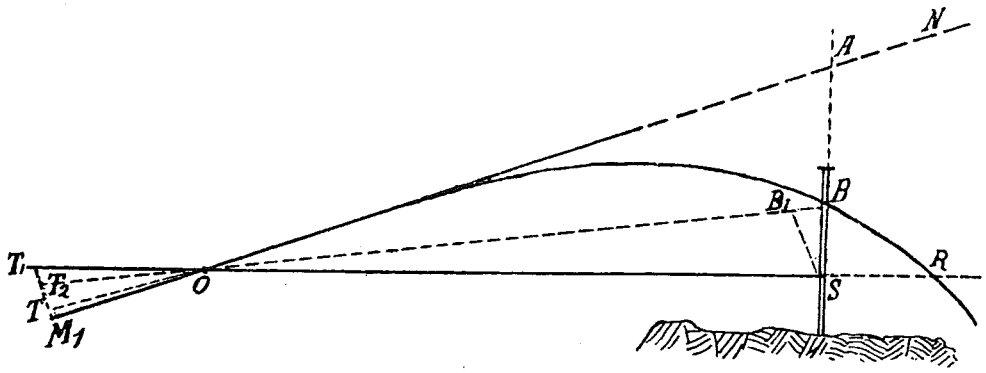


Fig. 6.

7. Determinazione sperimentale degli alzi pratici e degli alzi effettivi. — Volendo determinare la quantità di cui si deve sollevare la mira sulla linea di mira naturale per colpire un determinato segno disposto a determinata distanza, si può procedere nel seguente modo:

Alla distanza voluta (Fig. 6), si colloca un telone, oppure un cartone, sul quale sia visibile un segno S situato sull'orizzonte dell'arma, si punta al segno con un alzo pratico approssimativo TT_1, cioè si punta con un alzo pratico determinato approssimativamente in modo da colpire certamente il telone; facendo partire il colpo il proietto generalmente non passa per il punto S ma colpisce, p. es., in B. Risulta dalla figura che l'alzo provvisorio impiegato è, supponiamo, troppo grande, esso corrisponde effettivamente alla distanza OR di punto in bianco, distanza che è maggiore di OS. Per colpire il punto S occorreva impiegare l'alzo TT_2 che differisce dall'alzo approssimativo impiegato della quantità T_2T_1.

Poichè sul telone si può misurare l'errore SB e si conoscono TT_1, la lunghezza L della linea di mira TO e la distanza del bersaglio OS, si può determinare T_1T_2 e perciò l'alzo pratico TT_2 per la distanza voluta.

Infatti il triangolo OT_2T_1 ed il triangolo OB_1S, ottenuto questo conducendo per S la parallela all'alzo, sono simili ed allora:

$$\frac{T_2T_1}{OT_1} = \frac{SB_1}{OS}$$

(1) Vedi nel precedente N. 1 la definizione di: *scostamento*.

e poichè le dimensioni delle armi portatili sono tali che la differenza fra i valori di OT_1 e OT è trascurabile rispetto al valore di T_2T_1 e quella fra SB_1 e SB è trascurabile rispetto al valore di OS, si può senza errore apprezzabile porre, anche se l'alzo è rettilineo:

$$\frac{T_2T_1}{OT} = \frac{SB}{OS}$$

da cui:

$$T_2T_1 = \frac{SB}{OS} \cdot OT;$$

ugualmente si può dire che $OT = OM_1 = L$, quindi si ha:

$$T_2T_1 = \frac{SB}{OS} \cdot L$$

ma si è detto che l'alzo pratico, h_p, relativo alla distanza OS è dato da:

$$TT_2 = TT_1 \pm T_2T_1$$

perciò:

$$TT_2 = TT_1 \pm \frac{SB}{OS} \cdot L.$$

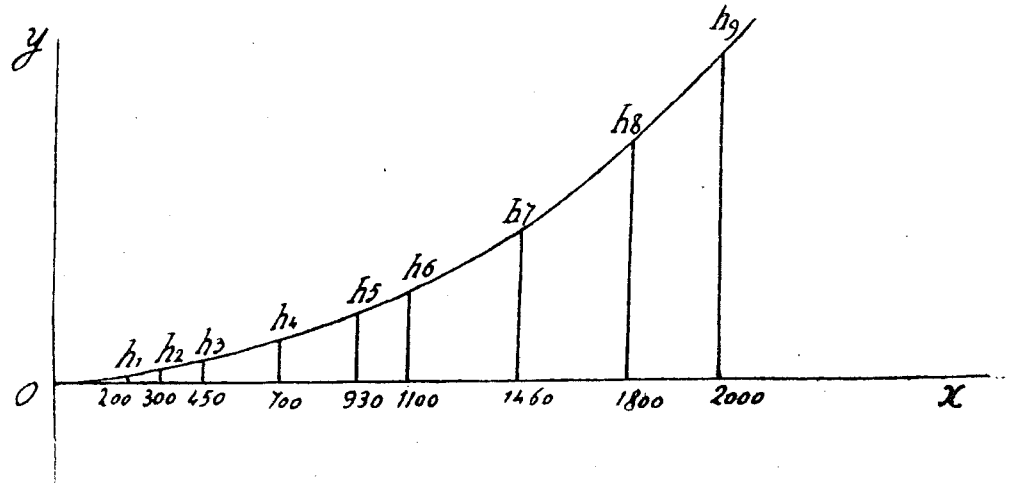


Fig. 7.

Dunque chiamando con h_a l'alzo approssimativo TT_1 scelto per l'espesienza, con x la distanza OS del bersaglio, con a la deviazione verticale del colpo rispetto al punto mirato, con Δh la variazione T_2T_1 d'alzo, si ottiene l'alzo pratico colla relazione:

$$h_p = h_a \pm \Delta h = h_a \pm \frac{a}{x} \cdot L.$$

La variazione d'alzo Δh è positiva se il punto colpito è più basso del segno, è negativa se il punto colpito è più alto del segno.

Per maggior esattezza il punto B non si determina con un solo colpo, ma calcolando la deviazione media verticale che risulta da una serie di colpi fatti coll'alzo h_a.

Conoscendo l'alzo pratico, h_p, e l'alzo naturale, h_0, si ottiene l'alzo effettivo o totale, h.

8. Determinazione grafica degli alzi. Curva degli alzi. — Nello studio di un'arma si determina colla balistita razionale l'angolo di proiezione corrispondente ad una gittata, il valore così ottenuto permette di calcolare il corrispon-

dente alzo approssimativo per eseguire i primi tiri al telone a quella gittata; indi, nel modo già visto (1), si determina la variazione d'alzo per ottenere l'esatto alzo pratico. Analogamente si fa per altre distanze di punto in bianco e precisamente per quelle che più convengono alle esperienze.

Per rettificare i valori degli alzi pratici, esperimentalmente determinati, s'impiega un metodo grafico.

Sopra una retta orizzontale (Fig. 7), si prendono delle ascisse proporzionali alle distanze di punto in bianco per le quali si sono determinati gli alzi, indi si misurano delle ordinate uguali o proporzionali agli alzi corrispondenti; per i punti h_1, h_2, h_3... si fa passare un curva: questa curva è

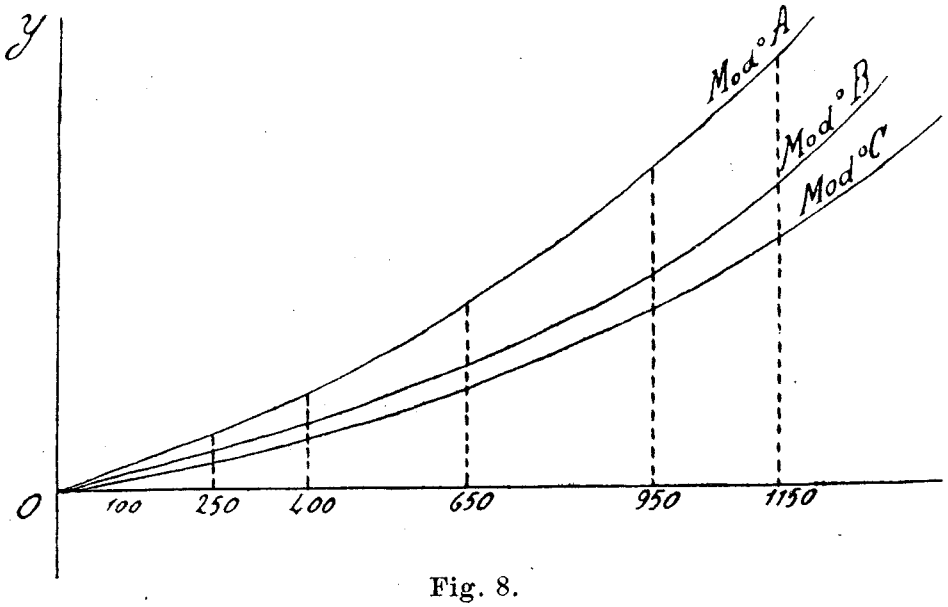


Fig. 8.

detta *curva degli alzi pratici;* essa deve risultare di andamento regolarissimo e volgere sempre la convessità verso l'asse delle ascisse; se nel disegno ciò non si verifica, si devono apportare le opportune variazioni.

Colla curva degli alzi si può determinare l'alzo per una distanza intermedia, senza ricorrere alla serie dei tiri, oppure si può conoscere la distanza che corrisponde ad un dato alzo; in ogni modo, poichè sono sufficienti poche determinazioni d'alzo pratico per ottenere esattamente l'andamento della curva, ne risulta una notevole economia di munizioni e di tempo.

Se dagli alzi pratici si passa agli alzi effettivi e da questi agli alzi teorici o comparativi, si ottiene una curva che si può paragonare con altre curve (Fig. 8) ottenute cogli alzi comparativi di altre armi o con la stessa arma ma con diverse velocità iniziali, forma del proietto, ecc.; si ha cioè un mezzo per paragonare la tensione delle traiettorie ottenute con quelle diverse armi o colla stessa arma in questi diversi casi.

---

(1) Vedi precedente N. 7.

Articolo II. — Tensione della traiettoria.

9. Regole del tiro teso. — *Tiro teso:* è il tiro eseguito con grande valore della velocità iniziale e con piccolo angolo d'elevazione (1).

La relazione [1] del precedente Articolo I si è ottenuta supponendo il bersaglio sull'orizzonte dell'arma, mentre in generale la posizione del bersaglio dà luogo ad un angolo di sito, perciò occorrerebbe di usare le relazioni più complesse già accennate nel Capitolo I, N. 43 e 44, cioè le relazioni fra gli elementi del fascio di traiettorie di uguale velocità, V, relativo ad un determinato proietto.

Nel caso di tiro teso le relazioni complesse già accennate nel Capitolo I, N. 43 e 44, si semplificano molto, poichè i valori degli angoli che entrano nelle relazioni stesse sono piccoli, quindi il valore del coseno di detti angoli è molto prossimo all'unità, tanto che praticamente, senza sensibile errore, può ritenersi uguale ad 1. Ne consegue che:

Le regole del tiro teso rappresentano teoremi limiti, *tanto più approssimati quanto più piccoli sono l'angolo di elevazione e l'angolo di sito.*

— Così la relazione [12*b*], dell'anzidetto N. 43 *a*), diviene:

$$[1] \qquad \operatorname{tang} \varphi - \operatorname{tang} \varepsilon = \operatorname{tang} \varphi_x$$

La relazione [15], dell'anzidetto N. 43 *b*), diviene:

$$[2] \qquad \operatorname{tang} \varepsilon - \operatorname{tang} \theta = \operatorname{tang} \omega_x$$

Inoltre, sia per la [1] che per la [2], trattandosi di angoli piccoli si possono sostituire le lunghezze d'arco alle tangenti, per cui:

$$[3] \qquad \varphi - \varepsilon = \varphi_x$$

$$[4] \qquad \varepsilon - \theta = \omega_x$$

La [3] rappresenta col primo membro l'angolo di partenza γ e, poichè l'angolo di rilevamento ρ è costante (2), si ha:

$$\varphi - \varepsilon - \rho = \varphi_x - \rho$$

ossia:

$$[5] \qquad \alpha = \alpha_x,$$

cioè la [3], così trasformata, rappresenta l'elevazione α, e la [4], similmente, rappresenta l'angolo di caduta ω, quindi:

$$[6] \qquad \varepsilon - \theta = \omega_x = \omega.$$

Concludendo, le relazioni [5] e [6] determinano la seguente regola del tiro teso:

L'angolo di elevazione e l'angolo di arrivo sono indipendenti dall'altezza del punto d'arrivo sull'orizzonte.

Applicando questa regola (Fig. 9) si viene ad ammettere che:

a) *Tutti i punti situati su di una stessa verticale sono colpiti impiegando il medesimo angolo di elevazione* (3).

---

(1) E perciò con piccolo angolo di partenza, poichè $\gamma = \alpha + \rho$.

(2) Vedi precedente N. 1 *a*).

(3) Mentre sappiamo che, anche nel vuoto, la linea di uguale angolo di elevazione è una parabola (vedi precedente Capitolo I, N. 37) i cui punti hanno ascisse minori di x per ε positivo e ascisse maggiori di x per ε negativo (Fig. 10).

— Nell'applicare le regole del tiro teso occorre dunque ricordare che si devono verificare due condizioni, corrispondenti a due ipotesi: — l'*una* (già espressa per il fascio di traiettorie di uguale velocità iniziale), che per punti di uguale ascissa, il coefficiente β e quindi il coefficiente balistico ridotto C', siano uguali (1); — l'*altra*, che i valori di α e di ε siano piccoli (2).

Queste condizioni si verificano per α non superiore a 10° e per ε compreso fra $+10°$ e $-5°$, e la pratica del tiro dimostra che in questi limiti non si commettono errori apprezzabili.

Ne consegue che nel tiro teso si viene ad ammettere che:

b) *Per un tratto molto breve, poco discosto dall'orizzonte, le linee di uguale elevazione sono delle rette verticali.*

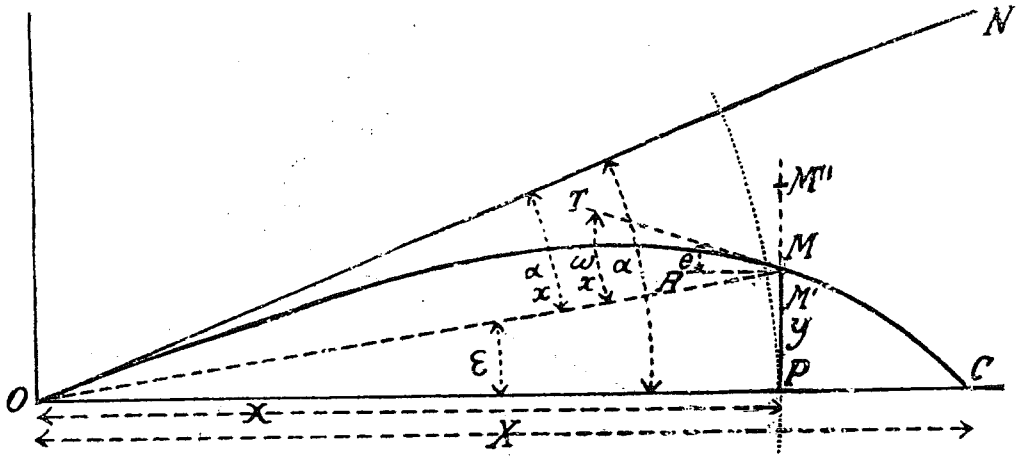


Fig. 9.

10. Principio della rigidità della traiettoria. — Alle regole del tiro teso si può sostituire il cosidetto *principio della rigidità della traiettoria,* che si esprime:

Per angoli di elevazione non superiori a 10° ed angoli di sito compresi fra 10° e —5°, l'angolo di elevazione, l'angolo di direzione e l'angolo di arrivo sono indipendenti dalla posizione del bersaglio rispetto all'orizzonte dell'arma.

La linea di proiezione, la linea di sito e la traiettoria formano un sistema rigido nel quale la posizione relativa delle linee stesse e della traiettoria è costantemente la stessa.

Nell'impiego dei moderni fucili, anche alle maggiori distanze, α non supera i 7° (3), e raramente si presentano alle medie e grandi distanze bersagli (4) per i quali l'angolo di sito superi i limiti anzidetti, quindi φ risulta minore di 20°, inoltre l'alzo è generalmente dato in seguito alla stima a vista della distanza; perciò:

---

(1) Mentre effettivamente variano col variare della densità dello strato d'aria attraversato dal proietto.

(2) Il valore di β varia effettivamente fra due limiti, uno maggiore e l'altro minore di 1, ma per angoli φ piccoli le variazioni di β sono piccolissime e si può ritenere $\beta = 1$ quando $\varphi < 10°$.

(3) Il fucile Mod. 91 per la distanza di 2000 m. dà $\varphi = 5°.39'.37''$.

(4) Esclusi gli aereomobili.

I problemi di tiro col fucile si risolvono ammettendo senz'altro il principio della rigidità della traiettoria. (Effettivamente risulta piccolissima e trascurabile la differenza fra la distanza effettiva e la distanza orizzontale).

— In realtà (Fig. 10) la linea di uguale elevazione è una curva, simile ad una parabola, che per angoli di sito positivi risulta al di qua della circonferenza data dall'applicazione del principio della rigidità della traiettoria e della retta verticale data dall'applicazione delle regole del tiro teso, mentre per angoli di sito negativi risulta oltre la circonferenza ed oltre la retta verticale (1).

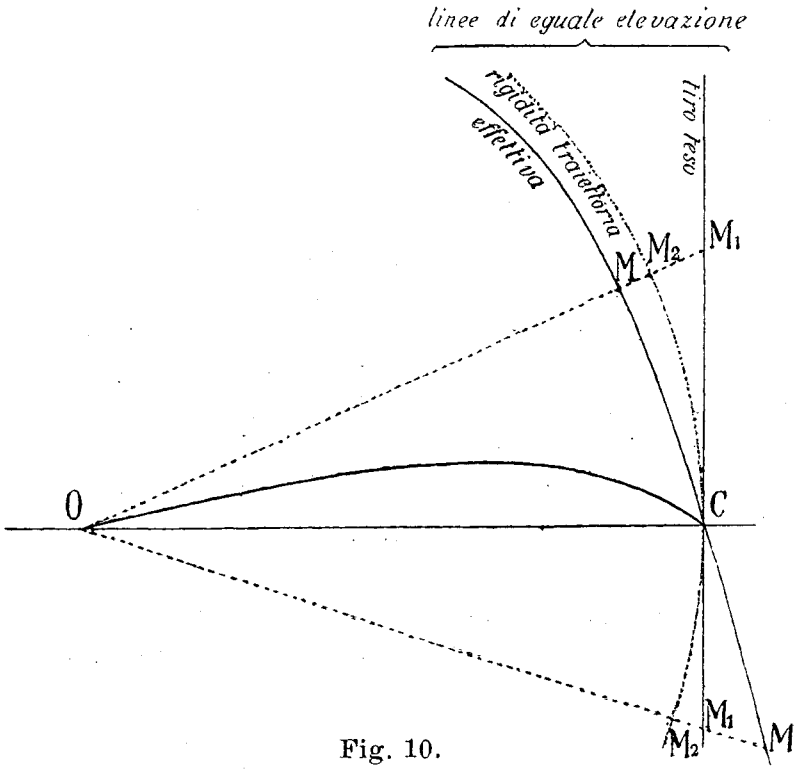


Fig. 10.

Conclusione: Nella pratica del tiro teso, implicitamente risultano applicate *le regole del tiro teso* tutte le volte che i dati di tiro sono determinati in seguito alla misura (2), od alla stima di una distanza orizzontale; risulta invece applicato *il principio della rigidità della traiettoria* tutte le volte che i dati di tiro sono desunti dalla misura o dalla stima di una distanza nel piano di sito (3) come generalmente avviene nel tiro delle armi portatili.

---

(1) Ne consegue che l'errore che si commette è sempre piccolo per ε positivo (ed infatti si può giungere ad $\varepsilon = 10°$), mentre si rende presto notevole col crescere di ε negativo (ed infatti si può giungere solamente ad $\varepsilon = -5°$); inoltre:

a) per ε positivo: applicando il principio della rigidità della traiettoria si commette un errore in meno, MM_2, applicando le regole del tiro teso si commette ugualmente un errore in meno, MM_1, ma di maggiore entità;

b) per ε negativo: si commette sempre un errore in più, ma questo errore è di maggiore entità, MM_2, applicando il principio della rigidità della traiettoria.

(2) Carta topografica.

(3) Telemetri ordinari da campo, stima a vista.

11. Applicazioni. — 1ª *Relazione fra gli angoli d'elevazione (angoli mira)* (1) *e le ordinate* (Fig. 9). Sia OMC la traiettoria ottenuta coll'angolo di elevazione α corrispondente alla gittata $X = OC$. sia M (x, y) un punto di questa traiettoria. Dal triangolo OPM risulta che:

$$\text{tang } \varepsilon = \frac{y}{x}$$

ove ε è l'angolo di sito del punto M, e per il principio della rigidità della traiettoria risulta che l'angolo di elevazione $\widehat{NOM}$ per colpire il punto M è lo stesso di quello per colpire il punto P, cioè $\widehat{NOM}$ è uguale all'angolo di elevazione α_x corrispondente alla gittata $x = OP$.

Da ciò (Fig. 9) risulta:

[7] $$\varepsilon = \alpha - \alpha_x$$

$$\text{tang } \varepsilon = \text{tang } (\alpha - \alpha_x) = \frac{\text{tang } \alpha - \text{tang } \alpha_x}{1 + \text{tang } \alpha \text{ tang } \alpha_x}$$

ma per angoli relativamente piccoli (2), quali sono α e α_x, il prodotto delle loro tangenti è una quantità tanto piccola che si può trascurare, quindi:

$$\text{tang } \varepsilon = \text{tang } \alpha - \text{tang } \alpha_x.$$

[8] $$y = x \, (\text{tang } \alpha - \text{tang } \alpha_x).$$

2ª *Relazione fra gli alzi e le ordinate.* — Per la [1] del precedente Articolo I sostituendo nella [8] si ha:

[9] $$y = \frac{x}{L}(H - H_x).$$

3ª *Relazione fra gli abbassamenti e le ordinate.* — Per la [1] del precedente Articolo I sostituendo nella [8] o nella [9], si ha:

[10] $$y = x \left(\frac{A}{X} - \frac{A_x}{x} \right).$$

4ª *Relazione fra le inclinazioni nei diversi punti della traiettoria e gli angoli di elevazione (di mira) corrispondenti alle distanze di tali punti.* — Per il principio della rigidità della traiettoria l'angolo di arrivo $\widehat{TMO}$ è uguale all'angolo di caduta ω_x in P, dato dalla Tavola di tiro in corrispondenza della gittata $OP = x$; quindi, essendo θ la inclinazione della traiettoria in M, per la [6] si ha: $\theta = \varepsilon - \omega_x$, ma $\varepsilon = \alpha - \alpha_x$, quindi:

[11] $$\theta = \alpha - \alpha_x - \omega_x.$$

Con questa relazione si calcolano le inclinazioni della traiettoria alle diverse distanze x.

12. Costruzione della traiettoria per punti. — Servendosi delle relazioni ora dette, a seconda dei termini che si conoscono, è possibile di costruire graficamente la traiettoria per una determinata gittata.

---

(1) Abbiamo altrove stabilito che gli angoli di mira si ritengono uguali ai corrispondenti angoli di elevazione.

(2) Sono angoli i cui valori non sorpassano i limiti stabiliti per l'applicazione del principio della rigidità della traiettoria.

1° *Conoscendo le ordinate.* — Se la Tavola di tiro dell'arma è provvista di una « Tabella delle ordinate delle traiettorie medie » (1) non si fanno calcoli, si deve solo disegnare:

Sulla retta indefinita OC impiegando una conveniente scala grafica si prendono dei tratti (Fig. 11), Oa, Ob, ... OC, proporzionali alle varie distanze di cui si conoscono le ordinate; dai punti a, b, ... si conducono delle perpendicolari alla OC e su di queste si determinano, colla medesima scala grafica, dei tratti aa_1, bb_1, ... proporzionali alle ordinate della traiettoria di gittata OC; tracciando, con l'ausilio di una stecca flessibilissima, la curva passante per i punti O, a_1, b_1, c_1, ... C, si ha la proiezione sul piano di tiro della traiettoria.

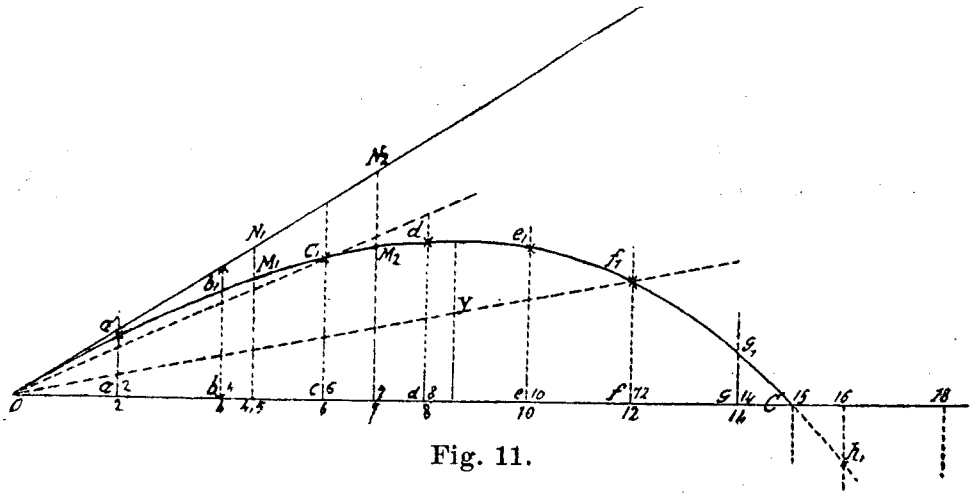


Fig. 11.

2° *Conoscendo le tangenti degli angoli di elevazione.* — Si presentano due soluzioni: l'una determinando le ordinate, l'altra determinando gli abbassamenti:

a) *Determinando le ordinate.* — Le ordinate si calcolano purchè, dalla Tavola di tiro od in modo sperimentale, si conoscano le tangenti degli angoli di elevazione corrispondenti ad alcune gittate.

Si applica la relazione [8]: $y = x\,(\text{tang}\,\alpha - \text{tang}\,\alpha_x)$.

b) *Determinando gli abbassamenti.* — Conoscendo le tangenti degli angoli di elevazione α_x, si ricavano gli abbassamenti A_x corrispondenti impiegando (2) la relazione $A_x = x \,.\, \text{tang}\,\alpha_x$; ed allora si traccia (Fig. 11), la linea di proiezione corrispondente all'angolo di elevazione, α, della traiettoria di gittata, OC, e si determinano sulla linea di proiezione i tratti $ON_1 = x_1$, $ON_2 = x_2$,... indi si riportano i corrispondenti abbassamenti: $N_1 M_1$, $N_2 M_2$...; si traccia la curva passante per i punti: O, M_1, M_2,.. C...

3° *Conoscendo gli alzi teorici.* — La [9] si riduce (3) alla

[12] $$y = x\,(H - H_x).$$

Nella Tavola di tiro l'alzo espresso in millesimi rappresenta l'alzo teorico.

---

(1) Vedi la Tabella delle ordinate riportata, per il fucile Mod. 91, al Capitolo III.
(2) Vedi relazione [3] del precedente Articolo I.
(3) Per la definizione di *alzo teorico* vedi al termine del precedente N. 1.

4° *Conoscendo gli angoli di elevazione.* — Può darsi il caso che la Tavola di tiro non dia già calcolati nè gli alzi teorici, nè le tangenti degli angoli di elevazione, ma si abbiano solo questi angoli espressi in gradi sessagesimali; supponiamo che si voglia costruire una determinata traiettoria, per esempio, corrispondente alla gittata di 800 metri.

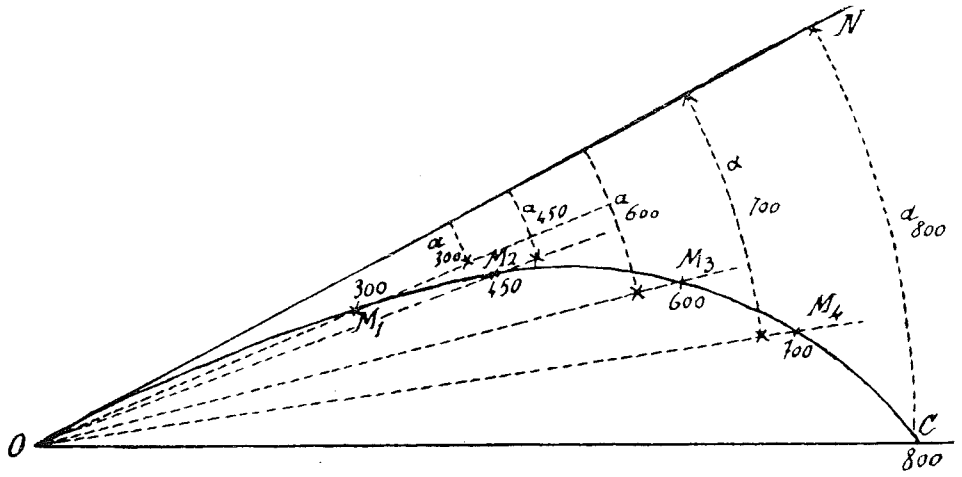


Fig. 12.

a) *Applicando il principio della rigidità della traiettoria:* Su di una retta (Fig. 12) si segua con determinata scala grafica un tratto, OC, corrispondente a 800 m. e su questa retta, che rappresenta l'orizzonte della nostra traiettoria, si costruisce un angolo, $\widehat{NOC}$, uguale all'angolo di elevazione, α_{800}, dato dalla Tavola di tiro; allora se si tracciano tante rette che facciano colla linea di proiezione degli angoli α_{300}, α_{450}, α_{600}, α_{700} uguali agli angoli di elevazione corrispondenti alle gittate

$$OM_1 = 300, \quad OM_2 = 450, \quad OM_3 = 600, \quad OM_4 = 700,$$

e su queste rette si determinano i tratti OM_1, OM_2, OM_3, OM_4, che rappresentano dette distanze, si ottengono i punti M_1, M_2, M_3, M_4 della traiettoria cercata.

b) *Applicando la regola del tiro teso:* Si procede come nel caso *a*) colle seguenti varianti: i tratti OM_1, OM_2, OM_3, ... si misurano tutti sulla retta OC, indi dagli estremi M_1, M_2, M_3, ... s'innalzano le ordinate, ciascuna fino all'incontro colla retta che forma colla linea di proiezione l'angolo uguale all'elevazione corrispondente rispettivamente alle gittate OM_1; OM_2; OM_3; .....: tali punti d'incontro appartengono alla traiettoria cercata.

Evidentemente la traiettoria tracciata col sistema *b*) si trova tutta al di sopra, sebbene di piccola quantità, della traiettoria stessa tracciata col sistema *a*); la vera traiettoria è compresa fra le due così tracciate.

13. Ascissa del vertice. — Poichè al vertice l'inclinazione θ della traiettoria è nulla, per la [11] se x_v è l'ascissa del vertice si verifica:

[13] $$\alpha = \alpha_{x_v} + \omega_{x_v}$$

cioè: l'ascissa del vertice della traiettoria di gittata X è uguale a quella di distanza x_v per la quale la Tavola di tiro dà un angolo di elevazione ed un

angolo di caduta la cui somma uguaglia il valore dell'angolo di elevazione corrispondente alla gittata X. (1) — *a*).

14. ALTEZZA DEL TIRO. — Conoscendo l'ascissa del vertice, l'altezza del tiro è data dalla relazione: $Y = x_v \text{ tang } \varepsilon_{x_v}$ che per la [7] diviene

$$Y = x_v \text{ tang } (\alpha - \alpha_{x_v})$$

e per la [13]

[14] $$Y = x_v \text{ tang } \omega_{x_v} \qquad (1) - b).$$

15. MODO DI SERVIRSI DI UN DATO ALZO PER COLPIRE BERSAGLI SITUATI A DISTANZA MAGGIORE O MINORE DI QUELLA DELL'ALZO STESSO (Fig. 13). Sia un bersaglio, BB′, posto alla distanza, MS, per la quale l'alzo non abbia una graduazione esattamente corrispondente; necessariamente si eseguirà il tiro impiegando uno degli alzi che comprendono la distanza del bersaglio, quello immediatamente superiore od inferiore; ma avendo mirato al segno S, che

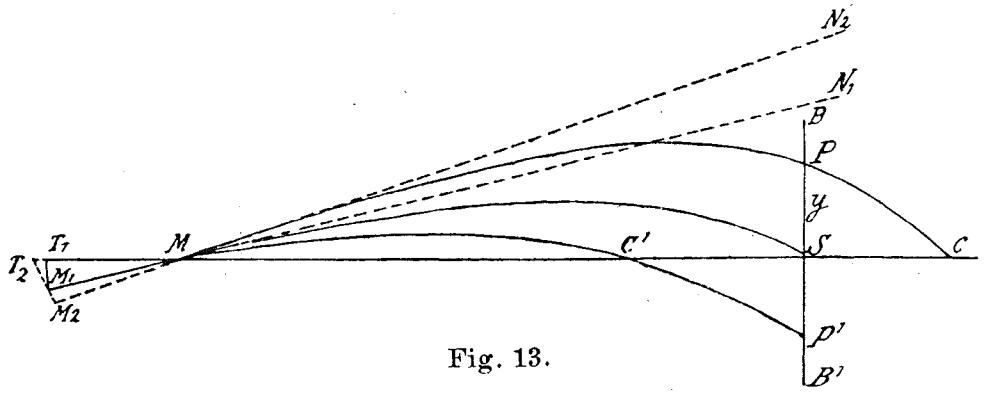


Fig. 13.

non coincide col punto di caduta, C o C′, dell'alzo impiegato, la traiettoria media del fascio passerà nel primo caso al disopra e nel secondo al disotto del punto mirato, S, di un certo tratto $y = \text{SP}$, oppure $= \text{SP}'$, cioè di un tratto uguale al valore dell'ordinata dalla traiettoria, corrispondente all'alzo impiegato, misurata alla distanza del bersaglio (2).

Ne consegue che: *Volendo colpire il punto* S *si dovrà dirigere la linea di mira nel caso di alzo maggiore al disotto del segno* S *e nel caso di alzo minore al disopra del segno* S *di una quantità uguale all'ordinata che ha la traiettoria impiegata alla distanza del bersaglio.*

---

(1) *Esempio:* Determinare l'ascissa e l'ordinata del vertice della traiettoria di 1400 m. ottenuta col fucile italiano Mod. 91.

a) Per le proprietà della traiettoria nell'aria il vertice si troverà oltre la distanza di 700 m., probabilmente fra 800 e 900 o fra 700 e 800. Procedendo per tentativi ed eseguendo le opportune interpolazioni si rileva che: $\alpha_{1400} = 2°.48'.46''$, $\alpha_{800} = 1°.0'.18''$, $\omega_{800} = 1°.45'.49''$ cioè $\alpha_{800} + \omega_{800} = 2°.46'.7''$; la [13] non risulta soddisfatta, ma v'è piccola differenza. Considerando $\alpha_{900} + \omega_{900} = 3°.27'.16''$ ed interpolando risulta che $\alpha_{806} + \omega_{806} = 2°.48'.16''$.

b) Per interpolazione risulta che $\text{tang } \omega_x = 3{,}2 \text{ m/m}$ quindi per la [14] si ha $y_{806} = 25{,}7$.

(2) Per le definizioni e questioni relative al *fascio di traiettorie* ed alla *traiettoria media* corrispondenti ad un determinato alzo, occorre considerare quanto è svolto nel seguente Capitolo III, Articolo I.

16. Questa regola trova applicazioni esclusivamente nel tiro delle armi portatili, poichè effettivamente l'alzo, per ragioni di costruzione e d'impiego, ha il minor numero possibile di linee di mira e quasi sempre si verifica che il segno non è alla distanza dell'alzo (Fig. 14); inoltre nelle armi a canna molto corta, quali le pistole, si ha spesso una sola linea di mira, determinata da pratiche considerazioni, quindi occorre spesso di apportare al puntamento l'anzidetta correzione.

Invece nel tiro delle artiglierie non v'è ragione di applicare la regola anzidetta, poichè si possono dare all'alzo variazioni piccolissime, 1 millesimo.

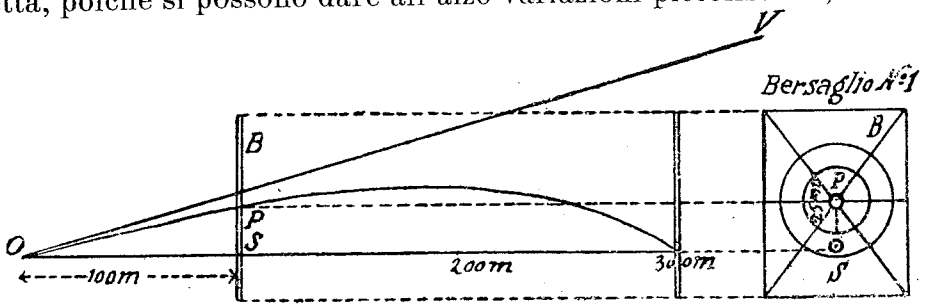


Fig. 14.

17. Regole date dalle nostre Istruzioni sul tiro (Fig. 14). — Nell'*Istruzione sulle Armi e sul Tiro per la Fanteria,* Vol. I, per le lezioni di tiro delle reclute, N. 158, è prescritto che il bersaglio sia posto a distanze variabili fra 100 e 200 metri; ora il minimo alzo che si può impiegare è l'*alzo rovesciato* corrispondente alla distanza di punto in bianco di 300 m., perciò puntando esattamente al disco S del bersaglio N. 1 situato, per esempio, a 100 m., la traiettoria non colpisce il punto S, bensì colpisce il bersaglio nel punto P al disopra di S di una quantità SP uguale alla ordinata della traiettoria di 300 m. alla distanza di 100 m. dall'origine, ordinata che, dalla Tabella delle ordinate, risulta di m. 0,27; perciò volendo determinare i punti di merito del tiratore bisogna riferirli alla distanza del punto colpito dal punto P e non dal punto S; questa appunto, è la ragione per cui la nostra *Istruzione sulle Armi e sul Tiro per la Fanteria,* Vol. I, stabilisce che (1):

« Quando il bersaglio si trova a distanza di punto in bianco il puntamento è diretto al centro del bersaglio, e più precisamente al limite inferiore del barilozzo bianco.

« Se il bersaglio non è a distanza esatta di punto in bianco, esso invece del barilozzo bianco, viene munito di un falso scopo, il quale, quando si impiega la cartuccia a pallottola Mod. 91, dovrà risultare 25 cm. sotto il centro delle circonferenze nel tiro alla distanza di 100 o 200 m.

« Quando si impiega la cartuccia ridotta per società di tiro a segno nazionale, la quale ha, coll'alzo abbattuto, il punto in bianco a 300 m., il centro del falso scopo è collocato:

a 10 cm. sotto il centro delle circonferenze nel tiro a 100 m.;
a 5 » » » » » » 200 m.

« Se si impiega la cartuccia a pallottola frangibile il centro del falso scopo dovrà risultare:

a 20 cm. sotto il centro delle circonferenze nel tiro a 100 m.;
a 15 » » » » » » 200 ed a 300 m.

---

(1) Vedi *Istruzione sulle Armi e sul Tiro per la Fanteria,* Vol. I, Tav. I, « Note alla Tavola I », edizione 1909.

« Tanto con la cartuccia ridotta che con quella a pallottola frangibile si dovrà impiegare alle distanze di 100 e 200 m. l'alzo rovesciato, ed a quella di 350 m. l'alzo abbattuto.

« Il diametro del falso scopo bianco dovrà essere uguale a quello della circonferenza minore ».

Nel tiro si deve anche considerare l'opportunità di impiegare una linea di mira piuttostochè un'altra, allorchè il bersaglio non si trova ad una delle distanze segnate sull'alzo.

Per esempio, si prenda il tiro eseguito col fucile Mod. 91 contro un bersaglio alto circa m. 1,20 situato a m. 500. L'alzo dà la graduazione 450 m. e 600 m., ora l'ordinata a 500 m. è m. 0,58 per l'alzo di 450 m. e m. 1,34 per l'alzo di 600 m.; perciò, astrazione fatta dalle probabilità del tiro, coll'alzo di 450 m. puntando al centro il bersaglio sarà colpito al piede e puntando al limite superiore sarà colpito al centro, mentre coll'alzo di 600 m. il bersaglio non sarà colpito nemmeno puntando al limite inferiore.

18. Attenendosi alla regola anzidetta, per le pistole ordinarie a corta canna si devono apportare delle correzioni nello stabilire la linea di mira naturale ed inoltre bisogna determinare il punto dove mirare in relazione alla distanza del bersaglio, specialmente quando si abbia la sola linea di mira naturale.

Ordinariamente il calcio delle pistole, per ragioni di maneggio e d'impiego, è molto inclinato rispetto all'asse della canna; quindi, se l'arma è impugnata, sotto l'azione del rinculo l'asse dell'arma ruota in alto, in modo che quando il proietto esce dalla bocca questa è sensibilmente più alta della posizione in cui si trovava al termine del puntamento prima dello sparo; cioè si determina un notevole angolo di rilevamento che porta il punto di caduta a grande distanza da quello corrispondente alla linea di mira impiegata; ma le pistole ordinarie hanno una sola linea di mira ed a questa corrisponde una determinata distanza di punto in bianco, distanza che effettivamente si otterrebbe se si sparasse l'arma al cavalletto impedendo il rinculo, perciò sparando a braccio libero se si vuole colpire il segno posto a quella distanza è necessario di fare in modo che l'effetto del forte angolo positivo di rilevamento resti annullato, cioè:

Occorre di disporre fin dall'inizio la linea di tiro al disotto della linea di mira di un angolo uguale all'angolo di rilevamento; quindi nella costruzione delle pistole ordinarie si apporta questa correzione dando al mirino un'altezza sull'asse della canna maggiore di quella che si dà alla mira.

Nella nostra antiquata *Pistola a rotazione Mod. 74* la linea di mira è corretta per la distanza di punto in bianco di 30 m., in quella *Mod. 89* è corretta per la distanza di 75 m. e precisamente la tacca di mira dista dall'asse della canna di 12 mm., la sommità del mirino di 16 mm., l'incontro della linea di mira e dell'asse della canna avviene dalla parte del calcio a m. 0,55 dalla bocca dando luogo ad un angolo di mira di 1°.40′, che rappresenta la differenza fra l'angolo di elevazione corrispondente alla gittata di m. 75 e l'angolo di rilevamento dell'arma sparata a braccio libero.

Se la pistola ha l'alzo con più linee di mira, si fa ugualmente la correzione dovuta all'angolo di rilevamento sulla linea di mira più bassa e le altre linee la risentono conseguentemente per costruzione.

Se l'arma non ha alzo, bensì la sola linea di mira naturale corretta nel modo anzidetto, si deve fare al puntamento una seconda correzione tutte le volte che il bersaglio non è situato alla distanza di punto in bianco tenendo conto del valore delle ordinate della traiettoria alla distanza a cui si tira e secondo che questa distanza è minore o maggiore della distanza di punto in bianco; cioè nel primo caso si deve mirare al disotto e nel secondo caso al disopra del punto che si vuole colpire di una quantità uguale al valore di detta ordinata.

Le pistole automatiche non dovrebbero dare luogo a notevole rilevamento, perciò non dovrebbe esservi necessità di apportare la correzione del rilevamento (1).

Una terza correzione al puntamento è comune a tutti i tipi di pistola, ed è la correzione laterale.

Ciascun tiratore, impugnando la pistola colla destra, per ragioni di appoggio, sia per muovere il grilletto, sia per effetto del rinculo, fa muovere involontariamente verso sinistra la bocca dell'arma determinando una deviazione a sinistra del proietto; tale deviazione si corregge in parte col far volgere la rigatura della canna da sinistra a destra e la rimanente correzione, se occorre, si fa nel puntamento mirando a destra del segno di una quantità calcolata e variabile per ciascuna distanza di tiro.

Le correzioni in altezza e laterali si potrebbero effettuare caso per caso allorchè si eseguisce il tiro di poligono ed alle gare di classificazione, almeno approssimativamente, per le principali distanze; ma è difficile ricordare tali correzioni nell'impiego dell'arma, che in realtà serve per la difesa vicina ed improvvisa ed è arma sensibilissima alle differenze di costruzione, di conservazione, di maneggio (2); perciò opportunamente la nostra *Istruzione sulle Armi e sul Tiro per la Fanteria,* Vol. II, edizione 1898, al N. 43 stabilisce:

« Pel tiro con le pistole non si possono dare vere regole di puntamento, « poichè fra pistola e pistola vi è spesso molta differenza nel modo di tirare « e perchè ogni tiratore ha tendenze naturali sue proprie. Consegue che « ciascun tiratore, con la propria pistola tira in modo suo speciale. Il qual « modo vuol essere studiato fin dai primi tiri che ognuno fa; ben accertato, « fornirà al tiratore delle particolari regole di puntamento con le quali egli « otterrà i migliori risultati possibili dal proprio tiro ».

19. Tensione della traiettoria. — La linea di mira si è ritenuta coincidente colla linea di sito; perciò si possono riferire alla linea di sito, presa come asse delle ascisse, i punti della corrispondente traiettoria ed allora si rileva che: *La traiettoria è tanto più tesa quanto minori sono le ordinate dei suoi punti rispetto alla linea di sito* (3).

---

(1) La nostra pistola automatica Mod. 914 del calibro di mm. 9, sparando al cavalletto, dà luogo ad un angolo di rilevamento di — 26'.42'' e, stante l'utilizzazione del rinculo, il rilevamento totale dell'arma sparata a braccio libero è quasi nullo: l'angolo di mira naturale è di 26'.42''.

(2) Traiettoria poco tesa, piccola carica, piccola densità trasversale del proietto, diverso appoggio e stabilità secondo la persona che l'impugna, ecc.

(3) E conseguentemente: *a*) quanto minore è l'angolo di elevazione necessario per ottenerla; *b*) quanto minore è l'alzo corrispondente ad una determinata gittata:

20. Radenza della traiettoria (Fig. 15). — La radenza della traiettoria è data dalla piccola distanza dei suoi punti e dalla simiglianza della sua forma rispetto al profilo del terreno; perciò una traiettoria può avere piccolissima tensione e risultare molto radente, in tutto od in parte, al terreno sopra cui essa si sviluppa (1). Dunque: *Una traiettoria è radente ad un dato terreno quando le ordinate della traiettoria rispetto al profilo del terreno sono di piccolo valore e quasi costanti* (2).

La Figura 15 mostra che la traiettoria poco tesa, ONS, è radente al terreno nel tratto MS.

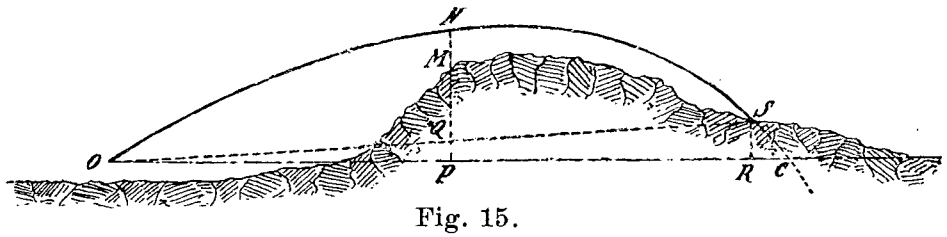


Fig. 15.

21. Relazione fra la tensione della traiettoria e gli errori nell' apprezzamento della distanza di un bersaglio verticale (3). — Stabilito l'alzo corrispondente ad una distanza, un bersaglio di determinata altezza può essere colpito dalla traiettoria media, sebbene in un punto diverso da quello mirato, anche quando si sia commesso un errore in più, oppure in meno, nell' alzo, purchè tale errore sia minore di una quantità che appunto è detta: *errore battuto,* od anche, *tolleranza nella stima della distanza* (4).

Infatti (Fig. 16), sia AB un bersaglio sottile di altezza a ed S il segno a cui si dirige la linea di mira OS.

Se si è impiegato l'alzo corrispondente alla distanza del segno, la traiettoria media passerà per S; se invece si è commesso un errore in più od in meno nella stima della distanza, la traiettoria media passerà al disopra od al disotto del punto S; ma il bersaglio AB sarà colpito al limite superiore, colla traiettoria media OAA_1 corrispondente alla distanza OA_1 ed al limite inferiore, colla traiettoria media OB_1B corrispondente alla distanza OB_1; cioè il bersaglio sarà colpito finchè l'errore nell'alzo non supera *in più* il valore SA_1, *in meno* il valore SB_1.

---

c) quanto minore è l'abbassamento totale e minori le distanze dei suoi punti dalla linea di proiezione.

Queste condizioni si equivalgono; esse in conclusione esprimono che: *una traiettoria è tanto più tesa quanto più la sua forma si avvicina alla linea retta.*

Poichè aumentando la tensione della traiettoria diminuisce l'angolo di elevazione, anche l'angolo di caduta diminuisce.

Per aumentare la tensione della traiettoria corrispondente ad una data gittata, occorre di avvicinarne la forma a quella della traiettoria nel vuoto, che risulta la più tesa, cioè occorre di aumentare il coefficiente balistico e la velocità iniziale.

Per una determinata arma la giustezza di tiro è funzione della tensione della traiettoria.

(1) Vi è chi impiega indifferentemente le parole *tensione* e *radenza* per esprimere lo stesso concetto; ciò non è esatto.

(2) Ciò indipendentemente dal valore delle ordinate sulla linea di sito.

(3) Se il bersaglio è orizzontale la sua dimensione longitudinale si trasforma in dimensione verticale colla relazione $a = p \operatorname{tang} \omega$.

(4) Su questo argomento si è creduto di attenersi alla relazione pratica: volendo la relazione esatta occorrerebbe di trattare la questione in modo completo come è indicato dal BIANCHI nella *Balistica esterna,* edizione 1910, al Cap. VI, N. 8 e 9.

Ritenendo che i due tratti di traiettoria AA_1 e B_1B siano rettilinei e che gli angoli di caduta siano ω_A ed ω_B, dai triangoli rettangoli ASA_1 e BSB_1 risulta che:
l'*errore battuto in più* è:

$$[15] \qquad SA_1 = \frac{SA}{\text{tang } \omega_A};$$

l'*errore battuto in meno* è:

$$[16] \qquad SB_1 = \frac{SA}{\text{tang } \omega_B};$$

questi valori sono tanto maggiori quanto minori sono i valori degli angoli di caduta.

Per le armi portatili, e dentro certi limiti di gittata per i cannoni, gli angoli di caduta ω_A e ω_B sono molto piccoli e differiscono fra loro di quantità insignificanti, perciò si ritengono uguali fra loro ed all'angolo di caduta ω corrispondente alla distanza del bersaglio.

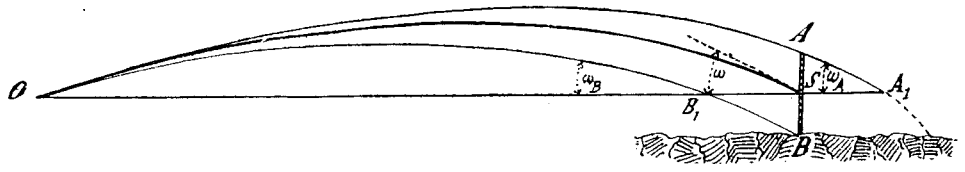


Fig. 16.

Errore battuto. — a) *L'errore battuto si misura sulla linea di mira (ritenuta coincidente colla linea di sito); tale errore è parte in più e parte in meno, dipendentemente dal punto del bersaglio in cui si dirige il puntamento.*

Quanto minore è il valore di tang ω tanto maggiori sono gli errori battuti anzidetti; ma il valore dell'angolo di caduta, ω, diminuisce col crescere della tensione della traiettoria, quindi si deduce che:

b) *Nel determinare l'alzo per colpire un bersaglio verticale si può commettere un errore nell'apprezzamento della distanza tanto maggiore quanto maggiore è la tensione della traiettoria;* od in altri termini:

c) *Dalla maggiore o minore tensione della traiettoria dipende il grado maggiore o minore di possibilità di colpire un bersaglio verticale, allorquando, sia per errore commesso nella stima della distanza, sia per l'impossibilità di fissare l'alzo esatto* (1), *il bersaglio è a distanza diversa da quella corrispondente all'alzo impiegato.*

Errore battuto totale. — *L'errore battuto totale* $B_1A_1 = e$, è la somma dei due tratti SB_1 ed SA_1, considerati in valore assoluto.

Nel tiro teso l'errore battuto totale risulta:

$$[17] \qquad e = \frac{a}{\text{tang } \omega}.$$

Dalla relazione [17] risulta: 1° *Poichè si misura sulla linea di mira (linea di sito), l'errore battuto è indipendente dalla forma del terreno che percorre il bersaglio e dalla posizione rispetto all'arma.*

2° *Fissata l'altezza, a, del bersaglio, il valore dell'errore battuto totale è costante ed indipendente dal punto,* S, *del bersaglio in cui si mira,* però si noti che, dovendo essere misurato sulla linea di mira:

(1) Come si è detto al N. 16, colle artiglierie questa impossibilità non vi è, poichè si possono dare all'alzo anche variazioni molto piccole (per es., di 1 millesimo).

3° *L'errore battuto totale risulta tutto in più se si mira al limite inferiore del bersaglio, tutto in meno se si mira al limite superiore del bersaglio:*

a) *mirando al piede*, un piccolo errore in meno nella stima della distanza impedisce di colpire il bersaglio colla traiettoria media, mentre lo si colpisce commettendo un notevole errore in più;

b) *mirando alla sommità*, un piccolo errore in più nella stima della distanza impedisce di colpire colla traiettoria media, mentre lo si colpisce commettendo un notevole errore in meno (1).

Spazio battuto. — Si dice *spazio battuto, s, l'estensione di terreno entro cui un bersaglio verticale di determinata altezza rimane colpito da una data traiettoria media.*

Se il profilo del terreno è parallelo alla linea di mira si ha *lo spazio battuto teorico.*

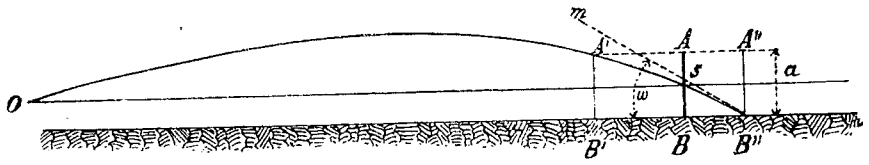


Fig. 17.

1ª Regola. — Lo spazio battuto teorico è uguale all'errore battuto totale.

Se il terreno è in pendenza od in contropendenza rispetto alla linea di mira (2) o se il bersaglio dà luogo ad un sensibile angolo di sito, è logico di considerare praticamente *lo spazio battuto reale,* che può risultare minore o maggiore di quello teorico, secondo il profilo del terreno ed il dislivello del bersaglio rispetto all'origine del tiro.

A) Supponiamo (Fig. 17) che il terreno sia parallelo alla linea di mira, che il bersaglio AB di altezza *a* si trovi alla distanza OS, che l'angolo di sito sia molto piccolo e perciò trascurabile.

Mirando in S la traiettoria media colpirà in S; ma il bersaglio sarebbe ugualmente colpito, sebbene in punti diversi dal punto mirato, se stesse in una posizione qualsiasi del tratto B'BB'' del terreno.

Considerando il tratto A'B'' della traiettoria rettilineo e coincidente colla tangente nel punto B'', *lo spazio battuto teorico* B'B'' *è dato dalla relazione:*

$$[18] \qquad B'B'' = \frac{AB}{\text{tang } \omega} = \frac{a}{\text{tang } \omega} = s.$$

B) Supponiamo che il terreno (Fig. 18) su cui si trova il bersaglio sia in contropendenza rispetto alla linea di mira, OS; allora conducendo per l'estremità superiore del bersaglio una linea parallela all'andamento generale del terreno in prossimità del bersaglio stesso, avremo il punto d'incontro, A', colla traiettoria media e perciò resta determinato il tratto, B'B'', di terreno detto *spazio battuto reale.*

---

(1) Da ciò risulta che nel tiro teso delle armi portatili contro bersagli verticali:

4° *È conveniente mirare al centro del bersaglio* per compensare l'errore nella stima della distanza del quale, *a priori*, non si conosce nè l'entità nè il senso.

5° *È conveniente che l'arma dia luogo ad errori battuti molto estesi* per essere sicuri di compensare sia gli errori talora rilevanti nella stima della distanza, sia l'errore che quasi sempre si ha per il limitato numero delle linee di mira che l'alzo fornisce.

(2) Cioè se l'andamento generale del profilo del terreno, in prossimità del punto di arrivo, va abbassandosi od elevandosi rispetto alla linea di mira (linea di sito).

2ª *Regola.* — Se il terreno è in contropendenza, lo spazio battuto reale è minore di quello teorico.

Infatti le ordinate della traiettoria riferite al profilo del terreno in prossimità del punto di arrivo B″ sono molto grandi e l'*angolo di arrivo reale* (1) $\omega_r = \widehat{mB''n}$ è maggiore dell'angolo di caduta ω.

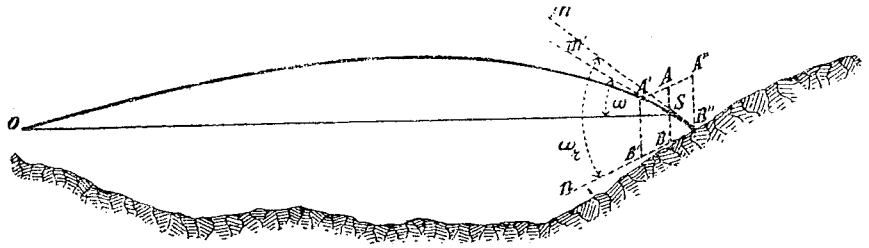


Fig. 18.

3ª *Regola.* — *C*) Se il terreno su cui si trova il bersaglio ha pendenza nello stesso senso della linea di mira, o segue la forma della traiettoria (Fig. 19) lo spazio battuto reale è maggiore di quello teorico.

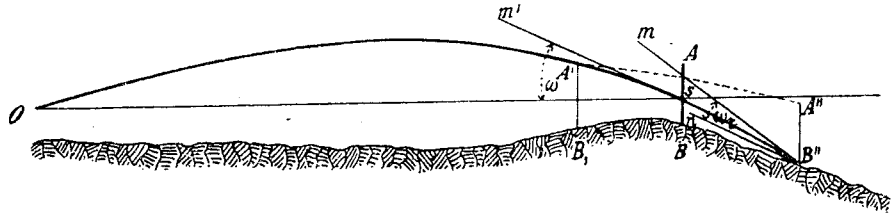


Fig. 19.

Perchè, in analogia al caso precedente *B*), resta determinato il tratto B′B″ ove le ordinate della traiettoria rispetto al terreno sono piccole (uguali o minori dell'altezza del bersaglio) e l'angolo di arrivo reale $\omega_r = \widehat{mB''n}$ è minore dell'angolo di caduta $\omega = \widehat{m'SO}$.

4ª *Regola.* — A parità di altre condizioni, lo spazio battuto reale è maggiore quando l'angolo di sito è positivo e cresce col crescere di questo angolo, è minore quando l'angolo di sito è negativo e decresce col crescere, in valore assoluto, di questo angolo.

22. Spazio ininterrottamente battuto dall'origine del tiro al bersaglio. — Nel caso di terreno avente un andamento generale parallelo alla linea di sito (Fig. 17) e trattandosi di tiro teso si può (2) determinare se con un dato alzo e mirando al centro del bersaglio esiste uno spazio ininterrottamente battuto dall'origine del tiro fino oltre il bersaglio e quale valore abbia.

Sia D la gittata corrispondente all'alzo impiegato. *a* l'altezza del bersaglio, S lo spazio ininterrottamente battuto.

Affinchè mirando al centro il bersaglio a partire dall'origine del tiro sia sempre colpito dalla traiettoria media corrispondente all'alzo impiegato occorre che si verifichino due condizioni:

---

(1) *Angolo di arrivo reale* si usa chiamare l'angolo acuto ω_r che la tangente alla traiettoria nel punto di arrivo fa colla retta che rappresenta l'andamento generale del terreno in prossimità del punto di arrivo.

(2) Come corollario delle regole precedentemente esposte.

1ª L'ordinata massima della traiettoria non deve superare la metà altezza del bersaglio: $Y \leqq \frac{a}{2}$.

2ª Se l'ordinata della traiettoria in corrispondenza del bersaglio è negativa, tale ordinata deve anche essere minore od uguale alla metà altezza del bersaglio:

$$y_B \leqq \frac{a}{2}.$$

Stabilito che si verifichino queste condizioni, poichè l'andamento generale del terreno è parallelo alla linea di sito, il valore di S sarà uguale alla distanza D aumentata della metà dell'errore battuto, cioè:

[19] $$S = D + \frac{a}{2} \text{ tang } \omega = D + \frac{e}{2}.$$

5ª *Regola.* — *Il valore massimo dello spazio ininterrottamente battuto* si ottiene coll'alzo a cui corrisponde una traiettoria per la quale $Y = \frac{a}{2}$.

— La conoscenza del valore massimo dello spazio ininterrottamente battuto serve nel tiro delle armi portatili e dei cannoni navali.

Nel tiro delle armi portatili si può così stabilire se è possibile ottenere e quale sia l'*alzo unico di combattimento* per le brevi e medie distanze di tiro.

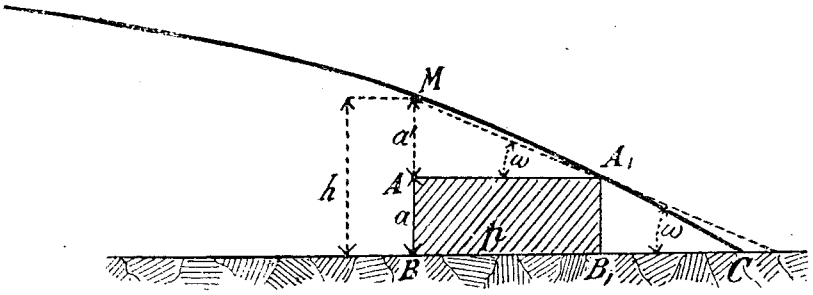


Fig. 20.

23. Errore battuto e spazio battuto nel caso di bersaglio alto e profondo (Fig. 20). — Un bersaglio alto, a, e profondo, p, si può considerare come un bersaglio sottile alto:

[20] $$h = a + a' = a + p \text{ . tang } \omega.$$

Infatti la traiettoria che passa per il punto più alto, A', del limite posteriore, A_1B_1, del bersaglio colpirebbe il piano del limite anteriore del bersaglio nel punto M situato al disopra del punto A di una quantità $AM = a'$ che dal triangolo rettangolo MAA_1, ottenuto considerando rettilineo il tratto di traiettoria MA_1C, risulta $= p$. tang ω.

Dunque:

6ª *Regola.* — Un bersaglio alto e profondo si può considerare come un bersaglio sottile di altezza uguale all'altezza del bersaglio profondo aumentata del prodotto della profondità del bersaglio per la tangente dell'angolo di caduta.

24. Zona defilata. — Sia (Fig. 21) $AB = a$ l'altezza di un ostacolo rispetto al terreno situato dietro l'ostacolo; se si impiega l'alzo corrispondente alla distanza OA del ciglio dell'ostacolo e si punta al ciglio stesso, la traiettoria media sfiora il ciglio e colpisce il terreno retrostante in un punto, C: ne risulta un tratto di terreno, BC, che non può essere colpito da alcuna traiettoria.

Zona defilata. — Z è la profondità della zona di terreno dietro il ciglio di un determinato ostacolo che non può essere colpita dalla traiettoria media del fascio che si ottiene impiegando l'alzo corrispondente alla distanza dell'ostacolo.

