

"TUNING": ARCO E FRECCIE IN AZIONE

Una questione ancora controversa

di Mario Attilio Ostidich

(Testo pubblicato in Outlab nel dicembre 2010)

REPERTORIO DELLE TECNICHE

Il **tuning** è la messa a punto dell'attrezzatura, fatta interpretando il modo con cui le frecce escono dall'arco e arrivano al bersaglio. Questo è il tema che più d'ogni altro ha alimentato equivoci e dispute tra arcieri esperti. E' quindi comprensibile che molti principianti abbiano, su questo argomento, idee perlopiù confuse.

Le **verifiche** praticate sono più di una, con diversi **intendimenti** e **affidabilità**. Per farne un elenco cominciamo dalle indicazioni fornite nel "NAA Instructor's Manual" (ed.1985) della NATIONAL ARCHERY ASSOCIATION, con riferimento allo standard di uno sgancio manuale eseguito da un arciere destro.

A.) Metodo della freccia spennata, o metodo "Hamilton"

Sviluppato nel 1963 da Max Hamilton, è stato il primo criterio sistematicamente usato per aggiustare il punto d'incocco e valutare la rigidità della freccia.

La prova richiede di osservare l'inclinazione con cui la freccia da esaminare, privata delle alette, entra nel paglione tirandola alla **distanza di 2 metri**. L'interpretazione dei risultati è sinteticamente la seguente:

- cocca in alto = punto d'incocco alto
- cocca in basso = punto d'incocco basso
- cocca a destra = freccia rigida
- cocca a sinistra = freccia morbida

Il manuale NAA dice esattamente: «if the nock end of the arrow is to the right of the point of entry into the mat, generally the arrow is stiffer than required». Il testo è chiaro, ma l'avverbio "generally" lascia intendere che vi siano particolari condizioni in cui il metodo Hamilton possa dare risposte contraddittorie.

B.) Confronto tra frecce impennate e spennate, o metodo "Eliaison"

Questa evoluzione del metodo precedente è stata introdotta da Edwin Eliaison, medaglia d'oro alle olimpiadi di Monaco 1972.

La prova, fatta alla **distanza di 10~15 metri**, richiede che l'arciere tiri tre frecce impennate ottenendo una rosata tanto ristretta da poter valutare lo scostamento del punto d'entrata di un'ulteriore freccia privata delle alette. L'interpretazione dei risultati tiene conto della posizione della freccia spennata rispetto alle altre:

- più in basso = punto d'incocco alto
- più in alto = punto d'incocco basso
- più a sinistra = freccia rigida
- più a destra = freccia morbida

Per stabilire una correlazione con il metodo precedente si deve osservare che la freccia spennata ha normalmente la cocca inclinata in direzione opposta allo scostamento della punta.

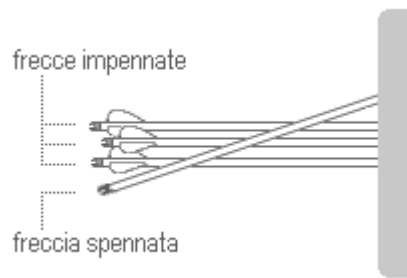


Fig.1 – Punto d'incocco basso rilevato con il metodo Eliason

C.) Solo frecce impennate, o metodo "a distanze variabile"

Questa è un'ulteriore evoluzione che può essere messa in atto soltanto da arcieri che abbiano già acquisito una precisione di tiro anche a medio-lunga distanza.

Infatti la prova prevede sei tiri, con frecce identiche e impennate, alle **distanze progressive di 10, 15, 20, 25, 30, 35 metri**, mirando sempre ad un punto preciso posto al bordo superiore del battifreccia. Per garantire una esecuzione uniforme è necessario che l'arciere si serva di un mirino che sia allineato sul piano d'azionamento della corda dell'arco. Gli "arcieri istintivi", abbiano cura che i propri meccanismi inconsci non alterino l'assetto cambiando la distanza di tiro.



