

# CONTROLLARE IL COMPORTAMENTO DELL'ARCO CON LA STABILIZZAZIONE

Steve Ellison

---

## CONTENUTI:

<b>INTRODUZIONE</b>	<b>1</b>
<b>Quali comportamenti necessitano un controllo?</b>	<b>1</b>
<b>Movimenti dell'arco</b>	<b>2</b>
<b>Fasi - Quando un movimento è importante?</b>	<b>3</b>
<b>Fasi e Movimenti</b>	<b>3</b>
<b>Controllo della traslazione</b>	<b>5</b>
<b>Principi i) - Peso, massa e inerzia</b>	<b>5</b>
<b>Principi ii) - Proprietà statiche e dinamiche</b>	<b>5</b>
<b>L'impropriamente definito TFC</b>	<b>5</b>
<b>Controllo del bilanciamento</b>	<b>6</b>
<b>Principi iii) - Baricentro</b>	<b>6</b>
<b>Trovare il baricentro</b>	<b>7</b>
<b>Cambiare il bilanciamento 1 - usando i pesi</b>	<b>7</b>
<b>Principi iv) - Pesi e distanze - Il "momento"</b>	<b>8</b>
<b>Cambiare il bilanciamento 2 - usando le distanze</b>	<b>8</b>
<b>Principi v) - Bilanciamento "dinamico"</b>	<b>8</b>
<b>Controllo della torsione (rotazione)</b>	<b>9</b>
<b>Principi vi) - Pesi e distanze</b>	<b>9</b>
<b>Aste, pesi e riser</b>	<b>9</b>
<b>Principi vii) - Vibrazione</b>	<b>11</b>
<b>Principi viii) - Riduzione delle vibrazioni - "Smorzamento"</b>	<b>12</b>
<b>Principi ix) - Risonanza</b>	<b>13</b>
<b>Regolazione dello smorzamento - ancora sui TFC</b>	<b>13</b>
<b>Conclusione</b>	<b>14</b>

Traduzione di Stefano Lucarelli.

Documento in italiano curato da Giorgio Botto

Vi preghiamo di segnalarci errori, inesattezze ed i vostri commenti; saranno utilizzati per la prossima revisione.

Per informazioni **Arcieri delle Alpi** <mailto:arcalpi@freemail.it> <http://digilander.libero.it/arcalpi/>

Edizione 1 rev. 01 Maggio 2003.

## Controllare il comportamento dell'arco con la stabilizzazione

### Introduzione

Fondamentalmente gli archi sono dei semplici oggetti meccanici. Tuttavia progettarli facendo attenzione alle esigenze degli arcieri rende la vita sorprendentemente complicata. Gli arcieri non possono scoccare la freccia nel punto in cui viene applicata pressione all'arco (perlomeno non senza danni), così la freccia parte al di sopra dell'impugnatura, e di conseguenza l'arco è leggermente fuori bilanciamento nel momento del tiro. Il riser ha una finestra da un lato, quindi le sollecitazioni nel riser sono asimmetriche, e le vibrazioni sono complesse e difficili da controllare. La presa dell'arciere sull'arco è difficile da centrare e riprodurre, il che può indurre torsioni di vario tipo. Il controllo della muscolatura è migliore durante il movimento e non è umanamente possibile rimanere perfettamente fermi in mira. Ogni arciera ha le proprie preferenze per quanto riguarda il comportamento dell'arco prima, durante e dopo il tiro. Tutti questi fattori portano ad una grande varietà di movimenti dell'arco che possono influire o meno, sul volo della freccia. Per questa ragione i costruttori e gli arcieri sono alla ricerca di soluzioni per controllare il movimento dell'arco.

Quasi subito nella progettazione degli archi moderni fu evidente che molti dei movimenti potevano essere controllati regolando il peso generale e la distribuzione dei pesi nel riser. L'evoluzione è avvenuta per semplici passi dapprima utilizzando "punti" al cui interno trovavano posto inserti di piombo o mercurio, poi tubi metallici corti con dei pesi al posto dei suddetti "punti", successivamente tubi più lunghi, lunghe aste centrali, contrappesi e V-bar, TFC, aste ammortizzatrici e ammortizzatori pieni d'olio fino alla gamma di stabilizzatori attualmente disponibili. Il problema che si pone all'arciere è quello di scegliere la soluzione giusta per avere un buon controllo dell'arco.

Ciò non significa che la stabilizzazione sia una necessità primaria. Al contrario, sebbene possa indubbiamente ridurre gli effetti di una scarsa tecnica, **la stabilizzazione non è sostitutiva di una buona tecnica**. Se il comportamento dell'arco è notevolmente errato, prima di tutto bisogna rimuoverne la vera causa prima di dedicarsi alla stabilizzazione. Ad esempio gli stabilizzatori possono ridurre l'effetto delle torsioni, ma è molto meglio evitarle migliorando la tecnica o la presa dell'arco.

Questo manuale intende illustrare l'azione della stabilizzazione sui diversi tipi di movimenti dell'arco e come il loro effetto possa essere regolato per soddisfare le esigenze dell'arciere. Il documento tratta i diversi tipi di movimento dell'arco, quindi descrive l'uso della stabilizzazione per controllarli.

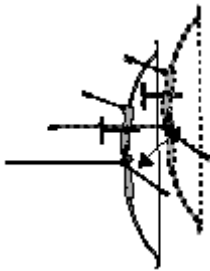
### Quali aspetti necessitano di un controllo?

Poco accomuna le tipologie di settaggio della stabilizzazione usate dai 20 migliori arcieri al mondo. Se non altro, pochi possono passare per 20 settaggi delle stabilizzazioni. Il punto è che **la miglior stabilizzazione è una scelta personale**.

Ogni arciera ha le proprie preferenze e i propri problemi, e la regolazione migliore è scelta per soddisfare le proprie esigenze e risolvere i propri problemi. Come ogni altro aspetto della tecnica arcieristica, la strada migliore è cominciare con l'individuare cosa si vuole raggiungere e perché. Dato che le diverse parti della stabilizzazione possono essere usate per controllare diversi tipi di movimento, è utile cominciare a pensare ai vari tipi di movimento e l'effetto che hanno sul tiro e sull'arciere. Dapprima descriverò i diversi tipi di movimento, poi quando sono influenti durante il tiro.