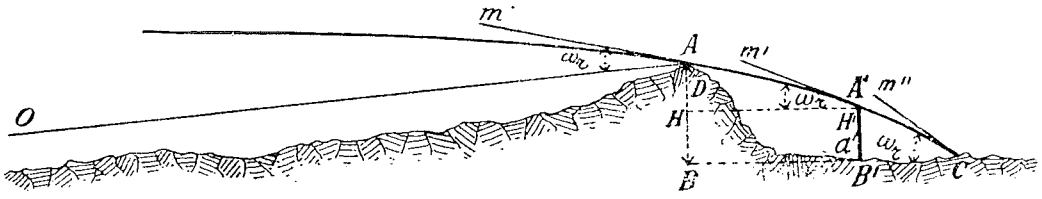


Fig. 21.

Supponendo la traiettoria rettilinea nel tratto AC e l'angolo di arrivo reale in C uguale all'angolo di arrivo teorico in A, $\widehat{m''CB} = \widehat{mAO}$, dal triangolo rettangolo ABC si ricava:

[21] *Zona defilata* $$BC = Z = \frac{a}{\text{tang } \omega_r},$$

espressione identica a quella dello spazio battuto e che ne segue le leggi, sia quando per l'esistenza di un angolo di sito si abbia $\omega_r = (\omega - \varepsilon)$, sia quando l'andamento del terreno dietro l'ostacolo non è parallelo alla linea di mira.

Se l'angolo di sito è piccolo e si trascura, o se l'andamento del terreno dietro l'ostacolo è quasi parallelo alla linea di mira, si ha: $$Z = \frac{a}{\text{tang } \omega}.$$

25. Zona protetta. — Se dietro all'ostacolo di altezza a (Fig. 21), si dispone un bersaglio di altezza $A'B' = a'$ questo cessa di essere colpito solamente quando entra nella zona B'B.

Zona protetta per un bersaglio di data altezza. — Z_p è la profondità della zona di terreno dietro il ciglio di un determinato ostacolo nella quale un bersaglio di data altezza non può essere colpito dalla traiettoria media del fascio che si ottiene allorchè s'impiega l'alzo corrispondente alla distanza dell'ostacolo.

Sia a' l'altezza del bersaglio, si ha: $$B'C = \frac{a'}{\text{tang } \omega_r},$$ ma

[22] $$HH' = BB' = BC - B'C = Z_p = \frac{a - a'}{\text{tang } \omega_r}.$$

Se l'angolo di sito è piccolo e si trascura o se l'andamento del terreno dietro l'ostacolo è quasi parallelo alla linea di mira, si ha: $$Z_p = \frac{a - a'}{\text{tang } \omega}.$$

26. Dalle formole anzidette risulta che:

1° le armi che hanno grande tensione di traiettoria permettono grande errore battuto e grande spazio battuto, ma dànno luogo a zone defilate ed a zone protette molto estese;

2° il profilo del terreno dietro l'ostacolo e l'angolo di sito possono far variare favorevolmente o sfavorevolmente, la profondità, data dalle formole [21] e [22], delle cosiddette: *zona defilata pratica* e *zona protetta pratica*.

27. Tabella delle zone defilate e delle zone protette da ostacoli e per bersagli di varia altezza. — Colle formole delle zone teoriche anzidette si sono calcolati per il fucile Mod. 91 i valori delle profondità in metri delle zone defilate e protette che risultano a distanze di m. 300, 450, 600, 700, ... 2000 dall'origine del tiro per ostacoli alti m. 1, 2, 3, 4 e relativamente a bersagli di uomo: a cavallo, in piedi, in ginocchio, a terra, e si è ottenuta la Tabella dell'*Istruzione sulle Armi e sul Tiro per la Fanteria,* Vol. II, qui appresso riportata (Tabella II).

Si può anche considerare la seguente Tabella riassuntiva:

TABELLA I. — **Tabella riassuntiva di defilamento pel fucile Mod. 1891.**

Altezze in metri dell'ostacolo	DISTANZE IN METRI DEL TIRATORE DALL'OSTACOLO																
	300	450	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
1	120	79	50	39	30	24	20	17	14	12	10	9	8	7	6	5	4
2	257	146	91	72	58	48	39	33	28	24	21	18	16	14	13	11	10
3	386	210	129	103	86	73	58	49	41	36	32	28	24	21	19	17	16
4	475	272	162	134	114	92	77	66	56	48	42	36	32	28	26	23	21

Per interpolazione si ricavano i valori occorrenti per distanze ed altezze di ostacoli non comprese nella Tabella.

— Si possono, colla Tabella, risolvere per il fucile Mod. 91 i seguenti problemi:

a) *Si spara alla distanza di m. 1000 mirando al ciglio di un argine dietro il quale su terreno 4 m. più basso vi è un bersaglio alto m. 1,55; determinare la zona protetta.*

La differenza delle altezze è m. 2,45, quindi la zona di protezione a 1000 m. è uguale alla zona defilata per m. 2,45 a 1000 m., che dalla Tabella risulta di m. 48.

b) *Quale altezza deve darsi ad un parapetto per defilare una zona di m. 30 rispetto ad una posizione distante m. 1000.*

Sulla colonna segnata 1000 si trova che per l'altezza di 1 m. la zona defilata è m. 20, per 2 m. è m. 39, perciò, interpolando, per m. 1,50 la zona defilata è m. 30.

c) *A quale distanza minima si deve porre un tiratore per colpire un bersaglio alto m. 1,75 posto a m. 25 dietro un parapetto alto m. 2,75.*

La differenza fra le altezze è m. 1, per la quale altezza una zona defilata di m. 24 si ha alla distanza di m. 900 dal parapetto.

— *Questi problemi si possono risolvere graficamente* quando si disegni in una determinata scala grafica il profilo dell'ostacolo e del terreno e nella stessa scala, su di un trasparente, la traiettoria dell'arma impiegata corrispondente alla gittata massima; allora impiegando il principio della rigidità della traiettoria, si considera la linea di mira corrispondente alla distanza di punto in bianco a quella dell'ostacolo, e:

1° facendo sfiorare il ciglio dell'ostacolo si risolve il problema a);

2° facendo passare la traiettoria per un punto distante 1000+30 e misurando l'ordinata corrispondente alla distanza 1000 si risolve il problema b);

3° facendo passare la traiettoria per la sommità dei segmenti alti m. 2,75 e m. 1,75, distanti fra loro m. 25, si risolve il problema c).

TABELLA II. — **Tabella delle zone defilate e delle zone protette da ostacoli e per bersagli di varie altezze nel tiro col facile italiano Mod. 1891.**

Distanza dell'ostacolo dall'origine del tiro	PROFONDITÀ IN METRI DELLE ZONE DEFILATE E DELLE ZONE PROTETTE DA OSTACOLI ALTI																		Distanza dell'ostacolo dall'origine del tiro
	UN METRO					DUE METRI					TRE METRI					QUATTRO METRI					
	Zona defilata	Zona protetta per uomo				Zona defilata	Zona protetta per uomo				Zona defilata	Zona protetta per uomo				Zona defilata	Zona protetta per uomo				
		in piedi (m. 1,65)	in ginocchio (m. 1,05)	a terra (m. 0,45)	a cavallo (m. 2,45)		in piedi (m. 1,65)	in ginocchio (m. 1,05)	a terra (m. 0,45)	a cavallo (m. 2,45)		in piedi (m. 1,65)	in ginocchio (m. 1,45)	a terra (m. 0,45)	a cavallo (m. 2,45)		in piedi (m. 1,65)	in ginocchio (m. 1,05)	a terra (m. 0,45)	a cavallo (m. 2,45)	
metri																					metri
300	129	—	—	86	—	257	108	184	228	—	386	290	386	366	218	475	404	431	455	357	300
450	79	—	—	47	—	146	36	82	120	—	210	133	154	194	67	272	203	230	256	158	450
600	50	—	—	29	—	91	19	48	74	—	129	66	90	114	29	162	111	131	149	78	600
700	39	—	—	22	—	72	14	37	58	—	103	54	73	91	20	134	88	105	123	60	700
800	30	—	—	17	—	58	11	29	46	—	86	43	59	75	16	114	72	87	105	50	800
900	24	—	—	13	—	48	9	23	38	—	73	34	48	62	13	92	59	71	84	39	900
1000	20	—	—	11	—	39	7	19	30	—	58	27	38	49	11	77	47	58	69	31	1000
1100	17	—	—	9	—	33	6	16	26	—	49	23	33	42	9	66	39	50	59	26	1100
1200	14	—	—	8	—	28	5	13	22	—	41	19	28	35	8	56	34	42	50	22	1200
1300	12	—	—	7	—	24	4	11	19	—	36	17	24	31	7	48	29	35	43	19	1300
1400	10	—	—	6	—	21	4	10	16	—	32	14	21	27	6	42	25	31	37	16	1400
1500	9	—	—	5	—	18	3	9	14	—	28	12	19	24	5	36	22	28	32	14	1500
1600	8	—	—	5	—	16	3	8	12	—	24	11	16	20	4	32	19	24	28	12	1600
1700	7	—	—	4	—	14	2	7	11	—	21	10	14	18	4	28	17	21	25	11	1700
1800	6	—	—	4	—	13	2	6	10	—	19	9	12	16	3	26	15	19	23	10	1800
1900	5	—	—	3	—	11	2	5	9	—	17	8	11	11	3	23	13	17	20	9	1900
2000	4	—	—	2	—	10	2	5	8	—	16	7	10	10	3	21	11	15	18	8	2000

28. Conclusione. — Dal complessivo studio fatto sulla tensione della traiettoria risultano alcuni criteri d'indole generale a cui devono soddisfare le qualità balistiche delle armi odierne.

Poichè nell' apprezzamento della distanza (1) dagli ottimi stimatori si commette l'errore medio di $^1/_{10}$, talora qualche errore molto maggiore, e quasi sempre la graduazione dell'alzo non dà modo d'impiegare la linea di mira corrispondente esattamente alla distanza vera o stimata del bersaglio, ne risulta che *l'arma deve permettere errori battuti molto grandi.*

Si consideri che durante l'azione tattica le distanze variano continuamente, che i comandi per il cambiamento d'alzo non sempre sono dati a tempo, possono essere intesi male o male eseguiti e talvolta, per svariate cause, non dati o non eseguiti; perciò facilmente si comprenderà la necessità di aumentare la tensione della traiettoria in modo da non risentire il danno di tali errori, cioè si comprenderà la necessità di *avere un'arma a traiettoria così tesa da non obbligare a frequenti cambiamenti d'alzo, almeno a quelle distanze di combattimento in cui generalmente questo assume caratteri che il dare bene e l'eseguire esattamente dei comandi presenti difficoltà.*

Il progresso nelle armi sta in gran parte nell'accresciuta tensione della traiettoria; ad esempio:

Il fucile rigato ad avancarica Mod. 1860, trasformato nel sistema Carcano a retrocarica Mod. 1866, ebbe la linea di mira naturale per 150 m., e cinque linee di mira graduate di ettometro in ettometro da 200 a 600 m.; quindi dal momento in cui il nemico entrava nella zona di tiro della fanteria fino allo inizio dell'attacco alla baionetta era necessario di variare l'alzo cinque volte, altrimenti, per il piccolo errore battuto (2), l'avversario non sarebbe stato colpito, con dannosissimo effetto morale per il tiratore nel rilevare la nessuna efficacia del suo fuoco.

Col fucile Wetterly Mod. 1870, impiegando la cartuccia a polvere ordinaria, si ebbero 15 linee di mira graduate di ettometro in ettometro da 200 m. a 1600 m.; e gli errori battuti per un bersaglio d'uomo in piedi di corsa (altezza m. 1,80) erano:

Dist. m.	100	— errore	battuto m.	230	— ordin.	mass.	della traiett. m.	0,15
»	200	»	»	240	»	»	»	0,35
»	300	»	»	134	»	»	»	0,95
»	400	»	»	88	»	»	»	1,78

quindi coll'alzo di 300 metri mirando al centro si poteva colpire il bersaglio entro una zona parellela alla linea di mira estesa dalla bocca dell'arma fino a circa 370 m., perciò si poteva fare a meno della graduazione di 300 metri e passare direttamente da 400 a 200 metri.

---

(1) *Istruzione sulle Armi e sul Tiro per la Fanteria,* Volume I, Parte III, Capo 7°, N. 221: « L'appropriato impiego dell'alzo nell'esecuzione del fuoco dipende dalla esatta conoscenza della distanza che separa i tiratori dal bersaglio », indi al N. 239, circa la classificazione degli stimatori di distanze: « saranno classificati *ottimi* o *buoni* stimatori coloro che avranno commesso un errore percentuale medio non superiore rispettivamente al 10 ed al 20 %.

(2) Contro uomo in piedi, a 300 m. l'errore battuto era di m. 70.

Col fucile Mod. 91 si hanno 17 linee di mira graduate così: *alzo rovesciato* (m. 300), *alzo abbattuto* (m. 450), indi *alzo di 6* (m. 600) e di 100 in 100 m. fino a 2000 m.; gli errori battuti per bersaglio alto m. 1,80 sono:

Alzo rov.	m. 300	— errore batt.	m. 300	— ordin.	mass.	della	traiett.	m. 0,31
» abb.	» 450	»	» 180	»	»	»	»	0,90
» »	» 600	»	» 100	»	»	»	»	2,04

quindi risulta che coll'alzo abbattuto mirando al centro si ha spazio battuto che si estende dalla bocca dell'arma fino a 540 metri, dunque questa zona abbastanza profonda si può battere con quella sola linea di mira, il che elimina la necessità assoluta di comandare il cambiamento di alzo allorchè (1) la distanza dal nemico diviene minore di 600 metri, cioè alle piccole distanze, quando ordinariamente si giunge al periodo critico del combattimento.

Sarebbe molto utile di non avere preoccupazioni circa l'impiego dell'alzo anche nelle medie distanze; perciò occorrerebbe una traiettoria talmente tesa che per bersaglio d'uomo in piedi con una sola linea di mira, p. es., di 700 m. l'ordinata della traiettoria risulti di m. 0,90, l'angolo di caduta di 11′ e quindi l'errore battuto totale circa 600 metri. Allora mirando al centro, si ottiene uno spazio battuto ininterrotto dalla bocca dell'arma fino a 1000 m. e perciò non si è assolutamente obbligati a stimare le distanze ed a variare l'alzo allorchè si entra nei limiti fra i quali, ordinariamente, si svolge il combattimento tra le fanterie (2).

29. — Gli studi recenti sulla costruzione delle armi, sulla natura delle cariche, sulla forma e calibro della pallottola tendono a risolvere il problema: *Permettere alla fanteria, occorrendo, d'iniziare e condurre a termine il combattimento senza fare cambiamenti di alzo* (2).

Colla *cartuccia a pallottola biogivale Mod. D* (3), del fucile Lebel, impiegando l'alzo di 500 metri si ha l'ordinata massima di m. 0,90, e contro bersaglio d'uomo in piedi l'errore battuto totale risulta circa di 200 metri; colla *cartuccia a pallottola affusolata Mod. S* (4), del Mauser Mod. 98-S 905, impiegando l'alzo di 500 metri si ha (6) l'ordinata massima di m. 0,70, e contro bersaglio d'uomo in piedi l'errore battuto totale risulta circa di 260 metri; conseguentemente risulta: che con *l'alzo unico* di 500 metri, mirando al centro si può battere un uomo in piedi, col Lebel da 0 a 700 metri circa, col Mauser da 0 a 760 metri circa (6).

In Italia gli studi per una nuova cartuccia con pallottola affusolata vennero ultimati ottenendo risultati migliori che negli altri Stati (7).

---

(1) Il terreno si ritiene abbia andamento generale parallelo alla linea di mira.

(2) Vedi seguente Capitolo IV. — *Alzo di combattimento.*

(3) Tipo Piobert.

(4) S, dall'iniziale della parola Spitzgeschoss (pallottola a punta).

(5) Vedi: C. CRANZ, *Lehrbuch der Ballistick,* 1910.

(6) In seguito alle migliori qualità balistiche che possiede il fucile Mauser Modello 98-S 905, l'Istruzione tedesca classifica le distanze: *piccole* fino a 800 m.; *medie* da 800 a 1200 m.; *grandi* da 1200 in più.

(7) Coll'alzo di 500 m. l'ordinata massima della traiettoria è di m. 0,60 — coll'alzo di 600 m. l'ordinata massima è circa m. 0,90.

Poichè pel proietto, nelle attuali condizioni della scienza e dell'industria, si è raggiunto il massimo rendimento, gli studi pare che si volgano all'intento di ottenere velocità iniziali sempre maggiori utilizzando meglio la carica senza dar luogo a pressioni troppo elevate, dato il limite di resistenza delle canne e la necessaria condizione di grande maneggevolezza dell'arma.

L'ingegnere tedesco Puff con un fucile Mauser, avente l'anima con righe a profondità decrescente (1) e con proietto provvisto di anello di forzamento alla parte posteriore, è riuscito a portare la carica della cartuccia Mod. S da grammi 3,5 a grammi 3,8, il peso del proietto da grammi 10 a grammi 12,7, la velocità iniziale da 860 a 900 metri, la pressione da 3700 atmosfere a sole 3050; così impiegando l'alzo di 600 metri contro bersaglio d'uomo in piedi si raggiunge l'errore battuto totale di oltre 500 metri (2).

---

(1) Da alcuni impropriamente detta *anima tronco-conica*.

(2) La speciale rigatura dell'anima fu ottenuta mantenendo costante il calibro di mm. 7,92 misurato fra i pieni e facendo le righe profonde mm. 9,20 all'origine e mm. 8,14 alla bocca; questa forma dà maggior volume alla camera, maggior superficie al fondello del proietto mentre si è all'inizio del moto del proietto stesso e quindi ne risultano, pur aumentando un poco la carica, minore pressione unitaria sull'anima e maggiore pressione totale sul fondello del proietto.

CAPITOLO III.

Tiro di poligono — Tavola di tiro.[1]

ARTICOLO I. — Proprietà balistiche di un'arma. Probabilità di colpire nel tiro individuale.

1. Irregolarità di tiro e loro cause. — Nel tiro di più colpi successivi eseguito con una stessa arma contro un determinato bersaglio, adoperando sempre lo stesso alzo e dirigendo il puntamento sempre allo stesso punto, ciascun proietto descrive nell'aria una traiettoria diversa dalle altre e perciò colpisce il bersaglio in un punto differente dagli altri.

L'insieme di queste traiettorie costituisce il *fascio delle traiettorie corrispondente all'alzo impiegato;* questo fascio in un tiro di molti colpi assume la forma di un cono ricurvo col vertice alla bocca dell'arma.

Le cause che, variando da colpo a colpo, producono irregolarità nel tiro si possono dividere in tre categorie secondo che dipendono:

1° Dall'arma; 2° dalle munizioni; 3° dalle condizioni atmosferiche.

— 1° *Irregolarità provenienti dall'arma:*

a) Rinculo, flessioni e vibrazioni dell'arma.

b) Riscaldamento dell'arma.

c) Stato di lubrificazione e di pulizia dell'anima.

— 2° *Irregolarità provenienti dalle munizioni.* — Salvo che si tratti di cartucce difettose od avariate, queste irregolarità producono variazioni minime di traiettoria; possono dipendere dal proietto, dalla carica, dal bossolo, perciò non sono prevedibili:

d) I proietti fra loro presentano lievi differenze di omogeneità e di simmetria, variazioni di densità trasversale dovute a piccole variazioni di peso o di calibro.

e) Le cariche fra loro possono presentare lievi variazioni di peso, di densità di caricamento, di stato di conservazione, di temperatura, di velocità di combustione.

f) I bossoli fra loro presentano variazioni di elasticità, capacità, forzamento sul proietto.

---

(1) Tiro eseguito in un poligono di tiro, con un determinato modello d'arma, o tiro individuale d'esperienza.

— 3° *Irregolarità provenienti dalle condizioni atmosferiche.* — A seconda del momento in cui si spara possono variare:

g) La temperatura, lo stato igrometrico, la pressione atmosferica, e perciò può variare la densità balistica dell'aria.

— Colle armi portatili l'esecuzione del tiro per la determinazione del fascio anzidetto avviene generalmente coll'arma appoggiata al cavalletto e puntata da un abile tiratore anzichè coll'arma fermata sul cavalletto e puntata con speciali apparecchi di precisione; pertanto occorre di considerare un'altra categoria di irregolarità nel tiro, cioè le irregolarità che dipendono del tiratore.

— 4° *Irregolarità provenienti dal tiratore.* — Ogni tiratore per quanto abile nel mirare commette un errore di collimazione. L'errore di collimazione in elevazione, risulta praticamente da 3′ a 5′ per i buoni puntatori; quest'errore è maggiore e subisce rilevanti variazioni da colpo a colpo.

Se la visuale, anzichè sfiorare il mirino, passa sopra il mirino, l'angolo di mira diminuisce e quindi diminuisce la gittata ed il proietto colpisce più in basso del segno.

Se la visuale passa sotto al mirino, cioè se si *prende troppo mirino,* l'angolo di mira cresce e quindi cresce la gittata ed il proietto colpisce più in alto del segno.

Se la visuale passa a destra od a sinistra del mirino si ottiene una deviazione laterale del punto colpito dalla parte opposta.

h) Ogni tiratore, per quanto esercitato, da colpo a colpo, fa involontariamente variare l'inclinazione laterale del piano di simmetria dell'arma; perciò se l'arma s'inclina a destra od a sinistra del segno si ottiene una deviazione laterale del punto colpito dalla stessa parte verso cui l'arma è inclinata.

i) Ogni tiratore, anche abile, muove l'arma e quindi l'asse dell'arma all'atto dello sparo, ed inoltre non resiste sempre ugualmente, sufficientemente ed a momento opportuno all'azione del rinculo, perciò l'angolo di rilevamento varia alquanto da colpo a colpo determinando così variazioni di gittata.

Dall'esame fatto delle cause di irregolarità dipendenti dal tiratore, risulta l'importanza degli *esercizi di puntamento e di tiro individuale* stabiliti dalla nostra *Istruzione sulle Armi e sul Tiro per la Fanteria,* Vol. I, Capo 3°, N. 133 e 134, Capo 5°, N. 149-158 e 162, mediante i quali si rilevano e si correggono i difetti proprî del tiratore e quelli dell'arma, e si acquista fiducia nell'impiego dell'arma stessa.

2. Precisione del tiro. — Si è detto che, eseguendo una serie grande di colpi con una stessa arma, i proietti descrivono traiettorie differenti costituenti un *fascio* (Fig. 1).

L'incontro di tutto il fascio con un piano dà luogo ad un insieme di punti detto *rosa di tiro.*

I punti della rosa sono irregolarmente disposti, però tendono a raggrupparsi verso la parte centrale della rosa ed a situarsi con determinata legge a misura che cresce il numero dei punti; se questo numero è molto grande la rosa tende a divenire regolare e simmetrica rispetto a due assi normali fra loro.

Centro della rosa od anche *centro dei tiri* si dice il punto d'intersezione, C, di questi due assi.

Traiettoria media si dice la traiettoria che passa per il centro della rosa e che rappresenta l'asse del fascio di traiettorie.

Il fascio delle traiettorie può essere intersecato con infiniti piani perpendicolari al piano di tiro e passanti per uno stesso punto della traiettoria media; quindi, variando l'inclinazione del piano sulla tangente alla traiettoria nel punto considerato, si ottengono infinite rose di dimensioni diverse.

Le rose che ordinariamente occorre di considerare sono quelle determinate sul piano verticale, sul piano orizzontale, sul piano normale alla tangente; esse sono rispettivamente dette *rosa verticale, rosa orizzontale, rosa normale.*

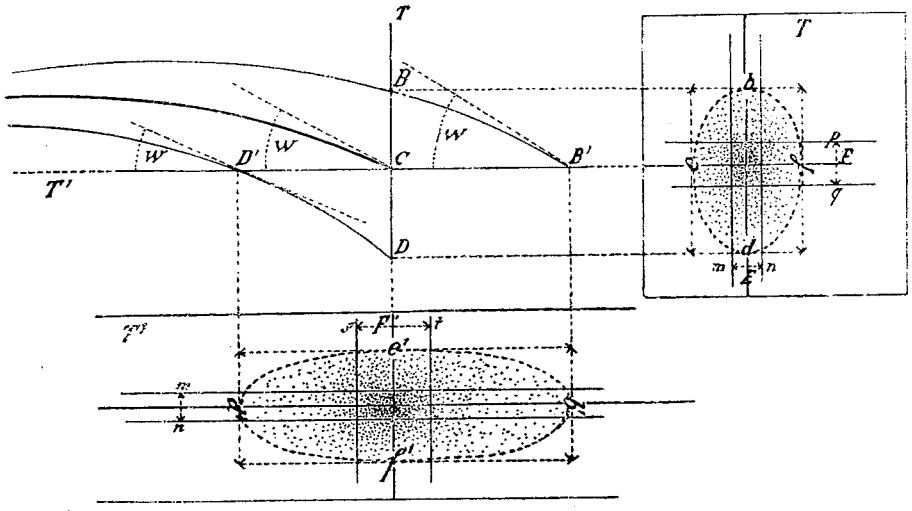


Fig. 1.

La forma delle rose di tiro risulta evidente dalla considerazione che il fascio può ritenersi un cono ricurvo, le cui generatrici esterne sono delle traiettorie. La rosa verticale e quella normale hanno forma quasi circolare alle brevi distanze ed ellittica, coll'asse maggiore nel piano di tiro, alle medie e grandi distanze; la rosa orizzontale ha sempre forma ellittica, molto allungata nella direzione del tiro.

Immaginiamo di considerare la rosa sul piano verticale, T, e di circoscrivere ad essa un rettangolo i cui lati b e d siano orizzontali, f ed e verticali; questi lati rappresentano le dimensioni della rosa verticale e prendono rispettivamente il nome di *larghezza* (b) ed *altezza* (e) *della rosa verticale.*

Considerando analogamente la rosa sul piano orizzontale T', i lati d' e b' ed e' e f' del rettangolo che la circoscrive prendono rispettivamente il nome di *larghezza* (b') e *profondità* (e') *della rosa orizzontale.*

Così pure si potrebbe considerare la larghezza e la profondità della rosa normale.

Generalmente nei problemi di tiro si considerano solamente la rosa verticale e la corrispondente rosa orizzontale; la larghezza delle due rose è la stessa (1).

---

(1) La larghezza si può ritenere la stessa, poichè è trascurabile la variazione nella derivazione per la variazione $\frac{e'}{2}$ in gittata.

— Chiamiamo a l'altezza della rosa verticale e p la profondità della rosa orizzontale, queste quantità sono legate dalla relazione

$$[1] \qquad p = \frac{a}{\text{tang}\,\omega}$$

ove ω è l'angolo di caduta della traiettoria media del fascio.

Infatti potendo considerare rettilinei e coincidenti con la tangente alla traiettoria i tratti BB′ e DD′ ed uguali gli angoli di caduta delle traiettorie del fascio, si ricava:

$$CB' = \frac{CB}{\text{tang}\,\omega}, \qquad CD' = \frac{CD}{\text{tang}\,\omega}, \qquad \text{e sommando} \qquad p = \frac{a}{\text{tang}\,\omega}.$$

3. Determinazione del centro e degli assi di una rosa di tiro. — Praticamente per determinare la rosa orizzontale si rilevano esattamente sul terreno, convenientemente scelto, le traccie dei punti di caduta dei proietti; ma ciò non si può fare coi piccoli proietti delle armi portatili, si fa solo per le artiglierie; per le armi portatili è sufficiente determinare la rosa verticale e, se occorre, da questa dedurre, colla relazione [1] anzidetta, la rosa orizzontale.

Per la rosa verticale si fa uso di un cartone o telone quadrato, disposto verticalmente col lato superiore orizzontale e l'inferiore a contatto del suolo; il telone ha dimensioni convenienti ed è quadrettato, con linee nere e linee rosse parallele ai lati (1), per facilitare la misurazione delle coordinate dei punti colpiti rispetto all'origine stabilita ove si ritiene opportuno; il telone dev'essere perpendicolare al piano verticale passante per un solco, tracciato sul terreno, che segna la direzione del tiro e perciò detto *direttrice del tiro.*

Al centro del telone, o del terreno prescelto, si mette un falso scopo per il puntamento; però il falso scopo si può mettere in altra posizione pur di raccogliere, nonostante la deviazione, tutti i colpi sul telone, o nel tratto di terreno prescelto.

Quando si devono rilevare i punti d'arrivo sul terreno, per facilitare la misurazione delle *deviazioni,* lungo la direttrice del tiro, in prossimità dei probabili punti d'arrivo, si pongono dei paletti numerati.

Alla distanza esatta corrispondente all'alzo stabilito si dispone l'arma e si fa in modo che il puntamento e lo sparo avvengano sempre nelle stesse condizioni; l'arma dev'essere preventivamente verificata, le munizioni di ottima fabbricazione (2).

Con alcuni colpi si misura la velocità iniziale e si tiene conto delle condizioni atmosferiche per ridurre in seguito (3) tutti i risultati alla stessa densità dell'aria (4).

In breve tempo, affinchè le condizioni del tiro siano le stesse per tutti i colpi, si eseguisce una *serie* (5). Terminata la serie dei colpi (Fig. 2), si

---

(1) Le linee nere sono distanti m. 0,10 o m. 0,15 l'una dall'altra, le rosse m. 1.

(2) Controllate.

(3) Mediante le apposite formole date dalla balistica razionale esterna.

(4) Si sceglie una giornata calma per evitare le deviazioni dovute al vento.

(5) In questo caso dicesi *serie* un certo numero di colpi sparati in uguali condizioni e con uguali dati di tiro, detti perciò *dati della serie.*

misurano esattamente le coordinate pei punti colpiti rispetto all'origine scelta, Q, e si determina col calcolo il centro della rosa.

— Si consideri, p. es., una rosa verticale:

Se n è il numero dei punti colpiti della serie, facendo la somma delle ordinate e quella delle ascisse di ogni punto colpito e dividendo ciascuna somma per n si ottengono le coordinate medie:

[2] $$X_c = \frac{\Sigma x}{n}, \qquad Y_c = \frac{\Sigma y}{n},$$

che rappresentano l'ascissa e l'ordinata del centro, C, della rosa verticale (1).

Le parallele agli assi coordinati condotti pel centro della rosa si dicono *assi della rosa*, e nel nostro caso, rispettivamente: *asse orizzontale*, OO; *asse verticale*, VV.

— Similmente si opererebbe per la corrispondente rosa orizzontale.

— Per armi dello stesso modello, a parità di distanza di tiro, di condizioni di impiego e di stato d'uso, si ottengono in pratica rose di dimensioni diverse; ma le differenze sono così piccole, sia nelle dimensioni che nella forma, da ritenere assolutamente le rose uguali.

— La rosa di tiro dà una chiara idea del valore delle deviazioni dei colpi fra loro e quindi della proprietà che una arma ha di colpire ad una determinata distanza con deviazioni più o meno grandi, cioè:

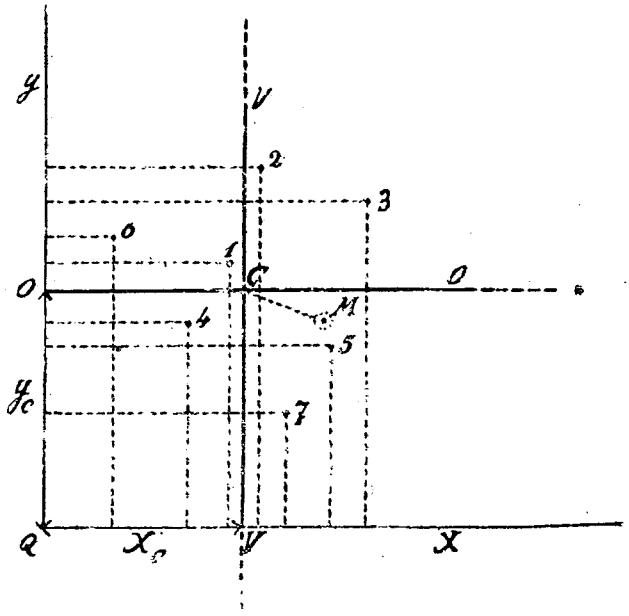


Fig. 2.

La rosa di tiro misura la precisione dell'arma (2).

La nostra *Istruzione sulle Armi Mod. 91* e quella sul *Tiro per la Fanteria* stabiliscono una distinzione fra giustezza e precisione che, erronea teoricamente, è ritenuta conveniente praticamente trattandosi di arma portatile; in questo caso la distinzione è così considerata:

La *giustezza di tiro* varia col variare del modello di arma e col variare accentuato delle principali condizioni balistiche di uno stesso modello; essa è una proprietà *balistica* che risulta dal grado di esattezza e di armonia raggiunto nello studio dell'arma

(1) Se si tratta di rosa verticale il centro della rosa si può anche determinare graficamente sul telone stesso; basta tracciare una retta verticale che separi i punti colpiti in modo che metà restino sulla destra e metà sulla sinistra, indi tracciare una retta orizzontale che lasci metà dei punti al disopra e metà al disotto: il punto, C, di incontro delle due rette si considera come il centro della rosa.

Col sistema della misura delle coordinate si ottiene maggior precisione: in tal caso si usa di riferire tutti i punti colpiti al vertice sinistro inferiore del telone e di considerare per assi coordinati il lato sinistro ed il lato inferiore del telone.

(2) Giustezza e precisione: *Rivista Artiglieria e Genio*, anno 1911, G. Ricci.

e nelle esperienze balistiche che definitivamente la completano; non può essere migliorata dall'abilità del tiratore; da essa dipende la probabilità di colpire un determinato bersaglio.

Con uno stesso modello d'arma e maggiormente con armi di diverso modello, si verifica che la posizione del centro, C, della rosa rispetto al punto mirato, M, varia da arma ad arma, il valore della distanza, CM, fra questi due punti misura la *precisione di tiro* dell'arma (Fig. 2).

Ciò è dovuto alle differenze ed alle tolleranze risultanti nella fabbricazione, sia dell'arma che dei congegni di puntamento, le quali dànno luogo a deviazioni costanti per tutti i colpi.

Col progredire delle industrie meccaniche la precisione delle armi è migliorata; ma, per quanto minime, le deviazioni ora dette non possono mai essere annullate e costituiscono i difetti proprii dell'arma.

La *precisione di tiro* è dunque una *proprietà tecnica* e può essere corretta dal tiratore che, avendo acquistata sufficiente conoscenza della propria arma, riesce a determinare la correzione da apportare al puntamento (1).

Un'arma può dare un tiro molto giusto e poco preciso, o viceversa: in questi due casi di deficienza dell'arma è preferibile di scegliere l'arma più giusta, appunto perchè si può correggere praticamente il difetto di precisione.

4. Deviazioni. — Consideriamo, per es., una rosa verticale di tiro (Fig. 3). La distanza l di un punto M_1 della rosa dall'asse verticale si dice *deviazione laterale del punto* M_1, la distanza a di M_1 dall'asse orizzontale si dice *deviazione verticale del punto* M_1, la distanza r di M_1 dal centro, C, della rosa si dice *deviazione assoluta del punto* M_1.

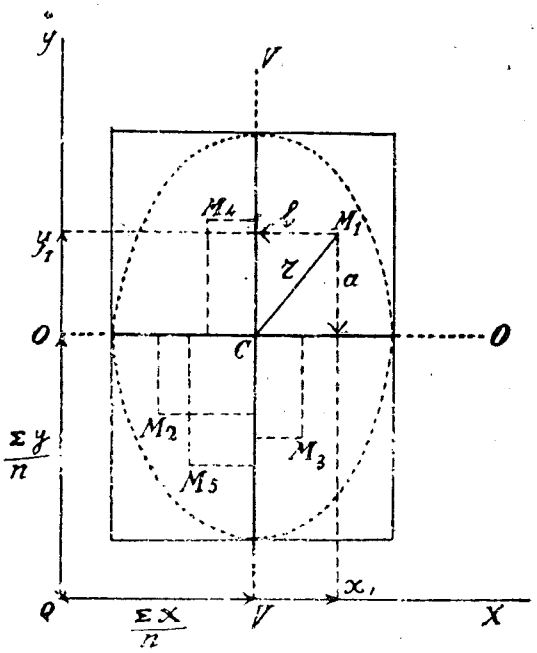


Fig. 3.

Per determinare le deviazioni laterale e verticale del punto M_1 si fa la differenza fra le coordinate in valore assoluto del punto M_1 $(x_1\ y_1)$ e quelle del centro della rosa: cioè per la [2];

$$[3] \quad l = x_1 - \frac{\Sigma x}{n} \qquad a = y_1 - \frac{\Sigma y}{n}.$$

— Similmente si opererebbe considerando la corrispondente rosa orizzontale e si determinerebbe la *deviazione longitudinale*, od *in profondità*, di un punto.

5. Dispersioni. — La massima deviazione verticale, cioè la metà altezza della rosa verticale, si dice *dispersione verticale del tiro;* la massima deviazione laterale, cioè la metà larghezza della rosa, si dice *dispersione laterale*

(1) Importanti sono al riguardo le prescrizioni dell'*Istruzione sulle Armi e sul Tiro per la Fanteria.*

Evidentemente anche l'errore costante di collimazione nel puntamento inerente a difetto proprio di ciascun tiratore, può essere implicitamente considerato come un errore di precisione e perciò può essere corretto dal tiratore stesso.

del tiro; la massima deviazione longitudinale, cioè la metà della profondità della corrispondente rosa orizzontale, si dice *dispersione longitudinale del tiro.*

Nel tiro delle armi portatili si considera anche l'*angolo di dispersione verticale* oppure *laterale;* cioè quello formato da due rette immaginarie condotte dall'origine del tiro, una al centro della rosa e l'altra all'estremità della dispersione verticale o laterale.

6. Deviazioni medie. — Non tenendo conto del valore algebrico, ma esclusivamente dell'assoluto, la media delle deviazioni laterali, quella delle deviazioni verticali di tutti i punti, M_1, M_2, M_3, M_4 . . . M_n, della rosa verticale e similmente quella delle deviazioni longitudinali di tutti i punti della rosa orizzontale, si dicono rispettivamente: *deviazione laterale media,* K_l; *deviazione verticale media,* K_a; e *deviazione longitudinale media.* K_p; e valgono:

$$[4] \qquad K_l = \frac{l_1 + l_2 + l_3 \ldots + l_n}{n}; \qquad K_a = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + \ldots a_n}{n};$$

$$K_p = \frac{p_1 + p_2 + p_3 + \ldots p_n}{n}.$$

7. Striscie del 50 %. – Il valore delle dispersioni del tiro non fa apprezzare esattamente la precisione del tiro, poichè, trattandosi in pratica di rose determinate con un limitato numero di colpi, i punti più lontani dal centro hanno deviazioni irregolari e quindi pochi colpi sensibilmente irregolari possono dare alla rosa una dimensione esagerata in relazione al raggruppamento effettivo di tutti gli altri colpi; perciò conviene di considerare le dimensioni delle *striscie contenenti la miglior metà dei colpi,* ossia *le striscie del 50 %* dei colpi, dette anche impropriamente *striscie di giustezza.*

8. — Le dimensioni di queste striscie si possono determinare operando sul telone nel seguente modo (Fig. 1):

Si consideri la *rosa verticale:* si tracciano sul telone, T, due rette, *m* ed *n*, verticali, ciascuna delle quali lasci fuori della propria parte un quarto dei punti colpiti, esse comprendono una superficie di limitata grandezza contenente la metà dei punti colpiti, questa superficie è detta *striscia laterale del 50 % dei colpi,* la distanza, *m n,* fra le due rette è detta *larghezza della striscia laterale* e si indica generalmente colla lettera E; analogamente tracciando due rette, *p* e *q*, orizzontali si determina una superficie di limitata altezza contenente la metà dei punti colpiti, questa striscia è detta *striscia verticale del 50 %* dei colpi, la distanza, *p q,* fra le due rette è detta *altezza della striscia verticale* e si indica generalmente colla lettera F'.

Se si considera la *rosa orizzontale,* si avrebbero similmente due striscie; una limitata in larghezza e precisamente di larghezza uguale a quella della striscia laterale E, detta anch'essa striscia laterale del 50 % dei colpi; l'altra limitata in profondità detta *striscia longitudinale del 50 %* dei colpi; la *profondità, s t,* della striscia longitudinale del 50 % si indica colla lettera F.

I valori dell'altezza, F', della striscia verticale e della profondità, F, della striscia orizzontale si possono dedurre l'uno dall'altro conoscendo l'angolo di caduta mediante la relazione:

$$[5] \qquad F' = F \operatorname{tang} \omega \qquad \text{cioè} \qquad F = \frac{F'}{\operatorname{tang} \omega}.$$

Le coppie di parallele che limitano le striscie del 50 %, ora considerate, risultano equidistanti dal centro della rosa.

9. Principî fondamentali del calcolo delle probabilità (1). — PROBABILITÀ SEMPLICE. — *Il grado di probabilità di un avvenimento,* o semplicemente *la probabilità di un avvenimento,* è il rapporto del numero, n, dei casi favorevoli all'avvenimento al numero, N, di tutti i casi ugualmente possibili a cui può dare luogo la prova od esperienza che si desidera:

[6] $$p = \frac{n}{N}.$$

Nel caso di $n = N$, il grado di probabilità è $\frac{n}{N} = 1$, la probabilità dell'avvenimento è *certezza*.

Nel caso di $n = 0$, il grado di probabilità è $\frac{n}{N} = 0$, l'avvenimento è *impossibile*.

Negli altri casi si ha sempre $n < N$, il grado di probabilità sarà sempre espresso da un valore compreso fra 0 ed 1.

PROBABILITÀ COMPOSTA. — *1° Caso.* — La probabilità di un avvenimento, composta di due avvenimenti semplici, è uguale al prodotto della probabilità assoluta di uno di essi, per la probabilità dell'altro modificata dall'ipotesi dell'esistenza del primo.

Siano ρ_1 e ρ_2 i due avvenimenti ed n_1 e n_2 i casi in cui si verificano ρ_1 e ρ_2, n i casi in cui si verificano entrambi, n_0 i casi in cui non si verificano nè l'uno nè l'altro avvenimento, p (ρ_1) la probabilità assoluta di ρ_1, pm (ρ_2) quella modificata di ρ_2.

Allora la probabilità dell'avvenimento composto è:

[7] $$p(\rho_1, \rho_2) = pm(\rho_1) \cdot p(\rho_2) = pm(\rho_2) \cdot p(\rho_1).$$

2° Caso. — Quando i due avvenimenti semplici che formano l'avvenimento composto sono indipendenti l'uno dall'altro (2), la probabilità dell'avvenimento composto è uguale al prodotto delle probabilità dei due avvenimenti:

[8] $$p(\rho_1, \rho_2) = p(\rho_1) \cdot (\rho_2).$$

PROBABILITÀ TOTALE. — *Probabilità totale* è la probabilità di un avvenimento, ρ, che può essere attribuito a diverse cause od ipotesi, C_1, C_2, C_3, ... , che si escludono tra di loro; essa è uguale alla somma delle probabilità corrispondenti alle combinazioni dell'avvenimento con ciascuna causa (3):

[9] $$p(\rho) = p(\rho, C_1) + p(\rho, C_2) + p(\rho, C_3) + \ldots .$$

PROBABILITÀ SPERIMENTALE. — *Probabilità sperimentale* è quella determinata eseguendo effettivamente un gran numero di prove, N, e contando il numero, n, dei casi in cui l'avvenimento si è verificato.

---

(1) Nell'esecuzione del tiro colle bocche da fuoco avvengono deviazioni da colpo a colpo, cioè si commettono degli errori che sono soggetti alle leggi di probabilità; ne consegue che la conoscenza di queste leggi è necessaria, sia per valutare l'esattezza dei risultati delle esperienze, sia per determinare le norme con cui regolare il tiro pratico.

(2) Cioè quando l'ipotesi dell'esistenza di uno dei due avvenimenti semplici non modifichi la probabilità dell'altro, per es.: Caso dei dadi.

(3) Esempio: Sei cannoni in batteria sono pronti al tiro cogli stessi dati ed hanno le seguenti probabilità di dare luogo ad un colpo corto; tre cannoni $^2/_3$, due cannoni $^1/_3$, un cannone $^1/_2$.

Non conoscendo quale cannone sparerà per primo, quale probabilità sussiste che il primo colpo sia corto? Risulta:

$$p(\rho, C_1) = {}^3/_6 \cdot {}^2/_3 = {}^1/_3; \qquad p(\rho, C_2) = {}^2/_6 \cdot {}^1/_3 = {}^1/_9;$$

$$p(\rho, C_3) = {}^1/_6 \cdot {}^1/_2 = {}^1/_{12};$$

quindi: $$p(\rho) = {}^1/_3 + {}^1/_9 + {}^1/_{12} = {}^{19}/_{361}.$$

La probabilità sperimentale è tanto più prossima alla probabilità matematica, quanto più grande è il numero delle prove eseguite.

ERRORE MEDIO, K: è la somma dei valori numerici degli errori divisa per il numero degli errori (1):

[10] $$K = \frac{n_1 x_1 + n_2 x_2 + \ldots}{n_1 + n_2 \ldots}.$$

ERRORE PROBABILE, ρ: è quello che, in valore assoluto, è superiore a metà degli errori ed inferiore all'altra metà (2): cioè è quel valore dell'errore, ε, a cui corrisponde la probabilità $p = {}^1/_2 = 0{,}50$ di non essere superato.

ERRORE MASSIMO, M: è, in valore assoluto, quell'errore che certamente non si supera; a rigore è infinito, ma in pratica si ritiene uguale a quattro volte l'errore probabile (3) poichè, come vedremo, la probabilità di non superare 4ρ è $p = 0{,}993$, probabilità molo prossima all'unità, ossia alla certezza.

10. Probabilità degli errori nel tiro. — La teoria generale sulla probabilità degli avvenimenti si può applicare alla probabilità degli errori nel tiro, poichè gli errori nel tiro sono le deviazioni dei colpi; anzi la natura geometrica delle deviazioni permette uno studio più semplice e più chiaro di quello degli errori in generale.

Le deviazioni dei colpi dal centro dei tiri sono dovute alle variazioni che, anche quando le condizioni sono apparentemente le stesse per tutti i colpi, possono subire ad ogni colpo i parametri della traiettoria e gli altri elementi che influiscono sulla traiettoria.

Queste variazioni sono le *cause* delle deviazioni, ma affinchè a queste cause si possano applicare i principî fondamentali del calcolo delle probabilità è necessario che la loro azione sia fortuita e possa intervenire in tutti i colpi ed in grado maggiore o minore, agendo indifferentemente in un senso o nell'altro, cioè è necessario che le deviazioni siano puramente accidentali (4).

PROBABILITÀ DEGLI ERRORI. — *Curva degli errori.* — Si è detto che, su di un piano perpendicolare al piano di direzione, la rosa di tiro (Fig. 4) è regolare e simmetrica rispetto ai suoi assi, XX′ e YY′, ed al centro, O.

Consideriamo le deviazioni laterali della rosa (5); tracciamo numerose rette parallele all'asse YY′ successivamente equidistanti fra loro e vicinissime; ne risultano tante coppie di striscie, YY′ *ab*, YY′ *a′b′* — *a b c d*, *a′b′c′d′* — ...., aventi una sola dimensione, la laterale, determinata e costante; in ciascuna striscia è racchiuso un numero di colpi che, per la simmetria della rosa, è lo stesso in due striscie simmetriche e che decresce per striscie gradatamente più lontane dall'asse YY′.

Consideriamo ancora la medesima rosa di tiro suddivisa nel modo anzidetto, solo che (Fig. 4) limitiamo le dimensioni delle striscie da una parte dell'asse XX′ in modo

---

(1) Nel tiro corrisponde alla *deviazione media*. Vedi precedente N. 6.

(2) Nel tiro corrisponde alla *deviazione probabile*. Vedi seguente N. 10.

(3) Nel tiro corrisponde alla metà della dimensione della rosa secondo l'asse considerato, cioè alla *dispersione del tiro*. Vedi precedente N. 5 e seguente N. 10.

(4) Restano quindi escluse le *deviazioni costanti* (che, agendo ugualmente in tutti i colpi, dànno solo luogo a spostamento del centro della rosa) e le *deriazioni anomali*, cioè dovute a cause che possono essere fortuite, ma che agiscono soltanto per alcuni colpi.

(5) Si rammenta che le deviazioni laterali e le deviazioni perpendicolari a queste sono indipendenti fra loro; ne consegue che ciò che si dice per le deviazioni laterali vale anche per le longitudinali e per quelle in altezza.

che in ogni striscia si possa costruire *un rettangolo la cui area sia proporzionale al numero dei colpi contenuti nella striscia stessa*, così l'area del rettangolo OO'AB è proporzionale al numero dei colpi contenuti in tutta la striscia indefinita YY'*ab*; avremo perciò una serie di rettangoli, di piccola dimensione laterale, le cui estremità superiori tendono a formare una curva continua a misura che le striscie si assottigliano.

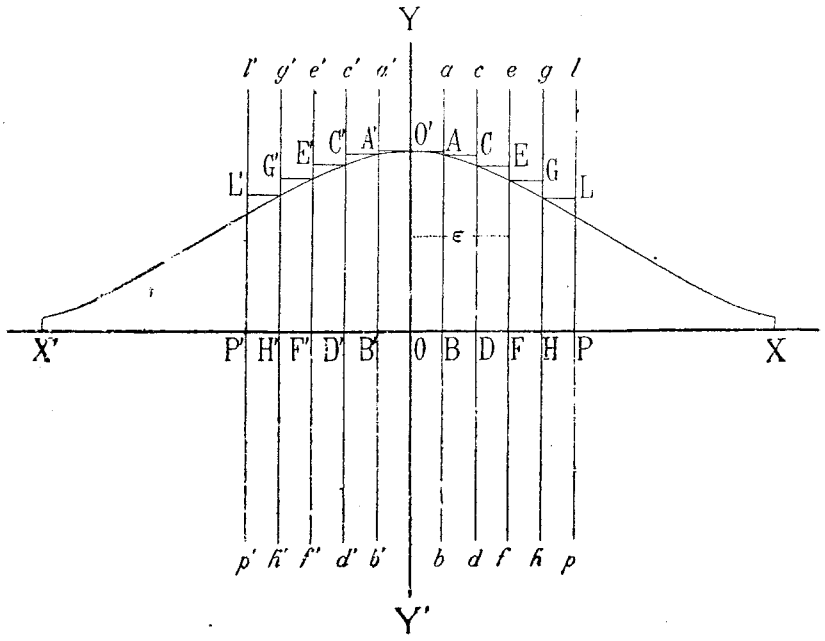


Fig. 4.

Questa curva, che si dice *curva degli errori*, è simmetrica rispetto all'asse YY', presenta la massima ordinata sull'asse stesso e va decrescendo gradatamente fino ad incontrare l'asse XX' (1) in due punti la cui distanza dal centro, O, è uguale alla massima deviazione laterale. L'area totale, A, compresa fra la curva e l'asse XX', è evidentemente proporzionale al numero di tutti i colpi contenuti, ossia al numero di tutte le deviazioni possibili. Se limitiamo l'area ad una deviazione laterale uguale a quattro volte la deviazione probabile si ottiene un valore che in pratica si ritiene uguale al valore totale A.

— *Probabilità di non superare un determinato errore* ε (Fig. 4). — Determiniamo la probabilità, *p*, di non commettere una deviazione superiore al valore ε.

Sia $\varepsilon = OF = -OF'$; allora i casi favorevoli sono rappresentati da tutti i colpi le cui deviazioni sono comprese nella coppia di striscie YY'*ef*, YY*e'f'*, al numero dei quali possiamo sostituire la somma delle aree $OO'EF + OO'E'F'$; analogamente i casi possibili sono rappresentati da tutti i punti della rosa, cioè da tutte le deviazioni, al numero delle quali possiamo sostituire l'area, A, compresa fra la curva degli errori e l'asse XX'.

La parte di area compresa fra le ascisse ε e $-\varepsilon$ è proporzionale al numero dei casi favorevoli alla deviazione non superiore ad ε; allora ne risulta che la probabilità, *p*, di non superare l'errore, ε, è uguale al rapporto delle due aree.

Il calcolo dimostrerebbe che:

Se K *è l'errore medio, la probabilità, p, di non superare un errore,* ε, *è funzione solamente del rapporto* $\frac{\varepsilon}{K}$, *variabile col variare di* ε *e di* K:

(1) Indicando così che le deviazioni sono in numero tanto maggiore quanto più sono di piccolo valore.

[11] $$p = \varphi\left(\frac{\varepsilon}{K}\right).$$

Concludendo: Si può calcolare una tabella a semplice entrata che dia i valori della probabilità, p, per ogni fattore, f, che rappresenti i diversi valori del rapporto, $\frac{\varepsilon}{K}$, cioè per i diversi valori del rapporto fra l'errore che non si deve superare, ε, e l'errore medio, K, od altro errore a questo proporzionale, come in pratica conviene.

In pratica, appunto, in luogo dell'errore medio K, si considera l'errore probabile ρ che la teoria sulla probabilità degli errori dimostra proporzionale all'errore medio:

[12] $$\frac{\rho}{K} = 0{,}845$$

e, conseguentemente, si considera il fattore:

[13] $$f = \frac{\varepsilon}{0{,}845\ K} = \frac{\varepsilon}{\rho} = \frac{2\,\varepsilon}{2\,\rho}.$$

Così venne calcolata la Tab. III « *Tabella di probabilità* ». (Vedi pagina seguente).

— Per cento. — Abbiamo visto che la probabilità è un numero compreso fra 0 ed 1; per riferirsi a 100 conviene di fare la Tabella di probabilità con argomento $P = 100\,p$.

Il prodotto $100\,p = P$ si dice *per cento* o *percento*.

Il percento corrispondente al fattore f si esprime col simbolo $P\,(f)$.

Il fattore di probabilità corrispondente al percento P si esprime col simbolo $f\,(P)$.

Così venne calcolata la Tabella IV « *Tabella dei fattori di probabilità* », detta anche « *Tabella dei percento* » (Vedi pagina seguente).

— Fattore di probabilità. — Il rapporto $\frac{2\,\varepsilon}{2\,\rho} = f$ si dice *fattore di probabilità*.

Quindi: Se a rappresenta l'ampiezza di una striscia limitata da due rette indefinite distanti dal centro dei tiri ε e $-\varepsilon$ nel senso delle deviazioni che si considerano, si ha: $a = 2\,\varepsilon$ e risulta $\frac{a}{2\,\rho} = f$.

Proprietà delle striscie del 50 % e della rosa di tiro. — Conseguentemente alle relazioni anzidette si dimostra:

1° *La striscia del 50 % è uguale al doppio della rispettiva deviazione probabile* (1).

Infatti dalla Tabella III o dalla Tabella IV si rileva che per $p = 0{,}5$ o per $P = 50$ si ottiene $f = 1$, cioè $\frac{2\,\varepsilon}{2\,\rho} = 1$; ma, per esempio, nel caso della striscia longitudinale del 50 %, $2\varepsilon = F$, quindi risulta $F = 2\rho_p$; similmente $E = 2\rho_l$ ed $F' = 2\rho\,a$.

2° *Le dimensioni della rosa sono uguali a quattro volte le dimensioni delle corrispondenti striscie del 50 %.*

Infatti dalla Tabella III si rileva che per $p = 0{,}993$, cioè in pratica circa 1, si ottiene $f = 4$, cioè: $\frac{2\,\varepsilon}{2\,\rho} = 4$; ora, nel caso p. es. della larghezza della rosa, $2\,\varepsilon = l$, quindi risulta $l = 4\,E$; similmente risultano $a = 4\,F'$ e $p = 4\,F$.

11. Nota. — L'argomento relativo alla determinazione della Tabella dei fattori di probabilità può anche essere svolto in modo semplice, così:

Fattori di probabilità. — *Percento dei colpi.* — Si noti che la densità dei punti della rosa di tiro decresce regolarmente dal centro alla periferia, ma non decresce unifor-

(1) Si indichino con ρa, ρl, ρp rispettivamente la deviazione probabile in altezza, in larghezza, in profondità.

Tabella III. — **Tabella di probabilità.**

p	f	p	f	p	f	p	f
0	0	0,5000	1,0	0,9570	3,0	0,9993	5,0
0,0054	0,01	0,5419	1,1	0,9635	3,1	0,9994	5,1
0,0269	0,05	0,5817	1,2	0,9691	3,2	0,9995	5,2
0,0538	0,10	0,6194	1,3	0,9740	3,3	0,9996	5,3
0,0806	0,15	0,6194	1,3	0,9782	3,4	0,9997	5,4
0,1073	0,20	0,6550	1,4	0,9818	3,5	0,9998	5,5
0,1339	0,25	0,6883	1,5	0,9848	3,6	0,9998	5,6
0,1604	0,30	0,7195	1,6	0,9874	3,7	0,9999	5,7
0,1866	0,35	0,7485	1,7	0,9874	3,7	0,9999	5,8
0,2127	0,40	0,7753	1,8	0,9896	3,8	—	—
0,2385	0,45	0,8000	1,9	0,9915	3,9	—	—
0,2641	0,50	0,8227	2,0	0,9930	4,0	—	—
0,2893	0,55	0,8434	2,1	0,9943	4,1	—	—
0,3143	0,60	0,8622	2,2	0,9954	4,2	—	—
0.3389	0,65	0,8792	2,3	0,9963	4,3	—	—
0,3632	0,70	0,8945	2,4	0,9970	4,4	—	—
0,3870	0,75	0,9083	2,5	0,9976	4,5	—	—
0,4105	0,80	0,9205	2,6	0,9981	4,6	—	—
0,4336	0,85	0,9314	2,7	0,9985	4,7	—	—
0,4562	0,90	0,9411	2,8	0,9988	4,8	—	—
0,4783	0,95	0,9495	2,9	0,9990	4,9	1,0000	∞

Tabella IV. — **Tabella dei fattori di probabilità.**

P (f)	f	P (f)	f	P (f)	f	P (f)	f	P (f)	f
1	0,02	21	0,40	41	0,80	61	1,27	81	1,94
2	0,04	22	0,41	42	0,82	62	1,30	82	1,98
3	0,06	23	0,43	43	0,84	63	1,33	83	2,03
4	0,07	24	0,45	44	0,86	64	1,36	84	2,08
5	0,09	25	0,47	45	0,89	65	1,39	85	2,13
6	0,11	26	0,49	46	0,91	66	1,42	86	2,18
7	0,13	27	0,51	47	0,93	67	1,45	87	2,24
8	0,15	28	0,53	48	0,95	68	1,48	88	2,30
9	0,17	29	0,55	49	0,98	69	1,51	99	2,37
10	0,18	30	0,57	50	1,00	70	1,54	90	2,44
11	0,20	31	0,59	51	1,02	71	1,57	91	2,52
12	0,22	32	0,61	52	1,04	72	1,60	92	2,60
13	0,24	33	0,63	53	1,07	73	1,67	93	2,69
14	0,26	34	0,65	54	1,09	74	1,69	94	2,78
15	0,28	35	0,67	55	1,12	75	1,71	95	2,90
16	0,30	36	0,70	56	1,14	76	1,74	96	3,04
17	0,32	37	0,72	57	1,17	77	1,78	97	3,22
18	0,34	38	0,74	58	1,19	78	1,82	98	3,45
19	0,36	39	0,76	59	1,22	79	1,86	99	3,82
20	0,38	40	0,78	60	1,25	80	1,90	100	∞

mente, quindi le quattro striscie centrate di dimensioni ampie due, quattro, sei, otto volte la deviazione probabile non possono dare un'idea precisa della dispersione del tiro di un'arma; ne consegue la necessità di suddividere la dimensione della rosa di tiro in centesimi della dimensione della striscia; si ottengono così 400 striscie secondarie ciascuna di dimensione $^1/_{100}$ della striscia del 50 % e si può contare il percento dei colpi contenuti in ciascuna di queste piccole striscie secondarie, nelle quali allora si può ritenere che i colpi siano uniformemente distribuiti.

Si avranno 200 striscie secondarie da una parte e 200 striscie secondarie dall'altra parte dell'asse della rosa e, conseguentemente, annotando i percento dei colpi contenuti nelle 200 striscie centrate che si possono ottenere considerando per ciascuna i lati paralleli distanti fra loro progressivamente di $^2/_{100}$, $^4/_{100}$, ..., $^{100}/_{100}$, $^{102}/_{100}$, ..., $^{200}/_{100}$, $^{202}/_{100}$, ..., $^{300}/_{100}$, $^{302}/_{100}$, ..., $^{398}/_{100}$, $^{400}/_{100}$ della dimensione della striscia del 50 % dei colpi, avremo dei numeri che rappresentano i percento e che si elencano in una Tabella detta *Tabella dei fattori di probabilità.*

Diremo *fattore di probabilità f,* corrispondente ad una data striscia centrata, il numero che rappresenta la dimensione di questa striscia centrata espressa in centesimi della dimensione della striscia del 50 % (cioè in centesimi del doppio della deviazione probabile).

Diremo *percento* corrispondente al fattore di probabilità *f,* la percentuale dei colpi contenuti nella striscia centrata anzidetta.

Il percento relativo al fattore di probabilità *f,* si esprime col simbolo P (*f*). — Il fattore di probabilità relativo al percento P, si esprime col simbolo *f* (P).

Tabella dei fattori di probabilità. — Vedi Tabella IV.

12. Problemi sulla probabilità nel tiro. — TIRO CENTRATO (Fig. 5). — *Per le armi portatili* si dice che *il tiro è centrato* quando il centro della rosa coincide col punto che si vuole colpire, punto mirato, indipendentemente dall'essere o no questo punto il centro del bersaglio (1).

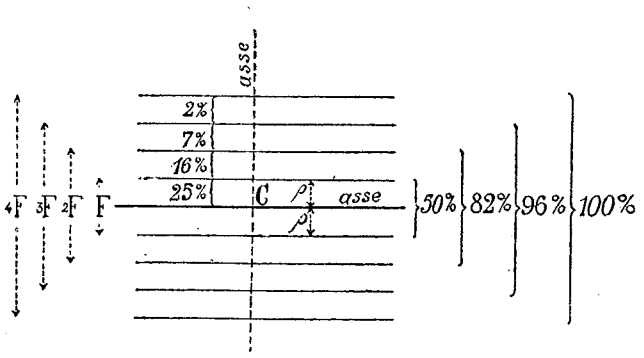


Fig. 5.

Deviazione media, K: è quella espressa dalla media aritmetica delle deviazioni.

Deviazione probabile, ρ: è, in valore assoluto, quella a cui corrisponde la probabilità $^1/_2$, cioè del 50 %, di non essere superata.

Striscia del 50 % dei colpi, è la dimensione finita, espressa in metri, di una striscia centrata avente i lati perpendicolari o paralleli al piano di tiro e contenente il 50 % dei colpi sparati.

Si indica con:

F - la *profondità* in metri della striscia orizzontale del 50 % dei colpi.

E - la *larghezza* in metri della striscia sia orizzontale che verticale del 50 % dei colpi.

F' - l'*altezza* in metri della striscia verticale del 50 % dei colpi.

---

(1) Per le artiglierie si dice che *il tiro è centrato* quando il centro della rosa dei tiri coincide col centro del bersaglio.

— I valori delle dimensioni delle striscie del 50 % dei colpi sono elencati per ciascuna Tavola di tiro in corrispondenza delle diverse distanze di tiro; talora le Tavole di tiro hanno i valori della deviazione probabile, ρ.

— Per quanto abbiamo esaminato nel precedente N. 10, ricordiamo che sussistono le relazioni:

a) *La deviazione probabile è minore della deviazione media ed è data da* $\rho = 0{,}845$ K.

b) *La striscia del 50 % è uguale al doppio della deviazione probabile.*

c) *Le dimensioni della rosa corrispondono a quattro volte le dimensioni delle corrispondenti striscie del 50 %.*

d) *Una striscia centrata* (1):

se doppia di quella del 50 % contiene l'82 % dei colpi,

se tripla contiene il 96 %,

se quadrupla si può ritenere che contenga tutti i colpi (2) (Fig. 5).