Fig.2 – Disposizione delle frecce con la prova a distanza variabile

Le indicazioni fornite dal manuale NAA presuppongono che l'arco sia dotato di un portafreccia con bottone ammortizzatore:

- allineamento perpendicolare = condizione ideale
- curva spanciata a sinistra = "centershot" a sinistra; bottone da spostare a destra
- curva spanciata a destra = "centershot" a destra; bottone da spostare a sinistra
- diagonale verso sinistra = freccia rigida; bottone con molla da allentare
- diagonale verso destra = freccia morbida; bottone con molla da irrigidire

Il manuale NAA correde queste informazioni con uno un utile sommario delle azioni che possono aggiustare la rigidità/flessibilità della freccia senza cambiare l'asta:

Freccia troppo rigida

montare una punta più pesante
 spostare il portafreccia a destra
 allentare il bottone ammortizzatore
 ridurre la massa virtuale dell'arco
 montare uno stabilizzatore
 aumentare la lunghezza della freccia
 aumentare l'altezza della corda
 aumentare il carico dell'arco

Freccia troppo morbida

montare una punta più leggera
 spostare il portafreccia a sinistra
 irrigidire il bottone ammortizzatore
 aumentare la massa virtuale dell'arco
 togliere lo stabilizzatore
 ridurre la lunghezza della freccia
 ridurre l'altezza della corda
 ridurre il carico dell'arco

D.) Test con foglio di carta

Il manuale NAA non prende in considerazione questo metodo anche se molti arcieri esperti lo considerano come il più sicuro e facile da interpretare. **Larry Wise**, nel suo libro "Tuning Your Compound Bow", mostra d'essere di questo avviso.

Il metodo prevede di distendere un **grande foglio di carta** – per esempio: una pagina di giornale – e fissarlo tra due aste di legno per poi appenderlo davanti al battifreccia, alla distanza di uno o due metri. Analizzando il profilo dello strappo si può rilevare l'assetto della freccia nel momento in cui ha attraversato il foglio.

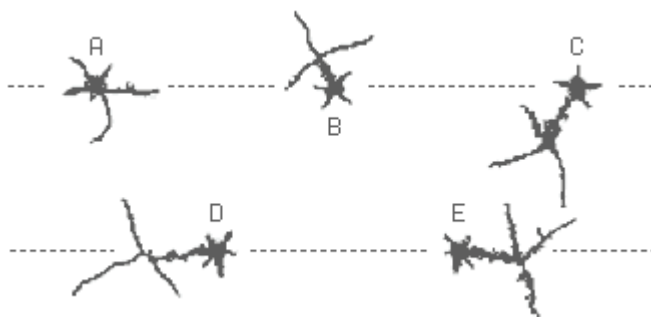


Fig.3 – Strappi lasciati dal passaggio della freccia

Tirando a **distanza di 3~4 metri**, gli strappi mostrati nella Fig.3 implicano queste indicazioni, valide per un arciere destro:

- lo strappo di tipo A – con la cocca che attraversa la carta nello stesso punto in cui è passata la punta – è quello ottimale per una freccia scagliata con sgancio meccanico da un compound dotato di ampia finestrazione
- lo strappo di tipo B è quello preferibile per una freccia scagliata manualmente da un arco ricurvo da caccia; infatti, la cocca lievemente alzata verso sinistra indica che la freccia è uscita dall'arco sollevandosi quel tanto che basta per non interferire con il portafreccia; se fosse troppo alzata, occorrerebbe abbassare il punto d'incocco
- lo strappo di tipo C mostra una freccia che ha la punta più alta della cocca, probabilmente a causa di un punto d'incocco troppo basso
- lo strappo di tipo D è quello tipico di una freccia troppo morbida, ma potrebbe essere anche la conseguenza di un urto della cocca sulla finestra dell'arco.
- lo strappo di tipo E è quello di una freccia troppo rigida

E.) Verifica con borotalco

Per interpretare correttamente i risultati ottenuti con i metodi precedenti è bene rilevare le **modalità di contatto tra freccia e arco**, cioè la cosiddetta "clearance".

