

Saber 100 - Presentazione

ARBALETE CON PULEGGE: TESTATA DAPIRAN

Citazione (da Alexander von Humboldt, naturalista e geografo tedesco, scoprì la omonima corrente fredda del Pacifico che lambisce da Sud a Nord la costa occidentale del Sudamerica):

**Nel mondo accademico la scoperta scientifica, consta di tre fasi:
nella prima si nega che la scoperta sia vera,
nella seconda si nega che sia importante ,
nella terza infine si attribuisce il merito alla persona sbagliata.**

Presentazione:

Ho scoperto che negli arbalètes armati con uno o più elastici circolari inseriti in un alloggiamento ricavato nel fusto e in quelli i cui elastici sono montati su boccole filettate avvitate su una testata, quando si verifica uno squilibrio nella tensione di carico dell'elastico tra il lato destro e quello sinistro, la reazione di rinculo sposta la punta del fucile dal lato dove la tensione è maggiore con conseguente deviazione laterale della traiettoria dell'asta. La rivelazione di questo fenomeno è avvenuta per via sperimentale analizzando una serie di tiri di un arbalète Jedi dentro la mia vasca di prova ed ha portato a depositare il brevetto di un fucile ad elastici dotato di una testata con pulegge folli dove appoggiare gli elastici in trazione, con lo scopo di equilibrare la tensione dei due bracci dell'elastico circolare sotto carico.

Cronaca della scoperta dello squilibrio:

L'enorme mole di dati raccolta nelle riprese filmate dei tiri nella vasca di prova dei miei arbalètes Jedi (sono ormai migliaia), controllando ogni volta il punto d'impatto dell'asta sul bersaglio e, nel replay video, la balistica relativa, mi ha portato a riflettere sulla casualità del settore , destro, o sinistro del bersaglio, sul quale impattava la punta dell'asta.

Sullo scostamento verticale del punto di impatto rispetto all'allineamento di mira influisce il Momento di Rinculo, fenomeno che ho descritto e studiato in altri articoli, ma cosa poteva influire sulla deviazione laterale rispetto alla linea di puntamento?

Avrebbe potuto influire una scorretta superficie di appoggio dell'impugnatura sul palmo della mano: se la risultante delle pressioni di rinculo sulle superficie di appoggio del palmo non fosse stata in asse con l'avambraccio.

La reazione di rinculo infatti si scarica sulla mano, parte del sistema articolare del braccio. L'arto superiore che impugna l'arbalète nel processo cinetico del rinculo funziona praticamente come uno stantuffo con tre cerniere: polso, gomito, articolazione della testa dell'omero. Non è banale controllare che l'asse di rinculo del braccio sia coincidente con quello del fusto

qualunque disassamento può spostare lateralmente l'impugnatura e dato che l'arbalète, a questo riguardo, si può considerare come un sistema rigido, anche la punta del fucile può subire un analogo scostamento dalla parte opposta.

L'impugnatura dello Jedi però è stata ricavata facendo un calco della mano tenendo una posizione corretta sia del polso sia dell'avambraccio, questa tecnica di costruzione elimina ogni dubbio su una possibile causa dovuta all'impugnatura.

Sono state necessarie diverse riprese filmate con l'obiettivo della videocamera posta dietro le mie spalle per cogliere il frame con il leggero scostamento laterale della punta del fucile.

Il rinculo è un fenomeno dinamico: ha un inizio ed una fine temporale (parliamo di millesimi di secondo).

L'inizio è determinato dalla reazione delle forze applicate sulla testa dell'arbalète, la fine dalla reazione della mano sul fusto, poiché lo scostamento era all'inizio del fenomeno la causa non poteva essere che nella geometria delle forze applicate al fusto!

Al principio ho pensato ad un appoggio non simmetrico dell'elastico sul fusto dovuto alla imprecisa lavorazione a mano del suo alloggiamento, ma un possibile momento squilibrante sul piano orizzontale dovuto a questa causa, conti alla mano, sarebbe stato troppo basso.

