

Versione gennaio 2012

1a Revisione - maggio 2012: modificate pag 74 e 75

REGOLAZIONE DELLE VELE

REGOLAZIONE DELLE VELE

PERCHÈ UNA BARCA A VELA AVANZA

Il vento che viene deviato dalla vela agisce su di essa con una forza circa perpendicolare alla sua corda.

Questa forza aerodinamica è applicata al centro velico(CV), che può essere considerato, in prima approssimazione, il punto medio della vela.

Analogamente anche l'acqua, quando la barca è in movimento, viene deviata dalla deriva, e agisce su di essa con una forza applicata circa nel punto medio dell'opera viva, detto centro di deriva (CD). Vedi Fig.1

Questa forza idrodinamica è esattamente uguale e opposta a quella aerodinamica che il vento esercita sulla vela.

N.B.: per semplicità grafica, nel disegno abbiamo considerato solo il piano del flusso d'acqua che investe la sezione della deriva passante per il CD, punto medio dell'opera viva. Resta implicito, però, come la forza idrodinamica sullo scafo sia determinata dalla deviazione del flusso d'acqua, da parte di tutta l'opera viva (compreso il contributo, quindi, della parte di scafo immersa e del timone). Lo stesso discorso vale anche per la vela e per l'opera morta (la parte di scafo emersa).

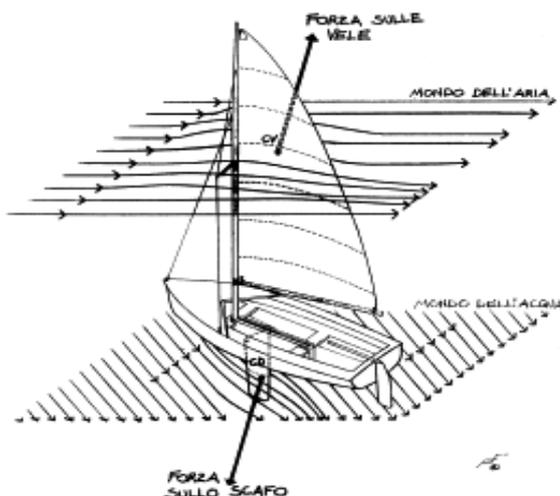


Fig.1

Il risultante della forza aerodinamica e della forza idrodinamica è quindi uguale a zero. Come può, dunque, una barca a vela soggetta a tali forze, uguali ed opposte, avanzare? Sarebbe più facile pensare che una barca si muova a causa di una forza risultante diversa da zero, e nella direzione del moto.

Senza addentrarci troppo nei principi della fisica, immaginiamoci su una barca ferma ben ormeggiata al pontile, con le vele alzate e a segno. La vela è sollecitata da una forza aerodinamica determinata dall'azione del vento, mentre l'opera viva non viene colpita dal flusso dell'acqua perchè la barca è ferma e, per semplicità, non c'è corrente.

Molliamo gli ormeggi: la barca comincia a muoversi e ad acquistare quindi una certa velocità, nella stessa direzione della forza aerodinamica. Un flusso d'acqua, avente direzione opposta, inizia a colpire l'opera viva, dando origine a una piccola forza idrodinamica.

Questa forza, dovuta al flusso dell'acqua deviato dall'opera viva, va a sommarsi a quella del vento sulla vela. Il moto della barca avviene non più in direzione della forza aerodinamica ma in quella del risultante, scaturito dalla somma vettoriale della forza del vento sulla vela e di quella dell'acqua sull'opera viva. La forza idrodinamica inoltre aumenta sempre più in relazione alla maggior velocità della barca e progressivamente la sua direzione si sposta verso poppa. Così facendo anche la direzione del risultante, e quindi del moto della barca, si sposta sempre più verso prora (la barca adesso scarroccia meno). La barca smette di accelerare, ma non di navigare, quando le due forze, aereo-



dinamica e idrodinamica, diventano uguali ed opposte, ovvero quando ha raggiunto la sua velocità di regime. Stesso discorso può farsi con una barca ormeggiata in banchina col vento in poppa. Le vele si gonfiano dando origine ad una forza aerodinamica che viene contrastata dalle cime in tensione. Se molliamo gli ormeggi, la barca inizia a muoversi per effetto di tale forza.

Per la velocità acquisita, nasce una forza idrodinamica sull'opera viva (resistenza all'avanzamento), opposta a quella aerodinamica, che aumenta al crescere della velocità fino a divenire uguale alla forza aerodinamica sulle vele. A quel punto, anche quella barca, ha raggiunto la sua velocità di regime. Quindi, se è vero che una barca a vela in navigazione è soggetta a due forze uguali ed opposte (il cui risultante è uguale a zero), è anche vero che queste si determinano quando la barca ha raggiunto una velocità costante, scaturita dalle stesse forze che in fase di accelerazione, però, non sono né uguali né (a parte il caso del vento in poppa) opposte.

Secondo il primo principio della dinamica (il principio d'inerzia) poi, la barca prosegue nel suo moto a velocità costante fino quando non interviene qualche fattore esterno che ne altera l'equilibrio (mutamento del vento, della rotta, dell'assetto, della regolazione delle vele, ecc), che la fa accelerare o frenare.

Ad esempio, se il vento aumenta, cresce la forza aerodinamica sulle vele e, di conseguenza poi, quella idrodinamica sullo scafo. La barca accelera, fino a trovare un nuovo equilibrio con una velocità di regime più elevata.

Se invece il vento diminuisce, succede il contrario: decresce la forza aerodinamica facendo prevalere per un attimo quella idrodinamica, e la barca frena fino a raggiungere un altro equilibrio a velocità più bassa.

SBANDAMENTO E STABILITÀ

La barca a vela naviga quasi sempre più o meno inclinata. Se consideriamo le componenti sul piano trasversale della barca, della forza aerodinamica e della forza idrodinamica, che sono anche loro rispettivamente applicate al centro velico e al centro di deriva, notiamo che queste lavorano disassate tra loro. Quindi pur essendo anche loro uguali ed opposte, creano una coppia sbandante sottovento. Questa a sua volta è contrastata (deve esserlo altrimenti la barca scuffierebbe), da una coppia raddrizzante formata da due forze anch'esse uguali, opposte e disassate tra loro. Una è la spinta idrostatica o spinta di Archimede, applicata al centro di carena (da non confondere con il centro di deriva) che è il centro di volume della parte immersa dello scafo e che fa galleggiare la barca spingendo dal basso verso l'alto. L'altra forza in gioco nella coppia raddrizzante è quella del peso, applicata al centro di gravità che è il baricentro complessivo della barca più l'equipaggio fuoribordo. Se la barca naviga con un angolo di sbandamento più o meno costante, la coppia sbandante e quella raddrizzante sono in equilibrio fra loro. Naturalmente ciò avviene anche se la barca naviga piatta sull'acqua.

Un fattore esterno, però, può turbare in qualsiasi momento questo equilibrio. Sotto raffica, ad esempio, la coppia sbandante aumenta, e se non saremo noi ad intervenire per riportare la barca in una situazione di equilibrio, questa potrebbe scuffiare. Non potendo aumentare di intensità né la forza della spinta di Archimede né quella del peso, dobbiamo spostarci sempre più sopravvento e fuoribordo (ad es. usando il trapezio), per aumentare la distanza tra le rette d'azione delle due forze, ovvero il braccio della coppia raddrizzante. Altrimenti si può diminuire l'inclinazione della barca intervenendo sulla coppia sbandante, diminuendo cioè la superficie di vela esposta al vento e/o la superficie di deriva investita dal flusso dell'acqua. Si può, ad esempio, ridurre la velatura lasciare le vele o sollevare parzialmente la deriva (se possibile).