13. Sistema particolare, antiquato, per il calcolo delle probabilità nel tiro delle armi portatili (3). — Generalmente finora per le armi portatili la probabilità del tiro venne trattata in modo da considerare sempre il tiro centrato su uno dei limiti del bersaglio o delle striscie in cui il bersaglio si può suddividere, e perciò il bersaglio venne sempre suddiviso in striscie per ciascuna delle quali un lato coincide con uno degli assi della rosa.

Probabilmente così si è ritenuto che risulti più semplice la trattazione del calcolo della probabilità di colpire, mentre ciò non è, anzi conducendo ad una Tabella dei fattori di probabilità (Tabella V) ed a formole simili ma diverse a quelle impiegate per il tiro delle artiglierie, tale trattazione può in seguito generare confusione quando si passi da un argomento all'altro.

Per convincersi di ciò si riporta qui di seguito la trattazione particolare usata finora:

Per le armi portatili si suddivide ognuna delle otto striscie principali, ampie quanto è la deviazione probabile, in 10 striscie secondarie di dimensione $^1/_{10}$ della deviazione probabile e si calcola il percento dei colpi contenuto in ciascuna di queste striscie secondarie.

È logico che in striscie di dimensioni così piccole si può ritenere che i colpi vi siano uniformemente distribuiti, senza con ciò incorrere in apprezzabile errore.

Si avranno così 40 striscie da una parte e 40 striscie dall'altra dell'asse della rosa.

Sommando i percento relativi alle varie striscie secondarie si hanno *i percento contenuti nelle 40 striscie, tutte da una stessa parte, che si ottengono considerando un lato passante per il centro della rosa* (4), *e l'altro lato parallelo al primo e distante progressivamente di* $^1/_{10}$, $^2/_{10}$, ..., $^{10}/_{10}$, ..., $^{20}/_{10}$, ..., $^{30}/_{10}$, ..., $^{40}/_{10}$ *della deviazione probabile* (5).

Questi percento sono dati dalla Tabella seguente, detta *Tavola dei fattori di probabilità per armi portatili* (vecchio sistema) (Tabella V).

---

(1) Considerando la Tabella IV in corrispondenza dei fattori:

$$\frac{2\,\varepsilon}{F} = 2, \quad \frac{2\,\varepsilon}{F} = 3, \quad \frac{2\,\varepsilon}{F} = 4.$$

(2) Effettivamente contiene il 99,3 % dei colpi.

(3) Con questo sistema venne trattato l'argomento nella *Prima edizione* (1911), in analogia a quanto tutti gli autori praticavano.

(4) Lato coincidente coll'asse considerato della rosa.

(5) Cioè fino a quattro volte la deviazione probabile stessa, dispersione della rosa.

TABELLA V (*non più in uso*).

Tabella dei fattori di probabilità per armi portatili (vecchio sistema).

P (*f*)	*f*	P (*f*)	*f*	P (*f*)	*f*	P (*f*)	*f*
2,69	0,1	27,09	1,1	42,16	2,1	48,47	3,1
5,36	0,2	29,08	1,2	43,11	2,2	48,45	3,2
8,02	0,3	30,97	1,3	43,96	2,3	48,70	3,3
10,63	0,4	32,75	1,4	44,72	2,4	48,91	3,4
13,20	0,5	34,41	1,5	45,41	2,5	49,09	3,5
15,71	0,6	35,97	1,6	46,02	2,6	49,24	3,6
18,16	0,7	37,42	1,7	46,57	2,7	49,37	3,7
20,52	0,8	38,76	1,8	47,05	2,8	49,48	3,8
22,81	0,9	40,00	1,9	47,47	2,9	49,57	3,9
25,00	1,0	41,13	2,0	47,85	3,0	49,65	4,0

La Tabella è fatta solo per metà della rosa, perciò i numeri in essa contenuti rappresentano i percento relativi ad una striscia avente una delle due rette che la limitano coincidente col rispettivo asse della rosa.

La Tabella consta di due colonne, delle quali quella intestata *f indica le dimensioni della striscia in decimi della deviazione probabile* ρ, quella intestata P (*f*) *indica il percento dei colpi corrispondente.*

Poichè il fattore di probabilità, corrispondente ad una striscia che abbia un lato coincidente con l'asse della rosa, *è il numero delle volte che la deviazione probabile entra nella dimensione della striscia*, impiegando la tavola del vecchio sistema, si ha:

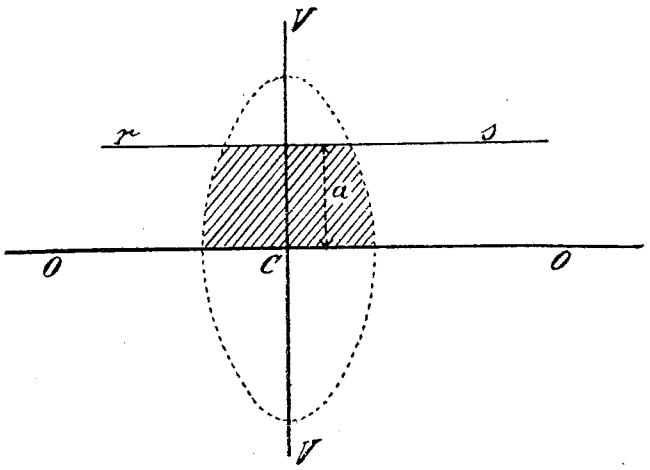


Fig. 6.

— 1° Per una striscia di altezza data, *a*, e di larghezza indefinita avente un lato coincidente con l'asse orizzontale della rosa (Fig. 6), il fattore di probabilità è dato dal rapporto dell'altezza, *a*, alla deviazione probabile verticale ρ_a valutata alla distanza a cui si tira. Il valore di questa deviazione probabile si ricava dalla Tavola di tiro dell'arma che si impiega (1), prendendo la metà del valore della striscia verticale, cioè:

[α] $\rho_a = \frac{F'}{2}$ nel nostro caso dunque: [β] $f = \frac{a}{\rho_a}$, indi si ricerca sulla Tavola di probabilità (vecchio sistema) il percento: [γ] $P\left(\frac{a}{\rho_a}\right)$.

— 2° Tutti gli altri casi in cui il centro dei tiri non coincide col centro del bersaglio, si riducono al 1° suddividendo il bersaglio in striscie aventi ciascuna un lato coincidente con un asse della rosa. Così nel caso di striscia di larghezza indefinita, impiegando il vecchio sistema, si devono considerare due striscie (Fig. 11) AA'CC' e BB'CC' dalle quali, applicando la relazione [γ], si ottiene che il percento dei colpi che

(1) Per il fucile Mod. 91 vedi seguente N. 28, Tabella VII.

cade nella prima è $P\left(\frac{p_1}{\rho}\right)$, quello che cade nella seconda è $P\left(\frac{p_2}{\rho}\right)$; il percento contenuto nell'intiera striscia data AA'BB' risulta: [9] $P = P_p\left(\frac{p_1}{\rho}\right) \pm P\left(\frac{p_2}{\rho}\right)$

chiamando: $f_1 = \frac{p_1}{\rho}$ e $f_2 = \frac{p_2}{\rho}$

impiegando la Tabella V risulta: $P_p = P(f_1) + P(f_2)$.

14. La Tabella dei fattori di probabilità serve per risolvere, mediante i dati di giustezza di una determinata arma, i seguenti problemi:

Stabilito il punto in cui si mira (centro della rosa):

a) conoscendo le dimensioni del bersaglio e la distanza alla quale è posto, determinare il percento dei colpi con cui può essere colpito;

b) conoscendo le dimensioni del bersaglio, determinare la distanza a cui deve trovarsi per essere colpito da uno stabilito percento di colpi;

c) conoscendo la distanza a cui si pone il bersaglio, determinare le dimensioni del bersaglio affinchè possa essere colpito da uno stabilito percento di colpi.

I problemi a) e b) servono per determinare il limite d'impiego del tiro individuale.

15. *La probabilità di colpire un bersaglio con un numero più o meno grande di colpi dipende dalle dimensioni del bersaglio, dalla giustezza dell'arma impiegata e dalla distanza di tiro.*

A parità di tali condizioni risulta tanto maggiore quanto minore è la distanza fra il centro effettivo del bersaglio ed il centro della rosa, cioè fra il centro del bersaglio e il punto mirato.

Quindi: *nel tiro delle armi portatili, affinchè il bersaglio riceva il maggior numero di colpi, occorre di puntare al centro del bersaglio.* Questa condizione non si può sempre osservare, sia per ragioni di visibilità se il bersaglio è basso, sia per ragioni di vulnerabilità (1) se il bersaglio è alto.

16. Modo di ricavare il percento probabile dei colpi che battono un dato bersaglio (2). — *Problemi diretti.*

a) Per definizione risulta che se $a = 2h$ è la dimensione finita di una striscia, limitata da rette parallele ad uno degli assi della rosa (Fig. 7), *la probabilità di colpire la striscia a tiro centrato* sul centro del bersaglio equivale alla probabilità di non superare in valore assoluto l'errore, $h = \frac{a}{2}$, cioè è quella probabilità $p(f)$ data dalla Tabella di probabilità (Tabella IV) in corrispondenza del fattore:

[14] $$f = \frac{a}{2\rho} = \frac{a}{F} = \frac{2h}{F}$$

probabilità che possiamo indicare con:

$$p\left(\frac{2h}{F}\right) = \frac{1}{100} P\left(\frac{2h}{F}\right); \quad \text{da cui} \quad 100\, p\left(\frac{2h}{F}\right) = P\left(\frac{2h}{F}\right).$$

---

(1) Vedi appresso le ragioni addotte al N. 25.

(2) Occorre di provvedersi della Tavola di tiro del fucile Mod. 91; questa Tavola è stata riportata in questo Capitolo, N. 28.

Dunque il percento dei colpi che vi cadono è:

[15] $$P(f) = P\left(\frac{2h}{F}\right).$$

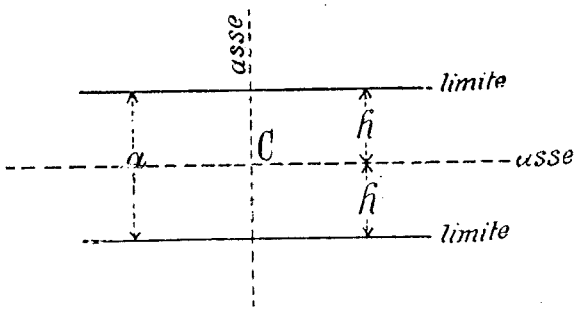


Fig. 7.

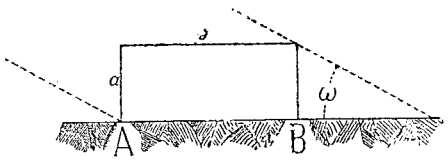


Fig. 8.

b) Se il *bersaglio non è piano* (Fig. 8) ed a e p ne sono rispettivamente l'altezza e la profondità, ad esso si può sostituire un *bersaglio fittizio* situato tutto sopra un piano orizzontale o verticale e limitato da due rette perpendicolari al piano di tiro.

Trattandosi di bersaglio fittizio su di un piano orizzontale:

Se ω è l'angolo di caduta alla distanza a cui si tira, la profondità del bersaglio fittizio è: $p + a$ cotang ω, quindi a tiro centrato il percento dei colpi che cadono sul bersaglio è:

[16] $$P\left(\frac{p + a \text{ cotang } \omega}{F}\right)$$

ma $$\frac{\text{cotang } \omega}{F} = \frac{1}{F \text{ tang } \omega} = \frac{1}{F'}$$

perciò il percento dei colpi è anche espresso da:

[17] $$P\left(\frac{p}{F} + \frac{a}{F'}\right).$$

Trattandosi di bersaglio fittizio su di un piano verticale:

L'altezza del bersaglio fittizio è: $a + p$ tang ω quindi similmente avremo:

$$P\left(\frac{a + p \text{ tang } \omega}{F'}\right) = P\left(\frac{p}{F} + \frac{a}{F'}\right).$$

17. Probabilità di colpire una striscia indefinita. — La probabilità di colpire una striscia, situata ad una data distanza e definita solo da una delle sue dimensioni, dipende:

a) dalla grandezza della dimensione finita (trasversale, verticale, longitudinale);

b) dalla posizione della striscia rispetto al centro della rosa di tiro, cioè rispetto al punto mirato.

Il caso in cui uno degli assi della rosa divide a metà la striscia e quello in cui un lato della striscia coincide con uno degli assi della rosa sono casi particolari.

In generale nessuno dei lati, nè la linea media, della striscia coincide con uno degli assi, perciò:

Per determinare il percento dei colpi che cadono in una striscia si riduce questa alla somma od alla differenza di due striscie aventi un lato coincidente con un asse della rosa.

— 1° Caso. *Uno degli assi della rosa divide a metà la striscia* (Fig. 9).

Per esempio: Si tiri col fucile Mod. 91 alla distanza di 800 m. contro un telone indefinito trasversalmente ed alto m. 0,64; si vuole conoscere il percento dei colpi che il telone riceve puntando al centro del telone.

Dalla Tavola di tiro (1) si ricava che $F' = $ m. 0,40 si conosce $2h = a = $ m. 0,64 perciò: $f = \frac{2h}{F'} = \frac{0{,}64}{0{,}40} = 1{,}6$ indi dalla Tavola dei fattori di probabilità (Tabella IV), per $f = 1{,}6$, si ricava $P(f) = 72$.

Il telone riceve il 72 % dei colpi sparati.

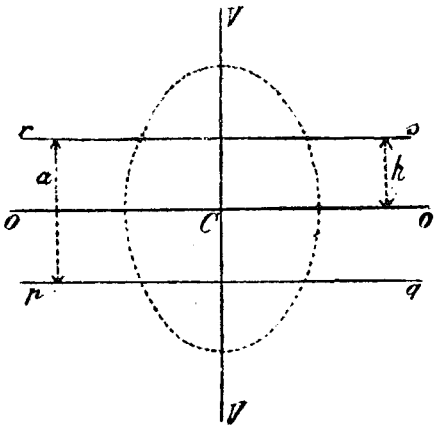


Fig. 9.

— 2ª Caso. *Uno degli assi della rosa coincide con uno dei lati della striscia* (Fig. 10).

Per esempio: Si tiri col fucile Mod. 91 alla distanza di 800 m. contro un telone indefinito trasversalmente ed alto m. 0,64; si vuole conoscere il per cento dei colpi che il telone riceve puntando al limite inferiore.

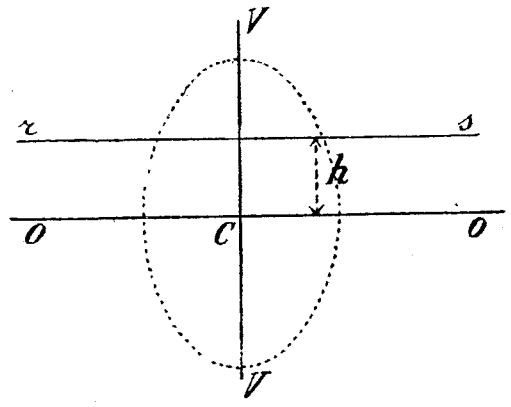


Fig. 10.

Dalla Tavola di tiro (1) si ricava che: $F' = $ m. 0,40, si conosce $h = 0{,}64$, quindi: $f = \frac{1{,}28}{0{,}40} = 3{,}20$; indi dalla Tavola dei fattori di probabilità, per $f = 3{,}20$, si ricava $P(f) = 7{,}97$; quindi: $P_h = 48{,}45$.

Il telone riceve il 48 % dei colpi sparati (2).

— 3° Caso. *La striscia non ha alcuno dei suoi lati coincidente con un asse della rosa* (Fig. 11 e 12). — Il centro della rosa (punto in cui si mira) sia situato sulla retta CC′ e p_1 e p_2 risultino le distanze dell'asse CC′ dalle rette AA′ e BB′ che limitano la striscia di dimensione $p = p_1 + p_2$.

La dimensione cognita del bersaglio è $p = p_1 + p_2$ ed occorre di considerare (3) due striscie centrate, AA′*aa*′ e BB′*bb*′, ottenute conducendo due rette, *aa*′ e *bb*′, rispettivamente simmetriche ad AA′ e BB′.

Il percento dei colpi che cadono nella striscia, AA′BB′, è uguale alla somma algebrica dei percento che cadono nelle due striscie, AA′CC′ e BB′CC′ (4), ciascuna delle quali contiene la metà dei colpi che cadono

(1) Vedi seguete N. 28, Tabella VII.

(2) Si noti che in tutti i calcoli qui svolti si arrotondano i valori in difetto piuttosto che in eccesso.

(3) Si noti quanto si è detto nel comma 2° del N. 13 impiegando il vecchio sistema.

(4) Vedi precedente N. 9: *Probabilità totale*.

rispettivamente nelle due striscie centrate, AA′aa' e BB′bb', dunque si ha:

$$[18] \qquad P = \frac{1}{2}\left[P\left(\frac{2p_1}{F}\right) \pm P\left(\frac{2p_2}{F}\right)\right]$$

nella quale relazione si prenderà il segno positivo quando il centro dei tiri è dentro il bersaglio, il segno negativo quando il centro dei tiri è fuori del bersaglio (Fig. 12).

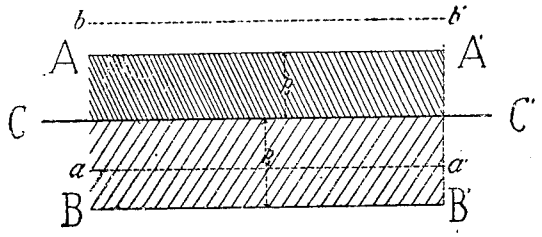


Fig. 11.

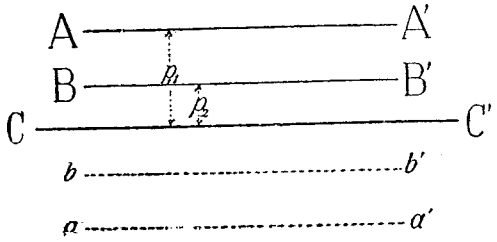


Fig. 12.

Se *il centro dei tiri è su uno dei limiti del bersaglio*, cioè sulla retta AA′, oppure BB′, il percento si riduce a:

$$[19] \qquad P = \frac{1}{2} P\left(\frac{2p}{F}\right);$$

cioè si rientra nel precedente caso 2°.

Per esempio:

a) Si consideri il bersaglio degli esempi precedenti, ma si punti nel telone ad $^1/_3$ dal lembo superiore (Fig. 13).

Si ha: $a = 0{,}64$, $p_1 = 0{,}21$, $p_2 = 0{,}43$, $F' = 0{,}40$,

quindi:

$$f_1 = \frac{2p_1}{F'} = \frac{0{,}42}{0{,}40} = 1{,}05 \quad \text{quindi:} \quad P(f_1) = 52$$

$$f_2 = \frac{2p_2}{F'} = \frac{0{,}86}{0{,}40} = 2{,}15 \quad \text{quindi:} \quad P(f_2) = 85$$

$$P = \frac{1}{2}(52 + 85) = 68{,}5.$$

Il telone è colpito dal 68 $^0/_0$ dei colpi.

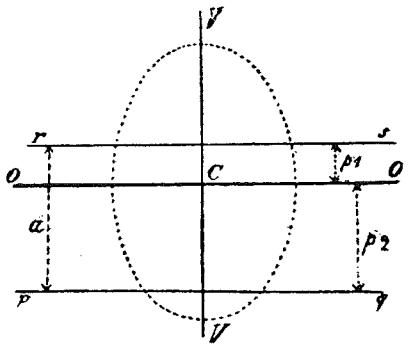


Fig. 13.

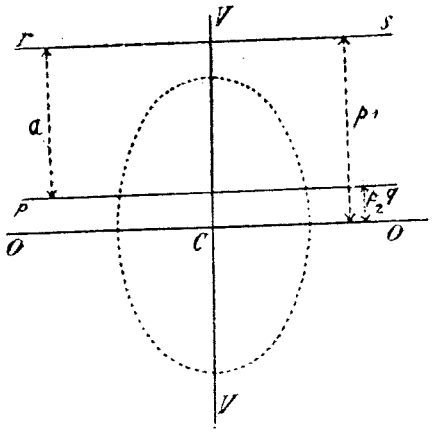


Fig. 14.

b) Cogli stessi dati dell'esempio *a*) si punti a m. 0,21 al disotto del lembo inferiore del telone (Fig. 14).

Si ha: $a = 0{,}64$, $p_1 = 0{,}85$, $p_2 = 0{,}21$, $F' = 0{,}40$

$$f_1 = \frac{2p_1}{F'} = \frac{1{,}60}{0{,}40} = 4{,}25,\ f_1 > 4, \quad \text{quindi:} \quad P(f_1) = 100$$

$$f_2 = \frac{2p_2}{F'} = \frac{0{,}42}{0{,}40} = 1{,}05, \quad \text{quindi:} \quad P(f_2) = 52$$

$$P = \frac{1}{2}(100 - 52) = 24.$$

Il telone è colpito dal 24 % dei colpi.

— Da ciò che gli esempi numerici hanno chiarito, risulta confermato che:

Per uno stesso bersaglio il percento dei punti che possono colpirlo è maggiore quando il centro del bersaglio coincide col centro dei tiri (1), *che per le armi portatili è il punto mirato* (2).

18. Probabilità di colpire un bersaglio rettangolare. — 4° Caso. *Se il bersaglio è rettangolare* coi lati situati parallelamente agli assi della rosa, giacenti in un piano perpendicolare al piano di tiro, la probabilità di colpire è uguale alla probabilità di colpire simultaneamente le due striscie indefinite che determinano il rettangolo; probabilità composta, che è uguale al prodotto delle probabilità di colpire ciascuna striscia (3), in considerazione che le deviazioni rispetto ad uno degli assi sono indipendenti da quelle rispetto all'altro asse; cioè la probabilità p di colpire a tiro centrato sul centro del bersaglio è:

$$p = p\left(\frac{l}{E}\right) \cdot p\left(\frac{a}{F'}\right)$$

ma $$p\left(\frac{l}{E}\right) = \frac{1}{100} P\left(\frac{l}{E}\right) \quad \text{e} \quad p\left(\frac{a}{F'}\right) = \frac{1}{100} P\left(\frac{a}{F'}\right)$$

quindi: $$p = \frac{1}{10.000} P\left(\frac{l}{E}\right) P\left(\frac{a}{F'}\right)$$

cioè: $$P = 100\,p = \frac{1}{100} P\left(\frac{l}{E}\right) P\left(\frac{a}{F'}\right).$$

Dunque: Se il bersaglio rettangolare è largo l ed alto a il percento dei colpi che riceve a tiro centrato sul centro del bersaglio è:

[20] $$\frac{1}{100} \cdot P\left(\frac{l}{E}\right) \cdot P\left(\frac{a}{F'}\right).$$

Se il bersaglio è largo l e profondo p:

[21] $$\frac{1}{100} \cdot P\left(\frac{l}{E}\right) \cdot P\left(\frac{p}{F}\right).$$

— Nel tiro centrato sul centro del bersaglio *se una delle dimensioni del bersaglio è uguale o superiore al quadruplo della corrispondente striscia*

---

(1) In questo caso il tiro è centrato anche se considerato col concetto seguito per le artiglierie.

(2) Ciò si poteva dedurre considerando che in questo caso resta intercettata dal bersaglio la parte centrale della rosa, che è quella più densa di colpi.

(3) Vedi precedente N. 9: *Probabilità composta* - 2° caso.

del 50 %, il bersaglio si può considerare come indefinito in quella direzione ed il percento si ottiene mediante la [15].

NOTA. — In ciascuno dei casi considerati, se il bersaglio è inclinato, oppure se il centro dei tiri non è sull'orizzonte dell'arma, bensì dà luogo ad angolo di sito, si può per esattezza ridurre il bersaglio come se fosse sull'orizzonte.

Questa correzione non si apporta nel tiro delle armi portatili e colle artiglierie si usa raramente e solo per forti valori dell'inclinazione del piano del bersaglio, oppure dall'angolo di sito ε.

— 5° Caso. *Se il bersaglio è rettangolare* di dimensioni p ed l, a tiro non centrato sul centro del bersaglio (1) si avrebbe:

Posto: $p = p_1 \pm p_2$ e $l = l_1 \pm l_2$

$$[22] \qquad P = \frac{1}{400}\left[P\left(\frac{2p_1}{F}\right) \pm P\left(\frac{2p_2}{F}\right)\right] \cdot \left[P\left(\frac{2l_1}{E}\right) \pm \left(\frac{2l_2}{E}\right)\right].$$

— Con questa formola si può calcolare la distribuzione dei colpi in rettangoli di dimensioni determinate disposti attorno al centro della rosa di tiro; per esempio, dei rettangoli di dimensioni $^1/_2$ F, $^1/_2$ E ed analogamente $^1/_2$ F', $^1/_2$ E. — Si ottiene così il seguente:

DIAGRAMMA DELLA DISTRIBUZIONE DEI COLPI ATTORNO AL CENTRO DEI TIRI ENTRO RETTANGOLI AVENTI DIMENSIONI DI MEZZA STRISCIA (2).

	0,03	0,12	0,30	0,45	0,45	0,30	0,12	0,03
	0,21	0,45	1,08	1,68	1,68	1,08	0,45	0,21
	0,30	1,08	2,62	4,05	4,05	2,62	1,08	0,30
	0,45	1,68	4,05	6,25	6,25	4,05	1,68	0,45
	0,45	1,68	4,05	6,25	6,25	4,05	1,68	0,45
	0,30	1,08	2,62	4,05	4,05	2,62	1,08	0,30
	0,21	0,45	1,08	1,68	1,68	1,08	0,45	0,21
	0,03	0,12	0,30	0,45	0,45	0,30	0,12	0,03

(1) Il tiro potrebbe essere non centrato secondo una sola delle dimensioni, p. es., secondo la profondità; allora $p = p_1 \pm p_2$ ed $l_1 = l_2 = \frac{l}{2}$ quindi la [22] diviene:

$$[23] \qquad P = \frac{1}{200}\left[P\left(\frac{2p_1}{F}\right) + \left(\frac{2p_2}{F}\right)\right] \cdot P\left(\frac{l}{E}\right).$$

(2) S' intende mezza striscia del 50 %; cioè $^1/_2$ F, $^1/_2$ E, $^1/_2$ F'.

19. ESEMPI RELATIVI ALLA PROBABILITÀ DI COLPIRE BERSAGLI RETTANGOLARI. Esempi:

1° Impiegando il fucile Mod. 91 si spara contro un bersaglio rettangolare alto a = m. 1,05 e largo l = m. 0,45 situato alla distanza di 600 m., puntando al centro del rettangolo; si domanda quale è la probabilità di colpirlo (Fig. 15).

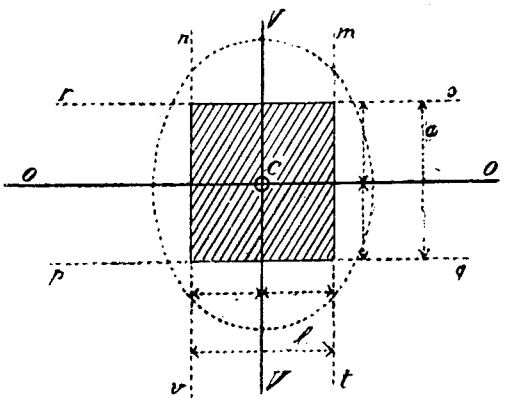


Fig. 15.

Possiamo considerare due striscie indefinite le cui linee medie passano pel centro del rettangolo, una alta a = m. 1,05, l'altra larga l = m. 0,45; quindi conducendo gli assi della rosa si avranno due striscie alle quali si può applicare la formola [20].

Allora:

$$fa = \frac{1{,}05}{F'} \quad \text{ed} \quad fl = \frac{0{,}45}{E};$$

dalla Tavola di tiro si ha che a m. 600 di distanza $F' = 0{,}27$ ed $E = 0{,}22$; quindi: $fa = 3{,}88$ $fl = 2{,}04$ e perciò per la [15]:

$$Pa = 99 \quad \text{e} \quad Pl = 83,$$

quindi, per la [20], il percento cercato è:

$$P = \frac{Pa \times Pl}{100}$$

cioè:

$$P = \frac{99 \times 83}{100} = \frac{8217}{100} = \text{circa } 82.$$

2° Si consideri il bersaglio precedente, ma puntando in altezza ad $^1/_3$ a partire dal lato superiore (Fig. 16).

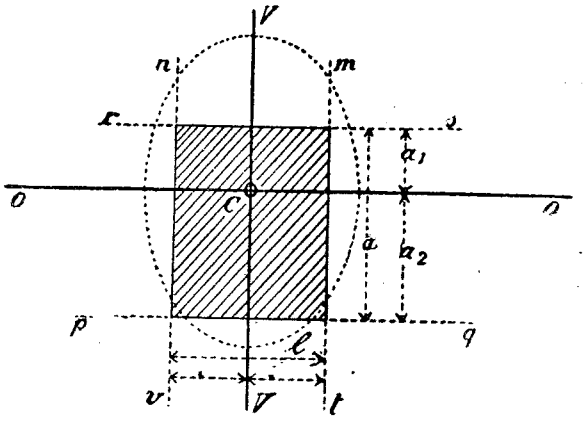


Fig. 16.

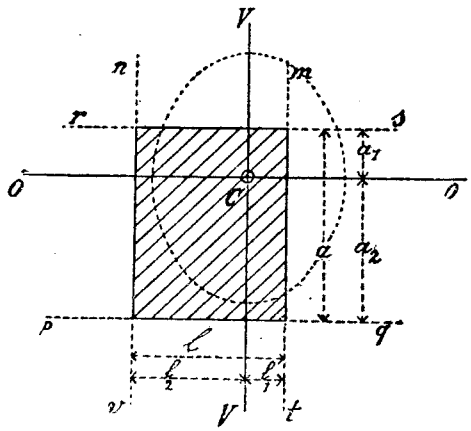


Fig. 17.

Suddividendo il rettangolo in modo analogo al precedente esempio si ottengono due striscie, delle quali una verticale con la linea mediana coincidente con l'asse verticale ed una orizzontale che dall'asse orizzontale risulta divisa in due striscie, aventi un lato comune e coincidente con l'asse orizzontale di dimensioni:

$$a_1 = \text{m. } 0{,}35 \quad \text{e} \quad a_2 = \text{m. } 0{,}70$$

Abbiamo già calcolato: $Pl = (fl) = 83$;

rimane da calcolare Pa; ora in questo caso, per la [18],

$$Pa = \frac{1}{2}\left[P\,(fa_1) + P\,(fa_2)\right]$$

quindi si ha: $fa_1 = \frac{0,70}{0,27} = 2,50 \qquad fa_2 = \frac{1,40}{0,27} > 4$

da cui $\qquad P(fa_1) = 90 \qquad P(fa_2) = 100$

e $\qquad P_a = \frac{1}{2}(90 + 100) = 95$

perciò per la [20],

$$P = \frac{95 \times 82}{100} = \frac{7790}{100} = \text{circa } 78.$$

Volendo si sarebbe potuto impiegare la formola [23].

3° Si consideri lo stesso bersaglio, ma puntando sulla diagonale in un punto distante dal vertice di $^1/_4$ della diagonale stessa (Fig. 17).

Suddividendo il rettangolo col criterio già esposto, si ottengono due striscie orizzontali di dimensioni $a_1 =$ m. 0,26 $\qquad a_2 =$ m. 0,78
col lato comune coincidente coll'asse orizzontale, e due striscie verticali di dimensioni

$$l_1 = \text{m. } 0,11 \qquad l_2 = \text{m. } 0,33$$

col lato comune coincidente coll'asse verticale. Allora, in generale, per la [22], si devono calcolare: $P(fa_1) \pm P(fa_2)$ e $P(fl_1) \pm P(fl_2)$
e nel nostro caso:

$$fa_1 = \frac{0,52}{0,27}, \quad fa_2 = \frac{1,56}{0,27}, \quad fl_1 = \frac{0,22}{0,22}, \quad fl_2 = \frac{0,66}{0,22}$$

$$fa_1 = 1,85, \quad fa_2 > 4, \quad fl_1 = 1,00, \quad fl_2 = 3,00$$

$$P(fa_1) = 78, \quad P(fa_2) = 40, \quad P(fl_1) = 50, \quad P(fl_2) = 95$$

quindi: $\qquad P_a = 89 \qquad P_l = 72$

e $\qquad P = \frac{178 \times 145}{400} = \frac{25810}{400}$ cioè 64,5.

— Da ciò che gli esempi numerici hanno chiarito, risulta che:

1° *Anche nel caso di bersagli limitati in tutti i sensi il percento dei colpi che possono colpirli è maggiore quando il centro del bersaglio coincide col punto mirato.*

2° *Se il bersaglio ha dimensioni maggiori di quelle della rosa per avere grande probabilità di colpire non è necessario che il punto mirato sia il centro del bersaglio, purchè la rosa, in tale punto centrata, resti quasi tutta contenuta nel bersaglio.*

20. Bersagli piani di forma qualunque. — *a*) Per determinare il percento dei colpi che cade sopra un bersaglio piano comunque limitato da rette, è necessario di scomporlo in rettangoli coi lati paralleli agli assi principali della rosa di tiro, indi determinare colle relazioni [18], [19], [22] e [23], il percento dei colpi che cade entro ciascun rettangolo.

b) Se il bersaglio non è piano, si trasforma in un bersaglio fittizio tutto situato in un piano tenendo conto delle traiettorie che passano per il suo contorno.

c) Se la divisione del bersaglio in rettangoli non è facile, o se i rettangoli risultano troppo numerosi, si può con sufficiente esattezza impiegare il diagramma dei percento sul piano della rosa di tiro.

Questo *sistema grafico* s'impiega così: Si disegna il bersaglio su di un foglio di carta trasparente nella medesima scala impiegata per disegnare il diagramma della rosa di tiro (Vedi precedente N. 18), si sovrappone il disegno del bersaglio convenientemente orientato sul diagramma in modo che l'intersezione degli assi corrisponda al centro dei tiri, si contano i colpi che risultano nell'interno del contorno del bersaglio.

— In analogia a quanto precedentemente si è detto, anche per i bersagli di forma qualunque, la probabilità di colpire un bersaglio con un numero più o meno grande di colpi dipende:

1° dalle dimensioni del bersaglio;

2° dalla posizione del centro geometrico del bersaglio rispetto al centro della rosa, cioè rispetto al punto mirato.

21. Probabilità di colpire bersagli sagomati. — I bersagli di guerra si rappresentano sui poligoni di tiro con *sagome-bersaglio* (1) (Fig. 18), quindi se la loro vulnerabilità teorica si considerasse uguale a quella del rettangolo che circoscrive la sagoma si avrebbe un percento maggiore del vero, perchè non tutta la superficie del rettangolo costituisce parte vulnerabile del bersaglio; perciò volendo una sufficiente approssimazione, si calcola la probabilità di colpire ammettendo che tale probabilità sia uguale a quella relativa ad un rettangolo di area equivalente all'area della sagoma e di larghezza uguale alla larghezza massima della sagoma stessa; cioè:

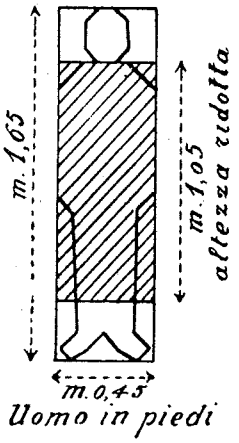


Fig. 18.

Si considera come bersaglio tutto vulnerabile un rettangolo di altezza minore della sagoma e di area equivalente alla sagoma.

In modo analogo si determina la probabilità di colpire più sagome a contatto.

Risulta che le dimensioni dei rettangoli equivalenti in superficie alle usuali sagome bersaglio sono le seguenti:

TABELLA VI.

DESIGNAZIONE DELLA SAGOMA	Dimensioni medie del rettangolo che circoscrive la sagoma		Dimensioni del rettangolo di superficie equivalente alla sagoma	
	Altezza m.	Larghezza m.	Altezza m.	Larghezza m.
Uomo a cavallo	2,45	0,90	1,22	0,90
In piedi in atteggiamento di marciare .	1,65	0,45	1,05	0,45
In piedi a punt	1,65	0,45	0,82	0,45
In ginocchio a punt	1,05	0,45	0,64	0,45
A terra a punt	0,45	0,50	0,27	0,50
A terra in riposo (testa e spalle abbassate)	0,30	0,50	0,28	0,50

22. Problemi inversi. — 1° *Dato il percento,* P, *determinare la minima dimensione della striscia capace di contenerlo a tiro centrato sul centro della striscia stessa.*

— Dalla Tavola di tiro per la distanza del bersaglio si rileva il valore di F, o di E, o di F′; dalla Tabella dei fattori di probabilità si ricava il valore di f corrispondente al percento stabilito, P, cioè si ricava f (P) ed allora dalla relazione [14] si ha, per esempio:

[24] $$2h = F \cdot f(P).$$

(1) Vedi *Istruzioni sulle Armi e sul Tiro per la Fanteria,* Volume I, Tavole.

— Se il bersaglio è rettangolare uno dei lati può essere fissato ad arbitrio.

2° *Dato il percento dei colpi che battono un bersaglio rettangolare a tiro centrato sul centro del bersaglio e le dimensioni del bersaglio determinare la distanza di tiro.*

Questo problema, per una data Tavola di tiro, è indeterminato e si risolve per tentativi; cioè si considerano successive distanze finchè si rileva quella che soddisfa al problema.

Se per una distanza qualsiasi si ottiene un percento minore del percento dato, la distanza è troppo grande, e viceversa è troppo piccola se il percento risulta maggiore del dato.

3° *Massima distanza utile del tiro:* 1° PER LE ARTIGLIERIE: si ritiene sia quella per cui il bersaglio riceve il 25 % dei colpi.

Evidentemente in pratica quando è necessario il tiro si eseguisce anche se il percento dei colpi utili è molto inferiore a 25, e lo scopo del tiro si raggiungerà ugualmente impiegando un maggior numero di proietti e maggior tempo.

La determinazione della massima distanza utile del tiro rappresenta un caso perticolare del precedente comma 2°.

Infatti deve risultare:

$$[25] \qquad \frac{1}{100} \, P\left(\frac{l}{E}\right) . P\left(\frac{p}{F}\right) = 25.$$

Evidentemente si hanno due limiti di distanza:

quella D_1 per cui $\frac{l}{E} = 1$, cioè $l = E$.

quella D_2 per cui $\frac{p}{F} = 1$, cioè $p = F$.

4° Se la larghezza del bersaglio si può ritenere indefinita, $\geqq 4\,E$, la massima distanza utile è quella alla quale la striscia del 50 % ha un'altezza F', od una profondità F, circa doppia dell'altezza, o della profondità del bersaglio.

Infatti al percento 25 corrisponde $f = 0{,}47$, ossia circa 0,5; per ottenere 0,5 occorre in questo caso in cui $\frac{l}{E} \geqq 4$ che $\frac{a}{F'}$ oppure $\frac{p}{F}$ siano uguali a 0,5, cioè: $F' = 2a$, oppure $F = 2p$.

2° PER LE ARMI PORTATILI: si ritiene che debbasi avere l'83 % teorico affinchè risulti almeno il 50 % pratico. Questa questione è trattata nel segnente N. 24.

23. Tiro non centrato. — *Per le armi portatili* il tiro non è centrato quando il centro della rosa di tiro non coincide col punto mirato, che è il punto che si vuol colpire; ora ciò non deve mai essere; quindi in pratica per le armi portatili il tiro non centrato non si considera mai.

Per le artiglierie il tiro non è centrato quando il centro della rosa di tiro non coincide col centro geometrico del bersaglio.

24. Limiti pratici di distanza di tiro individuale. — Nel tiro di guerra si considera *tiro individuale* quello eseguito da un tiratore o da pochi tiratori contro uomini

isolati e gruppi di uomini (pattuglie) che, oltre a presentarsi ad una distanza piccola, si trovano esposti al tiro durante un periodo di tempo sufficiente per eseguire qualche colpo (1).

Nelle ordinarie esercitazioni è *tiro individuale* quello eseguito da ciascun tiratore per svolgere le lezioni di tiro delle reclute — di tiro di classificazione — di tiro di perfezionamento — di tiro di gara.

Aumentando con le distanze le dimensioni delle rose di tiro, diminuisce con grande rapidità la probabilità di colpire bersagli sottili di piccola altezza e larghezza, quindi:

Il tiro individuale si deve eseguire contro quei bersagli ed a quelle distanze per cui ad un tiratore di mediocre abilità sia possibile l'ottenere un risultato pratico apprezzabile, quale si ritiene sia quello di un colpo utile su due sparati, cioè del 50 %.

Ma in realtà, considerando che le dimensioni delle striscie del 50 % date dalle Tavole di tiro si sono ricavate nel tiro di poligono eseguito con perfetto puntamento e nelle migliori condizioni possibili in relazione all'arma, allo stato atmosferico, ai tiratori, dobbiamo assolutamente ritenere che: Ordinariamente, nelle esercitazioni di tiro e soprattutto in guerra, si ottengono dispersioni maggiori delle teoriche, cioè che le *striscie pratiche* sono molto maggiori delle *striscie sperimentali* delle Tavole di tiro.

Poichè risulta che il percento pratico P_p è circa i $^3/_5$ del percento teorico P_t; se ne deduce che:

Per ottenere, come è necessario, un percento pratico del 50, il percento teorico deve risultare 83.

Infatti si ha: $$P_p = \frac{3}{5} P_t$$

e posto: $P_p = 50$, si ottiene: $P_t = 83{,}33$.

Concludendo: *Il limite pratico di distanza di tiro individuale contro un determinato bersaglio è quello a cui corrisponde una probabilità teorica di colpirlo uguale ad 83 %.*

Ora si noti che, puntando al centro di una striscia, al percento 83 corrisponde una striscia di dimensione doppia della striscia del 50 %, dunque senz'altro possiamo stabilire che:

Il tiro individuale si potrà eseguire tutte le volte che, mirando al centro, il bersaglio ha una larghezza uguale o maggiore a quattro volte la striscia del 50 % ed un'altezza uguale o maggiore al doppio della striscia del 50 %, oppure viceversa (Fig. 15 precedente):

$$\left.\begin{array}{l} l = 4\,E \\ a = 2\,F' \end{array}\right\} \quad \text{oppure} \quad \left\{\begin{array}{l} l = 2\,E \\ a = 4\,F' \end{array}\right.$$

25. Limiti di tiro individuale fissati dalla nostra Istruzione sulle Armi e sul Tiro (2). — Le « *Regole pel maneggio dell'alzo e quelle di puntamento e di tiro* » stabilite al Capo 1°, numeri 62-63-64-65, e nei Capo 4° e Capo 5° dell'*Istruzione sulle Armi e sul Tiro per la Fanteria*, Volume I, sono dedotte per ciascun bersaglio di guerra determinando la distanza alla quale, impiegando il fucile Modello 1891, corrisponde il percento pratico 50, cioè il percento teorico di circa 83. Così:

1° — Per un uomo in piedi, la cui superficie vulnerabile è equivalente ad un rettangolo alto a = m. 1,05 e largo l = m. 0,45, mirando al centro abbiamo che alla distanza di 500 m. il percento è circa 90 ed a quella di 600 m. (3) è circa 80; aumentando la distanza il percento diminuisce ancora.

Dunque: *Il limite di tiro individuale contro bersaglio d'uomo in piedi, mirando al centro, è m. 500.*

---

(1) Si ritiene che *un minuto primo* sia il periodo minimo di tempo in cui un bersaglio deve restare in vista affinchè convenga tirarvi, cioè affinchè si possa avere sufficiente probabilità di colpirlo sparandovi contro uno o più colpi.

(2) *Istruzione sulle Armi e sul Tiro per la Fanteria*, Volume I, edizione 1909.

(3) Vedi precedente N. 19, Esempio 1°.

2° — Per un uomo in ginocchio la cui superficie è equivalente ad un rettangolo:

$a = 0{,}64$ $\quad l = 0{,}45$, si avrebbe: a 600 m.

$F' = 0{,}27$ $\quad E = 0{,}22$

$f_a = 2{,}35$ $\quad f_l = 2{,}04$

$P_a = 88$ $\quad P_l = 82$

e quindi: $P_{600} = 72$;

mentre prendendo l'alzo di 450 m. si ha:

$F' = 0{,}18$ $\quad E = 0{,}14$

$f_a = 3{,}5$ $\quad f_l = 3{,}2$

da cui: $P_a = 99$ $\quad P_l = 97$

e quindi: $P_{450} = 95$.

Dunque: *Il limite di tiro individuale contro bersaglio d'uomo in ginocchio, mirando al centro, è m. 450.*

3° — Per un uomo a terra, la cui superficie vulnerabile è equivalente ad un rettangolo $a = 0{,}28$ $\quad l = 0{,}50$

si avrebbe: a 450 m.

$F' = 0{,}18$ $\quad E = 0{,}14$

$f_a = 1{,}55$ $\quad f_l = 3{,}57$

$P_a = 70$ $\quad P_l = 98$

e quindi: $P_{450} = 68$;

mentre a 300 m. si ha:

$F' = 0{,}11$ $\quad E = 0{,}09$

$f_a = 2{,}54$ $\quad f_l > 4$

$P_a = 92$ $\quad P_l = 100$ $\quad P_{300} = 92$

Dunque: *Il limite di tiro individuale contro bersaglio d'uomo in posizione di punt a terra, mirando al centro, è m. 300.*

— I calcoli fatti rappresentano ancora condizioni teoricamente vantaggiose, poichè raramente il bersaglio è a distanza esatta di punto in bianco e non sempre sta fermo in modo da facilitare il puntamento; dunque:

Anche attenendosi al percento teorico di 83, i limiti di distanza che ne conseguono non fanno ottenere la probabilità pratica di colpire un colpo su due.

Questo si verifica per i limiti dati dalla nostra *Istruzione sul tiro*, per i quali si è richiesto $P_t = 83$; quindi occorrebbe di diminuirli, ma ciò non si è potuto fare poichè l'alzo non ha le graduazioni corrispondenti ai nuovi limiti.

Per distanze maggiori la probabilità di colpire essendo minima, anche sparando bene, si avrebbe per effetto di screditare l'arma alla mente, generalmente non colta, del soldato.

L'*Istruzione sulle Armi e sul Tiro per la Fanteria*, Volume I, dopo aver enunciato le regole per l'impiego delle varie linee di mira, al N. 64 dice:

« La scelta dell'alzo da usarsi è ordinariamente fatta dai comandanti di reparto; perciò il soldato punta e spara secondo gli ordini che riceve dal suo superiore.

« *Il soldato può, però, trovarsi qualche volta isolato:* in tal caso, se non deve astenersi dal far fuoco, regola da sè il proprio tiro, avendo presente la norma di *ricorrere al fuoco soltanto se, per la propria abilità e per le condizioni di distanza e di dimensioni di bersaglio, ha la quasi certezza di colpire il nemico.*

« Ad ogni modo *non dovrà mai spingere il tiro al di là dei 500 metri.*

« Nel regolare il proprio tiro egli impiega l'alzo rovesciato contro bersaglio posto a distanza inferiore a 400 metri e l'alzo abbattuto contro bersaglio tra 400 e 500 m. e *dirige il puntamento nel punto del bersaglio ove questo presenta maggiore probabilità di essere colpito.* Così: contro uomo isolato in piedi o in ginocchio, *punta nel mezzo del tronco*; contro... ».

26. Tiro individuale. — *Il tiro individuale* è quello eseguito contro un determinato bersaglio da un solo tiratore (1).

Gli scopi che si vogliono raggiungere col tiro individuale sono esattamente definiti nell'*Istruzione sulle Armi e sul Tiro per la Fanteria,* Vol. I, N. 147:

« Coi tiri individuali si tende anzitutto a formare buoni tiratori di poligono che sappiano ottenere i maggiori risultati possibili sotto il punto di vista della giustezza e precisione ».

L'*Istruzione* stabilisce annualmente le seguenti serie di esercizi di tiro individuali: *Tiro delle reclute* (8 lezioni) — *Tiro di classificazione* (8 lezioni) — *Tiro di perfezionamento* (6 o più lezioni) — *Tiro di gara.*

N. 149. « Il tiro delle reclute, quello di classificazione e quello di perfezionamento rappresentano tre stadi successivi di un unico programma, i cui scopi essenziali sono:

1° Far conoscere bene al soldato il suo fucile ed insegnargli a servirsene con tanta sicurezza di risultati da riescire almeno alle minori distanze di tiro, cioè fino a 300 metri, a colpire quasi ad ogni colpo da qualunque posizione, *ma specialmente da quella di a terra,* un bersaglio di guerra comunque si presenti;

2° Addestrarlo al tiro di guerra per prepararlo all'esecuzione dei fuochi di riparto come in combattimento — N. 158 — abituandolo all'esecuzione del *fuoco a volontà mirato* » e facendogli acquistare gradualmente quella *celerità personale* di tiro che dovrà poi impiegare in combattimento e che è quella a lui più adatta, per ottenere il maggior rendimento in relazione alle cartuccie sparate;

3° Iniziarlo ed abituarlo alla *disciplina del fuoco;*

4° Fare acquistare al soldato fiducia in se stesso e più ancora — N. 162 — nella propria arma » (2).

Circa quest'ultimo importante scopo di carattere essenzialmente morale l'*Istruzione* ed il *Libretto di tiro,* di cui è parola al N. 185, riportano la frase d'oro del generale Cosenz: *Chi ha fiducia nel proprio colpo, chi è convinto essere più probabile che egli atterri il nemico di quello che il nemico atterri lui, è più impavido, si avanza risoluto, ha il cuore più fermo.*

27. Caratteristiche del tiro individuale di combattimento. — Le irregolarità del tiro individuale di combattimento sono molto variabili e sono numerose e di maggiore entità di quelle finora teoricamente considerate dipendenti esclusivamente dall'arma e dall'abilità del tiratore.

Le cause delle irregolarità del tiro individuale di combattimento sono relative:

a) alle condizioni fisiche del tiratore, quali la stanchezza, il clima, le privazioni d'ogni genere a cui il corpo può essere stato od è sottoposto;

---

(1) *Istruzione sulle Armi e sul Tiro per la Fanteria,* Vol. I, N. 226; *Regolamento di esercizi per la Fanteria.*

(2) Abituandolo a sparare contro bersagli di guerra, a rilevare la giustezza dell'arma ed insegnandogli a compensare, con la scelta del punto da mirare, gli errori di precisione.

b) *alle condizioni morali,* che alla loro volta tanta influenza hanno su quelle fisiche; l'eccitazione nervosa individuale dovuta all'emozione della lotta, lo stato d'animo dovuto al carattere del combattimento;

c) *alla posizione del tiratore;* infatti si ottengono migliori risultati quando l'arma è appoggiata, ed è preferibile la posizione in ginocchio alle posizioni in piedi ed a terra.

La nostra Istruzione prescrive che il soldato impari a sparare bene dalla posizione a terra, che lo rende pochissimo vulnerabile, sebbene nella posizione a terra lo zaino, l'equipaggiamento, gli abiti, il copricapo, la forma del terreno disturbino il tiratore, e la vegetazione, l'umidità del terreno, il tremolìo delle immagini (1) rendano difficile od errato il puntamento.

d) *alla celerità di fuoco,* che, oltre a variare per le cause ora dette, *a*) *b*) *c*), può, se eccessiva, eccitare il tiratore a scapito delle facoltà necessarie per effettuare bene sia il puntamento, sia lo scatto dell'arma.

Per evitare che la celerità di fuoco non sia in armonia colla abilità del tiratore la nostra *Istruzione sulle Armi e sul Tiro,* esclude qualsiasi determinata celerità e stabilisce che il fuoco, sia continuo che a comando, sia *mirato,* condizione questa che, per tiratori di media abilità, porta ad una celerità di circa 6 colpi al minuto primo.

28. Tavola di tiro. — Si dice *Tavola di tiro* di un'arma portatile la tabella numerica che contiene i dati di tiro e quelli per giudicare della tensione, giustezza ed efficacia del tiro.

Poichè le armi portatili devono essere impiegate mirando direttamente al bersaglio, esse sono provviste di un alzo semplice opportunamente costruito e graduato; perciò nell'eseguire il tiro non occorre alcuna tavola di tiro; come non occorre nell'ordinario impiego dell'arma per giudicare la tensione, giustezza ed efficacia, perchè l'ufficiale possedendo una perfetta conoscenza dell'arma ed una notevole esperienza nel tiro, ha sempre presenti le caratteristiche dell'arma e del tiro (2).

I *Dati di tiro* sono relativi alla traiettoria media del fascio riferita a condizioni ben definite, cioè ad un determinato proietto, ad una determinata velocità iniziale, ad un determinato valore della densità dell'aria all'origine della traiettoria.

Le ordinarie tavole di tiro presso di noi sono fatte ritenendo $t = 15°$ e $\delta = 1$, che corrisponde alla densità che si avrebbe all'altitudine di 130 m. (3).

Talora le tavole di tiro dànno gli elementi necessari per correggere i vari dati quando il tiro venga eseguito in condizioni sensibilmente diverse da quelle per cui le tavole vennero fatte.

Le tavole di tiro delle armi portatili sono a carica fissa.

Le caratteristiche di una tavola di tiro, la disposizione dei diversi dati ed il modo di impiegarla si rilevano dall'esame dalla Tavola di tiro del fucile italiano Mod. 91, qui riportata, e dalle considerazioni sinora svolte.

---

(1) Per la rifrazione, negli strati d'aria di diversa densità innalzantisi dal contatto del suolo, dovuta all'irradiazione del calore.

(2) Vedi: *Regolamento di esercizi per la Fanteria,* Articolo V.

(3) Ricordiamo, dal Capitolo I, N. 17, che a questa altitudine, se $t = 15°$ ed $s = 0{,}5$, la pressione è di 750 mm.; cioè è uguale alla pressione media nelle regioni pianeggianti d'Italia.

TABELLA VII. — **Tavola di tiro del fucile italiano Modello 1891** (1).

Velocità iniziale media: metri 700 — Velocità di rinculo: metri 2,10.

Gittata massima: metri 3200 — Rotazione iniziale: numero di giri in 1″: 3500 — Angolo di rilevamento: 5′.30″.

Distanze di tiro	DATI DI TIRO													DATI DI GIUSTEZZA DEL TIRO							Distanze di tiro
	Angoli di elevazione α			Tangenti degli angoli di elevazione		Angoli di caduta ω			Tangenti degli angoli di caduta		Velocità di caduta	Ordinata massima della traiettoria	Durata della traiettoria	Rettangolo contenente tutti i colpi della rosa				Striscie del 50 %			
														4 F′		4 E		F′		E	
metri	°	′	″	millesimi		°	′	″	millesimi		metri		″	Altezza metri		Larghezza metri		Altezza metri		Larghezza metri		metri
100	0	4	38	1	35	0	5	1	1	46	615	—	0 16	0	12	0	12	0	03	0	03	100
200	0	9	11	2	67	0	10	9	2	95	541	—	0 33	0	28	0	24	0	07	0	06	200
300	0	14	2	4	08	0	17	40	5	14	476	0,31	0 52	0	44	0	36	0	11	0	09	300
450	0	23	50	6	93	0	34	58	10	17	393	0,90	0 87	0	72	0	56	0	18	0	14	450
600	0	37	1	10	77	1	0	53	17	71	334	2,04	1 29	1	08	0	88	0	27	0	22	600
700	0	47	51	13	92	1	21	48	23	80	308	3 ,22	1 60	1	32	1	12	0	33	0	28	700
800	1	0	18	17	54	1	45	49	30	79	290	4,77	1 93	1	60	1	40	0	40	0	35	800
900	1	14	21	21	63	1	12	55	38	68	276	6,77	2 29	2	00	1	72	0	50	0	43	900
1000	1	30	1	26	19	2	43	4	47	47	263	9,25	2 66	2	48	2	08	0	62	0	52	1000
1100	1	47	18	31	22	3	16	17	57	16	252	12,30	3 04	3	08	2	48	0	77	0	62	1100
1200	2	6	11	36	72	3	52	33	67	75	242	15,96	3 45	3	80	2	88	0	95	0	72	1200
1300	2	26	40	42	69	4	34	12	79	93	232	20,27	3 87	4	68	3	32	1	17	0	83	1300
1400	2	48	46	49	13	5	16	40	92	37	223	25,27	4 32	5	68	3	80	1	42	0	95	1400
1500	3	12	27	56	04	6	3	0	106	00	215	31,03	4 78	6	72	4	32	1	68	1	08	1500
1600	3	37	44	63	42	6	53	0	120	74	207	37,61	5 26	7	88	4	84	1	97	1	21	1600
1700	4	4	36	71	27	7	47	10	136	74	199	45,08	5 75	9	12	5	40	2	28	1	35	1700
1800	4	33	2	79	59	8	47	10	154	56	192	53,49	6 28	10	40	6	00	2	60	1	50	1800
1900	5	3	3	88	38	9	51	40	173	83	184	62,88	6 83	11	80	6	64	2	95	1	66	1900
2000	5	34	37	97	64	11	5	50	194	68	177	73,29	7 40	13	28	7	44	3	32	1	86	2000

(1) *Istruzioni sulle Armi e sul Tiro per la Fanteria,* Vol. II, edizione 1898.

TABELLA VIII. — Tabella delle ordinate sopra e sotto le varie linee di mira delle traiettorie medie del fucile italiano Mod. 1891.

LINEE DI MIRA metri	Ordinate in metri alla distanza dall'origine del tiro di metri																				LINEE DI MIRA metri
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	
300	0,27	**0,31**	0,28	0,19	0	-0,30	-0,72	-1,28	-2,01	-2,91	-4,01	-5,27	-6,81	-8,60	-10,65	-13,05	-15,71	—	—	—	300
450	0,56	0,74	0,85	**0,90**	0,86	0,70	0,42	0	-0,58	-1,34	-2,30	-3,48	-4,89	-6,56	-8,41	-10,63	-13,15	-16,00	-19,17	-22,66	450
600	0,94	1,32	1,62	1,86	2,01	**2,04**	1,96	1,73	1,34	0,77	0	-0,99	-2,21	-3,68	-5,42	-7,45	-9.77	-12,36	-15,35	-18,64	600
700	1,26	1,79	2,25	2,65	2,95	3,15	**3,22**	3,15	2,92	2.50	1,89	1,06	0	-1,31	-2,90	-4,77	-6,94	-9,43	-12,27	-14,73	700
800	1,62	2,23	2,97	3,55	4,04	4,41	4,66	**4,77**	4,73	4,49	4,06	3,41	2,53	1,40	0	-1,69	-3,68	-5,99	-8,65	-11,67	800
900	2,03	2,94	3,79	4,58	5,27	5,85	6.30	6,62	**6,77**	6,74	6,52	6,07	5,40	4,47	3,27	1,79	0	-2.11	-4,56	-7,37	900
1000	2,48	3,63	4,70	5,72	6,63	7,44	8,12	8,67	9,05	9,25	**9,25**	9,04	8,59	7,89	6,92	5,66	4,10	2,22	0	-2,53	1000
1100	2,99	4,38	5,71	6,97	8,14	9,20	10,14	10,93	11,57	12,02	12.27	**12,30**	12,11	11,66	10,94	9,94	8,63	7,00	5,03	2,70	1100
1200	3,54	5,21	6,81	8,35	9,79	11,13	12,24	13,41	14,32	15,04	15,57	15,88	**15,96**	15,79	15,34	14.61	13.58	12,23	10 53	8,47	1200
1300	4,13	6,10	8,00	9.84	11,58	13,22	14,72	16,09	17,30	18,33	19,15	19,76	20,14	**20,27**	20,12	19,69	18,95	17,90	16,50	14,74	1300
1400	4,78	7,07	9,29	11,45	13,52	15,47	17,30	18,99	20,52	21,87	23,02	23.95	24,65	25,10	**25,27**	25,16	24,75	24,02	22,94	21,50	1400
1500	5,47	8,11	10,67	13,18	15,59	17,89	20,06	22,10	23,98	25,67	27,16	28,44	29,48	30,28	30,80	**31,03**	30,97	30,58	29,85	28,76	1500
1600	6,21	9,11	12,15	15,02	17,80	20,47	23,02	25,42	27,67	29,73	31,59	33,23	34,65	35,81	36,70	37,31	**37,61**	37,59	37,23	36,51	1600
1700	6,99	10,39	13,72	16,99	20,16	23,22	26,16	28,95	31,59	34,05	36,30	38,34	40,15	41,70	42,98	43,98	44,68	45,05	**45,08**	44,75	1700
1800	7,82	11,64	15,38	19,07	22,65	26,13	29,48	32,65	35,75	38,62	41,29	43,75	45,97	**47,94**	49,64	51,05	52,16	52,95	53,40	**53,49**	1800
1900	8,70	12,96	17,14	21,26	25,29	29,21	33,00	36,65	40,15	43,46	46,57	49,16	52,12	54,53	56,67	58,52	60,08	62,25	62,19	62,72	1900
2000	9,63	14,35	18,99	23.58	28,07	32,45	36,70	40,82	44,78	48,55	52,12	55,48	58,60	61,48	64,08	66,39	68,41	70,10	71,45	72,44	2000

LINEE DI MIRA metri	Ordinate in metri alla distanza dall'origine del tiro di metri																			LINEE DI MIRA metri
	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500	1550	1600	1650	1700	1750	1800	1850	1900	1950	2000	
300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	300
450	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	450
600	-22,35	-26,15	-30,93	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	600
700	-18,63	-22,56	-26,88	-31,63	-36,77	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	700
800	-15,05	-18,66	-22·81	-27.40	-32,36	-37,84	-43,75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	800
900	-10,55	-14,12	-18,11	-22,29	-27.05	-32,33	-38,03	-44,21	-50,90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	900
1000	-5,53	-8,88	-12,64	-16,83	-21,45	-26,18	-31,66	-37,61	-44,07	-51,06	-58,59	—	—	—	—	—	—	—	—	1000
1100	0	-3,09	-6,60	-10,54	-14,91	-19,75	-25,07	-30,35	-36,57	-43,32	-50,59	-58,52	-66.97	—	—	—	—	—	—	1100
1200	6,05	3,23	0	-3,66	-7,76	-12,33	-17,37	-22,92	-28,98	-34,83	-41,83	49,48	-57,66	-66.49	-75,96	—	—	—	—	1200
1300	12,62	10,10	7,16	3,80	0	-4,27	-9,02	-14,27	-20,03	-26,32	-33,17	-39,70	-47,59	-56,13	-65,31	-75,14	-85,76	—	—	1300
1400	19,70	17,50	14,89	11,85	8,37	4,43	0	-4.93	-10.37	-16,34	-22,86	-29,96	-37,64	-44,93	-53,80	-63,31	-73.62	-84,58	-96,28	1400
1500	27,30	25,41	23,18	20,49	17,36	13,76	9,67	5,09	0	-5,63	-11.81	-18,56	-25,89	-38,83	-42,39	-50,65	-60,62	-71,45	-82,61	1500
1600	35,42	33,94	32,04	29,71	26,95	23,72	20.01	15,79	11.07	5,81	0	-6,39	-13,35	-20,91	-29.11	-37,94	-47,42	-57,01	-68,01	1600
1700	44,06	42.96	41,46	39,53	37,15	34.32	31,00	27,17	22.85	17,98	12,56	6,57	0	-7,18	-14,98	-23.42	-32,54	-42.28	-52,74	1700
1800	53,21	52.53	51,44	49.93	47.97	45,55	42,64	39,24	35,33	30.88	25,87	20.30	14,14	7,39	0	-8,03	-16,80	-26,05	-36,10	1800
1900	**62,88**	62,64	61,99	66,91	59,40	57,42	54,95	51,98	48,51	44 50	39,94	34,80	29,09	22,77	15,28	8,23	0	-8,91	-18,82	1900
2000	73,06	**73,29**	73,10	72,49	71,44	69,92	67,91	65,41	62,40	58,85	54,75	50,08	44,83	38,97	32,49	25,36	17,59	9,15	0	2000

NB. Le ordinate in carattere **grassetto** sono quelle di valore più prossimo all'ordinata massima di ciascuna traiettoria.

Articolo II. — Penetrazione dei proietti (1-2).