Poi, l'intuizione:

Caricando lo Jedi per un tiro in vasca ho notato che i diametri dei singoli bracci degli elastici sotto carico erano sempre diversi. La differente strizione dello stesso tubo elastico (riduzione della sezione) è indice di una trazione differente sui singoli bracci.

Tracciando dei riferimenti simmetrici sugli elastici si poteva giungere a rilevare uno slivellamento sotto carico anche di 10 cm sui modelli più lunghi che, dinamometro alla mano, portava sul circolare ad uno squilibrio tra i due bracci di 5 Kg circa.

Questo squilibrio per una distanza dall'asse baricentrico longitudinale del fusto anche di solo 15 mm (su una superficie di appoggio dell'elastico di 30 mm) genera un momento sensibile che può spostare di lato la punta del fucile anche di un centimetro (cui corrisponde sul bersaglio a quattro metri uno scostamento di 10 cm).

Ho avuto, così, l'idea di equilibrare la tensione dei due bracci con una puleggia folle.

Per fare un test e verificare la validità dell'intuizione ho modificato un Superjedi doppio foro ricavando un alloggiamento per due pulegge ad asse verticale al posto dei fori sagomati e la precisione del tiro è risultata fin dai primi tiri sorprendente.

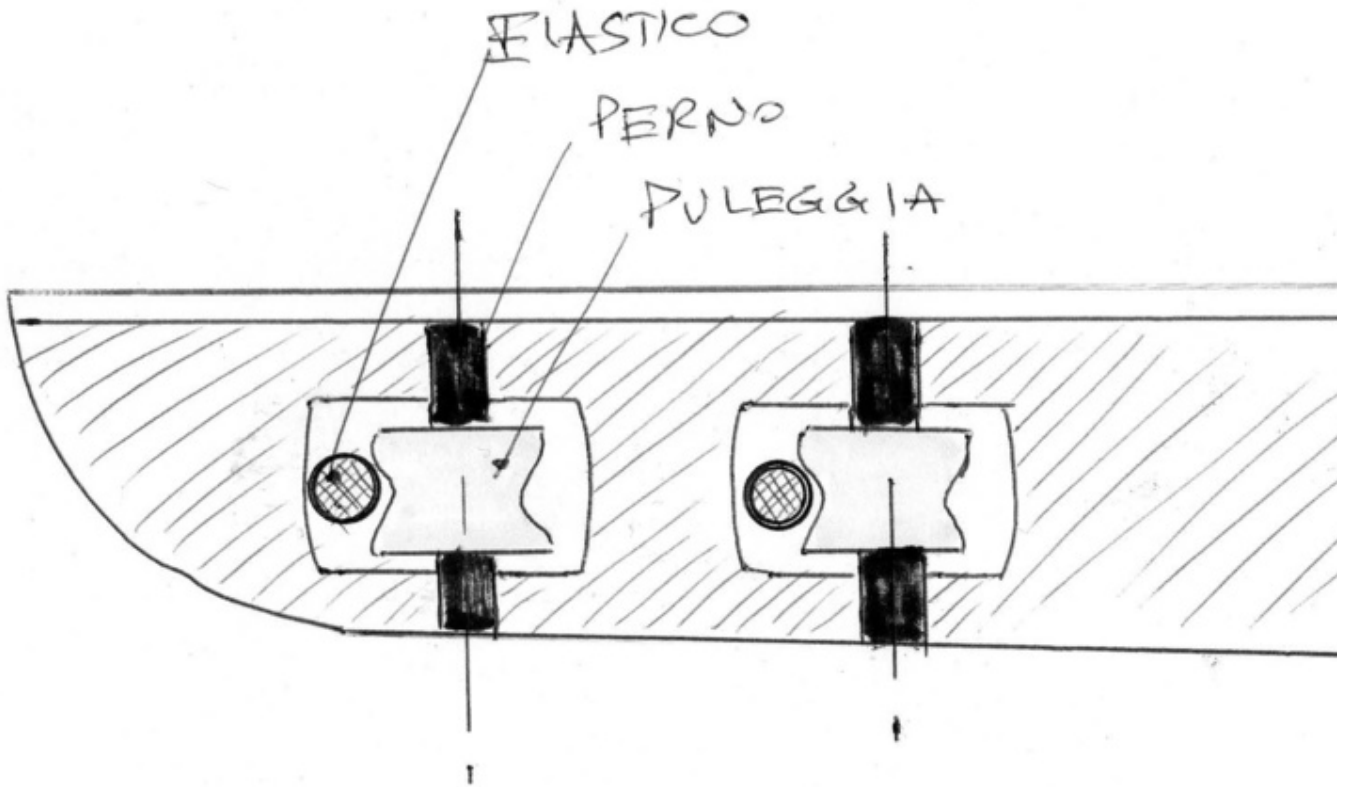
Descrizione del modello SABER



L'arbalète cui fa riferimento questo modello è del tutto simile ai modelli classici con elastici circolari, composto essenzialmente da un fusto di legno opportunamente sagomato, alle cui estremità si trova da una parte l'impugnatura e il meccanismo di sgancio dell'asta, dall'altra una testata per l'alloggiamento degli elastici.

Nel Saber gli elastici trovano alloggiamento nella gola di due pulegge ad asse verticale i cui perni sono incastrati nel legno della testata, gli assi dei perni giacciono sul piano che passa per la mezzeria del fusto e risultano inclinati in modo che siano rispettivamente ortogonali alla linea di tiro dei rispettivi circolari .