Non staremo qui a dimostrare che lo sbandamento, lo scarroccio e la velocità sono strettamente dipendenti tra loro: più la barca è sbandata e più scarroccia, più la barca naviga veloce e meno scarroccia. Per concludere il discorso sulla stabilità, intesa come la tendenza che ha una barca ad opporsi allo sbandamento, diciamo che alcune barche sono progettate con carene piuttosto larghe per conferire loro una certa stabilità di forma (questo tipo di stabilità trova la sua massima espressione nei catamarani). Su altre invece, dove la deriva è piuttosto pesante, magari con un contrappeso all'estremità, prevale la stabilità di peso. In tutti e due i casi, comunque, il progettista cerca di aumentare la stabilità della barca, aumentando la coppia raddrizzante.

PERCHÈ UNA BARCA A VELA PUÒ RISALIRE IL VENTO

Un aereo in volo è soggetto a quattro forze. Le prime due sono rispettivamente la spinta propulsiva dovuta al motore che lo spinge in avanti, e la resistenza all'avanzamento che ha la stessa direzione del flusso d'aria che investe l'aereo.

Le altre due forze sono rispettivamente il peso dell'aereo diretto verso il basso, e la portanza che è perpendicolare al flusso dell'aria.

Quando l'aereo raggiunge una quota ed una velocità di regime, il risultante di queste quattro forze è uguale a zero, la spinta propulsiva è uguale ed opposta alla resistenza ed il peso è uguale ed opposto alla portanza.

Anche sulla vela e sulla deriva di una barca, se scomponiamo la forza aerodinamica e quella idrodinamica, nelle direzioni perpendicolari e parallele ai flussi d'aria e d'acqua, troviamo le portanze e le resistenze. Si può asserire che la barca a vela si comporta come uno strano aeroplano, con un'ala (vela) nell'aria e l'altra (deriva) nell'acqua.

Anche se questo parallelismo fra una barca a vela e un aeroplano ha numerosi limiti, evidenzia che una qualsiasi lama (ala, vela e deriva) investita da un fluido, aria o acqua che sia, è soggetta ad una forza che può essere sempre scomposta in portanza e resistenza. Questi due nuovi concetti sono stati introdotti per approfondire il discorso sul comportamento della vela nelle diverse andature: ostacolo al vento nelle andature portanti e deviatore del vento in quelle strette. Il moto del vento che colpisce la vela di una barca che naviga in un'andatura portante è un moto turbolento, perchè il flusso dell'aria, incontrando quasi perpendicolarmente la superficie della vela, si rompe in numerosi vortici. In queste andature si cerca di opporre il massimo ostacolo al vento, aumentando la superficie velica (possiamo alzare lo spinnaker), e il minimo ostacolo all'acqua, alzando in parte la deriva e tenendo la

barca piatta. Scomponendo la forza aerodinamica dell'aria sulla vela di una barca con andatura portante, vediamo che la resistenza (nella direzione del flusso dell'aria) è maggiore rispetto alla portanza (perpendicolare al flusso dell'aria). Stessa cosa succede scomponendo la forza idrodinamica del flusso dell'acqua sulla deriva: grande resistenza, piccola portanza.

Nelle andature strette invece, la forza aerodinamica si scompone in una portanza che predomina sulla resistenza. La vela a segno (lascata al limite del fileggiamento), devia il flusso del vento senza romperlo e quasi senza formare vortici (moto laminare). In queste andature si cerca di regolare al meglio le vele (vedremo come fare), per avere la massima portanza che in teoria si ha quando l'angolo di incidenza, tra il vento e la vela, è piuttosto piccolo (nell'ordine dei 15°), per disturbare poco il flusso dell'aria deviato dalla vela e limitare così la formazione di vortici. Per quanto riguarda invece la forza idrodinamica del flusso dell'acqua sullo scafo nelle andature strette, per ridurre la notevole resistenza che l'opera viva oppone all'avanzamento, possiamo solamente cercare di tenere la barca il più possibile piatta sull'acqua. Non conviene alzare la deriva (tranne con vento forte, quando si vuole ridurre l'eccessivo sbandamento), in quanto aumenterebbe lo scarroccio e diminuirebbe la portanza idrodinamica. Ed è proprio la portanza sulla deriva che nasce per effetto dello scarroccio, a permettere alla barca a vela di avanzare di bolina e quindi di risalire il vento. Finora abbiamo sempre parlato di scarroccio, come di un effetto indesiderato (ci fa deviare dalla nostra rotta ideale), che riusciamo a contenere nei limiti, grazie alla deriva.

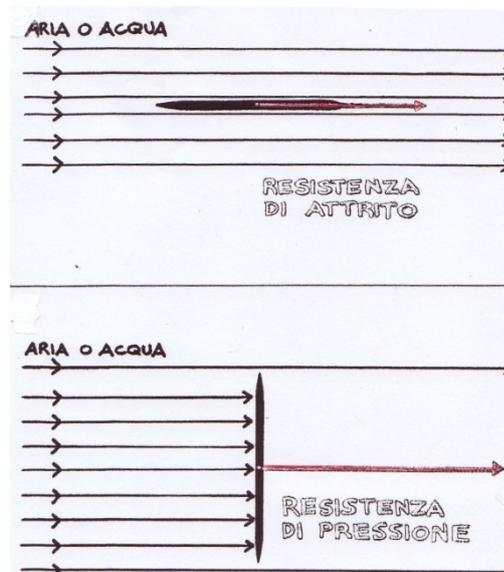
Ora invece scopriamo che se la barca a vela non scarrocciasse, il flusso dell'acqua sulla deriva avrebbe un angolo di incidenza uguale a zero, e non si avrebbe la portanza che, come vedremo fra poco, nasce dalla deviazione di un flusso e permette l'equilibrio fra la forza idrodinamica e quella aerodinamica, senza il quale la barca non potrebbe navigare.

Per capire come nascono resistenza e portanza, consideriamole l'una indipendente dall'altra. Infatti, come vedremo, pur essendo i due fenomeni quasi sempre coesistenti, l'origine fisica che sta alla base dei due concetti è sostanzialmente diversa.

RESISTENZA E PORTANZA

La resistenza di pressione (Fig.2) è quella che si esercita sulla lama che si oppone perpendicolarmente al flusso di un fluido, e dipende essenzialmente dal suo urto frontale sulla superficie. Quando lo scafo avanza si apre un varco nel mare come un aratro nel campo, il flusso d'acqua esercita su di esso una notevole resistenza di pressione che ci interessa diminuire tenendo la barca piatta, alzando la deriva, cercando la massima velocità e la planata. In questo caso, quando cioè la barca si solleva dall'acqua, la resistenza di pressione cala drasticamente lasciando sul campo solo una modesta componente di resistenza d'attrito (dovuta ad una limitata superficie di carena bagnata verso poppa).