29. Generalità. — Per raggiungere lo scopo del tiro, il proietto nel colpire uomini o quadrupedi deve avere azione vulnerante tale da porli immediatamente fuori di combattimento, e nel colpire bersagli inanimati deve danneggiarli notevolmente; perciò il proietto al momento dell'urto sul bersaglio dev'essere atto ad una grande penetrazione.

Ne risulta che la penetrazione è una caratteristica essenziale per giudicare della bontà di un'arma.

Il tiro di un'arma è realmente efficace quando è giusto, teso e capace di grande penetrazione.

La penetrazione di un proietto è misurata (Fig. 19) dalla lunghezza L del canale prodotto nel mezzo urtato; dipende:

1° Dalle *qualità statiche del proietto:* composizione, forma, calibro, lunghezza, peso (3).

2° Dalle *qualità dinamiche del proietto:* movimenti, forza viva, coefficiente di pressione, cambiamenti fisici nell'urto e conseguenti all'urto (4).

3° Dalla *resistenza che oppone il mezzo urtato.*

Dalla Fig. 19 e relativa leggenda risulta come si possa considerare il proietto nell'urto contro un determinato mezzo.

Risulta che:

a) *Se il bersaglio è verticale,* si dovrebbe esprimere con $\frac{1}{2} m U^2_x$ il lavoro di petrazione e con $\frac{1}{2} m U^2_y$ il lavoro di striscio che il proietto è capace di compiere; ma U_x ed U_y sono dati dalle relazioni:

$$U_x = U \cos \omega \qquad U_y = U \operatorname{sen} \omega$$

e per le armi portatili ω ha valori molto piccoli (5), tanto che $\cos \omega$ differisce di pochissimo dell'unità; perciò, senza commettere un errore apprezzabile, per le armi portatili si prende $U_x = U$, cioè:

Si ritiene che su bersagli verticali la forza viva di penetrazione dei proietti d'arma portatile è data dalla relazione $\frac{1}{2} m U^2$.

---

(1) Il colonnello d'artiglieria Cascino cav. Antonino, insegnante alla Scuola di Guerra, pubblicò nel 1897 un pregevolissimo studio sulla perforazione: *Armi da fuoco portatili — La penetrazione.*

Al Cascino si debbono altresì numerose ed apprezzate pubblicazioni, alcune recentissime, su tutte le questioni inerenti il tiro delle armi da fuoco portatili (vedi: *Bibliografia*).

(2) Il capitano medico prof. Eugenio De Sarlo, pubblicò nel 1910: *Le ferite prodotte dalle moderne armi da fuoco da guerra escluse le artiglierie.* Volume di oltre 500 pagine della Tipo-litografia Ravegnana. Ravenna 1910.

In questo poderoso lavoro l'argomento della penetrazione è ampiamente svolto con competenza tale da costituire un'opera utile e preziosa.

(3) Vedi Parte I.

(4) Vedi Parte I.

(5) Per il fucile Mod. 91 alla massima distanza d'alzo, m. 2000, si ha:

$$\omega = 11°.5'.50''.$$

b) *Se il bersaglio è orizzontale,* la U_x dà luogo a striscio, mentre la $U_y = U \operatorname{sen} \omega$ dà luogo alla penetrazione.

Allorquando il proietto non penetra ma striscia, scivola, si ha il cosiddetto *tiro contundente.*

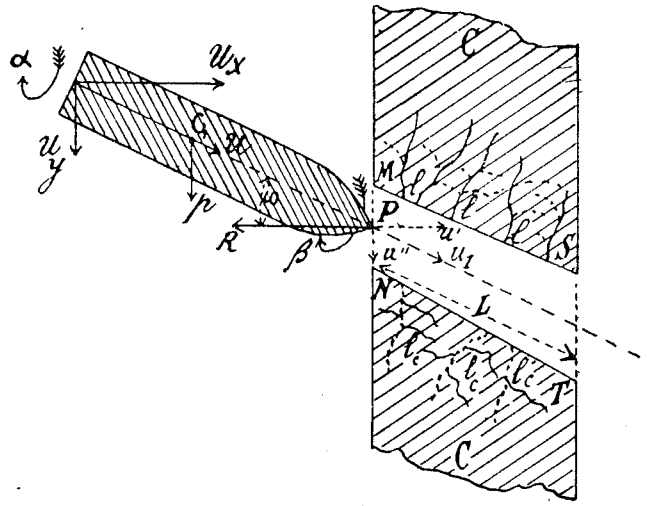


Fig. 19.

C - Mezzo resistente.
P - Punta del proietto.
p - Peso del proietto.
$m = \frac{p}{g}$ - Massa del proietto.
G - Centro di gravità del proietto.
R - Resistenza del mezzo.
ω - Angolo d'incidenza del proietto; cioè angolo che l'asse del proietto fa colla normale alla superficie del mezzo nel punto urtato (*), se la superficie è verticale l'angolo si ritiene uguale all'angolo di caduta.
MNST - Sezione dell'imbuto prodotto dal proietto.
MN - Diametro del foro d'entrata.
ST - Diametro del foro d'uscita.
L - Lunghezza del canale; *penetrazione.*
l - Lesioni radiali
l_c - Lesioni concentriche
} rispetto alla superficie del canale, più o meno lontane dalla superficie stessa.

U - Velocità d'arrivo.
U_x - Componente di U normale alla superficie del mezzo.
U_y - Componente di U parallela alla superficie del mezzo.
$\frac{1}{2} m U^2$ - Forza viva d'urto.
$\frac{1}{2} m U^2_x$ - Forza viva di penetraz.
$\frac{1}{2} m U^2_y$ - Forza viva di striscio.
α - Velocità angolare di rotazione del proietto.
} Nell'istante prima dell'urto

u_1 - Velocità della punta del proietto.
u' - Componente di u_1 normale alla superficie del mezzo.
u'' - Componente di u_1 parallela alla superficie del mezzo.
β - Velocità angolare della punta del del proietto, dà luogo ad una *azione di trapano.*
U - u_1 - Dà luogo a *compressione,* la quale, rispetto alla direzione dell'asse del proietto, dà luogo ad un'*azione a martello* e ad una *azione a cuneo.*
U_x - u' - Dà luogo a *flessione.*
U_y - u'' - Dà luogo a *striscio, scivolamento, raddrizzamento.*
$\alpha > \beta$ - Dà luogo a *torsione.*
} Nell'istante successivo all'urto

(*) Ricordiamo, Capitolo I, n. 27, che effettivamente l'asse del proietto giace nel piano di resistenza e fa colla direzione della velocità un angolo ψ; quest'angolo nel tiro teso è tale che l'asse del proietto si trova al disopra della direzione della velocità (tangente alla traiettoria), perciò in realtà l'asse del proietto incontra la superficie del bersaglio con un angolo d'incidenza minore e nel punto di caduta circa uguale ad $\omega - \psi$, valore questo che a sua volta risulta molto prossimo a quello dell'angolo d'elevazione.

Se il bersaglio colla sua superficie segue circa l'andamento della traiettoria oppure è parallelo alla linea di mira, il tiro contundente dà luogo al *rimbalzo del proietto;* questo rimbalzo è tanto maggiore quanto maggiore è la forza viva d'urto del proietto e quanto minore è l'angolo di caduta.

30. 1° QUALITÀ STATICHE. — *a*) *Composizione.* — Conviene che il proietto sia pesante e perciò di piombo, che ha densità 11,5; ma colle moderne armi, oltre a dare luogo all'impiombatura delle pareti dell'anima, si deformerebbe grandemente all'istante dell'urto; perciò occorre di prendere metalli meno

pesanti (1), ma più duri, bronzo, volframio, acciaio, oppure di costituire il proietto con un nucleo fusiforme di piombo indurito e compresso (2) rivestito di un *mantello* o *camicia* di metallo: ottone, maillechort (3), acciaio al 25 % di nikel.

Evidentemente i proietti che non sono completamente incamiciati (4), perchè hanno solo l'ogiva scoperta, tipo inglese *Dum-dum* (5), od hanno la sola ogiva coperta di metallo duro, tipo svizzero Mod. 89-96, sono deformabilissimi all'urto, e mentre producono piccola penetrazione dànno luogo a ferite gravissime anche in organi secondari.

Per riuscire a perforare gli attuali scudi d'acciaio al nikel per artiglierie, spessi da 3,5 a 5 mm., sono in studio pallottole costituite da un nucleo molto acuminato d'acciaio al volframio avvolto da uno strato di piombo a sua volta saldato ad una incamiciatura, anch'essa appuntita, d'acciaio al 25 % di nikel (6); nel colpire lo scudo l'incamiciatura ed il riempimento di piombo, venendo forati ed oltrepassati dal nucleo d'acciaio, si staccano dal nucleo stesso che, ben guidato e non deformato, agisce potentemente sulla lamina e la perfora (7).

b) *Forma.* — La forma del proietto ha una sensibilissima influenza sul valore della penetrazione poichè, come nel moto del proietto nell'aria, fa variare la resistenza del mezzo secondo un coefficiente di proporzionalità: i_p.

Più la forma si avvicina a quella di un cono d'angolo al vertice molto acuto, maggiore risulta la penetrazione; quindi la forma ogivale è migliore della sferica, e la forma affusolata (8), cioè molto alta e tronco-conica-ogivale, è migliore dell'ogivale ordinaria. Non bisogna eccedere nell'acutezza dell'*angolo d'ogiva* altrimenti in caso di rottura della punta si otterrebbero effetti grandemente inferiori a quelli prestabiliti.

c) *Calibro, a.* — A parità di forza viva d'urto e d'ogni altra condizione, il canale è più lungo quanto minore è l'area, $\frac{\pi a^2}{4}$, della sezione retta del proietto; poichè maggiore risulta il valore della forza viva in rapporto all'unità di superficie dell'area stessa, cioè il *coefficiente di pressione* (9).

---

(1) Piombo, densità 11,5; bronzo, densità 9; volframio, densità 19; acciaio, densità 8.

(2) Oppure di piombo in lega con 15 % di antimonio e 2 % di zinco, compressa a 150 atmosfere per aumentarne la densità.

(3) Lega di rame elettrolitico con 16 % di nikel puro.

(4) Vedi Parte I.

(5) *Dum-dum* è un presidio militare presso Calcutta, vi si trova una fabbrica d'armi.

(6) Questa lega è molto dolce, tenace e non si ossida (ruggine), perciò può impegnarsi nelle righe e diminuisce la possibilità di stracciamento.

(7) Azione perforante analoga a quella dei proietti con cappuccio dei cannoni navali.

(8) Pallottole: tipo D, del fucile Lebel Mod. 86: tipo S, del fucile Mauser Modello 98-905; tipo italiano, in studio.

(9) Vedi appresso N. 31, comma *c*), e precisamente:

$$\lambda_p = \frac{4 \cdot p \cdot U^2}{2\,g \cdot \pi \cdot a^2}, \quad \text{se in kg.;}$$

e

$$\lambda_p = \frac{4 \cdot p \cdot U^2}{2000\,g \cdot \pi \cdot a^2}, \quad \text{se in dinamodi.}$$

Ove per le armi portatili l'area è misurata in mm².

Ora questo coefficiente, che è indice molto evidente dell'azione che il proietto esercita nel senso della profondità per vincere la coesione molecolare del mezzo urtato, varia in ragione inversa del quadrato del calibro, quindi si può dire che: *A parità di ogni altra condizione, la penetrazione aumenta col diminuire del calibro* (1).

d) *Lunghezza.* — Sappiamo che coll'adozione del piccolo calibro il peso del proietto oblungo è diminuito notevolmente (2), perciò per non scendere al disotto di quei limiti che permettono ancora di ottenere un opportuno coefficiente di pressione, occorre di allungare il proietto; ne risulta che: *un proietto dev'essere tanto più lungo quanto minore è il calibro.*

Questa lunghezza però non deve compromettere la stabilità del proietto sulla traiettoria e le altre condizioni dinamiche (3); la lunghezza espressa in calibri, oggidì, varia da 4 a 5 calibri (4).

e) *Peso.* — Il peso è uno dei fattori del coefficiente di pressione e, per quanto riguarda la penetrazione, è bene di accrescerlo più che possibile aumentando la densità del metallo ed il volume del proietto e quindi per non aumentare il calibro, aumentando la lunghezza del proietto; il peso deve essere stabilito a seconda della distanza che determina il limite d'impiego efficace dell'arma; perciò a parità di calibro risulta maggiore per i fucili che per le pistole (5).

31. 2° QUALITÀ DINAMICHE. — *a*) *Movimenti* (6). — Il proietto delle armi rigate ha movimento di traslazione secondo la tangente alla traiettoria, di rotazione intorno al proprio asse nel senso della rigatura, di precessione (conico) dell'asse pure nel senso della rigatura, di oscillazione dell'asse e di vibrazione di tutta la massa.

— Il *movimento di traslazione* è quello che maggiormente interessa nello studio della penetrazione, poichè questa dipende dalla velocità secondo cui il movimento avviene e dalle variazioni che la velocità di traslazione subisce da istante ad istante.

Notevoli sono i fenomeni cui dà luogo il proietto nell'attraversare l'aria (7): « Il Mach, colla fotografia del proietto in moto, Fig. 20, rileva come innanzi ad un proietto si formi una cuffia di aria compressa, la quale è stata chiamata *onda cefalica:* lo spessore di essa varia da 2 a 4 mm. secondo la forma

---

(1) È risultato che col calibro di mm. 6,5 si ottiene a 2000 m. la stessa penetrazione che dà il calibro di mm. 8 a 1000 m.; inoltre mentre col calibro 8 a 3000 m. si ottiene solo un lieve effetto contundente, col calibro 6,5 a 4000 m. si ferisce un uomo e non è escluso che possa essere messo fuori di combattimento.

(2) Calibro mm. 14,4 — pallottola del peso di gr. 31 circa
» » 10,35 — » » » 20 »
» » 6,5 — » » » 10 »

(3) Inoltre un proietto troppo lungo nell'urto ha maggiore probabilità di inflettersi o torcersi o comunque deviare.

(4) La pallottola della cartuccia pel fucile Mod. 91 è lunga 4,69 calibri.

(5) Fucile Mauser Mod. 98 del calibro mm. 7,9 — peso pallottola gr. 18,8. Pistola automatica Mauser del calibro mm. 7,63 — peso pallottola gr. 5,5.

(6) Vedi precedente Capitolo I, Numeri 24, 25, 26 e 27.

(7) La fotografia riprodotta nella Fig. 20, è stata rilevata dalla Rivista: *La Fotografia artistica,* 1910, N. X; la fotografia fu ottenuta con una lastra Schleussner al bromuro d'argento, l'esposizione fu di un milionesimo di 1″.

dell'ogiva ed il diverso grado di velocità del proietto; inoltre dietro al proietto si forma un canale d'aria rarefatta, limitato ad uno strato più sottile di aria condensata, che è detto *onda caudale;* tra questa onda e l'onda cefalica esiste uno spazio conico di aria rarefatta nel quale appaiono delle sottili *onde intermedie,* tanto più numerose quanto maggiore è la lunghezza del proietto; le vibrazioni dell'aria dovute a queste onde ed al precipitarsi degli strati aerei sulla *scia* formatasi dietro al proietto generano il sibilo (miagolìo) caratteristico del proietto durante il suo moto » (1).

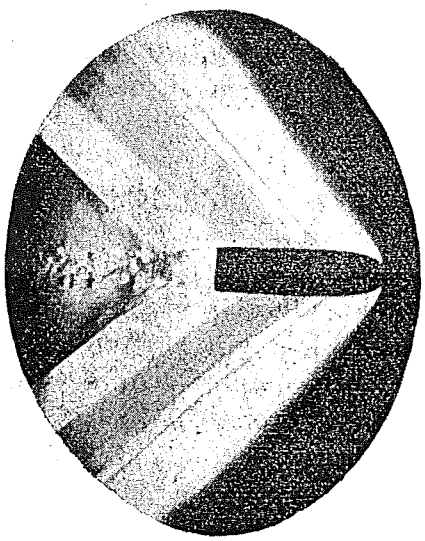


Fig. 20.

Proietto del fucile Mannlicher da mm. 8 mentre attraversa l'aria colla velocità di 500 m. al 1″.

Nel vincere la coesione e l'inerzia delle molecole dell'aria e nel compiere i fenomeni ora detti, si origina una forza ritardatrice detta *resistenza dell'aria* (2), e quindi il proietto diminuisce di velocità coll'aumentare della sua distanza dall'origine della traiettoria (3) e diviene meno atto alla penetrazione.

— Il *movimento di rotazione* del proietto attorno al proprio asse, fa agire il proietto a guisa di trapano, facilitando la penetrazione.

« Si è voluto da alcuni negare qualsivoglia influenza della velocità angolare nella produzione delle ferite, facendo notare che il giro completo fatto dal proiettile sul proprio asse non può compiersi nel tempo assai breve che il proiettile stesso impiega ad attraversare una data regione. Se non che è facile comprendere come non sia affatto necessario il compimento di tutto il giro perchè la velocità di rotazione eserciti la sua influenza. A ciò si aggiunga la considerazione che ogni ostacolo, che rallenti la velocità di traslazione, aumenta di necessità l'influenza della velocità angolare (4). Questa inoltre non si modifica nello stesso grado della velocità di traslazione, potendosi la prima considerare quasi costante. Per conseguenza la velocità angolare avrà una grande importanza nella patogenesi delle ferite soprattutto col crescere delle distanze.

« Larue e Kocher, allo scopo di dimostrare sperimentalmente gli effetti del movimento di rotazione, raccolsero in un materasso o in sacchi pieni di stoppa dei proiettili di varia forma; ebbene le pallottole cilindro-ogivali si trovavano costantemente circondate da una massa di lana o di stoppa avvoltolata su di esse, mentre niente di tutto ciò si riscontrava nei proiettili sferici, i quali non sono animati da un movimento di rotazione regolare.

« Il colonnello Henrard, praticando dei tiri contro *l'argilla, che ha una resistenza quasi uguale a quella dei tessuti animali,* ha riprodotto graficamente il tragitto percorso dalle pallottole modellandolo in gesso.

---

(1) De Sarlo, opera citata.

(2) Vedi precedente Capitolo I, dal N. 12 al N. 15.

(3) La velocità di caduta, U, dei proietti di piccolo calibro non decresce in modo uniforme coll'aumentare della distanza; colle armi odierne p. es.: a 300 m. è circa i $^2/_3$ della velocità iniziale, a 600 m. è $^1/_2$, alle grandi distanze diminuisce ancor meno.

(4) Le esperienze del Bonomo sull'argilla umida dimostrano che anche attraverso mezzi di scarsa coesione molecolare, come i *mezzi umidi,* ritardandosi la velocità di traslazione, il proiettile in un breve percorso può compiere più giri, spiegando perciò un'azione laterale più efficace.

« L'Habart fa rilevare che il proiettile del Mannlicher austriaco, avendo nel 1° minuto secondo della sua corsa le velocità di traslazione di m. 620 e quella di rotazione corrispondente a 2800 giri, compie per uno spazio di m. 0,25 un solo giro; e quindi alla distanza di 1200 m., avendo una velocità residua di soli 182 m., ed una velocità angolare di 2480 giri, esso nello stesso spazio di m. 0,25 compirà 3 giri. Tale numero sarà probabilmente anche maggiore attraverso il corpo umano, a causa delle svariate resistenze che esso oppone al passaggio del proiettile.

« È lecito ritenere che la velocità angolare abbia un'azione tutt'altro che trascurabile nelle svariate lesioni prodotte sul corpo umano dai proiettili delle attuali armi portatili da guerra. L'accresciuta velocità di rotazione, realizzatasi colle pallottole di piccolo calibro, aumenterà indubbiamente la loro potenza vulnerante, avendo essa, come giustamente fa rilevare l'Imbriaco, una *azione tangenziale disgregante* sui tessuti colpiti.

« Ambedue i movimenti, dei quali abbiamo tenuto parola, subiscono notevoli modificazioni nei *colpi di rimbalzo,* nei quali il proiettile, non mantenendosi più col suo asse maggiore tangente alla traiettoria, colpisce il bersaglio di traverso, per cui le ferite riescono molto più gravi, specie se vi si associ anche la deformazione della pallottola » (1).

— *Il movimento conico dell'asse* del proietto (precessione) è molto lento ed ha un'influenza minima sulla penetrazione dei proietti d'arma portatile sebbene diminuisca l'angolo d'incidenza su bersaglio verticale; cessa subito in seguito alla resistenza del mezzo urtato.

— *Le oscillazioni dell'asse* (nutazione) e *le vibrazioni molecolari* che, all'uscita dalla bocca dell'arma, si producono in tutta la massa del proietto (2), modificano anch'esse, sebbene leggermente, il valore della penetrazione.

b) *Forza viva.* — A ciascuno dei movimenti considerati nel precedente comma *a*) corrisponde una parte dell'energia del proietto; perciò nell'urto si dovrebbero considerare le forze vive corrispondenti agli anzidetti movimenti; tuttavia per semplicità tratteremo solo delle più importanti sotto il riguardo della penetrazione, cioè della forza viva di traslazione e della forza viva di rotazione.

Forza viva di traslazione. — Il proietto nel vincere la coesione e spostare le molecole del mezzo urtato, e talora nel deformarsi, compie dei lavori, quindi perde energia; ma se attraversa, perfora il mezzo, possiede ancora energia, che può essere anche di rilevante valore, tale da danneggiare altri bersagli, ciò può dare luogo alla cosidetta *penetrazione multipla.*

La forza viva di traslazione al momento dell'urto è data, come si è visto, dalla relazione:

$$[1] \qquad \frac{1}{2} m \, U^2 = \frac{p \, . \, U^2}{2 \, g \, .},$$

cioè cresce in ragione diretta del quadrato della velocità d'urto ed è proporzionale alla massa del proietto e quindi, ritenendo costante la gravità g, è proporzionale al peso del proietto.

La forza viva si misura in chilogrammetri, perciò nella relazione [1] si esprime: p in chilogrammi, U e g in metri.

---

(1) De Sarlo, opera citata.

(2) Dovute al fatto che il proietto nel percorrere l'anima è sottoposto alla compressione longitudinale della spinta dei gas ed a quella periferica del forzamento sulla rigatura.

Nei proietti di piccolo calibro la notevole diminuzione di massa è compensata dall'aumento di velocità iniziale, dimodochè la loro forza viva può essere maggiore di quella dei proietti delle armi portatili, di medio e grosso calibro, in uso nel passato.

Forza viva di rotazione. — Il proietto è animato al momento dell'urto da una velocità angolare ω (1) che, come si disse, può anche ritenersi costante lungo tutta la traiettoria ed uguale alla velocità angolare di rotazione alla bocca; perciò la forza viva di rotazione è data dalla relazione:

[2] $$\frac{1}{2} I \omega^2$$

ove I è il momento d'inerzia del proietto rispetto al suo asse (2).

Questa forza viva di rotazione, fa agire il proietto a guisa di trapano e favorisce la penetrazione, sia perchè facilita lo spostamento laterale delle molecole la cui coesione è stata già vinta dalla punta dell'ogiva che ha agito a guisa di punzone, sia perchè rende minore l'attrito fra superficie del proietto e superficie del canale, poichè tale attrito diviene in gran parte volvente.

Nel penetrare attraverso il corpo umano la forza viva di rotazione produce altresì fenomeni speciali che in seguito considereremo.

c) Coefficiente di pressione. — Nel precedente N. 30, comma *c*), parlando del calibro, si è detto che l'azione del proietto nel senso della profondità di penetrazione è molto chiaramente indicata dal rapporto della forza viva espressa in kgm. all'unità di superficie dell'area della sezione trasversale del proietto; tale rapporto chiamasi *coefficiente di pressione* (λ), od anche *forza viva unitaria;* è espresso dalla relazione:

[3] $$\lambda = \frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{p}{g} \cdot U^2}{\frac{1}{4} \pi a^2} = \frac{4p \cdot U^2}{2g \cdot \pi a^2}.$$

Generalmente per le armi portatili l'unità di superficie scelta è il mm^2, perciò si calcola λ_{mm^2} prendendo a in mm. (3).

« Il coefficiente di pressione ha la più grande importanza nella patogenesi delle ferite, giacchè rappresenta la vera e propria potenza vulnerante; varia

---

(1) Velocità che nella Fig. 19 è stata indicata con α.

(2) Per un cilindro si avrebbe $I = \frac{1}{8} \cdot \frac{p}{g} \cdot a^2$.

Per un'ogiva a punta, approssimativamente, si avrebbe $I = \frac{1}{10} \cdot \frac{p}{g} \cdot a^2$.

(3) Questo coefficiente di pressione si può mettere in relazione colla densità trasversale del proietto. Infatti si ricordi che nel Capitolo I, N. 19, venne considerata la *densità trasversale del proietto,* cioè il rapporto del peso espresso in kg. all'area della sezione retta espressa in m^2, data dalla relazione: $d = \frac{4p}{\pi a^2}$; quindi, pur di prendere a in mm., la densità trasversale per mm^2, che chiameremo d_{mm^2}, è:

[4] $$d_{mm^2} = \frac{4p}{\pi a^2}$$

quindi:

[5] $$\lambda_{mm^2} = \frac{d_{mm^2} \cdot U^2}{2g}.$$

secondo le distanze, come dimostra il seguente quadro, nel quale è paragonato il coefficiente di alcuni proietti di armi moderne » (1).

TABELLA IX. — **Coefficienti di pressione per mm², λ_{mm^2}.**

DISTANZE	**Italia** Mod. 91 da mm. 6,5	**Francia** Lebel da mm. 8 Mod. 86-93	**Austria** Mannlicher da mm. 8 Mod. 95	**Germania** Mauser da mm. 7,9 Mod. 98	**Svizzera** Rubin-Schmidt da mm. 7,5 Mod. 89-96
m.	kgm. (*)	kgm.	kgm.	kgm.	kgm.
0	7,866	5,847	6,158	5,875	5,978
400	2,953	2,409	2,374	2,242	2,071
700	1,515	1,471	1,630	1,535	1,247
1000	1,104	0,989	1,223	1,155	0,895
1200	0,905	0,861	1,041	0,986	0,751
1800	0,582	0,455	0,699	0,706	0,456
2000	0,470	0,379	0,621	0,654	0,374
Per il proietto di medio calibro si aveva					
0	2,749	2,610	2,363	2,552	2,750

(*) Per mm² della sezione retta.
La sezione retta della pallottola Mod. 94 ha l'area di mm² 33,18.
Il calcolo di $\frac{1}{2} m U^2$, per la pallottola Mod. 91 si è fatto con $\frac{m}{2} = 0{,}00053$.

d) *Cambiamenti fisici nell'urto e consecutivi all'urto.* — Questi cambiamenti fisici del proietto costituiscono da soli un argomento vasto ed importante, molto discusso, perciò si riporta la recensione di ciò che, con profondo studio, dice il De Sarlo (2):

« La forza viva del proietto in parte si esaurisce nell'attraversare l'aria, in parte nel produrre dannosi effetti sul bersaglio, in parte può esplicarsi sotto forma di ulteriore movimento nel caso che la pallottola non si arresti nel bersaglio stesso, in parte finalmente si esaurisce inducendo nella compagine del proiettile alcune modificazioni, le quali costituiscono appunto i cosidetti *cambiamenti fisici*. La loro grande importanza in chirurgia di guerra è ben giustificata, se si consideri che ad essi son dovute in gran parte la forma e la gravezza delle alterazioni che subisce il bersaglio e per conseguenza la natura e la gravità delle ferite.

« I cambiamenti fisici riguardano: la temperatura, la forma, la coesione del proietto; cioè il proietto si *riscalda*, può *deformarsi* e talora anche *frammentarsi* ».

32. Azione vulnerante dei proietti dei fucili da guerra su bersagli inanimati di diverso grado di resistenza. — Possiamo considerare le esperienze sulle seguenti categorie: *a*) corpi duri; *b*) sostanze liquide; *c*) sostanze umide; *d*) sostanze plastiche; *e*) sostanze elastiche; *f*) indumenti.

a) *Corpi duri.* — Come precedentemente si è detto (3), non è possibile di stabilire una formola che misuri matematicamente la penetrazione (4), poichè è soggetta a cause di cui sfuggono le leggi esatte di variabilità ed

(1) DE SARLO, opera citata.
(2) DE SARLO, opera citata.
(3) Vedi precedente N. 31, comma *c*).
(4) Formola che ponga in relazione il coefficiente λ con un coefficiente speciale determinato per ogni corpo in base alla durezza, coesione, spessore del corpo stesso.

avviene in mezzi talora nè omogenei nè indefiniti; perciò è bene di attenersi ai dati sperimentali che sono anche i più numerosi.

I dati sperimentali delle penetrazioni medie riferentisi alle armi portatili da fuoco estere uniti a quelli ottenuti col nostro fucile Mod. 91 (1) permettono di rilevare quanto segue:

1° *Penetrazione nelle terre.* — Trincee costituite da terra per resistere al tiro dei proietti di piccolo calibro, mm. 6,5, devono avere alla sommità uno spessore di m. 1,50 per la terra bagnata oppure argillosa, di m. 1,10 per la terra asciutta (2), di m. 0,80 per la sabbia. La ghiaia, come la pietra in genere, ha rilevante coesione molecolare, ed oppone grande resistenza alla penetrazione poichè nell'urto gran parte della forza viva che il proietto perde, si trasforma in lavoro di deformazione del proietto; un parapetto dello spessore di m. 0,20 formato da ciottoli e ghiaia racchiusi fra tavolato protegge bene.

2° *Penetrazione nel legno.* — Varia secondo le qualità del legno (3), la stagionatura, l'andamento delle fibre rispetto alla direzione dell'urto.

Alle piccole distanze gli alberi, anche se di grosso fusto, sono perforati dai proietti di piccolo calibro, alle medie distanze proteggono solo dai rimbalzi, alle grandi distanze proteggono dai colpi di lancio se il fusto ha un diametro di circa m. 0,60.

3° *Penetrazione nei muri.* — È variabilissima poichè dipende dal sistema di costruzione del muro, dalla qualità dei materiali impiegati, dallo spessore, dallo stato di conservazione.

Per resistere al tiro collettivo, anche se molto prolungato, un muro di mattoni dev'essere spesso circa m. 0,60 per la distanza di 100 m., spesso circa m. 0,30 per la distanza di 200 m., spesso circa m. 0,15 per la distanza di 500 m.

4° *Penetrazione nella neve.* — È molto variabile a seconda che la neve è stata esposta al gelo, compressa, bagnata. Un parapetto dello spessore di m. 1,50 formato con neve compressa ed esposta per 24 ore al gelo offre un sicuro riparo; se la neve è caduta di recente ed è stata semplicente ammonticchiata occorre un parapetto spesso m. 4.

5° *Penetrazione negli scudi.* — Scudi di acciaio al cromo-nikel spessi 4 mm., d'acciaio ordinario spessi 8 mm. e lamiere di ferro spesse 15 mm. offrono attualmente sicura protezione dal tiro con pallottola ordinaria eseguito da qualsiasi distanza.

b) *Sostanze liquide.* — Gli esperimenti vennero eseguiti sia su liquidi liberi in grandi masse, sia su liquidi chiusi entro recipienti.

In grande massa d'acqua libera l'Imbriaco ha constatato che il proietto del fucile Mod. 91, penetrando con velocità di m. 710, non va oltre m. 1,50.

In generale i risultati dimostrano che i liquidi in grandi masse libere, malgrado la loro poca coesione, oppongono una considerevole resistenza.

In masse liquide piccole e chiuse il Reger notò effetti considerevolissimi.

---

(1) Vedi « Tabella delle penetrazioni massime », *Istruzione sulle Armi e sul Tiro per la Fanteria*, Volume II, riportata nel seguente N. 38.

(2) Poichè nella terra bagnata non avviene l'intasamento di cui si parla nel seguente N. 33.

(3) Nei legni dolci (abete, pino, pioppo, larice, ecc.) è maggiore che nei legni forti (quercia, rovere, noce, faggio, tiglio, ecc.).

« Se si spara a breve distanza contro una cassetta di lamiera di latta ripiena di acqua e chiusa da ogni parte, si resta sorpresi nel rilevare le più gravi alterazioni: mentre il forame di entrata è regolare e di grandezza uguale o poco superiore al calibro del proiettile, il forame di uscita è rappresentato da una breccia vasta ed irregolare con perdita di sostanza e con margini frastagliati ed estroflessi: la cassetta inoltre si presenta assai deformata e rigonfia in tutti i sensi con distacco delle saldature e larghi crepacci, specie nelle connessure della parete corrispondente all'apertura di uscita. Si hanno insomma dei veri *fenomeni esplosivi*.

« Il Bonomo nelle sue esperienze ha constatato che il proiettile di medio calibro nei liquidi chiusi esplica un'azione esplosiva più intensa di quella del piccolo calibro ».

c) *Sostanze umide.* — Gia si è parlato della penetrazione nelle terre e nelle sabbie (1), però se queste sono umide, la presenza dell'acqua muta il grado di compattezza delle particelle elementari e ne modifica il grado di elasticità, tanto che la resistenza si può ritenere inversamente proporzionale al grado di umidità.

Nell'argilla umida si hanno fori molto ampi d'entrata e di uscita a lembi frangiati ed irregolari tanto più quanto più elevato è il grado d'umidità.

d) *Sostanze plastiche.* — Tali sostanze, quali la cera, il sapone, la paraffina, sono adatte allo studio del tragitto del proietto poichè dànno luogo a fori regolari che non si deformano dopo il passaggio del proietto; la loro resistenza è piccola.

e) *Sostanze elastiche:*

« Imbriaco ha fatto numerosi esperimenti coi proiettili italiani di medio e di piccolo calibro: coi primi ottenne su lamine di caoutchouc aventi uno spessore di 3-4 millimetri, alle distanze di 50-300 metri, dei fori circolari di 3-4 millimetri di diametro, a contorni netti; quelli di entrata erano circondati da una zona scura di circa 5 millimetri di raggio a partire dal centro del foro. Nei tiri col proiettile di millimetri 6,5 praticati alle distanze di 600 e 2000 metri, ottenne forami regolari del diametro di 2-3 millimetri e con una zona nerastra larga circa 2 millimetri. Infine l'Imbriaco ebbe a constatare che le perforazioui più piccole, quasi puntiformi, si hanno alle maggiori distanze.

« Riepilogando dunque, possiamo ritenere che le perforazioni sui bersagli elastici, quando il proiettile conserva una notevole velocità residua, sono nette e regolari. Le loro dimensioni sono sempre più piccole del calibro del proiettile e vanno diminuendo col crescere delle distanze; esse infine sono in ragione inversa dell'elasticità del bersaglio colpito.

« Secondo il Kocher, le suddette perforazioni nei corpi elastici si effettuano in seguito all'azione di *cuneo*, per la quale le molecole vengono respinte lateralmente ed ammassate, per ritornare poi nella primitiva posizione a seconda del vario indice di elasticità ».

f) *Indumenti:*

« Lo studio dei caratteri delle perforazioni prodotte sugl'indumenti dai moderni proiettili delle armi portatili ha un'importanza diagnostica, potendosi dal loro esame, prima ancora di svestire il ferito, stabilire la direzione del colpo ed approssimativamente il calibro della pallottola. La grandezza delle perforazioni stesse ha un interesse in rapporto al pezzetto di stoffa mobilizzato entro il tragitto della ferita.

« In generale le perforazioni degl'indumenti presentano dei caratteri ben distinti in corrispondenza dell'entrata e dell'uscita del proiettile. All'entrata infatti si ha

(1) Vedi precedente comma *a*), 1°.

una perdita di sostanza a margini netti ed anneriti dai depositi lasciati dalla pallottola senza però alcuna traccia di vera e propria ustione; all'uscita le aperture formano una semplice fenditura, una perforazione a bordi sfrangiati ed irregolari, ovvero una larga perdita di sostanza (Chauvel e Nimier).

« La forma e la grandezza delle perforazioni stesse variano innanzi tutto colla forma e col calibro della pallottola e poi colla natura della stoffa colpita. Sul cotone, sul lino e sulla lana di color bianco il nostro proiettile di mm. 6,5, colpendo di punta, produce dei fori circolari aventi margini netti e dimensioni inferiori al suo calibro, e propriamente di 3-4 millimetri nel cotone e nel lino e di qualche millimetro ancor più piccoli nella lana.

« L'esperienza delle ultime guerre, specie di quella russo-giapponese, ha dimostrato come le pallottole di piccolo calibro, alle distanze ordinarie dei tiri di combattimento, trascinano nelle ferite soltanto piccoli brandelli delle vesti ».

33. 3° RESISTENZA DEL MEZZO. — Quanto maggiore è la coesione molecolare del mezzo urtato, tanto maggiore è la forza viva unitaria necessaria per vincerla e maggiore pure la probabilità di deformazione del proietto.

Se la resistenza del mezzo non è vinta il proietto si deforma oppure scivola ed il lavoro di penetrazione si trasforma quasi completamente in calore.

Supponiamo che nel momento dell'urto e lungo il percorso entro un mezzo solido l'asse del proietto coincida colla direzione della velocità; nel movimento entro il mezzo l'azione del peso del proietto è eliminata dalla reazione dell'appoggio nel mezzo stesso, perciò l'unica causa (1) che modifica il movimento è la resistenza del mezzo direttamente opposta alla velocità; il movimento entro il mezzo è quindi rettilineo.

Si è già detto (2), che la resistenza dei mezzi solidi, come nel moto del proietto nell'aria, si ritiene proporzionale ad un coefficiente di forma i_p ed alla sezione retta del proietto; dunque per analogia la resistenza sull'unità di massa, cioè la ritardazione del moto del proietto entro il mezzo solido, è proporzionale al fattore $\frac{i_p}{C}$, ove C è il coefficiente balistico del proietto.

La resistenza del mezzo si può considerare composta di due parti: una indipendente dalla velocità d'urto e generata dalla coesione delle molecole del mezzo solido e dell'attrito fra la superficie del proietto e quella del canale; l'altra proporzionale al quadrato della velocità, dovuta alla forza viva che acquistano le molecole del mezzo urtate dal proietto.

Questa considerazione spiega le apparenti anomalie che si riscontrano nella « Tabella delle penetrazioni massime in mezzi solidi diversi » (3), data dall'*Istruzione sulle Armi e sul Tiro per la Fanteria*. Volume II.

Nella Tabella infatti si nota che per i legni duri e per le terre, ghiaie e sabbie, la penetrazione massima alla distanza di 100 e talora di 200 metri, è minore di quella corrispondente alla distanza da 300 a 450 metri.

Ciò avviene poichè alle piccole distanze alle quali corrisponde la maggior forza viva, corrisponde pure un grande valore di quella parte della resistenza

---

(1) Nel moto si produce un attrito dovuto al peso del proietto, ma tale attrito è una frazione così piccola rispetto al valore della resistenza, che si può trascurare.

(2) Vedi precedente N. 31, comma *b*).

(3) Vedi seguente N. 38, Tabella X.

del mezzo che, come si è detto, è dovuta alla forza viva acquistata dalle molecole urtate; ed allora:

1° Se le particelle del mezzo hanno rilevante coesione, il proietto si deforma in parte e penetra meno.

2° Se le particelle del mezzo sono prive di coesione, producendo un continuo intasamento del canale sul dinanzi del proietto, dànno luogo sia a maggiore attrito fra proietto e pareti, sia a maggior valore di quella quantità di energia che, acquistata dalle particelle continuamente intasanti, è sottratta al proietto e perciò questo è meno atto alla penetrazione.

— Riassumendo i fenomeni prodotti dall'energia d'urto in relazione alla resistenza del mezzo colpito sono:

a) perforazione, disgregazione o lesioni nel mezzo colpito;

b) sviluppo di calore;

c) deformazioni del proietto;

d) perdita di forza viva corrispondente a quella comunicata alle particelle disgregate;

e) forza viva restante dopo la completa perforazione del mezzo colpito.

Questi fenomeni si producono in grado più o meno rilevante a seconda della resistenza relativa esistente fra proietto e mezzo.

Vi sono Tavole di tiro che, in apposita colonna, riportano tutti i *Dati di penetrazione* dell'arma, cioè i valori che alle diverse distanze hanno: *la velocità di caduta* (in metri al 1″), *la forza viva restante* (in dinamodi), *l'angolo di caduta* (in gradi) oppure *la tangente dell'angolo di caduta* (in millesimi del raggio).

Talvolta con questi dati si disegnano dei grafici ed allora le curve del grafico rendono subito evidenti le leggi con cui variano i dati di penetrazione.

34. Azione vulnerante dei proietti dei fucili da guerra su bersagli animati. — In pratica, molto empiricamente, si ritiene, che per mettere fuori di combattimento un bersaglio animato occorra una forza viva d'urto uguale ad $^1/_{10}$ del suo peso; cioè che, ritenendo kg. 75 il peso medio dell'uomo e kg. 350 quello di un cavallo, occorra circa kgm. 10 per l'uomo e kgm. 40 per il cavallo.

Questa regola pratica non può evidentemente essere assoluta perchè le cause che essenzialmente influiscono per mettere subito fuori di combattimento un besraglio animato sono l'importanza dell'organo colpito e la natura della ferita prodotta; quindi con forza viva molto minore della anzidetta, si potrebbe raggiungere lo scopo, come si potrebbe non raggiungerlo con forza viva maggiore.

Certamente i proietti delle moderne armi portatili di piccolo calibro assumono, come si volle dire, un *carattere umanitario*, « poichè quando non uccidono sul campo di battaglia, producono delle ferite che hanno maggiore probabilità di guarire lasciando in generale postumi non gravi » (1).

Però pur essendo vero che diminuisce il percento dei feriti in modo grave, è anche vero che aumenta grandemente il numero dei feriti, poichè le moderne armi di piccolo calibro posseggono maggiore gittata, maggiore giustezza e

(1) De Sarlo, opera citata.

precisione, maggiore munizionamento, maggiore celerità di tiro delle armi meno moderne.

A questo proposito si ritiene opportuna la seguente Nota:

NOTA. — Il De Sarlo, nella conclusione del suo splendido studio sulle ferite prodotte dai proiettili delle moderne armi portatili, dice:

« Le ricerche sperimentali e l'esperienza clinica desunta dalle ultime guerre, specialmente da quella russo-giapponese, offrono un materiale di studio tale da dilucidare la massima parte delle questioni inerenti all'azione vulnerante del piccolo calibro.

« Come fu detto a suo tempo, le *ferite semplici delle parti molli* sono molto più limitate e tendono con maggiore rapidità alla guarigione, rispetto a quelle prodotte dalle pallottole antiche. Nelle ultime guerre si osservarono spesso le ferite dei *nervi periferici* e dei *vasi sanguigni*. Tuttavia apparvero di rado le *emorragie esterne* a causa della frequente emostasi spontanea mercè la formazione di ematomi, favorita dalla piccolezza delle ferite vascolari e dalla strettezza dei tragitti muscolo-cutanei.

« Le lesioni *ossee* risultano indubbiamente meno estese e presentano una prognosi meno grave che per il passato; non mancano i casi aventi addirittura un decorso regolare, come quello delle fratture sottocutanee.

« Le ferite del *cranio*, sebbene continuino ad esser gravi ed a mantenere alta la mortalità *immediata*, tuttavia presentano più spesso, alle grandi distanze, dei guasti circoscritti, per cui meno rari appaiono i casi di ferite craniche leggiere e di media gravità, aventi una maggiore probabilità di guarigione.

« Le ferite *polmonari*, prodotte dal piccolo calibro, mostrano una spiccata tendenza a guarire rapidamente, mentre quelle del *cuore* e dei *grossi vasi* presentano anche oggi una prognosi oltremodo grave.

« Le ferite degli *organi cavi* dell'addome, quando non si accompagnano a fenomeni di scoppio, sono meno estese e presentano una maggiore tendenza alla guarigione spontanea. Anche le ferite degli *organi parenchimatosi*, alle distanze ordinarie dei tiri di combattimento, sono più limitate, esse rappresentano sempre delle lesioni gravi.

« Nelle ultime guerre il *numero dei colpiti* si è mostrato superiore a quello avuto per lo passato. La *mortalità immediata* sul campo di battaglia è risultata pressochè uguale a quella delle guerre precedenti; invece la *mortalità consecutiva* è molto scemata.

« Infine i postumi delle ferite, cagionate dai proiettili di piccolo calibro, sono in generale meno gravi.

« Da quanto abbiamo detto risulta che le attuali armi portatili, pur non meritando la qualifica di *fusils d'enfant* data ad esse, possono realmente considerarsi *umanitarie* poichè, quando non uccidono sul campo di battaglia, producono più spesso delle ferite, le quali hanno maggiore probabilità di guarigione, lasciando in generale dei postumi non gravi ».

Circa la natura delle ferite e le considerazioni patogeniche da svolgersi sugli effetti dei proiettili di piccolo calibro, il De Sarlo (1) giustamente dice:

« Lo studio dei traumi prodotti dai proiettili delle armi da fuoco portatili da guerra, ha assunto oggidì un'importanza grandissima, poichè notevoli e continui sono i progressi delle armi ed enorme è il numero dei combattenti.

« Dal punto di vista chirurgico è indispensabile di conoscere i caratteri che distinguono i proiettili delle moderne armi portatili da guerra, perchè da essi dipendono in gran parte il grado e la natura delle lesioni anatomo-patologiche presentate dalle ferite prodotte dalle armi stesse.

---

(1) DE SARLO, opera citata.

« Queste lesioni sono state in modo diverso spiegate dai vari autori e l'attenzione di costoro è stata rivolta soprattutto sugli *effetti esplosivi*, come quelli che sorprendono maggiormente per la loro gravità ed estensione rispetto alla piccolezza del proiettile ».

35. — Diverse teorie sono state studiate per spiegare il complesso fenomeno della penetrazione dei bersagli animati:

Teoria della fusione (Hagenback, Richter);
» del proiettile aereo (Melsens, Hilddebrandt);
» della concussione (Delorme);
» della rotazione (Busch);
» della pressione idrostatica (Reger, Kocker);
» del vuoto nei liquidi (Woodruff);
» del movimento e della proiezione delle molecole (Bonomo);
» delle vibrazioni (Cascino).

Sia il Cascino (1), sia il De Sarlo (2), sviluppano e discutono queste teorie; il Cascino svolge la propria *teoria delle vibrazioni*, che appare effettivamente la più completa e convincente, basata sulle leggi fisiche che regolano i movimenti vibratorî dei corpi elastici.

NOTA. *Teoria delle vibrazioni.* — Dall'esame delle ferite di proietti d'arma da fuoco portatile si può rilevare che, oltre alla produzione di un canale di forma tronco-conica più o meno svasata, colla base minore al foro d'entrata, il proietto produce lesioni radiali e lesioni concentriche più o meno lontane del canale stesso.

Il fenomeno, come si è già considerato, non è percettibile se il tiro si eseguisce contro sostanze molto cedevoli o già disgregate, come il caoutchouc, la segatura di legno e la terra smossa; invece è palese se si spara contro una sostanza compatta ma più o meno elastica.

A quest'azione distruttiva del proietto che si manifesta a distanza del canale prodotto, si è dato il nome di *azione esplosiva*, perchè è stata paragonata a quella di una mina che esploda nell'interno del corpo.

Le indagini fatte per spiegare il fenomeno hanno condotto il Cascino a considerare i movimenti vibratori dei corpi elastici.

In questi, com'è noto, si effettuano delle vibrazioni per *flessione*, per *torsione* e per *compressione*.

« Il Cascino ritiene che l'azione del proiettile si debba decomporre in tre azioni simultanee paragonabili a quelle di un *martello*, di un *cuneo* e di un *trapano*. Per l'azione di *martello* il proiettile percuote violentemente la superficie del mezzo resistente, produce uno schiacciamento ed origina delle *vibrazioni longitudinali* nella direzione del moto; tale azione dipende dalla forza viva del proiettile, riferita all'unità di azione, ossia dal *coefficiente di pressione* o *forza viva unitaria*, e dalla natura e resistenza del mezzo. Per l'azione di *cuneo* il proiettile si addentra tra le molecole del bersaglio e si apre un varco attraverso esse, spostandole e comprimendole in direzione normale alla sua superficie; quest'azione, che dipende essenzialmente dal diametro del proiettile, produce delle *vibrazioni trasversali*. Infine per l'azione di *trapano* il proiettile, mentre penetra più facilmente, induce nelle molecole del bersaglio una torsione, la quale genera le *vibrazioni rotanti*. Nello stesso tempo il proiettile fa da martello, da cuneo e da trapano, epperò le tre azioni non si possono scompagnare.

(1) CASCINO, opera citata.
(2) DE SARLO, opera citata.

Secondo tale teoria, *il proiettile, animato da due grandi forze vive, una di traslazione e l'altra di rotazione, percuote violentemente il bersaglio e tanto più quanto maggiori sono le sue forze vive e la resistenza del mezzo: un canale si apre, le molecole del corpo acquistano movimenti vibratorî molto intensi e rapidissimi per cui le pressioni sono trasmesse istantaneamente a distanza dal canale e la propagazione avviene per compressione, per flessione e per torsione; si generano onde longitudinali, trasversali, rotanti, onde riflesse e onde rifratte di varia ampiezza, di varia lunghezza, di varia velocità, e queste onde s'incontrano, s'intersecano, si sommano, si sottraggono, si urtano. In questo turbinìo di movimenti vibratorî alcune molecole rimangono in riposo, quelle che si trovano nelle regioni nodali.*

« I gas ed i liquidi non sarebbero che trasmettitori, veicoli di moti vibratorî, epperò la modificazione molecolare che essi subiscono, non avrebbe altro effetto che di comunicare le varie vibrazioni alle pareti dei recipienti in cui sono contenuti, pareti che si disgregano quando le vibrazioni superano la loro elasticità. Solo le vibrazioni, che si manifestano nei corpi solidi o per l'urto diretto del proiettile o pel contatto coi liquidi e gas vibranti, producono lesioni » (1).

36. Conclusioni. — Il De Sarlo, riepilogando su tutto ciò che egli espone circa gli effetti dei proietti sui bersagli inanimati ed animati, viene alle seguenti conclusioni:

1° *Tutte le alterazioni prodotte dai proiettili sui diversi bersagli inanimati ed animati, compresi gli effetti esplosivi, sono in rapporto non solo colle qualità statiche e dinamiche delle pallottole, ma ancora coi caratteri fisici delle sostanze colpite.*

2° *Il proiettile, urtando il bersaglio, produce due effetti distinti: il primo è quello derivante dalla* percossa, *il secondo è dovuto alla* perforazione, *la quale segue il primo. Per il fenomeno della* percossa *si avvera una deformazione della parete colpita e quindi si effettuano nel contenuto vibrazioni e spostamenti molecolari centrifughi. Attraversando il bersaglio, la pallottola asporta e mobilizza in tutti i sensi le molecole più vicine, le quali costituiscono altrettanti proiettili secondari, che non solo aumentano le vibrazioni e gli spostamenti molecolari, ma ancora accrescono la massa del corpo perforante, per cui risulta una maggiore azione vulnerante.*

3° *Gli effetti, che ne derivano, sono in rapporto diretto colla forza viva del proiettile, scemando proporzionalmente col diminuire di essa, per cui i fenomeni di scoppio più gravi si hanno alle minori distanze.*

4° *La somma delle vibrazioni e degli spostamenti molecolari è sopportata in modo vario a seconda delle qualità fisiche del bersaglio: nei corpi elastici ed in quelli duri gli effetti sono più o meno limitati alla sola parte colpita, mentre nelle sostanze liquide e molli contenute in cavità chiuse e nei corpi fragili sono gravi ed estese, costituendo appunto i fenomeni esplosivi.*

37. Azione vulnerante dei proietti delle pistole. — L'azione vulnerante dei proietti delle pistole da guerra su bersagli varî è stata in particolar modo esperimentata dal De Sarlo, soprattutto coll'intento di studiare l'azione comparativa del piccolo calibro rispetto al medio calibro e dedurne che effettivamente la pallottola di piccolo calibro (da 7 a 9 mm.) esplica sulle sostanze liquide, umide e plastiche poco dense un'azione vulnerante più intensa di quella prodotta dalla pallottola di medio calibro, mentre produce effetti meno estesi sulle sostanze plastiche molto dense, su quelle elastiche e su quelle dure, e che in ogni caso si può ritenere che, alle distanze ordinarie (m. 30)

(1) De Sarlo, opera citata.

alle quali si pratica il tiro delle pistole, dà luogo ad un'azione vulnerante tale da corrispondere alle esigenze della guerra (1).

38. Tabella delle penetrazioni massime della pallottola ordinaria del fucile italiano Mod. 91. (Vedi Tabella X a pagine seguenti).

ARTICOLO III. — Misure angolari e relazione fra angoli e distanze. Formole più comuni del tiro.

39. Misure angolari e relazioni fra angoli e distanze. — MISURE ANGOLARI. — Le misure angolari si possono esprimere in tre modi, corrispondenti alle tre seguenti unità di misura: *a*) grado sessagesimale - *b*) grado millesimale - *c*) millesimo del radiante.

a) Il *grado sessagesimale* è l'angolo che corrisponde ad una lunghezza d'arco di circonferenza uguale alla *360ª parte della circonferenza stessa*, si esprime con 1°.

b) Il *grado millesimale*, o *millesimo convenzionale*, o *millesimo pratico* è l'angolo che corrisponde ad una lunghezza di arco di circonferenza uguale alla *6400ª parte della circonferenza* stessa, si esprime talora con 1^{oo}, oppure $1\ ^{0}/_{00}$

c) Il *millesimo del radiante* (2), o *millesimo esatto* (3), o *millesimo teorico* è l'angolo che corrisponde ad una lunghezza d'arco di circonferenza uguale alla millesima parte del raggio della circonferenza stessa; è dato, essendo $R = 1$, da $\frac{1}{1000 \cdot 2\pi}$, perciò è la *6283ª parte di 4 retti;* si esprime talora con $1\ ^{m}/_{m}$.

— Le relazioni fra le diverse unità di misura angolari sono:

Grado sessagesimale $\begin{cases} 1^{\circ} = 0{,}01745 \text{ millesimi del radiante} = \text{circa } 17\ ^{m}/_{m}; \\ 1^{\circ} = 0{,}01778 \text{ gradi millesimali} \quad = \text{circa } 18^{oo}. \end{cases}$

Grado millesimale: $1^{oo} = 0^{\circ}.3'.22'',5 = 0^{\circ},05625$ del grado sessagesimale.

Millesimo del radiante $1\ ^{m}/_{m} = 0^{\circ}.3'.26'',26 = 0^{\circ},05729$ » »

Generalmente, trattandosi di apparecchi per uso delle artiglierie o di speciale impiego nei poligoni, si misurano:

a) *In gradi sessagesimali:* gli angoli sia zenitali che azimutali dei vecchi congegni di puntamento ancora in servizio, e talora le graduazioni sussidiarie dei congegni di puntamento, o degli elementi del tiro per alcuni materiali delle seguenti categorie b) e c).

b) *In gradi millesimali:* tutti gli angoli azimutali (cerchi di direzione, graduazione di parallelismo e di scostamento (4), goniometri, rotaie graduate, rapportatori, regoli di convergenza, micrometri di cannocchiale, ecc.) ed anche gli angoli zenitali dei congegni di puntamento e degli eclimetri per artiglierie di medio calibro.

---

(1) La nostra pistola automatica Mod. 1910 — calibro mm. 9 — dà nel legno di abete le seguenti penetrazioni: Fino a m. 25, mm. 12; — a m. 50, mm. 13; — a m. 100, mm. 11; — a m. 300, mm. 8.

(2) *Radiante* è l'angolo che sottende una lungezza d'arco di circonferenza uguale al raggio.

(3) Impropriamente detto *millesimo esatto* ed anche *millesimo del raggio.*

(4) Eccezione fatta talvolta per lo scostamento relativo alla derivazione del proietto, nel qual caso s'impiegano i millesimi del radiante.

TABELLA X. — **Penetrazioni massime nei sottoindicat ricavate da apposite esperienze eseguite alla Scuola**

DISTANZE DI TIRO	**Lamiera d'acciaio.** (8 fogli verticali a contatto di lamiera di acciaio dello spessore di millimetri 2, spessore totale m. 0,016).	**Lamiera di ferro.** (9 fogli verticali a contatto di lamiera di ferro dello spessore di mm. 2, spessore tot. m. 0,018).	**Legno forte** (Rovere). (Solido costituito da tavoloni verticali a contatto dello spessore di m. 0,060 a 0,072, spessore totale m. 0,45).	**Legno dolce** (Pioppo). (Solido costituito da tavoloni verticali a contatto dello spessore di m. 0,042 a 0,054, spessore totale m. 1,35).	**Ghiaia comune da strada.** (Strato di ghiaia dello spessore di m. 0,20 compreso fra pareti verticali di tavole di abete dello spess. di m. 0,25).	**Neve** rimasta diversi giorni esposta al gelo ed alla pioggia e poi ammonticchiata in trincea 24 ore prima del tiro (eseguito dopo alcune ore di pioggia).	**Neve** caduta di recente ed ammonticchiata 2 ore prima del tiro. (Parapetto di 5 metri con scarpa esterna a pendenza naturale).
	Lamiere forate . . . (f) Id. fortem. ammaccate (A) Id. leggerm. id. (a)						
metri			metri	metri	metri	metri	metri
100	**f3 A2 a1**	**f7 A1**	0,175	**1,106**	0,13	**1,40**	2,75
200	f1 **A3** a1	f7 a1	0,311	0,985	0,14	1,30	**3,75**
300	A3 a2	f6 a1	**0,342**	0,749	0,15	1,25	2,30
500	A2 a1	f4 A1	0,264	0,533	**0,16**	1,05	2,30
700	A1 a1	f3 A1	0,181	0,385	0,14	—	—
1000	A1 a1	f2 A1	0,122	0,317	0,13	—	—
1500	A1	f1 A1	0,070	0,167	0,09	—	—
2000	A1	A1	0,051	0,091	0,08	—	—

NB. Contro ciascun mezzo e per tutte le distanze per le quali sono indicate le penetrazioni, venne sparato caratteristico ed all'incirca uniforme di comportarsi dei proietti nell'interno dei mezzi perforati. Naturalmente specchio, relativa al proietto dei 5 che penetrò maggiormente. — Non si tenne nessun conto delle penetrazioni dei Nelle penetrazioni nella ghiaia non è compreso lo spessore della tavola di rivestimento.

c) *In millesimi del radiante:* gli angoli zenitali di alcuni congegni di puntamento (alzi a quadrante, quadranti a semplice o doppia graduazione per artiglierie da campagna ed i valori delle linee trigonometriche).

— *L'errore che si commette impiegando il grado millesimale in luogo del millesimo del radiante, nella pratica del tiro, è trascurabile per piccoli settori angolari specialmente se azimutali,* ad esempio:

(Vedi: « Tabella per la riduzione dei gradi sessagesimali in millesimi » — Tabella XI, a pagina 416).

al settore di 5°, corrispondono { 87 m/m / 88°° } differenza 1.

» 10°, » { 174 m/m / 177°° } » 3.

» 15°, » { 261 m/m / 266°° } » 5.

» 20°, » { 349 m/m / 355°° } » 6.

» 45°, » { 785 m/m / 800°° } » 15.

» 57°, » { 994 m/m / 1013°° } » 19.

Ne consegue che nei problemi del tiro teso e specialmente nelle correzioni da apportare al tiro si può impiegare il grado millesimale in luogo del millesimo del radiante.

nezzi dei proietti del fucile italiano Modello 1891
l'Applicazione di Fanteria negli anni 1895 e 1896.

Terra vegetale comune bagnata e pigiata col mazzapicchio.	**Terra vegetale** comune bagnata e paleggiata di recente.	**Terra vegetale** comune asciutta e pigiata col mazzapicchio.	**Terra vegetale** comune asciutta e paleggiata di recente.	**Terra sabbiosa** bagnata e pigiata col mazzapicchio.	**Terra sabbiosa** bagnata e paleggiata di recente.	**Terra sabbiosa** asciutta e pigiata col mazzapicchio.	**Terra sabbiosa** asciutta e paleggiata di recente.	**Sabbia viva** bagnata e pigiata col mazzapicchio.	**Sabbia viva** asciutta e paleggiata di recente.	Distanze di tiro
Trincea, con scarpa esterna a pendenza naturale, dello spessore alla sommità										
di m. 3,00		di m. 2,50		di m. 2,00		di m. 2,00		di m. 1,20		
metri	metri	metri	metri	metri	metri	metri	metri	metri	metri	metri
0,32	0,39	0,27	0,33	0,26	0,43	0,22	0,30	0,25	0,34	100
2,46	**2,30**	**0,97**	**0,98**	0,65	0,58	0,58	0,63	0,64	0,29	200
1,30	1,62	0,60	0,80	**1,19**	**0,92**	**0,68**	**0,84**	**0,73**	0,24	300
1,10	0,95	0,52	0,68	0,75	0,67	0,58	0,78	0,64	**0,72**	500
1,00	0,87	0,50	0,60	0,60	0,64	0,46	0,74	0,60	0,65	700
0,82	0,75	0,46	0,57	0,48	0,61	0,42	0,70	0,56	0,48	1000
0,70	0,65	0,42	0,45	0,43	0,47	0,31	0,42	0,46	0,42	1500
0,63	0,60	0,15	0,25	0,33	0,35	0,28	0,30	0,35	0,30	2000

l minor numero di colpi, perchè 5 proietti almeno colpissero di lancio con andamento regolare, constatato dal modo uesti proietti diedero penetrazioni poco differenti fra loro e quindi poco differenti dalla massima, indicata in questo roietti, che nell'interno del mezzo incontrarono corpi estranei, vuoti o strati di densità anormale.

Nella misurazione degli angoli azimutali il grado millesimale è preferito perchè si presta ad una facile graduazione e lettura della circonferenza e dei quadranti (1).

Concludendo: Nei problemi di tiro conviene impiegare per il puntamento in elevazione il millesimo del radiante, per il puntamento in direzione il grado millesimale, però, sia nell'un caso che nell'altro, per piccoli angoli si può usare indifferentemente il millesimo del radiante od il grado millesimale.

— Relazione fra la fronte (dimensione frontale) di un obbiettivo, l'angolo sotto il quale essa è veduta e la distanza dell'obbiettivo (Fig. 21):

Sia d la fronte dell'obbiettivo espressa in metri:
D la distanza dell'obbiettivo espressa in metri;
n l'angolo di parallasse;

si ha:

$$\text{tang } n = \frac{d}{D}$$

e per piccoli angoli, esprimendo n in *millesimi:*

$$n = \frac{d \text{ (metri)}}{D \text{ (chilometri)}}$$

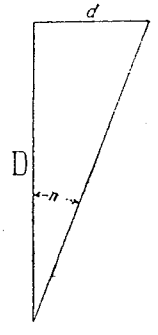


Fig. 21.

(1) Infatti: 6400 è multiplo di 4 e di 100 ed il quadrante risulta di 1600 millesimi alla loro volta graduabili esattamente in *ettogradi* (cento millesimi), mentre prendendo 6280 si avrebbe solo un multiplo di 4 e di 10 ed il quadrante risulterebbe di 1570 millesimi, cioè non adatto ad ulteriori suddivisioni in un numero intero di ettogradi.