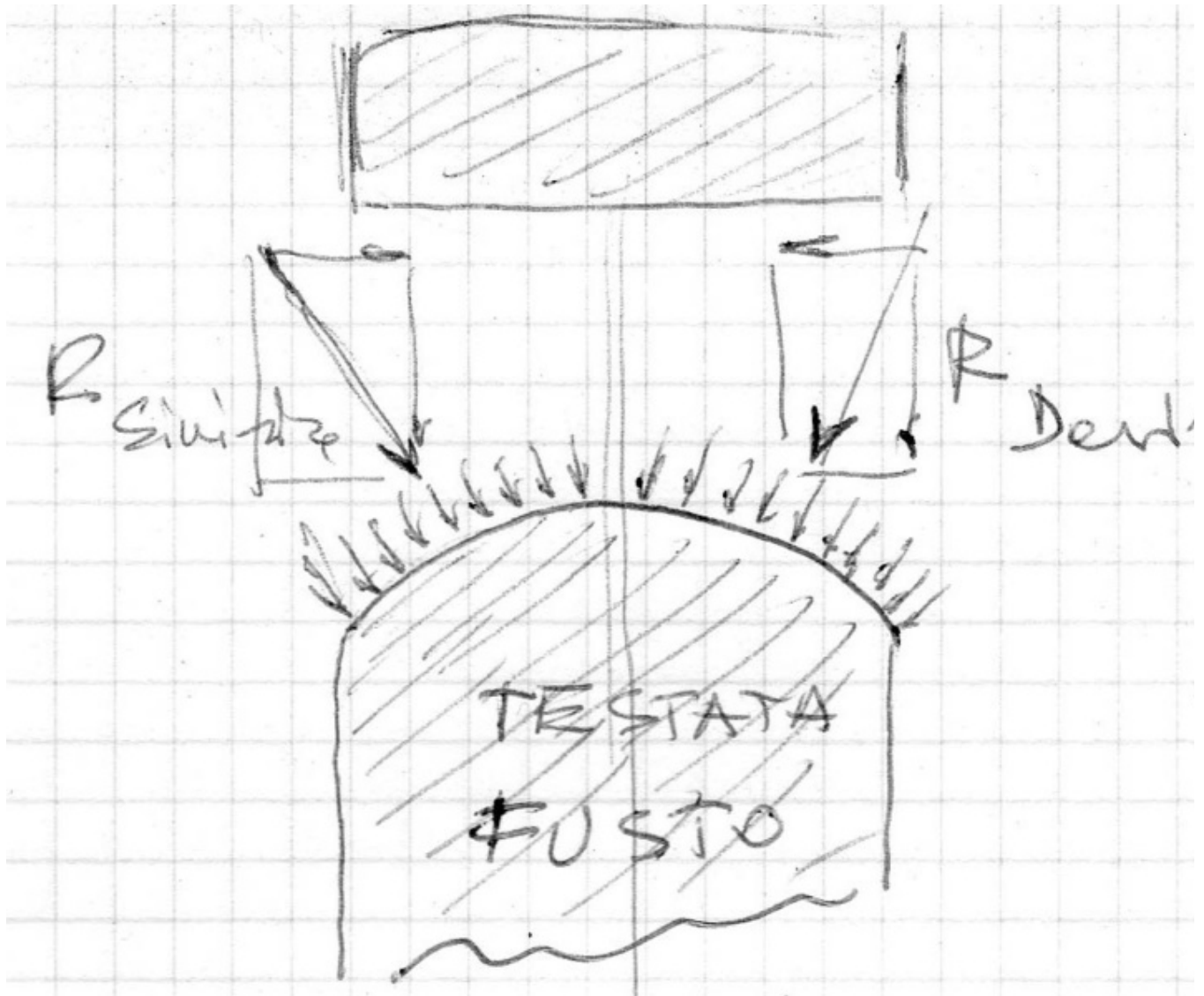
sez. longitudinale del fusto



Testata arbalète con pulegge

Miglioramento della tecnologia esistente del modello con pulegge

Una traiettoria perfettamente rettilinea dell'asta nella fase di lancio dipende da molti fattori, primo tra i quali la possibilità di gestire il rinculo senza che il fusto nell'arretramento subisca delle deviazioni (lateralali o verticali). Il minimo spostamento della testata mentre l'asta scorre sulla guida, o in qualunque altro appoggio, può determinare una deviazione sensibile rispetto all'allineamento di mira. La tecnologia attuale di tutti i modelli di arbalètes armati con elastico circolare prevede di alloggiare l'elastico in una testata all'estremità opposta della impugnatura entro un foro ortogonale al piano di simmetria verticale del fucile. Quando l'elastico viene allungato e l'archetto si aggancia all'asta, premendo sulla superficie sagomata della testata, scarica una reazione diretta approssimativamente lungo l'asse del fusto.



sez. orizzontale testata in corrispondenza dell'appoggio dell'elastico

Per non avere spostamenti laterali della testata dell'arbalète, la reazione provocata dalla pressione del tratto di elastico che si appoggia sulla parte destra R D deve essere speculare rispetto a quella che si appoggia sul lato sinistro R S.