Questa resistenza di pressione, invece, sarà proficuo aumentarla sulle vele, quando siamo nelle andature portanti (possiamo farlo alzando lo spinnaker e/o lasciando il più possibile per incrementare la superficie esposta al vento).

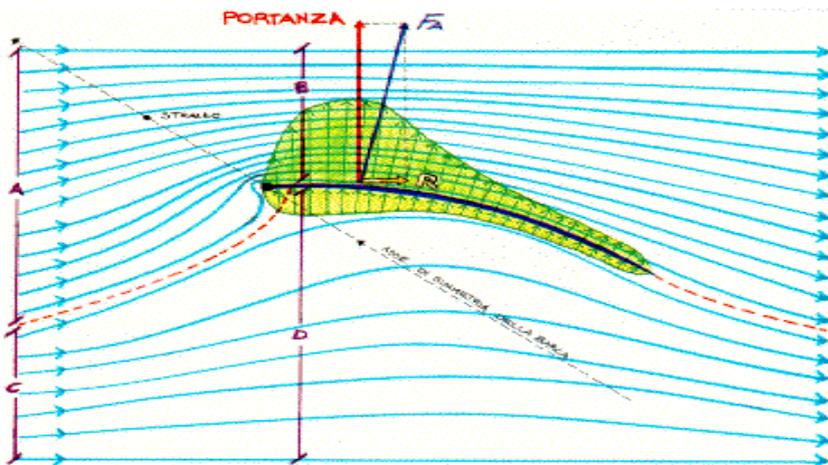


È meno intuitivo, invece, il discorso sulla portanza. La figura 3 mostra il moto laminare delle linee di flusso del vento deviato da una vela. La linea rossa tratteggiata (linea di ristagno) separa il flusso che passa sopravvento alla vela da quello che invece le passa sottovento.

Consideriamo la sezione del tubo di vento che va dalla prima linea di flusso che passa indisturbata sopravvento alla vela, alla prima che invece passa indisturbata sottovento. Si nota subito, dall'andamento di queste linee (visualizzabili nella galleria del vento con l'aiuto di particelle sospese nel fluido in movimento), che transita più aria nella sezione B, rispetto a quella che passa nella sezione D. Si può anche vedere che tutte le linee di flusso che passano per la sezione maggiore A, transitano anche per la minore B.

Il vento passando da A a B, entra in una strettoia e accelera. Come pure tutte le linee di flusso che passano per la sezione C, transitano anche per la maggiore D. Il vento, passando da C a D, frena. La minor spaziatura tra le linee indica maggior velocità e viceversa.

Per un principio di fisica (Legge di Bernoulli), l'incremento della velocità del vento in B è associato ad una diminuzione di pressione. Tale diminuzione sul lato sottovento (sezione B), accompagnata da un incremento di pressione sul lato sopravvento (sezione D), dovuto al decremento di velocità che ha il vento passando da C a D, dà luogo a una differenza di pressione fra i due lati della vela. Sopravvento, quindi, la pressione è maggiore e l'aria "spinge" sulla vela, mentre sottovento la pressione è minore e l'aria "tira" la vela. Nella figura 3 è rappresentato anche il diagramma (colore verde) della distribuzione delle differenze di pressione nei vari punti della vela, ricavato dalle diverse velocità che, ricordiamo, sono direttamente visualizzate nel disegno, dagli addensamenti delle linee di flusso (più sono addensate, maggiore è la velocità). La risultante di tutti i contributi delle differenze di pressione, spinte sopravvento e "risucchi" sottovento, è una forza aerodinamica (blu), circa perpendicolare alla corda della vela.

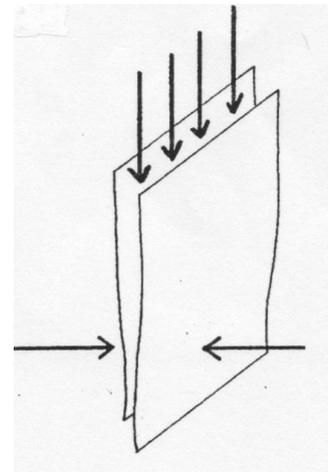


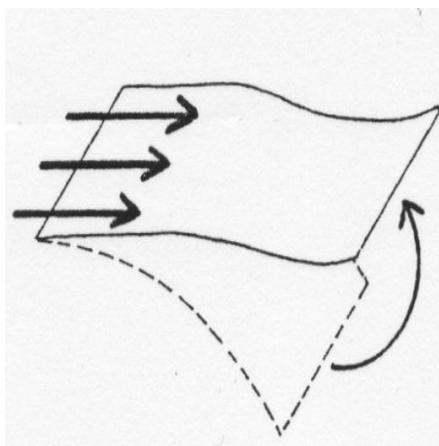
Se scomponiamo questa forza, possiamo ricavare la resistenza e la portanza che è, in questo caso, notevolmente maggiore della resistenza. Si può osservare che i contributi maggiori sono prodotti nel primo terzo della vela. In altre parole una vela lavora più efficacemente vicino alla caduta prodiera che verso la balumina. Inoltre, si può vedere che la diminuzione di pressione sottovento è notevolmente maggiore dell'aumento di pressione sopravvento. Quindi la vela nelle andature strette (moto laminare, dove predomina la portanza), lavora di più sul lato sottovento che su quello sopravvento. Il contrario avviene invece nelle andature portanti (moto turbolento) dove, come abbiamo visto, predomina la resistenza.

Prendiamo due fogli di carta leggera (fig.4) e, frapponendo tra loro i due indici delle mani

per distanziarli, soffiando fra di essi.

Questi si avvicineranno fino a toccarsi, invece di allontanarsi come ci si potrebbe aspettare.





Oppure, soffiando parallelamente ad un lato del foglio (fig.5). Questo, contrariamente alle aspettative, si solleverà come fosse risucchiato.

Per quanto riguarda l'idrodinamica, invece, possiamo sperimentare l'effetto della portanza ormeggiando la nostra barca lungo una banchina dove sia presente una corrente parallela ad essa. La corrente, passando tra la banchina e la fiancata della barca, anziché distanziarla la farà avvicinare (fig.6) Oppure, avviciniamo la parte convessa di un cucchiaio al flusso d'acqua di un rubinetto. Il cucchiaio sarà risucchiato all'interno del flusso (fig.7).

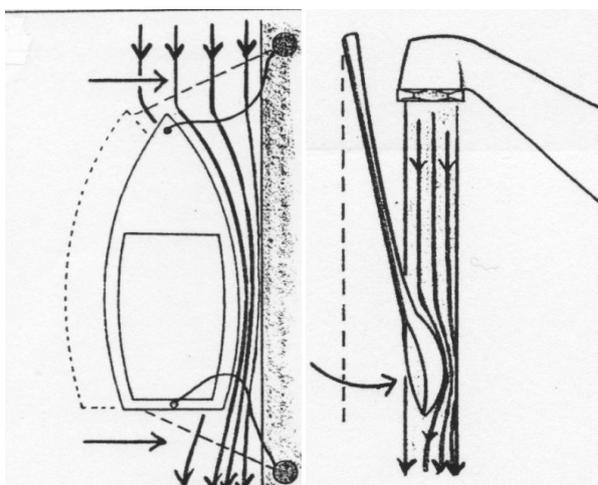


Fig.6 Fig.7

EFFETTI COMBINATI DI RANDA E FIOCCO

Una delle teorie erronee più accreditate sul funzionamento della coppia randa-fiocco, ancora ben radicata nel bagaglio culturale di molti velisti, è quella che chiama in causa l'effetto Venturi, secondo il quale l'aria incanalata in un passaggio in cui la sezione d'uscita è minore di quella d'entrata, accelera. Gli aerodinamici hanno dimostrato, ormai da molto tempo, che questo principio sacrosanto non è applicabile nella fessura tra le due vele dove, come vedremo, passano poche linee di flusso che anziché aumentare la portanza sulla randa, come si vorrebbe credere (per la diminuzione di pressione dovuta ad una presunta maggior velocità), la fanno diminuire.