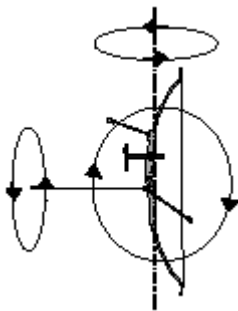
## Movimenti dell'arco

### Traslazione (laterale, longitudinale, verticale)



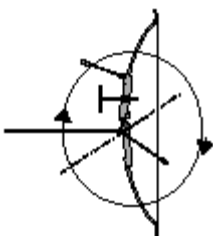
Traslazione è un termine matematico che indica il movimento da un posto ad un altro in una particolare direzione in assenza di rotazioni, vibrazioni o altro di più esotico. Il baricentro del sistema si muove insieme all'oggetto. In arcieria, si è soliti considerare tre paia di direzioni: in alto e in basso (movimento verticale), in avanti e indietro (movimento longitudinale), sinistra e destra (movimento laterale). Per coloro che hanno nozioni matematiche, queste direzioni sono solitamente associate con gli assi X, Y e Z. Ciascuno di questi movimenti può avere un effetto diretto su dove la freccia va a colpire il bersaglio; i più critici sono i movimenti verticali e laterali. Un spostamento minimo è inevitabile quando la freccia parte, ma è necessario che tale spostamento sia costante di tiro in tiro. Spesso, "costante" sarà ottenuto più facilmente se coincide con "il più piccolo possibile".

### Rotazione



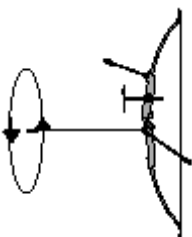
La rotazione è il movimento attorno ad un asse. Fondamentalmente ci sono tre assi di rotazione in arcieria; parallelo alla freccia, sotto il centro del riser, e attraverso l'impugnatura da sinistra a destra. I prossimi paragrafi affrontano queste rotazioni.

#### i) Rotazione in avanti/indietro



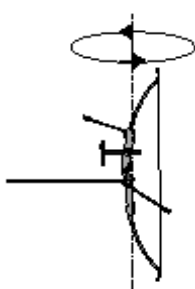
Immagina una linea che attraversa l'impugnatura da sinistra a destra. La rotazione attorno a quella linea appare come un'inclinazione dell'arco in avanti o indietro. Alcuni movimenti sono un risultato diretto del fatto che la freccia parte da una posizione sopra la mano, facendo "scalciare" l'arco leggermente verso l'alto; questo movimento è tipicamente in parte compensato da una precisa regolazione del tiller. Altri movimenti rotatori possono essere causati da un baricentro molto al di sopra o al di sotto della posizione della mano (vedi oltre), e, dopo il tiro, da un baricentro davanti o dietro all'impugnatura. Per esempio, un grosso peso su un'asta lunga causerà una rotazione in avanti dopo il tiro.

#### ii) Rotazione attorno alla linea della freccia



La rotazione attorno alla linea della freccia appare come un movimento in senso orario o antiorario se guardiamo direttamente dietro l'arciere. Sebbene normalmente non sia una conseguenza naturale della meccanica dell'arco, questo movimento può, per esempio, essere visibile come una brusca rotazione del braccio dell'arco dopo il tiro. È bene ricordare che una rotazione su questo asse è tipicamente piccola sia perché ci sono poche forze agenti nelle direzioni in questione sia perché è difficile spostare velocemente il riser in ciascuno degli assi orizzontali.

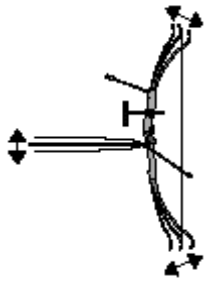
#### iii) Rotazione attorno al riser



Solitamente chiamata "torsione", la rotazione attorno all'asse verticale è probabilmente il movimento singolo più importante che si intende ridurre con la stabilizzazione. L'arco stesso tende a ruotare lungo il suo asse lungo, essendo stretto e lungo (maggiori dettagli più avanti), e la posizione della mano dell'arciere può variare sufficientemente da introdurre una notevole torsione - dopotutto, è duro resistere a una forza fuori asse di 30-40 libbre!. Sintomi della torsione includono allargamento orizzontale della rosata, spostamento laterale dell'asta centrale, impatto della corda sul parabraccio e

movimenti laterali dell'asta del mirino. Da notare che la rotazione dell'arco attorno al riser sposta lateralmente la corda; ciò è importante proprio durante il tiro.

### Vibrazioni



In pratica, un arco che traballa è sottoposto a vibrazioni. Il tiro stesso esercita notevole tensione sull'arco, e la maggior parte dell'energia che non è trasmessa alla freccia rimane nell'arco e nella corda come vibrazione. I flettenti che si chiudono asimmetricamente dopo il rilascio, un'asta centrale che vibra, o perfino un "tremolio" ritmico dell'arciere in mira, sono tutti tipi di vibrazioni.

### Fasi - Quando un movimento è importante?

Dopo aver illustrato quali sono i tipi possibili di movimento, dobbiamo individuare quando è necessario che siano maggiormente sotto controllo per identificare le azioni da fare per aiutare l'arciere. Per fare un semplice esempio: la vibrazione residua nei flettenti non è influente prima che la freccia sia scoccata! Per semplificare l'analisi del comportamento dell'arco e della stabilizzazione, trovo che sia utile dividere la sequenza di tiro in tre fasi principali:

- **Prima del tiro**

L'arciere è in ancoraggio e cerca di fissare la mira. Nessun tipo di movimento è desiderato; in particolare devono essere evitati spostamenti laterali e verticali. Le forze principali sull'arco sono esercitate dall'arciere attraverso la mano dell'arco e quella della corda (approssimativamente uguali e opposte) e la forza di gravità. Questa fase dura pochi secondi (sebbene possa sembrare lunga ore se il clicker non è ben posizionato!).

- **Durante il tiro**

I flettenti si muovono bruscamente in avanti, spingendo la freccia fuori dall'arco. La freccia scorre sul berger e sul rest per alcuni centimetri, dopodiché si stacca dall'arco quando l'asta si flette. Quando la corda supera la sua posizione di riposo, la freccia lascia la corda e, in un arco messo a punto correttamente, non è più disturbata da ulteriori movimenti dell'arco dato che non è più in contatto con nessuna parte dello stesso (è bene ricordare che l'unica parte dell'arco in contatto con la freccia per la maggior parte di questa fase è la corda). La forza principale sull'arco è la pressione della mano sull'impugnatura, che corrisponde quasi esattamente alla forza necessaria per effettuare la trazione. L'intero movimento dura circa 15 millisecondi.

