

# La BALISTICA

(prima parte)

## Premessa

La balistica è considerata, con ragione, una scienza estremamente complessa. Infatti, la balistica combina elementi di più scienze (fisica, chimica, matematica, ed addirittura metallurgia e fisiologia) e sarebbe un grave errore sottovalutarne la difficoltà. D'altra parte, però, è altrettanto erroneo comportarsi come certe persone, che appena si inizia a parlare di balistica "spengono il cervello" perché, dicono "tanto di questo non capisco niente". In realtà chiunque usa un oggetto deve avere almeno un'infarinatura sui principi del suo funzionamento e quindi l'utente dell'arma da fuoco (cacciatore o tiratore che sia) deve avere qualche nozione di balistica. Scopo delle presenti note è di trasmettere queste nozioni in termini semplici. Se poi qualcuno li trovasse troppo semplici o troppo sintetici l'autore ne sarà felice: significa che è riuscito ad esprimersi nel modo più comprensibile alla maggioranza. Chi è particolarmente versato nelle materie scientifiche troverà nella bibliografia testi esaurienti (e spaccaemening!).

La balistica è talmente complessa che per facilitarne lo studio si usa, dividerla in tre parti.

La **balistica interna** studia ciò che accade all'interno (ecco perché si chiama così) della canna dall'accensione dell'innesco fino all'uscita del proiettile (o dei pallini) dalla canna.

La **balistica esterna** studia il moto del proiettile (o dei pallini) dalla bocca della canna fino al bersaglio

PAOLO  
NARAYAN SINHA

La **balistica terminale** studia ciò che accade al termine della traiettoria del proiettile (o dei pallini), quando il bersaglio viene colpito: Nel caso di bersagli animati (vale a dire nel caso di esseri viventi) la balistica terminale è strettamente collegata alla traumatologia, cioè della branca della medicina, sia essa umana o veterinaria, che studia il meccanismo delle ferite. Nel caso di bersagli inanimati (argomento che non riguarda la caccia ma piuttosto la tecnologia militare) la balistica terminale è una branca della scienza dei materiali.