Vediamo di analizzare cosa succede al moto laminare di un flusso d'aria deviato questa volta da due vele (fig.8).

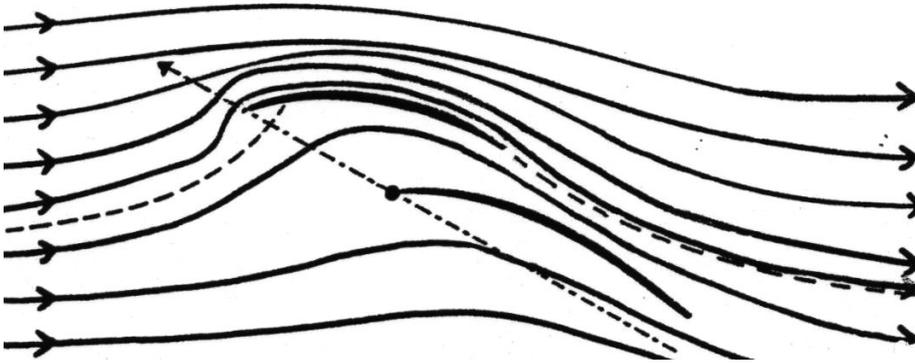


Fig.8

Si nota subito che molte linee di flusso, che con la sola randa passano fra albero e strallo, con le due vele alzate sono deviate sottovento al fiocco, migliorandone l'efficienza. Questo

effetto deviante che la randa ha sul fiocco provoca anche un cambiamento favorevole della direzione del vento che investe la vela di prora. Si dice cioè che il vento sul fiocco ridonda, da buono, viene più da poppa rispetto al vento normale, e la barca quindi riesce a fare una bolina più stretta. L'angolo di incidenza delle linee di flusso che investono il fiocco è maggiore di quello formato dalle linee di flusso che investono la randa.

Ed è per questo motivo che la randa a segno è sempre più cazzata del fiocco. Infatti, se proviamo a navigare di bolina, prima con la sola randa e poi con tutte e due le vele, ci accorgiamo che alzando anche il fiocco, riusciamo a risalire meglio il vento. Non perchè il fiocco, preso da solo, sia la vela più efficiente, (una barca con il solo fiocco stringe il vento meno di una con la sola randa). È la presenza della randa, regolata opportunamente, che determina la maggiore efficienza della vela di prora. L'efficienza del fiocco dunque, viene incrementata con la presenza della randa. Quindi la randa fa lavorare meglio il fiocco.

Inoltre l'effetto positivo della randa sul fiocco, è maggiore di quello negativo che questo ha sulla randa. Il limitato decremento di efficienza che la randa ha, accoppiata con il fiocco, è dovuto al fatto che fra le due vele passa poca aria e quindi il "risucchio" sottovento alla randa è minore.

Da un altro punto di vista, però, questo effetto indesiderato, rende più ordinate le linee di flusso che passano sottovento alla randa, diminuendo le possibilità di stallo (rottura del regime laminare del flusso, formazione di vortici, e conseguente riduzione d'efficienza). Ovvero, il poco vento che passa tra le due vele frena vicino all'albero (le linee di flusso sono più distanziate), e questa riduzione di velocità abbassa le probabilità della formazione di turbolenze da parte delle linee di flusso che passano così più dolcemente tra randa e fiocco.

Un altro fenomeno che riguarda l'interazione fra le due vele è conosciuto da molti velisti come sventamento della randa ad opera del fiocco. Questo è un modo di dire poco appropriato, perchè dà l'idea di un flusso d'aria che urta contro il fiocco e rimbalza sul lato sottovento della randa. La tendenza che ha la randa (quando è accoppiata al fiocco) di riempirsi al contrario nella zona vicino all'albero, è dovuta semplicemente alla minore velocità che ha l'aria, passandole sottovento. Il calo di velocità, come abbiamo già visto, si traduce in una maggiore pressione che può portare la randa a gonfiarsi al contrario in prossimità della caduta prodiera.

Questo effetto indesiderato, che il fiocco esercita sulla randa, è spesso imputabile al fatto che, di bolina stretta, si tende a cazzare troppo la vela di prora. Molte volte tuttavia, grazie alla maggiore efficienza della vela di prora (quando è accoppiata alla randa), le barche risalgono meglio il vento con il fiocco molto cazzato e la randa leggermente sventata.

REGOLARE LE VELE

Abbiamo visto che esiste una simmetria tra aerodinamica e idrodinamica, nel movimento di una barca a vela. Quindi, per navigare più veloci, è importante occuparsi, oltretutto della regolazione fine delle vele, anche dell'assetto della barca, per adattare al meglio le forme dell'opera viva alle diverse direzioni e intensità dei flussi d'acqua che la investono.

Per curare l'idrodinamica degli scafi comuni, si dovrà prestare la massima attenzione alla distribuzione dei pesi a bordo ed alla regolazione della deriva (ove possibile) e del timone che, come abbiamo già detto, devono essere corretti ogni qualvolta si cambi andatura o muti l'intensità del vento. Ma occupiamoci delle vele, per le quali invece possiamo fare molto di più: regolare bene il loro angolo di incidenza con il vento, il loro svergolamento e la loro convessità.

ANGOLO DI INCIDENZA

È l'angolo acuto rappresentato dal prolungamento della corda della vela con la direzione del vento apparente, che sarà diverso per ogni andatura ed è approssimativamente uguale alla metà dell'angolo formato dalla prora con la direzione del vento.

Il corretto angolo di incidenza viene ottenuto modificando la prora orzando o poggiando, oppure bordando o lasciando le vele.

Le figure 9,10,11 rappresentano alcuni casi limite di angolo di incidenza del vento sulle vele.

Bolina-

piccolo angolo di incidenza (15° - 30°)

La vela lavora in regime di portanza, pressione sopravvento e depressione sottovento causata dallo scorrimento laminare.

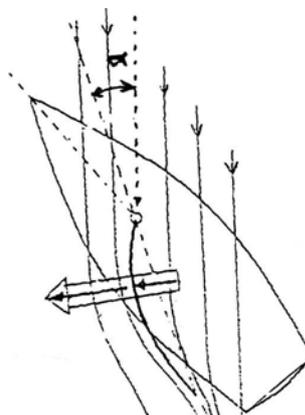


Fig.9

Traverso-

Più ampio angolo di incidenza che risulta $> 30^{\circ}$.