- **Dopo il tiro**

I flettenti si fermano e rimbalzano per la tensione della corda, corda e flettenti continuano a vibrare, insieme al riser, finché l'energia rimasta non si disperde per attrito, comprimendo l'aria, in rumore e per passaggio ad altre parti dell'arciere. Vibrazioni asimmetriche dei flettenti possono continuare per un po' di tempo. L'arciere che mantiene la posizione (follow through) ha l'arco che, se lasciato libero, salta in avanti sotto la pressione continua della mano sull'impugnatura. La gravità prevale e l'arco cade facendo perno sulla dragona o sulla mano per portare il baricentro direttamente sotto il fulcro (esattamente come un filo a piombo cade sotto il punto a cui è appeso). L'arco si ferma e smette di vibrare in qualche secondo.

### Fasi e Movimenti

#### Quando i diversi movimenti sono importanti?

A questo punto abbiamo identificato tre principali tipi di movimento (traslazione, rotazione e vibrazione) e diviso il tiro in tre fasi (prima, durante e dopo). È bene analizzare i diversi tipi di movimento e quando essi sono maggiormente influenti per avere una chiara idea delle priorità nella messa a punto della stabilizzazione.

*Effetti sul volo della freccia*

Non ci vuole molto a capire che, man mano che procediamo con il tiro, i movimenti dell'arco hanno sempre meno effetto sul volo della freccia. Prima del tiro, gli spostamenti dell'arco effettivamente influiscono su dove l'arco è puntato. Durante il tiro stesso, c'è un tempo brevissimo per cambiare la direzione della freccia. Sebbene la forza esercitata dalla mano dell'arco possa muovere l'arco di circa 5mm in questa fase, le forze laterali sono sensibilmente inferiori e in ogni caso la freccia è appena in contatto con il riser. Quindi i movimenti durante il tiro sono normalmente meno importanti che non prima del rilascio della corda. I movimenti dopo il tiro, ovviamente, non hanno effetto sul volo della freccia. Ci sono comunque altre cose da considerare prima di affermare che dobbiamo considerare i movimenti solo prima del tiro!

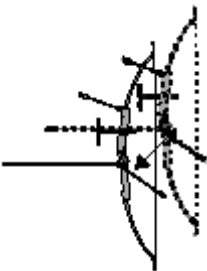
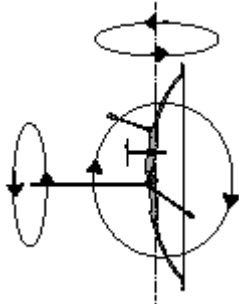
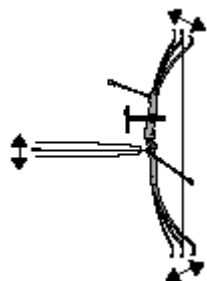
*Effetti dopo il tiro*

Movimenti incontrollati dell'arco dopo il tiro possono ancora influenzare negativamente la prestazione complessiva. Elementi da tenere in considerazione sono:

- L'arciere che "anticipa" movimenti rapidi prima del rilascio
- Distrazioni degli altri arcieri (soprattutto nelle gare indoor)
- Usura e rottura, o allentamento, di parti dell'arco (per esempio il mirino)

La tabella mostra dove i diversi tipi di movimenti sono più importanti.

**Fasi e Movimenti - Quando i diversi movimenti sono importanti?**

	<b>Prima del tiro</b>	<b>Durante il tiro</b>	<b>Dopo il tiro</b>
<b>Traslazione</b> 	✓ I movimenti influiscono direttamente la mira	✓ I movimenti influiscono parzialmente la mira	✓ Ampi movimenti possono far modificare lo stile all'arciere per anticipare i movimenti
<b>Rotazione</b> 	La rotazione dell'arco è ampiamente ridotta dall'arciere	✓ L'arco è libero a ruotare, specialmente attorno all'asse verticale. Rotazioni dell'arco influenzano la corda che è l'unica parte dell'arco in contatto con la freccia.	✓ Come sopra
<b>Vibrazione</b> 	✓ Vibrazioni con frequenza relativamente bassa causate dall'arciere rendono difficile la mira e fanno oscillare l'arco.	Vibrazioni a bassa frequenza non hanno particolare influenza in questa fase. Frequenze più alte compaiono principalmente quando i flettenti si stanno fermando.	✓ Sebbene non abbiano effetto sulla freccia appena tirata, le vibrazioni aumentano l'usura e possono provocare l'allentamento di parti meccaniche come il mirino. Vibrazioni mal assorbite contribuiscono anche brutte sensazioni di tiro a causa dei colpi che l'arciere riceve dall'arco.

## Controllo della traslazione

### **Principi i) - Peso, massa e inerzia**

Peso massa e inerzia sono concetti diversi. Le differenze sono spiegate di seguito ma, a meno che tu non intenda mettere a punto l'arco sulla Luna, la distinzione non è molto importante. Il punto su cui focalizzare l'attenzione è che **una massa maggiore rende le cose più difficili da spostare**, e non solo perché la gravità le tira verso il basso. Sono difficili da spostare anche lateralmente.

#### *Peso*

Il peso è la forza che la gravità esercita sui corpi. È sempre diretta verso terra. Il peso, insieme al modo in cui è distribuito sull'arco, è responsabile del bilanciamento dell'arco nella mano e dello sforzo necessario a sollevarlo.

#### *Massa*

La massa esprime la quantità di materia. Dato che (sulla Terra) il peso è proporzionale alla massa, la massa è solitamente espressa come peso(!). La differenza è facilmente dimostrata nei film sullo spazio - gli astronauti perdono peso ma hanno ancora la stessa massa. Dato che è la **massa** che stabilisce quanta forza sia necessaria per spostare un corpo, essa gioca un ruolo importante quando si stanno considerando gli effetti della stabilizzazione.

