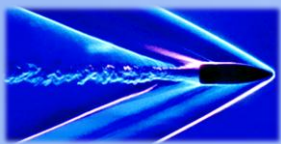


I Rimbalzi dei Proiettili a Caccia

**Ing. Cristian Bettin
Novembre 2018**

**www.ingbettin.it
crisbettin@libero.it**



Sui contenuti di questa presentazione:

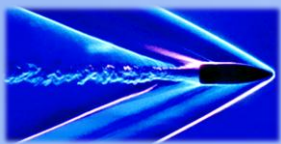
A seguito dell'interesse manifestato sull'argomento ho deciso di riassumere i dati salienti degli studi sui rimbalzi dei proiettili da caccia da me raccolti nell'ultimo decennio. Tutti i dati in mio possesso sono scritti in lingua tedesca, in questa elaborazione ne presento solamente i risultati che ritengo più interessanti per il mondo venatorio italiano.

L'interpretazione degli studi originali non è immediata. Oltre a innumerevoli tabelle numeriche c'è anche parecchia statistica, motivo per cui ho riscritto i risultati in un linguaggio (spero) più alla portata di tutti e ho usato molta grafica per evidenziare le informazioni che ritengo più importanti.

Le immagini dei rimbalzi e dei proiettili sono tratte dai lavori della DEVA e del sottoscritto. Grafici e tabelle sono tutte opera dello scrivente.

Il totale dei dati misurati (per calibro, tipo di proiettile, angolo ecc.) è raccolto in circa 300 pagine di analisi (ovviamente in tedesco). Per esigenze forensi dei risultati prego di contattarmi personalmente.

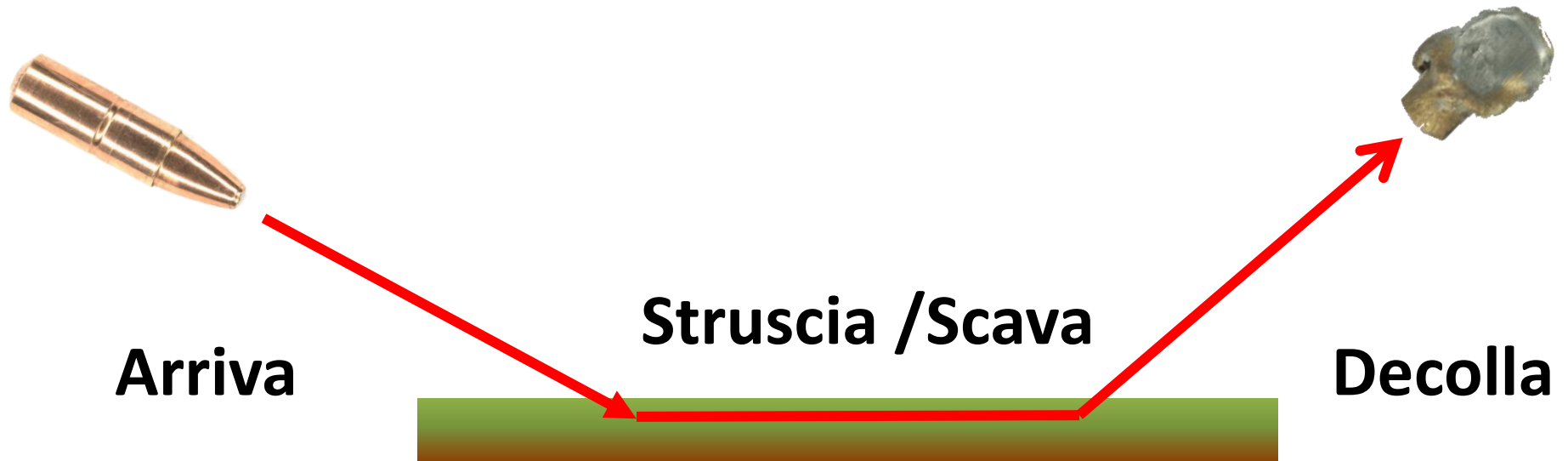
Il materiale qui contenuto viene messo a disposizione gratuita per motivi di studio. Chi ne facesse uso è pregato di citarne almeno la fonte (preparare le immagini mi è costato parecchio tempo).



Bibliografia di riferimento:

- Il colpo di rimbalzo, di C. Bettin, disponibile in pdf su www.ingbettin.it.
- Schlussbericht vom 15. Februar 2011 zum Forschungsvorhaben „Abprallverhalten von Jagdmunition“, di DEVA.
- Gutachten Forschungsvorhaben „Abprallverhalten von Jagdmunition“ der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Vergleich der Gefährdung durch abgeprallte bleihaltige und bleifreie Jagdgeschosse, di Dr. sc. forens., Dr. med. h. c. Beat P. Kneubuehl.
- Schlussbericht Flintenlaufgeschosse, vom 28. März 2013 zum Forschungsvorhaben „Abprallverhalten von Jagdmunition“, di DEVA.
- Gutachten Forschungsvorhaben „Abprallverhalten von Jagdmunition“ der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung ,Vergleich der Gefährdung durch abgeprallte bleihaltige und bleifreie Flintenlaufgeschosse und Schrot, di Dr. sc. forens., Dr. med. h. c. Beat P. Kneubuehl.
- Vorstellung der Ergebnisse des Forschungsvorhabens „Abprallverhalten von Jagdmunition“, Ingo Rottenberg.