Il criterio più semplice è quello di mettere del borotalco sulla finestra dell'arco analizzando poi le tracce lasciate dal passaggio della freccia. Se si vuole rilevare con maggiore precisione quale parte dell'asta o delle alette è entrata in contatto – e l'entità della pressione avvenuta – il controllo può essere fatto segnando con un rossetto per labbra i punti da controllare e mettendo una etichetta bianca autoadesiva sull'area dove si presume che debba avvenire il contatto.

Se le tracce sono molto evidenti – e, soprattutto, se la cocca lascia un segno netto sulla parete della finestra – è necessario modificare la rigidità della freccia. Se la traccia è meno evidente, ed è causata dalle alette, può essere sufficiente cambiare il loro orientamento con una semplice rotazione della cocca.

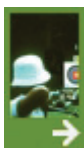
F.) Cinepresa ad alta velocità

Per vedere esattamente quello che avviene nei 10~15 millisecondi in cui la freccia viene scoccata, ci sono cineprese in grado di scattare mille fotogrammi nitidi al secondo. Oggi, questi strumenti sono accessibili anche per il budget di spesa di una piccola organizzazione sportiva. Quindi, quello che abbiamo detto fin qui, potrebbe essere archiviato come artigianato d'altri tempi.

Tuttavia, la cinepresa – come ogni altra tecnologia a basso costo – ha l'implicazione di fornire **informazioni** in quantità e facilità che sono eccessive per chi deve convertirle in **conoscenze** utili. Forse, i metodi artigianali possono essere ancora una buona scuola per chi intende capire in modo critico e consapevole.

ALCUNE CONSIDERAZIONI PRATICHE

- Vi sono dei **battifreccia** – come quelli in cartone cannettato – che hanno una struttura tale da raddrizzare l'angolo d'entrata della freccia. Occorre evitare di utilizzarli praticando i metodi Hamilton ed Eliason.
- Per una corretta esecuzione dei test è necessario usare **frecce uguali** tra loro e assolutamente integre. Una freccia lievemente storta, anche se raddrizzata, può dare risultati fuorvianti. Anche solo il fatto di togliere le penne, alterando la massa della freccia, può dare problemi con il metodo Eliason.
- La regola semplice per la quale una freccia rigida devia a sinistra e una morbida devia a destra, «**S=Strong / D=Dolce**», ha probabilità di valere solo se l'attrezzatura è già vicina ad essere messa a punto. Nessuna regola può essere efficace se il portafreccia è montato male, il punto d'incocco è vistosamente starato, l'altezza della corda è sbagliata, la freccia è lontana dall'essere quella giusta e l'arciere ha una scadente tecnica di tiro.
- Il metodo Eliason e il metodo "a distanza variabile" possono essere praticati solo da **arcieri esperti**. Infatti, per mettere in evidenza i piccoli spostamenti che si devono rilevare è necessario che l'arciere abbia una buona e costante qualità di tiro.
- Le prove devono essere eseguite **personalmente**. La stessa attrezzatura nelle mani di un altro arciera può dare risultati differenti.
- Per gli arcieri di mediocre capacità, il test con il **foglio di carta** e la verifica con il borotalco possono essere tecniche più agevoli ed efficaci, purché abbiano la consapevolezza che l'urto contro la finestra dell'arco può essere causato dalla rigidità della freccia, ma anche da una scorretta tecnica di tiro.
- A chi è tendenzialmente impaziente suggeriamo di eseguire la messa a punto dell'attrezzatura con maggiore **rigore**. A chi è troppo metodico suggeriamo di tentare anche regolazioni opposte a quelle che la teoria vorrebbe che siano fatte.
- Per tutti è bene meditare sul fatto che il volo lineare della freccia è una ragionevole premessa per la precisione del tiro. Ma vi è la testimonianza di campioni olimpionici che hanno fatto punteggi record con frecce che scodavano vistosamente.



vedere scheda: www.outlab.it/sk0508.htm

Ciò che si trova scritto sui manuali deriva dalle esperienze acquisite quando le attrezzature erano soprattutto archi "takedown" ricurvi da targa e frecce Easton d'alluminio, utilizzati in condizioni di comportamento uniforme. Ma già a quel tempo si ammetteva che i test fornissero solo indicazioni da verificare. E' quindi difficile pensare che la loro affidabilità possa essere proclamata oggi con una gamma di prodotti estremamente differenziata, dallo "storico-artigianale" al "supertecnologico".