#### *Inerzia*

L'inerzia è una misura della difficoltà di spostare un corpo. È un altro modo di pensare agli effetti del peso. Dal punto di vista di Isaac Newton, se la massa di un oggetto è maggiore, una forza costante muove meno le cose. Prima degli studi di Newton l'inerzia era una forza che si opponeva al moto. Tipicamente utilizziamo il termine "grande inerzia" per descrivere una stabilizzazione che è difficile da spostare rapidamente. Ciò potrebbe non essere esclusivamente a causa della massa: un corpo rigido è più difficile da spostare leggermente che non uno flessibile. Ulteriori approfondimenti in seguito.

### **Principi ii) - Proprietà statiche e dinamiche**

I corpi impiegano del tempo per iniziare a muoversi e, quando sono spinti velocemente, il loro comportamento non è lo stesso di quando sono fermi. Pensa a quando spingi lentamente una palla di gomma. Essa si muove immediatamente alla stessa velocità della tua mano. Ma se il colpo è forte, ad esempio con una mazza da baseball, la palla si deforma contro la mazza, così, dato che l'azione è molto veloce, per un istante dopo il contatto, risulta che la mazza si sta muovendo più velocemente della palla.

Qualcosa di simile accade durante un tiro con un arco dotato di una stabilizzazione flessibile o TFC. I pesi della stabilizzazione impiegano del tempo per essere coinvolti dato che le parti flessibili sentono per prime i movimenti dell'arco. Quindi l'effetto dei pesi della stabilizzazione non è immediato perché l'arco, per un tempo brevissimo, si comporta come se non fosse stabilizzato. Questo è il motivo della nascita del TFC ("torque flight compensator") e in parte del recente ritorno a stabilizzatori più corti e rigidi - per essere sicuri che i pesi abbiano effetto sul tiro.

Esercizio: monta l'arco senza stabilizzazione. Senza far ruotare l'arco muovilo lentamente in avanti e indietro (lungo la linea della freccia piuttosto che lateralmente). Quindi monta anche la stabilizzazione e ripeti l'esperimento. L'arco si muove con la stessa facilità?

### **L'impropriamente definito TFC**

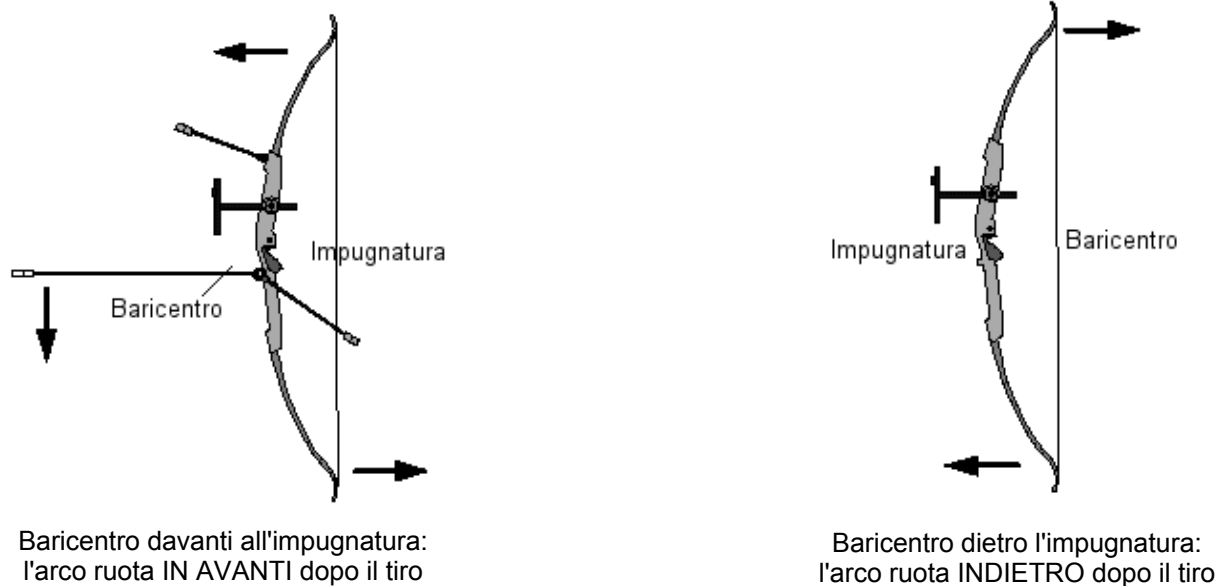
I torque flight compensator non aggiungono torsione, non volano e non compensano nessuno dei due. Un motivo della loro introduzione è dovuto al fatto che gli arcieri avevano la tendenza ad aumentare i pesi della stabilizzazione per migliorare il controllo dell'arco ma così gli archi erano più rigidi e più difficili da regolare. Così è stata introdotta una giunzione flessibile fra l'arco e i pesi in modo da mantenere il bilanciamento e le sensazioni prima e dopo il tiro (bilanciamento statico), nonostante l'arco si comporti "normalmente" per i pochi millisecondi del tiro. Oggigiorno altri importanti meriti sono riconosciuti ai TFC. In particolare i TFC possono essere utilizzati per assorbire le vibrazioni e TFC variabili possono essere regolati per avere un

buon compromesso tra effetto smorzante, stabilizzazione e sensazioni di tiro. Questi punti verranno illustrati in seguito.

### Controllo del bilanciamento

Il bilanciamento è il modo in cui l'arco sta in mano. Il bilanciamento dell'arco, e in particolare quello statico, determina con che velocità e in quale direzione l'arco ruota dopo il tiro. Il principio è semplice: se il *baricentro* è davanti al punto di sospensione (dove la mano afferra l'impugnatura o il punto di contatto della dragona) l'arco ruota in avanti e viceversa. Senza stabilizzazione normalmente il baricentro è dietro l'impugnatura (molto più indietro nei compound che nei ricurvi). Il diagramma di seguito mostra approssimativamente la posizione del baricentro su un arco ricurvo con e senza stabilizzazione.

Quindi per controllare il movimento in avanti e indietro dell'arco dopo il tiro basta controllare la posizione del baricentro aggiungendo o togliendo pesi. A questo punto cos'è e dov'è il "baricentro"?



Baricentro davanti all'impugnatura:  
l'arco ruota IN AVANTI dopo il tiro

Baricentro dietro l'impugnatura:  
l'arco ruota INDIETRO dopo il tiro

### Principi iii) - Baricentro

Il baricentro di un corpo è il punto (non necessariamente interno alla parte solida dell'oggetto) in cui agisce effettivamente il peso a prescindere dalla sua posizione. Se il corpo è sospeso da questo punto non ruoterà a meno che non venga spinto. Per ogni altro punto di sospensione il baricentro tende a posizionarsi esattamente al di sotto del punto di sospensione.