La vela inizia a lavorare in regime misto, ancora laminare sopravvento ma con distacco del flusso sul bordo di uscita sottovento (creazione di vortici)

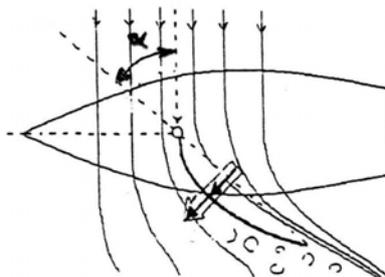


Fig.10

Poppa-

Angolo di incidenza prossimo a 90°

La vela lavora in regime di stallo sul lato sottovento. Sopravento siamo in regime di resistenza.

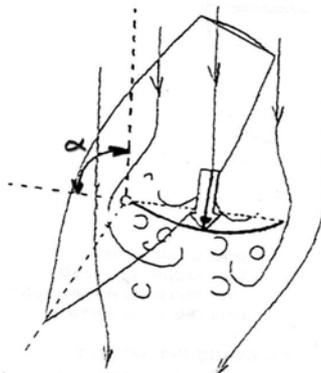


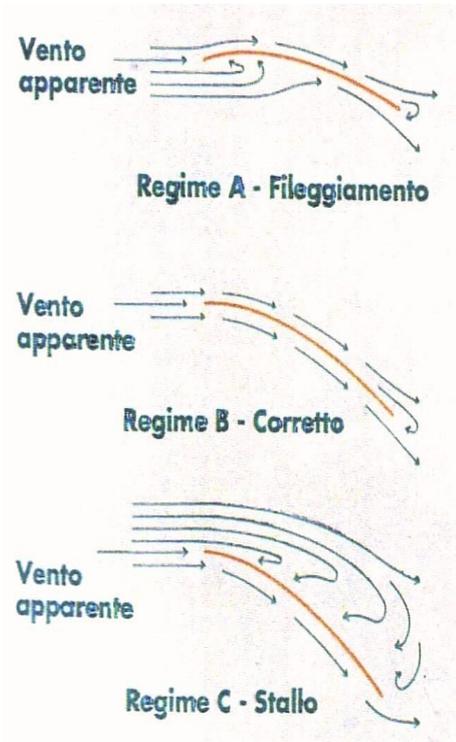
Fig.11

I TELL TALES

Nel regime laminare, la vela correttamente regolata deve deviare le linee di flusso d'aria, piegarle, senza però spezzarle o interromperle in modo brusco evitando formazione di vortici.

Il controllo dello scorrimento laminare è determinato dai telltales, dei fili di lana segnavento applicati sui due lati della caduta prodiera della vela di prua e qualche volta anche lungo la balumina (specie delle rande).

Grazie ad essi, nelle andature che vanno dalla bolina a poco dopo il traverso, possiamo visualizzare, istante per istante, il tipo di flusso sulle vele: se è regolare, quindi più o meno laminare, o se a contatto con le vele si rompe bruscamente distaccandosi dalla superficie e formando delle turbolenze. (Fig.12-13-14)

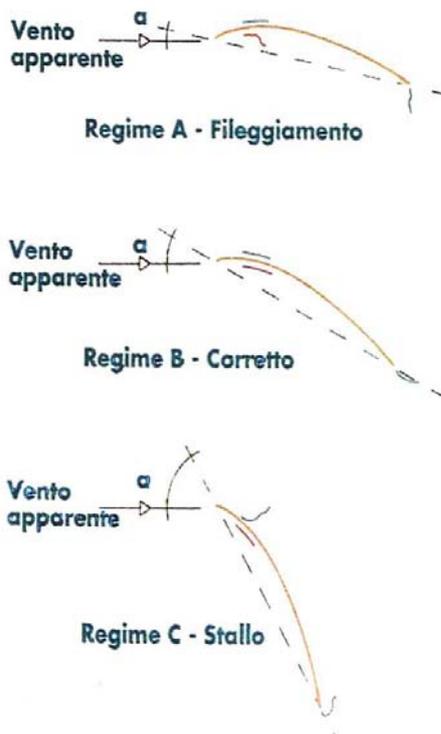


Regime A-la superficie ha appena iniziato a sviluppare portanza e si ha separazione di flusso sul lato sopravvento della vela.

Regime B-si ha la massima portanza. Il flusso è regolare e aderente su entrambi i lati della vela

Regime C-il flusso corrisponde a una situazione di stallo in cui avviene una separazione sulla maggior parte del lato sottovento della vela.

Fig.12



Regime A - Fileggiamento chiuso, t/t sottovento oscillante verso l'alto.

quando si porta la rispetto alla

Regime B - Corretto corretto, t/t regolari allineato col flusso. regolazione della vela

Regime C - Stallo vento troppo sopravvento regolare, naviga con una rotta

Regime A- Angolo di incidenza troppo regolare e t/t sopravvento oscillante t/t di balumina tende sopravvento. E' una situazione che si verifica barca con una rotta troppo all'orza regolazione della vela.

Regime B- Angolo di incidenza sui due lati della vela, t/t di balumina Condizione ottimale tra rotta e

Regime C- Angolo di incidenza del aperto, t/t sottovento oscillante, t/t filetto di balumina diretto sottovento. Condizione che si presenta quando si troppo poggiate rispetto alla regolazione della vela.

Fig.13

Cerchiamo di farci un quadro delle reazioni da adottare quando vediamo un segnamento oscillare irregolarmente.

Si può: spostare la barra dalla parte verso cui tende a orientarsi il tell tale (puggiare o orzare) o regolare le scotte nella sua direzione (cazzare se il telltale tende sopravvento, lasciare se questo tende sottovento).

I telltales, inoltre, ci saranno utili quando, navigando di bolina stretta, vogliamo risalire al massimo il vento, orzando fino al limite dell'angolo morto. Per verificare tale limite possiamo guardare il tell-tail di sopravvento che, con largo anticipo, ci indicherà quando stiamo orzando troppo. Questo ci eviterà di ricorrere a continue «nasate» nel vento, che inevitabilmente fanno perdere velocità.

Poiché più si sale di quota più il vento aumenta di intensità, perché incontra meno la resistenza d'attrito con il mare, sarebbe giusto prevedere almeno tre serie di segnamento disposte a uguali distanze verticali, per controllare il flusso d'aria sull'intera superficie della vela.