Vittorio Brizzi e Edoardo Ferraro, nel loro "Manuale del tiro con l'arco" del 1991, hanno onestamente iniziato a ipotizzare una più ampia varietà di interpretazione:

«frecce a sinistra: 1^a causa: frecce troppo tenere per l'arco, se si usa il tappetino, frecce troppo dure, se si usa il berger. 2^a causa: berger mal fissato. 3^a causa: limbs ricurvi "girati" fuori allineamento. 4^a causa: cocche non allineate (punta a sinistra).»

Tuttavia un'analisi completa richiede più dettagli. Una differenza nel volo ci deve pur essere tra le frecce di legno scoccate dalla pseudo-finestra di un longbow e le frecce di carbonio scoccate dal rest a caduta di un compound centershot con sgancio meccanico. Ma nelle situazioni intermedie dove inizia la differenza?

Allo stato attuale pare che manchino le competenze necessarie per dare risposta a questa domanda.

UN PO' DI TEORIA

Osservando qualche filmato ad alta velocità della freccia che esce dall'arco, possiamo constatare che le componenti del volo sono le tre rappresentate nella Fig.4. Queste possono avvenire, con combinazioni diverse, simultaneamente sul piano verticale e su quello orizzontale.

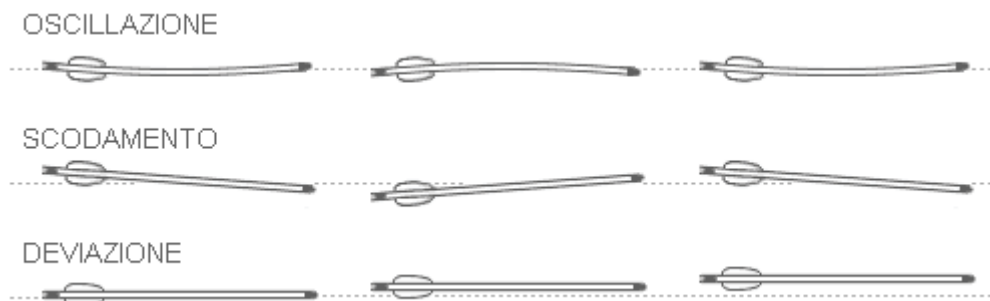


Fig.4 – Componenti del volo della freccia

L'oscillazione è rilevabile solo con la videocamera, mentre qualche prova di tiro con il metodo Eliason e qualche test con il foglio di carta a distanze progressive, permettono di valutare con sufficiente precisione l'incidenza dello scodamento e della deviazione che si stanno manifestando.

1.) La oscillazione della freccia

La freccia è una struttura elastica che tende a vibrare quando è urtata, come avviene ad una corda musicale. L'*intensità* – cioè: l'*ampiezza* – di una nota dipende dall'urto che l'ha provocata, ma l'*altezza* – cioè: la *frequenza* – non cambia. Nello stesso modo, l'*ampiezza* della oscillazione è condizionata dalla forza che l'ha determinata, ma la **frequenza** dipende solo dalla massa, dai vincoli e dall'elasticità in gioco.

Un'asta fatta vibrare, senza vincoli alle estremità, è soggetta ad oscillazioni caratterizzate dai cosiddetti "nodi" che sono punti in cui la vibrazione è nulla.