TABELLA XI. — **Tabella per la riduzione dei gradi sessagesimali, convenzionali ed esatti.**

Primi	Gradi millesimali convenzionali	Gradi millesimali esatti (lunghezze d'arco in millesimi del raggio)	Primi	Gradi millesimali convenzionali	Gradi millesimali esatti (lunghezze d'arco in millesimi del raggio)	Gradi	Gradi millesimali convenzionali	Gradi millesimali esatti (lunghezze d'arco in millesimi del raggio)	Gradi	Gradi millesimali convenzionali	Gradi millesimali esatti (lunghezze d'arco in millesimi del raggio)
1	0,30	0,29	31	9,19	9,02	1	17,78	17,45	31	551,11	541,05
2	0,59	0,58	32	9,48	9,31	2	35,56	34,91	32	568,89	558,51
3	0,89	0,87	33	9,78	9,60	3	53,33	52,36	33	586,67	575,96
4	1,19	1,16	34	10,07	9,89	4	71,11	69,81	34	604,45	593,41
5	1,48	1,45	35	10,37	10,18	5	88,89	87,27	35	622,22	610,87
6	1,78	1,75	36	10,67	10,47	6	106,67	104,72	36	640,00	628,32
7	2,07	2,04	32	10,96	10,76	7	124,45	122,17	37	657,78	645,77
8	2,37	2,33	38	11,26	11,05	8	142,22	139,63	38	675,56	663,23
9	2,67	2,62	39	11,56	11,35	9	160,00	157,08	39	693,33	680,68
10	2,96	2,91	40	11,85	11,64	10	177,78	174,53	40	711,11	698,13
11	3,26	3,20	41	12,14	11,93	11	195,56	191,99	41	728,89	715,59
12	3,56	3,49	42	12,44	12,22	12	213,33	209,44	42	746,67	733,04
13	3,85	3,78	43	12,74	12,51	13	231,14	226,89	43	764,45	750,49
14	4,15	4,07	44	13,04	12,80	14	248,89	244,35	44	782,22	767,95
15	4,45	4,36	45	13,34	13,09	15	266,67	261,80	45	800,00	785,40
16	4,74	4,65	46	13,63	13,38	16	284,45	279,25	50	888,89	872,67
17	5,04	4,95	47	13,93	13,67	17	302,22	296,71	60	1066,67	1047,20
18	5,33	5,24	48	14,22	13,96	18	320,00	314,16	70	1244,45	1221,73
19	5,63	5,53	49	14,52	14,25	19	337,78	331,61	80	1422,22	1396,26
20	5,92	5,82	50	14,81	14,54	20	355,56	349,07	90	1600,00	1570,80
21	6,22	6,11	51	15,11	14,84	21	373,33	366,52	100	1777,78	1745,33
22	6,52	6,40	52	15,41	15,13	22	391,11	383,97	120	2133,33	2094,40
23	6,82	6,69	53	15,70	15,42	23	408,89	401,43	135	2400,00	2356,20
24	7,11	6,98	54	16,00	15,71	24	426,67	418,88	180	3200,00	3141,59
25	7,41	7,27	55	16,30	16,00	25	444,45	436,43	200	3555,55	3490,66
26	7,70	7,56	56	16,59	16,29	26	462,22	453,79	225	4000,00	3926,99
27	8,00	7,85	57	16,89	16,58	27	480,00	471,24	270	4800,00	4712,39
28	8,30	8,15	58	17,19	18,87	28	497,78	488,69	300	5333,33	5235,99
29	8,59	8,44	59	17,48	17,16	29	515,56	506,16	315	5600,00	5497,79
30	8,89	8,73	60	17,78	17,45	30	533,33	523,60	360	6400,00	6283,19

40. Formole più comuni del tiro. — Per facilitare la ricerca delle formole, che per la soluzione dei problemi di tiro e per le correzioni del tiro si presentano con maggiore frequenza, si è ritenuto conveniente di riunirle in gruppi, riportando anche quelle svolte nei Capitoli che seguono.

41. Formole relative al tiro. — Valore dell'angolo di proiezione:

[1] $$\varphi = \alpha \pm \rho \pm \varepsilon$$

dove α è l'angolo di elevazione, ρ l'angolo di rilevamento, ε l'angolo di sito.

— Valore dell'angolo di tiro (inclinazione):

[2] $$i = \alpha \pm \varepsilon.$$

— Valore numerico dell'angolo di arrivo:

[3] $$\omega_r = \theta \pm \varepsilon$$

ove θ è l'inclinazione della traiettoria nel punto d'arrivo; nel punto di caduta:

— Valore dell'angolo di caduta è: ω.

— Relazione fra alzo ed angolo di elevazione:

[4] $$H = L \,.\, \text{tang}\, \alpha.$$

— L'alzo teorico (cioè in millesimi) è dato da:

[5] $$H = \text{tang}\, \alpha.$$

— Relazione fra derivazione Z e scostamento S:

[6] $$Z = S \,.\, \frac{X}{L}.$$

— Lo scostamento perciò è dato da:

[7] $$S = L \,.\, \frac{Z}{X}.$$

— Lo scostamento in millesimi, $S = n$, è dato da:

[8] $$n = \frac{Z}{X} \,.\, 1000 = \frac{Z}{X_{km.}}.$$

— La derivazione in metri è data da:

[9] $$Z = n \,.\, X_{km.}$$

— Variazione laterale (in metri) per un millesimo di scostamento:

E per la [9], facendo $n = 1$,

[10] $$\Delta Z = X_{km.}$$

— Relazione fra l'altezza F′ e la profondità F della striscia del 50 %:

[11] $$F' = F \,.\, \text{tang}\, \omega.$$

— TRATTANDOSI DI TRAIETTORIA TESA. — Equazione della traiettoria di gittata X:

a) in funzione degli alzi teorici:

[12] $$y = x \,.\, (H_X - H_x) \qquad (1)$$ oppure:

b) in funzione degli angoli d'elevazione:

[13] $$y = x \,.\, (\text{tang}\, \alpha_X - \text{tang}\, \alpha_x) \qquad (1)$$

oppure in funzione degli angoli di proiezione, impiegando la formola più completa:

[14] $$y = x \,.\, \frac{\text{sen}\,(\varphi_X - \varphi_x) \,.\, \cos\,(\varphi_X + \varphi_x)}{\cos^2 \varphi_X}$$

— Coordinate (x_v, Y) del vertice della traiettoria di gittata X:
ascissa = a quella distanza x_v per la quale si verifica la relazione:

[15] $$\alpha_{x_v} + \omega_{x_v} = \alpha_X \qquad (1)$$

ordinata:

[16] $$Y = x_v \,\text{tang}\, \omega_{x_v}$$ od anche

[17] $$Y = x_v \,\text{tang}\,(\alpha_X - \alpha_{x_v})$$

oppure, sebbene meno approssimata:

[18] $$Y = \frac{1}{8} X\,(\text{tang}\, \varphi_X + \text{tang}\, \omega_X).$$

— *In queste espressioni:*

L = lunghezza della linea di mira (2).

Nelle formole [4], [6], [7] se H e S sono espressi in millesimi della linea di mira in luogo di L si deve porre 1000.

— Gli archi delle linee trigonometriche, per comodità (3), sono espressi in gradi sessagesimali; le linee trigonometriche in millesimi del raggio (4).

S = scostamento espresso in metri oppure in millesimi della linea di mira;

X = gittata espressa in metri;

Z = derivazione espressa in metri;

F = profondità della striscia del 50 % dei colpi espressa in metri;

F′ = altezza della striscia del 50 % dei colpi espressa in metri;

E = larghezza della striscia del 50 % dei colpi espressa in metri.

---

(1) Sono le relazioni stabilite nel precedente Capitolo II, ove H, α, φ sono stati invece indicati con H_X, α_X, φ_X.

(2) Espressa nell'unità di misura stabilita, generalmente in metri.

(3) Non è indispensabile; è comodo dato il tipo di tavola di logaritmi che si usa presso di noi.

(4) Cioè in millesimi esatti.

42. Formole relative alle probabilità di tiro:

— Percento dei colpi, a tiro centrato sul centro del bersaglio, contenuto in una zona di determinata ampiezza:

$$[19]\quad \begin{cases} \text{d'ampiezza } a = 2h \text{ secondo la verticale: } & \mathrm{P}\left(\dfrac{a}{\mathrm{F}'}\right); \\ \text{» } l \text{ » l'orizzontale: } & \mathrm{P}\left(\dfrac{l}{\mathrm{E}}\right); \\ \text{» } p \text{ » la profondità: } & \mathrm{P}\left(\dfrac{p}{\mathrm{F}}\right). \end{cases}$$

Il valore di P si ricava dalla Tabella dei fattori di probabilità in corrispondenza del valore:

$$[20]\qquad f = \frac{a}{\mathrm{F}'} = \frac{2h}{\mathrm{F}'} \quad \text{od} \quad f = \frac{l}{\mathrm{E}} \quad \text{od} \quad f = \frac{p}{\mathrm{F}}.$$

— Percento dei colpi, a tiro centrato sul centro del bersaglio, contenuto in un bersaglio rettangolare orizzontale, oppure verticale, normale al piano di tiro:

$$[21]\quad \begin{cases} & \mathrm{P} = \dfrac{1}{100} \cdot \mathrm{P}\left(\dfrac{p}{\mathrm{F}}\right) \cdot \mathrm{P}\left(\dfrac{l}{\mathrm{E}}\right) \\ \text{oppure:} & \mathrm{P} = \dfrac{1}{100} \cdot \mathrm{P}\left(\dfrac{a}{\mathrm{F}'}\right) \cdot \mathrm{P}\left(\dfrac{l}{\mathrm{E}}\right). \end{cases}$$

— Percento dei colpi, a tiro non centrato sul centro del bersaglio, che colpiscono una zona orizzontale limitata da rette perpendicolari al piano di tiro e per la quale risulti $p = p_1 \pm p_2$

$$[22]\qquad \mathrm{P} = \frac{1}{2}\left[\mathrm{P}\left(\frac{2p_1}{\mathrm{F}}\right) \pm \mathrm{P}\left(\frac{2p_2}{\mathrm{F}}\right)\right].$$

Se la zona è verticale si sostituisce, nella formola [22], F′ ad F.

Se la zona orizzontale o verticale è limitata da rette parallele al piano di tiro, si sostituisce, nella formola [22], E ad F.

— Percento dei colpi, a tiro non centrato sul centro del bersaglio, che colpiscono un bersaglio rettangolare, per esempio orizzontale, di dimensioni

$$p = p_1 \pm p_2, \qquad l = l_1 \pm l_2$$

$$[23]\qquad \frac{1}{400}\left[\mathrm{P}\left(\frac{2p_1}{\mathrm{F}}\right) \pm \mathrm{P}\left(\frac{2p_2}{\mathrm{F}}\right)\right] \cdot \left[\mathrm{P}\left(\frac{2l_1}{\mathrm{E}}\right) \pm \mathrm{P}\left(\frac{2l_2}{\mathrm{E}}\right)\right];$$

e qualora il tiro fosse centrato solamente, per es., in direzione:

$$[24]\qquad \frac{1}{200}\left[\mathrm{P}\left(\frac{2p_1}{\mathrm{F}}\right) \pm \mathrm{P}\left(\frac{2p_2}{\mathrm{F}}\right)\right] \cdot \mathrm{P}\left(\frac{l}{\mathrm{E}}\right).$$

43. FORMOLE DI CORREZIONE RELATIVE A CASI SPECIALI. — Queste formole dànno luogo a variazioni tanto maggiori quando più grande è la distanza; però le variazioni pur verificandosi sia nei tiri individuali che collettivi, sono generalmente di piccolo valore; quindi *è opportuno di tenerne conto solamente quando risultano sensibili.*

a) *Quota della stazione di tiro.* — Se l'altitudine della stazione di tiro è sensibilmente superiore a 130 m. (maggiore di 300 m.), occorre ricavare dalle Tavole l'elevazione per la distanza X diminuita di:

[25] $$\Delta X_1 = C_1 \ (A - 1)$$

ove A è l'altitudine espressa in ettometri.

Però per ragioni di opportunità solo le tavole di tiro delle artiglierie hanno la colonna coi valori di C_1.

Per le armi portatili la correzione per diminuire la gittata può convenire per altitudini superiori a 1000 m.

La diminuzione d'apportare all'alzo (1) è data in metri dalla formola:

[26] $$\Delta X_{m.} = 0{,}4 \ . \ X_{Ett.} \ . \ A_{Ett.}$$

b) *Pressione.* — Qualora si conosca la variazione di pressione in più od in meno di 750 mm., si deve diminuire od aumentare l'alzo di una quantità in metri data dalla formola:

[27] $$\Delta X_{m.} = 0{,}6 \ . \ X_{Ett.} \ . \ (P_{mm.} - 750_{mm.}).$$

c) *Temperatura.* — Se la temperatura è sensibilmente superiore od inferiore a 15°, si deve diminuire od aumentare l'alzo di una quantità in metri data dalla formola:

[28] $$\Delta X_{m.} = 0{,}18 \ . \ X_{Ett.} \ . \ (T^{\circ} - 15^{\circ}).$$

44. FORMOLE E REGOLE RELATIVE ALLA CORREZIONE DEL TIRO IN DIREZIONE.

a) *Derivazione.* — La rigatura del nostro fucile volge a destra perciò: gli aumenti di scostamento portano il tiro a sinistra.

In generale si ritenga che: nel puntamento diretto coll'alzo a graduazione di scostamento millesimale (2) una divisione di scostamento corregge in direzione un millesimo della distanza di tiro.

Come sappiamo, il fucile italiano Mod. 91 non ha l'alzo fatto in modo da correggere lo scostamento.

— Relazione approssimata espressa in millesimi per correggere una deviazione laterale *d* alla distanza X.

cioè posto tang $\gamma = n$ millesimi:

[29] $$n = \frac{d \ \text{(metri)}}{X \ \text{(chilometri)}}$$

questa relazione [29] esprime anche il valore della *fronte di un obbiettivo espressa in millesimi.*

---

(1) L'alzo in ettometri, nel fucile Mod. 91, significa: *numero della tacca d'alzo.*

(2) Graduazioni di scostamento che si hanno nell'alzo di alcuni fucili esteri (Vedi Parte I).

b) *Influenza del vento.* — Il vento oltre che impedire al tiratore di mantenere ferma l'arma al momento dello sparo, allunga od accorcia le gittate quando spara nella direzione del tiro e sposta lateralmente i proietti quando spira obliquamente o di traverso.

Non si possono dare regole tassative per simili correzioni; devesi invece tener conto approssimativo degli effetti durante il tiro stesso.

Se il vento è impetuoso ed a raffiche, è bene di non sparare oltre le piccole distanze a meno che l'estensione del bersaglio sia grande.

45. Misura dell'angolo di sito:

a) *Coll'arma.* — L'angolo di sito, ε, è uguale all'inclinazione che assumerebbe l'arma mirando al segno colla linea di mira naturale (1);

b) *Colla carta topografica a curve di livello.* — Se il dislivello è di h metri:

[30] $$\text{tang}\,\varepsilon = \frac{h\ \text{(metri)}}{X\ \text{(metri)}};$$

per esprimere il valore in gradi sessagesimali:

[31] $$\varepsilon^{0} = 58 \,.\, \frac{h}{X} \qquad (2);$$

per esprimere il valore in millesimi:

[32] $$\varepsilon^{m/m} = \frac{h\ \text{(metri)}}{X\ \text{(chilometri)}},$$

se ε è piccolo si ritiene $\varepsilon^{m/m} = \varepsilon^{oo}$, altrimenti si fa la riduzione mediante l'apposita Tabella (3).

c) *Con strumenti atti a misurare angoli zenitali.* — Livellato il piatto dello strumento, si mira al segno agendo ai congegni di direzione ed eclimetro e si legge l'inclinazione effettiva dell'eclimetro.

Se lo strumento non è nella stazione di tiro, ma si colloca in un osservatorio dal quale si veda il segno e la stazione di tiro e che disti b dal segno ed a dalla stazione di tiro:

[33] $$\text{tang}\,\varepsilon = \frac{a\ \text{tang}\,\alpha + b\ \text{tang}\,\beta}{X}$$

ove α è l'angolo di sito dell'osservatorio rispetto alla stazione di tiro e b è l'angolo di sito del segno rispetto all'osservatorio (4).

Quando la graduazione è in millesimi, la [33] diviene:

[34] $$\varepsilon^{oo} = \frac{a_{km.} \,.\, \alpha^{oo} + b_{km.} \,.\, \beta^{oo}}{X_{km.}}.$$

---

(1) Cioè parallela all'asse dell'arma.

(2) Poichè: $$\varepsilon^{0} = \frac{\frac{h}{X}}{\frac{17}{1000}}.$$

(3) Vedi precedente N. 39, Tabella XI.

(4) Se il segno è più basso dell'osservatorio b tang β è negativo; se l'osservatorio è più basso della stazione di tiro a tang α è negativo.

CAPITOLO IV.

Tiro collettivo.

ARTICOLO I. — Generalità e caratteristiche del tiro collettivo.

1. Premessa. — Il tiro collettivo è il tiro eseguito da tiratori che sparino simultaneamente o no contro un bersaglio; è il vero tiro di guerra, giacchè permette d'infliggere al nemico perdite numerose in tempo relativamente breve e con un consumo di cartucce ripartito su molti tiratori.

In questa definizione generale sono comprese le due specie di fuoco:

a) *il fuoco simultaneo* o *fuoco a salve* o *fuoco a comando;*

b) *il fuoco a volontà* o *fuoco continuo.*

Il fuoco a salve è impiegato presso molti eserciti, da noi, già da tempo completamente abbandonato, venne recentemente ripreso, ma solamente per la particolare necessità del tiro alle grandi distanze e quando si debba tenere saldamente alla mano la propria truppa.

Il fuoco a salve distrae il soldato dal puntamento per richiamare invece la sua attenzione al comando di esecuzione, comando che per la maggior parte di tiratori giunge nell'istante in cui l'arma non è puntata con precisione, tormenta il soldato annullando le sue facoltà intellettuali e lo trasforma in una macchina vivente.

Il fuoco a salve aveva ragioni per sussistere in epoche in cui i reparti combattevano molto ravvicinati con formazioni tattiche chiuse e profonde (1) e l'elemento soldato era meno colto, meno cosciente dei proprii mezzi intellettuali e morali, meno fiducioso nella precisione della sua arma e nell'efficacia del fuoco mirato.

Il fuoco a salve può convenire alle grandi distanze alle quali, mentre poco si scorgono gli obbiettivi, e quindi difficile è il determinare un esatto puntamento individuale, meglio si rilevano il punto di arrivo della salva e l'effetto del fuoco, cioè i dati necessari per apportare giuste correzioni al tiro.

Col fuoco a salve si può con facilità disciplinare il fuoco in modo da consumare il minor numero di cartucce possibili per raggiungere lo scopo;

(1) Sebbene Napoleone I già scrivesse: « Il solo fuoco pratico per la guerra è il fuoco a volontà ».

però è bene di considerare che oltre i 1000 m. le esperienze rilevano che, in relazione al grande consumo di munizioni effettuato, i risultati sono piccoli.

Dunque, se alle grandi distanze anche impiegando il fuoco a salve, che in tal caso presenta rispetto al fuoco a volontà condizioni più favorevoli, non si ottiene sufficiente efficacia, per evitare un inutile consumo di cartucce, che rialza il morale dell'avversario, è opportuno di stabilire:

1° Rinunciare al tiro a grandi distanze, specialmente se di poco superiori alle medie.

2° Cominciare il fuoco solo alle medie distanze, quando cioè la visibilità del bersaglio, la tensione della traiettoria e tutte le altre condizioni del tiro sono favorevoli al *fuoco mirato.*

3° Impiegare il fuoco a volontà con quella celerità che rende efficace il tiro ed evita lo spreco di cartucce, *celerità personale.*

4° Impiegare il fuoco a comando solamente quando si voglia mantenere in determinato limite il consumo delle munizioni, nei momenti di fuoco sregolato per ricondurre la calma nel reparto, nei combattimenti di notte e quando la visibilità non è buona.

— È pur vero che il nostro fucile Mod. 91 ha l'alzo graduato fino a 2000 m., ma: *per gli ufficiali ciò dimostra che l'arma a quella distanza possiede ancora qualche efficacia e per i soldati è l'indice della bontà e della perfezione dell'arma stessa in relazione a quella degli altri eserciti.*

2. — È pure tiro collettivo quello, che appare quale tiro individuale, delle catene molto rade e che si disse *tiro d'iniziativa* perchè, in conseguenza delle forme tattiche assunte dai reparti, risulta quasi sottratto alla diretta sorveglianza dei comandanti.

Certamente il diradarsi della linea di fuoco e l'esigenze per coprirsi, fanno sì che l'esecuzione del tiro di reparto contro reparto, cioè quella del tipico tiro collettivo, può risultare meno frequente; ma pur sempre al tiro di combattimento rimarrà il carattere di tiro collettivo, perchè *solamente sotto una unica direzione e condotta del fuoco un reparto può mantenere la disciplina e l'efficacia del fuoco necessarie per raggiungere lo scopo del combattimento* (1).

3. — Il vero tiro individuale di combattimento si presenta solo nelle scaramucce d'avamposti, di pattuglie e d'altri piccoli reparti; N. 221 del *Regolamento sull' Istruzione sulle Armi e sul Tiro per la Fanteria,* Vol. I: « Il militare isolato può trovarsi in guerra a far uso del proprio fuoco in circo-

---

(1) Si noti subito che secondo il nostro *Regolamento d'esercizi per la Fanteria:*

La *direzione del fuoco* e la *condotta del fuoco* sono attribuzioni dei capi; la *disciplina del fuoco* è un dovere dei gregari.

a) La *direzione del fuoco* consiste nelle operazioni intese a regolare il fuoco in relazione agli obbiettivi da raggiungere (Comandante di battaglione).

b) La *condotta del fuoco* consiste nelle operazioni riflettenti l'esecuzione del fuoco affinchè questo dia il massimo rendimento (Comandanti di compagnia e di plotone).

c) La *disciplina del fuoco* consiste nell'eseguimento esatto, coscienzioso, pronto ed intelligente dei comandi e degli ordini relativi all'esecuzione del fuoco e nella completa osservanza delle regole che riflettono l'impiego dell'arma durante il tiro (Graduati di truppa e tiratori).

stanze affatto eccezionali e, ad ogni modo, solo quando la distanza a cui trovasi il nemico sia tanto breve da fargli presumere di poterlo, con molta probabilità, colpire »; in qualsiasi altro caso il tiro di guerra è tiro collettivo.

4. — L'*Istruzione sulle Armi e sul Tiro per la Fanteria*, Vol. I, al N. 147 prescrive che i reparti compiano annualmente degli esercizi di tiro collettivo eseguiti come in guerra, ed al N. 190 ne specifica lo scopo in questi termini: « Essi sono la riproduzione, in tutto quanto è possibile, dei veri tiri di guerra ed hanno per scopo:

a) di abituare il soldato al fuoco di reparto in combattimento, cioè a sparare insieme ai proprii compagni secondo gli ordini e le norme date per tutto il reparto;

b) di infondergli l'abito alla più rigorosa disciplina del fuoco;

c) di abilitare, per quanto è possibile, gli ufficiali alla direzione e condotta del fuoco e i graduati a ben coadiuvarli ».

— Le varie specie di fuoco impiegate attualmente presso alcuni eserciti sono:

ITALIA . . .	Fuoco a volontà (*continuo*) mirato, con celerità personale (1). » a salve (*a comando*), ciascun tiratore spara quando ha esattamente mirato.
FRANCIA .	Fuoco a volontà a cartucce contate. » a volontà. » a ripetizione (il serbatoio è nel fusto della cassa e perciò non è prontamente ricaricabile). » a salve (eccezionalmente).
AUSTRIA .	Fuoco a volontà, con celerità regolata dagli avvertimenti: lento, più lento, vivace, celere. » a salve.
GERMANIA	Fuoco a volontà, lento o celere secondo il bisogno. » a salve (eccezionalmente).
RUSSIA . .	Fuoco a volontà a cartucce contate. » » lento o celere secondo il bisogno. » a salve.
GIAPPONE	Fuoco a volontà lento o celere secondo il bisogno. » a salve (eccezionalmente).

5. Caratteristiche del tiro collettivo. — *Il tiro collettivo ha carattere tattico;* perciò la sua opportunità non è basata sulla probabilità individuale di colpire entro ristretti limiti di colpi e di distanza, bensì è basata sulla possibilità di raggiungere un determinato scopo tattico causando all'avversario la maggiore disorganizzazione possibile, facilitando la nostra avanzata od impedendo all'avversario di avanzare sotto il fuoco.

---

(1) Celerità che può risultare di circa 6 colpi al 1′, ma che deve essere cura continua di diminuire a 2 o 3 colpi quando una maggiore celerità non sia necessaria e non sia tassativamente prescritta.

Sull'efficacia del tiro collettivo influisce, oltre e più del numero di cartucce sparate e della vulnerabilità del bersaglio, un complesso di circostanze derivanti dall'opportunità del momento (condizioni morali proprie e del nemico, effetti di sorpresa, possibilità di recare perdite grandi rispetto al tempo in cui si ottengono, ecc.) (1).

Sebbene il numero individuale di cartucce sparate risulti piccolo, è necessario di proporzionare il numero dei tiratori allo scopo tattico, di non eccedere nell'impiego del tiro alle maggiori distanze, cioè oltre i 1000 m., e di tener conto anche della durata di ciascuna *raffica di fuoco,* poichè certamente l'avversario cerca di mantenersi per brevi momenti in vista, mentre a noi urge di raggiungere, sia materialmente che moralmente, lo scopo durante questi momenti.

Il tiro collettivo ha pure qualche carattere tecnico che risulta dalla considerazione dei dati di tiro, di giustezza, di penetrazione e dal grado di vulnerabilità delle diverse formazioni tattiche.

Questi caratteri tecnici devono essere conosciuti ed apprezzati perchè completano l'idea del tiro collettivo ed indicano il modo per saperne opportunamente sfruttare il valore.

6. — Nel tiro collettivo il valore dell'arma si considera non per le cause di deviazione dovute a minore perfezione balistica o di costruzione, le quali sono minime, trascurabili, rispetto alle altre proprie del tiro collettivo, bensì solo in relazione alla maggiore o minore tensione della traiettoria, la quale, se grande, permette di ottenere dei risultati favorevoli a notevole distanza anche quando si sia commesso un sensibile errore d'alzo; e l'ideale sarebbe di poter raggiungere una tensione tale da stabilire un *alzo unico di combattimento* (2).

7. Irregolarità di tiro nel tiro collettivo. — Le cause deviatrici nel tiro collettivo si possono raggruppare nelle seguenti categorie:

a) *Comuni e di uguale valore di quelle del tiro individuale in poligono.* — Tali sono le cause deviatrici dipendenti dall'arma, dalle cartucce, dalle condizioni atmosferiche, dal tiratore (in poligono).

b) *Comuni e di maggior valore di quelle del tiro individuale in combattimento.* — Tali sono quelle dipendenti: dalla diversa posizione che prendono i singoli tiratori nell'esecuzione del tiro collettivo (in piedi, in ginocchio, a terra, seduti, coll'appoggio, ecc.), dallo stato fisico e morale di ciascun tiratore al momento del tiro, dalla celerità di tiro (naturale od ordinaria o personale, accelerato 8, 10 o più colpi al 1').

c) *Proprie del tiro collettivo.* — Tali sono quelle dipendenti: dalla specie del fuoco (a salve, a volontà), dal diverso grado di abilità nel tiro dei tiratori costituenti il reparto (ottimi, buoni, mediocri), dal fronte più o meno ampio del bersaglio, dallo scopo e dalla fase dell'azione tattica.

(1) Vedi seguente N. 7, commi *b*), *c*).
(2) Vedi « Alzo di combattimento » seguente N. 15.

8. Dimensioni delle rose del tiro collettivo. — Impiegando un determinato alzo, *il fascio di traiettorie del tiro collettivo* è l'insieme dei fasci di traiettorie ottenuti con quell'alzo da ciascuna arma; perciò si può paragonare ad un cuneo curvo verso il basso collo spigolo sulla linea dei tiratori.

Per la sua forma o per le molteplici cause deviatrici, il fascio collettivo è di grande ampiezza rispetto a quello di una sola arma, specialmente se si mettono in confronto le altezze e le profondità; l'ampiezza laterale, se tutti i tiratori puntano al centro del fronte del bersaglio, è anch'essa maggiore, ma l'aumento è piccolo rispetto a quello subìto dall'altezza e dalla profondità.

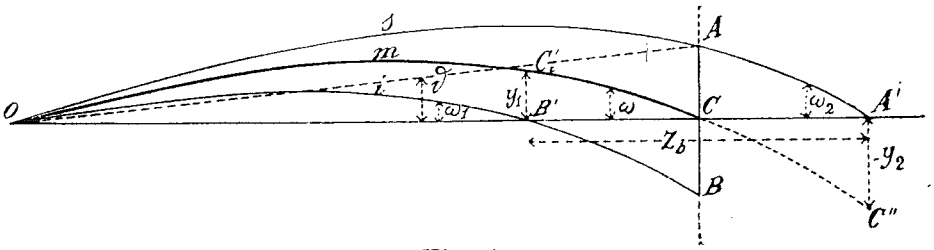


Fig. 1.

La dispersione dei colpi nel tiro collettivo segue le stesse leggi enunciate per il tiro individuale; perciò si possono considerare le rose, orizzontale e verticale, del tiro collettivo sezionando il fascio con piani normali al piano verticale che contiene la traiettoria media del fascio.

Per rappresentare il fascio lo si proietta sul piano verticale anzidetto (Figura 1), la sua forma resta delineata dalla proiezione delle traiettorie superiore ed inferiore, la traiettoria media risulta quella che ha origine nel punto medio della linea dei tiratori e passa per i centri delle rose.

La giustezza del tiro collettivo non si misura colle striscie del 50 %, bensì col valore delle *dispersioni,* oppure degli *angoli di dispersione.*

Si dice *dispersione del tiro collettivo.* la distanza del centro dalla periferia della rosa; *angolo di dispersione,* δ, quello formato dalle due rette condotte dall'origine della traiettoria media alle estremità della dispersione considerata.

Per esempio, se C è il centro della rosa verticale del tiro collettivo eseguito alla distanza $OC = X$. la *dispersione verticale* a quella distanza è $CA = CB$, e l'*angolo di dispersione verticale* è dato da:

$$[1] \qquad \text{tang } \delta = \frac{CA}{X}.$$

La conoscenza della dispersione verticale teorica ha maggiore importanza che quella della dispersione laterale, poichè, mentre le dimensioni delle rose date dalla Tabella delle dispersioni del tiro collettivo sono state ottenute puntando tutte le armi sia in altezza che in direzione ad uno stesso punto, le dimensioni delle rose che si otterranno in combattimento risulteranno dall'avere puntato tutte le armi ugualmente in altezza ma non in direzione, dato che ciascun'arma verrà diretta in modo che il fuoco sia ripartito su tutto il fronte avversario assegnato al reparto.

Ciononostante è sempre opportuno d'impiegare la *Tabella delle dispersioni* (verticali e laterali) per rilevare alcune proprietà del tiro collettivo.

TABELLA XII. — **Dati di dispersione nel tiro collettivo di fucili Mod. 1891.**

DISPERSIONE SUL PIANO DELLA ROSA VERTICALE				
Distanza di tiro ed alzo — metri	Dimensioni della rosa		Striscia trasversale contenente il 50 % dei colpi meglio raggruppati	Striscia verticale contenente il 50 % dei colpi meglio raggruppati
	Altezza metri	Larghezza metri	Altezza metri	Larghezza metri
450	6,32	8,32	1,58	2,08
600	8,86	10,24	2,22	2,56
700	10,57	11,52	2,64	2,88
800	12,26	12,80	3,06	3,20
900	13,99	14,12	3,50	3,53
1000	15,81	15,48	3,95	3,87
1100	17,73	16,96	4,43	4,24
1200	19,86	18,60	4,97	4,65
1300	22,49	20,32	5,62	5,08
1400	25,48	22,20	6,37	5,55
1500	29,24	24,36	7,31	6,09
1600	33,98	26,84	8,49	6,71
1700	40,05	29,64	10,01	7,41
1800	48,10	33,04	12,03	8,26
1900	59,16	37,32	14,79	9,33
2000	75,18	42,92	18,79	10,73

9. — Dalla Tabella: « Dati di dispersione sul piano della rosa verticale nel tiro collettivo di fucili Mod. 1891 » inserita nell'*Istruzione sulle Armi e sul Tiro per la Fanteria*, Volume II, appare che:

a) La dispersione verticale non cresce proporzionalmente al crescere della distanza di tiro, ma con un incremento maggiore.

Ciò avviene sia perchè tale dispersione segue la legge che regola l'aumento dell'angolo di caduta, sia perchè aumentando la distanza diminuisce la visibilità del bersaglio e gli errori di puntamento risultano più numerosi e di maggiore entità (1).

b) La dispersione laterale non cresce proporzionalmente al crescere della distanza di tiro, ma con incremento minore fino a 1500 m. indi maggiore (2).

Ciò avviene perchè man mano che diminuisce la visibilità del bersaglio i tiratori mediocri dànno luogo a dei forti scarti laterali, mentre i buoni e gli ottimi non hanno difficoltà a puntar bene in direzione.

Nel tiro di combattimento, come si è già accennato, la dispersione laterale cambia di valore a causa dell'estensione del fronte che deve essere battuto, ma anche quando il fronte è molto esteso, è sensibilissima la tendenza nei tiratori a puntare verso il centro del fronte del bersaglio.

---

(1) Così mentre a 600 m. la dispersione è di circa m. 4,5, a 1200 m. è m. 10, a 1500 m. è m. 14,5, a 2000 m. è m. 37,5.

(2) Così mentre a 600 m. la dispersione laterale è di circa m. 5, a 1000 m. è m. 7,5, a 1500 m. è m. 12, a 2000 m. è m. 21.

Risulta dalle esperienze di numerosi tiri collettivi che ordinariamente il fronte di bersaglio battuto:

1° è minore del fronte dei tiratori;

2° aumenta col diminuire dell'altezza del bersaglio;

3° aumenta coll'aumentare della celerità, ma in proporzione piccolissima rispetto all'aumento molto grande della dispersione verticale.

Se ne deduce che: Essendo ordinariamente i bersagli del tiro collettivo di fronte molto maggiore delle dimensioni laterali delle rose (1), non si deve assolutamente puntare verso il centro del fronte, altrimenti le ali dei bersagli non sarebbero sufficientemente battute.

Il nostro *Regolamento d'esercizi per la Fanteria*, N. 256, stabilisce la scelta del bersaglio da battere e la distribuzione del fuoco sul bersaglio.

10. Zona battuta dal tiro collettivo, Z_b. — Le dimensioni delle rose verticali del tiro collettivo sono troppo grandi per poterle determinare mediante schermi verticali capaci d'intercettare tutti i colpi sparati; perciò (Fig. 1) conviene di rilevare, su di un terreno d'andamento generale parallelo alla linea di mira ed appositamente preparato, la profondità $B'A' = Z_b$ della rosa orizzontale, indi passare all'altezza $BA = a$ della rosa verticale ritenendo gli angoli di caduta $\omega_2 - \omega_1 = \omega$ e servendosi della relazione:

[2] $$Z_b = \frac{a}{\text{tang } \omega}.$$

Volendo maggiore esattezza si può impiegare la « Tabella delle ordinate della traiettoria media » considerate in valore assoluto; in tal caso si ha che: $BC' = y_1$, $A'C'' = y_2$ sono le ordinate della traiettoria media C'CC'' alle distanze OB' ed OA', quindi evidentemente risulta: $y_1 < CB$ ed $y_2 > CA$, sommando $y_1 + y_2$ le differenze, già di per sè stesse di piccolo valore, si compensano e si può ritenere:

[3] $$y_1 + y_2 = CB + CA = a.$$

La conoscenza delle dimensioni delle rose verticali non ha una diretta applicazione nei problemi pratici del tiro collettivo, perchè gli ordinari bersagli di guerra sono al massimo alti m. 2,45 (altezza media dell'uomo a cavallo) mentre, per esempio, impiegando l'alzo di 450 m. il valore della rosa verticale del tiro collettivo di fucili Mod. 1891 è di m. 6,32 e coll'alzo di 600 metri è di metri 9.

Per questa ragione è invece opportuno di determinare e di conoscere le zone battute dal tiro collettivo, cioè le profondità delle rose orizzontali del tiro collettivo.

— *Zona battuta dal tiro collettivo.* Z_b. *è la distanza.* B'A', *fra il punto di caduta della traiettoria inferiore e quello della traiettoria superiore del fascio di tiro collettivo;* questa zona è anche detta *zona battuta teorica.* poichè si misura sulla linea di mira.

Il valore della *zona battuta teorica* dipende dall'alzo che si impiega, dalla corrispondente tensione della traiettoria, dalle varie cause di dispersione del tiro collettivo.

---

(1) Vedi « Estensione della fronte di combattimento », Articolo 3°, N. 239-240, del *Regolamento di esercizi per la Fanteria.*

Il valore della *zona battuta reale o pratica,* cioè (Fig. 2) della distanza B_1A_1, fra i punti d'arrivo delle traiettorie estreme del fascio, varia altresì secondo l'andamento generale del terreno su cui cadono i colpi (radenza del fascio) e dell'angolo di sito del bersaglio.

11. — Sono appunto i valori delle zone battute pratiche che permettono di fare alcune:

CONSIDERAZIONI SULL'INFLUENZA DELL'ANDAMENTO GENERALE DEL TERRENO NEL TIRO COLLETTIVO (Fig. 2):

a) Se il terreno su cui si trova un bersaglio formato di più linee, com'è ordinariamente quello che presenta la fanteria disposta per l'attacco, è parallelo alla linea di mira, esso è favorevole alla difesa (tiratori) ed è sfavorevole all'attacco (bersaglio) poichè la zona battuta è la teorica, cioè sempre più grande col diminuire della distanza, quindi l'attacco ha convenienza di por-

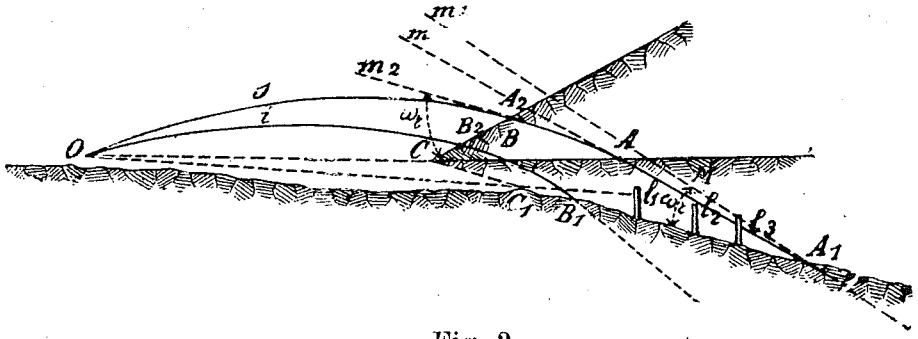


Fig. 2.

tare in prima linea tutte le truppe in modo da ridurre la profondità delle formazioni al minimo, inoltre indirettamente s'avvantaggia potendo intensificare il suo fuoco.

b) Se il terreno su cui si trova un bersaglio profondo si abbassa, oppure s'innalza rispetto alla linea di mira, la zona battuta pratica cresce oppure diminuisce rispetto al valore della teorica.

Nel primo caso l'andamento del terreno $OC_1B_1A_1$ è sfavorevole al bersaglio, poichè, per la grande profondità che assume il tratto B_1A_1, se le successive linee l_1, l_2, l_3, dell'attacco non sono molto distanti fra loro risultano battute dallo stesso fascio di traiettorie, il quale se diretto sulla prima linea potrà offendere anche la seconda e la terza (si consideri altresì l'aumento notevole dei rimbalzi); perciò in questo caso, per evitare gravi perdite, occorrerà di aumentare le distanze tra le linee o ridurre il numero o riunirle in una sola rinunciando, almeno nel percorrere il tratto di terreno $A_1B_1C_1$, allo scaglionamento regolamentare.

Nel secondo caso l'andamento del terreno OCB_2A_2 è sfavorevole alla difesa, poichè la profondità del tratto B_2A_2 diminuisce rapidamente col crescere dell'inclinazione del terreno, quindi piccola è la probabilità di comprendere nel fascio anche le linee d'attacco retrostanti a quella su cui è diretto il tiro; l'attacco può avanzare più spedito ed ha la convenienza di disporre, se ragioni tattiche non lo impediscono, più linee che è possibile senza che per questo risultino troppo distanti fra loro; un lieve vantaggio

può avere la difesa per quello che riguarda la maggiore visibilità del bersaglio e della sua formazione, ciò che permette maggiore esattezza nella stima della distanza e nel puntamento.

— *Zona in angolo morto:* Vi è però un limite al primo caso quando l'inclinazione del terreno, in valore assoluto, è maggiore di quella del ramo discendente della traiettoria media, poichè si produrrebbe oltre il punto C_1 una zona non battuta, più o meno estesa, detta *zona in angolo morto.*

12. Zona dominata da un alzo ed elementi da cui dipende, Z_d. — Nel tiro collettivo: *Zona dominata da un dato alzo,* Z_d, *è il tratto di terreno parallelo alla linea di mira nel quale un bersaglio di determinata altezza è colpito da una o più traiettorie del fascio.*

Immaginiamo (Fig. 3) un bersaglio verticale alto *h*, non profondo, che percorrendo il terreno TT' avanzi verso l'origine O del tiro mantenendo il suo centro sulla linea di mira.

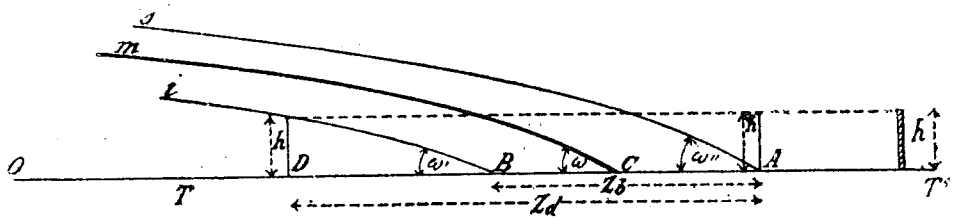


Fig. 3.

A partire dal punto A del terreno il bersaglio comincia ad essere colpito e continua ad esserlo fino al punto D, cioè dal momento in cui la traiettoria superiore del fascio colpisce il bersaglio al limite inferiore fino a quello in cui la traiettoria inferiore del fascio colpisce il bersaglio al limite superiore.

L'estensione AD è dunque la profondità Z_d della zona dominata; ma:

$$[4] \qquad Z_d = AD = BA + DB = Z_b + \frac{h}{\text{tang } \omega}$$

cioè:

Il valore della zona dominata dipende dal valore della zona battuta e da quello dell'altezza del bersaglio, e precisamente:

La zona dominata teorica è uguale alla zona battuta teorica aumentata dell'errore battuto relativo all'altezza del bersaglio considerato (1).

La zona dominata teorica nel tiro collettivo corrisponde come concetto all'errore battuto nel tiro individuale.

La zona dominata pratica segue le stesse leggi già menzionate per la zona battuta pratica e per lo spazio battuto reale, quindi ad essa sono applicabili le stesse deduzioni d'indole tattica relative alla zona battuta ed allo spazio battuto.

13. — L'esperienza dimostra che, sia per le zone battute pratiche, sia per le zone dominate pratiche, si può approssimativamente seguire il concetto

(1) Poichè si è supposto che il bersaglio si sposti mantenendo il suo centro sulla linea di mira, o parallelamente alla linea di mira, l'errore battuto è uguale allo spazio battuto; perciò alcuni nella definizione di zona dominata introducono la parola « spazio battuto » in luogo di « errore battuto ».

che esse variano in ragione inversamente proporzionale alle corrispondenti variazioni dell'angolo d'arrivo reale.

Così, ad esempio (Fig. 2), se il terreno d'arrivo ha andamento generale inclinato rispetto alla linea di mira in modo che l'angolo d'arrivo reale $\widehat{CA_2m_2} = \omega_2$, sia il doppio, il triplo, ecc., oppure $\widehat{C_1A_1m_1} = \omega_1$, sia $^1/_2$, $^1/_3$, ecc. dell'angolo di caduta $\widehat{CAm} = \omega_2$, la profondità della zona battuta pratica e della dominata pratica è $^1/_2$, $^1/_3$, ecc., oppure il doppio, il triplo, ecc. di quella teorica data dalla Tabella.

L'*Istruzione sulle Armi e sul Tiro per la Fanteria,* Vol. II, dà la « Tabella delle zone dominate nel tiro collettivo con fucili Mod. 1891, eseguito a volontà contro bersaglio alto m. 1,65 colla celerità naturale di 6 colpi al minuto primo, da 50 tiratori di media abilità disposti in catena ordinaria in ginocchio, con puntamento al centro » (1).

14. Conclusione. — Esempio riassuntivo. — Per esempio riassuntivo di ciò che si è detto finora per la zona battuta e le zone dominate, si consideri

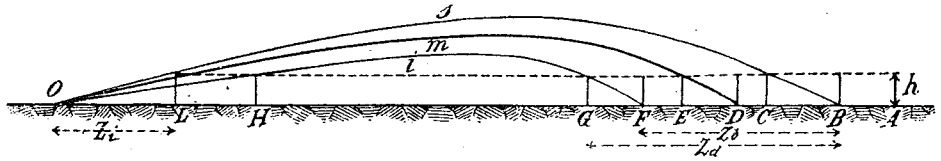


Fig. 4.

un bersaglio di guerra di altezza h e si determinino le condizioni in cui può trovarsi rispetto ad un fascio di tiro collettivo (Fig. 4); muovendo da A verso O si ha:

in A e fino al punto B non è colpito di lancio, ma può esserlo da proiettili di rimbalzo tanto più numerosi quanto più si avvicina a B;

in B entra nella zona battuta BF;

da B a C è colpito da una frazione sempre crescente del fascio;

da C a D, poichè l'altezza del bersaglio è molto minore dell'altezza della rosa verticale, è colpito da una frazione non grande del fascio, ma sempre crescente coll'avvicinarsi al punto di caduta D della traiettoria media;

da D ad E è colpito dal nucleo centrale del fascio ed, in relazione alla propria altezza h, intercetta il maggior numero di traiettorie;

da E ad F è colpito da una frazione decrescente del fascio;

in F esce dalla zona battuta, ma, in relazione all'altezza h, si trova ancora dentro la zona dominata BG per tutto il tratto da F a G;

da G ad H non è colpito;

da H ad L è colpito da una porzione crescente del fascio;

da L ad O è colpito dall'intero fascio.

Considerando le successive posizioni del tratto EH, risulta che: *se le condizioni tattiche lo permettono, allorchè si ritiene di essere battuti dal nucleo del fascio conviene di eseguire un forte sbalzo in avanti.*

15. Alzo di combattimento. — Con una data arma l'alzo più adatto al combattimento è quello che per un bersaglio di media altezza determina la

(1) Vedi seguente N. 20 - Tabella XIII (ultime colonne).

massima zona dominata ininterrotta a partire dall'origine del tiro; alzo che perciò dà un sufficiente grado di probabilità di colpire anche quando si commettono errori di puntamento ed errori (1) nella stima della distanza.

Alcuni ritengono che nel combattimento il bersaglio d'altezza media sia l'uomo in piedi fermo — m. 1,65 — oppure di corsa — m. 1,80 —, altri, con maggiore verosimiglianza, l'uomo in ginocchio — da m. 1 a m. 1,10 —; perciò, evidentemente, in queste diverse ipotesi il valore dell'alzo di combattimento risulta molto differente.

ALZI DI COMBATTIMENTO PER LE GRANDI, PER LE MEDIE, PER LE PICCOLE DISTANZE. — Alcuni notano che per ragioni tattiche i bersagli si presentano con tre diverse altezze a seconda della distanza tra i combattenti e precisamente notano che: alle grandi distanze gli uomini sono in piedi e spesso i reparti in formazione profonda — alle medie distanze gli uomini sono in piedi e frequentemente di corsa — alle piccole distanze tutti cercano di coprirsi e di muoversi presentando la minore altezza di bersaglio, perciò vorrebbero le armi graduate con tre alzi di combattimento. Questi alzi sarebbero: *l'alzo per le piccole distanze,* determinato per bersaglio d'uomo in ginocchio; *l'alzo per le medie distanze,* determinato per bersaglio d'uomo in piedi di corsa; *l'alzo per le grandi distanze,* determinato per bersagli di reparti alquanto profondi d'uomini in piedi e fermi.

ALZO UNICO DI COMBATTIMENTO. — Questi alzi di combattimento mentre non eliminano il grave inconveniente dell'oblio dell'alzo, in cui si teme che incorrano i tiratori soggetti alle forti emozioni della lotta, rendono meno efficace il fuoco qualora, come è presumibile, sia ben impiegato e ben diretto e condotto.

La soluzione ideale sarebbe data esclusivamente dall'*alzo unico di combattimento* determinato per bersaglio d'uomo in ginocchio nei limiti di distanza fra i quali si svolge l'odierno combattimento delle fanterie (2); ma la tecnica delle armi e degli esplosivi, per quanto progredisca e sia giunta ad ottenere traiettorie molto tese, è ancora impotente a soddisfare alle esigenze che richiede l'alzo unico per dominare ininterrottamente fino a 1000 m. un bersaglio alto 1 metro.

16. — Per il tiro collettivo col nostro fucile Mod. 91 si possono fare le seguenti considerazioni:

Dalla « Tabella delle zone dominate » e dalla « Tabella dei percento di lancio del tiro collettivo » risulta che col fucile Mod. 91 l'alzo di 700 m. è l'*alzo di combattimento per le medie distanze.*

Infatti: coll'alzo di 700 m. la zona dominata relativa ad un bersaglio d'uomo in piedi (m. 1,65) si estende ininterrotta, sebbene più o meno intensamente battuta (0,6 % a m. 400; 32 % a m. 700; 0,8 % a m. 900) dalla bocca

---

(1) *Istruzione sulle Armi e sul Tiro per la Fanteria,* Vol. II, N. 53. — « Viene qualificato *abile nella stima delle distanze a vista* l'ufficiale che nel complesso delle stime fatte non avrà commesso un *errore medio* maggiore del 12 %; viene invece qualificato *non abile* in detta stima se l'errore medio commesso è maggiore di tale limite ».

Si noti che all'errore medio del 12 % corrisponde un errore probabile del 10 % circa.

(2) Vedi precedente Capitolo III, N. 29.

dell'arma fino a m. 917 (1); mentre la zona dominata dall'alzo di 600 metri si estende dalla bocca dell'arma fino a m. 841, e quella dominata dall'alzo di 800 m. si estende per soli 470 m. fra le distanze di 500 e 970 m.; l'alzo meno conveniente risulta quello di 1500 m., poichè la zona dominata si estende per soli m. 290 fra le distanze di 1350 a 1640 m.

Alle piccole distanze l'avversario, certamente, starà il meno possibile nella posizione in piedi fermo o di corsa, perciò le zone dominate che si devono considerare per determinare l'alzo di combattimento devono essere relative a bersagli di piccola altezza e quindi risultano di estensione alquanto minore delle zone date dalla Tabella anzidetta; ciò fa dedurre che l'alzo di 700 m. non è opportuno per le piccole distanze; se per il fucile Mod. 1891 si vuole stabilire un *alzo di combattimento per le piccole distanze* risulta conveniente l'alzo di 450 m., cioè l'*alzo abbattuto*.

Per le grandi distanze non è opportuno di stabilire delle regole, sebbene le zone dominate cogli alzi da 1500 a 2000 m. crescano da 290 m. fino a 407 m. d'estensione, poichè, data la poca probabilità d'infliggere delle sensibili perdite al nemico (2) e la grande probabilità di commettere errori di puntamento e di stima della distanza, si ritiene che, salvo casi eccezionali, non convenga d'impiegare il fuoco.

A questo proposito è bene di ricordare che il *Regolamento d'esercizi per la Fanteria* al N. 252 sconsiglia di regola dal far fuoco alle grandi distanze, perchè questo si risolverebbe, il più delle volte, in un dannoso spreco di munizioni: « Il fuoco alle grandi distanze deve considerarsi di impiego affatto eccezionale ».

Articolo II. — Vulnerabilità nel tiro collettivo.

17. Vulnerabilità nel tiro collettivo. — L'*Istruzione sulle Armi e sul Tiro per la Fanteria*, Vol. II, al N. 87 stabilisce: « un bersaglio si dice *vulnerabile* quando può essere colpito da un numero più o meno grande di proietti. Il *grado di vulnerabilità* di un bersaglio si esprime per mezzo del percento di proietti che possono colpirlo in un tiro collettivo prolungato ».

La vulnerabilità è dunque un elemento teorico-pratico del tiro collettivo.

Un bersaglio che si trova nella zona dominata da un tiro collettivo raccoglie di lancio solo quelle traiettorie del fascio comprese fra le due che sfiorano le sue estremità superiore ed inferiore se esso è sottile, e la inferiore-anteriore e superiore-posteriore se è profondo, ed in ambo i casi quelle comprese entro il suo fronte apparente; il bersaglio però dev'essere considerato nelle sue superfici esposte effettivamente all'azione vulnerante del tiro, altri-

---

(1) Si noti che da m. 400 alla bocca dell'arma il percento teorico dei colpi utili va aumentando con grande rapidità, poichè le ordinate della traiettoria media vanno diminuendo (il vertice corrisponde alla distanza di 400 m., ove $y =$ a m. 3,22), cioè tutto il fascio va abbassandosi; precisamente a 200 m. ha circa il 60 % ed a 100 m. si ha circa il 90 %.

(2) Al punto in bianco si ha in media l'8 %.

menti la determinazione della vulnerabilità fatta in relazione alle dimensioni del bersaglio non ha alcun pratico valore.

La vulnerabilità oltrechè dal bersaglio dipende dalla distanza di tiro, dalla giustezza del tiro collettivo, dall'errore nell'alzo, dall'errore nel puntamento; infatti considerando un bersaglio di determinata superficie vulnerabile:

a) Variando la distanza variano le dispersioni e perciò varia il numero dei colpi raccolti dal bersaglio:

b) Variando la giustezza del tiro collettivo, relativamente al grado di vulnerabilità, si ottengono sui bersagli verticali effetti inversi a quelli che producono le variazioni di distanza; così un aumento di giustezza corrisponde negli effetti ad una diminuzione di distanza.

Però si deve notare che per le piccole e medie distanze quanto più piccola è la rosa verticale (giustezza maggiore) tanto più grande è quella orizzontale (profondità maggiore), perciò la maggiore dispersione orizzontale significa anche minore vulnerabilità per i bersagli orizzontali (formazioni profonde); ne risulta che aumentando la giustezza col diminuire della distanza, mentre cresce la vulnerabilità dei bersagli verticali (alti) decresce quella dei bersagli orizzontali (profondi e pochissimo alti); dunque, a parità di altre condizioni, *un bersaglio orizzontale è meno vulnerabile alle piccole che alle medie distanze.*

c) L'errore nell'alzo sposta il nocciolo del fascio rispetto alla parte centrale della superficie vulnerabile, quindi questa è meno battuta e può avvenire che risultando il bersaglio fuori del fascio (cioè fuori della zona dominata), la vulnerabilità sia nulla.

d) Gli errori nel puntamento sappiamo che sono dovuti a molteplici cause; su queste cause nel tiro collettivo maggiormente influiscono l'abilità, lo stato fisico e lo stato morale dei tiratori.

— Alcuni (1) ritengono che le dispersioni pratiche nel combattimento siano quintuple delle teoriche ottenute nei poligoni, ma probabilmente ragionano con eccessivo ottimismo.

L'*Istruzione sulle Armi e sul Tiro per la Fanteria*, Vol. II, N. 87, dice: « L'influenza dell'agitazione nervosa dei tiratori prodotta dalle loro condizioni fisiche e morali del momento nel quale si esegue il fuoco, è teoricamente indeterminabile » sino a rendere invulnerabile un bersaglio che in condizioni ordinarie lo sarebbe grandemente.

18. — Vi sono sistemi puramente teorici ed altri teorico-pratici per la determinazione della vulnerabilità.

Fra i primi vi è quello di estendere al tiro collettivo il metodo dei fattori di probabilità che abbiamo applicato per la vulnerabilità nel tiro individuale; cioè riducendo la formazione e la forma del bersaglio ad un rettangolo di equivalente superficie vulnerabile e determinando il percento dei colpi che possono colpirlo; ma in questo modo si fa dipendere la vulnerabilità solo da alcune delle caratteristiche del bersaglio.

Un metodo teorico-pratico è quello esposto dal Ricci (1), col quale si tiene anche conto delle perdite che i tiratori ed il bersaglio subiscono durante la loro reciproca azione di fuoco.

---

(1) *Rivista di Artiglieria e Genio*, Vol. I, 1908.

A questo sistema si può effettivamente dare un'applicazione pratica: si può ottenere in modo verosimile la diminuzione reciproca dei tiratori, e quindi le variazioni sia nella forza che nella vulnerabilità di due reparti contrapposti, facendo eseguire il tiro contemporaneamente ed a distanze uguali da due reparti i quali battono ciascuno un bersaglio corrispondente per forza e per formazione all'altro reparto; poichè i bersagli sono costituiti da sagome che cadono quando sono colpite (autocadenti), al momento in cui cade una sagoma di uno dei bersagli, si fa ritirare dal fuoco il tiratore del corrispondente reparto. Così facendo si riscontrerebbe che, dopo un certo numero di colpi, oppure alla fine di un dato tempo, *le perdite dei due reparti sono da* $^1/_3$ *ad* $^1/_4$ *minori di quelle che risulterebbero dall'applicazione delle ordinarie Tabelle di vulnerabilità.*

È pure un metodo teorico-pratico quello seguito (1) per determinare la « Tabella dei percento di lancio del tiro collettivo di armi Mod. 1891 » data dall'*Istruzione sulle Armi e sul Tiro per la Fanteria*, Vol. II (2).

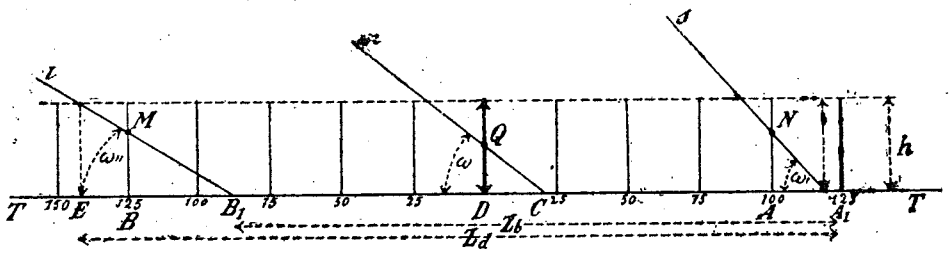


Fig. 5.

19. Metodo sperimentale seguito nella ricerca delle zone battute, delle zone dominate e della vulnerabilità nel tiro collettivo di fucili Modello 1891. — Sopra un terreno piano, presso a poco orizzontale, si colloca alla esatta distanza di punto in bianco corrispondente all'alzo che s'impiega, un cartellone rettangolare alto m. 1,65 e di larghezza molto maggiore a quella probabile della larghezza della rosa; a distanze di 25 m. fra loro si dispongono avanti e dietro al bersaglio base altri cartelloni uguali al primo in numero tale da occupare abbondantemente la probabile zona dominata; nel centro del cartellone più vicino alla linea di fuoco si dispone un falso scopo la cui larghezza sia tale che il tiro delle ali risulti convergente sul centro del bersaglio base.

L'esperienza si eseguisce sparando un numero grande di cartucce con un reparto ed in condizioni ben determinate, che si riportano poi nel testo della Tabella; per esempio, le condizioni per il fucile Mod. 1891 furono: « 50 tiratori di media abilità, disposti in catena ordinaria in ginocchio, celerità media di 6 colpi al 1′ ».

Ultimata l'esperienza si determina la zona battuta e la zona dominata nel seguente modo (Fig. 5):

La *zona battuta* $B_1 A_1$ (profondità della rosa orizzontale) è data dalla distanza BA, compresa fra i due cartelloni estremi che hanno ricevuto il minor numero di colpi, aumentata del tratto AA_1 e diminuita del tratto BB_1; cioè:

$$Z_b = B_1A_1 = BA + AA_1 - BB_1;$$

ma

$$AA_1 = \frac{AN}{\text{tang } \omega'}$$

(1) Negli anni 1890 e 1891, epoca dello studio del fucile Mod. 91, e nel 1894.
(2) Vedi appresso N. 20-21-22 e Tabella XIII.

ove AN è l'ordinata del punto più alto in cui è stato colpito il cartellone estremo lontano ed ω' l'angolo di caduta corrispondente alla distanza del cartellone A;

e $$BB_1 = \frac{BM}{\text{tang } \omega''}$$

ove BM è l'ordinata del punto più basso in cui è stato colpito il cartellone estremo vicino ed ω'' l'angolo di caduta corrispondente alla distanza del cartellone B; quindi si ottiene:

[1] $$Z_b = A_1B_1 = AB + \frac{AN}{\text{tang } \omega'} - \frac{BM}{\text{tang } \omega''}.$$

La *zona dominata* EA_1 è, come già si disse, data dalla zona battuta aumentata dello spazio battuto relativo all'altezza del bersaglio; cioè:

[2] $$Z_d = EA_1 = A_1B_1 + B_1E = Z_b + \frac{h}{\text{tang } \omega''};$$

nel nostro caso:

$$Z_d = Z_b + \frac{1{,}65}{\text{tang } \omega''}.$$

Conosciute Z_b e Z_d, che si riportano in apposite tabelle (1), si passa alla determinazione della vulnerabilità nei vari tratti della zona dominata, cioè si determina il percento dei colpi che ciascun cartellone ha ricevuto; perciò si constata il numero dei punti colpiti di lancio su ciascuna linea di cartelloni e si riduce questo numero alla proporzione di 100 colpi sparati; i risultati rappresentano la vulnerabilità probabile dei singoli cartelloni in relazione alla loro distanza dall'origine del tiro e perciò anche in relazione alla loro posizione rispetto alla traiettoria media.

20. Serie dei punti colpiti su 100 sparati. — *Serie dei punti colpiti su 100 sparati con un determinato alzo* si chiama l'insieme dei percento anzidetti ordinati secondo le distanze dei bersagli a cui si riferiscono, cioè la tabella, o lo specchio, in cui sono registrate le distanze dei bersagli dal punto in bianco, ed i corrispondenti percento sperimentali.

Riunendo in una sola tabella i risultati di tutte le serie ottenute, con le diverse linee di mira che l'alzo può dare, si ha la Tabella di vulnerabilità del tiro collettivo; *Istruzione sulle Armi e sul Tiro per la Fanteria*, Vol. II (Vedi Tabella XIII a pagina seguente).

Il percento maggiore di ciascuna serie si dice *nocciolo*.

Abbiamo detto che le esperienze presso di noi vennero eseguite (2) in condizioni determinate; ma volendo che esse abbiano realmente importanza sia per lo studio, sia per la pratica del tiro, come vedremo in seguito, è stato necessario di fare altre esperienze, variando volta a volta quelle condizioni che sono suscettibili di una variazione ben definita come, per esempio: la posizione dei tiratori; la celerità, la durata e la specie del fuoco; le condizioni di visibilità; le condizioni atmosferiche; indi, considerando come serie definitiva per ogni alzo la media di tutte le diverse serie eseguite con quell'alzo.

Risulta evidente che queste serie medie permettono di fare delle deduzioni che si approssimano alla realtà degli effetti del fuoco nel combattimento (Vedi seguente Capitolo V).

---

(1) Vedi « Zone dominate nel Tiro collettivo con fucili Mod. 1891 contro bersaglio alto m. 1,65 », ultime quattro colonne della Tabella XIII.

(2) Anni 1890, 1891, 1894.

TABELLA XIII. — **Serie dei per cento dei colpi di lancio nel tiro collettivo di fucili Mod. 1891.**

Tabella dei per cento di lancio nel tiro collettivo eseguito a volontà contro un cartellone alto metri 1,65 di larghezza superiore al doppio della dispersione trasversale, colla celerità media di 6 colpi al minuto, da 50 tiratori di media abilità disposti in catena ordinaria in ginocchio, con puntamento al centro (Media delle esperienze eseguite su vasta scala negli anni 1891 e 1894 presso alcuni reggimenti di fanteria e presso la Scuola di Applicazione di fanteria).

