

## UN SOTTILE STELO METALLICO

Nella carriera di ogni pescatore in apnea sono annoverate un pluralità di aste e fiocine irrimediabilmente torte a causa di traiettorie di tiro (più o meno involontarie) terminanti sulla dura roccia.

Abbiamo tutti verificato come sia sostanzialmente facile raddrizzare le punte di una fiocina avendo a disposizione delle pinze ed una buona dose di forza fisica, mentre sappiamo che un'asta storta è praticamente un danno irrimediabile.

In primo luogo va sottolineato che la precisione di linearità richiesta ad una fiocina è sicuramente molto inferiore a quella che si richiede ad un'asta, proprio perché la fiocina si sfrutta principalmente per tiri da distanza ravvicinata, dove una lieve non linearità non comporta deviazioni sensibili della traiettoria.



In secondo luogo va evidenziato come le fiocine siano generalmente realizzate utilizzando metalli con diverse caratteristiche rispetto agli acciai con cui si realizzano le aste. In verità qualche modello di fiocina con l'impugnatura in plastica realizzata con punte in acciaio inox, particolarmente resistente, è stata costruita. L'idea realizzativa era quella di avere punte solide e la parte in plastica (ove erano annegate) doveva assolvere alla funzione di paraurti demandando ad essa il compito di assorbire parte dell'energia dell'impatto. Il problema si verificava quando l'impatto era troppo diretto perché spesso la porzione di impugnatura polimerica non era in grado di sopportare un impulso energetico così forte e subiva dei danni.

In pratica il metallo che costituisce le punte di una fiocina, quando sottoposto ad un carico crescente è soggetto ad un breve tratto iniziale di deformazioni

elastiche, quando il carico supera un determinato valore di soglia (in questo caso volutamente basso), le deformazioni diventano plastiche (e quindi permanenti), il materiale polimerico dell'impugnatura invece assorbe, sempre deformandosi plasticamente, gli eccessi di sollecitazione dovuti agli impatti.

Per le aste invece la situazione è esattamente contraria.

L'asta deve rispondere con deformazioni elastiche anche a carichi elevati: qualora si colpisca uno scoglio l'asta deve possibilmente deviare la sua traiettoria flettendosi e, dopo un certo numero di oscillazioni smorzate, ritornare ad essere perfettamente rettilinea.

Il problema dell'asta è che si tratta di un elemento estremamente snello; per snellezza, in sostanza, si intende un rapporto tra il diametro e la lunghezza (questo in particolare per sezioni circolari). Se ad un solido cilindrico rettilineo molto lungo (in proporzione al suo diametro) si applica una forza di compressione gradatamente crescente, raggiunto un certo valore del carico, detto critico, il solido si inflette illimitatamente nel piano di minore rigidità.

In sostanza tutti abbiamo verificato che, con l'asta da 8 mm di un vecchio pneumatico magari di una misura corta, possiamo permetterci qualche disattenzione in più (con tiri che urteranno direttamente la superficie di uno scoglio) senza che l'asta subisca deformazioni permanenti.

Di contro con aste di sezioni esigue (ad esempio le 6 mm) e lunghezza elevata, un piccolo urto può essere sufficiente a creare danni permanenti.

Il valore di carico critico ovviamente oltre che dipendere dalle caratteristiche geometriche (lunghezza e sezione) dipende dalle caratteristiche intrinseche del materiale, proprio quelle caratteristiche che fanno scegliere acciai e leghe sofisticati e sottoposti a trattamenti di varia natura.

Per questo motivo per la realizzazione delle aste si scelgono acciai con ottime proprietà meccaniche abbinate ad eccellenti caratteristiche di resistenza alla corrosione per sopportare l'aggressività dell'ambiente marino.

Acciaio è il nome con cui si definisce una lega di ferro e carbonio (la quale può eventualmente contenere anche altri metalli in varie percentuali) in cui sia presente una percentuale di carbonio generalmente non superiore a 1,7%.

L'acciaio ha ottime proprietà meccaniche ed in particolare il suo comportamento elastico ne garantisce una grande resistenza alle sollecitazioni evitando che alle stesse corrispondano deformazioni permanenti, di contro

quando le sollecitazioni (come già accennato) superano un valore di soglia si assiste a deformazioni permanenti dell'elemento sollecitato.