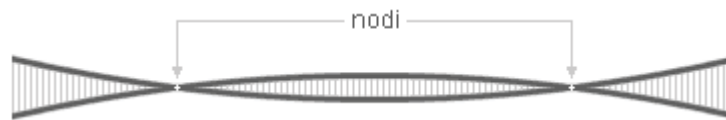


Fig.5 – Oscillazione di un'asta priva di vincoli

Il tempo richiesto per compiere un'oscillazione è inversamente proporzionale al diametro dell'asta e alla radice quadrata del suo modulo elastico, mentre è direttamente proporzionale alla radice quadrata della densità e al quadrato della distanza tra i nodi. Un'introduzione ai calcoli relativi al comportamento elastico è presente in www.outlab.it/works/frecce.pdf.

Nel caso di una freccia, la frequenza di oscillazione dell'asta è condizionata dal fatto d'avere un'estremità appesantita dalla punta e l'altra frenata aerodinamicamente dalle alette, oltre ai vincoli espressi dalla corda e dal portafreccia dell'arco. E' quindi ragionevole pensare che la vibrazione della freccia, prima d'essere liberata dall'arco, avvenga in assenza di nodi, come se fosse vincolata agli estremi.

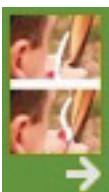
Si tratta di una semplificazione che trascura le flessioni secondarie, come quella che avviene nella metà posteriore della freccia, nell'attimo in cui inizia la spinta dell'arco, ma i rilievi sperimentali eseguiti in Outlab confermano che i **tempi dell'oscillazione** dominante sono prossimi a quelli calcolati tenendo conto dell'intera massa della freccia e della sua lunghezza totale. Sono tempi dell'ordine di 15~25 millisecondi, simili a quelli dell'azionamento dell'arco. Questa è la formula applicata

$$t_0 = \pi \cdot [(m_f \cdot L_f^3) / (48 \cdot E \cdot J)]^{1/2}$$

dove:

- t_0 = tempo di una oscillazione (s)
- m_f = massa della freccia (kg)
- L_f = lunghezza della freccia (m)
- E = modulo d'elasticità dell'asta (Pa)
- J = momento d'inerzia dell'asta (m^4)

Le sequenze fotografiche di tiri effettuati con sgancio manuale mostrano che di regola, ma non sempre, la **prima flessione** avviene verso l'interno dell'arco.



vedere scheda: www.outlab.it/sk2041.htm

E' ragionevole pensare che la flessione sia innescata dalla presa sulla cocca che le dita esercitano quando sono chiuse dall'angolo ristretto della corda.



Fig.6 – Presa delle dita sulla cocca

Evitare che la freccia si fletta durante la fase di carico è una precauzione che ogni arciere deve essere in grado d'esercitare. E' per questo che nel tiro alla targa si usano patelle con il distanziale. Tuttavia è quasi impossibile impedire che la flessione avvenga durante lo sgancio a causa della **rotazione delle dita** e della **spinta della corda** che sfugge lateralmente.



Fig.7 – Innesco della prima flessione della freccia

Le **oscillazioni sono piccole e rapide**. Superano di poco il diametro dell'asta e cambiano direzione ogni mezzo metro d'avanzamento. Non sono tali da alterare il volo della freccia quando questa è uscita dall'arco, ma sono più che sufficienti per attenuare o esasperare le interferenze con il portafreccia, le insufficienze di regolazione dell'arco, gli errori di tecnica dell'arciere, tanto da causare gli scodamenti e le deviazioni che invece alterano la traiettoria.

Non sono rari i casi in cui per un motivo qualsiasi – per esempio: una sfavorevole mancanza di rettilineità della freccia – la prima oscillazione avvenga dalla parte opposta, falsando le premesse per la corretta valutazione della prova di tiro.

Dal punto di vista teorico, la **posizione della freccia quando esce dall'arco** potrebbe essere calcolata conoscendo le caratteristiche tecniche delle attrezzature utilizzate. Le procedure per derivare i tempi e le accelerazioni nella fase di rilascio, così come appaiono nella Fig.8, sono descritte in www.outlab.it/works/diritto.pdf.