In caso contrario la componente laterale prevalente di questa reazione sposterà a destra o sinistra la testata con una deviazione dell'asta in fase di lancio ed una sensibile imprecisione del tiro.

Quali sono le cause che possono generare una reazione asimmetrica?

1) Una superficie asimmetrica di appoggio dell'elastico.

Nei fusti artigianali in legno la superficie curva dove si appoggia l'elastico solitamente viene realizzata a mano con un elettro-utensile partendo da un foro cilindrico. E' praticamente impossibile ottenere una superficie, raccordata a mano, perfettamente speculare rispetto al piano verticale che passa per la mezzeria longitudinale del fusto. Solo una lavorazione controllata da una macchina utensile può garantire la simmetria perfetta.

2)Una diversa tensione nei due tratti (sinistro – destro) dell'elastico circolare a fucile carico

Nella fase di caricamento degli arbalètes dal fusto più lungo di un metro, il pescatore subacqueo non riuscendo ad impugnare l'archetto contemporaneamente con le due mani, afferra prima un lato dell'archetto con una sola mano (solitamente la mano del braccio dominante) e allunga l'elastico di quel tanto che basta per poter raggiungere l'archetto con l'altra mano.

Poiché l'elastico non può scorrere nel suo appoggio sul fusto per l'attrito tra la gomma il legno verniciato, la parte dell'elastico allungata per prima (quando ancora non c'era trazione sull'altro lato) resta più lunga.