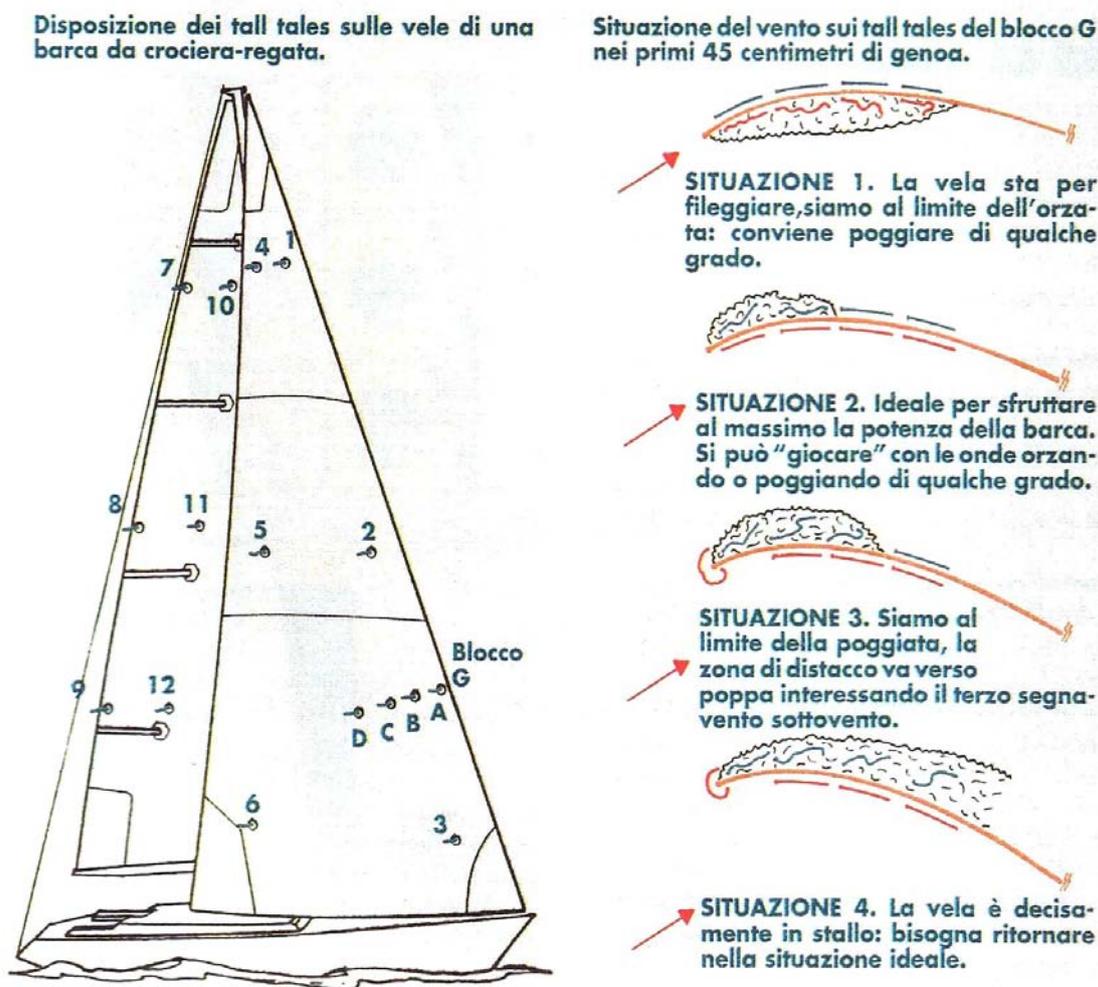


Fig.14

SVERGOLAMENTO DELLA VELA

L'aumento del vento rispetto alla barca in movimento provoca anche un cambiamento della sua direzione. Quindi, più si sale lungo la vela e più il vento, oltre ad aumentare, ridonda (viene cioè meno da prora e ha un angolo di incidenza maggiore sulla vela).

Si può infatti, osservando da poppa, che i profili delle balumine delle vele si aprono man mano che si sale verso l'alto.

Lo svergolamento di una vela quindi, indica il diverso angolo di incidenza del vento sulla stessa, visto a diverse sezioni in altezza.

Una balumina chiusa indica che tutte le sezioni della vela hanno lo stesso orientamento, mentre una balumina che si apre man mano che sale in altezza, indica che le sezioni via via superiori sono meno bordate. Le figg. 15,16,17 chiariscono il concetto.

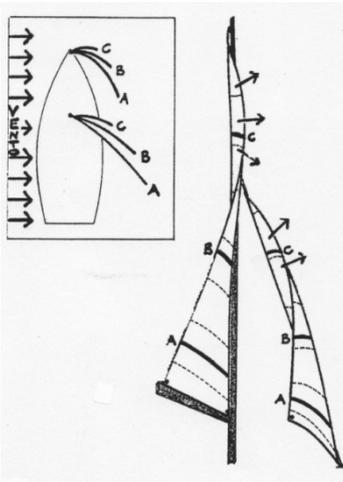


Fig.15

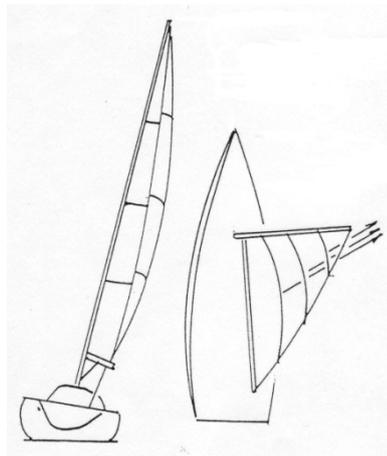


FIG.16

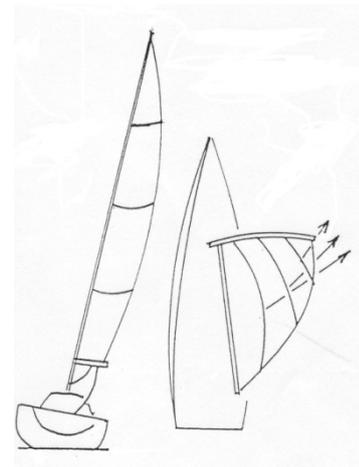


Fig.17

Balumina chiusa:

- minore efficienza della vela
- maggiore potenza
- maggior sbandamento
- possibilità di stallo

Balumina aperta:

- minore potenza
- minore sbandamento

CONCAVITÀ DELLA VELA E SUA POSIZIONE

Per regolare bene la concavità della vela ovvero aumentarne la «pancia» per avere più potenza con poco vento e nelle andature portanti, o smagrirla per conferirle meno potenza con vento forte e nelle andature strette, possiamo intervenire con varie regolazioni.

La freccia (distanza che c'è tra la corda della vela e il punto di tessuto che più le si allontana, diciamo la «pancia» massima) è un indice della convessità della vela e quindi della sua potenza.

Quando ingrassiamo una vela per conferirle più potenza, oltre ad aumentare la spinta propulsiva, aumentiamo anche lo sbandamento e quindi lo scarroccio della barca. L'entità della freccia ci interessa, dunque, anche per mantenere un giusto angolo di sbandamento.

Facciamo un esempio. Supponiamo di essere di bolina con le vele correttamente regolate e di accorgerci però che l'angolo di sbandamento è eccessivo (il peso dell'equipaggio, sporto sopravvento, non è sufficiente). Possiamo ridurre lo sbandamento orzando, ed a questo punto la vela inizia a sventare e con lei il telltale sul lato sopravvento. Per tornare ad un flusso regolare, conservando la velocità ma anche uno sbandamento ridotto, possiamo appiattire la vela.

Analogamente, su una barca a vela in difetto di potenza, possiamo puggiare un pò per avere un angolo con il vento più favorevole.