Questo ha due conseguenze. Prima di tutto un arco sarà più stabile se il baricentro è alla stessa altezza o al di sotto dell'impugnatura (sebbene non sia consigliabile esagerare). Inoltre, se l'arco è appeso liberamente da un punto qualunque, il baricentro sarà direttamente sotto il punto di sospensione. Afferrare l'arco in due punti differenti, come l'attaccatura del flettente superiore e il punto di incocco sulla corda, e considerare la posizione che assume, è il tipico modo per localizzare il baricentro (vedi oltre).

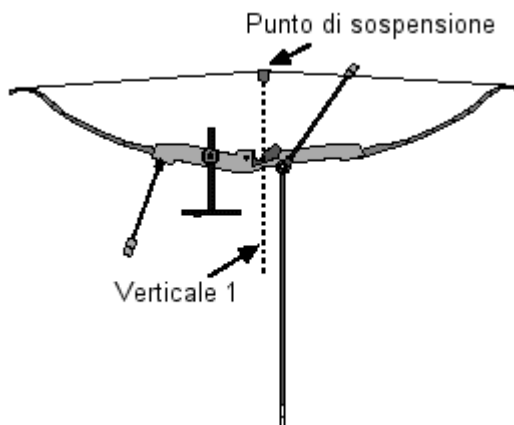
Nella maggior parte dei casi un arco si comporterà abbastanza bene con il baricentro entro circa 4 pollici (10cm) davanti e sotto l'impugnatura.

Il prossimo paragrafo mostra come localizzare il baricentro. Ma è bene ricordare che non ci sono regole precise per stabilire dove dovrebbe essere, così la localizzazione è meno importante rispetto al modo in cui può essere spostato. La migliore guida alla migliore posizione del baricentro è sempre la prestazione dell'arco.

### Trovare il baricentro

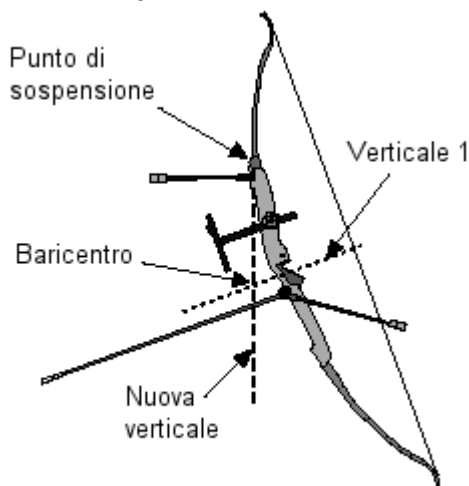
Per localizzare il baricentro dell'arco si può tener conto del fatto che esso si trova sempre direttamente al di sotto di un punto di sospensione libero. Se l'arco (o qualunque altro oggetto) è appeso liberamente da due punti diversi, le linee verticali attraverso questi punti si incrociano nel baricentro. L'immagine di seguito mostra come trovare il baricentro di un arco.

#### Baricentro - passo 1



Lascia pendere liberamente l'arco da un punto sulla corda vicino al punto di incocco. Segna dove passa la linea verticale. È utile spostare il punto di sospensione in modo da avere l'arco orizzontale - in questo modo la verticale formerà un angolo retto con la corda ed è più facile da segnare o ricordare. Può anche essere utile utilizzare una squadretta per segnare la linea.

#### Baricentro - passo 2



Lascia pendere l'arco da un altro punto a una certa distanza dal primo. La fine del riser, la punta di un flettente o (se è sufficientemente robusto) l'asta del mirino possono andare bene. Segna dove passa la linea verticale e in particolare dove incrocia la retta trovata al punto 1 (vedi sopra). Il punto in cui le due linee si incontrano è il baricentro.

### Cambiare il bilanciamento 1 - usando i pesi

Spostare il baricentro utilizzando i pesi è semplice. Per spostarlo in avanti, aggiungi pesi davanti al baricentro o rimuovi pesi dietro il baricentro. Per spostare il baricentro indietro, aggiungi pesi dietro o toglie pesi davanti. Lo stesso principio si applica per l'alto e il basso - aggiungi pesi nella direzione in cui vuoi spostarlo o togliili da quella opposta. Nota che il punto di riferimento è il baricentro e non il riser stesso, sebbene nella maggior parte dei casi la differenza non sia molto rilevante perché i pesi vengono aggiunti a una certa distanza. Ma ricorda che quando aggiungi del peso molto vicino al riser il baricentro potrebbe spostarsi non nella direzione desiderata.

Esercizio 1: Senza montare i pesi della stabilizzazione appendi l'arco dal punto di attacco del flettente superiore. Segna dove passa la linea verticale. È davanti o dietro l'impugnatura? Ora appendilo dalla corda in corrispondenza dell'impugnatura. La linea passa sopra o sotto la normale posizione della mano?

Esercizio 2: Monta anche la stabilizzazione e ripeti l'esercizio precedente. Dov'è ora il baricentro? Prova con diverse configurazioni di pesi per vedere di quanto si sposta il baricentro.



**Principi iv) - Pesì e distanze - Il "momento"**

Il bilanciamento dell'arco o la posizione del baricentro possono essere anche descritti in termini di "momenti" dei pesi coinvolti nel sistema (inclusi il riser, i flettenti, ecc.). Il "momento" di una forza applicata in un punto è dato dalla forza moltiplicata per la distanza dal punto (misurata ad angolo retto rispetto alla direzione della forza). Comprendere il bilanciamento è semplice: tutte le forze sono dirette verso il basso quindi ciò che conta è la distanza dei pesi del punto di sospensione e quanto pesano. La regola pratica è:

**"La metà del peso al doppio della distanza ha lo stesso effetto sul bilanciamento"**

**Cambiare il bilanciamento 2 - usando le distanze**

Il significato del principio precedente relativo alla regolazione del bilanciamento, è che esiste un'alternativa all'aggiungere peso. Si possono avere gli stessi effetti spostando i pesi che sono già presenti. Per esempio, per ridurre la rotazione in avanti senza modificare il peso complessivo basta montare uno stabilizzatore più corto con gli stessi pesi o mettere pesi del v-bar su astine più lunghe. La prossima tabella riassume le possibilità per cambiare il bilanciamento dell'arco.