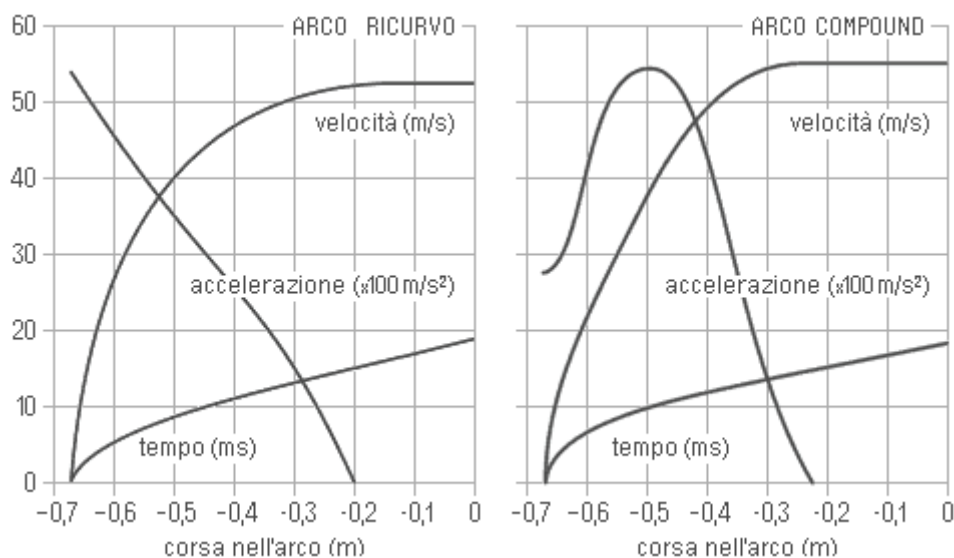


Fig.8 – Tempi, accelerazioni e velocità della fase di rilascio

Con il presupposto che la frequenza dell'oscillazione sia costante, si può quindi tracciare anche un diagramma delle fasi fino a determinare in che modo le interferenze critiche possono essere governate variando i parametri della freccia.

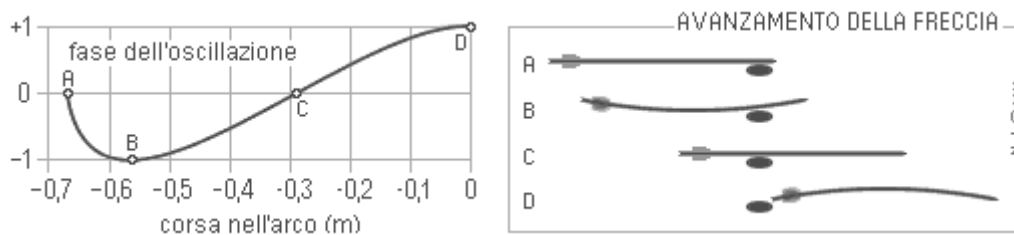


Fig.9 – Fasi della oscillazione della freccia

Nel caso descritto dalla Fig.9 i tempi d'oscillazione, rapportati ai tempi d'azionamento dell'arco, sono tali da rischiare un'interferenza tra la cocca e la finestra dell'arco. Questa situazione è particolarmente significativa perché mostra come l'interferenza possa essere evitata operando in due direzioni opposte: anticipando la fase con una **freccia più rigida**, oppure ritardando la fase con una **freccia più morbida**.

Il diagramma della Fig.9 mette anche in evidenza come il passaggio dalla fase A alla fase B avvenga entro i primi centimetri d'avanzamento, per il fatto che la velocità della freccia è in quel momento ancora bassa.

2.) Lo scodamento della freccia

Le flessioni evidenziate con i metodi Hamilton ed Eliason. non sono quelle delle piccole e rapide oscillazioni. Sono scodamenti evidenti con le frecce spennate ma rilevabili, con evidenza minore, anche nelle frecce impennate. Tirando attraverso un foglio di carta, si possono rilevare **cambiamenti di direzione** che avvengono su distanze di una **decina di metri**.