Come rimbalzano i proiettili da caccia?



si deforma o rompe

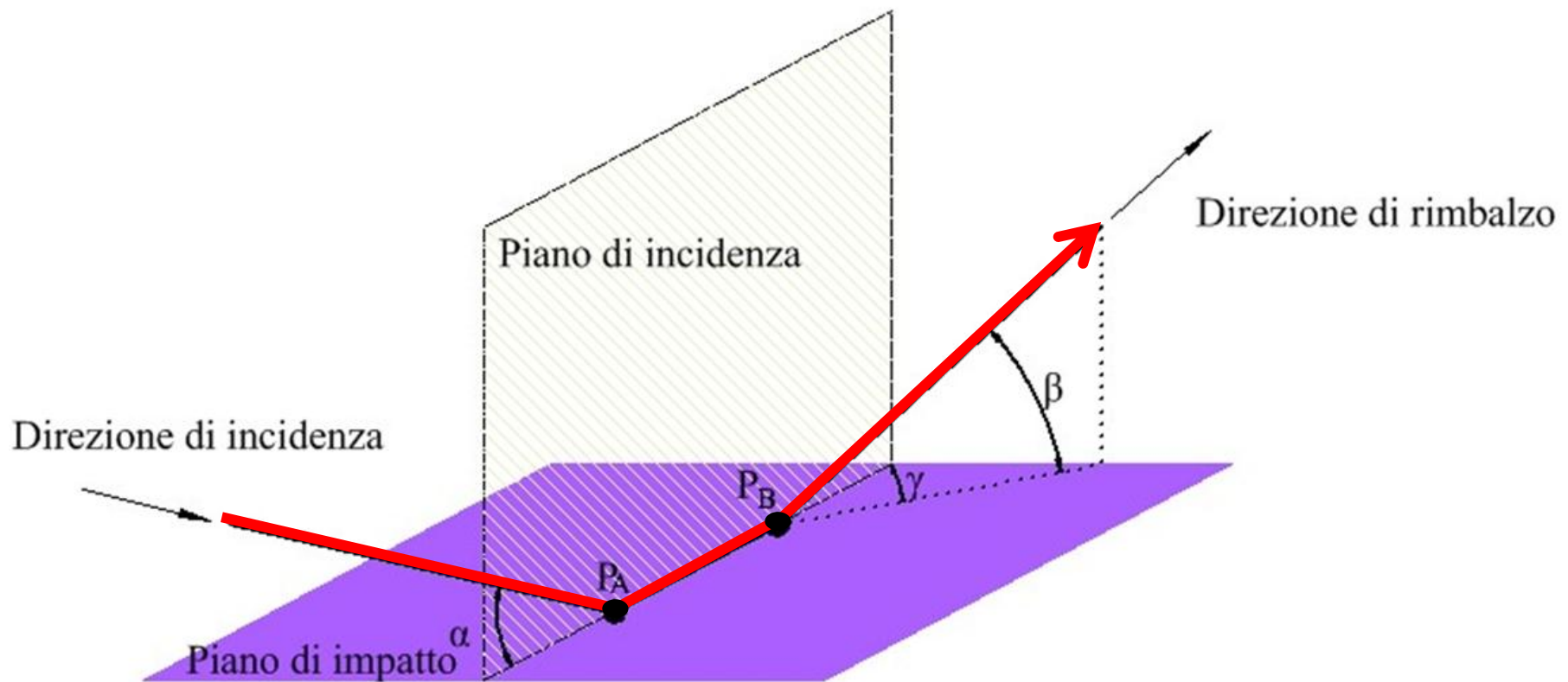


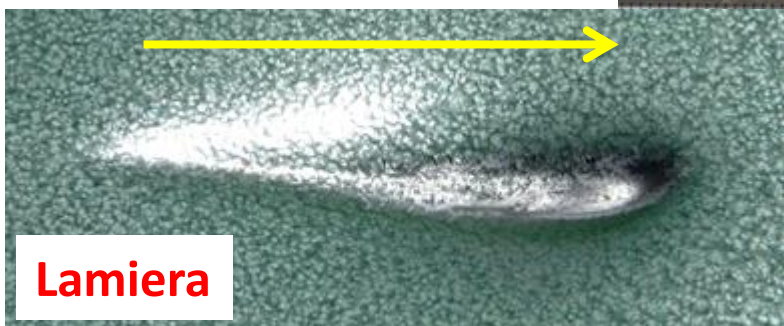
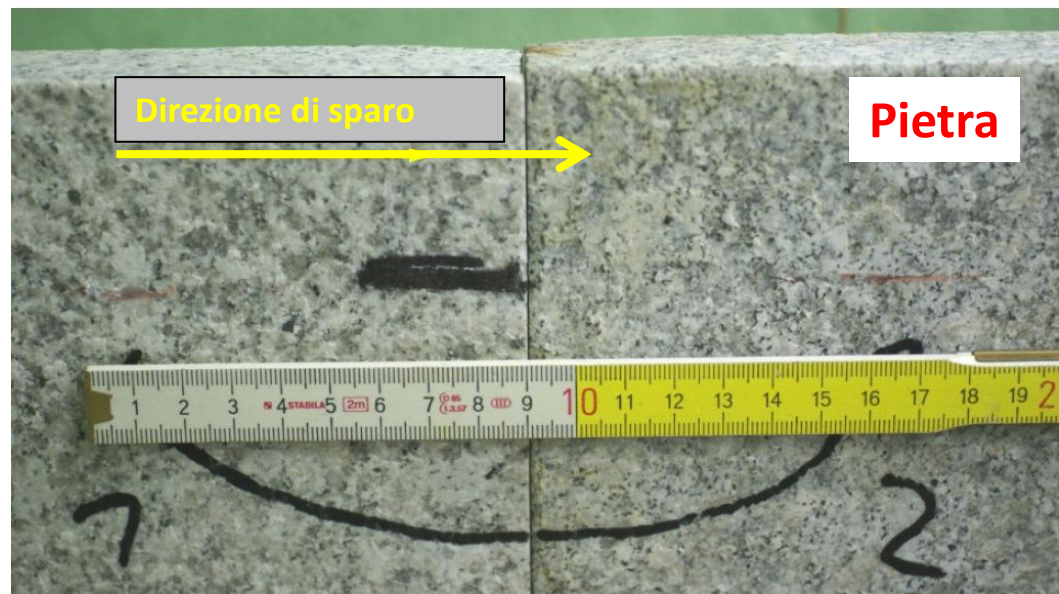
...molto spesso ma non sempre!!!