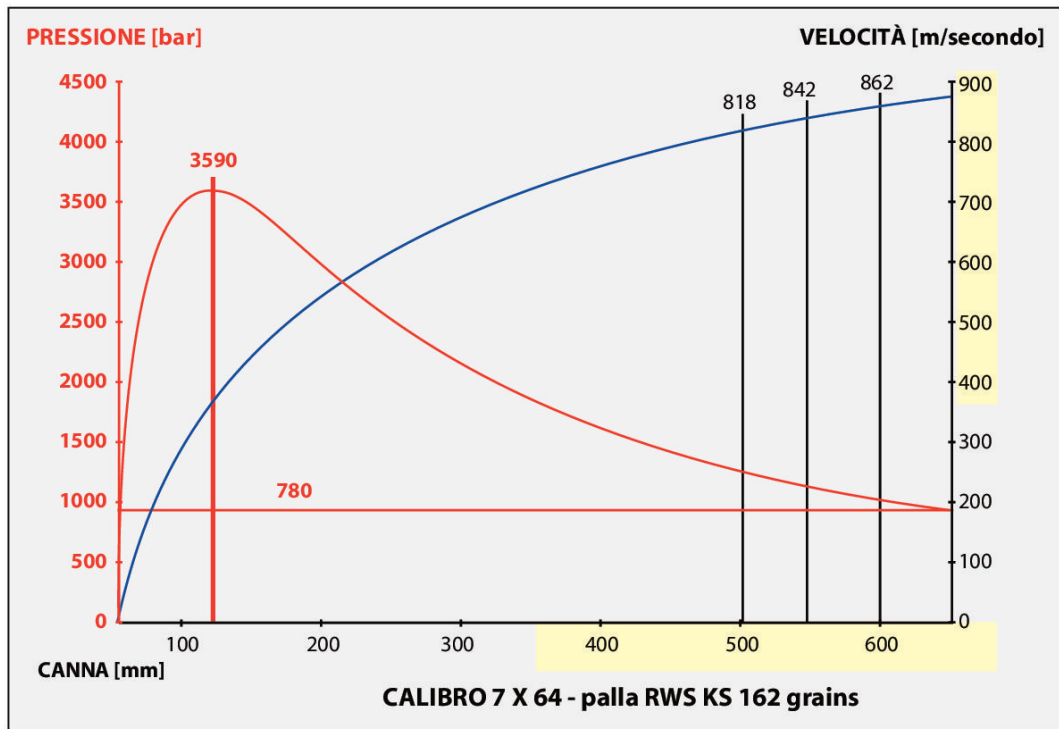
## Balistica interna

### Pressione e velocità

È noto che a spingere il proiettile od i pallini fuori dalla canna provvedono i gas prodotti dall'accensione della carica di lancio. Visto che tutti hanno qualche nozione di balistica interna? Quindi vediamo come si sviluppa questa spinta. Calcoli teorici e dati sperimentali dimostrano che all'interno della canna la pressione e la velocità del proiettile hanno l'andamento mostrato dal grafico in figura 1.

Quando il percussore colpisce l'innesco questo produce quasi istantaneamente una lunga e potente fiammata che accende la polvere contenuta nel bossolo. La polvere brucia abbastanza rapidamente (ma non alle altissime velocità dell'innesco) producendo dei gas. Questi gas premono sul fondello del proiettile e quindi lo muovono in avan-

Fig. 1  
 Pressione dei gas  
 (curva in rosso)  
 e velocità del proiettile  
 (curva in blu) in canna  
 (Fonte: [5])  
 Nota: 1 bar = 1 kg/cm<sup>2</sup>



ti, liberandolo dal bossolo e spingendolo nelle righe. Quando la parte cilindrica del proiettile si è completamente inserita nelle righe la pressione raggiunge il massimo valore. Infatti, come vediamo nel diagramma la pressione (vedere curva in rosso) sale rapidamente fino ad una punta di 3590 bar e poi va diminuendo. Il diagramma mostra che quando il proiettile arriva alla bocca della canna la pressione è scesa di parecchio, ma ha comunque il rispettabile valore di 780 bar ed infatti quando i gas escono dalla bocca, dietro al proiettile fanno un bel “BUM”. Ed il proiettile che fa? Quello che farebbe chiunque si trovasse con dei gas incandescenti che premono sul fondello: scappa più veloce che può, come mostra la curva della velocità (in blu) che sale fino a 880 m/secondo.

### Le tolleranze

Va subito detto che i valori di cui sopra, come tutti i valori di pressione e velocità in Fig.1

sono calcolati in teoria ma corrispondono alla media dei valori misurati sperimentalmente. Infatti ogni singola cartuccia differisce da un'altra, apparentemente identica per dimensioni (esempio: lo spessore del bossolo ed il diametro effettivo della palla), di caratteristiche meccaniche (esempio: la resistenza che la palla oppone a “piantarsi” nelle righe) e di caratteristiche chimiche (la composizione chimica della polvere può variare sia pur di pochissimo da un granello all'altro) a causa delle tolleranze di lavorazione. Anche la canna ha un'enorme quanto intuitibile importanza. Una canna ben lavorata e ben mantenuta spara con meno scarti in velocità di una canna lavorata “alla buona” e/o corrosa all'interno. Spesso cacciatori e tiratori si lamentano di non riuscire a ripetere con le loro armi le velocità dichiarate sulle scatole delle munizioni. Ciò è dovuto al fatto che le munizioni vengono provate in fabbrica con le cosiddette “canne manometriche” (così chiamate perché munite di sensori per la misura della pressione) di grande

precisione. Con queste “macchine per sparare” si ottengono velocità difficilmente raggiungibili con canne di serie.