Anche nei fusti più corti nei quali si può impugnare l'archetto contemporaneamente con le due mani, nella fase di caricamento non si riesce ad avere la stessa forza di trazione nelle due braccia ed un lato dell'elastico risulterà quasi sempre sbilanciato rispetto all'altro.

Avere la stessa trazione dei due bracci del circolare sarà solo un evento casuale.

una reazione asimmetrica sul fusto si può generare anche nel modello: coppia di elastici avvitati su testata ?

Il modello costruttivo dell'arbalète con testata (elemento separato dal fusto) sulla quale viene avvitata una coppia di elastici imboccolati in una ghiera è di gran lunga il più diffuso, e può presentare lo stesso inconveniente di reazione asimmetrica degli elastici analizzato nel modello precedente.

La ragione principale del possibile difetto su questo modello è dovuta alla differenza della lunghezza nella coppia degli elastici impiegata e/o a una differenza nel diametro dei singoli spezzoni.

Per la realizzazione di questi elastici viene inserito uno spezzone del tubo di elastomero in una ghiera e successivamente strozzato con una pallina d'acciaio o di plastica inserita forzatamente dentro il foro dell'elastico.

La tecnica di costruzione di questi elastici non consente una rigorosa uguaglianza della lunghezza della coppia che in molti casi non presenta neppure lo stesso diametro per il processo stesso di produzione dell'elastomero che porta ad ampie tolleranze nei diametri esterni del tubo.

La coppia di elastici perciò non è quasi mai della stessa lunghezza e dello stesso diametro e presenta spesso uno sbilanciamento nella trazione dei due spezzoni.

La soluzione della testata con pulegge, perciò, allo stato attuale della tecnologia è l'unica che può garantire una simmetria di trazione tra i due bracci di elastico e un rinculo perfettamente in asse con il fusto.



Collocazione e caratteristiche delle pulegge

Le pulegge folli sono inserite in due feritoie distanti tra loro dieci centimetri circa sul piano longitudinale e risultano sfalsate sul piano verticale per trovare una collocazione degli elastici nel fusto ordinata e senza reciproche interferenze.

In corrispondenza della linea degli elastici nel fusto sono state ricavate delle modanature che li incassano perfettamente nel legno.

Il posizionamento degli elastici molto vicino all'asta è funzionale per diverse ragioni:

1. Nella contrazione gli elastici incontrano una minore resistenza idrodinamica. Sappiamo che la resistenza incontrata da un solido che attraversa l'acqua è proporzionale alla sezione del cilindro d'acqua perturbato, ridurre al massimo il diametro di questo cilindro ottimizza l'utilizzo dell'energia potenziale elastica.
2. L'incasso degli elastici nel fusto riducono l'ingombro dell'arma e favoriscono lo spostamento in tutte le direzioni. Si evitano eventuali vibrazioni degli elastici nel brandeggio.
3. La contrazione degli elastici è più ordinata. Come si può vedere nella clip del tiro in vasca che inquadra la balistica interna, gli elastici non si sollevano sul fusto ma vi restano aderenti, senza sfarfallii e con una ridotta scia di cavitazione.

Gli assi dei perni che vincolano le pulegge al fusto sono inclinati di 2° circa rispetto alla verticale in modo che siano perpendicolari alla linea d'azione degli elastici.