Angoli di rimbalzo

α – angolo di arrivo verticale (angolo d'incidenza)

β – angolo di partenza verticale γ – angolo di partenza orizzontale





Strusci lasciati da proiettili rimbalzati

Quando si parla di rimbalzo del proiettile e quando di frammento rimbalzato?

Per permettere un'elaborazione analitica dei dati misurati, ricavati da circa 10.000 colpi sparati in condizioni controllate, è stato necessario definire una soglia per distinguere tra **proiettile rimbalzato** e **frammento rimbalzato**.

→ Si parla di **proiettile rimbalzato** se il pezzo più grosso, rimbalzato dall'oggetto/substrato colpito, pesa più del 50% della massa del proiettile integro

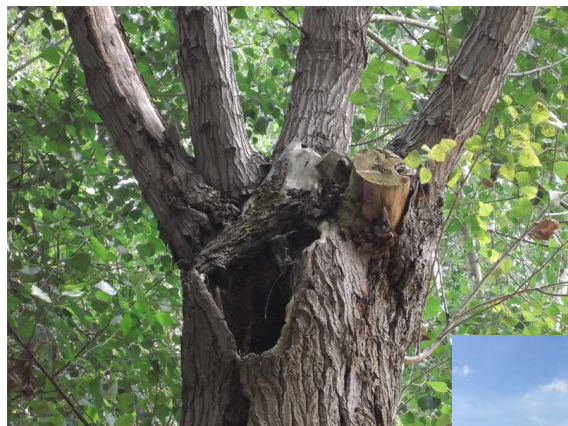
$$M_{\text{rimbalzo}} \geq 50\% M_{\text{proiettile integro}}$$

→ Tutti i pezzi di peso inferiore al 50% del proiettile integro sono considerati **frammenti**.

Da cosa rimbalzano i proiettili da caccia?



I proiettili da caccia possono rimbalzare da qualsiasi superficie!!



**Alberi – rami
rovi**

Acqua



Strade - terreni



Pietre

Quanto sono grandi gli angoli di rimbalzo?

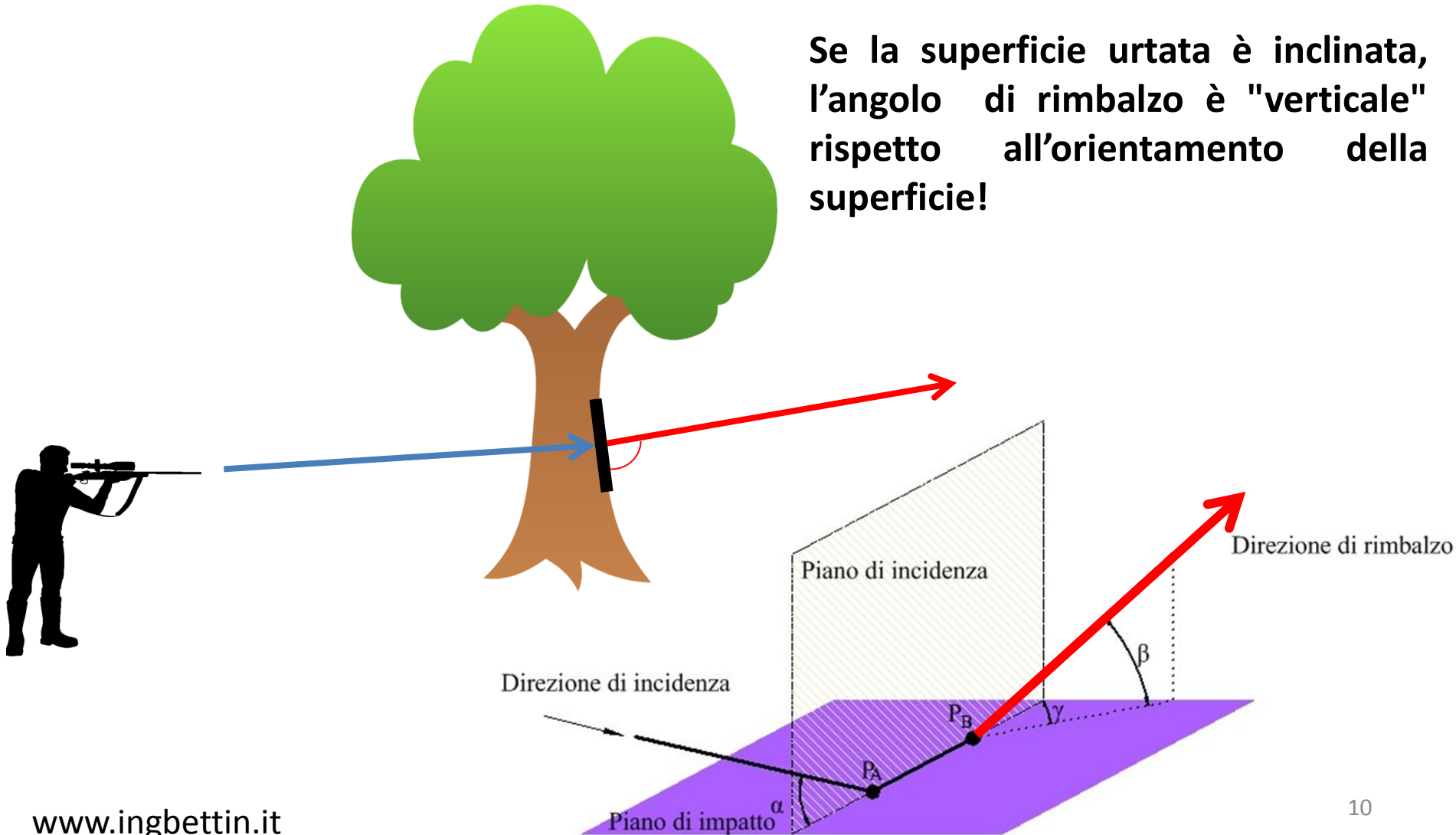
- I proiettili possono rimbalzare con angoli anche piuttosto grandi, fino a (ma raramente maggiori di) 30° in verticale: **$\sim 30^\circ$**
- I proiettili da caccia rimbalzano più in verticale che in orizzontale. La deviazione laterale misurata durante gli esperimenti non ha superato i 2° circa.