ALZI IMPIEGATI metri	PER CENTO DEI PUNTI COLPITI DI LANCIO																												ALZI IMPIEGATI metri
	alle sottoindicate distanze in metri, misurate avanti al punto in bianco																al punto in bianco	alle sottoindicate distanze in metri, misurate dietro il punto in bianco										Profondità della zona dominata			
	400	375	350	325	300	275	250	225	200	175	150	125	100	75	50	25		25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	da m.	a m.	estensione	
450	100,0	98,8	88.0	72,2	59,9	52,0	48,0	45,8	45,0	45,5	46,9	48,7	50,8	52,4	**53,5**	53,4	51,9	48,6	43,3	36,9	29,7	21,8	14,9	9,4	5,3	2,9	1,3	0,5	0	735	735	450
600	7,3	6,6	6,5	6,8	7,5	8,6	10,2	12,3	14,5	17,6	21,3	25,3	29,6	33,8	37,0	**38,8**	38,4	35,8	30,9	24,6	17,9	11,7	6,8	3,0	1,8	0,9	—	—	0	831	841	600
700	0,6	0,7	0,9	1,2	1,6	2,3	3,3	4,7	6,4	9,0	12,3	16,4	21,0	25,7	29,8	32,4	**36,6**	39,2	25,4	19,2	12,9	7,6	3,9	1,7	—	—	—	—	0	917	917	700
800	—	—	—	—	—	0,5	0,9	1,7	2,6	4,4	7,0	10,5	14,9	19,9	24,5	27,7	**28,3**	26,0	21,1	15,1	9,3	4,9	2,2	0,2	—	—	—	—	507	977	470	800
900	—	—	—	—	—	—	—	0,6	1,2	2,1	3,9	6,7	10,6	15,5	20,4	24,0	**25,0**	22,7	17,7	11,8	6,7	3,1	1,2	0,5	—	—	—	—	660	1080	420	900
1000	—	—	—	—	—	—	—	—	0,5	1,1	2,2	4,2	7,6	12,2	17,1	21,0	**22,2**	19,9	15,0	9,3	4,8	2,0	0,8	—	—	—	—	—	793	1166	373	1000
1100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,6	1,5	2,7	5,5	9,6	14,5	18,5	**19,8**	17,6	12,8	7,4	3,4	1,2	0,5	—	—	—	—	—	915	1255	340	1100
1200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,9	1,8	4,0	7,6	12,2	16,3	**17,7**	15,6	11,4	6,0	2,5	0,8	—	—	—	—	—	—	1030	1346	316	1200
1300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,6	1,3	3,1	6,3	10,5	14,3	**15,7**	13,7	9,3	4,9	2,0	0,6	—	—	—	—	—	—	1139	1441	302	1300
1400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,4	1,0	2,5	5,2	9,0	12,5	**13,9**	12,1	8,1	4,2	1,6	0,4	—	—	—	—	—	—	1245	1538	293	1400
1500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,4	0,8	2,1	4,5	7,8	10,9	**12,9**	10,5	7,1	3,7	1,4	0,4	—	—	—	—	—	—	1347	1637	290	1500
1600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2	0,8	1,9	4,0	6,8	9,4	**10,4**	9,1	6,3	3,3	1,4	0,4	—	—	—	—	—	—	1446	1740	294	1600
1700	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,3	0,8	1,9	3,7	6,0	8,1	**8,9**	7,8	5,5	3,1	1,4	0,5	—	—	—	—	—	—	1540	1845	305	1700
1800	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,4	0,9	1,9	3,5	5,3	6,8	**7,4**	6,6	4,9	3,0	1,4	0,6	0,2	—	—	—	—	—	1630	1955	322	1800
1900	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,3	0,5	1,1	2,0	3,2	4,6	5,6	**6,0**	5,5	4,3	2,8	1,6	0,8	0.3	—	—	—	—	—	1713	2070	357	1900
2000	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2	0,3	0,7	1,3	2,1	3,0	**3,9**	4,5	**4,7**	4,4	3,6	2,5	1,7	1,0	0,4	0,2	—	—	—	—	1786	2193	407	2000

NB. I percento in carattere **grassetto** sono quelli di valore più prossimo ai *noccioli* della serie.

21. Caratteristiche del tiro collettivo che risultano dall'esame della Tabella di vulnerabilità del fucile Mod. 1891. — a) *Il nocciolo della serie* (1) *coincide col punto in bianco alle maggiori distanze di tiro da 700 m. in poi; alle distanze minori di 700 m. è spostato verso la linea di fuoco.*

Questa apparente anomalia è spiegata dal fatto che alle minori distanze la differenza di tensione fra le traiettorie inferiori e le superiori del fascio diviene molto sensibile; quindi un bersaglio situato alquanto avanti al punto in bianco mentre per una stessa superficie verticale perde una parte delle traiettorie della falda superiore del fascio, acquista una parte delle traiettorie della falda inferiore più tesa e perciò più giusta che dà luogo a maggior percento.

b) *Il percento del nocciolo della serie decresce col crescere della distanza di punto in bianco;* ciò perchè col crescere della distanza, diminuisce la giustezza (dispersione verticale) del tiro.

c) *I percento di ciascuna serie diminuiscono gradatamente avanti ed oltre il nocciolo.*

d) *A parità di distanza dal nocciolo i percento di una determinata serie avanti al nocciolo sono maggiori di quelli oltre il nocciolo;* ciò a causa della maggiore tensione e quindi maggiore giustezza della falda inferiore del fascio.

e) *La zona dominata da un alzo è sempre più estesa innanzi che oltre il punto in bianco;* ciò poichè, per quello che abbiamo altrove detto, il punto di caduta, C, della traiettoria media non corrisponde al punto medio della zona battuta B_1A_1 (Fig. 5), DC è sempre sensibilmente minore di BB_1.

f) *Un bersaglio di determinata altezza, h, avanzando dalla posizione di punto in bianco verso l'origine del tiro cessa di essere vulnerabile fra i limiti di distanza, dall'origine del tiro, in cui la traiettoria inferiore del fascio ha una ordinata maggiore dell'altezza, h, del bersaglio.*

22. Le esperienze che condussero ai risultati della Tabella furono numerosissime ed eseguite con reparti diversi, in diverse località, in diverse epoche e condizioni atmosferiche; ma sono relative ai seguenti criteri e dati costanti: cartelloni uniti tutti vulnerabili e visibili, alti m. 1,65, di larghezza superiore a quella della rosa — celerità di 6 colpi al 1′ — numero di tiratori costante, 50, di media abilità ($^1/_4$ ottimi, $^1/_4$ cattivi, $^1/_2$ mediocri), disposti in catena ordinaria, posizione in ginocchio, puntamento al centro del fronte, terreno parallelo alla linea di mira, distanza esattameute corrispondente all'alzo.

Perciò anche questo metodo teorico-pratico non può dare che una approssimata idea del valore della vulnerabilità che effettivamente hanno i bersagli in guerra.

Le deduzioni tratte dalla Tabella sono molto teoriche, tanto più perchè determinate ritenendo erroneamente, che la vulnerabilità sia proporzionale alla superficie del bersaglio, che la dispersione dei colpi sia la teorica, cioè tale da applicare ad essa il calcolo delle probabilità come nel tiro individuale; inoltre *il valore di quelle deduzioni è oggidì anche diminuito, poichè, ad eccezione dei pochi casi in cui conviene il tiro a comando, la celerità del tiro continuo mirato è personale* (2); nonostante ciò si

(1) Stampato con numeri più grandi.

(2) Presso la Scuola d'Applicazione di Fanteria si sono eseguite esperienze per la determinazione di tutte le Tabelle relative al tiro collettivo eseguito coi criteri che informano le disposizioni del *Regolamento d'esercizi per la Fanteria* (Edizione 1914) e dell'*Istruzione sulle Armi e sul Tiro per la Fanteria*, Volume I (Edizione 1909): sui risultati di queste esperienze è stato svolto il seguente Articolo III ed il Capitolo V, che perciò rappresentano uno studio del tiro collettivo sicuramente conforme il più possibile al vero tiro nel combattimento.

può ritenere che nell'esporre teoricamente quelle deduzioni, che oggidì si devono alquanto modificare, si raggiunge sufficientemente lo scopo di chiarire alcuni concetti che servono a determinare le regole di impiego del fuoco di fanteria poichè, come ben dice il Ricci: « Essenzialmente va notato che la soluzione matematica d'un problema i cui dati non possono essere esattamente conosciuti, non deve certo essere intesa ed applicata nella sua rigidità. Interpretata con giusto criterio può servire di controllo, conferma o rettifica alle soluzioni sempre meno sicure, ottenute con altri mezzi »; bisogna guardarsi dalle conseguenze troppo assolute; ma in alcuni casi e dentro certi limiti, la misura teorica di un fatto parla più chiaramente e più efficacemente che un apprezzamento, soggetto a dubbî, a controversie e spesso alla particolare abilità di colui che lo deduce.

Dunque, per il giusto criterio anzidetto, non è conveniente di attenersi esclusivamente alle pure deduzioni teoriche, ma si seguiranno quelle più pratiche che logicamente si ottengono applicando alle teoriche i criteri di riduzione risultanti considerando, per esempio, che nell'odierno combattimento i bersagli sono catene d'uomini spesso ad intervalli maggiori di mezzo passo, squadre in fila all'*indiana*, gruppi di tre o quattro uomini avanzanti rapidamente a brevi tratti per subito coprirsi, cioè bersagli che in ciascun caso, sfruttando abilmente le formazioni, la copertura del terreno al tiro ed alla vista, riducono di molto il grado teorico della loro vulnerabilità.

23. Impiego della Tabella dei percento del tiro collettivo nel computo della vulnerabilità dei varî bersagli di guerra. — Le Tabelle di vulnerabilità si prestano alla soluzione approssimativa di alcuni problemi, quali per esempio:

a) *A quale distanza dalla linea di fuoco si trova il nocciolo della serie corrispondente ad un determinato alzo.*

b) *Qual'è il percento corrispondente ad una data distanza impiegando un determinato alzo.*

c) *Determinare il percento che si ottiene commettendo un dato errore nella stima della distanza o nell'alzo.*

d) *Trovare il numero dei colpi che si dovrebbero sparare con un determinato alzo affinchè il bersaglio, situato a distanza nota, riceva un determinato numero di colpi.*

Se V è la vulnerabilità alla distanza nota D ed il bersaglio deve ricevere n colpi, dalla relazione

[3] $$V : 100 : : n : N$$

si ha: $$N = 100 \frac{n}{V}.$$

e) *Quale percento si otterrebbe impiegando contro uno stesso bersaglio, situato a distanza nota, due alzi differenti e sparando con ciascun alzo un ugual numero di colpi.*

La soluzione di questo problema conferma teoricamente ciò che, circa l'impiego di due alzi nel fuoco collettivo, dice il *Regolamento d'esercizi per la Fanteria* al N. 259: « in casi d'incertezza nella scelta fra due alzi, è meglio preferire il più corto ».

Effettivamente, anche tenuto conto degli errori che si possono commettere nella misurazione e stima delle distanze, *non è consigliabile* l'impiego di due o più alzi scalati, poichè le cause di dispersione sono già tali e tante che non conviene aumentarle artificiosamente coll'impiego simultaneo di due o più alzi contro uno stesso bersaglio; è bene decidersi per l'alzo più corto,

perchè permette di trar meglio partito dei rimbalzi e compensa la tendenza di tirare in alto, che è frequente nei tiratori.

f) *Determinare l'estensione della zona dominata da un determinato alzo, a quale distanza comincia ed a quale distanza finisce.*

24. Criteri di riduzione « dedotti dal calcolo e sanzionati dall'esperienza ». — Oltre ai problemi anzidetti le Tabelle servono per determinare la vulnerabilità dei bersagli diversi da quello adoperato nelle esperienze, quali quelli di guerra sia sottili che profondi, applicando, secondo la nostra *Istruzione sulle Armi e sul Tiro per la Fanteria*, Vol. II, i seguenti criteri di riduzione « dedotti dal calcolo e sanzionati dall'esperienza » (1):

a) *Bersagli sottili ed a superficie continua.* — I bersagli lineari fermi di larghezza superiore al doppio della dispersione, di superficie continua hanno una vulnerabilità proporzionale alla loro altezza.

Ciò significa che si ammette che i colpi si distribuiscano uniformemente nella rosa verticale il che non è; però considerando che le striscie rappresentanti gli ordinari bersagli di guerra hanno altezza molto piccola (massima m. 2,45 dell'uomo a cavallo) rispetto alla grande altezza della rosa verticale del tiro collettivo (minima m. 6,32 a 450 m., massima m. 75,18 a 2000 m.), l'ipotesi ammessa dà luogo ad errori non troppo sensibili.

Allora, se V è la vulnerabilità ricavata dalla tabella dei percento del bersaglio alto m. 1,65, la vulnerabilità V_x di un bersaglio di altezza A si ricava dalla proporzione:

$$[4] \qquad V : 1{,}65 :: V_x : A, \quad \text{da cui} \quad V_x = V \frac{A}{1{,}65}$$

quindi la vulnerabilità approssimativa di un bersaglio lineare fermo, a superficie continua e di altezza diversa da 1,65, si ottiene moltiplicando il numero dedotto dalla Tabella dei percento del tiro collettivo per un rapporto, ossia per una frazione, che ha per numeratore l'altezza del bersaglio del quale si cerca la vulnerabilità e per denominatore l'altezza costante di 1,65 a cui si riferiscono i dati della Tabella dei percento del tiro collettivo.

Pei bersagli ordinari di guerra i rapporti suddetti sono i seguenti:

$$\text{Cavalleria} \ldots \frac{2{,}45}{1{,}65} = 1{,}49, \text{ quindi } \textit{circa } 3/2;$$

$$\text{Fanteria in ginocchio} \ldots \frac{1{,}05}{1{,}65} = 0{,}64, \text{ quindi } \textit{circa } 2/3;$$

$$\text{Fanteria a terra a punt} \ldots \frac{0{,}45}{1{,}65} = 0{,}27, \text{ quindi } \textit{circa } 1/4;$$

$$\text{Fanteria a terra in riposo} \ldots \frac{0{,}30}{1{,}65} = 0{,}18, \text{ quindi } \textit{circa } 1/5.$$

La fanteria e la cavalleria in ordine chiuso su due o più righe si possono considerare, per gli effetti del tiro di fucileria, come bersagli lineari a superficie continua.

b) *Bersagli fermi, sottili, a superficie non continua.* — Per calcolare la vulnerabilità dei bersagli lineari fermi sottili e di superficie non continua come sono le catene di fanteria in piedi, in ginocchio e a terra, è indispensabile non tener conto dei proietti che possono passare attraverso agli intervalli esistenti fra le sagome.

---

(1) Circa la nostra opinione sull'opportunità di questi criteri vedi seguente Capitolo V.

A tal uopo basta fare il rapporto fra la superficie di tutte le sagome che formano la catena a quella del rettangolo alto e largo quanto essa, il quale rapporto, se si suppone costante l'intervallo esistente fra uomo e uomo, è uguale a quello che si ottiene dividendo la superficie della sagoma d'un solo uomo della catena per quella del rettangolo alto come la catena e largo quant'è l'intervallo da lato destro a lato destro di due uomini vicini della catena.

Se V_x è la vulnerabilità del rettangolo che circoscrive la catena, calcolata col metodo indicato nel comma precedente, s la superficie di una sagoma della catena ed S quella del rettangolo alto quanto la catena e largo quanto la distanza misurata da lato destro a lato destro di due uomini consecutivi, la vulnerabilità approssimativa V_c della catena si ottiene dalla proporzione :

[5] $$V_c : V_x :: s : S \quad \text{da cui} \quad V_c = V_x \frac{s}{S}$$

e sostituendo a V_x il valore che si ottiene applicando il metodo indicato nel comma *a*), avremo :

[6] $$V_c = V \cdot \frac{A}{1{,}65} \cdot \frac{s}{S}, \qquad \text{ossia:}$$

La vulnerabilità approssimativa di una catena di fanteria, qualunque sia l'intervallo fra gli uomini purchè tale intervallo sia costante, si ottiene moltiplicando il percento, dedotto dalla tabella dei percento del tiro collettivo, per il prodotto di due rapporti relativi, il primo all'altezza della catena riferita a 1,65 ed il secondo alla superficie della sagoma di un uomo della catena riferita a quella del rettangolo da uomo ad uomo che contiene tale sagoma.

Le dimensioni della sagoma dell'uomo di media complessione, disposto nelle varie posizioni, dedotte da fotografia, escludendo armi, equipaggiamento e, per quanto è possibile, anche il vestiario, sono contenute nel seguente specchio :

TABELLA XIV. — **Dimensioni delle sagome bersaglio.**

SAGOME DI FRONTE	Altezza A	Larghezza massima	Superficie s
	metri	metri	mq.
Uomo a cavallo	2,45	0,90	1,1038
In piedi in atteggiamento di marciare . . .	1,65	0,45	0,4754
In piedi a punt	1,65	0,45	0,3708
In ginocchio a punt	1,05	0,45	0,2878
A terra a punt	0,45	0,50	0,1367
A terra in riposo (testa e spalle abbassate) .	0,30	0,50	0,0908

Per i bersagli ordinari di guerra il prodotto dei due rapporti di riduzione anzidetti è indicato nella Tabella XV riportata a pagina seguente.

c) *Bersagli fermi, profondi* (Fig. 6). — Se la profondità del bersaglio è limitata la vulnerabilità che esso ha è, con sufficiente approssimazione, equivalente a quella di un bersaglio sottile che si supponga messo al posto dell'estremità anteriore del bersaglio di altezza eguale ad :

[7] $$A_1 = EG = EF + FG = p \text{ tang } \omega'$$

ove A rappresenta l'altezza del bersaglio profondo, p la profondità, ω' l'angolo di caduta corrispondente alla distanza dell'estremità anteriore del bersaglio.

TABELLA XV. — **Rapporti di riduzione per il calcolo della vulnerabilità dei sotto indicati bersagli.**

TIPO DI BERSAGLIO		Prodotto dei rapporti di riduzione $\frac{A}{1,65} \cdot \frac{s}{S}$
Riga di cavalieri a contatto di staffa		0,75
Riga di soldati (a contatto di di gomito)	in piedi in atteggiamento di marciare	6,64
	in piedi a punt	0,50
	in ginocchio a punt	0,39
	a terra a punt	0,16
	a terra in riposo (testa e spalle abbassate)	0,11
Catena ordinaria (1 soldato per ogni passo di fronte)	in piedi in atteggiamento di marciare	0,38
	in piedi a punt	0,30
	in ginocchio a punt	0,24
	a terra a punt	0,11
	a terra in riposo (testa e spalle abbassate)	0,07
Catena rada (1 soldato per ogni due passi di fronte)	in piedi in atteggiamento di marciare	0,19
	in piedi a punt	0,15
	in ginocchio a punt	0,12
	a terra a punt	0,05
	a terra in riposo (testa e spalle abbassate)	0,04

La vulnerabilità del bersaglio alto A_1 è quella data dalla Tabella (1) moltiplicata per il coefficiente di riduzione $\frac{A_1}{1,65}$ se il bersaglio è a fronte continua (per esempio colonna di compagnia), oppure moltiplicata per il fattore $\frac{A_1}{1,65} \cdot \frac{s}{S}$ se si tratta di bersaglio a fronte non continua (per esempio compagnia coi plotoni affiancati).

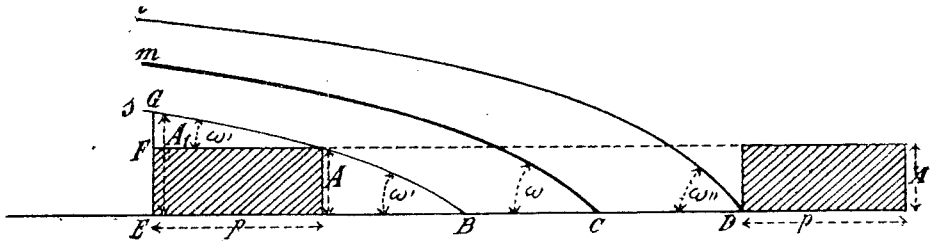


Fig. 6.

d) *Bersagli fermi di fronte ristretta, sottili o profondi.* — Considerando il modo col quale si dispongono i colpi delle rose verticali, risulta evidente che quando il bersaglio ha un fronte più ristretto della larghezza della rosa verticale la vulnerabilità non varia in proporzione alle dimensioni della rosa, bensì in proporzione minore perchè il bersaglio non intercetta una parte del fascio (la meno densa).

e) *Bersagli in moto.* — La vulnerabilità di un bersaglio lineare o profondo, che lungo la direttrice del tiro, avanzi o retroceda a sbalzi, si ottiene con sufficiente approssimazione, facendo per ogni sbalzo la media aritmetica dei percento che corrispondono al tipo di bersaglio considerato nel punto di partenza, in quello di arrivo, e nei punti intermedi.

(1) Vedi precedente N. 20-21, Tabella XIII.

Se il bersaglio muove in direzione perpendicolare alla direttrice del tiro (trasversalmente) per poterlo colpire con la parte più densa del fascio bisognerebbe puntare avanti al bersaglio di una quantità uguale allo spazio che esso può percorrere nel tempo che i proiettili impiegano per giungere alla distanza a cui trovasi il bersaglio (1). Trattandosi però di bersaglio che presenti ai tiratori una certa profondità, per avere probabilità di colpirlo, sarà, in pratica, sufficiente di puntare al lato estremo verso la direzione del movimento.

f) *Bersagli nascosti alla vista o coperti in parte da ostacolo.* — La vulnerabilità di un bersaglio nascosto alla vista da una siepe, da alta vegetazione o da altri ostacoli incapaci di arrestare i proietti, purchè se ne conosca la direzione, diminuisce soltanto di due o tre decimi, in confronto di quella che si può calcolare a bersaglio scoperto.

Un bersaglio coperto in parte da ostacolo che arresti i proietti, ha una vulnerabilità proporzionale all'altezza che, per gli effetti del tiro, sporge al disopra del riparo.

Dietro lo stesso riparo l'altezza vulnerabile d'un medesimo bersaglio aumenta col crescere della distanza di tiro e della distanza fra bersaglio e riparo.

25. Metodo pratico per rappresentare nei poligoni i bersagli profondi e per rilevare su di essi i risultati del tiro. — Un bersaglio profondo può essere rappresentato da due cartelloni, alti e larghi quanto il bersaglio, disposti in colonna, a

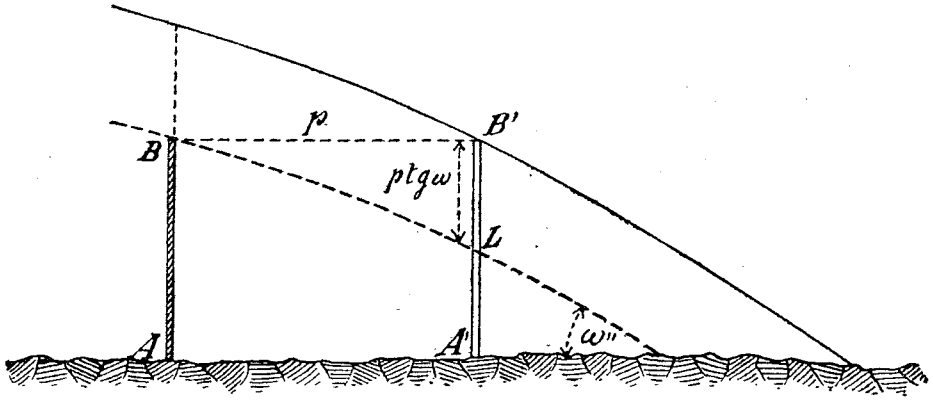


Fig. 7.

distanza uguale alla profondità del bersaglio. Sul cartellone più lontano dall'origine del tiro, però, bisognerà tracciare (Fig. 7) una retta orizzontale L, distante dalla sommità del cartellone d'una quantità B'L uguale alla profondità del bersaglio trasformata in altezza: p tang ω''.

Nel rilevare i punti colpiti, si devono contare sul cartellone di prima linea tutti i fori di lancio e di rimbalzo (2), e su quello di seconda linea soltanto i fori di lancio risultanti al disopra della orizzontale, L, tracciata su di esso; ciò perchè i fori che si trovano al disotto di questa retta sono quelli prodotti dai proietti che hanno già attraversato il primo cartellone; è bene di non tenere conto di tutti i fori di rimbalzo che si trovano sul cartellone di seconda linea perchè anche questi sono dovuti ai proietti che hanno già attraversata la prima.

Se la profondità del bersaglio trasformata in quantità verticale, p tang ω'', è maggiore dell'altezza del bersaglio, occorrerà, per intercettare tutta la porzione di fascio che investe il bersaglio, mettere altri cartelloni tra quello rappresentante la sezione di testa e quello rappresentante la sezione di coda e ripartire su ciascuno di essi la quantità verticale in cui, per gli effetti del tiro, s'è trasformata la profondità del bersaglio.

---

(1) Pel fucile Mod. 1891 la durata per ogni ettometro di traiettoria si può ritenere di $^2/_{10}$ di 1'' fino a 1000 m., indi di $^3/_{10}$ di 1''.

(2) I colpi di rimbalzo si riconoscono per pratica dalla loro forma oblunga anzichè circolare.

Articolo III. — Vulnerabilità delle formazioni della fanteria soggette al tiro collettivo di fucileria.

26. Premessa. — Quanto viene esposto in questo breve articolo rappresenta una recensione, il più possibile fedele, degli accurati e dotti lavori compiuti presso la Scuola di Applicazione di Fanteria dai Capitani Ruggeri e Roluti; tali lavori sono:

Ruggieri, *Impiego del fuoco di fucileria* (Studi e ricerche), edizione 1912.

F. Roluti, *Le formazioni meno vulnerabili della fanteria e l'impiego del fuoco di fucileria* (Studi e ricerche), edizione 1913.

27. Condizioni generali e modalità delle esperienze. — Le esperienze vennero compiute nell'estate del 1912 nel poligono di Ponte Taro e si collegano con quelle eseguite negli anni 1910-1911.

Le condizioni e modalità seguite per le esperienze sono state le seguenti:

1° *Concetti di massima.* — Vennero mantenuti rigorosamente costanti tutti i fattori relativi ai tiratori, alle distanze di tiro, alla visibilità del bersaglio, ecc. ....., eccettuato il fattore che si voleva prendere in esame.

Le diverse distanze di tiro vennero opportunamente ripartite ed alternate in modo da evitare che l'abilità media dei tiratori, i quali migliorano con i ripetuti esercizi, influisse sui risultati considerati in rapporto alle diverse distanze.

I tiri vennero ripetuti un numero conveniente di volte, in modo che la media dei risultati sia sufficientemente attendibile.

I bersagli rappresentarono sempre una forza uguale a quella dei tiratori ed occuparono una fronte uguale a quella dei tiratori (1).

2° *Forza.* — Il numero dei tiratori (*forza*) venne stabilito costantemente da un plotone di 60 uomini, ritenendosi che tale forza costituisca la maggiore unità tattica che, di massima, nel combattimento alle piccole e medie distanze, possa eseguire il fuoco sotto il comando di un solo capo.

3° *Posizione dei tiratori.* — A terra od in ginocchio, a volontà di ciascun tiratore però, in modo di vedere bene il bersaglio; i tiratori appostati sempre sul terreno naturale, allo stesso livello del piede del bersaglio.

4° *Colpi di lancio e di rimbalzo.* — Furono considerati solo i colpi di lancio perchè, tenendo calcolo anche di quelli di rimbalzo si sarebbe introdotto, nei risultati, un elemento avente carattere eccezionale, essendo il poligono in cui vennero eseguite le esperienze, alquanto favorevole ai rimbalzi.

5° *Distanze.* — Si sono scalate tra loro le distanze da 200-300 m. scegliendo quelle tipiche alle piccole, alle medie, ed al limite inferiore delle grandi distanze.

Non vennero eseguiti tiri al di là dei 1200 m. perchè i bersagli non sarebbero stati sufficientemente visibili in modo da acconsentire un puntamento accurato, come invece era indispensabile per ottenere risultati attendibili ed utili.

---

(1) Tranne nel caso di plotone di fianco per quattro.

6° *Bersagli.* — *a) Truppe distese:* vennero rappresentate con sagome regolamentari; gl'intervalli tra le sagome e le varie squadre furono quelli regolamentari, corrispondenti anche agli intervalli mantenuti sempre nel plotone tiratori: mezzo passo, cioè, tra uomo e uomo; 4 o 5 passi tra squadra e squadra.

b) Bersagli profondi colla fronte normale alla direttrice del tiro: nei tiri eseguiti contro bersagli profondi, aventi fronte normale alla direzione di tiro, i vari reparti rappresentati furono:

I) Squadre affiancate per due (1).
II) Squadre affiancate per uno (2).
III) Plotone di fianco per quattro (3).

— Sui bersagli retrostanti a quelli di testa delle formazioni di fianco, venne segnata una retta orizzontale distante dalla sommità dei bersagli stessi d'una quantità uguale alla profondità del tratto di bersaglio in questione, trasformata in altezza (4). Perciò i colpi sopra a questa linea erano essenzialmente quelli che, pur riuscendo alti per il bersaglio antistante, colpivano ugualmente le sezioni retrostanti (5): i colpi al disotto della linea in parola, poichè i bersagli antistanti erano impenetrabili ai proietti, rappresentavano invece quelli obliqui, provenienti dai tiratori situati alle ali del reparto che eseguiva il fuoco.

c) Bersagli profondi colla fronte obliqua alla direzione del tiro: quando i bersagli vennero collocati colla fronte che formava un angolo colla direzione del tiro, le formazioni di fianco furono rappresentate, allo scopo di raccogliere i colpi obliqui (6).

---

(1) *Faccia anteriore:* bersaglio rettangolare alto m. 1,65, largo m. 1,20, addossato ad una pila di mattoni con spessore sufficiente per arrestare i proietti.

Faccia posteriore: bersaglio rettangolare alto m. 1,65, largo m. 1,20, collocato dietro a quello precedente, alla distanza di m. 10,80, corrispondente alla profondità di una squadra.

Bersaglio intermedio: delle stesse dimensioni dei precedenti, addossato ad una pila di mattoni con spessore sufficiente per arrestare i proietti.

Cartellone disteso sul suolo, dalla sezione di testa a quella di coda, largo m. 1,20, per raccogliere i colpi che, eventualmente, potessero cadere tra la faccia anteriore ed i bersagli retrostanti.

(2) Come le squadre affiancate per due, con queste sole varianti: fronte dei bersagli, m. 0,60; profondità, m. 21,30.

(3) Come i precedenti bersagli con queste sole varianti: fronte m. 2,40, profondità m. 19,50.

(4) Vedi precedente N. 25.

(5) È vero che non è del tutto da escludersi che tra i colpi sopra alla linea in parola potessero trovarsi anche alcuni colpi obliqui, ma poichè fu grande la differenza tra il numero dei colpi sopra e sotto la linea in discorso, si è potuto ragionevolmente ritenere che il rapporto tra i colpi sopra e sotto la linea più volte accennata, non dovesse variare sensibilmente, quand'anche tra i primi vi potesse essere altresì qualche colpo obliquo.

(6) *Faccia laterale* (esterna per rispetto alla direttrice centrale di tiro): cartellone rettangolare alto quanto i precedenti e lungo quanto la formazione del reparto rappresentato, collocato in modo da unire il lato esterno della faccia anteriore, col lato pure esterno, sempre per rispetto alla direttrice centrale del tiro, della faccia posteriore del bersaglio.

— È da notare che tutti i bersagli di fianco sopradescritti intercettavano, è vero, i proietti della porzione del fascio di traiettorie che s'abbatteva sui bersagli stessi, ma in modo da evitare che un colpo potesse avere effetti multipli: non si è tenuto conto cioè, per difficoltà materiali insuperabili, della penetrazione multipla la quale, nelle formazioni affiancate, ha notevole importanza.

Per semplicità di esecuzione, i bersagli vennero mantenuti fermi, mentre, specialmente le formazioni di fianco in piedi, rappresentavano fanteria che avanzava (1).

7° *Durata delle raffiche di fuoco.* — Le raffiche di fuoco nelle varie serie di tiro furono sempre di 45″ (durata effettiva del fuoco) perchè, praticamente, meglio rispondenti alle deduzioni ricavate da esperienze precedentemente eseguite.

8° *Puntamento.* — Nel senso verticale, venne diretto al limite inferiore visibile del bersaglio; nel senso orizzontale, fu uniformemente ripartito sui bersagli lineari.

Contro i reparti affiancati invece, disposti con la fronte normale alla direzione del tiro, ogni squadra-tiratori diresse il fuoco sulla faccia anteriore della squadra-bersaglio, direttamente fronteggiata: contro il plotone di fianco per quattro, venne diretto sulla faccia anteriore del bersaglio stesso.

Quando invece la fronte del bersaglio faceva un angolo colla direttrice del tiro, il fuoco venne ripartito sulla intera superficie visibile della formazione profonda da battere.

28. Vulnerabilità delle formazioni. — Nelle esperienze eseguite venne preso in esame solamente la parte balistica del problema supponendo le varie formazioni allo scoperto, ferme, a distanza esatta d'alzo e disposte colla fronte normale alla direzione del tiro; ciò anche per partire da un dato concreto, ben determinato, che serva per compiere esperienze, confronti e deduzioni qualora si introducano le variazioni dovute ai molteplici fattori dai quali dipende la vulnerabilità, quali: l'inclinazione del terreno, la visibilità, la celerità di marcia, la comandabilità (2).

I risultati percentuali sono raccolti nella seguente Tabella XVI.

I risultati della Tabella XVI, riportati graficamente, dànno luogo al diagramma (Fig. 8) riportato a pag. 449.

Per tenere conto dell'andamento dei fasci di tiro rispetto alle formazioni affiancate si riportano i dati di vulnerabilità (Vedi Tabella XVII).

Il confronto dimostra che: le formazioni di fianco alle piccole distanze in cui, per la visibilità del bersaglio, vengono avvolte con fasci di traiettorie molto concentrate perchè ben dirette, riescono più vulnerabili della formazione distesa, sicchè quest'ultima è più conveniente delle prime. Quando, per

(1) Occorre però considerare che la vulnerabilità di un bersaglio in moto, lungo la direttrice del tiro, dipende dalla vulnerabilità che il bersaglio viene ad avere nei vari punti della zona dominata per i quali passa, e nei quali può considerarsi fermo un istante. La relatività tra la vulnerabilità delle varie formazioni supposte in marcia, deve perciò conservarsi anche se, come è avvenuto nelle modalità delle esperienze eseguite, il bersaglio venne considerato e tenuto fermo.

(2) Circa questi fattori vedi seguente N. 29.

TABELLA XVI. — **Vulnerabilità delle formazioni della fanteria.**

FORMAZIONI DELLA FANTERIA (fronte normale alla direzione di tiro)	Distanza di tiro m. 450. % dei punti colpiti di lancio	Distanza di tiro m. 700. % dei punti colpiti di lancio	Distanza di tiro m. 1000. % dei punti colpiti di lancio	Distanza di tiro m. 1200. % dei punti colpiti di lancio
Plotone di 60 uomini: *disteso* (intervallo tra uomo e uomo di mezzo passo tra le squadre, di 4 passi circa - uomini in piedi)	8,6	6,9	3,9	1,9
Plotone di 60 uomini: *con le squadre affiancate per 2* ad intervalli di 25 passi circa . .	16,4	5,6	2,8	0,7
Plotone di 60 uomini: *con le squadre affiancate per 1* ad intervalli di 25 passi circa . .	11,2	3,2	1,3	0,5
Plotone di 60 uomini: *plotone di fianco per 4*	21,9	11,4	3,0	1,0
Prendendo per unità il risultato ottenuto contro il plotone *disteso* si ha:				
plotone disteso	1,0	1,0	1,0	1,0
squadre affiancate per 2 ad intervalli di 25 passi circa	1,9	0,8	0,7	0,4
squadre affiancate per 1 ad intervalli di 25 passi circa	1,3	0,5	0,3	0,3
plotone di fianco per 4	2,5	1,7	0,8	0,5

TABELLA XVII. — **Confronto tra i colpi obliqui e quelli normali alla fronte del bersaglio, caduti dietro (1) alla faccia anteriore del bersaglio stesso.**

FORMAZIONE DELLA FANTERIA (fronte normale alla direzione di tiro)	DISTANZA DI TIRO metri 450		DISTANZA DI TIRO metri 700		DISTANZA DI TIRO metri 1000		DISTANZA DI TIRO metri 1200	
	punti colpiti dietro alla faccia anteriore del bersaglio		punti colpiti dietro alla faccia anteriore del bersaglio		punti colpiti dietro alla faccia anteriore del bersaglio		punti colpiti dietro alla faccia anteriore del bersaglio	
	alti per la faccia anteriore del bersaglio	obliqui rispetto alla fronte del bersaglio	alti per la faccia anteriore del bersaglio	obliqui rispetto alla fronte del bersaglio	alti per la faccia anteriore del bersaglio	obliqui rispetto alla fronte del bersaglio	alti per la faccia anteriore del bersaglio	obliqui rispetto alla fronte del bersaglio
Squadre per 2 ad intervalli di 25 passi circa	7	73	30	22	24	7	6	3
Squadre per 1 ad intervalli di 25 passi circa	14	161	39	26	32	8	8	2
Plotone di fianco per 4 . . .	12	140	50	52	29	9	11	4
TOTALE	33	344	119	100	88	24	25	9

(1) Sono esclusi perciò i colpi caduti sulla faccia anteriore del bersaglio.

contro, il tiro riesce disperso, come avviene alle distanze notevoli, i fasci delle traiettorie non si concentrano che molto limitatamente sulle formazioni di fianco: queste riescono perciò più convenienti della formazione distesa, la quale, avendo più ampia fronte, è più vulnerabile perchè intercetta una maggior porzione del fascio che ha, in media, nel caso in esame, uguale densità nel senso della dispersione laterale.

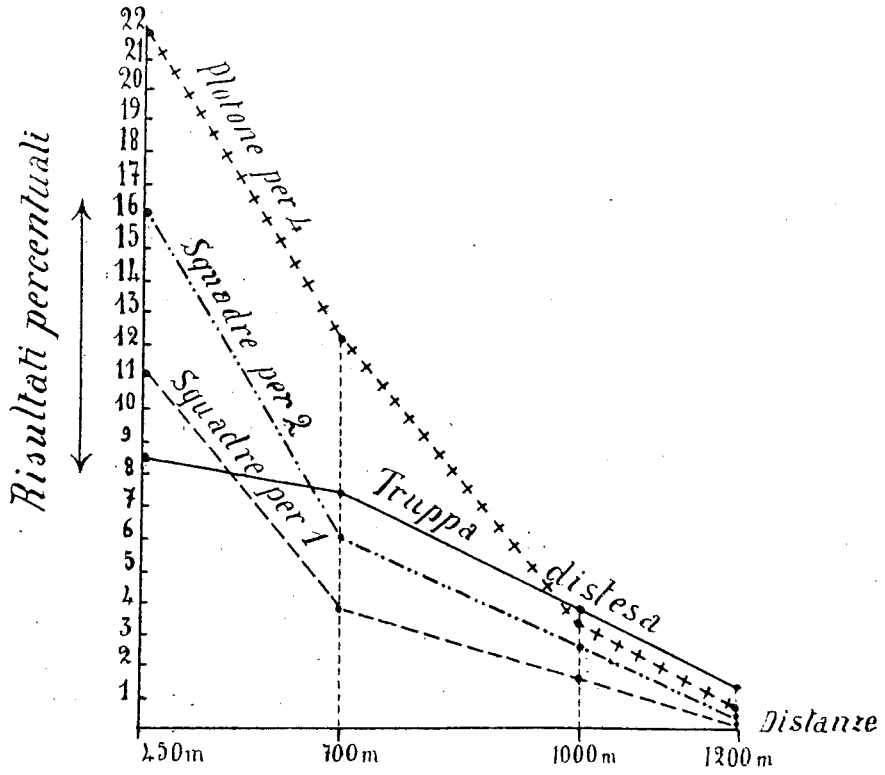


Fig. 8. – Vulnerabilità delle formazioni.

— Dunque si dovrebbero assumere formazioni di fianco alle medie distanze, formazioni distese alle piccole distanze; però:

1° Circa le formazioni di fianco è da considerare che:

a) in pratica, gli uomini nelle formazioni che avanzano di fianco, per la sinuosità della marcia o per le accidentalità del terreno, non riescono a conservarsi bene coperti: la fronte di ogni formazione di fianco riesce così, in pratica, assai maggiore di quella considerata nelle esperienze di tiro eseguite:

b) la vulnerabilità delle formazioni affiancate aumenta quando queste si presentano obliquamente alla direttrice del tiro;

c) nelle formazioni affiancate occorre tener conto della penetrazione multipla, potendo una stessa pallottola colpire più individui, ciò che invece non avviene nelle formazioni distese.

2° Circa le formazioni distese è da considerare che: avendo ampia fronte raccolgono, rispetto a quelle di fianco, maggior porzione di fascio nel senso della dispersione laterale (1).

(1) Il fascio, specialmente nel tiro in combattimento, tende ad avere una densità trasversale omogenea.

Pertanto si può ritenere che:

Alle *medie distanze* del combattimento di fanteria, cioè al disopra dei 700-1000 m., secondo le coperture più o meno notevoli del terreno, le formazioni di fianco conserveranno, in generale, il loro vantaggio su quelle distese, perchè intercetteranno una minore porzione dei fasci di tiro nel senso della dispersione laterale.

Alle *minori distanze* invece le formazioni affiancate riusciranno, in combattimento, più vulnerabili di quelle distese non tanto perchè saranno avvolte da fasci di traiettorie ben dirette, ma piuttosto perchè, essenzialmente alle minori distanze, le formazioni affiancate presenteranno molti inconvenienti (rispetto alla sinuosità, alla penetrazione multipla ed alla obliquità della fronte) che aumentano notevolmente la vulnerabilità.

Adunque alle distanze minori possono convenire le formazioni distese: è da osservare, al riguardo, che la trasformazione da quest'ultime formazioni a quelle affiancate aumenta la *sinuosità* che abbiamo già visto essere un danno notevole per le formazioni stesse di fianco, specie alle distanze minori, delle quali ora parliamo.

Ne consegue che, adottata la formazione distesa, in terreno battuto dal fuoco avversario, non conviene qualunque passaggio in formazione di fianco.

29. — Circa gli altri fattori: *visibilità, celerità di marcia, comandabilità,* le esperienze hanno dimostrato che:

Le formazioni di fianco consentono, di massima, assai meglio delle formazioni distese, di sfruttare le coperture del terreno, i leggeri avvallamenti che, senza ostacolare l'avanzata — scopo principale della fanteria nel combattimento — diminuiscono la visibilità e, perciò, la vulnerabilità delle formazioni stesse.

Le formazioni di fianco consentono, di massima, una maggior celerità di marcia delle formazioni distese, specie nei terreni frastagliati ed in quelli coperti da vegetazione, intersecati da siepi, fossi, ecc.

Le formazioni di fianco sono, a questo riguardo, le più convenienti perchè si conservano assai meglio nelle mani dei capi che non le formazioni distese.

— In ordine decrescente, rispetto alla comandabilità, le formazioni prese in esame si susseguono in questo modo: plotone di fianco per 4; squadre affiancate per 2; squadre affiancate per 1; formazione distesa.

30. Tiri di fronte e tiri obliqui contro formazioni di fianco. — Praticamente, nel combattimento, riuscirà possile scegliere il bersaglio più opportuno da battere con tiri obliqui, solo su una fronte limitata, cioè, ad esempio, su quella di un plotone o poco più. Perciò, si è voluto studiare unicamente l'aumento di vulnerabilità delle formazioni affiancate a 700 metri, quando queste non siano colpite dal reparto avversario direttamente fronteggiato, ma da un altro di poco spostato a destra od a sinistra: si è così supposto che le squadre del plotone-tiratori non dirigessero il fuoco sulle squadre-bersaglio, direttamente fronteggiate, ma, invece, su quelle situate all'ala opposta del plotone avversario.

L'angolo di obliquità, alla distanza di 700 metri, viene in questa ipotesi ad essere di 5° circa, supponendo la fronte del bersaglio e del plotone-tiratori di 60 metri (1).

TABELLA XVIII. — **Tiri obliqui contro formazioni di fianco.**

BERSAGLIO	Distanza in metri	Risultati medi percentuali	Rapporto tra i risultati medi percentuali chiamando 1 quelli ottenuti coi tiri di fronte
Plotone colle squadre di fianco per 2 ad intervalli di 25 passi circa		Tiri di fronte	
	700	4,4	1
		Tiri obliqui	
	700	8,4	1,9

I risultati delle esperienze furono, in cifra tonda, il doppio di quelli ottenuti coi tiri di fronte, benchè l'obliquità della fronte dei bersagli fosse assai piccola, rispetto alla direzione del tiro.

È da notarsi però che per semplicità, imposta da condizioni diverse, il fianco esposto delle formazioni oblique venne rappresentato con un cartellone continuo, mentre, nella realtà, la squadra per due non presenta, vista di fianco, una fronte proprio continua, essendo gli uomini tra loro distanti m. 1,20 circa. Ma, considerando: *a*) che, nella realtà, gli uomini delle coppie della squadra per due, non saranno alla stessa altezza, sicchè le distanze ora dette riusciranno, rispetto ai tiratori, molto ridotte; *b*) che il rapporto da 1 ad 1,9 indicato nella Tabella costituisce, per i tiri obliqui, una tale superiorità che, anche diminuita di alquanto, riuscirà sempre assai forte; possiamo dedurre:

1° Contro formazioni di fianco occorre dirigere il fuoco sui reparti che si vedono obliquamente, nel senso cioè della profondità, anche se essi non si trovano direttamente innanzi alla fronte del reparto (squadra, plotone, ecc.) che esegue il tiro (2).

2° Quando truppa in formazione di fianco sia soggetta a tiri obliqui, occorre venga subito distesa.

31. Influenza degli errori d'alzo. — L'esperienza fu eseguita con un bersaglio rappresentante un plotone in piedi in catena con forza (60 uomini) e fronte uguale a quella del plotone tiratori.

(1) Poichè il poligono della Scuola d'Applicazione di fanteria consente un'unica direttrice di tiro, non riuscì possibile disporre il bersaglio colla fronte normale alla direttrice ora accennata e fare sparare obliquamente le varie squadre dei tiratori. Si dovette invece obliquare di 5° circa, la fronte del bersaglio, rispetto all'unica direttrice di tiro del poligono.

(2) Per maggiori obliquità, per esempio per un angolo di obliquità di circa 15° occorrerebbe a 800 m. di essere spostati di 230 m. ed a 600 m. di 150 m.; dunque per obliquità notevoli è opportuno che vengano incaricati del tiro reparti i quali non siano fronteggiati dal nemico.

I risultati furono:

TARELLA XIX. — **Influenza degli errori d'alzo.**

Distanza del bersaglio in metri	ALZO IMPIEGATO	Media dei risultati percentuali	Rapporto tra i risultati percentuali chiamando 1 quelli ottenuti con alzo esatto
700	Alzo esatto . . . . . (700)	31,1	1
	Alzo corto di 100 m. . . (600)	29,9	0,96
	Alzo corto di 250 m. (abbattuto)	21,7	0,70
	Alzo lungo di 100 m. . . (800)	22,2	0,71
	Alzo lungo di 200 m. . . (900)	12,2	0,39
1000	Alzo esatto . . . . . (1000)	24,7	1
	Alzo corto di 100 m. . . (900)	20,0	0,81
	Alzo corto di 200 m. . . (800)	5,4	0,22
	Alzo lungo di 100 m. . . (1100)	5,8	0,24
	Alzo lungo di 200 m. . . (1200)	4,2	0,20

Dalla Tabella XIX e dai diagrammi di superficie (1) (Vedi Fig. 9 e Fig. 10), appare evidente:

a) La grande importanza del giusto impiego degli alzi in relazione ai risultati di tiro.

b) Alla distanza di 700 metri un errore in meno di 100 metri nella scelta dell'alzo, non ha molta influenza sui risultati, data la tensione notevole delle traiettorie del nostro ottimo fucile Mod. 91.

Un errore in più di 100 m. porta invece una diminuzione più forte della precedente nei risultati. Una riduzione ancora più forte si ha poi con un errore nell'alzo, in più od in meno, rispettivamente di 200 e 250 m.; è da notare però che l'errore in più fa diminuire i risultati percentuali in misura maggiore di un errore in meno nella scelta dell'alzo.

c) Alla distanza di 1000 m. un errore *in meno* di 100 metri, nella scelta dell'alzo, fa diminuire i risultati di tiro in misura maggiore di quella riscontrata per la distanza di 700 m.; un errore *in più* di 100 metri riduce talmente i risultati di poligono, da far sospettare che, in combattimento, li annullerà quasi completamente. Quest'ultima riduzione si ripete in misura, si può dire uguale, per un errore d'alzo in più od in meno di 200 metri.

d) A parità di errore è più conveniente l'alzo corto di quello lungo.

e) Questi dati dimostrano non solo che, anche con alzo esatto, i risultati del tiro diminuiscono col crescere della distanza; ma che, per uno stesso errore d'alzo, i risultati diminuiscono coll'aumentare della distanza.

— *Conclusione:* il fuoco di fucileria è più conveniente alle minori distanze per tre ragioni, rispetto all'alzo:

1° perchè, con alzo esatto, dà maggiori risultati;

2° se si commette un errore nella scelta dell'alzo, la diminuzione degli effetti del tiro è assai inferiore di quanto non avverrebbe se lo stesso errore fosse commesso ad una distanza maggiore;

(1) Diagrammi che riassumono i dati della 4ª colonna della Tabella XIX.

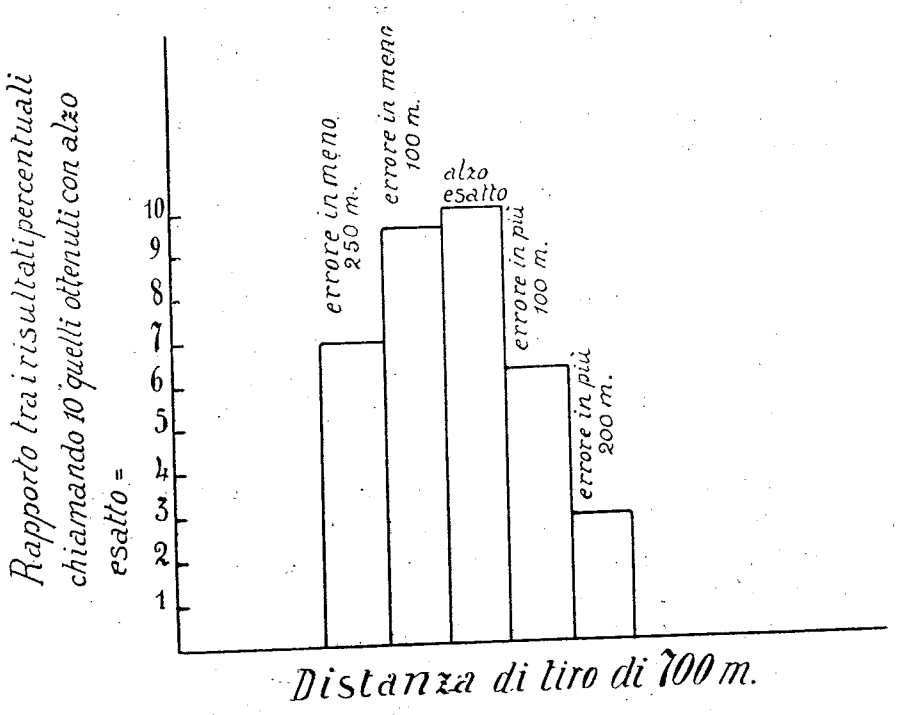

Rapporto tra i risultati percentuali
chiamando 10 quelli ottenuti con alzo
esatto =
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
errore in meno
250 m.
errore in meno
100 m.
alzo
esatto
errore in più
100 m.
errore in più
200 m.
Distanza di tiro di 700 m.

Fig. 9.

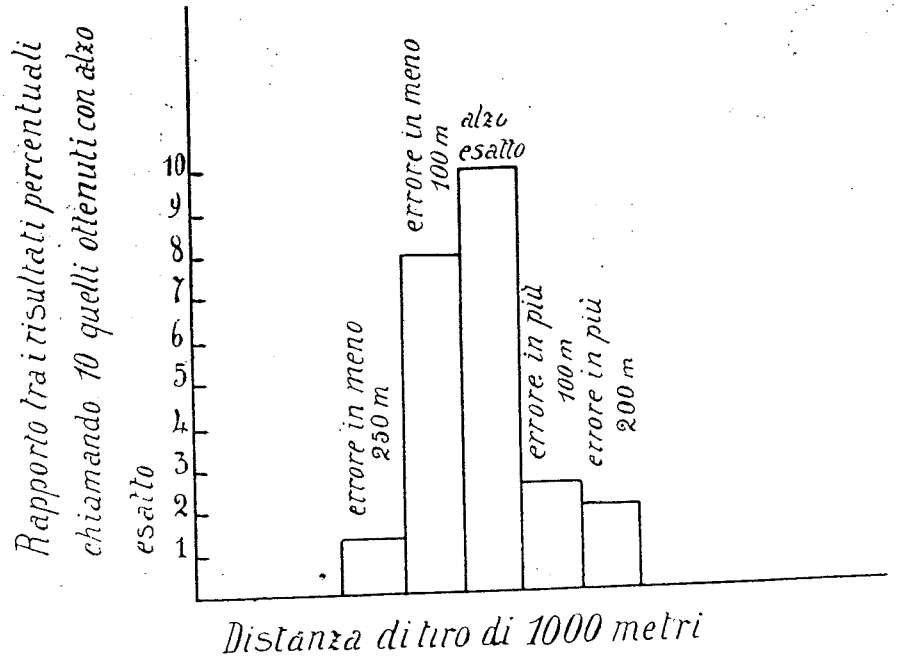

Rapporto tra i risultati percentuali
chiamando 10 quelli ottenuti con alzo
esatto
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
errore in meno
250 m
errore in meno
100 m
alzo
esatto
errore in più
100 m
errore in più
200 m
Distanza di tiro di 1000 metri

Fig. 10.

3° coll'aumentare delle distanze, aumenta la probabilità di commettere maggiori errori nella stima, poichè si vede meno il bersaglio ed aumentano gli elementi che possono indurre a commettere errori.

32. Rimbalzi. — Nelle Tabelle di vulnerabilità non si considerano, in genere, i colpi di rimbalzo mentre questi, pur avvenendo in numero molto variabile, costituiscono un importante incremento della vulnerabilità e quindi, creando anche una speciale zona battuta, un incremento dell'efficacia del fuoco.

Per l'importanza che hanno assunto i colpi di rimbalzo colle traiettorie molto tese delle armi odierne, occorre considerarli particolarmente.

Quando un proietto dopo avere toccato il terreno non vi affonda e descrive nello spazio una seconda traiettoria, talora più traiettorie successive, si dice che rimbalza; si considerano perciò i *colpi di rimbalzo* e le *traiettorie di rimbalzo.*

Il proietto nel rimbalzo conserva generalmente una forza viva d'urto capace di mettere fuori di combattimento un bersaglio animato, perciò i rimbalzi possono, in determinate circostanze di terreno e di bersaglio, aumentare l'efficacia del tiro.

I rimbalzi utili sono dovuti ai colpi corti.

Nel tiro collettivo quando il bersaglio capita nel nocciolo del fascio sono ancora numerosi i colpi corti, perciò alla vulnerabilità grande dei colpi di lancio si unisce una notevole vulnerabilità data dai colpi corti.

I rimbalzi, sia dei colpi corti che dei colpi lunghi, hanno la probabilità di essere utili sui bersagli profondi o retrostanti a quello mirato; perciò in modo assoluto possiamo concludere che: *l'influenza dei rimbalzi sull'efficacia del tiro è grande.*

Dicesi *angolo di rimbalzo* l'angolo formato dal terreno colla tangente all'origine della traiettoria di rimbalzo; dipende dall'angolo di arrivo e dalla velocità d'urto della traiettoria di lancio, dalla natura e profilo del suolo; teoricamente è maggiore dell'angolo di arrivo della traiettoria di lancio.

Gittata di rimbalzo è la distanza fra l'origine della traiettoria di rimbalzo ed il suo punto d'arrivo; è funzione dell'angolo di rimbalzo, della velocità residua del proietto all'origine del rimbalzo, del profilo del terreno, del modo più o meno regolare con cui il proietto si presenta sulla traiettoria di rimbalzo, dell'entità della deformazione subìta dal proietto nell'urto.

In condizioni favorevoli la gittata di rimbalzo delle pallottole di fucile varia da 200 a 900 metri.

I rimbalzi sono facilitati dai seguenti elementi:

a) maggiore tensione della traiettoria di lancio;

b) maggiore velocità d'arrivo;

c) terreno che verso il bersaglio si abbassa uniformemente rispetto alla linea di mira, unito e sodo;

d) forma più o meno oblunga e rivestimento del proietto;

e) maggiore resistenza del proietto alla deformazione.

La forma molto oblunga degli attuali proietti è la causa principale, a parità di altre condizioni, delle differentissime gittate e direzioni che da colpo a colpo hanno le traiettorie di rimbalzo; molti proietti nell'urto col suolo si capovolgono; caratteristica risulta la forma oblunga anzichè circolare dei

fori dovuti ai colpi di rimbalzo (1). La grande velocità di rotazione dei proietti è fattore di regolarità nel rimbalzo, però dà luogo ad uno spostamento laterale molto sensibile dei colpi di rimbalzo, spostamento che, quando questi sono regolari, avviene nel senso della rigatura dell'arma (2).

Lo spostamento laterale della traiettoria di rimbalzo dev'essere molto considerato durante l'esecuzione dei tiri d'esercitazione nei poligoni poichè può mettere in pericolo il personale addetto alle segnalazioni; a questo riguardo si ricordi che nei terreni rocciosi e sassosi, a causa delle inclinazioni svariatissime delle probabili superfici d'urto, i rimbalzi avvengono in ogni direzione e con scarti di grandissima ampiezza.

La zona di terreno antistante al bersaglio (Fig. 11) nella quale i colpi di lancio che vi cadono possono dare rimbalzi che colpiscono il bersaglio dipende, per un dato terreno, dall'ampiezza dell'angolo di rimbalzo ω_r, e dall'altezza del bersaglio h. Infatti se il bersaglio è nella posizione AB, risulta che saranno utili i rimbalzi che si verificheranno nella zona $AD = \frac{h}{\text{tang}\,\omega_r}$, i colpi rimbalzanti prima del punto D passeranno al disopra del bersaglio.

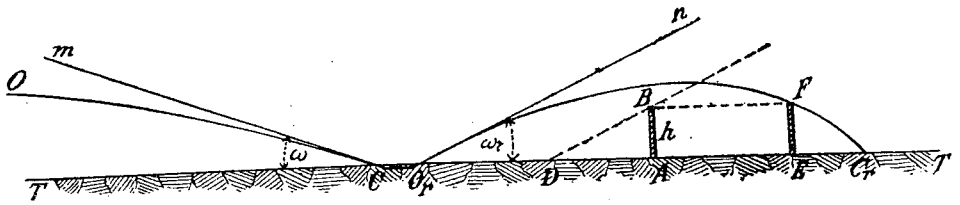


Fig. 11.

Se il bersaglio è profondo, oppure costituito da più linee, anche i rimbalzi che avvengono nella zona O_rD possono essere utili perchè possono colpire col ramo discendente della loro traiettoria.

Considerando un bersaglio sottile, se si trova a distanza d'alzo riceve il nocciolo del fascio, cioè un gran numero di colpi di lancio, ma nella zona di poco antistante cade pure un notevole numero di colpi che dànno luogo a rimbalzi utili, perciò la vulnerabilità del bersaglio è grande per due ragioni concomitanti.

Considerando due bersagli uguali ed ugualmente distanti dalla traiettoria media del fascio, quello avanti al nocciolo riceve un numero maggiore di colpi di lancio rispetto al bersaglio posto oltre, ma nella zona dei rimbalzi utili pel primo bersaglio cade minor numero di colpi che in quella pel secondo, la quale riceve i rimbalzi del nocciolo del fascio, perciò risulta che il bersaglio posto oltre la traiettoria media, quantunque meno colpito di lancio, è il più

(1) Nell'urto il proietto incontra una resistenza che si può ritenere (come quella dell'aria) applicata alla base dell'ogiva e si genera una coppia di grande valore rispetto al moto rotatorio intorno all'asse, la quale fa capovolgere il proietto; evidentemente: quanto maggiore è la velocità angolare di rotazione del proietto, tanto minore è la probabilità che il proietto si capovolga.

(2) Si ricordi che il moto di precessione dell'asse del proietto avviene nel senso della rigatura e fa sì che il proietto urti il suolo in posizione obliqua rispetto al piano di tiro.

vulnerabile; dunque in pratica è preferibile che il tiro riesca corto anzichè lungo. Da ciò si deduce che all'attaccante conviene, se possibile farlo senza svelarsi, di avanzare e passare oltre il nocciolo del fascio.

Si è già detto che alcune delle cause che dànno luogo ai rimbalzi variano in modo non troppo regolare, perciò non si può nemmeno praticamente giungere a stabilire l'aumento di vulnerabilità dovuto ai colpi utili di rimbalzo.

L'esperienza dimostra che col crescere delle distanze la dimuzione del percento di lancio avviene in proporzione sensibilmente maggiore di quello dei colpi utili di rimbalzo e quindi che: *il rapporto fra il percento dei colpi utili di rimbalzo e quello dei colpi utili di lancio aumenta colla distanza;* precisamente, ad esatta distanza d'alzo, si è rilevato che questo rapporto è circa: $^1/_7$ alle piccole distanze, $^1/_4$ alle medie distanze, $^1/_3$ alle grandi distanze; senz'altro, conviene di considerare che:

I colpi utili di rimbalzo sono circa $^1/_5$ *dei colpi utili di lancio.*

CAPITOLO V.

Efficacia del tiro collettivo - Impiego del fuoco di fucileria.

ARTICOLO I. — Elementi dell'efficacia del fuoco di fucileria.

1. Elementi che determinano l'efficacia. — Il tiro collettivo è *efficace* quando, disorganizzando materialmente e moralmente le formazioni avversarie, permette di raggiungere lo scopo tattico voluto.

La disorganizzazione materiale consiste nelle perdite prodotte dai proietti che colpiscono l'avversario; è quindi dipendente non solo da elementi materiali, quali la vulnerabilità delle formazioni avversarie ed il numero delle cartucce sparate, ma anche da elementi intellettuali e morali, quali la intelligente direzione e condotta del fuoco per parte di chi comanda e l'abile e coscienziosa esecuzione del fuoco per parte della truppa.

Considerando esclusivamente la vulnerabilità, V, ed il numero dei colpi sparati, N, il numero presumibile dei punti colpiti di lancio, P, risulta dalla proporzione: $V : 100 :: P : N$ cioè:

$$P = V \cdot \frac{N}{100} \qquad [1]$$

ove V è il valore della vulnerabilità ricavato dalla Tabella di vulnerabilità (Serie dei percento nel tiro collettivo) corrispondente alle condizioni in cui si eseguisce il tiro collettivo; ed allora poichè materialmente risulta che il numero delle cartucce sparate dipende dal numero dei tiratori (*forza*), F, dalla celerità (*cadenza*) del tiro, C, e dalla durata (*tempo*) del fuoco, T, risulta:

$$N = F \cdot C \cdot T \qquad [2]$$

e perciò:

$$P = \frac{V \cdot F \cdot C \cdot T}{100}. \qquad [3]$$

È evidente che il concetto dell'efficacia, anche presumibile, del fuoco non può essere dedotta da una formola così tassativa che altresì risente dei criteri più o meno esatti coi quali fu ricavato il valore della vulnerabilità.

L'*Istruzione sulle Armi e sul Tiro della Fanteria*, Volume II, amplia il concetto dicendo: « più che al numero totale dei punti colpiti devesi por mente:

a) al rapporto esistente fra il numero dei punti colpiti e la forza rappresentata dal bersaglio;

b) ai limiti di tempo entro ai quali le pallottole sono cadute sul bersaglio, essendo tanto più grande l'effetto morale del fuoco, quanto più le perdite sono prodotte in poco tempo;

c) alla funzione che sul campo tattico esercita il bersaglio ed all'utilità che ne deriva al proprio partito ostacolandone l'azione ».

— Ciononostante il concetto dell'efficacia dato dalle nostre Istruzioni non risulta ancora chiaramente analizzato, perchè gli elementi dai quali dipende l'efficacia del fuoco sono più numerosi e complessi, alcuni elementi presentano fra loro relazioni reciproche di tale valore da influire molto sugli effetti del tiro ed in ogni modo la maggior parte degli elementi sfugge a qualsiasi espressione analitica e talora anche alla determinazione sperimentale.