Nell'acciaio gli atomi di carbonio si distribuiscono nella struttura microcristallina del ferro interponendosi tra gli atomi di ferro stessi, impedendo gli scorrimenti dei piani atomici: in questo modo si conferiscono all'acciaio ottime doti di resistenza, durezza ed elasticità, ovviamente maggiori di quelle del ferro puro e semplice.

Agli inizi del 1900 si assistette alla scoperta di quella gamma di acciai che sono detti inossidabili che diede vita alla più importante famiglia di acciai attualmente noti.

Esistono moltissimi tipi di acciaio, ed addirittura esiste un ente, l'AISI (American Iron and Steel Institute), che stabilisce le varie leghe definendone così le caratteristiche per una serie di tipi di uso comune: è per questo motivo che gli acciai sono definiti con la sigla AISI seguita da un codice numerico ed eventualmente l'indicazione del trattamento a cui è sottoposto il materiale.

Una prima classificazione delle leghe ferro-carbonio porta a distinguere gli acciai al carbonio, gli acciai a bassa lega (i quali contengono un tenore di altri elementi inferiore al 5%) e gli acciai ad alta lega (i quali contengono un tenore di altri elementi superiore al 5%).

Normalmente gli acciai ad alta lega di tipo inossidabile (in quanto gli elementi aggiunti conferiscono maggiore resistenza alla corrosione), sono prodotti per scopi ben definiti (e di particolare interesse per la produzione di attrezzatura per la subacquea), mentre gli acciai al carbonio e gli acciai a bassa lega si usano come acciai da costruzione e per usi generici (nel nostro settore possono essere gli acciai utilizzati per la realizzazione delle fiocine saldate che, come abbiamo potuto verificare tutti personalmente, sono particolarmente soggette alla corrosione); si tratta di acciai dolci, molto duttili e malleabili, che si lavorano facilmente ed hanno ottima resistenza meccanica e sono facilmente saldabili .

Analizziamo con più attenzione l'acciaio più idoneo alla realizzazione delle aste. Il termine acciaio inossidabile (o inox) indica genericamente acciai del tipo precedentemente definito come ad alta lega, contenenti cromo, generalmente in quantità fra l'11 ed il 30%; eventuali altri additivi che aumentano la resistenza alla corrosione sono, ad esempio, il nichel, il rame ed il titanio: la

quantità di additivi complessiva, per poter parlare di acciaio deve, in ogni caso, essere non superiore al 50%. La presenza di elementi in lega, in buon quantitativo, fa sì che il costo di questo tipo di leghe sia nettamente superiore a quello di una lega di ottimo acciaio, ma non inossidabile, ecco perché purtroppo, le aste inox hanno costi più elevati.

L'acciaio inox martensitico è stato il primo acciaio inossidabile prodotto industrialmente (per la produzione di lame): si tratta di acciai temperabili in aria, che acquistano eccellenti proprietà meccaniche, tenacità e buona resistenza alla corrosione, quando sono raffreddati in aria e rinvenuti alla durezza desiderata.

Alcuni tipi comprendono anche percentuali di nichel variabili dal 1,25% al 2,5% per aumentare la temprabilità ed in particolare la profondità della stessa. La resistenza alla corrosione aumenta con l'aumentare del tenore di cromo; in generale la resistenza alla corrosione e la resistenza all'urto raggiungono valori massimi in seguito a trattamenti di rinvenimento ad alte temperature.

Sicuramente questo tipo di acciaio inossidabile è quello che ha maggiore interesse nella produzione di aste per fucili subacquei. Il problema realizzativo consta nel fatto che questi materiali possono ottenere le desiderate caratteristiche di durezza abbinata ad elasticità (resistenza meccanica) solo in seguito a trattamenti termici specifici.

In generale non è possibile eseguire i trattamenti termici sui semilavorati utilizzati, la vergella nel caso delle aste, perché è necessario che essi abbiano buona lavorabilità plastica e/o meccanica proprio durante la fase di conformazione del prodotto finale, lavorabilità che si ottiene mantenendo la lega senza tensioni interne che ne pregiudicherebbero l'omogeneità delle proprietà meccaniche.