Attenzione: l'angolo di rimbalzo verticale va sempre inteso rispetto al piano della superficie colpita!

Attenzione:

L'angolo di rimbalzo verticale viene misurato rispetto al piano della superficie colpita!

Se la superficie urtata è inclinata, l'angolo di rimbalzo è "verticale" rispetto all'orientamento della superficie!



Superfici morbide - sono possibili rimbalzi grandi



**Terreni
Sabbia
Legno
Strade bianche**

Angolo di impatto
 $\alpha = 9^\circ$

Terreno sabbioso

Nelle immagini è stato usato
un proiettile tracciante di
costruzione civile per
visualizzare la traiettoria.

www.ingbettin.it

**L'angolo di rimbalzo può essere più grande
di quello d'arrivo!!**



Superfici dure - angoli di rimbalzo piccoli

Pietre
Metalli spessi



L'angolo di rimbalzo è più piccolo di quello d'arrivo!!

Angolo di impatto

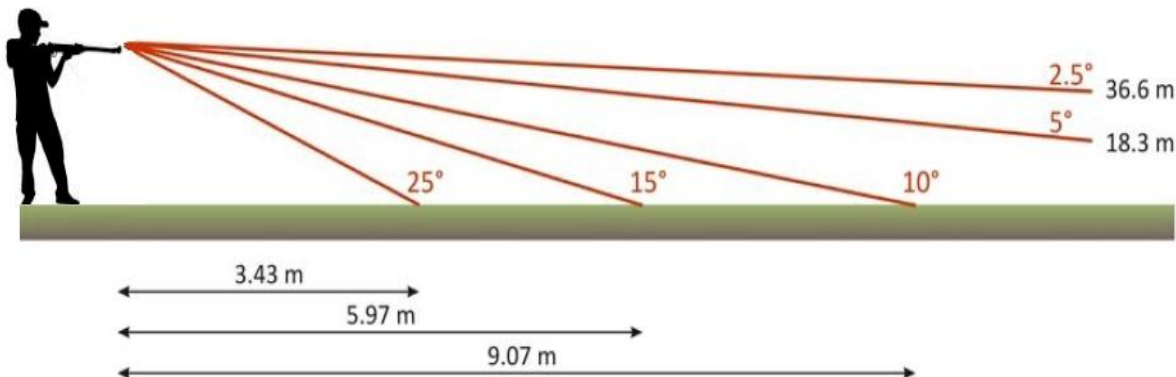
$\alpha = 10^\circ$

Pietra

Quando rimbalzano i proiettili?

Tutti i proiettili possono rimbalzare, ma l'entità del rimbalzo:

- Dipende dall'angolo di impatto
- Dipende dal tipo di proiettile
- Dipende dalla superficie urtata



Angolo d'impatto e tipo di superficie

Terreno morbido:



I proiettili d'arma rigata si **piantano**
nel **terreno morbido** per:

$$\alpha > 5^\circ$$



Le slug si **piantano** nel **terreno**
morbido per:

$$\alpha > 15^\circ$$

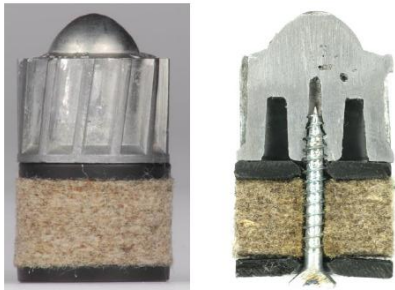
Angolo d'impatto e tipo di superficie

Terreno duro:



I proiettili d'arma rigata si piantano nel **terreno duro** per:

$$\alpha > 15^\circ$$



Le slug si piantano nel **terreno duro** per:

$$\alpha > 15^\circ$$

Angolo d'impatto e tipo di superficie

Acqua:



I proiettili rimbalzano dall'acqua per angoli minori di 8-10°.

$$\alpha \leq 8-10^{\circ}$$

Risultati sperimentali

Sono stati sparati proiettili da caccia in 3 calibri diversi:

- **.243 Winchester**
- **.308 Winchester**
- **9,3x74R**

Sono stati sparati 6 tipi diversi di proiettili da caccia. 3 con piombo e 3 senza piombo.

I colpi di prova sono stati sparati a 3 distanze diverse:
25m - 50m - 100m.

Sono stati usati 6 tipi di bersagli/simulazioni:

1. Terreno soffice
2. Terreno duro
3. Tronco d'albero
4. Rami/arbusti
5. Simulazione del proiettile che attraversa il selvatico e si schianta poi su un tronco d'albero.
6. Simulazione del proiettile che attraversa il selvatico e si schianta poi contro una pietra.

Sono stati sparati **5-6 colpi** per ogni combinazione
Calibro - tipo di proiettile - bersaglio - distanza - angolo

Angoli d'impatto:
2,5°, 5°, 10°, 15°, 25°

In totale sono stati sparati oltre **10.000 colpi d'arma rigata**
in condizioni controllate!!

Per alcune condizioni di prova è stata misurata la velocità
e l'energia residua del proiettile rimbalzato.

Risultati sperimentali

Le stesse condizioni di prova sono state ripetute per i proiettili sparati da fucili a canna liscia, calibro 12.

3 tipi di proiettili contenenti piombo.

3 tipi di proiettili senza piombo, di cui uno in sabot per calibro 12 da usare con strozzatore rigato.