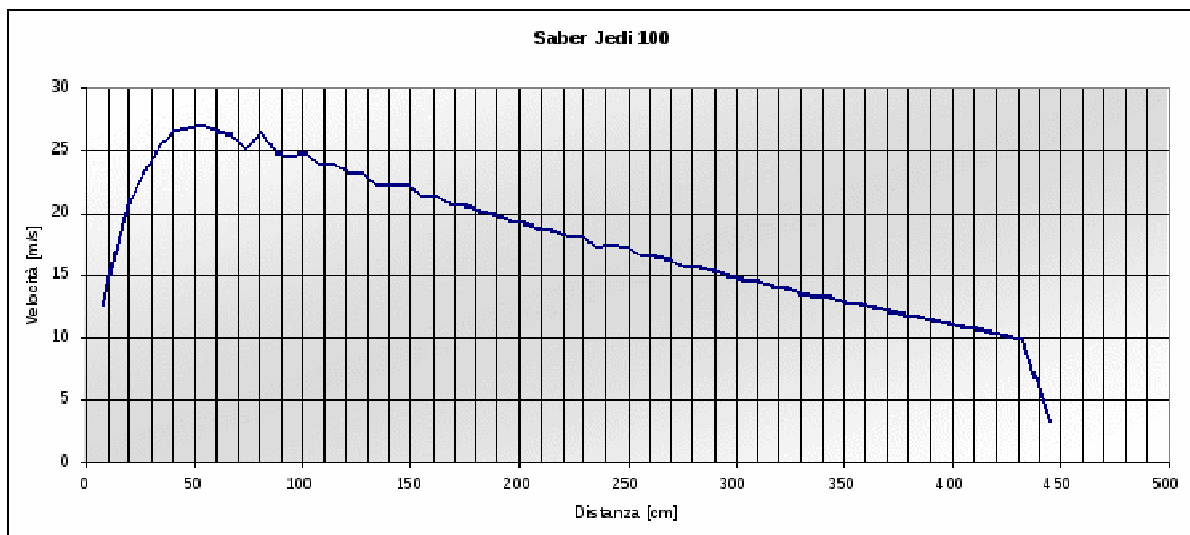
I perni sono in acciaio AISI 316 mentre le pulegge di alluminio anodizzato sono montate su boccole auto-lubrificanti in teflon.

Caratteristiche balistiche del tiro Saber 100

La clip del tiro in vasca filmata al rallentatore è visibile nel forum pescasubacquea.net al seguente link.....

Da questa clip si possono dedurre tutte le informazioni qualitative sulla balistica di questo modello di arbalète.

Per misurare la velocità dell'asta è stato impiegato in un primo tempo un metodo sperimentale di lettura della traccia acustica lasciata da segni di riferimento equidistanti posti su una sagola trascinata dall'asta, detto, dal nome del suo inventore: metodo Brummer (nel caso specifico del Saber l'attrezzatura è stata messa a punto dal collaboratore del mio staff Mario Buongiovanni)



Come si può vedere dal grafico della velocità dalla punta in funzione dello spazio percorso, la misurazione con questo metodo ha fornito una velocità di picco di 27 m/sec (massima velocità di lancio) e una velocità di impatto di 12 m/sec a quattro metri dalla punta dell'asta (approssimativamente la gittata utile del Saber).

Successivamente è stata rilevato l'andamento della velocità della punta dell'asta con il metodo della videoripresa ad alta velocità (300 ftgr/sec) Le riprese del tiro sono state effettuate con un'asta senza sagola



Questo metodo, pur offrendo lo stesso andamento della velocità, ha fornito valori sensibilmente diversi: 30 m/sec di velocità di lancio e 17 m/sec di velocità di impatto a 4 metri.

La discordanza dei valori rilevati con i due metodi ha provocato un'ulteriore ricerca per appurare quale di due metodi fosse più attendibile e cosa avesse determinato la differenza. E' stato misurato il tempo di volo dell'asta dallo sgancio all'impatto servendosi di due cialde piezoelettriche applicate una al meccanismo di sgancio dell'asta e l'altra al bersaglio. Questo ha confermato il tempo di volo desunto dalle clip video ed è servito, assieme alla rilevazione della velocità di eiezione e alla distanza di contrazione degli elastici, per simulare la velocità del Saber. Come si può vedere nel grafico sopra, la simulazione si accorda bene con i dati sperimentali rilevati con la videocamera a 300fps.

Le conclusioni sono che la sagola rallenta il moto dell'asta e che le rilevazioni col metodo Brummer (dove l'asta trascina una sagola dentro un foro dove sono alloggiati i sensori acustici) sono condizionate dall'attrito della sagola contro il supporto dei sensori.