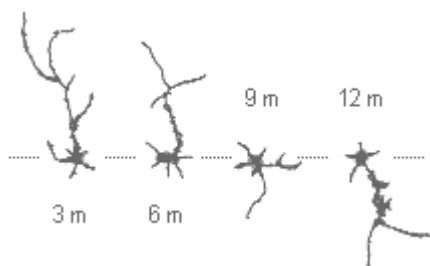


Fig.10 – Scodamento rilevati tirando attraverso un foglio di carta

Quelli più facilmente spiegabili sono gli scodamenti provocati da un errore di posizionamento del punto d'incocco, in grado di spingere la coda della freccia più in alto o più in basso rispetto alla traiettoria della punta. Con una freccia priva di penne lo scodamento rientra lentamente. Se non avesse nemmeno la punta, la freccia potrebbe anche rovesciarsi in volo.

Gli scodamenti sul piano orizzontale sono invece provocati da spinte della corda che avvengono con direzioni oblique rispetto all'asse della freccia. Questo può essere dovuto agli ondeggiamenti con cui avanza la corda, a difetti dell'arco che generano flessioni laterali dei bracci, ad un inadeguato allineamento del portafreccia rispetto alla mezzeria dell'arco.

Dettagli sulle forze che regolano l'assetto della freccia in volo possono essere trovati in www.outlab.it/works/frecce.pdf.

Qui viene proposta la Fig.11 per introdurre alcune considerazioni che saranno poi utili per un'analisi critica delle prove di tiro eseguite con il metodo "a distanza variabile".

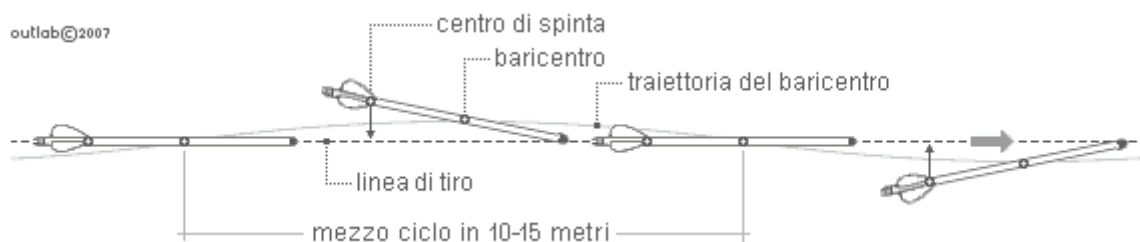


Fig.11 – Traiettoria di una freccia che scoda

Un freccia inclinata sulla sua traiettoria ha una **portanza** che tende a spostarla lateralmente, mentre la **spinta** generata dalle alette provvede a rovesciare l'inclinazione sul lato opposto. Ne consegue che il baricentro della freccia percorre una traiettoria ondeggiante con il risultato di disperdere energia e ridurre la gittata del tiro.

Per una freccia che abbia **alette e baricentro ben equilibrati**, questi scodamenti non hanno però conseguenze sulla precisione del tiro, perché la punta percorre comunque una traiettoria prossima alla rettilineità. Questo è quello che abitualmente rileviamo facendo prove di tiro con il metodo Eliason: la freccia spennata arriva inclinata, mentre le frecce impennate sono racchiuse in una rosata ristretta.

3.) La deviazione della freccia

In assenza di scodamenti, la deviazione all'inizio del volo è dovuta ad una **spinta della corda** che avviene correttamente **lungo l'asse della freccia**, ma questa non è ortogonale rispetto all'arco. La freccia si avvia quindi su una retta che è ritenuta diversa da quella "teorica".

Analizzando meglio il problema, si deve riconoscere che non è facile dire quale sia questa **retta ortogonale** che abbiamo definito "teorica". Sulla verticale si può indicare il piano che attraversa la corda e la mezzeria dei flettenti. Ma sull'orizzontale mancano riferimenti altrettanto plausibili: il piano ortogonale alla corda a riposo o quello che passa dal punto d'incocco e dal portafreccia? Forse si può sostenere che quella retta "teorica", e quindi la deviazione, siano in realtà un **falso problema**.