**Principi v) - Bilanciamento "dinamico"**

C'è ancora un aspetto del bilanciamento dell'arco. Durante il tiro la forza più grande che agisce sull'arco è la spinta in avanti della mano dell'arco (circa cinque o dieci volte superiore all'effetto verso il basso della gravità). In questa fase il bilanciamento dell'arco influisce su come "scalcia". In breve, se il baricentro è alto l'arco tenderà a scalciare verso l'alto e viceversa.

Questo implica l'aggiunta di stabilizzatori in alto o in basso. Tipicamente desideriamo che un arco si muova in avanti durante il tiro. Un pesante stabilizzatore nella parte ALTA dell'arco tenderà a far scalciare inizialmente l'arco VERSO L'ALTO - sebbene, dopo il tiro, la gravità prende di nuovo il sopravvento e l'arco ruota nuovamente in avanti.

Esercizio: Monta l'arco senza stabilizzazione. Monta un solo stabilizzatore in corrispondenza del flettente inferiore. Tenendo l'arco in verticale e leggermente più in alto rispetto al normale punto d'appoggio della mano dell'arco spingilo bruscamente in avanti. L'arco inizialmente si inclinerà rispetto alla verticale. Da che parte si inclina l'arco?. Ora sposta lo stabilizzatore al flettente superiore e ripeti l'esperimento. L'arco si inclina dalla stessa parte?

Esercizio 2: Tieni l'arco in posizione verticale con la mano il più vicino possibile alla normale posizione sull'impugnatura. L'arco è bilanciato sulla mano o tende a inclinarsi avanti o indietro? Da questo esperimento, da che parte tenderà a scalciare l'arco durante il tiro?

**Modificare il bilanciamento**

Per spostare il baricentro	Usando il peso	Usando la distanza
<b>Avanti</b>	Aggiungi del peso davanti al baricentro <i>oppure</i> Togli del peso da dietro il baricentro	Sposta i pesi in avanti (per esempio, aggiungi un'asta centrale più lunga, astine più corte o una prolunga del v-bar)
<b>Indietro</b>	Aggiungi del peso dietro il baricentro <i>oppure</i> Togli del peso da davanti al baricentro	Sposta i pesi indietro (per esempio, aggiungi un'asta centrale più corta, astine più lunghe o togli o accorcia la prolunga del v-bar)
<b>In alto</b> Attenzione! Questo può spostare il tiller effettivo.	Aggiungi del peso sopra il baricentro <i>oppure</i> Togli del peso da sotto il baricentro	Sposta i pesi in alto (per esempio, ruota il v-bar verso l'alto o sposta i pesi dell'asta inferiore a quella superiore)
<b>In basso</b> Attenzione! Questo può spostare il tiller effettivo.	Aggiungi del peso sotto il baricentro <i>oppure</i> Togli del peso da sopra il baricentro	Sposta i pesi in basso (per esempio, ruota il v-bar verso il basso o sposta i pesi dell'asta superiore a quella inferiore)

## Controllo della torsione (rotazione)

### **Principi vi) - Pesi e distanze**

Così come è più difficile spostare una massa più grande in linea retta, la presenza di una massa in un sistema rotante rende più difficile il movimento. Ma *quanto* difficile dipende molto da dove si trova il peso. Il paragrafo sul *bilanciamento* parlava di "momento". Quando si parla di rotazione, la grandezza in questione è chiamata *momento di inerzia*. Il momento di inerzia di un peso piccolo che ruota attorno ad un asse ad una certa distanza (come una lunga asta che oscilla in mano) è dato dalla massa moltiplicata per il **quadrato** della distanza. Ciò porta a un'altra regola pratica:

**"Un QUARTO del peso al DOPPIO della distanza ha lo stesso effetto sulla rotazione"**

Quindi se vuoi ridurre drasticamente la rotazione con poco peso **usa piccoli pesi su aste lunghe!**

Un'altra conseguenza della dipendenza dalla distanza è che un oggetto lungo e stretto (come il riser di un arco) ha un momento di inerzia abbastanza piccolo lungo l'asse verticale e quindi piccole forze provocheranno ampie rotazioni attorno a questo asse.

Esercizio: Prendi un arco senza stabilizzazione e, tenendolo dall'impugnatura, ruotalo velocemente indietro e in avanti. Adesso monta una lunga asta leggera e ripeti. Qual è la differenza nella rotazione dell'arco? Se possibile, confronta l'esperienza con lo stesso arco con le sole astine del v-bar montate.

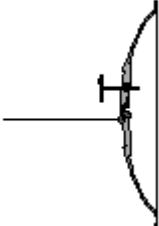
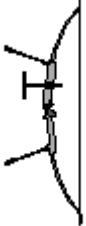
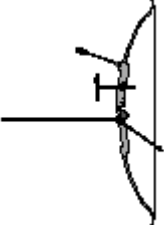

### **Aste, pesi e riser**

La tabella seguente mostra l'effetto dell'aggiunta di aste diverse sulla rotazione nelle varie direzioni. Presta attenzione mentre leggi la tabella: la rotazione in avanti/indietro di cui si parla è la rotazione causata dal tiro o dall'arciere, NON la rotazione dovuta alla gravità. La rotazione per gravità è dovuta soprattutto al bilanciamento.

Nota che gli effetti maggiori della stabilizzazione sono attorno agli assi verticali. Questo perché lo **stabilizzatore più grande del sistema è il riser stesso**; spesso pesa due o tre volte la somma di tutti gli altri pesi ed è lungo 20-26 pollici con una grande massa in prossimità agli attacchi dei flettenti. Questo lo rende uno stabilizzatore molto efficiente a tutte le rotazioni tranne quelle attorno al proprio asse più lungo.

**Stabilizzatori e rotazione\***

Quanto è grande l'effetto degli stabilizzatori su ciascuna rotazione?