Così facendo però aumentiamo sì la spinta propulsiva, ma anche lo sbandamento e quindi lo scarroccio. Fig.18

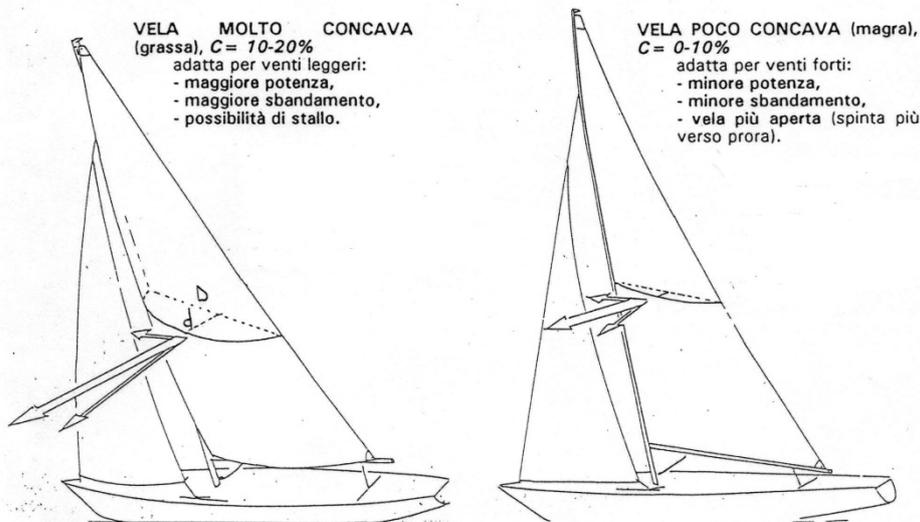


Fig.18

La concavità C o pancia di una vela è il rapporto tra la freccia d (distanza massima della corda dall'arco) e la corda D medesima.

$C = d/D$ e si misura in %- es. concavità 10% significa che $d/D = 0,10$.

La concavità è data dal fatto che la vela che ha il lato di inferitura tagliato curvo, viene inferita sull'albero diritto (randa) e su uno strallo diritto (fiocco).

Più concava è una vela, maggiore è la deviazione subita dal vento e maggiore è quindi la spinta che esso cede alla vela. Per mantenere l'entrata tangente al vento, una vela molto concava deve avere un maggior angolo di incidenza ed un minore angolo di boma (vela più bordata al centro).

Oltre all'entità della freccia, ci interessa la sua posizione rispetto alla caduta prodiera, posizione che determina anche la direzione della forza aerodinamica. Questa infatti si sposta verso prora, allo spostarsi della freccia verso il bordo d'entrata, aumentando così la componente propulsiva nella direzione del moto della barca. Fig.19

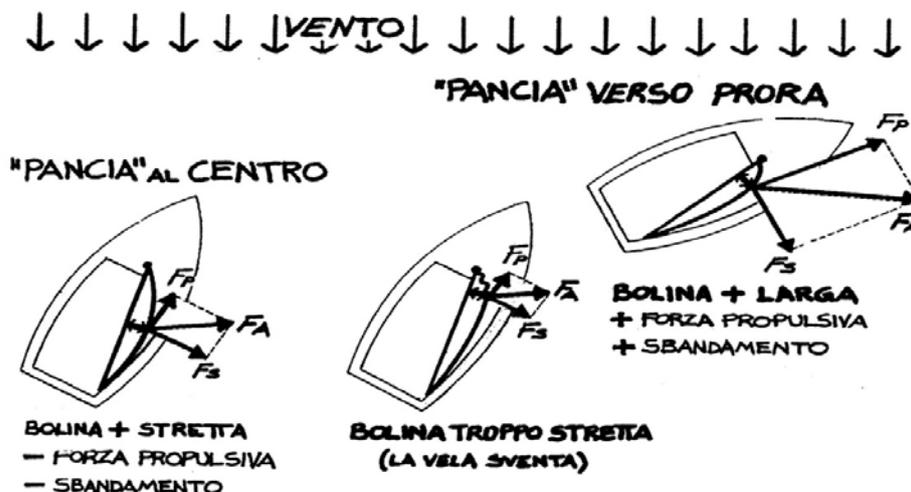


Fig.19

Di bolina una «pancia» più vicina alla caduta prodiera dà più potenza (sbandamento e spinta propulsiva) ma fa stringere meno il vento. Questo perché spostando la pancia in avanti si diminuisce l'angolo di incidenza del vento sulla vela, che così sventa lungo la caduta prodiera. Dobbiamo quindi puggiare un pò, per farla portare correttamente e non perdere velocità. Viceversa, per le stesse ragioni una vela piatta verso la caduta prodiera permette di stringere di più il vento ma rende di meno.

Di bolina bisogna quindi trovare il miglior compromesso tra la potenza da dare alla vela portando la «pancia» in avanti, e il minor angolo rispetto al vento che, in relazione a questa modifica, si riesce a tenere.

Ad esempio, soprattutto con poco vento e con mare formato, si privilegia la potenza della vela (maggiore velocità) rispetto all'angolo di risalita al vento, in quanto le onde prese di prora frenano notevolmente la barca. E ciò ancora di più se stringiamo troppo il vento. Per spostare la posizione della freccia verso la caduta prodiera si mette in tensione la drizza (per la randa si può tesare anche il cunningham). Per spostarla verso il centro, si fa il contrario. Fig.20

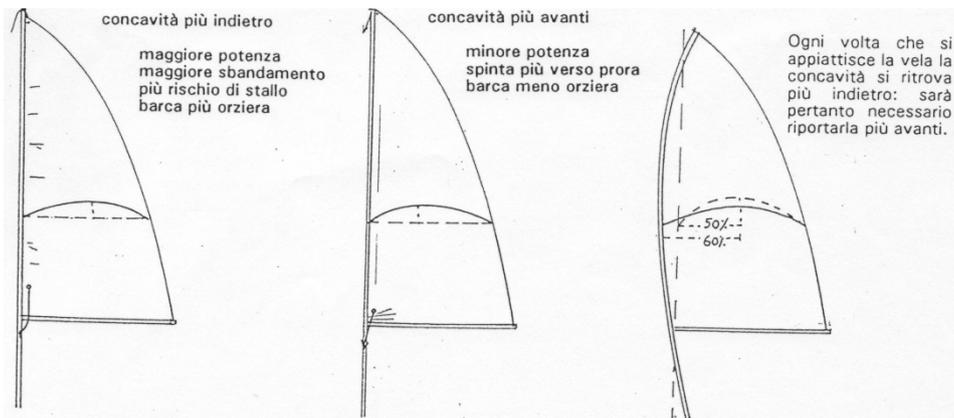


Fig.20

La posizione ottimale della freccia è al 45/50% della lunghezza della corda a partire dall'inferitura (nelle rande) e al 40/45% nei fiocchi.

Se si viene a trovare più avanti si ha una minor spinta del vento, ma più orientata verso prua, mentre se si trova più arretrata, la spinta del vento sarà maggiore, ma orientata più lateralmente e l'uscita del vento dalla vela sarà orientata più sopravvento (possibilità di stallo). Quando il vento rinforza, tende a spostare la posizione della freccia più indietro. (concavità arretrata).

QUANDO E PERCHÈ CAMBIARE IL PROFILO DELLA VELA

Si è detto che più il vento è forte, e più bisogna appiattire la vela e, aggiungiamo ora, aumentare eventualmente un pò lo svergolamento per permetterle di «scaricarsi» in alto. Per smagrire la randa possiamo anzitutto scarrellarla sottovento e cazarla, perché in questo modo la scotta lavora quasi esclusivamente per abbassare il boma (è il carrello in questo caso che regola l'angolo di incidenza del vento). Attenzione però a non esagerare, potremmo ridurre troppo lo svergolamento. Strano a dirsi, con vento forte, e rendendo meno potenti le vele, incrementiamo le prestazioni della nostra barca. Questo perché così facendo, riduciamo lo sbandamento e quindi lo scarroccio.