D'altra parte, un'asta per fucili subacquei, è un elemento estremamente snello, quindi sottoponendola a trattamenti termici una volta ultimate le lavorazioni, è inevitabile una sua parziale deformazione con conseguente deviazione dalla linearità: di fatto i trattamenti che porterebbero le aste ad acquisire le caratteristiche meccaniche volute hanno lo svantaggio di deformare le aste stesse.

I trattamenti a cui mi sto riferendo sono la tempra ed il successivo rinvenimento (l'insieme dei due trattamenti è detto bonifica).

La tempra è un trattamento atto ad ottenere una struttura completamente martensitica, tale da conferire all'acciaio la durezza massima ottenibile. Tale trattamento viene effettuato scaldando il materiale sino ad una temperatura superiore ad un determinato valore di soglia e raffreddandolo rapidamente. Il trattamento di tempra viene abitualmente associato ad un successivo rinvenimento. Con questo termine si definisce il trattamento termico che consiste nel riscaldamento dell'acciaio ad una temperatura inferiore a quella di tempra seguito da un raffreddamento in acqua o in olio.

Lo scopo è quello di conferire all'acciaio una struttura più duttile e malleabile,

con un conseguente abbassamento della durezza e una diminuzione della fragilità.

Il trattamento al quale devono essere sottoposti gli acciai martensitici per la realizzazione delle aste deve quindi prevedere temperature inferiori al fine di ridurre il rischio di deformazioni.

In generale si può ricorrere a trattamenti di indurimento per precipitazione: si parla di indurimento per precipitazione quando nella matrice (in questo caso acciaio martensitico) sono dispersi dei precipitati (fase indurente) che ostacolano il moto delle dislocazioni.



Anche in questo caso si tratta di una successione di trattamenti termici i quali sono però svolti a temperature inferiori dei valori di soglia superati con la tempra. Si tratta di portare il materiale (durante una prima fase denominata di solubilizzazione) ad una temperatura in cui sia possibile la soluzione in fase solida dei precipitati (elementi metallici in varie percentuali) mantenendo per un certo tempo tale valore di temperatura per garantire una quasi totale dissoluzione, al termine del quale è necessario raffreddare rapidamente il materiale.

A questo punto il materiale presenta forti tensioni interne, per eliminarle mantenendo la resistenza meccanica conferita dalla diffusione dei precipitati, occorre un invecchiamento del materiale.

Tale invecchiamento può anche essere eseguito a temperatura ambiente, in tal caso i tempi necessari sono lunghissimi; portando il materiale a temperature

predefinite è possibile accelerare tale processo eliminando di fatto le tensioni interne ed ottenendo un elemento in acciaio inossidabile con ottime proprietà meccaniche che non ha subito deformazioni rispetto a prima del trattamento stesso.

Una futuribile lega metallica potenzialmente interessante per la produzione di aste potrebbe essere l'acciaio amorfo: recenti ricerche hanno portato alla realizzazione di un acciaio che, anziché presentare struttura atomica di tipo cristallino, ha una struttura di tipo amorfo cioè disordinata. Ciò è stato possibile grazie all'additivazione di percentuali di Ittrio ad una normale lega ferro-carbonio: la struttura amorfa è più "compatta" rispetto a quella cristallina, quindi il metallo risultante ha proprietà meccaniche di durezza e resistenza decisamente superiori a quelle di tutti i tipi di acciaio fino ad oggi prodotto. Chiaramente, essendo una lega la cui produzione è agli inizi, i costi sono elevati e l'applicabilità al nostro settore non è sicuramente probabile...un'eventuale diffusione futura di questo materiale potrebbe essere sicuramente interessante.

## **Differenti comportamenti delle aste in funzione del loro peso**

Partendo dai diametri più diffusi per aste di arbalette (6,0 mm, 6,3 mm e 6,5 mm) cerchiamo di valutarne le differenze di comportamento relativamente alla loro influenza percentuale sull'accelerazione istantanea al momento dello sgancio dovuta alla sola variazione di peso. Uno studio completo del fenomeno dovrebbe anche considerare le resistenze idrodinamiche che all'aumentare del diametro inevitabilmente incidono sulla resistenze passive ma ciò richiede assolutamente verifiche di tipo sperimentale.