Premesso ciò, possiamo concludere che gli elementi dai quali l'efficacia dipende (1) si possono raggruppare in categorie.

Essi sono: d'ordine intellettuale, d'ordine morale, d'ordine balistico, d'ordine materiale.

a) *Elementi di ordine intellettuale:* sono inerenti alla capacità professionale dei comandanti sia nell'istruire la truppa, sia nell'impiego, nella direzione, nella condotta del fuoco.

b) *Elementi di ordine morale:* sono inerenti sia al reparto che fa fuoco sia a quello che lo subisce.

Per il reparto che fa fuoco questi elementi sono relativi alla disciplina del fuoco ed alla necessità di mantenerla nei più difficili momenti della lotta; cioè sono relativi alla maggiore o minore osservanza dei precetti che deve seguire il soldato nel combattimento per l'esecuzione del fuoco.

Per il reparto che subisce il fuoco questi elementi sono relativi allo stato più o meno prossimo di disorganizzazione morale in cui si trova, dovuto a precedenti azioni od agli effetti del fuoco (2).

c) *Elementi di ordine balistico:* sono inerenti a:

1° vulnerabilità del bersaglio; espressa dal percento dei punti colpiti di lancio e variabile per le cause accennate nel Capitolo IV;

2° colpi di rimbalzo; che colle traiettorie molto tese degli attuali proietti si verificano in gran numero specie su terreno sodo (3);

3° penetrazione; la quale può produrre e effetti più o meno gravi ed anche effetti multipli attraversando più bersagli (4).

d) *Elementi di ordine materiale:* sono inerenti a:

1° terreno; il terreno per la sua forma, andamento generale, natura, fa variare sia le zone dominate, sia il numero dei rimbalzi, perciò influisce sulla probabilità di colpire;

2° celerità di tiro riferita all'unità di tempo (5);

3° specie di fuoco; se a salve od a volontà, e se a volontà con celerità personale oppure determinata;

4° posizione dei tiratori; in piedi, in ginocchio, seduti, a terra;

---

(1) A. Cascino, « Il concetto dell'efficacia nel tiro di fucileria », *Nuova Rivista di Fanteria*, 1910.

(2) Vedi seguente N. 18, « Circa alcuni fenomeni psicologici nel combattimento ».

(3) Vedi Capitolo IV, N. 32.

(4) Vedi Capitolo III, Articolo II.

(5) Vedi seguente Art. II e Art. III, N. 14, « Circa la celerità di tiro più conveniente ».

5° abilità nel tiro; in relazione agli effetti del tiro dovuti non solo al modo di scattare l'arma ed alla maggior cura nel far fuoco mirato (1), ma altresì alla fiducia maggiore che il soldato ha di sè stesso e della propria arma;

6° condizioni atmosferiche; specialmente alle grandi distanze possono esercitare una influenza molto sensibile nel senso di allungare o di accorciare le gittate o di spostare lateralmente il fascio.

2. Relazione fra gli elementi da cui dipende l'efficacia. — Sfuggono completamente al calcolo ed alla determinazione sperimentale gli elementi d'ordine morale e parte di quelli d'ordine intellettuale; gli altri elementi già da tempo vennero considerati per sè stessi e posti in relazione fra loro.

Pertanto, sebbene con criteri diversi, meritano di essere menzionate alcune relazioni di esperienze eseguite nel decorso ventennio.

a) *Tabella dei percento dei colpi di lancio del tiro collettivo di fucili Mod. 91;* dovuta ai risultati di esperienze anteriori al 1898 (2).

b) *Esperienze circa la forza del reparto, la specie e celerità di fuoco;* anteriori al 1909 (3).

c) *Esperienze sulla vulnerabilità delle formazioni nel tiro collettivo e sull'impiego del fuoco;* eseguite a Parma nel 1910 (4).

d) *Essenziali caratteristiche dell'odierno combattimento,* memorie relative all'*Istruzione sulle Armi e sul Tiro per la fanteria.* Volume I, edizione 1909, emanate dal Comando del Corpo di Stato Maggiore nel 1909 e 1910 (5).

e) *Esperienze sulla vulnerabilità e sull'efficacia del tiro collettivo;* eseguite a Parma nel periodo dal 1910 al 1913 (6).

Articolo II.

Esperienze sull'efficacia del tiro collettivo di fucileria.

3. Premessa. — Presso la Scuola d'Applicazione di fanteria, nel poligono Ponte di Taro, vennero eseguite nel periodo dal 1910 al 1914 molte importanti esperienze per rilevare quelle caratteristiche dell'azione di fuoco della fanteria che sono suscettibili di esperimento.

Le esperienze condotte dal capitano di fanteria F. Roluti confermarono l'opportunità dei criteri che informano la nostra attuale regolamentazione tattica; tali esperienze vennero intelligentemente compendiate e discusse dal Roluti nella ottima pubblicazione « *Tiro delle Armi portatili,* Parte II, edizione 1914 » (7); da questo completo ed armonico lavoro, anche come omaggio all'autore, si riporta qui qualcuno dei principali argomenti.

---

(1) Il tiratore deve prendere appoggio gradatamente e tranquillamente sul grilletto, trattenere il respiro e far partire il colpo solo quando l'arma è perfettamente puntata.

(2) Vedi: L. Gucci, *Armi portatili,* Parte III, « Tiro delle Armi portatili », edizione 1911, Capitolo VII, N. 3-6.

(3) Vedi: L. Gucci, opera citata, Capitolo VII, N. 4, 5, 6.

(4) Vedi: L. Gucci, opera citata, Capitolo VII, N. 18.

(5) Vedi: L. Gucci, opera citata, Capitolo VII, N. 15, 15 *bis*, 16.

(6) Sono quelle riportate nel seguente Articolo II.

(7) Tipografia Cooperativa Parmense.

4. Necessità degli studi e delle ricerche (1). — La fanteria svolge la propria azione tattica mediante il *movimento* ed il *fuoco: lo scopo* è l'andare avanti fino all'urto materiale; il mezzo è il *fuoco*.

Il buon successo dell'azione tattica dipende dal sapersi assicurare la superiorità del fuoco sull'avversario e sfruttare, nel miglior modo, le condizioni del terreno, per sfuggire alla vista ed ai colpi del nemico: le disposizioni che si prendono perciò devono aver di mira il conseguimento della superiorità di fuoco, la quale si ottiene producendo all'avversario il maggior numero di perdite nel minor tempo, risparmiandole, per quanto possibile, a se stessi.

Nell'*avanzare* la fanteria alterna *la marcia* con *appostamenti* e *fuochi*. In terreno coperto, a seconda dell'intensità di questa copertura, gli uomini del reparto procurano, innanzitutto, di abbandonare l'appostamento senza destare l'attenzione del nemico; dopo, mantenendosi carponi o strisciando — senza preoccuparsi della simultaneità dei movimenti, ed approffittando di ogni riparo per cercare di confondersi col terreno —, procedono in modo da raggiungere, senza farsi scorgere dal nemico, l'appostamento indicato dal comandante, prima o durante lo sbalzo.

In terreno scoperto invece, il comandante del riparto, d'ordinario, prima di fare eseguire lo sbalzo, indica il nuovo appostamento da occupare e, quando questo sia molto lontano, sì da richiedere più sbalzi successivi, indica a mano a mano, anche la linea sulla quale il reparto si deve arrestare al termine di ogni sbalzo: tutti abbandonano contemporaneamente e di scatto l'appostamento, si lanciano a corsa velocissima ed, appena giunti sulla linea prima indicata dal capo reparto, si arrestano *a terra* (coprendosi dietro i ripari naturali del terreno o dietro piccoli ripari celeremente costrutti coll'attrezzo leggero), per riprendere lena e ricominciare, appena è possibile, l'avanzata celerissima verso il nuovo appostamento.

Questo per chi avanza, il quale quindi si *espone al fuoco* del difensore.

Ma anche nell'offensiva — che è la forma tipica del combattimento — non si avrà mai un bersaglio fisso da battere poichè il difensore si coprirà e si scoprirà alternativamente, secondo l'opportunità e la situazione.

Il *fuoco* pertanto, di massima, dovrà eseguirsi contro nuclei poco visibili, contro reparti in formazioni rade, che appariranno improvvisamente e saltuariamente alla vista, o che eseguiranno rapidi sbalzi più o meno brevi, per scomparire subito dopo, coprendosi col terreno.

Il munizionamento necessariamente assai limitato, in rapporto alla grande celerità di tiro dei moderni fucili; la quasi nessuna probabilità di colpire uomini riparati dietro a pieghe anche lievissime del terreno, date le attuali traiettorie assai tese; l'odierno modo di combattere della fanteria, impongono all'azione a fuoco caratteristiche speciali che debbono essere studiate, esattamente definite, e perfettamente note a tutti gli ufficiali.

Nell'intento appunto di studiare queste caratteristiche nel modo più semplice, più convincente e più razionale, venne prescelto il metodo sperimentale, progettando diverse esperienze di tiro.

---

(1) F. Roluti, *Tiro delle armi da fuoco portatili,* edizione 1914.

In relazione all'odierno modo di combattere della fanteria, hanno, sopra gli altri, particolare importanza i seguenti fattori di tiro:

a) *La ripartizione più conveniente del fuoco* sulle formazioni rade della fanteria;

b) *La posizione dei tiratori*, in rapporto alla possibilità di puntare più o meno accuratamente ed alla vulnerabilità dei tiratori stessi, rispetto al fuoco dell'avversario;

c) *La durata del fuoco*, in rapporto ai risultati del tiro contro bersagli che rimangono breve tempo in vista.

TABELLA XX. — **Ripartizione e concentrazione del fuoco sul bersaglio.**

DISTANZA	TIRO concentrato o ripartito	TIRATORI IN GINOCCHIO			TIRATORI A TERRA			MEDIA DEI RISULTATI		
		% dei colpi caduti sul cartellone	% dei colpi caduti sulle sagome	% delle sagome colpite (su 60)	% dei colpi caduti sul cartellone	% dei colpi caduti sulle sagome	% delle sagome colpite (su 60)	% dei colpi caduti sul cartellone	% dei colpi caduti sulle sagome	% delle sagome colpite (su 60)
A — Bersaglio alto m. 1,65										
450	Concentrato	55,1	9	36	34	8,1	31	44,5	8,5	33,5
	Ripartito .	36,6	13,1	60	35,4	13	68	36	13	64
600	Concentrato	20,4	6,8	33	25	6,1	23	22,7	6,4	28
	Ripartito .	25,8	8,4	51	25,4	9,2	70	25,6	8,8	60
1000	Concentrato	13,1	4,1	23	12,8	4,5	21	12,9	43	22
	Ripartito .	14	6,6	41	13,9	6,5	41	13,9	65	41
media dei risultati	Concentrato	29,5	6,6	23,9	30,6	6,2	25	26,7	6,4	27,8
	Ripartito .	25,4	9,3	50,6	24,9	9,6	59,6	25,1	9,4	55
B — Bersaglio alto m. 0,45										
450	Concentrato	11,5	3,6	20	11,6	3,7	20	11,5	3.6	20
	Ripartito .	12,3	4,7	28	11,6	4,2	23	11,9	4.4	25
600	Concentrato	7,6	2	15	8,5	2,8	16	8	2.4	15,5
	Ripartito .	9,8	3,3	23	10,1	3,7	21	9,9	7.5	22
media dei risultati	Concentrato	9,5	2,8	17,5	10	3,2	18	9,7	3	17,7
	Ripartito .	11	4	25,5	10,8	3,9	22	10,9	5.9	23,5

Ovvero, assegnando il valore 1 ai risultati medi del tiro concentrato:

A′ — Bersaglio alto m. 1,65									
Tiro concentrato .	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tiro ripartito . .	0,86	1,40	1,04	1,65	1,55	2,38	0,94	1,47	1,97
B′ — Bersaglio alto m. 0,45									
Tiro concentrato .	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tiro ripartito . .	1,16	1,40	1,46	1,08	1,22	1,22	1,12	1,97	1,33

5. Ripartizione e concentrazione del fuoco sul bersaglio (Vedi Tabella XX a pagina precedente) (1). — La grande potenza delle armi da fuoco impone, com'è noto (2), formazioni di massima rade e fronti relativamente estese; perciò occorre di conoscere se su bersagli di tale specie è utile concentrare il fuoco oppure ripartirlo convenientemente.

MODALITÀ SPECIALI PER L'ESPERIENZA. — Il bersaglio lineare rappresenta un reparto corrispondente a quello che fa fuoco:

a) *Bersaglio.* — Un plotone disteso che si scopre improvvisamente:
1° in piedi per eseguire uno sbalzo;
2° a terra a punt, per far fuoco.

b) *Durata delle raffiche.* — (Durata effettiva del fuoco) 1'.

c) *Numero delle raffiche.* — 10 per ogni specie di tiro.

d) *Distanze.* — Per il bersaglio alto m. 1,65: metri 450, 600, 1000. Per il bersaglio alto m. 0,45: metri 450 e 600.

Poichè, nel caso attuale, più che il numero dei proietti che toccano il bersaglio, occorre esaminare come questi proietti si distribuiscano sul bersaglio stesso, è necessario prendere come base delle deduzioni l'*efficacia* (numero delle sagome colpite) a preferenza della *vulnerabilità* (percento dei proietti che hanno toccato il bersaglio).

In considerazione di quanto precede, è ragionevole concludere: Il fuoco contro fanteria distesa deve essere uniformemente ripartito sull'intera fronte che si vuol battere: ogni tiratore deve dirigere il fuoco davanti a sè, sul tratto del bersaglio che direttamente fronteggia. Per quanto è possibile, occorre evitare qualsiasi lacuna nella distribuzione del fuoco sul bersaglio.

6. Le raffiche di fuoco in rapporto alla posizione dei tiratori (3). — Si eseguirono esperienze con tiratori *in ginocchio* oppure *a terra* ed in relazione: alle *distanze di tiro*, all'*altezza del bersaglio*, alla *durata delle raffiche*, alla *celerità del tiro*.

MODALITÀ SPECIALI PER L'ESPERIENZA:

a) *Durata delle raffiche.* — Vennero fissate durate di 20'', 30'', 45'', 60'', 120'' (4), seguendo essenzialmente il criterio di far corrispondere le varie raffiche alle presumibili durate degli sbalzi nella zona intensamente battuta dal fuoco avversario. La raffica di 120'', che forse appare eccessivamente lunga, venne fissata allo scopo di eseguire uno studio completo, sicchè tra i due estremi, sensibilmente tra loro distanti (raffiche di 20'' e 120''), potessero apparire evidenti le differenze dei risultati.

Per il bersaglio rappresentante catena a terra (altezza m. 0,45) venne soppressa la raffica di 120'' perchè, a causa delle difficoltà di puntamento dovute alle piccole dimensioni del bersaglio, la durata delle raffiche influì maggiormente sui risultati, in guisa che i due estremi (raffiche di 20'' e 90''), benchè ravvicinati, permisero di rendersi conto esattamente di quanto dovevasi studiare, con risparmio di tempo e di munizioni.

b) *Le distanze di tiro.* — Contro i bersagli alti 1,65 e 1,05, si eseguirono tiri alle distanze di 450, 600, 800, 1000 metri; contro il bersaglio alto 0,45, invece, venne sop-

---

(1) F. ROLUTI, opera citata.

(2) Vedi precedente Capitolo IV, Articolo III, «Vulnerabilità delle formazioni della fanteria».

(3) F. ROLUTI, opera citata.

(4) Questi dati indicano la *durata effettiva* del fuoco.

pressa l'esperienza a 1000 metri perchè, a causa della poca visibilità del bersaglio a tale distanza, i risultati riuscivano sempre così esigui da far scomparire l'influenza degli altri fattori di tiro (durata del fuoco; posizione dei tiratori, ecc.): la dispersione cioè, dovuta alla poca visibilità del bersaglio, risultava così grande che annullava, quasi completamente, gli altri fattori di tiro.

c) *Puntamento.* — Il fuoco venne uniformemente ripartito, sulla fronte del bersaglio, col far puntare ciascun tiratore sulla sagoma che direttamente fronteggiava.

TABELLA XXI. — **Posizione dei tiratori in relazione alle varie distanze di tiro.**

DISTANZA	POSIZIONE	
	in ginocchio %	a terra %
450	15	15,5
600	9,1	8,4
800	6,8	6,9
1000	7,8	7,9
Medie	9,7	9,7

TABELLA XXII. — **Posizione dei tiratori in rapporto all'altezza del bersaglio.**

ALTEZZA DEI BERSAGLI IN METRI	POSIZIONE	
	in ginocchio %	a terra %
1,65	16,7	17,1
1,05	8,1	7,5
0,45	3,2	3,4
Medie	9,3	9,3

TABELLA XXIII. — **Posizione dei tiratori in rapporto alla durata delle raffiche.**

DURATA DELLE RAFFICHE "	POSIZIONE	
	in ginocchio %	a terra %
20	11,7	12,0
30	10,1	10,0
45	9,1	9,3
60	8,7	8,5
90	8,0	8,4
120	10,9	10,4
Medie	9,75	9,76

TABELLA XXIV. — **Riepilogo delle precedenti Tabelle XXI, XXII, XXIII.**

	POSIZIONE	
	in ginocchio (media generale) %	a terra (media generale) %
Rispetto alla distanza di tiro	9,7	9,7
Rispetto all'altezza bersaglio	9,3	9,3
Rispetto alla durata di raffiche	9,75	9,76
Media generale	9,7	9,7

Adunque i risultati medi percentuali ottenuti, sparando dalle posizioni di *a terra* e d'*in ginocchio* sono uguali: i risultati percentuali parziali alcuna volta dànno il vantaggio all'una, alcune volte, invece, all'altra posizione.

Occorre ora considerare particolarmente la celerità di tiro in rapporto alla posizione dei tiratori.

— In considerazione di quanto precede si può dire: Dalla posizione *a terra*, quando tutti i tiratori scorgano distintamente il bersaglio e siano continuamente addestrati a puntare ed a sparare da questa posizione, si ottengono, in confronto della posizione *in ginocchio:*

a) Risultati percentuali, in media, uguali;

b) A parità di durata di fuoco e di accuratezza nel puntamento, risultati un po' minori perchè, in media, diminuisce la celerità di tiro (1);

c) Perdite minori della metà.

Perciò, nei casi in cui sia possibile ripararsi dietro a qualche ostacolo, in modo da offrire un bersaglio non superiore a quello della posizione di *a terra*, è preferibile di eseguire il fuoco nella posizione di *in ginocchio*; quando invece non si verificano le condizioni ora dette — e sarà il caso di gran lunga più frequente, specie nel combattimento offensivo — è preferibile di eseguire il fuoco nella posizione di *a terra*, purchè siano soddisfatte le condizioni sopraccennate di visibilità e di addestramento.

Così anche, dal punto di vista dell'esecuzione e degli effetti del proprio fuoco, è preferibile la trincea per uomini in ginocchio a quella per uomini a terra.

TABELLA XXV. — **Posizione dei tiratori in rapporto alla celerità di tiro.**

DURATA DELLE RAFFICHE //	Consumo medio individuale di cartucce		Assegnando il valore di 1 al consumo della posizione d'in ginocchio	
	in ginocchio	a terra	in ginocchio	a terra
20	4,2	4,2	1	1,00
30	5,1	4,9	1	0,96
45	7,7	7,8	1	1,02
Media parziale . . .	5,7	5,6	1	0,99
60	9,3	8,7	1	0,94
90	15,8	13,2	1	0,83
120	17,4	16,4	1	0,94
Media parziale . . .	14,2	12,7	1	0,89
Media generale	9,7	9,1	1	0,94

7. Le raffiche di fuoco in rapporto alla loro durata (2). — In considerazione delle Tabelle XXVI a XIXX (vedi pagina seguente) si può dire:

a) Col prolungarsi della durata della raffica il numero dei colpi che cadono sul bersaglio aumenta in proporzione sempre minore, sicchè diminuisce sempre più il rendimento del tiro.

---

(1) Circa la vulnerabilità che presentano al nemico le due posizioni di *a terra* ed *in ginocchio* si noti che: La vulnerabilità delle formazioni *in ginocchio* od *a terra*, risulta, dai dati finora esaminati (Tabella XXII), proporzionale all'altezza delle formazioni stesse. All'altezza della posizione di a terra (m. 0,45), un po' minore della metà dell'altezza della posizione in ginocchio (m. 1,05) corrisponde infatti (Tabella XXII) una vulnerabilità minore della metà di quella della posizione d'in ginocchio.

Le formazioni *a terra* hanno, adunque, una vulnerabilità inferiore alla metà delle formazioni corrispondenti *in ginocchio*; è questa la differenza più importante, meritevole di speciale rilievo.

(2) F. ROLUTI, opera citata.

TABELLA XXVI.

Durata delle raffiche in " e rapporti reciproci assegnando il valore di 1 alla raffica di 20"	*Rapporti tra i risultati medi percentuali* assegnando il valore di 1 a quelli ottenuti colla raffica di 20" (media dei tiri contro i bersagli alti m. 1,65, 1,05, 0,45). Distanze in metri		
	450	600	800
20" = 1	1	1	1
30" = 1,5	0,89	0,83	0,84
45" = 2,25	0,94	0,69	0,68
60" = 3,0	0,86	0,65	0,66
90" = 4,5	0,85	0,64	0,58

TABELLA XXVII.

Durata delle raffiche in " e rapporti reciproci assegnando il valore di 1 alla raffica di 20"	*Rapporti tra i risultati medi percentuali* assegnando il valore di 1 a quelli ottenuti colla raffica di 20" (media dei tiri eseguiti contro bersagli alti m. 1,65 e m. 1.05). Distanze in metri			
	450	600	800	1000
20" = 1	1	1	1	1
30" = 1,5	0,89	0,86	0,83	0,80
45" = 2,25	0,96	0,71	0,68	0,64
60" = 3,0	0,88	0,66	0,67	0,61
90" = 4,5	0,90	0,67	0,60	0,58
120" = 6	0,84	0,61	0,60	0,56

TABELLA XXVIII.

Durata delle raffiche e rapporti tra le varie raffiche assegnando il valore di 1 alla raffica 20"	*Rapporti tra i colpi caduti sul bersaglio* assegnando il valore di 1 ai colpi caduti sul bersaglio colla raffica di 20" (media dei risultati contro bersagli alti m. 1,65, 1,05, 0,45). Distanze in metri		
	450	600	800
20" = 1	1	1	1
30" = 1,5	1,33	1,03	1,00
45" = 2,25	1,77	1,24	1,30
60" = 3,0	2,03	1,48	1,34
90" = 4,5	2,77	2,27	2,07

TABELLA XXIX.

Durata delle raffiche e rapporti tra le varie raffiche assegnando il valore di 1 alla raffica di 20"	*Rapporti tra i colpi caduti sul bersaglio* assegnando il valore di 1 ai colpi caduti sul bersaglio colla raffica di 20" (media dei risultati contro bersagli alti m. 1,65 e 1,05). Distanze in metri			
	450	600	800	1000
20" = 1	1	1	1	1
30" = 1,5	1,39	1,11	1,06	1,04
45" = 2,25	1,88	1,33	1,35	1,27
60" = 3,0	2,15	1,55	1,38	1,54
90" = 4,5	3	2,50	2,23	2,27
120" = 6,0	4,08	3,03	2,50	2,86

b) Questa diminuzione del rendimento del fuoco col prolungarsi della raffica, aumenta sempre più coll'aumentare della distanza di tiro.

— Perciò le raffiche brevi convengono assai più delle lunghe, anzi convengono sempre e tanto maggiormente quanto più grande è la distanza di tiro.

8. **Le raffiche di fuoco in rapporto alle distanze di tiro.** — Evidentemente il rendimento del fuoco diminuisce coll'aumentare della distanza di tiro.

— In considerazione delle Tabelle XXX a XXXIII (vedi pagina seguente) si può dire:

Il rendimento delle raffiche diminuisce in rapporto molto maggiore di quello secondo cui aumentano le distanze di tiro.

TABELLA XXX.

DISTANZA		*Rapporti tra le medie dei vari risultati percentuali* ottenuti sparando contro i bersagli alti m. 1,65, 1,05, 0,45, assegnando il valore di 1 ai risultati ottenuti alla distanza di 450 metri.				
Metri	Rapporti inversi fra le distanze assegnando il valore di 1 alla distanza di 450 m.	Durata delle raffiche				
		20″	30″	45″	60″	90″
450	1	1	1	1	1	1
600	0,75	0,70	0,66	0,52	0,53	0,54
800	0,56	0,55	0,52	0,40	0,43	0,38

TABELLA XXXI.

DISTANZA		*Rapporti tra le medie dei vari risultati percentuali* ottenuti sparando contro i bersagli alti m. 1,65 e 1,05 assegnando il valore di 1 ai risultati ottenuti alla distanza di 450 metri.					
Metri	Rapporti inversi fra le distanze assegnando il valore di 1 alla distanza di 450 m.	Durata delle raffiche					
		20″	30″	45″	60″	90″	120″
450	1	1	1	1	1	1	1
600	0,75	0,69	0,66	0,51	0,52	0,51	0,50
800	0,56	0,57	0,53	0,40	0,43	0,38	0,41
1000	0,45	0,50	0,45	0,33	0,35	0,32	0,33

TABELLA XXXII.

DISTANZA		*Rapporti tra i colpi caduti sui bersagli* alti metri 1,65, 1,05 e 0,45, assegnando il valore di 1 ai risultati ottenuti alla distanza di 450 metri.				
Metri	Rapporti inversi fra le distanze assegnando il valore di 1 alla distanza di 450 m.	Durata delle raffiche				
		20″	30″	45″	60″	90″
450	1	1	1	1	1	1
600	0,75	0,80	0,62	0,56	0,59	0,66
800	0,56	0,72	0,54	0,53	0,48	0,55

TABELLA XXXIII.

DISTANZA		*Rapporti tra i colpi caduti sui bersagli* alti metri 1,65 e 1,05, assegnando il valore di 1 ai risultati ottenuti alla distanza di 450 metri.					
Metri	Rapporti inversi fra le distanze assegnando il valore di 1 alla distanza di 450 m.	Durata delle raffiche					
		20″	30″	45″	60″	90″	120″
450	1	1	1	1	1	1	1
600	0,75	0,75	0,62	0,55	0,56	0,65	0,58
800	0,56	0,62	0,56	0,54	0,47	0,55	0,45
1000	0,45	0,48	0,36	0,32	0,34	0,36	0,33

9. Le raffiche di fuoco in rapporto all'altezza dei bersagli. — Evidentemente il rendimento del fuoco diminuisce col diminuire dell'altezza del bersaglio.

TABELLA XXXIV.

RAFFICHE		*Rapporto tra i percento* assegnando il valore di 1 al % ottenuto colla raffica di 20″		
Durata in minuti secondi	Assegnando il valore di 1 alla raffica di 20″	Bersaglio alto metri 1,65	1,05	0,45
20	1	1	1	1
30	1,5	0,87	0,84	0,76
45	2,25	0,81	0,73	0,66
60	3,0	0,77	0,67	0,64
90	4,5	0,78 (1)	0,62	0,45
120	6,0	0,73	0,60	—

TABELLA XXXV.

RAFFICHE		*Rapporto tra i colpi caduti sul bersaglio*, assegnando il valore di 1 ai colpi caduti sul bersaglio colla raffica di 20″ (media dei risultati contro bersagli alti metri 1,65, 1,05, 0,45). Bersaglio alto metri		
Durata in minuti secondi	Assegnando il valore di 1 alla raffica di 20″	1,65	1,05	0,45
20	1	1	1	1
30	1,5	1,25	1	0,85
45	2,25	1,65	1,34	1,02
60	3,0	1,81	1,42	1,29
90	4,5	2,70	2,14	1,14
120	6,0	3,53	2,52	—

(1) I risultati percentuali diminuiscono coll'aumentare della durata della raffica e col diminuire dell'altezza del bersaglio: fa eccezione la raffica di 90″ per il bersaglio alto m. 1,65, eccezione spiegabile colle anomalie che, per cause variabili, si notano spesso nei tiri di fanteria.

TABELLA XXXVI.

BERSAGLI		*Rapporto tra le medie dei risultati percentuali* ottenuti sparando su ciascuno dei bersagli contro indicati, assegnando il valore di 1 ai risultati ottenuti col bersaglio alto m. 1,65. Durata delle raffiche					
Altezza metri	Assegnando il valore di 1 al bersaglio alto m. 1,65	20″	30″	45″	60″	90″	120″
1,65	1	1	1	1	1	1	1
1,05	0,64	0,51	0,49	0,46	0,45	0,40	0,42
0,45	0,27	0,23	0,20	0,19	0,18	0,13	—

TABELLA XXXVII.

BERSAGLI		*Rapporto tra le medie dei colpi caduti su ciascuno dei bersagli* contro indicati, assegnando il valore di 1 ai colpi caduti sul bersaglio alto m. 1,65. Durata delle raffiche					
Altezza metri	Assegnando il valore di 1 al bersaglio alto m. 1,65	20″	30″	45″	60″	90″	120″
1,65	1	1	1	1	1	1	1
1,05	0,64	0,65	0,52	0,53	0,51	0,53	0,47
0,45	0,27	0,30	0,20	0,19	0,15	0,16	—

— In considerazione di quanto precede si può dire: Il rendimento delle raffiche diminuisce in un rapporto molto maggiore di quello secondo cui diminuisce l'altezza del bersaglio.

10. Considerazioni riassuntive sulle raffiche di fuoco (1). — L'esame dei risultati di tiro ha sperimentalmente provato:

1° Col prolungarsi della raffica di fuoco il numero dei colpi che cadono sul bersaglio aumenta in proporzione sempre minore, sicchè diminuisce sempre più il rendimento del tiro.

Le raffiche brevi, quindi, convengono assai più delle lunghe (2).

2° Le raffiche brevi convengono tanto maggiormente quanto più grande è la distanza di tiro (2).

3° Il rendimento del fuoco diminuisce in un rapporto molto maggiore di quello secondo cui aumentano le distanze di tiro (3).

4° Più piccoli sono i bersagli, tanto più breve deve essere la raffica del fuoco (4).

5° Il rendimento del fuoco diminuisce in un rapporto molto maggiore di quello secondo cui diminuisce l'altezza del bersaglio (4).

— Dalle tabelle finora esaminate risulta che la raffica più conveniente è quella di 20'': è però da osservare che, nel combattimento, per le inevitabili dispersioni dipendenti dall'eccitazione dei combattenti, i risultati del tiro diminuiscono notevolmente rispetto a quelli ottenuti in un poligono di tiro nel tempo di pace; e perciò la raffica di 20'' potrebbe dare risultati troppo esigui, non rispondenti alla situazione tattica, qualora il nemico si mantenesse alla vista, in formazione sufficientemente vulnerabile, per un tempo maggiore.

È necessario perciò considerare le deduzioni precedenti in relazione al combattimento reale: si ha così che le raffiche straordinariamente brevi sono inopportune, quando il bersaglio continui a mantenersi in vista in formazioni vulnerabili; come pure riescono dannose le raffiche eccessivamente lunghe, anche se il bersaglio continuasse a rimanere in vista.

Le raffiche intermedie alle brevissime ed alle eccessivamente lunghe, sono invece le più opportune, sempre quando il bersaglio sia sufficientemente vulnerabile.

Le raffiche brevissime però, possono essere imposte dall'avversario, quando rimanga in vista pochissimi istanti.

Le raffiche eccessivamente lunghe, invece, dobbiamo scartarle di nostra iniziativa perchè, come si è visto, per l'eccitazione dei combattenti, compromettono notevolmente i risultati del tiro.

Dunque:

6° Nel combattimento le raffiche, di massima, debbono essere in relazione al tempo in cui il bersaglio rimane in vista in formazione sufficientemente vulnerabile, ed alla calma dei tiratori: in ogni modo è però conveniente, a meno di casi eccezionali, che non oltrepassino la durata di 45''-60''.

— Poichè le raffiche che dànno maggiori risultati corrispondono, in media, al consumo di un pacchetto-caricatore, si potrebbe essere tentati a dedurre che il fuoco più conveniente sia quello *per caricatore;* quello cioè che deve cessare automaticamente, non appena ogni tiratore abbia sparato tutti i colpi (sei colpi) di un pacchetto-caricatore.

---

(1) F. Roluti, opera citata.
(2) Vedi N. 7: « Le raffiche di fuoco in rapporto alla loro durata ».
(3) Vedi N. 8: « Le raffiche di fuoco in rapporto alle distanze di tiro ».
(4) Vedi N. 9: « Le raffiche di fuoco in rapporto all'altezza dei bersagli ».

È da considerarsi però che tale specie di fuoco prescinde, innanzitutto, completamente dalla situazione tattica. Se ogni tiratore infatti deve cessare il fuoco tutte le volte che ha sparato i colpi di un caricatore, accadrà che i tiratori più abili e quindi più celeri, anche quando la situazione tattica potrà richiedere il fuoco più intenso, cesseranno il tiro, con danno notevolissimo, poichè ragionevolmente è prevedibile che questi tiratori calmi appunto perchè, nell'orgasmo dell'azione tattica, hanno saputo cessare automaticamente il tiro, potrebbero eseguire ancora un fuoco efficace. Tale specie di fuoco prescinde, inoltre, dalla parte *umana* del combattimento, perchè alcuni tiratori potrebbero accelerare troppo la cadenza del fuoco, allo scopo di

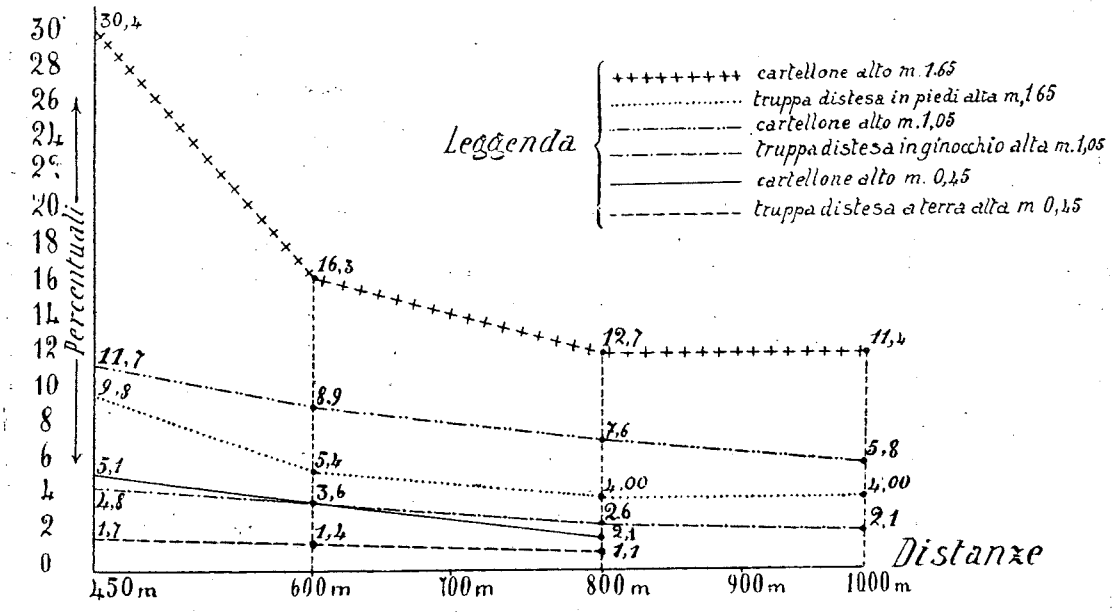


Fig. 1.

Diagramma indicante le vulnerabilità medie ottenute con raffiche di 20″, 30″, 45″, 60″ su cartelloni continui alti m. 1,65, 1,05, 0,45 e su catene di pari altezza.

prontamente e completamente coprirsi subito dopo. Se poi si volesse ciò evitare, occorrerebbe tenere tutti i tiratori ugualmente esposti fino a che quelli più lenti avessero ultimato il fuoco, aumentando in tal modo sensibilmente la vulnerabilità del reparto.

È da considerare infine — e studiatamente abbiamo messa ultima la considerazione principale — che, durante il combattimento, qualunque specie di fuoco diventa, per l'eccitazione dei combattenti, un fuoco continuo; dunque il fuoco *per caricatore,* come tutti gli altri consimili, *per pacchetto, per cartucce contate, ecc.,* non sono possibili nel combattimento, ove *s'impone il fuoco continuo.*

Per conservare disciplinato il tiro continuo, occorre però farlo cessare tratto tratto, ciò che riesce possibile solo quando la truppa sia stata bene addestrata, e gli ufficiali inferiori sappiano, durante l'azione, imporsi ai sottoposti coll'esempio, conservando in mano il proprio reparto con quell'energia che non deve venire mai meno in qualunque frangente.

Il fuoco *per caricatore* adunque non sembra corrispondere nè al miglior impiego dell'arme, nè alla pratica esecuzione del tiro nel combattimento.

11. Criteri per l'apertura del fuoco in rapporto alla vulnerabilità delle formazioni distese (1) (2). — Dall'esame del diagramma (Fig. 1) risulta che piccola è la vulnerabilità della truppa distesa a terra ed anche in ginocchio; ne consegue:

7° È necessario di non aprire il fuoco, specie contro truppa a terra, se non nei momenti in cui si deve proteggere l'avanzata di qualche reparto od appena prima di un nuovo sbalzo, perchè, in tali casi, anche non ottenendo grandi effetti materiali, si disturberà pur sempre l'avversario, rendendogli difficile di puntare e sparare con calma.

8° È conveniente invece — qualora riesca possibile — aspettare ad aprire il fuoco, quando l'avversario è costretto a scoprirsi per avanzare.

9° Contro truppa distesa in piedi, conviene di aprire il fuoco nelle migliori condizioni di tiro, alla distanza di circa 700 metri.

12. Conclusione. — Tutto ciò che è stato svolto sul tiro collettivo rappresenta la deduzione di studi ed esperienze fatte finora sui campi di tiro colle attuali armi da fuoco portatili, sia da noi, sia presso altri eserciti; evidentemente la vasta guerra attuale porterà ai tecnici ed ai tattici numerossimi elementi di studio poichè tutti i mezzi d'offesa e di difesa, tutte le circostanze di tempo, di luogo, di clima, tutte le situazioni materiali, psichiche, fisiologiche, tattiche hanno necessariamente avuto vasto campo per manifestare la propria influenza da sole o con azione concomitante.

Sembrerebbe perciò inutile il lavoro compiuto nei precedenti capitoli proprio in questo momento in cui gli argomenti discussi ricevono la loro sanzione favorevole o sfavorevole agli scopi del combattimento; ma ciò non è, poichè servirà a dimostrare fino a che punto tutto ciò che si deduce dallo studio accurato del tempo di pace risponda alla pratica ed ai fini della guerra.

Una previsione credo che si possa già fare:

Tutta la nostra regolamentazione dev'essere semplificata, semplificata molto fino a ridursi a pochissimi principî fondamentali senza *se* e senza *ma*. affinchè tutti con facilità vi s'informino veramente, costituendo così in ognuno lo schema saldo col quale svolgere qualsiasi azione, che pur sempre sarà un'azione particolare e che risentirà della capacità dell'ufficiale, dell'abilità della truppa, del valore di tutti coloro che la portano a compimento (3).

---

(1) F. Roluti, opera citata.

(2) Le catene abbiano la densità di un uomo per metro.

(3) Confermano la nostra idea le pubblicazioni regolamentari del Comando del Corpo di Stato Maggiore che dall'inizio della guerra informano l'azione delle truppe:

Attacco frontale e ammaestramento tattico, edizione febbraio 1915.

Norme complementari alle Istruzioni sui lavori del campo di battaglia, edizione febbraio 1915.

Riassunto delle Norme generali dell'istruzione per la guerra di fortezza, edizione aprile 1915.

Esplorazione vicina e sicurezza, edizione maggio 1915.

Norme per l'esecuzione del tiro di fucileria contro aeroplani e dirigibili, edizione maggio 1915.

Articolo III. — Questioni varie relative al tiro collettivo.

13. Circa i coefficienti di riduzione ai dati di efficacia. — È assurdo di adoperare un coefficiente di riduzione, anche elevato, alle relazioni fra gli elementi dell'efficacia ed agli elementi stessi, ricavato praticamente in condizioni necessariamente diverse dalle vere del combattimento; però tali relazioni interpretate con larghezza ed in unione con quelle suggerite dal buon senso e dalla costante osservazione del modo di sentire, vivere e combattere della truppa, possono riuscire utili a chiarire molte delle disposizioni tattiche che i nostri regolamenti espongono circa la formazione, l'ammaestramento tattico, l'impiego del fuoco, le norme per il combattimento.

A titolo di studio ricordiamo che alcuni autorevoli scrittori vollero stabilire un coefficiente di riduzione approssimativo da applicare ai dati d'efficacia ottenuti nei tiri di poligono e si giunse anche a ritenere che i risultati d'efficacia nel combattimento sono presumibilmente $^1/_{100}$ di quelli ottenuti nei poligoni.

Altri scrittori (1), basandosi sull'enorme influenza sul tiro delle sensazioni psichiche durante il combattimento, deducono che il tiratore non punta (2).

14. Circa la celerità di tiro più conveniente e circa la celerità di tiro del fucile automatico. — Poichè l'efficacia del tiro ha per scopo la disorganizzazione del bersaglio, a parità di ogni altra condizione, questa disorganizzazione si dovrebbe raggiungere tanto più facilmente quanto maggiore è il numero dei colpi sparati nell'unità di tempo; ciò non è.

Il numero dei colpi aumenta col crescere dei tre elementi: forza, durata, celerità.

La forza e la durata non sono sempre aumentabili a nostra volontà, l'una espone maggior numero d'uomini e l'altra li espone per maggior tempo

---

(1) F. Roluti, *Il fuoco della fanteria*, edizione 1908.

(2) Il Wolozkoi, il Trochu, il Libermann, l'Ardant du Picq, il Tellemback.

Il Wolozkoi esponendo la sua teoria non vuole affermare la inutilità del fuoco mirato, anzi egli se ne serve per dimostrare la necessità di rendere abituale nel soldato il bisogno del puntamento e perciò l'utilità di una accurata e continua istruzione.

Il Wolozkoi dice che non esiste alcuna relazione fra i risultati di poligono e quelli di guerra poichè risulta che, per uno stesso modello di arma, le zone più intensamente battute si riscontrano sempre ad una stessa distanza, e precisamente che il nocciolo è corrispondente all'inclinazione di 4° dell'arma.

Dunque si deve dedurre che il tiratore spiana l'arma nella posizione istintiva che gli è più comoda, posizione che dà all'arma una inclinazione media di 4° ed in ogni caso di combattimento crea una stessa rosa, costante di posizione rispetto al tiratore, la quale produce un'efficacia variabile, nella maggioranza dei casi molto piccola, secondo la distanza del bersaglio dal tiratore.

Ma appunto il Wolozkoi aggiunge: « È verosimile che il soldato sparando tenga il fucile come gli torna più comodo, e per conseguenza *lo spianerà tanto più esattamente, quanto maggiore è in lui l'abitudine di fare un tale movimento* », ed ha ben ragione, poichè le guerre ultime hanno largamente dimostrato che con l'accurata istruzione sul puntamento, comune oggidì alle truppe di tutti gli eserciti, il fuoco ha grande efficacia alle piccole distanze e sufficiente efficacia alle medie distanze di tiro.

alle offese nemiche; inoltre il bersaglio deve essere disorganizzato durante le sue brevi apparizioni; dunque in nostro arbitrio rimane solo l'aumento di celerità; la celerità ha un grado massimo per ogni tipo d'armamento e per i diversi gradi dà luogo ad effetti diversi, quindi: *Per ogni tipo d'armamento deve esistere un grado di celerità che è praticamente il più conveniente.*

Cogli attuali fucili a ripetizione, per le considerazioni successivamente svolte in queste Nozioni, si è dovuto stabilire che la celerità più conveniente è quella che risulta dall'applicazione del concetto fondamentale:

Il tiro deve essere celere per quanto ciò risulta dalla condizione necessaria d'essere un tiro mirato.

Il tiro lento, cioè quello che fra un colpo e il successivo dà luogo a pause maggiori del necessario per eseguir bene le operazioni di caricamento e puntamento, è contrario alle caratteristiche degli attuali fucili, delle quali la più compresa dal soldato è appunto la celerità; è contrario ai bisogni tattici, specialmente a quello di colpire l'avversario mentre fa uno sbalzo o comunque si scopra; è contrario all'istinto, che nei momenti decisivi della lotta spinge a sfruttare al massimo i proprii mezzi di offesa; dunque il tiro lento è inopportuno ed artificioso.

Il tiro celere mirato, colle armi odierne è pratico e conveniente; è necessario sia per l'attaccante che per il difensore, per il bisogno di ottenere la concentrazione degli effetti nello spazio e nel tempo senza ricorrere alla concentrazione dei mezzi; è voluto da ragioni storiche; s'impone per ragioni morali; però deve essere eseguito a riprese altrimenti diviene disordinato.

La celerità di tiro mirato, sia minima che massima, ammissibile in un fuoco di combattimento, non può essere tassativamente stabilita, però si ritiene che la celerità di un fuoco mirato possa variare da 4 ad 8 colpi al 1'.

L'*Istruzione sulle Armi e sul Tiro per la Fanteria*, Volume I, dopo avere stabilito che il fuoco a volontà mirato è la sola specie di fuoco che viene impiegata nel combattimento, ai N. 146 e 147 dice:

« L'esperienza ha dimostrato:

1° che, salvo rare eccezioni, tutti i soldati di fanteria, possono, quasi in ogni circostanza e da qualunque posizione, eseguire un fuoco ben mirato mantenendo una celerità di 6 colpi al 1';

2° che questa celerità si può considerare la *celerità di tiro naturale*, perchè essa viene impiegata inconsciamente dalla maggioranza dei tiratori lasciati a sè quando non sono soggetti ad alcuna influenza che li obblighi ad accelerare il tiro » (1).

« Per eseguire il *fuoco a volontà mirato* ogni tiratore, al comando o segnale del suo capo riparto, spara successivamente e fino a che non riceva l'ordine di cessare il fuoco, *quel maggior numero di colpi mirati* che gli è consentito dalle sue attitudini personali opportunamente sviluppate.

Egli esegue perciò *fuoco continuo*, fa succedere cioè i suoi colpi in ogni ripresa di fuoco senza interruzione, e *con celerità personale, quella cioè che gli è più adatta per ottenere*, dall'ottima arme che gli è affidata, il maggior rendimento, ossia *il massimo di risultati utili in relazione alle cartucce sparate.*

---

(1) È risultato che *un ottimo tiratore* in condizioni favorevolissime raggiunge la celerità di 18 colpi al minuto primo.

Oltrepassando questa celerità tali risultati utili verrebbero a diminuire e non sarebbero proporzionati al consumo delle munizioni, col pericolo perciò di rimanerne sprovvisti nei momenti risolutivi del combattimento.

La *celerità personale* non è mai assoluta, ma variabile a seconda delle condizioni in cui si esegue il tiro. Quando queste condizioni, cioè: posizione, stato fisico e morale dei tiratori, distanza, dimensioni e visibilità del bersaglio, condizioni di luce, ecc., siano poco favorevoli, la *celerità personale* di tiro verrà naturalmente a diminuire per il maggior tempo che s'impiega nel puntare colla dovuta precisione ».

Stabilito il concetto della celerità personale viene logico di domandare quale risulti la celerità media col fuoco a volontà mirato; cioè: *qual'è la cadenza del fuoco?*

Dagli esperimenti eseguiti e dalle osservazioni fatte durante le esercitazioni di tiro collettivo, è risultato che in condizioni favorevoli il maggiore rendimento del fuoco si è ottenuto colla celerità media di 8 colpi al 1'.

La celerità media di guerra, cioè la celerità pratica più conveniente, sarà senza dubbio minore poichè diminuita dalla minore visibilità del bersaglio, dall'influenza degli elementi psicofisici e dalla preoccupazione, ripetutamente ricordata dai regolamenti come assoluto dovere, di non sprecare munizioni per non esserne privi nel momento decisivo del combattimento.

Il tiro celere si risolve in spreco di munizioni quando è male eseguito, cioè quando la celerità va a danno del puntamento e dello scatto (sappiamo che si devono accelerare solo le operazioni di caricamento), oppure quando è male impiegato, ad esempio: alle grandi distanze — non giustificato dalle esigenze tattiche — iniziato troppo presto o cessato troppo tardi.

La questione della celerità di tiro più conveniente era, almeno da noi, appena risolta per le armi a ripetizione, che nuove importanti controversie sorsero e tuttora si svolgono per l'adozione delle celerissime armi automatiche.

Per il fucile automatico si ripete nelle armi il fenomeno storico, iniziatosi colla retrocarica, di decisa opposizione al nuovo perfezionamento.

Da alcuni competenti ufficiali si vuole che il fucile automatico, come arma da guerra, difetti nelle seguenti caratteristiche:

Manegevolezza	diminuita — non in relazione al comune grado di intelligenza del soldato.
Valore balistico	appena sufficiente.
Celerità di tiro	eccessiva — si otterranno maggiori errori di puntamento dovuti alla fatica dell'occhio per mirare continuamente.
Consumo e rifornimento delle munizioni	consumo enorme e sproporzionato all'efficacia — difficoltà grandissima di far giungere le munizioni sulla linea di fuoco.

Nello studio fatto delle attuali *Armi automatiche* (1) si sono esaminate le loro caratteristiche come armi da guerra, i pregi ed i difetti di ciascun sistema e dei principali tipi in uso, infine siamo venuti nel concetto che,

(1) Vedi Parte I e Volume II.

non appena la conoscenza di tali armi sarà volgarizzata, esse trionferanno facilmente di tutte le attuali opposizioni e costituiranno l'armamento ordinario degli eserciti.

Premesso che il fucile automatico odierno è ora di una semplicità sorprendente — almeno tale è l'ingegnosa e poco costosa trasformazione del nostro fucile Mod. 1891, resistente, di uguale peso e maneggevolezza dell'ordinario fucile a ripetizione — si noti che:

a) permette la celerità di fuoco che meglio aggrada, poichè ogni colpo parte quando lo vuole il tiratore;

b) evitando al tiratore i movimenti della carica ed avvenendo questa in un tempo brevissimo (circa $^1/_{10}$ di 1″) e senza scosse, il tiratore se non ha abbattuto il bersaglio può seguirlo continuamente migliorando il puntamento;

c) non affatica il tiratore, nè lo eccita, nè il puntamento continuo di 4 o 6 colpi successivi gli stanca la vista;

d) volutamente non dà luogo nè al tiro a mitragliera, nè al tiro intermittente oltre 6 colpi di seguito, poichè occorre rifornire il serbatoio di un caricatore; anzi alcuni vorrebbero giustamente adottare per il fucile automatico caricatori di 4 colpi per avere con più frequeuza l'occasione (1) di richiamare il soldato alla disciplina del fuoco.

Poichè il problema tecnico-balistico è risolto (buono e facile funzionamento, lievissime scosse, facile puntamento, grande potenza ed efficacia) e quello d'impiego tattico è pure risolto (soprattutto col richiamare alla disciplina del fuoco adottando il caricatore a 4 colpi) non rimane da considerare che quello logistico, che è realmente il più difficile e la cui soluzione spaventa coloro che chiamano il fucile automatico « divoratore di munizioni »; però la soluzione sufficiente la dànno gli attuali mezzi meccanici di trasporto opportunamente impiegati pel rifornimento delle colonne-munizioni.

Dunque: *si accolga favorevolmente l'adozione del fucile automatico come arma da guerra; questa nuova arma migliorando le condizioni per l'esecuzione del fuoco a volontà mirato, affaticando meno il tiratore, renderà terribile l'efficacia del fuoco di fanteria.*

15. Circa il munizionamento ed il rifornimento delle munizioni. — Abbiamo detto che il tiro celere fa sorgere la preoccupazione di restare privi di cartucce nel momento decisivo della lotta.

Il problema del munizionamento si basa su tre elementi ugualmente importanti: *consumo totale - dotazione individuale - rifornimento.*

Il problema non è esclusivamente logistico poichè ciascuno dei tre elementi anzidetti dipende anche da esigenze tattiche e dall'attitudine del soldato a trasportare con l'equipaggiamento parte della dotazione individuale.

Circa il consumo delle munizioni in guerra ciò che interessa di determinare non è il numero delle munizioni occorrenti per un'intera campagna di guerra, poichè a tale bisogna, coi mezzi odierni di fabbricazione, si può

---

(1) Allorchè le cartucce del serbatoio sono ultimate, dopo l'espulsione dell'ultimo bossolo, l'otturatore non può avanzare e chiudere la culatta, perciò dà avviso di *serbatoio vuoto* ed *arma scarica*.

sempre largamente provvedere in pace e durante la campagna (1), bensì interessa di determinare il consumo di munizioni che serve per stabilire la dotazione individuale ed il rifornimento immediato.

Dai dati storici si rileva che il consumo è cresciuto coll'aumento della celerità di tiro, ma in proporzione molto minore di questa; la principale ragione di ciò è che *la celerità maggiore, concentrando nel tempo gli effetti sul bersaglio, rende l'azione del fuoco di più corta durata.*

In tutte le ultime guerre si è verificato che mentre la media delle cartucce sparate da ogni tiratore è di molto inferiore alla dotazione individuale, ai reparti maggiormente impegnati sono mancate le cartucce nel momento d'azione decisivo; perciò occorre di stabilire che la dotazione individuale ed il rifornimento immediato siano tali che ciascun tiratore dei reparti maggiormente impegnati non manchi mai di munizioni, specialmente nei periodi più critici.

La dotazione individuale, messa in relazione al massimo peso trasportabile dal soldato, è cresciuta colla riduzione del calibro (2); ma il problema del sicuro munizionamento per tutte le evenienze del combattimento non si può dire risolto.

Coi fucili a ripetizione, scaglionate nella Divisione o nel Corpo d'Armata, si può ritenere che occorrono individualmente non meno di 200 cartucce per una giornata di combattimento e di 350 per due giornate (3).

Come appare dalla Tabella XXXVIII (riportata a pagina seguente) non tutti gli eserciti si trovano nelle condizioni esposte; da noi lo scaglionamento delle munizioni per armi portatili è quello indicato dalla Tabella XXXIX (Vedi a pag. 477).

---

(1) Abbiamo i mezzi per produrre all'occorrenza 2 milioni di cartucce al giorno.

(2) Si consideri l'esempio seguente:

FUCILE	Calibro mm.	Peso cartuccia gr.	Numero cartucce portate dal soldato	Peso trasportato dal soldato		
				Munizioni kg.	Arma kg.	Totale kg.
Avancarica (*a*) . . .	18,5	60	40	2,400	5	(*b*) 7,400
Dreyse	15,4	40	(*c*) 60	2,400	4,650	7,050
Carcano Mod. 60-67 . .	17,5	40	72	2,880	5	7,880
Wetterly Mod. 70 . . .	10,35	35	88	3,080	4,650	(*d*) 7,730
Wetterly Mod. 70-87 cartucce 900	10,35	29,6	96	(*e*) 3,536	5,050	(*d*) 8,586
Mod. 91	6,5	22	168	(*e*) 4,310	4,240	(*d*) 8,550

(*a*) Moschetto svedese dei tempi di Gustavo Adolfo.

(*b*) Comprendendovi il peso dell'arma bianca, che s'infilava sulla bocca della canna per trasformare il fucile in arma da asta, si avevano 8 kg. circa, oltre alla bandoliera, alla giberna, agli accessori, al pugnale, ecc.

(*c*) Nella guerra Franco-Prussiana del 1870-71 furono 80.

(*d*) Colla sciabola-baionetta e cinghia.

(*e*) Coi caricatori.

(3) A Mukden il consumo individuale giornaliero in una divisione giapponese raggiunse 340 cartucce.

TABELLA XXXVIII. — **Scaglionamento delle cartucce per ogni fucile delle truppe di fanteria di alcuni eserciti.**

STATO	FUCILE			Trasportate dal soldato	Carreggio reggimentale	Colonna di munizioni divisionale	Totale
	Modello	Sistema	Calibro mm.				
Italia . . .	1891	Carcano-Mannlicher	6,5	168	24	108	300
Germania . .	1898	Mauser	7,9	150	50	80	280
Francia. . .	1886-93	Lebel	8	120	68	110	298
Russia . . .	1891	Mossine	7,6	130	66	84	280
Austria . . .	1895	Mannlicher	8	120	40	75	235
Inghilterra .	1903	Lee-Enfield	7,7	150	85	77	262
Svizzera . . .	1889-96	Rubin-Schmidt	7,5	150	86	67	273
Giappone . . .	1905	Arisaka	6,5	168	32	200	400

Poichè il consumo individuale di munizioni non ha un limite ben determinabile è bene di attenersi al concetto di avere la maggior dotazione possibile indosso al soldato e presso la linea di fuoco nel carreggio reggimentale.

Si ha continua cura di aumentare il numero delle cartucce che il soldato trasporta con sè alleggerendo l'equipaggiamento ed in alcuni momenti del combattimento provvedendo il soldato solo di viveri e cartucce; ma *la cura maggiore dev'essere posta nel non sprecare cartucce impiegando intelligentemente il fuoco* e nel migliorare i mezzi di rifornimento, rendendo più rapidi quelli di maggiore entità (fra magazzini avanzati e colonne munizioni, fra colonne munizioni e battaglioni) e più semplici, meno legati alla viabilità del terreno, più numerosi, quelli fra battaglioni e la linea di fuoco.

Circa questo importante argomento si riporta qui appresso ciò che è stabilito nel Capo IV, N. 376, del nostro *Regolamento d'esercizi per la Fanteria;* le modalità d'esecuzione del rifornimento sono date nei successivi numeri dal 377 al 382.

16. « Rifornimento delle munizioni durante il combattimento (1). — PREMESSA. — **376.** La dotazione individuale di cartuccie è, di massima, sufficiente a permettere lo svolgimento di una non breve ed anche intensa azione di fuoco; tuttavia non mancheranno i casi in cui si renderà necessario di rifornire le truppe di munizioni durante il combattimento.

Il servizio per il rifornimento delle munizioni è predisposto in modo che, durante la battaglia, possano essere distribuite al soldato non solo le cartucce che si hanno sempre ad immediato seguito dei riparti, ma anche quelle che li seguono, più indietro, con le colonne munizioni.

Le condizioni di guerra sono, per altro, così varie, e l'azione può assumere un andamento così imprevedibile, che non sempre sarà possibile, durante la battaglia, far pervenire a tutti i combattenti un rifornimento di cartucce. È perciò indispensabile che il soldato abbia sempre con sè tutta la sua ordinaria dotazione di munizioni; pertanto, ogni qual volta in guerra si devono

(1) *Regolamento d'esercizi per la fanteria,* edizione 1914.

lasciare gli zaini, bisogna che da essi vengano tolte le cartucce, che il soldato porrà nelle tasche.

Inoltre deve essere costante cura degli ufficiali e dei graduati l'impedire lo spreco delle munizioni; è necessario che sia radicata nel soldato la convinzione, che le cartucce sulle quali potrà fare sicuro assegnamento sono essenzialmente quelle che egli ha con sè; e ciò specialmente per truppe operanti in montagna. Questa convinzione indurrà il soldato ad usare con parsimonia delle sue munizioni e faciliterà anche agli ufficiali ed ai graduati il mantenimento della disciplina del fuoco.

377. Si provvede al rifornimento delle munizioni *durante il combattimento:*

a) con cartucce ritirate ai tiratori messi fuori combattimento;

b) con le cartucce trasportate al seguito dei riparti col carreggio e con le salmerie reggimentali (o salmerie di compagnia) e con le colonne munizioni;

c) con cartucce richieste a riparti non impegnati.

La quantità di cartucce trasportate dal soldato e dagli elementi di rifornimento ora accennati, risulta dalla seguente:

TABELLA XXXIX. — **Scaglionamento delle munizioni per il rifornimento delle truppe di fanteria nel combattimento.**

	Cartucce a pallottola per ogni fucile o moschetto	*ANNOTAZIONI*
Fanteria di linea.		1. I dati del presente specchio sono approssimativi e sono stati calcolati sulla base delle munizioni trasportate dai singoli elementi di rifornimento e della forza organica di guerra dei singoli riparti; perciò la quantità di cartucce, sulle quali il soldato può fare assegnamento nella giornata di combattimento, effettivamente risulterà sempre alquanto superiore a quella qui indicata. Occorre inoltre ammettere, che un grande consumo di munizioni si rende necessario solamente in combattimenti serii e prolungati nei quali, quindi, saranno sensibili le perdite dall'una e dall'altra parte: pertanto, pur senza tener calcolo delle munizioni che, tolte a coloro che sono messi fuori combattimento, vanno distribuite agli altri, la quota delle cartucce portate al seguito dei reparti, assegnata a ciascun combattente, risulterà evidentemente assai superiore a quella indicata nello specchio.
Col soldato	168	
Col carreggio reggimentale o con la colonna salmerie reggimentale . .	24	
Con la colonna munizioni divisionale	108	
Totale . . .	300	
Bersaglieri.		
Col soldato	168	
Col carreggio reggimentale o con la colonna salmerie reggimentale . .	24	
Con la colonna munizioni per T. S. .	200	
Totale . . .	392	
Alpini.		2. I sergenti, i trombettieri, gli zappatori e gli individui armati di moschetto portano una quantità di cartucce inferiore a quella del soldato armato di fucile. Tale dotazione risulta dall'*Istruzione sulle Armi e sul Tiro per la Fanteria.*
Col soldato	168	
Con la salmeria di compagnia . .	parte someggiata . 48 parte carreggiata . 196	
Con la colonna muniz. per gruppo alpino .	parte somegg. 19 parte carregg. 71	3. Gli individui armati di pistola hanno una dotazione fissa di 18 cartucce; inoltre col carreggio o salmeria reggimentale sono trasportate 720 cartucce per pistola, con le salmerie di compagnia 360 e con le colonne munizioni circa 9500 per pistole Mod. 74 e Mod. 89 e circa 3600 per pistola automatica Mod. 1910.
Totale . . .	502	

Di massima, il rifornimento delle cartucce per pistola non viene fatto sulla linea di fuoco, ma dopo il combattimento.

CARTUCCE RITIRATE AI TIRATORI MESSI FUORI COMBATTIMENTO. — **378.** I comandanti di plotone e di squadra devono curare che, ogni qualvolta si renda possibile per le condizioni di terreno o per il fuoco dell'avversario, vengano ritirate le cartucce agli individui messi fuori combattimento e siano distribuite fra i soldati del riparto.

Le cartucce devono sempre essere ritirate ai feriti che dalla linea di fuoco vengono trasportati ai posti di medicazione.

CARTUCCE TRASPORTATE AL SEGUITO DEI RIPARTI. — **379.** *I reggimenti di fanteria e bersaglieri, non destinati ad operare in montagna,* sono dotati per il trasporto delle munizioni di alcune *carrette da battaglione leggiere,* sulle quali si caricano casse e zaini per cartucce.

Queste carrette, finchè contengono munizioni, seguono costantemente ed immediatamente i reggimenti od i battaglioni, fin dove le condizioni del terreno lo consentono.

Spetta ai comandanti di reggimento od a quelli di battaglione, decidere in quale misura, in qual momento e per quali riparti si debba addivenire al rifornimento delle munizioni con le cartucce che si hanno sulle carrette, e di curare che le cartucce stesse siano in qualche modo trasportate al seguito dei riparti nei casi in cui le carrette non possano più seguirli ed ancora non sia giunto il momento di distribuirne le munizioni alla truppa.

Detti comandanti provvedono anche al modo col quale effettuare la distribuzione delle cartucce sia ai riparti non ancora impegnati, sia a quelli che trovansi già sulla linea di fuoco, avvertendo che il rifornimento delle munizioni non deve essere fatto soltanto con gli *zaini porta-cartucce* (1) ma, a seconda delle circostanze del combattimento e delle condizioni del terreno, dovrà essere fatto anche con tutti gli altri mezzi che consentano una celere ed ordinata distribuzione delle munizioni alla truppa.