Se resta costante – con quell'arco e quel particolare tipo di freccia – la deviazione non dà alcun problema alla precisione del tiro. E' sufficiente regolare il mirino, o adeguare l'allineamento più o meno cosciente che anche un arciere istintivo esercita per colpire il bersaglio.

Con una **prova di tiro "a distanza variabile"**, basta un piccolo errore nella posizione orizzontale del mirino per ottenere l'allineamento diagonale che i manuali attribuiscono alla molla del bottone ammortizzatore. Ma anche l'errore di "centershot" associato all'allineamento arcuato, lascia abbastanza perplessi. Infatti gli scodamenti che possono giustificare quelle posizioni delle frecce sono gli stessi che i metodi Hamilton ed Eliason addebitano fermamente alla rigidità/morbidezza della freccia, che il manuale NAA dichiara di poter correggere sia spostando il portafreccia, sia aggiustando la molla del bottone.

CONCLUSIONI

Scodamenti e deviazioni, entro ragionevoli misure, non sembrano in grado di generare problemi seri per la precisione del tiro. L'oscillazione è traumatica quando provoca l'urto della cocca contro il portafreccia o la finestra dell'arco. Poiché le

conseguenze non sono sistematiche, questo evento non è facilmente gestito dalle prove di tiro con frecce spennate. Teoricamente, l'urto può essere evitato utilizzando sia frecce più morbide, sia frecce più rigide. Le prove di tiro con il metodo "a distanza variabile" mostrano qualche carenza nelle logiche di interpretazione. I test con il foglio di carta e il borotalco sono forse quelli più affidabili e agevoli. La cinepresa ad alta velocità è ottimale per un uso scientifico, purché sia utilizzata con modalità tali da permettere confronti e ripetibilità delle prove.

In ogni caso bisogna prendere atto che il **rapporto dinamico** tra freccia e arco dipende dal modo con cui **ampiezza e frequenza dell'oscillazione della freccia** interagiscono con **velocità e direzione d'avanzamento della corda**. Trattare questo fenomeno complesso solo in termini di rigidità/flessibilità dell'asta è una semplificazione fuorviante. Quantomeno occorrerebbe spiegare perché quella rigidità/flessibilità possa essere poi corretta aggiustando l'altezza della corda, o cambiando la punta della freccia, o sostituendo lo stabilizzatore dell'arco.

Pensare di risolvere tutto con paio di regolette da ricordare a memoria può fare il gioco dei giovani arcieri che rifiutano le complicazioni perché devono imparare in fretta. Ma se si vuole **dire qualcosa di nuovo**, facendo un passo avanti, è necessario affrontare la complicazione nella sua totalità, senza cercare scorciatoie.

Il nostro desiderio è che vi sia una concreta e disinteressata collaborazione tra gli arcieri che credono nell'utilità di una sistematica ricerca, fatta con i metodi razionali del calcolo e della verifica sperimentale. I temi da affrontare potrebbero essere questi:

- calcolo della frequenza propria di vibrazione di una freccia libera da vincoli
- frequenza messa in atto quando la freccia è scoccata
- parametri che determinano l'ampiezza della oscillazione
- parametri che determinano la direzione d'avanzamento della corda
- allestimento di un modello matematico del fenomeno
- individuazione delle condizioni critiche in funzione del tipo di arco e freccia
- verifica sperimentale della validità del modello

Senza queste competenze non è possibile fare affermazioni che abbiano la pretesa d'essere dimostrate. Quindi, molta parte teorica di questo testo è fatta di provvisorie ipotesi di lavoro. Per evitare fraintendimenti abbiamo evitato d'utilizzare le parole **spine** e **paradosso** che hanno il difetto d'essere ormai definizioni abusate.



Vedere altri documenti da: www.outlab.it