Proiettili test – canna rigata



A



B



C

Con piombo



D



E

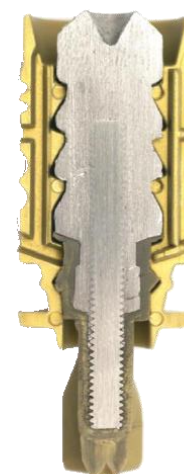
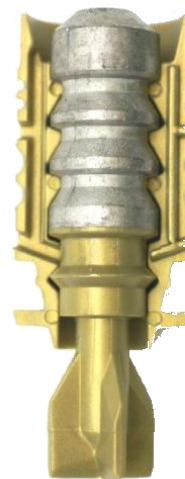


F

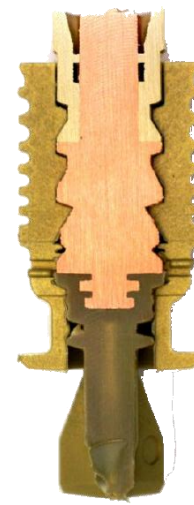
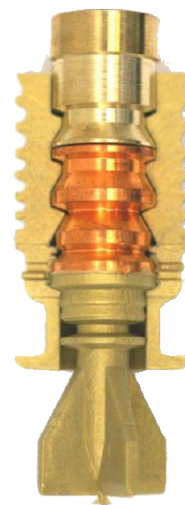
Senza piombo

Proiettili test – canna liscia

Con piombo



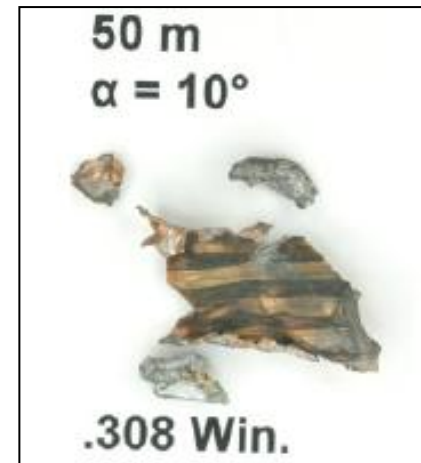
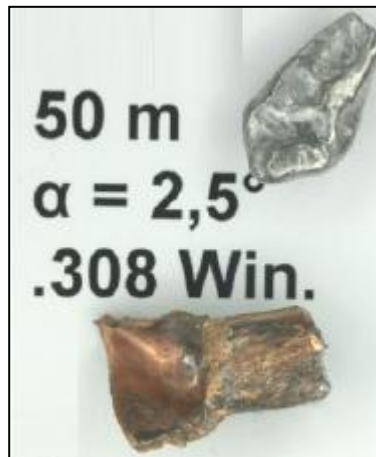
Senza piombo



Riassunto dei risultati

Proiettili con nucleo di piombo (arma rigata):

- Si frantumano più facilmente dei proiettili monolitici.
- La massa residua dei frammenti è mediamente più piccola rispetto ai monolitici.
- La distanza di volo e l'energia residua dei frammenti è minore rispetto ai monolitici.



Proiettili monolitici

- Si frantumano meno rispetto a quelli di piombo.
- La massa residua è mediamente più alta.
- La distanza di volo e l'energia residua dei frammenti è mediamente più grande rispetto a quelli di piombo.



Quale rimbalza di più?

Con piombo

Monolitici



**Rimbalzano uguale, sia in altezza
che in derivazione laterale**

Attenzione:

La massa e l'energia residua dei monolitici è mediamente maggiore (+36% massa, +28% energia). I rimbalzi volano più lontano (+45% in media, +3% valore massimo)!

PERICOLOSITA'



Tutti i rimbalzi a caccia sono pericolosi!

I proiettili monolitici hanno massa ed energia residua mediamente superiori, ma **la zona di pericolo dei rimbalzi con proiettili di piombo si può estendere mediamente fino a 5-600 metri.**

Morale: non è corretto ritenere meno pericolosi i rimbalzi dei proiettili con nucleo di piombo!!

La zona di pericolo è sempre molto profonda, indipendentemente dal tipo di proiettile rimbalzato!

PERICOLOSITA' – distanze calcolate

Dalle velocità residue è stato possibile calcolare le ipotetiche distanze massime di volo:

Proiettili con piombo:

distanze di rimbalzo comprese tra 114m e 1470m. La distanza media calcolata è di 516m.

Proiettili monolitici:

distanze di rimbalzo comprese tra 79m e 1521m. La distanza media calcolata è di 747m.

PERICOLOSITA'



- Gli angoli di rimbalzo verticali e laterali sono circa uguali per entrambi i tipi di proiettile.
- Gli angoli di rimbalzo laterali sono mediamente molto piccoli per entrambi i tipi di proiettile ($< 2^\circ$).

PERICOLOSITA'



- L'energia e la densità di energia dei rimbalzi sono notevolmente sopra la soglia di pericolosità per entrambi i tipi di proiettile!