In pratica le velocità iniziali di un lotto di cartucce di buona qualità differiscono fra loro di 5-10 m/secondo. Le tolleranze di velocità delle cartucce militari, prodotte in enormi quantità, sono di circa 15 m/secondo, mentre con la ricarica di precisione si può scendere sino a 2 m/secondo.

## Applicazione pratica

A questo punto qualcuno dirà “Benissimo, ma a che serve studiare questi diagrammi? Noi siamo cacciatori, non progettisti. Chi se ne frega della pressione e della velocità?” La risposta a questi colleghi che amano le cose pratiche è abbastanza semplice: mentre per le armi a pallini è praticamente impossibile trovare formule matematiche che siano contemporaneamente alla por-



tata di tutti e di immediata applicazione pratica, per le armi a palla è possibile calcolare la velocità di un proiettile sparato in una canna poco più o più corta di quella di riferimento. Ed ora vediamo come.

La velocità iniziale (ovvero alla bocca) di un proiettile è uno dei dati di partenza per il calcolo della traiettoria. I dati balistici delle munizioni (ad esempio quelli che si trovano sulle scatole di cartucce) sono riferiti ad una certa lunghezza di canna (usualmente 600 o 650 mm).. La balistica interna permette di calcolare quale può essere la velocità iniziale con una canna più corta. Attenzione, però! Queste note non sono un invito ad accorciare la canna di un'arma esistente! La lunghezza di canna è una delle caratteristiche dell'arma per l'iscrizione al Catalogo Nazionale. Accorciare la canna può dar luogo a seri problemi legali (cioè si può finire in galera). Il calcolo che qui si propone può essere utile per esempio a chi possiede o vuole acquistare un fucile con una canna più corta rispetto a quella con la canna di riferimento. Questo può essere il caso di un conduttore di cane da traccia che vuol sapere che prestazioni ha uno "stutzen" con canna da 500 mm mentre le tavole balistiche in suo possesso sono riferiti a canne da 600 mm

## Velocità iniziale e percorso in canna

La curva in blu dimostra chiaramente il legame che esiste fra velocità alla bocca e percorso in canna (che per semplicità abbrevieremo rispettivamente in  $V_0$  ed  $L_p$ ): infatti con una canna lunga 650 mm si ha una velocità di 880 m/secondo, ma con lunghezze minori si hanno velocità più basse, come risulta dalla tabella in Fig. 2, ricavata sempre dalla curva in Fig.1

**Fig. 2 -  $V_0$  e percorso in canna (da Fig.1)**

PERCORSO IN CANNA (IN MM)	$V_0$ (IN M/SECONDO)
650	880
600	862
550	842
500	818

I valori di cui sopra sono stati calcolati con formule abbastanza complicate e confermati dalla sperimentazione. Valori estremamente prossimi a questi possono essere ottenuti con la seguente formula:

$$\sqrt[4]{(L_p \text{ "corta"}/L_p \text{ di riferimento})} \times V_0 \text{ con canna di riferimento}$$

### Esempio 1

La  $V_0$  con canna da 650 mm è di 880 m/secondo. Quale sarebbe la  $V_0$  con canna da 600 mm?

Risposta:

Il rapporto  $L_p$  "corta"/ $L_p$  di riferimento è  $600/650 = 0,923077$

La radice quarta di 0,923077 è uguale a 0,98018

La velocità con canna da 550 mm è quindi pari a  $0,98018 \times 880 = 862$  m/secondo in pieno accordo con il valore in tabella 1.

E se la canna fosse da 500 mm (ipotetico stutzen)?

### Esempio 2

Il nuovo rapporto  $L_p$  "corta"/ $L_p$  di riferimento è  $500/650 = 0,769231$

La radice quarta di 0,769231 è uguale a 0,93651

La velocità con canna da 500 mm è quindi pari a  $0,93651 \times 880 = 824$  m/secondo

valore discretamente vicino a quello valore effettivo (818 m/secondo) indicato in tabella 1. Infatti la formula indicata è abbastanza precisa per "accorciamenti" fino a 70-80%. Chi desidera maggior precisione troverà qualcosa di meglio in Appendice.