	Avanti/indietro	Attorno all'asse della freccia	Attorno al riser
 Asta centrale	MODERATO*	NESSUNO	GRANDE
 Astine superiore e inferiore	PICCOLO	MODERATO	MODERATO-GRANDE
 V Bar	PICCOLO	PICCOLO-MODERATO	MODERATO-GRANDE
 Piccolo contrappeso	MOLTO PICCOLO	MOLTO PICCOLO	PICCOLO

\*Ricorda che questa tabella si riferisce all'effetto sulla rotazione indotto dalla torsione. Per l'asta centrale l'effetto sul bilanciamento è grande ma l'asta aggiunge relativamente poco al *momento d'inerzia* relativo all'asse laterale.

## Controllo della vibrazione

### Principi vii) - Vibrazione

Per "vibrazione" si intende qualunque movimento periodico. I moti di vibrazione hanno una *frequenza* e un'*ampiezza*. La frequenza misura la velocità con cui il corpo sta vibrando, l'ampiezza quanto è grande il movimento. Tipicamente ci vuole una grande energia per generare alte frequenze quindi, in pratica, alte frequenze generano piccole vibrazioni. La frequenza è misurata in cicli al secondo o Hertz (Hz). Per esempio il pendolo di un orologio che oscilla da una parte all'altra e torna indietro quattro volte in un secondo ha una frequenza di quattro cicli al secondo. In arcieria lo spettro delle frequenze coinvolte varia da pochi Hertz fino a molte migliaia di Hertz (l'orecchio umano è sensibile a frequenze tra 25Hz e 20000Hz circa - più la frequenza è alta e più la nota che senti è alta).

#### Controllare la frequenza

La frequenza di un sistema vibrante dipende principalmente da due fattori: la massa in movimento e la forza che la riporta in posizione di riposo. Questa forza tipicamente è la forza o la rigidità di una molla o, in arcieria, del flettenti o della stabilizzazione. Ci sono due semplici regole da ricordare:

**"Una molla PIU' RIGIDA o PIU' CORTA genera una frequenza PIU' ALTA"**

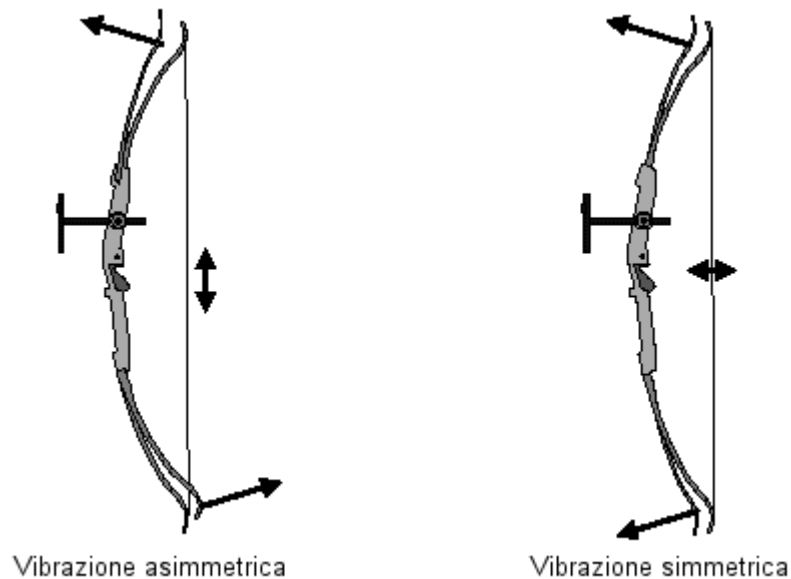
**"Un peso MAGGIORE genera una frequenza PIU' BASSA"**

Quindi se vogliamo cambiare la frequenza di vibrazione della stabilizzazione, per esempio (arriveremo al *perché* più tardi) possiamo aumentarla con un'asta più rigida o con un peso inferiore e viceversa per diminuirla.

Ma cosa comportano diverse frequenze e vibrazioni?

#### Cause di vibrazione nell'arco

- L'arciere  
La maggior parte delle persone dipendono da una particolare vibrazione - il battito cardiaco - per vivere. È circa a 1Hz a riposo. Altre gamme di frequenza sono oscillazioni causate da uno scarso controllo dell'arco a circa 2-10Hz (dipende dal tempo di reazione) e tremori muscolari a, forse, 10-30Hz.
- I flettenti  
Un leggero sbilanciamento nei flettenti provocherà, dopo il tiro, una visibile vibrazione asimmetrica (ossia, mentre il flettente superiore si muove in avanti, quello inferiore si muove indietro così che il punto di incocco si muove rapidamente su e giù) (vedi le figure sotto). Questo movimento produce una vibrazione a circa 10-20Hz in funzione principalmente del peso dell'arco e dal materiale e della massa dei flettenti. Da notare che questa frequenza naturale per la vibrazione dei flettenti non è molto lontana dalle frequenze di alcuni movimenti dell'arciere e che, non appena l'arco viene toccato, la frequenza naturale sparisce.
- La corda  
La corda ha una frequenza naturale nello spettro di alcune centinaia di Hertz quando è vicina alla posizione di riposo. La vibrazione è generata dal tiro.
- Il riser  
Il rilascio causa numerose flessioni nei flettenti e nel riser nel momento in cui i flettenti raggiungono i limite di movimento imposto dalla corda. Il colpo genera un insieme di diverse vibrazioni, molte delle quali ad alta frequenza.



Vibrazione asimmetrica

Vibrazione simmetrica

### **Principi viii) - Riduzione delle vibrazioni - "Smorzamento"**

In linea di principio le vibrazioni continuano finché non vengono interrotte. Una vibrazione che viene ridotta da una forza esterna è detta "smorzata". Molto spesso il tempo che le vibrazioni impiegano a fermarsi è troppo lungo, così gli ingegneri passano molto tempo a inventare metodi per controllare o rallentare le vibrazioni più velocemente. Alla base di questi metodi c'è il principio di cercare di trasferire l'energia dall'oggetto vibrante in un altro sistema che la dissipi senza aggiungere ulteriori vibrazioni. Alcuni tipici esempi sono:

- **L'attrito**  
Qualunque attrito rallenta le vibrazioni dissipando l'energia sotto forma di calore. La forza d'attrito è costante quindi il punto di riposo finale dell'oggetto è in parte incerto. Stabilizzatori riempiti con polvere sfruttano l'attrito fra le particelle di polvere per dissipare l'energia.
- **Smorzamento fluido o viscoso**  
I movimenti attraverso un fluido richiedono una forza proporzionale alla velocità, Lo smorzamento fluido diventa un utile strumento nei casi in cui un oggetto debba essere portato ad un punto di riposo. Un pistone od un altro peso che si muove nell'olio trasferisce energia all'olio, il quale la dissipa sotto forma di calore. I vantaggi derivano dal fatto che molta dell'energia presente è dissipata per vincere la viscosità del fluido (o densità).
- **Effetti dell'isteresi**  
Quando tiri o comprimi un materiale tipo la gomma immagazzini energia nell'oggetto. Ogni volta che lasci che la gomma torni allo stato di riposo originario, la maggior parte dell'energia viene restituita sotto forma di movimento. Ma una parte è persa e, di solito, si trasforma in calore così che non è possibile rilasciare il materiale e mantenerlo eternamente in oscillazione. I sistemi che passano da uno stato all'altro tornando esattamente a quello iniziale con perdita di energia ad ogni ciclo (così come la gomma che viene tirata e nuovamente si comprime) manifestano "isteresi". Questo effetto è utilizzato nella gomma dei TFC per smorzare le oscillazioni. Alcuni costruttori vendono anche parti in gomma ad "alta isteresi" per aumentare l'effetto ammortizzante.
- **Effetti strutturali**  
Alcuni materiali, in particolare materiali compositi come le fibre di carbonio, schiuma e legno, assorbono bene l'energia attraverso combinazioni degli effetti prima descritti. Quindi le stabilizzazioni in carbonio tendono ad assorbire le vibrazioni ad alta frequenza conseguenti il tiro più efficacemente di quelle in alluminio.

Tutti questi metodi si riferiscono ad un unico fatto essenziale. Per smorzare un movimento esso deve essere trasferito velocemente e con efficacia a un dispositivo smorzante. Per fare ciò con i movimenti di vibrazione dobbiamo pensare alla *risonanza*.

### **Principi ix) - Risonanza**

I sistemi vibranti - bicchieri del vino, ponti stradali, stabilizzatori e così via - hanno una frequenza naturale (tipicamente più di una) alla quale vibreranno se sollecitati. La risonanza è la condizione in cui due o più sistemi separati, con frequenza naturale di vibrazione simile, tenderanno a vibrare all'unisono. In queste circostanze l'energia si trasferisce efficacemente dal sistema con la vibrazione più forte all'altro.

Questo effetto può essere effettivamente utilizzato per verificare che i TFC o altre parti della stabilizzazione stiano controllando in modo efficiente i movimenti indesiderati dell'arco.

Lo stesso effetto può amplificare o esagerare i movimenti, a volte in modo disastroso. Un arciero con un tremore muscolare a circa 15Hz trasferirà efficientemente l'energia a un arco/stabilizzatore con una frequenza naturale vicina ai 15Hz, aumentando l'ampiezza delle oscillazioni durante la mira. In queste circostanze dobbiamo cambiare la frequenza naturale dell'arco per evitare la frequenza naturale dell'arciere.

#### *Evitare la risonanza*

Evitare la risonanza è semplice. Praticamente ogni cambiamento nel sistema - l'aumento o la diminuzione del peso, il cambiamento della rigidità o della lunghezza dell'asta stabilizzatrice o il cambiamento della durezza dei flettenti - cambierà la frequenza naturale dell'arco. Cambiare la lunghezza o il peso degli stabilizzatori è solitamente il metodo più efficace per consentire grosse variazioni.

#### *Trovare la risonanza*

Raggiungere deliberatamente la risonanza è più difficile. Ma le possibilità sono le stesse: cambiare una qualunque parte del sistema che si vuole regolare. La difficoltà sta nel fatto che per individuare la risonanza una o più parti del sistema devono essere lasciate vibrare mentre si osservano le altre parti. Quando la parte non disturbata immediatamente avverte e si accorda con la vibrazione della prima, la risonanza è stata individuata. Nella regolazione di un sistema ammortizzante, lo smorzamento è più efficace se il sistema smorzante stesso oscilla alla stessa frequenza della vibrazione - il sistema ferma le vibrazioni più velocemente se le parti vibranti e ammortizzanti sono vicine alla risonanza. Questo deve essere ripetuto per una serie di piccole modifiche ed è più facile con un'attrezzatura regolabile con continuità - come gli onnipresenti TFC.

### **Regolazione dello smorzamento - ancora sui TFC**

La possibilità di regolare con continuità la tensione dei TFC consente una vasta gamma di regolazioni adatte alle diverse esigenze. Se vengono stretti si ottengono frequenze più alte e viceversa. Dato che un TFC è un ammortizzatore a tutti gli effetti, una combinazione di stabilizzatori e TFC può essere regolata per raggiungere lo smorzamento massimo per una vasta gamma di frequenze.

Esercizio 1: Monta una singola asta corta e un TFC in corrispondenza del flettente superiore e inferiore. Allenta il TFC il più possibile. Dai dei colpetti al flettente superiore per farlo vibrare e nota in quanto tempo si ferma. Per gradi (cioè un giro alla volta) stringi il TFC e ripeti la procedura. Cosa accade? Se osservi una diminuzione del tempo in cui oscilla continua a stringere il TFC e nota cosa accade.

Esercizio 2: Regola il TFC per aver lo smorzamento migliore. Aggiungi o rimuovi peso (togli il peso in punta o aggiungine in mezzo, per esempio). Prova nuovamente lo smorzamento. Cosa accade?

La tabellina seguente mostra quali tensioni del TFC sono necessarie per controllare i diversi effetti.

<b>Movimento</b>	<b>Frequenza</b>	<b>Tensione del TFC</b>	<b>Lunghezza dello stabilizzatore</b>
Tremolio in mira	Bassa	Bassa	Media/lunga
Vibrazione dei flettenti	Media	Media	Media/corta
Vibrazione dopo il tiro	Alta	Alta	Corta

**Conclusione**

La stabilizzazione offre una vasta gamma di metodi per controllare i movimenti. Con un po' di analisi, questi metodi di controllo possono essere usati per trovare ed eliminare particolari movimenti indesiderati o per regolare le sensazioni secondo le preferenze di un arciere. Il risultato sarà un arciere più soddisfatto e, se il sistema è correttamente messo a punto, punteggi più alti. Ma ricorda che la stabilizzazione non sostituisce una buona tecnica; movimenti costanti dell'arco devono prima essere ridotti con la tecnica.