Il parametro che deve immediatamente essere preso in considerazione è la snellezza: su aste di lunghezza considerevole (aste per fucili dal 100 in su) la differenza di comportamento tra la 6,0 mm e la 6,5 mm è enorme. Questo comporta una maggiore delicatezza dell'asta di diametro inferiore (maggiormente soggetta a flessioni permanenti, stante un momento d'inerzia nettamente inferiore), nonché un maggiore numero di oscillazioni smorzate (a

partire dall'espulsione dalla testata). Positivamente l'asta di diametro inferiore subirà accelerazioni più evidenti a parità di forza applicata dalle gomme.

DIAMETRO ASTA	LUNGHEZZA ASTA	MASSA ASTA
<b>6,0 mm</b>	<b>1400 mm</b>	<b>≈ 309 g</b>
<b>6,3 mm</b>	<b>1400 mm</b>	<b>≈ 341 g</b>
<b>6,5 mm</b>	<b>1400 mm</b>	<b>≈ 363 g</b>
<b>6,0 mm</b>	<b>1300 mm</b>	<b>≈ 287 g</b>
<b>6,3 mm</b>	<b>1300 mm</b>	<b>≈ 316 g</b>
<b>6,5 mm</b>	<b>1300 mm</b>	<b>≈ 336 g</b>
<b>6,0 mm</b>	<b>1150 mm</b>	<b>≈ 254 g</b>
<b>6,3 mm</b>	<b>1150 mm</b>	<b>≈ 280 g</b>
<b>6,5 mm</b>	<b>1150 mm</b>	<b>≈ 298 g</b>

Ipotizzando una stessa forza applicata all'asta e semplificando al massimo le forze in gioco (trascurando attriti e resistenza idrodinamica partendo dal presupposto che agiscano sulle varie aste con la stessa entità) possiamo pensare di applicare il secondo principio della dinamica  $F = m * a$

La forza applicata dagli elastici abbia un valore totalmente ipotetico (di comodo per i calcoli) pari a 10 N (ognuno potrà applicare la forza necessaria per portare in trazione le gomme del proprio arbalete) e si prendano in considerazione le aste da 1400 mm:

<b>Asta</b>	<b>6,0 mm</b>	<b>6,3 mm</b>	<b>6,5 mm</b>
<b>Massa</b>	<b>0,309 kg</b>	<b>0,341 kg</b>	<b>0,363 kg</b>
<b>Accelerazione = F/m</b>	<b>32,36 m/s<sup>2</sup></b>	<b>29,33 m/s<sup>2</sup></b>	<b>27,55 m/s<sup>2</sup></b>

L'accelerazione impressa ad un'asta da 6,0 mm (a parità di forza applicata) è superiore rispetto ad un'asta da 6,5 mm di percentuali rilevanti (dell'ordine del 15% o più).

Di contro l'andamento inerziale di un'asta più pesante garantisce un impatto di energia superiore (a parità di velocità) e quindi possono essere maggiormente adatte a tramortire prede di mole.

Da essa ne deriviamo che l'accelerazione è inversamente proporzionale alla massa, ovvero un'asta leggera accelera più di una pesante.

Interessante è la valutazione percentuale che ne possiamo fare a tavolino. Rifacendoci alle nostre esigenze possiamo intervenire sull'allestimento del nostro fucile dotandolo di un'asta di peso opportuno, così se vogliamo più velocità istantanea, possiamo calcolare che se normalmente usiamo sul nostro fucile un'asta da 6,5 x 1400 con un peso di 363gr, usandone una da 6,3 dello stesso diametro cosa che corrisponde ad un peso di 341gr, avremo un incremento della accelerazione circa del 6%, sarà a noi decidere se ciò renderà maggiormente efficace in pesca la nostra attrezzatura, perderemo qualcosa in inerzia della freccia, ossia la freccia sarà più rapida nel raggiungere il bersaglio nei primi spazi di corsa e più lenta negli ultimi.

La scelta opportuna dipenderà sempre dalle condizioni ambientali, dimensione delle prede in primis

La soluzione assoluta nella pescasub, come in mille altre cose non esiste, esiste la soluzione migliore del momento.....che si spera sia quello in cui passa il pesce dei nostri sogni.