La radice quarta si trova con una normale calcolatrice tascabile, estraendo due volte la radice quadrata. Comunque, per chi non ha voglia o tempo di fare questo calcolo ecco qui una tabellina che dà i valori della radice quarta del rapporto fra la lunghezza della canna corta e la lunghezza della canna di riferimento.

Vediamo ora come usare questa tabella, ripetendo l'esempio 1

**Fig. 3 - Tavola delle radici quarte**

LP "CORTA"/LP DI RIFERIMENTO	RADICE QUARTA DEL RAPPORTO FRA LE LUNGHEZZE DI CANNA
1,00	1,000
0,99	0,997
0,98	0,995
0,97	0,992
0,96	0,990
0,95	0,987
0,94	0,985
0,93	0,982
0,92	0,979
0,91	0,977
0,90	0,974
0,89	0,971
0,88	0,969
0,87	0,966
0,86	0,963
0,85	0,960
0,84	0,957
0,83	0,954
0,82	0,952
0,81	0,949
0,80	0,946
0,79	0,943
0,78	0,940
0,77	0,937
0,76	0,934
0,75	0,931
0,74	0,927
0,73	0,924
0,72	0,921
0,71	0,918
0,70	0,915

**Esempio 3**

La  $V_0$  con canna da 650 mm è di 880 m/secondo. Quale sarebbe la  $V_0$  con canna da 600 mm?

$$L_p^{corta} : L_p \text{ canna di riferimento} = 600 : 650 = 0,923077$$

Il valore 0,923077 non esiste in tabella, ma lo si può arrotondare a 0,92 la cui radice quarta è uguale a 0,979

Quindi la velocità così calcolata con canna da 600 mm è:  $0,979 \times 880 = 861,52$  m/secondo, quindi corrisponde con ottima approssimazione al valore effettivo indicato in Fig. 2

E adesso siete convinti che sapere qualcosa di balistica interna serve a tutti?

A questo punto è opportuno sottolineare tre cose a proposito del calcolo qui presentato:

1. L'accorciamento della canna, a parte le difficoltà tecniche, è vietato ai privati perché fa variare una dimensione con la quale l'arma è iscritta al Catalogo Nazionale e comporterebbe la ripresentazione al Banco di Prova. In altre parole è un'operazione illecita come "truccare" il motore di un veicolo ma con la grave differenza che accorciando una canna si incappa in una denuncia penale.
2. La formula presentata è abbastanza attendibile per canne poco più corte di quella di riferimento. Per "poco" si intende fino a 30% in meno. Infatti la tabella arriva fino a 0,7.
3. Uno dei dati di partenza del calcolo è la velocità iniziale. Se questa grandezza è dichiarata dal produttore di munizioni si tratterà un valore (come già detto) più alto di quello ottenibile con canna industriale, quindi il risultato del calcolo con canna corta sarà un po' superiore a quello reale. In ogni caso, si ottiene un valore indicativo su cui ragionare.

**Appendice (per i patiti della matematica)**

Velocità proiettile e lunghezza canna sono legate fra loro dalla formula di Weigel (V. Bibliografia [1]):

$$V_0 = \sqrt[4]{(L_p/d) * C^2 * \sqrt{(M_c/M_p)}}$$

dove

$V_0$  = velocità iniziale in m/secondo

$L_p$  = lunghezza del percorso del proiettile in canna

d = diametro esatto del proiettile  
 si noti che  $L_p$  e d devono essere espressi con le stesse unità di misura, siano queste centimetri, millimetri o pollici

C = costante della polvere

$M_c$  = massa della carica

$M_p$  = massa del proiettile

anche  $M_c$  ed  $M_p$  vanno espressi entrambi con le stesse unità (grains o grammi)