Devo far presente che l'influenza della sagola nel metodo Brummer non era stata così marcata nelle prove eseguite in piscina con il modello Jedi 106 (Milano 2009) dove verosimilmente la sagola poteva stare distesa sul fondo della piscina e non arrotolata nella vasca di fianco al Saber.

Questi eventi ci hanno spinto a verificare con una serie di prove l'effetto frenante della sagola.

In conclusione :

Devo rettificare quanto asserito nell'articolo "Le bufale scritte sugli arbalètes " riguardo all'influenza della sagola di nylon sul moto dell'asta: nel 2004 a Milano nei test di ripresa ad alta velocità del tiro, dopo alcune prove con e senza sagola, avevamo concluso che l' influenza della sagola probabilmente non superava l'errore di lettura dell'avanzamento dell'asta perché ci eravamo limitati a misurare gli scostamenti della velocità con e senza sagola in prossimità della velocità massima.

Nelle prove recenti abbiamo constatato che la sagola frena il moto dell'asta solo negli ultimi metri della sua traiettoria vicino al bersaglio, quando l'attrito dell'acqua sulla superficie esterna del nylon lungo tre /quattro metri raggiunge dei valori consistenti per un'asta che non ha più grande energia cinetica e si sposta a velocità molto più basse (più che dimezzate rispetto la velocità di lancio).

Nell'armamento del Saber (e nei modelli Jedi) perciò, è importante scegliere il terminale della sagola che si fissa all'asta in nylon (attrito più basso rispetto la treccia tessile) di piccoli diametri .

In commercio si trova del nylon del 120 (1.2 mm) impiegato nella pesca alla traina di ottima qualità con grandi resistenze alla trazione e all'usura.

Inoltre quando la sagola in nylon presenta troppa memoria delle deformazioni sullo sgancia sagola o nell'attorcigliamento intorno all'asta e, o sul corpo di pesci è consigliabile sostituirla. Consiglio inoltre di togliere girelle metalliche che non si trovino molto vicine al passa-sagola posto sulla testata del fucile, di togliere sleeves o altri sistemi di blocco della sagola dell'asta che possano creare massa di trascinamento inutile.

Il blocco più efficace è un nodino ben stretto dalla parte opposta del foro in coda all'asta dove si infila la sagola, lasciato appena fuori dall'incastellatura del meccanismo di sgancio.



Saber carico



Particolare della testata

Consiglio di segnare sull'elastico a una distanza prefissata dalla legatura (ad es. 10 cm) un

cerchio e controllare ad elastico allungato che, sia le legature sia i segni di riferimento siano sullo stesso livello. Gli attriti tra il perno e la puleggia possono non bilanciare automaticamente la tensione tra i due bracci dell'elastico circolare (lo squilibrio è sempre minimo). Nel caso di squilibrio si agisce sull'elastico con le due dita: pollice/ indice facendo ruotare la puleggia fino a far coincidere i segni di riferimento.

Integrazione all'articolo di presentazione sei mesi dopo

Da quando è stato presentato questo modello sono proseguite le mie prove personali e quello che mi piace definire il collaudo dei clienti, perché la verifica dei miei prodotti non finisce quando decido di lanciare il manufatto sul mercato, ma dopo diversi mesi di impiego da parte degli acquirenti che ne testano la funzionalità sulla base del loro metro di valutazione.

Chi fosse interessato ad approfondire l'argomento legga il successivo articolo "Considerazioni sul modello Saber".

Le prove seguenti condotte sul modello 100 hanno portato ad adottare l'elastomero S45 della Cressi Spagna anche sul modello Saber 100 che inizialmente era stato progettato con l'elastomero della Primeline, seguiranno nuovi test balistici nella vasca prove dopo la verifica positiva già eseguita in mare, presumibilmente, saranno da ritoccare verso l'alto le velocità di lancio e di impatto sul bersaglio. Posso confermare che la balistica è rimasta sostanzialmente quella della clip che appare sul sito con la stessa precisione di tiro e una maggiore energia di lancio dell'asta.