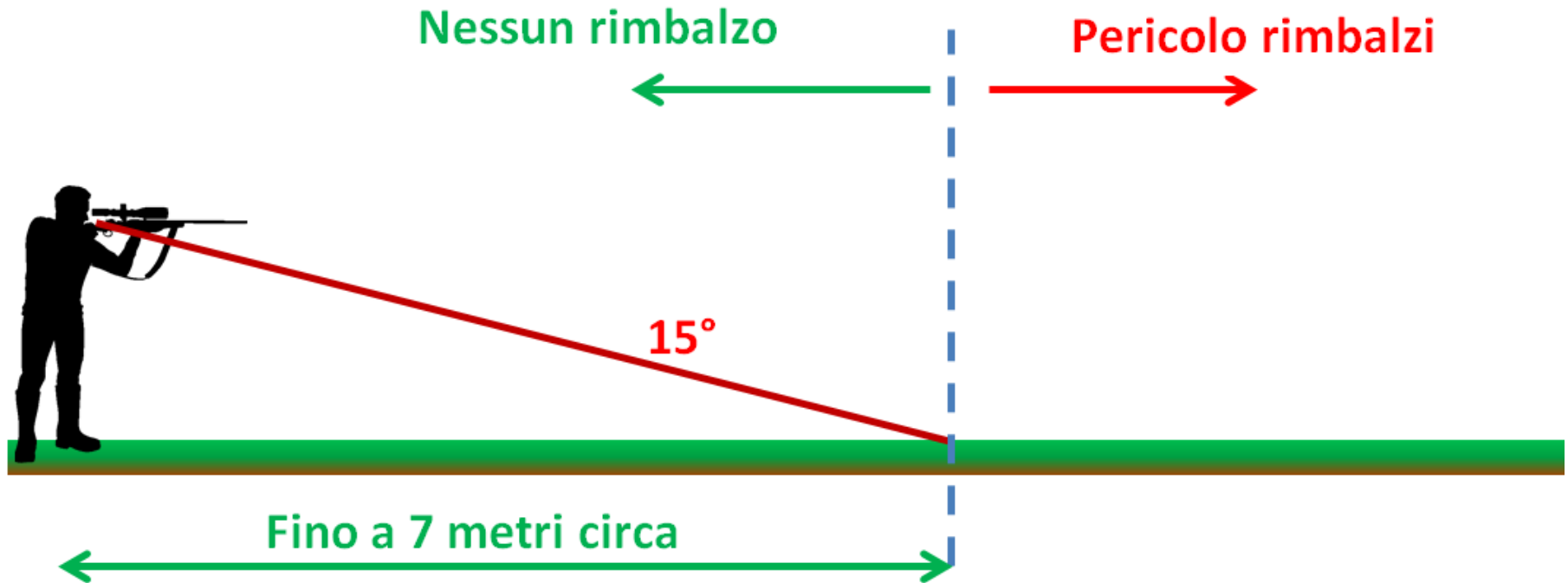
→ A distanze contenute il tipo di proiettile usato è influente per la pericolosità dei rimbalzi. Sia quelli contenenti piombo che i monolitici sono pericolosi!

Proiettili slug

- Angolo limite di 15° , indipendente dal tipo di terreno.
- La massa residua è alta.