La misura esatta di  $L_p$  è:

$$L_p = L - b - p$$

dove

L = lunghezza della canna al netto di eventuali freno di bocca ma solo se internamente liscio mentre i freni di bocca rigati (es.: Magnaport) devono essere considerati come parte della canna

b = lunghezza del bossolo

p = lunghezza della porzione di palla all'interno del bossolo

Nel caso del 7x64, calibro scelto per questi esempi il bossolo è lungo 64 mm al massimo, mentre la lunghezza della palla (da cui dipende il "pescaggio") dipende da massa e tipo della palla stessa. I ricaricatori possono facilmente misurare questo valore mentre gli altri sarebbero costretti a sacrificare una cartuccia. Per fortuna una regola empirica ma abbastanza precisa dice che la palla pesca, con buona approssimazione, 1,5 volte il calibro. Nel caso del 7x64 la cui palla ha un diametro esatto di 7,21 mm il pescaggio è di circa 10 mm. Quindi il percorso in canna è uguale a

$$L_p \text{ di riferimento} = 650 - 64 - 10 = 576 \text{ mm}$$

Qualora, come nell'esempio precedente, si volesse studiare l'andamento della velocità iniziale al variare della lunghezza di canna si avrebbe:

$$V_0 = \sqrt[4]{(L_p/d) * C * 2 \sqrt{(M_c/M_p)}}$$

$$V_0^* = \sqrt[4]{(L_p^*/d) * C * 2 \sqrt{(M_c/M_p)}}$$

Dividendo membro a membro queste due equazioni e risolvendo rispetto a  $V_0^*$  si ha

$$V_0^* = V_0 * \sqrt[4]{(L_p^*/L_p)}$$

che differisce dalla formula proposta poco sopra solo perché impiega il percorso in canna invece della lunghezza di canna. Il valore di  $p$ , come già detto, può essere rilevato smontando una cartuccia, ma con buona approssimazione lo si può ritenere pari a  $1,5 * d$

Vediamo ora se riusciamo ad avere un risultato più preciso ripetendo il caso dell'esempio 2, cioè canna da 500 mm.

#### **Esempio 4**

La  $V_0$  con canna da 650 mm è di 880 m/secondo. Quale sarebbe la  $V_0$  con canna da 500 mm

Risposta:

Il valore di  $L_p$  è  $500 - 64 - 10 = 426$ , mentre  $L_p$  è pari a 576

$$\text{quindi } \sqrt[4]{(L_p/L_p)} = \sqrt[4]{(426/576)} = \sqrt[4]{(0,73958)} = 0,92736$$

La velocità così calcolata risulta essere  $880 * 0,92736 = 816$  m/secondo, valore molto prossimo ai 818 m/secondo di Fig. 2. Infatti la differenza fra le due velocità (2 m/secondo) è dell'ordine di grandezza delle tolleranze di cartucce di serie.

## **Bibliografia**

### **LIBRI**

1. MORI – GOLINO *Balistica pratica* Editoriale Olimpia 1983
2. PIGNONE VERCELLI *Appunti di Balistica* Editoriale Olimpia 1987
3. RHEINMETALL GmbH *Handbook on weaponry* Rheinmetall GmbH 1982
4. RINKER *Understanding Firearms Ballistics* Mulberry House Publishing 2003

### **PROGRAMMI PER COMPUTER**

5. BROEMEL *Quickload*
6. GANIS *Gun4*

### **NOTA ALLA BIBLIOGRAFIA**

I libri citati richiedono tutti, chi più chi meno, un po' di confidenza con la matematica, salvo il testo [4], sfortunatamente disponibile solo in inglese, che ha capitoli molto scorrevoli e con una sezione a parte per i più bravi in matematica.

Il programma "Quickload" (esiste solo in inglese e tedesco) può essere richiesto direttamente all'Autore (Hartmut Broemel - Neubruecker Weg 15 D 64832 Babenhausen GERMANIA).

Il programma "Gun4" è disponibile in Internet nel sito "www.earmi.it", da dove può essere scaricato gratis. ■