Le carrette vuotate sono rifornite di cartucce dalla *colonna munizioni,* i cui carri (o carrette) munizioni vengono spinti verso la linea di fuoco il più avanti possibile.

Di guisa che, per le truppe operanti in pianura il rifornimento delle cartucce, anche per gli elementi più avanzati, avviene di massima, dall'indietro all'avanti: sono cioè gli scaglioni di rifornimento retrostanti, che, al momento del bisogno, vengono spinti innanzi fino agli scaglioni di rifornimento rispettivamente antistanti e riforniscono questi, mentre il più avanzato rifornisce le truppe.

380. *Per le truppe alpine* le cartucce che vengono trasportate ad immediato seguito dei riparti, sono caricate parte su muli e parte su carrette. Ogni compagnia ha nel primo scaglione delle salmerie alcuni *muli porta-munizioni,* i quali, per quanto lo consentono le condizioni del terreno, seguono la compagnia anche nel combattimento.

---

(1) Gli attuali zaini per cartucce, per quanto non siano perfettamente rispondenti alle caratteristiche del nuovo equipaggiamento Mod. 1907, si lasciano tuttavia in distribuzione, come mezzo che può facilitare il rifornimento delle munizioni in guerra.

Il soldato che, eventualmente, dovesse portare per lungo tratto lo zaino per cartucce, lascia il proprio.

Spetta al comandante della compagnia dare disposizioni per farsi seguire da muli porta-munizioni, e per la distribuzione delle cartucce alla truppa.

Il graduato, addetto ai muli porta-munizioni, seguendo i movimenti della compagnia, cerca mantenersi coi quadrupedi ad immediata portata del proprio riparto; allorquando le condizioni del terreno non consentono più ai quadrupedi di seguire la compagnia, il graduato ne fa avvertire il comandante di essa, e, secondo gli ordini che riceverà, provvederà che i cofanetti siano portati a braccia sulla linea di fuoco.

Quando i cofanetti sono stati vuotati delle cartucce, il graduato coi muli porta-munizioni torna indietro e va a riempire i cofanetti colle cartucce che trovansi sulle *carrette per battaglione leggiere* destinate al trasporto delle munizioni, le quali saranno state spinte avanti quanto più possibile per cura del comandante il terzo scaglione salmerie; questo comandante, allorchè le truppe entrano in azione, deve, il più presto possibile, fare avvertire i riparti combattenti della località dove sono state collocate le carrette porta-munizioni.

Può accadere, talvolta, che le carrette per condizione di viabilità siano state arrestate molto indietro della linea di fuoco e che, invece, la *sezione someggiata della colonna munizioni di gruppo alpino* abbia potuto spingersi più vicino alla linea di fuoco; in questo caso i muli porta-munizioni delle salmerie di compagnia vanno a rifornirsi direttamente alla colonna munizioni.

Riempiti i cofani, i muli porta-munizioni raggiungono di nuovo la propria compagnia.

Le carrette porta-munizioni, quando sono vuote, vengono normalmente rifornite di cartucce dalla *colonna munizioni* del gruppo.

Quando, peraltro, le carrette porta-munizioni delle compagnie si trovano più vicine ad un *magazzino di munizioni* che alla colonna munizioni del gruppo, esse vanno a rifornirsi di cartucce direttamente al magazzino di munizioni più vicino.

In complesso, per le truppe alpine il rifornimento delle cartucce per gli elementi più avanzati viene fatto, in massima, dall'avanti all'indietro: imperocchè gli scaglioni someggiati, che seguono le truppe, vanno a rifornirsi agli scaglioni carreggiati, che per causa di viabilità non possono, salvo casi affatto eccezionali, essere spinti fino alla linea di fuoco. Gli scaglioni carreggiati però sono spinti avanti il più possibile e vengono, alla loro volta, riforniti ordinariamente col sistema dall'indietro all'avanti, dagli scaglioni retrostanti.

381. *I corpi di fanteria, destinati eventualmente ad operare in montagna,* sono provvisti, oltre che del carreggio ordinario, di speciali salmerie, per trasportare al seguito i materiali di prima necessità e le cartucce.

Prima di iniziare le operazioni in montagna, o quando il reggimento forma i carichi della propria salmeria, la dotazione di cartucce trasportata dalle carrette viene ripartita come segue:

a) con le cartucce delle casse ed una sufficiente quantità tolta dagli zaini per cartucce, vengono riempiti i 24 cofanetti da portarsi a salma;

b) 123 zaini per cartucce (75 pei reggimenti bersaglieri) — dei quali 6 con 216 cartucce per armi Mod. 91 e 120 per pistola, ed i rimanenti, ciascuno

con 288 cartucce per armi Mod. 91 — vengono caricati sulle salmerie (1);

c) le cartucce, che ancora rimangono della dotazione del carreggio, vengono distribuite fra la truppa nel modo che il comandante del reggimento ritiene più conveniente (2).

In tal modo il reggimento ha con sè, anche in montagna, tutta la dotazione che ordinariamente viene trasportata dalle carrette da battaglione leggere.

La salmeria reggimentale di muli porta-munizioni è divisa in tre squadre per facilitarne la eventuale assegnazione per battaglione ed anche per compagnia.

Allorchè il reggimento entra in azione, le squadre di muli porta-munizioni seguono i riparti, mantenendosi a loro immediata portata.

Allorchè le condizioni del terreno non permettono più di seguire le truppe combattenti, il graduato addetto alle squadre ne fa avvertito il comandante di reggimento o di battaglione ed, a seconda degli ordini che riceve, dispone perchè siano portati a braccia zaini e cofanetti sulla linea di fuoco.

Spetta al comandante del riparto, al quale sono stati assegnati i muli porta-munizioni, decidere sul momento ed in qual modo e in quale misura ed, eventualmente, a quale dei riparti dipendenti debbano essere distribuite le cartucce delle salmerie.

Quando i cofanetti e gli zaini sono stati vuotati, il graduato, sulla base degli ordini avuti dal comandante delle salmerie, deve condurre i muli porta-munizioni a rifornirsi presso la colonna munizioni divisionale.

Se i *magazzini munizioni* si trovano più vicini della colonna munizioni divisionale, i muli porta-munizioni reggimentali si recano senz'altro a rifornirsi di cartucce presso il magazzino di munizioni più vicino.

In complesso, anche per i corpi di fanteria e bersaglieri operanti in montagna, il rifornimento di munizioni, per gli scaglioni più avanzati, avviene dall'avanti all'indietro come per le truppe alpine.

CARTUCCE RICHIESTE A RIPARTI NON IMPEGNATI. — **382.** In circostanze eccezionali, e quando l'urgenza lo imponga, i riparti impegnati possono richiedere rifornimento di munizioni a quelli che ancora non hanno aperto il fuoco.

Di massima, i riparti che entrano in azione debbono poter fare assegnamento su tutte le cartucce, che hanno con sè: quando, però, i riparti, che ancora non abbiano iniziato il fuoco, siano richiesti di cartucce da riparti già impegnati, essi devono, senz'altro, mettere ad immediata disposizione dei riparti richiedenti tutte le cartucce, che ancora non fossero state distribuite alla truppa, e devono fare tutto il possibile perchè le munizioni giungano al riparto che le ha richieste; contemporaneamente provvedono a rifornirsi delle cartucce cedute ».

— Per meglio affermare l'importanza degli argomenti relativi al munizionamento si riportano alcune delle disposizioni sul « Consumo delle munizioni » emanate dal Comando Supremo dell'Esercito.

---

(1) Se il reggimento ha più di 24 cofanetti, li riempie con cartucce tolte da questi 123 zaini.

(2) Della dotazione trasportata col carreggio reggimentale non trovano posto sulle salmerie 4312 cartucce, cioè, circa 15 zaini per cartucce.

« I. Fra le più gravi preoccupazioni della guerra moderna, *gravissima* è quella del consumo delle munizioni. Quando non sia costantemente regolato con criteri di assoluta parsimonia, possono derivarne disastri.

II. È indispensabile basarsi sulla sola quantità di munizioni disponibile in *prima linea*, limitata per necessità di cose; — prudente necessità consiglia di non far molto assegnamento sui rifornimenti, che possono tardare o addirittura mancare.

III. È ovvio, ma dev'essere tenuto costantemente presente, specie dai tiratori, dai capisquadra e dagli ufficiali coi tiratori a più diretto contatto, che anche poche cartucce sparate senza necessità assoluta da ciascun soldato, moltiplicate pel numero grandissimo di coloro che fanno fuoco, dànno per prodotto una così enorme quantità di munizioni da esaurire in breve le più abbondanti risorse.

IV. Pochi minuti di fuoco non coscienziosamente mirato; lo sparare contro uomini riparati in trincee profonde quando essi non si sporgano fuori; i tiri contro bersagli lontani, poco appariscenti o di notte; l'apertura anticipata del fuoco o il ritardo nel farlo cessare, rappresentano un colpevole spreco di munizioni. E questo può condurre a rimanerne privi e condannare all'immobilità o, peggio ancora, alla ritirata, truppe valorose che, con sacrifizi di sangue, avessero conquistato terreno ed ottenuto notevoli vantaggi sul nemico.

V. Sia evitato l'inconveniente del debole e continuato crepitìo d'armi, non d'altro capace che d'esaurire munizioni e forze morali in chi lo produce. Il fuoco di fucileria proceda intermittente. Alle lunghe pause preparatrici succedano alternate, a raffiche improvvise, nutrite e ben dirette, le *riprese di fuoco,* iniziate *contemporaneamente da tutta la linea,* contro i tratti della fronte dove l'artiglieria abbia in precedenza concentrato i propri mezzi, spianando così la via alla fanteria, coi modi e col reciproco appoggio ripetutamente illustrato nel fascicolo *Attacco frontale e Ammaestramento tattico.*

VI. Gli sforzi per accrescere la produzione dei proietti d'artiglieria, delle cartucce per fucileria, e per rifornire i parchi riesciranno vani, se non verrà costantemente rispettata la più severa *disciplina del fuoco.*

VII. Le prescrizioni regolamentari al riguardo sono esplicite e tassative. Sarebbe imperdonabile colpa per gli ufficiali se non riuscissero ad ottenerne la rigida e costante applicazione; se non riuscissero a persuadere se stessi e i dipendenti che le sole munizioni sulle quali può farsi sicuro assegnamento sono: le cartucce portate dal soldato e i proietti d'artiglieria portati con le batterie.

VIII. Siano date sul *consumo delle munizioni* le più severe disposizioni; venga imposto ed ottenuto che il tiro — per condotta e disciplina — sia quale i nostri regolamenti prescrivono; si esiga che il *controllo sul consumo delle munizioni* si eserciti rigorosamente ed a qualunque costo, sempre ».

17. Circa il tiro a puntamento indiretto colle armi da fuoco portatili. — La soluzione teorica per la determinazione dell'alzo nel tiro a puntamento indiretto è un caso particolare, molto semplice, dei problemi sul defilamento di cui si è trattato nel precedente Capitolo II, N. 24 a 27; stabiliti i casi in

cui la soluzione è possibile si deve determinare il modo col quale procedere per impiegare tale tiro.

Il tiro a puntamento indiretto, se pur ne fosse ammesso l'impiego, sarebbe sempre eccezionale in guerra sia per le operazioni preparatorie che richiede, sia per il grandissimo numero di cartucce necessarie per ottenere risultati apprezzabili.

Oltre a ciò tale specie di tiro non è attuabile coll'odierno armamento della fanteria, perchè le condizioni topografiche del terreno o le particolari esigenze tattiche quasi sempre non permettono di spostare opportunamente la stazione dei tiratori in modo da evitare che il bersaglio venga a trovarsi nella profonda zona defilata dall'ostacolo.

Tuttavia il tiro indiretto potrebbe impiegarsi, sebbene raramente ed in ogni modo come ripiego, per battere determinati punti di passaggio obbligato e nella guerra di fortezza.

I nostri regolamenti, molto opportunamente, lo escludono.

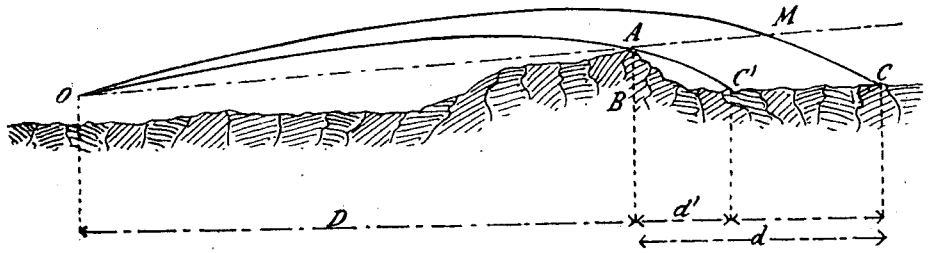


Fig. 2.

Per poter eseguire il tiro a puntamento indiretto occorre di conoscere la distanza fra tiratori e bersaglio, la quota di questo rispetto all'orizzonte di tiro o l'angolo di sito, l'altezza dell'ostacolo e la sua distanza dal bersaglio, infine occorre di determinare esattamente la *direttrice* del tiro, i *falsoscopi* e l'*alzo fittizio* occorrenti per l'esecuzione del fuoco.

La direttrice del tiro si determina praticamente ricorrendo alla soluzione di qualche semplice problema di geometria pratica; per es., se l'ostacolo è percorribile nella sua sommità, si può far uso del noto metodo dei due osservatori, che, collocati di fronte l'uno all'altro e con lo sguardo diretto rispettivamente alla stazione di tiro e al bersaglio, si spostano lateralmente, fintantochè, intercettandosi le visuali, vengono a stabilire l'allineamento cercato.

Circa i punti a cui si deve mirare, se, per le condizioni speciali del terreno o per altra causa, non si può prendere di mira la sommità dell'ostacolo (1), si determinano alcuni punti di mira artificiali con segni ben appariscenti e collocati ad opportuna altezza dal suolo; questi falsoscopi si dispongono parallelamente al fronte dei tiratori per un'ampiezza tale da evitare un'eccessiva divergenza del tiro rispetto al centro del bersaglio.

Circa l'alzo fittizio: Fissati la direttrice del tiro e i punti di mira, il problema del tiro indiretto si riduce a determinare un alzo fittizio il cui

(1) È semplice e molto conveniente mirare alla sommità dell'ostacolo; occorre però che presenti una linea quasi orizzontale.

fascio di tiro collettivo sorpassi l'ostacolo e vada ad avvolgere con la parte più densa il bersaglio (1).

Però, stante la grande dispersione verticale del tiro collettivo, non sempre si potrà ottenere che le traiettorie più basse del fascio superino l'ostacolo; d'altra parte un tiro più alto rispetto all'ostacolo potrebbe facilmente riuscire troppo lungo rispetto al bersaglio con danno evidente dell'efficacia; perciò: La traiettoria media dell'alzo fittizio, a seconda delle circostanze, deve sorpassare più o meno l'ostacolo, ma, in ogni modo, deve cadere sul bersaglio.

Il tiro a puntamento indiretto di fucileria è stato studiato (2) ed esperimentato (3) per riconoscere la possibilità e la convenienza di eseguirlo.

Il Marietti ne parla con molta competenza (4).

« Se vi fosse modo di utilizzare con effetti sensibili le grandi gittate del fucile odierno, si potrebbero verificare dei casi in cui anche il fuoco da grandi distanze sarebbe giustificato. Il desiderio di ottenere una tale possibilità e anche quello di trovare un mezzo di sfruttare i grandi effetti che produce sempre la sorpresa e di infliggere il massimo danno al nemico colle minime perdite proprie, hanno condotto a *studiare il modo di applicare anche al tiro della fanteria il puntamento indiretto.*

Presso la nostra Scuola d'Applicazione di Fanteria si fecero in proposito studi ed esperimenti.

Il tiro indiretto di fanteria non deve consistere nel cercare di *colpire un bersaglio coperto* (5) *da un ostacolo,* ciò che *è un assurdo data la tensione della traiettoria;* ma nel colpire un *bersaglio scoperto stando in una posizione nascosta alla vista del bersaglio stesso.*

Se è possibile ottenere *questo tiro a puntamento indiretto* con precisione, efficacia e semplicità, si avrà un grande vantaggio tattico proveniente dall'effetto morale risentito dall'avversario, che si vede soggetto a perdite senza che sappia donde queste provengono ».

Noi riteniamo che *il tiro a puntamento indiretto, essendo applicabile solo alle grandi distanze, pur dando un piccolo risultato se non altro morale, può creare delle idee non giuste sulla potenza a quelle distanze del mezzo di offesa impiegato: il fucile.*

È la fanteria che inizia, svolge e risolve il combattimento impiegando il fucile, ma impiegandolo saggiamente in unione alle altre armi, cioè *non sprecando cartucce per obbiettivi contro i quali un'altra arma può e deve essere chiamata a dirigere i mezzi potenti appositamente assegnatile.*

Coloro che non vogliono tenere reparti di fanteria inoperosi, nè perdere gli effetti morali della sorpresa del fuoco di fucileria indiretto pensino che il reparto nemico che subisce il fuoco spostandosi di poco, specialmente in senso laterale, si sottrae completamente al fuoco di fucileria, mentre è facilmente seguìto e tenuto costantemente sotto il fuoco efficace di artiglieria anche spostandosi per un'ampia zona.

---

(1) L'alzo fittizio, H, è dato dalla formola:

$$H = (D + d) - d'.$$

Ove D è la distanza della sommità dell'ostacolo a cui si punta, d la distanza del bersaglio da tale sommità, d' la zona defilata o quella protetta dietro tale sommità.

(2) Dal Rohne, dal Fehl, dal Knobloch.

(3) In Germania, in Austria e presso di noi.

(4) *Rivista Militare,* 1908, « Il tiro indiretto di fucileria ».

(5) Coperto al tiro ed alla vista.

18. Circa alcuni fenomeni psicologici nel combattimento. — È questo un argomento studiato e svolto da molti ufficiali e numerose, pregevoli pubblicazioni sono apparse in proposito, quasi tutte collo scopo principale di dimostrare « che le norme della tattica devono essere consone alle manifestazioni psicologiche che si sviluppano nelle diverse fasi del combattimento, dando luogo ad azioni eminentemente affettive nel soldato ed intellettive e volitive nei capi ».

Notevoli sono: la pubblicazione del Mongiarotti: « *Cenni di tattica psicologica* »; quella del Campolieti: « *Principî di psicologia militare* ».

Vi sono poi, presso di noi ed all'estero, altri lavori dai quali, sebbene compilati per scopi diversi, traspare tutta l'importanza dei fenomeni psicologici nel combattimento (1).

La pubblicazione che, secondo noi, meglio risponde alle condizioni odierne della guerra, è dovuta all'abile penna del colonnello francese Montaigne. « *Vaincre* », del Montaigne, è un lavoro completo, accurato, profondo, che l'ufficiale non può a meno di leggere e meditare con piacere.

Non è compito nostro di commentare qui le idee dei diversi autori; consigliamo solo di non trascurare lo studio particolare dei sentimenti del combattente, poichè l'ufficiale, più che nel passato, deve in pace svegliare in sè e nella sua truppa una solida educazione morale per saperla sfruttare nel giorno del tragico cimento.

Articolo IV. — Impiego del fuoco.

19. Il tiro delle mitragliatrici. — La mitragliatrice, in ciascun esercito, è del calibro uguale a quella del fucile della fanteria e generalmente, per facilitare il munizionamento, fa uso della medesima cartuccia del fucile.

Della mitragliatrice come arma portatile, in tutte le sue caratteristiche, si è trattato sufficientemente nella Parte I; i principali modelli adottati sono descritti nel Volume II.

Per quanto riguarda il puntamento ed il tiro i principî seguiti sono identici a quelli stabiliti per il puntamento e tiro di fucileria; la condotta del fuoco e l'impiego subiscono quelle varianti che servono a trarre dalle caratteristiche dell'arma il maggiore rendimento dell'arma stessa.

---

(1) Leone Tolstoi, *Sebastopoli*, ediz. 1856. — *Guerra e pace*, edizione 1864.
Emilio Zola, *La Débacle*.
De Cristoforis, *Che cosa sia la guerra*.
Roberts, *Quarantun anni in India*.
Hamilton, *Impressioni sulla guerra Russo-Giapponese*.
Ardant du Picq, *Etudes sur le combat*.
Gallwell, *Tattica d'oggi*.
Marselli, *La guerra e la sua storia*.
Langlois, *Enseignements de deux guerres recentes*.
Nasalli-Rocca, *Fior di ciliegio*, edizione 1910.
Sakurai, *Proiettili umani* (*Niku-Dan*, traduzione del capitano B. Balbi, ediz. 1913).
Santangelo F., *Coefficienti di forza morale negli eserciti delle sei maggiori potenze d'Europa*, edizione 1914.
Gavet, *L'arte del comando* (Traduzione del maggior generale G. Pacini, ediz. 1915).

Pertanto si ritiene sufficiente di esporre solamente quanto è detto nel *Regolamento sul puntamento e tiro delle mitragliatrici Mod. 1911,* edizione 1914.

« PUNTAMENTO E TIRO. — *Premessa.* — La mitragliatrice, incavalcata sul treppiede, ha notevole stabilità e raggruppa i colpi in zone più ristrette di quelle che si otterrebbero con tiri eseguiti da reparti di fanteria.

Il gran numero dei colpi che la mitragliatrice spara in tempo brevissimo, produce un riscaldamento, una dilatazione dell'anima della canna ed un logoramento della canna stessa, sicchè ne consegue una diminuzione di velocità iniziale e di gittata.

Poichè le zone battute dalle mitragliatrici hanno una profondità poco notevole, e poichè anche la gittata diminuisce durante il tiro, il fuoco delle mitragliatrici è solo efficace quando sia bene aggiustato sul bersaglio per *tutta* la sua durata.

L'aggiustamento del tiro sul bersaglio dipende dalla perfetta conoscenza dell'arma e del suo impiego; dall'opportuna scelta dell'alzo; dalla giusta direzione del tiro e dall'osservazione continua dei punti d'arrivo delle pallottole.

Consegue da ciò che è di capitale importanza:

a) che le mitragliatrici siano affidate assolutamente a personale scelto il quale non deve essere sostituito (ufficiali e sottufficiali compresi) salvo imprescindibili e urgenti ragioni di servizio;

b) che il personale sia bene e continuamente addestrato ad individuare con prontezza il bersaglio designato; a ben stimare le distanze di tiro; a puntare esattamente e celeremente, sia in direzione che in elevazione; ad osservare bene gli effetti del tiro e il punto d'arrivo delle pallottole;

c) che il fuoco venga eseguito solo quando — per la distanza, per le favorevoli condizioni di visibilità del bersaglio e del terreno circostante — sia possibile apprezzarne gli effetti ed ottenere così prontamente un tiro aggiustato.

Di massima le due mitragliatrici della sezione battono alternativamente lo stesso obbiettivo.

Poichè non sono da escludersi eventuali inceppamenti che obbligherebbero a sospendere il fuoco, nelle fasi meno urgenti dell'azione converrà, di massima, impiegare una sola mitragliatrice della sezione: nel frattempo l'altra dovrà tenere sotto la mira il bersaglio, pronta ad iniziare il tiro qualora la prima lo interrompesse o l'azione diventasse talmente violenta da richiedere la massima intensità di fuoco.

Sarà opportuno, invece, iniziare senz'altro il fuoco con entrambe le mitragliatrici della sezione, quando l'obbiettivo riunisca le seguenti condizioni:

a) si trovi alle piccole distanze;

b) si presuma che rimanga visibile solo pochi istanti;

c) abbia una fronte superiore ai 50 metri.

In questi casi ciascuna mitragliatrice batte il tratto di bersaglio che direttamente fronteggia, ripartendo il fuoco dal centro verso la propria ala esterna.

L'impiego prolungato di una sola mitragliatrice può produrre, nelle sue varie parti, un eccessivo riscaldamento, che potrebbe portare a non averla

disponibile nel momento decisivo, in cui occorre avvalersi delle due armi insieme. Il comandante della sezione potrà quindi disporre che *le due mitragliatrici si alternino* convenientemente.

Designazione del bersaglio. — Deve essere fatta colla maggiore chiarezza possibile in modo da evitare qualunque incertezza. Perciò i comandanti di sezione debbono esercitarsi a descrivere, con parole chiare ed appropriate, gli obbiettivi visibili dai vari punti delle località percorse durante le istruzioni, le marce, le esercitazioni, ecc., ed abituare il dipendente personale al proprio linguaggio.

Quando il bersaglio non sia chiaramente e facilmente visibile, conviene indicare prima un punto bene appariscente (campanile, caseggiato, alberi isolati, radure, boschi, ecc.), e descrivere poi il terreno interposto fino a raggiungere il punto da battere.

Stima delle distanze. — L'esatta stima delle distanze è di capitale importanza pel tiro delle mitragliatrici: essa è compito essenziale del comandante della sezione; dei capi-mitragliatrici e dei vice-tiratori.

Quando si tratta di battere un bersaglio su cui abbiano già diretto il fuoco reparti vicini, i loro dati di tiro saranno naturalmente di grande aiuto per determinare subito la distanza.

Dati di tiro. — Essi risultano dalla seguente:

Tabella XL. — **Tavola di tiro della mitragliatrice Mod. 1911.**

Distanze di tiro	Angoli di elevazione corrispondenti alle varie distanze			DATI DI GIUSTEZZA				Distanze di tiro
				Striscie del 50 %		Rettangolo contenente tutti i colpi della rosa verticale		
metri	α			Altezza	Larghezza	Altezza 4 F′	Larghezza 4 E	metri
	°	′	″	cm.	cm.	cm.	cm.	
100	0	18	44	6,5	6,5	26	20	100
200	0	21	25	14	12	56	48	200
300	0	25	43	21	19	84	76	300
400	0	32	57	29	24	116	96	400
500	0	41	56	40	30	160	120	500
600	0	52	3	54	37	216	148	600
700	1	3	44	69	45	276	180	700
800	1	17	3	86	53	344	212	800
900	1	32	20	105	62	420	248	900
1000	1	49	36	126	70	504	280	1000
1100	2	9	13	152	79	608	316	1100
1200	2	30	28	181	89	724	356	1200
1300	2	53	30	215	99	860	396	1300
1400	3	17	32	252	111	1008	444	1400
1500	3	43	28	292	124	1168	496	1500
1600	4	11	39	336	137	1344	548	1600
1700	4	43	44	381	152	1524	608	1700
1800	5	14	42	430	167	1720	668	1800
1900	5	48	49	480	183	1930	732	1900
2000	6	25	55	534	200	2136	800	2000

Condotta del fuoco. — La condotta del fuoco delle mitragliatrici esige *calma e fermezza* tanto in chi dirige il tiro, quanto in chi maneggia le armi: queste doti si dovranno sviluppare ed inculcare con la massima cura nel personale della sezione.

Durante il combattimento il comandante della sezione col suo contegno calmo e risoluto, coll'influenza morale che gli proviene dalle sue qualità personali, dovrà dominare i suoi sottoposti in modo da imporsi a loro ed ottenere un tiro calmo e misurato.

Specie del fuoco. — La mitragliatrice usa due specie di fuoco: *continuo* ed *intermittente.*

Il fuoco *continuo* è normale: l'arma funziona senza interruzione sino a quando viene ordinato di cessare il fuoco (1).

Il fuoco *intermittente* serve per l'aggiustamento del tiro; per battere piccoli bersagli od altri che rimangono pochi istanti alla vista (reparti che avanzano a sbalzi o strisciando sul terreno; che si sporgono temporaneamente da trincee, appostamenti, ecc.). Nel fuoco intermittente vengono sparate serie successive ed intervallate di 20-25 colpi l'una.

Aggiustamento del tiro. — Comprende due periodi:

1° quello che precede il fuoco di efficacia: è di esclusiva competenza del comandante di sezione;

2° quello durante il fuoco di efficacia: dipende dai capi mitragliatrice e vice-tiratori e dalla osservazione del tiro da parte del comandante della sezione.

1° Periodo: *Se l'osservazione sul terreno dei punti d'arrivo delle pallottole è facile,* stimata la distanza od ottenuto, in altro modo, un primo dato su di essa, il comandante di sezione fa sparare una mitragliatrice puntata in direzione, con alzo sicuramente corto o lungo, secondo che il terreno più favorevole all'osservazione sia avanti o dietro al bersaglio.

Allo scopo di risparmiare tempo per passare al tiro di efficacia falciante, si può tenere il carrello del congegno di direzione aperto ma, in questo caso, il capo mitragliatrice conviene mantenga ben ferma la mitragliatrice in modo da non spostare la linea di mira dalla direzione indicata e facilitare così la osservazione dei colpi.

Si esegue *fuoco intermittente* variando l'alzo, ad ogni ripresa, di mezzo, uno o due ettometri alla volta; oppure girando opportunamente e lentamente il volantino, fino ad ottenere che i proietti arrivino sul bersaglio.

Quando l'aggiustamento viene ottenuto, manovrando il volantino, l'alzo da assegnarsi all'altra mitragliatrice potrà essere desunto coll'osservazione dei punti d'arrivo dei proietti, in rapporto al primo alzo impiegato ed alla distanza tra i punti stessi di arrivo ed il bersaglio.

Qualora ciò non sia possibile, ogni arma dovrà aggiustare il tiro nel modo più sollecito, a suo turno; oppure, contro il tratto della fronte nemica di propria spettanza, se le due mitragliatrici sparano contemporaneamente.

Se invece l'*osservazione sul terreno dei punti d'arrivo delle pallottole non è facile od è impossibile,* il comandante di sezione fa iniziare il tiro da una sola mitragliatrice con alzo sicuramente corto, con una direzione

(1) Il fuoco continuo è detto anche: *fuoco a mitragliera.*

chiaramente indicata e col carrello del congegno di direzione chiuso: fa eseguire il tiro *continuo* ed aumentare lentamente l'inclinazione dell'arma mediante il volantino, manovrato opportunamente e sempre assai lentamente. Appena il bersaglio sarà investito dalla raffica dei proiettili, gli effetti di questa si renderanno palesi ed evidenti (movimento precipitato del bersaglio, cessazione del fuoco avversario, ecc.).

A questo punto il comandante di sezione passa al fuoco di efficacia con la stessa mitragliatrice, alla quale ripeterà il comando: *continuo;* la seconda mitragliatrice che, nel frattempo, avrà seguìto attentamente lo svolgersi dell'aggiustamento del tiro, si terrà pronta ad aprire a sua volta il fuoco, appena le sarà ordinato.

Contro bersaglio vicino o che rapidamente si avvicina, può talvolta convenire di omettere l'aggiustamento del tiro e di aprire contemporaneamente il fuoco con le due mitragliatrici; in tal caso, in base alle indicazioni del comandante della sezione, i capi mitragliatrice iniziano senz'altro il fuoco di efficacia, con alzo sicuramente corto, inclinando poi gradatamente e lentamente l'arma a mezzo del volantino fino ad investire il bersaglio.

2° Periodo: dopo avere aggiustato il tiro, durante il fuoco di efficacia possono aversi variazioni di gittata, per cui è necessario che il capo mitragliatrice, coll'osservazione continua, facendosi opportunamente coadiuvare dal vice-tiratore, conservi il tiro aggiustato mediante il volantino che dovrà essere manovrato convenientemente e sempre assai lentamente.

Fuoco di efficacia. — Data la grande celerità di tiro delle mitragliatrici ed il conseguente straordinario consumo delle munizioni, è indispensabile eseguire il fuoco di efficacia solo quando il bersaglio sia sufficientemente vulnerabile.

In massima, non conviene sparare più di 400-800 colpi per ogni ripresa di fuoco.

Il tiro deve cessare appena si ritiene di aver ottenuto lo scopo prefisso.

Il fuoco delle mitragliatrici contro catene di uomini in piedi, con densità media di un uomo per metro lineare, ha notevole efficacia fino a 600 metri; buona efficacia dai 600 agli 800 metri; discreta efficacia dagli 800 ai 1000 metri.

Al disopra dei 1000 metri non conviene aprire il fuoco se non contro fanteria o cavalleria in ordine chiuso (compagnie, squadroni, battaglioni, ecc.) od artiglieria allo scoperto.

Contro catene d'uomini a terra od in ginocchio, bene appostate, conviene aprire il fuoco solo nei momenti in cui occorre proteggere l'avanzata di qualche reparto perchè in tali casi, anche non ottenendo grandi effetti materiali, si disturberà pur sempre grandemente l'avversario impedendogli di puntare e sparare con calma contro le nostre truppe avanzanti.

L'efficacia del fuoco aumenta notevolmente quando riesce possibile colpire obliquamente, od ancor meglio d'infilata, catene, batterie, reparti affiancati, ecc.

Fuoco concentrato. — Si esegue coll'arma puntata in direzione in modo da concentrare le pallottole su una fronte ristretta.

Si impiega per l'aggiustamento del tiro, allo scopo di facilitare l'osservazione dei punti d'arrivo delle pallottole, e contro bersagli di fronte limitata.

Fuoco falciante. — Contro formazioni rade (catene) conviene ripartire il fuoco sull'intera fronte che si deve battere.

A questo scopo il capo mitragliatrice, secondo le indicazioni avute, esegue il fuoco muovendo la parte posteriore dell'arma lentamente ed alternativamente a destra ed a sinistra, sì da disperdere i proiettili in modo uniforme sull'intera fronte assegnatagli.

Quando si renda necessario, allo scopo di facilitare l'osservazione dei punti d'arrivo dei colpi, è consigliabile eseguire le falciate iniziando sempre il fuoco da una stessa parte; ad esempio, dal fianco esterno del tiratore, rispetto all'altra mitragliatrice in posizione.

Tiro contro bersaglio in moto: si esegue il tiro col carrello del congegno di direzione aperto.

Se il bersaglio si sposta nel senso del tiro, il capo mitragliatrice modifica, a mano a mano, il puntamento agendo sul volantino; se invece il bersaglio si sposta lateralmente il capo mitragliatrice ne segue la testa colla linea di mira od anche la precede, quando la velocità del bersaglio sia notevole.

Tiro al disopra delle proprie truppe. — Non deve mai essere eseguito in terreno pianeggiante. È ammissibile solo nel caso che tra la postazione delle mitragliatrici ed il terreno antistante *vi sia un forte dislivello, tale da assicurare assolutamente l'incolumità delle proprie truppe.*

Influenza del vento. — Le deviazioni e resistenze in direzione trasversale al tiro si correggono con lo scostamento dell'alzo; l'allungamento o raccorciamento del tiro, col modificare invece la gradazione dell'alzo o con movimenti del volantino.

Osservazione del tiro. — Anche quando sia nota la distanza del bersaglio un tiro che non si possa osservare porta soltanto ad inutile spreco di munizioni.

L'osservazione del tiro è còmpito del comandante della sezione, coadiuvato dai graduati addetti alla migliagliatrice.

Il comandante potrà farsi aiutare dal sottufficiale addetto al comando qualora esso non sia impiegato altrimenti; così alla loro volta i capi mitragliatrice dai vice tiratori.

Tiro di notte o con nebbia fitta. — Chi è sulla difensiva deve preparare il tiro quando le condizioni di visibilità siano ancora buone col dare all'arma una giusta inclinazione in guisa da battere, con tiri radenti, il terreno antistante e, possibilmente, per un tratto di 400-500 metri.

Quando non si possa determinare la direzione di attacco, si dovrà eseguire il fuoco a falciate: allorchè, invece, si abbiano punti di obbligato o presumibile passaggio per l'offensore, si dovrà puntare l'arme in modo da battere i punti stessi.

Impiego del fuoco (1). — Risulta dalle principali caratteristiche, già particolarmente considerate e che possono riassumersi nelle seguenti:

a) raffiche intense, ma di breve durata;

b) efficacia presumibilmente grande a distanza non superiore ai 1000 m.;

c) necessità di un abbondante munizionamento e di un sicuro e rapido rifornimento;

---

(1) Dell'impiego delle mitragliatrici trattano distesamente sia le *Norme per il combattimento* sia il *Regolamento sulle mitragliatrici.*

d) piccola vulnerabilità e facilità per sistemarsi in posizione entro breve spazio;

e) molto adatta alle azioni di sorpresa ed a quelle di fiancheggiamento;

f) di grande influenza morale per la precisione e la violenza degli effetti ».

20. Norme per l'esecuzione del tiro di fucileria contro aeroplani e dirigibili. — Si riportano le chiare norme date dal Comando del Corpo di Stato Maggiore colla circolare N. 410, I. M., del 10 maggio 1915.

Generalità. — Contro aeroplani e dirigibili, in determinati casi favorevoli, è utile impiegare il fuoco di fucileria; ma, poichè esso non riesce efficace se non quando si colpiscono le parti più delicate dell'apparecchio (motori, serbatoi, ecc., oppure il personale), per avere sufficiente probabilità di raggiungere buoni risultati, è necessario venga eseguito in modo quasi contemporaneo da tutti i tiratori di reparti abbastanza numerosi come compagnie o plotoni (eccezionalmente anche squadre), di maniera che l'aeroplano (od il dirigibile) venga avvolto — al momento opportuno — da un considerevole fascio di proiettili.

L'altezza riferita al reparto che fa fuoco, oltre la quale non conviene sparare contro un aeroplano, è da ritenersi di 1000 m. circa. Quando l'aeroplano naviga a tale altezza non conviene sparare con un angolo di sito minore di 45° circa, perchè in tal caso la distanza reale del tiratore dall'aeroplano è tale (circa 1400 m.) che il tiro oltre a presentare pochissima probabilità di colpire comincia ad essere poco efficace come penetrazione di pallottola.

Contro un dirigibile si può sparare ad altezze maggiori, perchè l'involucro offre un bersaglio molto grande ed è molto facilmente forato; non oltre però i 1500 m. Quando il dirigibile naviga a tale altezza il tiro deve essere fatto soltanto con un angolo di sito prossimo ai 90°.

Coll'aumentare dell'angolo di proiezione (oltre ai 31° per il fucile Mod. 91) il ramo ascendente della traiettoria diventa più teso, fino a riuscire, con un angolo di proiezione di 90°, una retta verticale. Pertanto a parità di distanza reale del bersaglio, occorre un alzo tanto minore quanto più il bersaglio è vicino alla verticale innalzata sull'origine del tiro, ossia quanto più grande è l'angolo di sito.

La Tabella XLI (vedi pagina seguente) indica gli alzi rispettivamente corrispondenti alle distanze col fucile Mod. 91, per angoli di sito variabili da 10° a 80°, fino a 2000 m.

Norme per l'esecuzione del tiro. — Gli aeroplani hanno velocità da 22 a 33 metri al minuto secondo, i dirigibili da 15 a 22 metri circa, sicchè non rimangono nella zona utile del tiro di fucileria che pochissimo tempo. Ne consegue che siccome il cambiar alzo durante il tiro non è in massima possibile in tal brevissimo tempo, conviene creare, innanzi ai bersagli in parola, zone battute in guisa che i bersagli stessi siano costretti ad attraversarle nella loro corsa.

Si dovranno pertanto, di massima, impiegare contemporaneamente gli alzi *nove, sette* ed *abbattuto*, ripartiti ugualmente, nei limiti del possibile, tra la truppa che esegue il fuoco. Quando questa abbia forza inferiore a quella di un plotone, si dovranno scegliere, secondo la forza stessa, *due* od *un solo* alzo tra quelli indicati; gli alzi o alzo superiore, se il bersaglio si allontana

TABELLA XLI. — **Tabella degli alzi da impiegarsi nel tiro con fucile Mod. 1891 contro aeroplani e dirigibili (*).**

Angolo di sito	DISTANZA REALE																
	300	450	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
	Alzo da impiegare.																
10°	300	450	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
20°	300	450	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	1900
30°	300	450	600	700	800	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900
40°	300	450	600	600	700	800	900	1000	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800
50°	300	300	450	600	600	700	800	900	900	1000	1200	1200	1300	1400	1400	1500	1600
60°	300	300	450	450	600	600	700	800	800	900	1000	1000	1100	1200	1300	1300	1400
70°	300	300	300	300	450	450	600	600	700	700	800	800	900	1000	1000	1100	1100
80°	300	300	300	300	300	300	300	300	450	450	450	600	600	700	700	700	800

(*) La Tabella venne determinata seguendo il metodo del Burgsdorff (Vedi: *Revue d'Artillerie*, 1907).

o muove di traverso; quelli inferiori o l'alzo abbattuto se, invece, il bersaglio si avvicina, tenendo presente che uno stesso alzo non dovrà essere impiegato da una forza inferiore ai 10 o 12 tiratori.

Occorre inoltre tener conto degli spostamenti dei veicoli aerei durante il tempo impiegato dalla pallottola a percorrere la sua traiettoria fino al bersaglio.

Il puntamento pertanto dovrà essere spostato avanti al bersaglio stesso, nella direzione della sua corsa, di una quantità tanto più grande quanto più veloce è l'aereo.

Tale quantità, alla distanza di 1000-1200 m., varia praticamente da 50 a 100 m.

È bene però che l'ufficiale che avrà la condotta del fuoco, nell'indicare lo spostamento della linea di mira si riferisca alle dimensioni dell'aereo, dicendo: *spostamento avanti, di fianco a destra,* o *a sinistra, di tanti bersagli* (1).

Per ottenere buoni risultati dal fuoco di fucileria contro aeroplani o dirigibili è necessario che l'esecuzione del fuoco sia condotta con molta accuratezza e tutti i singoli tiratori sparino con calma e ponderatezza tenendo presenti le norme suaccennate.

È perciò conveniente che, di massima, si impieghi *fuoco a comando,* il quale permette appunto: di meglio disciplinare l'esecuzione degli spari, di farli eseguire, cioè, con la voluta celerità ed al momento più opportuno (a questo scopo è conveniente che chi comanda il fuoco segua anch'egli il movimento del bersaglio con un fucile); di ricordare, anche nell'istante precedente allo sparo, il punto dove dev'essere diretta la mira al momento dello scatto; di fare, ove occorra, cambiare a tutti opportunamente l'alzo nel minor tempo possibile; *di far cessare immediatamente il fuoco se la direzione del tiro tende a divenire pericolosa per le altre truppe.*

(1) Si tenga perciò presente che negli eserciti esteri gli aeroplani in uso hanno una larghezza media di 14 m. ed una lunghezza media di 10 m.

Il *fuoco continuo* non è peraltro da escludersi in modo assoluto, poichè esso dà il vantaggio di poter battere in modo continuo la zona antistante al bersaglio in moto; ma per l'impiego di tale specie di fuoco bisogna disporre di tiratori che, non solo siano stati particolarmente esercitati al tiro contro bersagli aerei, ma che ricordino anche bene le norme suaccennate, od è necessario, per lo meno, che il bersaglio sia stato avvistato così da lontano che i comandanti di reparto abbiano avuto il tempo di dare tutte le disposizioni e di ricordare al soldato le prescrizioni per un'utile esecuzione del fuoco.

Nei tiri contro bersagli aerei, *bisogna tenere presente che i proiettili del fucile Mod. 91 riescono pericolosi entro un raggio di circa 3200 metri.*

Occorre pertanto escludere dalla esecuzione di tali tiri, in massima, i reparti di seconda linea ed affidarla specialmente ai reparti che, per trovarsi in testa o sui fianchi di una colonna in marcia, oppure sulla fronte o ad un'ala dello schieramento, o distanti dalle altre truppe, possano sparare senza pericolo che i colpi abbiano da recar danno a truppe amiche.

Di massima, truppa già impegnata sulla linea di fuoco contro reparti nemici, non deve tirare contro bersagli aerei.

Il tiro contro bersagli aerei non deve mai essere iniziato senza ordine del comandante di compagnia, od, eventualmente, del comandante una scorta, purchè sia ufficiale.

Nessuno però, potrà dare l'ordine di far fuoco contro bersagli aerei se non è ben certo che trattasi di areoplani o dirigibili nemici.

Ogni qualvolta se ne presenti l'occasione e l'opportunità, si devono esercitare i comandanti di plotone e di squadra a dirigere il tiro contro bersagli aerei e la truppa a puntare contro tali bersagli dalle posizioni d'*in piedi, in ginocchio, seduti, a terra supino* (dorso sul terreno).

Nella considerazione che nei tiri contro bersagli aerei occorre prima dirigere il puntamento al bersaglio in moto, quindi spostare repentinamente la mira avanti al bersaglio stesso, nella direzione della sua corsa e, non appena ultimato tale spostamento, far partire il colpo, è necessario far compiere alla truppa e particolarmente a coloro che fossero incaricati in modo speciale di combattere aeroplani o dirigibili, convenienti esercizi, perchè i tiratori, anzitutto, si rendano conto di quanto loro si richiede, allorchè si spara contro aeroplani o dirigibili, e poscia, si abituino a compiere, con la voluta accuratezza e la necessaria celerità, le operazioni su accennate.

21. Il fuoco di fucileria nel combattimento. — Si è già considerata la vulnerabilità delle formazioni della fanteria deducendone la loro relativa opportunità, si è rilevata l'influenza dei diversi elementi dell'efficacia del fuoco di fanteria e delle forme del terreno sull'efficacia stessa, perciò possediamo i principî fondamentali atti a giudicare l'impiego tattico delle formazioni e del tiro nella zona del fuoco efficace.

Considerando le « Norme per l'addestramento e l'impiego tattico della fanteria », stabilite dalla Parte III del nostro attuale *Regolamento d'esercizi,* si rileva che riuniscono ed armonizzano praticamente i molteplici teorici argomenti relativi al tiro delle armi portatili, e che i principî fondamentali per l'esecuzione e l'impiego del fuoco sono applicati in modo sintetico, chiaro e preciso nell'Articolo 5°; pertanto mentre si ritiene superfluo di commentare tale Articolo si ritiene conveniente esporne la completa trattazione:

22. « Impiego del fuoco di fucileria nel combattimento. — PREMESSA. — **249.** Nell'impiegare il fuoco nel combattimento devesi tenere costantemente presente che l'azione a fuoco non può e non deve mai essere scopo a sè stessa; sia nell'offensiva, sia nella difensiva il fuoco va sempre considerato come *un mezzo* per facilitare il *movimento,* col quale soltanto si afferma la vittoria. L'azione a fuoco deve, pertanto, sempre essere informata al concetto di mettere l'avversario, sia per le perdite già inflittegli, sia per quelle che potrebbero venirgli immediatamente causate, nella condizione di opporre la minima resistenza al nostro movimento. Inoltre, per giungere all'atto risolutivo nelle migliori condizioni, è necessario svolgere l'azione a fuoco in modo da recare al nemico, nel minor tempo, il massimo danno col minimo danno proprio.

Nel combattimento, per ottenere dal tiro di fucileria i voluti risultati, non è sufficiente disporre di un ottimo armamento; ma sono anche indispensabili, da parte dei capi, una intelligente direzione ed una razionale condotta del fuoco e da parte dei gregari la più scrupolosa e costante osservanza della disciplina del fuoco.

250. La direzione del fuoco spetta, in massima, ai comandanti di battaglione e comprende le operazioni intese a regolare l'azione a fuoco in relazione agli obbiettivi da raggiungere; la condotta del fuoco spetta ai comandanti di compagnia e di plotone e comprende le operazioni riflettenti l'esecuzione del fuoco, intese a trarre da esso il massimo rendimento; il vigilare su la scrupolosa e costante osservanza della disciplina del fuoco è più particolarmente còmpito dei comandanti di plotone e di squadra.

IMPIEGO DEL FUOCO ALLE VARIE DISTANZE DI TIRO. — **251.** In relazione all'impiego del fuoco, le distanze di tiro di fucileria si possono dividere in:

piccole — fino ai 600 m.;
medie — dai 600 ai 1000 m. circa;
grandi — oltre i 1000 m.

FUOCO ALLE GRANDI DISTANZE. — **252.** *Il fuoco alle grandi distanze deve considerarsi di impiego affatto eccezionale.*

Alle massime distanze alle quali può spingersi il tiro, il nostro fucile conserva ancora molta efficacia, quando si spari con calma, si punti preciso, si impieghi l'alzo conveniente ed il bersaglio si presenti in buone condizioni di visibilità e sia sufficientemente vulnerabile.

Però la difficoltà di apprezzare esattamente le distanze e, in generale, la poca visibilità dei bersagli, dipendente dal colore delle uniformi e dalla cura con cui le truppe evitano di lasciarsi scorgere dall'avversario, fanno sì che, il più delle volte, il fuoco alle grandi distanze si risolve in un dannoso spreco di munizioni.

Non sono però da escludere, in modo assoluto, casi nei quali, anche alle grandi distanze, specialmente se di poco superiori alle medie, convenga eseguire il fuoco, come, ad esempio, quando la distanza sia esattamente conosciuta ed il bersaglio si presenti ben visibile e sia costituito da reparti in ordine chiuso e di forza non inferiore alla compagnia, squadrone, batteria.

FUOCO ALLE MEDIE DISTANZE. — **253.** *Il fuoco alle medie distanze deve essere impiegato nei casi in cui il bersaglio sia assolutamente ben visibile e sufficientemente vulnerabile;* cioè contro truppe in ordine chiuso, od anche in ordine sparso, purchè in quest'ultimo caso gli uomini si presentino nella

posizione di *in piedi* e ad una distanza non solo esattamente conosciuta, ma che si avvicini più al limite massimo delle piccole che non a quello delle medie distanze.

Fuoco alle piccole distanze. — **254.** *Alle piccole distanze il fuoco deve avere il suo massimo sviluppo.*

Ad evitare però un eccessivo consumo di munizioni, è indispensabile, anche a queste distanze, eseguire il fuoco solo quando il bersaglio sia sufficientemente vulnerabile, cessandolo non appena i risultati si possano giudicare scarsi e non corrispondenti alla quantità di munizioni impiegate.

Ordine di aprire il fuoco. — **255.** *Spetta in massima ai comandanti dei battaglioni di prima linea di dare l'ordine di aprire il fuoco,* a meno che autorità superiori abbiano, eccezionalmente, riservato a sè tale facoltà.

I comandanti di battaglione, recatisi presso i reparti più avanzati, se già non vi si trovano, riconosciuta l'opportunità di aprire il fuoco su di un dato bersaglio, determinano le compagnie alle quali deve esserne affidata l'esecuzione, dànno ai comandanti di queste l'ordine per l'apertura del fuoco nonchè le indicazioni che ritengono opportune perchè l'azione a fuoco si sviluppi in modo rispondente allo scopo da conseguire.

Qualora qualche reparto, per una ragione qualsiasi, debba notevolmente allontanarsi dalle rimanenti forze del battaglione, pur rimanendo alla dipendenza del comandante di questo, spetta sempre al comandante del battaglione di dare in tempo al comandante di detto reparto le opportune direttive circa l'apertura del fuoco e, se possibile, anche circa l'azione col fuoco da svolgere dal reparto stesso.

I comandanti di unità inquadrate inferiori al battaglione non aprono il fuoco di loro iniziativa se non ne hanno avuta autorizzazione speciale.

Qualunque comandante di reparto ha però facoltà di aprire il fuoco di sua iniziativa nel caso venga improvvisamente attaccato.

Scelta del bersaglio da battere e distribuzione del fuoco sul bersaglio. — **256.** Nella scelta del bersaglio da battere si deve tener conto degli obbiettivi da raggiungere e della importanza tattica dei vari bersagli che si hanno di fronte.

In massima, ogni reparto sceglie il bersaglio che nel momento più gli nuoce o minaccia di prossimamente nuocergli.

Quando la scelta sia dubbia, si dovrà preferire il bersaglio contro il quale si presume di ottenere migliori risultati.

Talvolta può anche essere conveniente concentrare fuochi di più reparti contro determinati bersagli, e su alcuni tratti della fronte avversaria.

Ad ogni modo nel giudicare su quale bersaglio debba essere diretto il fuoco, i comandanti, ispirandosi all'elevato concetto della reciproca cooperazione sul campo di battaglia, non devono mai perdere di vista l'azione complessiva. In conseguenza, quando scorgono una mossa avanti dei reparti laterali, devono fare il possibile per battere, anche con fuochi obliqui, gli elementi della linea avversaria che possono impedire o ritardare la mossa stessa.

Contro fanteria distesa, il fuoco deve essere distribuito sull'intera fronte da battere; ogni tiratore perciò dirige il fuoco davanti a sè, sul tratto del bersaglio che direttamente fronteggia.

Per quanto è possibile, devesi evitare ogni lacuna nella distribuzione del fuoco sul bersaglio.

Contro formazioni di fianco conviene invece, sempre che possibile, dirigere il fuoco sui reparti che si vedono più obliquamente, nel senso cioè della profondità, anche se essi non si trovano direttamente innanzi alla fronte del reparto che esegue il fuoco.

Quantità di fuoco. — **257.** La quantità di fuoco, che un reparto deve sviluppare, va commisurata allo scopo da ottenere; dall'entità di tale scopo, che talvolta deriva dalla celerità colla quale deve essere conseguito, dipende il numero di fucili che, nei varî momenti dell'azione, è necessario avere sulla linea di fuoco.

Quale sia lo scopo generale dell'azione a fuoco risulta dal precedente N. 249: occorre però tener presente che per il buon successo dell'azione tattica, offensiva e difensiva, è molto conveniente che, fin dalla prima volta in cui si apre il fuoco, il nemico senta tutto il peso del nostro fuoco; egli si trovi, cioè, costretto a sospendere immediatamente l'azione iniziata sia essa di movimento o sia essa di fuoco. Perciò, ogni qual volta la situazione tattica lo consenta, sarà opportuno iniziare l'azione a fuoco col maggior numero di fucili consentito dall'ampiezza della fronte assegnata, tenuto conto, ben inteso, della necessità di disporre gli uomini in formazioni che alla maggiore facilità di eseguire il fuoco accoppîno la minore possibile vulnerabilità.

Esecuzione del fuoco. — **258.** Sulla base delle istruzioni emanate dai comandanti di battaglione, spetta ai comandanti di compagnia, di plotone e di squadra provvedere per l'esecuzione del fuoco.

Ai comandanti di compagnia compete, più specialmente, regolare lo svolgimento dell'azione a fuoco secondo le istruzioni avute e secondo le esigenze del momento: ai comandanti di plotone, coadiuvati da quelli di squadra, spetta più particolarmente far eseguire il fuoco.

Perciò, nel combattimento, il comandante di compagnia, salvo i casi eccezionali nei quali la compagnia debba eseguire il fuoco in ordine chiuso, date le indicazioni relative al bersaglio da battere ed all'azione a fuoco da svolgere, lascia ai comandanti di plotone di procedere alla stima o misurazione delle distanze ed alla scelta dell'alzo, di stabilire la specie di fuoco da impiegare, di sospendere e riprendere il fuoco e di curarne la più scrupolosa disciplina, coadiuvati, nei varî còmpiti, dai comandanti di squadra.

Stima o misurazione delle distanze e scelta dell'alzo. — **259.** *Il giudizioso impiego dell'alzo ha sempre notevole importanza sui risultati del fuoco;* specialmente poi al di sopra dei 700 m., un errore nell'alzo ha grande influenza sui risultati del tiro, fino ad annullarli quasi completamente se l'errore supera i 100 m.

Solo alle piccole distanze, sempre quando si spari con calma e con puntamento preciso, la tensione della traiettoria corregge sufficientemente gli errori d'alzo.

Nell'offensiva è, in massima, necessario stimare le distanze a vista: si profitterà però dei momenti di sosta per misurare le distanze dai vari punti contro i quali è presumibile si debba far fuoco, servendosi perciò della carta topografica o di telemetri; si ricorrerà poi sempre ai reparti vicini già impegnati, alle sezioni mitragliatrici, all'artiglieria per avere indicazioni circa le distanze.

Nella difensiva, invece, riesce ordinariamente agevole determinare, con sufficiente esattezza, le distanze dei punti antistanti, distanze che debbono poi essere portate a conoscenza di tutti i comandanti, fino a quelli di squadra.

In qualche caso, servendosi di binoccoli, si potrà, osservando i punti di caduta delle pallottole, controllare i risultati dei tiri e portarvi le eventuali correzioni.

L'impiego di due o più alzi scalati per uno stesso reparto, che batta un unico bersaglio, è da escludere, poichè le dispersioni del tiro di combattimento sono già così forti, che non conviene aumentarle impiegando varie linee di mira.

In casi d'incertezza nella scelta fra due alzi è meglio preferire il più corto.

Specie del fuoco da impiegare. — **260.** *La specie di fuoco impiegata normalmente nel combattimento è il fuoco continuo.*

In taluni casi è però di utile impiego *il fuoco a comando* e cioè, di massima quando il comandante del reparto voglia mantenere in determinato limite il consumo delle munizioni, nei momenti di crisi in cui i tiratori si abbandonano ad un fuoco sregolato (1), e, talora nel combattimento di notte o con fitta nebbia, durante i combattimenti nei boschi, nei tiri contro aeroplani o dirigibili.

Sospensione e ripresa del fuoco. — **261.** *Di massima, l'azione a fuoco deve svilupparsi con alterna vicenda di raffiche e di pause,* regolate dai comandanti di plotone e di squadra, in relazione ai momenti fugaci in cui l'avversario si scopre.

Non appena il bersaglio si presenta alla vista sufficientemente vulnerabile, si inizia la serie delle raffiche. In genere convengono le raffiche brevi (20″, 30″, 45″, 60″); la loro durata dovrà ad ogni modo essere regolata sulla base del tempo durante il quale il bersaglio rimane in vista e della calma dimostrata dalla truppa nell'esecuzione del fuoco.

Sono momenti propizi per l'esecuzione del fuoco, quelli nei quali il nemico esegue lo sbalzo, si scopre, rallenta o cessa il fuoco, per moderare il consumo delle munizioni o per prepararsi a fare uno sbalzo.

Dopo uno sbalzo eseguito a rapida andatura, prima di aprire il fuoco, conviene aspettare che nella truppa sia subentrata la calma, a meno che la situazione non esiga un fuoco immediato.

Disciplina del fuoco. — **262.** La disciplina del fuoco consiste nell'eseguimento esatto, coscienzioso, pronto ed intelligente dei comandi e degli ordini relativi all'esecuzione del fuoco e nella completa osservanza delle regole che riflettono l'impiego dell'arma durante il tiro.

Perchè una truppa sappia mantenere in ogni circostanza la disciplina del fuoco occorre che essa, non solo abbia ricevuto una sana educazione morale ed una solida istruzione tecnica, ma che sia stata costantemente abituata a non aprire il fuoco senza comandi ed a cessarlo non appena viene ordinato.

---

(1) Nei casi in cui i tiratori si abbandonino ad un fuoco sregolato e per altre ragioni non sia conveniente far cessare il fuoco, si può ricondurre la calma nel riparto, facendolo passare gradatamente dal fuoco continuo al fuoco a comando. Perciò il comandante del plotone, dopo di aver procurato di richiamare l'attenzione almeno dei soldati più vicini colla voce o col fischietto, dà successivamente i comandi di *Punt* e *Fuoco*, ripetendoli alcune volte sempre a maggior intervallo di tempo.

Si potrà sempre ottenere la più regolare disciplina del fuoco, quando i capi, durante l'addestramento e l'educazione morale dei proprî dipendenti, avranno saputo acquistarsi un grande ascendente morale e, durante il combattimento, si mostreranno oltre che energici, risoluti ed animosi, anche calmi e sereni in ogni momento ed in qualunque frangente.

DOVERI DEL SOLDATO RELATIVI ALL'ESECUZIONE DEL FUOCO. — **263.** I precetti seguenti riassumono i supremi doveri del soldato in combattimento; essi debbono sin dal tempo di pace esser da loro ben conosciuti e costantemente osservati:

1° *Iniziare il fuoco solo quando venga ordinato e cessarlo immediatamente non appena ne sia dato il comando od il segnale;*

2° *Regolare con cura l'alzo e puntare sempre colla massima accuratezza e non far partire il colpo se non dopo aver mirato in modo da avere la quasi sicurezza di colpire;*

3° *Impiegare le munizioni con la massima parsimonia, ricordando che, nel combattimento, le cartucce sulle quali il soldato può fare pieno assegnamento sono essenzialmente quelle che egli ha già con sè;*

4° *Non abbandonare mai e per nessun motivo il proprio fucile* ».

ALLEGATO.

Come appendice alla Tavola di tiro del fucile Mod. 91 (vedi Capitolo III, N. 28) e per norma di chi eseguisce tiri nei poligoni adoperando la *cartuccia ridotta per Società di tiro a segno* (vedi Capitolo III, N. 17), si riportano i dati relativi a tale cartuccia nella seguente:

TABELLA XLII.

Dati relativi alla cartuccia ridotta per Società di tiro a segno.

Peso gr. 17,7. — La carica è di balistite del N. 2 e di gr. 1,1. — Il proietto, costituito da un nucleo di piombo con sabbia compressa, pesa gr. 7. — Questa cartuccia ridotta attenua ma non evita alla pallottola l'inconveniente del rinculo.

Dati di tiro del fucile Modello 1891 relativi alla cartuccia ridotta.

Velocità iniziale m. 630 ± 10 — Gittata massima m. 2350.
Angolo di rilevamento 5′.50″.

Distanza di tiro	Angoli di elevazione			Tangenti degli angoli di elevazione	Angoli di caduta			Tangenti degli angoli di caduta	Velocità di caduta	Durata della traiettoria
metri	°	′	″	millesimi	°	′	″	millesimi	metri	″
100	0	5	56	1,73	0	6	52	2,00	461	0,19
200	0	13	58	4,06	0	18	33	5,40	375	0,14
300	0	14	40	7,17	0	36	31	10,62	318	0,73
400	0	38	19	11,46	1	0	25	16,78	285	1,11

Dati di giustezza del fucile Modello 1891 relativi alla cartuccia ridotta.

Distanza di tiro	Alzo	Rettangolo contenente tutti i colpi, ossia dimensioni della rosa		Spostamento del centro della rosa sul punto mirato		*Annotazioni*
		Altezza	Larghezza	verticale	laterale	
m.	m.	m.	m.	m.	m.	
100	300	0,12	0,11	0,18	— 0,02	*a*) I dati contronotati si riferiscono al tiro coll'arma al cavalletto.
200	300	0,37	0,23	0,04	— 0,03	*b*) I numeri negativi significano a sinistra od in basso del punto mirato.
300	450	0,54	0,28	— 0,10	0,02	

Prezzo del presente volume -

Dello stesso Autore:

NOZIONI GENERALI
SUL
PUNTAMENTO E TIRO DELLE ARTIGLIERIE
con
CENNI ELEMENTARI DI BALISTICA

3ª Edizione riveduta (1915).

Un volume di pag. XII-404 con 19 tavole fuori testo (di cui 5 a colori)
L. 8.

G. MADASCHI, Maggiore di Artiglieria
Insegnante di Materiale d'Artiglieria alla Scuola di Applicazione d'Artiglieria e Genio

NOZIONI GENERALI
SUL
MATERIALE DI ARTIGLIERIA

Un volume in-8° con Atlante di 75 tavole **L. 15.**

Sunti descrittivi del materiale d'artiglieria italiano
(Testo ed atlante)

(In corso di stampa).

BIANCHI, Col.lo **Corso teorico pratico di balistica esterna.** 2 vol.: Testo e tavole . . . . . **L. 9,50**
— **Nozioni fondamentali di balistica interna.** 2ª edizione . . **L. 8,00**
— **Nozioni fondamentali sulla teoria degli esplosivi** . . . . **L. 3,00**
— **Teoria della resistenza delle artiglierie.** 2ª edizione, 1915 . **L. 9,00**
— **Teoria degli affusti** . . . . . **L. 4,50**
RANELLETTI, Cap. **Manuale di istruzioni pratiche,** per il graduato di Artiglieria da Fortezza e Costa. 1915, in-16° . . . **L. 2,00**
BERARDI e DE MATTEIS, Cap.ni **Manualetto per l'Ufficiale di Artiglieria da Fortezza.** Puntamento e tiro delle artiglierie di medio e grosso calibro. In-16°. . . . . **L. 3,00**

☛ Presso la **Libreria CASANOVA & C.ia** trovansi sempre tutti i Regolamenti Militari del Ministero della Guerra, nonchè pubblicazioni per i plotoni allievi Ufficiali, Sergenti e Caporali.