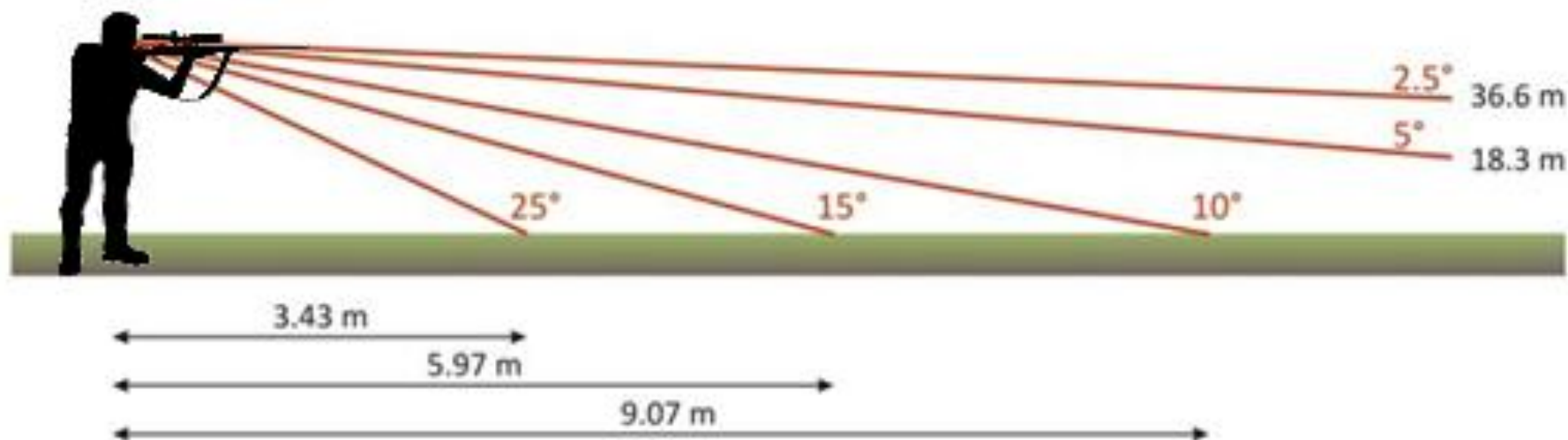


Sicurezza nel tiro a caccia

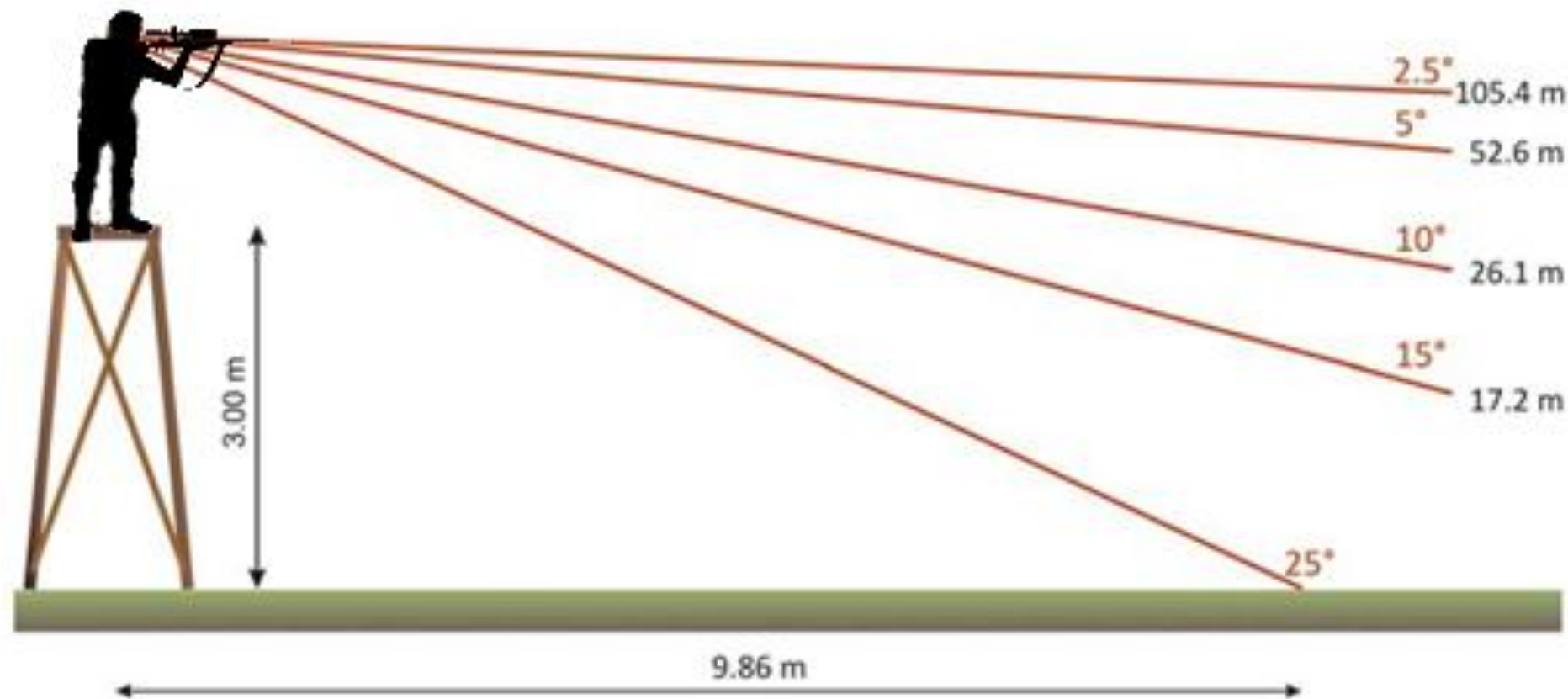


Indicazioni di massima, valide per tutte le situazioni di tiro a palla!

Sicurezza nel tiro a caccia



Sicurezza nel tiro a caccia



Cespugli...

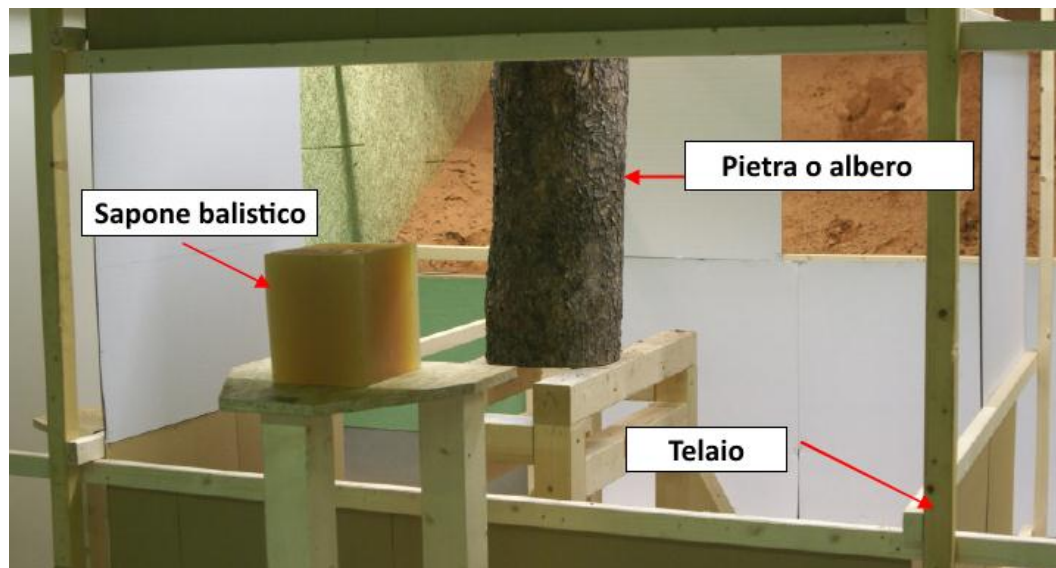
- Maggiore sono massa e calibro del proiettile, minori sono le deviazioni.
- Proiettili lenti deviano di più rispetto a quelli veloci.
- Le deviazioni sono più verticali che orizzontali.



Cosa succede dietro l'animale colpito?

Canna rigata:

Simulazioni di impatto su tronco d'albero e pietra, posti dietro all'animale colpito



Albero: tutti i proiettili si sono piantati.

Pietra:

I proiettili di **piombo** si frantumano, i pezzi cadono entro **1-2** metri dalla pietra.

I proiettili di **ottone** si rompono, i pezzi cadono entro **1-13** metri dalla pietra.

Simulazioni su pietra
dietro al selvatico colpito.

Distanza di tiro, 50m.

Spessore del bersaglio
"selvatico", 25cm.

Le lettere indicano il tipo di
proiettile in base all'elenco
di pagina 21.



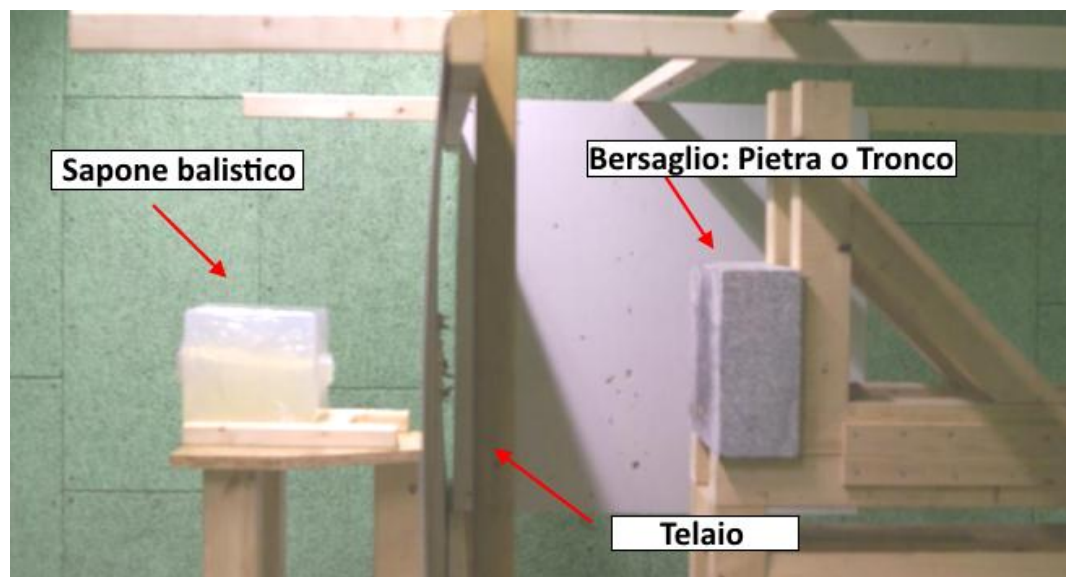
Massa (M) e energia (E) residua dei proiettili dopo aver attraversato il selvatico (25cm di spessore) e prima di impattare contro la pietra o il tronco d'albero.

Proiettile	M_residua	Velocità residua	E_residua
	(%)	(m/s)	(J)
„A“	58,2	136	59,3
„B“	57,5	292	261,5
„C“	91,0	208	250,8
„D“	99,6	367	720,2
„E“	72,6	411	654,0
„F“	99,2	217	259,5

Cosa succede dietro l'animale colpito?

Slug:

Simulazioni su
tronco d'albero e pietra

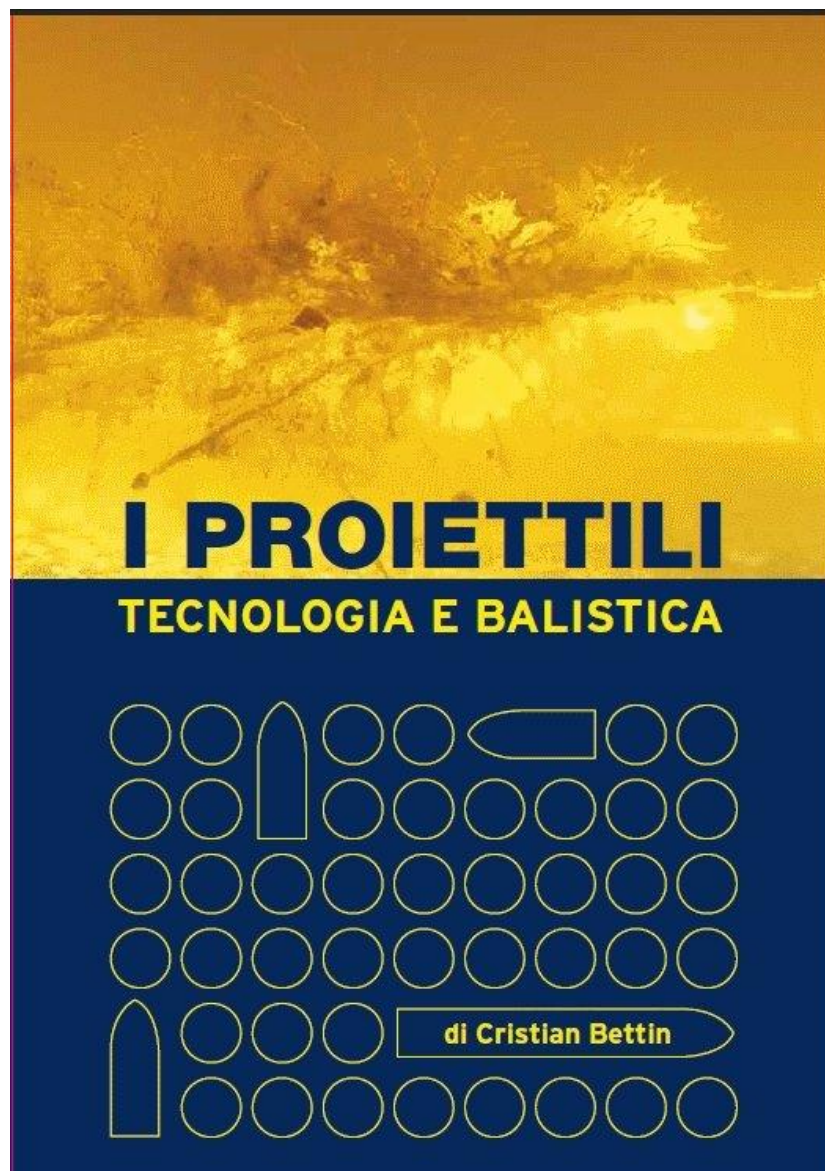


Albero: tutte le slug si sono piantate.

Pietra: tutte le slug di piombo si sono schiacciate e cadute entro
1-2 metri dalla pietra.



Per maggiori informazioni



I Proiettili – Tecnologia e Balistica

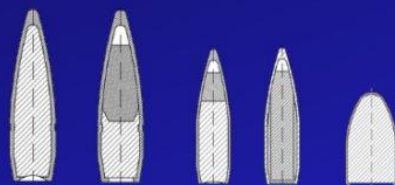
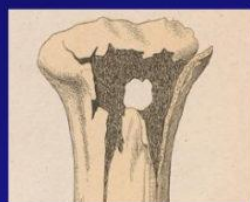
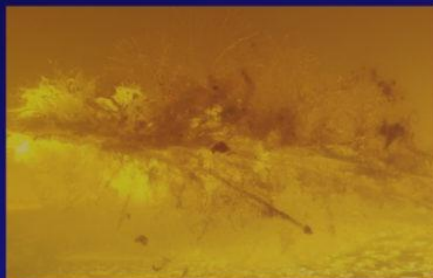
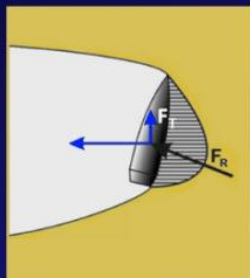
Disponibile su richiesta
crisbettin@libero.it

Per maggiori informazioni

CRISTIAN BETTIN

BALISTICA LESIONALE

TEORIA E APPLICAZIONI



Balistica Lesionale— Teoria e Applicazioni

Disponibile su richiesta a partire
da fine anno