Al contrario, con vento leggero, bisogna aumentare la convessità e limitare lo svergolamento, per rendere le vele più potenti. Se però il vento è molto debole (0-4 nodi), è bene smagrire di nuovo, perché l'aria muovendosi a bassa velocità tende a staccarsi sottovento alla vela in quanto dovrebbe seguire una curvatura molto marcata, causando un crollo radicale della portanza.

Simili ragionamenti si possono fare in relazione alle andature. Dalla bolina stretta verso la poppa, man mano che veniamo alla puggia, è bene rendere più «panciute» le vele e ridurre lo svergolamento.

Quindi spesso, vorremmo smagrire e nello stesso tempo non ridurre troppo lo svergolamento, o ingrassare e contemporaneamente limitare lo svergolamento della vela. L'unica manovra che mette d'accordo questi nostri desideri, è quella del carrello del fiocco (spostandolo verso poppa, si smagrisce e si svergola la vela, mentre spostandolo verso prora, si ingrassa e si limita lo svergolamento). Ad esempio, se si vuole smagrire la randa tesando la base e/o la drizza, il cunningham, il vang, la scotta (con il carrello sottovento), bisogna ricordarsi che così facendo, riduciamo anche lo svergolamento che magari invece, vorremmo mantenere. E'dunque d'importanza fondamentale, tenere sempre presente



l'interazione fra le varie regolazioni, per trovare il miglior compromesso tra convessità e svergolamento. Tutte le manovre inoltre, collaborano all'effetto finale voluto, ma non tutte con la stessa intensità. E'praticamente impossibile generalizzare e dare consigli precisi, su quali regolazioni fare per raggiungere le massime prestazioni, in tutte le andature. Tenendo presenti gli effetti, principali e secondari, che si ottengono operando su ogni singola manovra, bisogna provare e riprovare, cambiando una sola variabile alla volta, per raggiungere il miglior risultato, verificando di volta in volta gli effetti che questi cambiamenti apportano ai tell-tales sulle vele, e alle prestazioni della barca. Dopo queste numerose prove, ci possiamo fare un'idea sulle diverse regolazioni da apportare alla nostra deriva per ottimizzarne il rendimento.

QUALCHE CONSIGLIO PRATICO

Abbiamo visto che il maggior rendimento del fiocco è dato da una randa efficiente. Quando si interviene sul fiocco, infatti, bisogna quasi sempre intervenire anche sulla randa, e viceversa. Proviamo a mettere a segno il fiocco. Prima di tutto regoliamo la tensione della drizza in base all'intensità del vento. Se notiamo una piega verticale lungo la caduta prodiera, vuol dire che abbiamo tesato troppo la drizza. Allentiamola un pò fino a far sparire la piega. Se invece l'abbiamo allentata troppo, ce ne accorgiamo dallo strallo che va in tensione (con il fiocco alzato è corretto averlo in bando), e dal profilo non rettilineo della caduta prodiera.

Riprendiamo quindi un pò di drizza fino ad eliminare questi difetti. Poi, regoliamo la tensione delle scotte osservando le utili indicazioni fornite dai tell-tales (se ci sono), e ragioniamo sulla posizione del carrello di scotta. Se vediamo sbattere grossolanamente la balumina, occorre diminuire lo svergolamento portando il carrello verso prora (si tende la balumina, diminuisce lo svergolamento e si apre la base). Se invece è la base a sbattere, proviamo col carrello più verso poppa (si tende la base, aumenta lo svergolamento e si apre la balumina). Anche i tell-tales ci possono aiutare per regolare il carrello di scotta, e quindi lo svergolamento. Se alle diverse quote sono tutti regolarmente distesi, è segno che il carrello è nella giusta posizione. Se il filo più alto di sottovento non è a posto, significa che la vela è poco svergolata, e il carrello va spostato verso poppa. Se invece è il filo più basso di sottovento a non essere a posto, significa che la vela è troppo svergolata e il carrello va spostato verso prora.

Capito il funzionamento dei tell-tales, si può fare un analogo ragionamento guardando il filo più alto e quello più basso di sopravvento. In tutti i casi comunque è bene, ogni volta che si sposta il carrello del fiocco, regolare nuovamente la scotta perché, seppure lievemente, il carrello influenza anche l'angolo di apertura della vela.

Proviamo ora a mettere a segno anche la randa. Prima di tutto regoliamo la drizza e il tesabase. Con vento debole e andature strette, per aumentare il grasso, si può tollerare anche qualche grinza lungo la caduta prodiera o lungo la base (questo è possibile perché, a differenza del fiocco, il flusso del vento sulla randa è comunque disturbato dall'albero e dal boma). In poppa queste grinze dovrebbero svanire ma, se per il troppo poco vento, così non fosse, è meglio riprendere un pò di drizza e un pò di tesabase per avere più superficie di vela esposta.

Con vento forte invece, come abbiamo già visto, caduta prodiera e base, devono essere ben tesate. Sarà la solita brutta piega, parallela all'albero o al boma, ad indicarci quando abbiamo esagerato. I tell-tales, che nel caso della randa, sono applicati quasi sempre solo lungo la balumina (perché il flusso dell'aria sul bordo d'entrata è meno cruciale), servono anche, come abbiamo visto per il fiocco, a controllare lo svergolamento. Se i fili segnamento sono regolarmente distesi, a tutte le quote, la randa ha il giusto svergolamento. Se il filo più alto tende sottovento, e/o quello più basso sopravvento, significa che la randa è poco svergolata. Lo è troppo invece, se è il filo più basso a tendere sottovento, e/o quello più alto sopravvento.

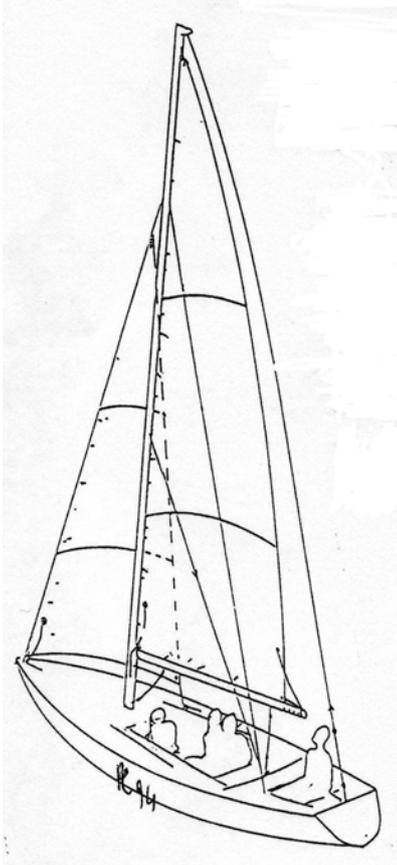
Spendiamo due parole anche per il vang e per il meolo. Il primo, che quasi non viene utilizzato di bolina (se non per stabilizzare il boma con onda formata), messo in tensione nelle altre andature, collabora a smagrire la vela e soprattutto riduce lo svergolamento. Con vento forte, in poppa piena e prima di ogni strambata, è bene non averlo mai troppo tesato, per sollecitare di meno il boma che, passando violentemente sull'altro lato, potrebbe rompersi. Attenzione però a non commettere l'errore opposto: allentandolo troppo prima di strambare, si potrebbe incorrere nella strambata cinese.

Per quanto riguarda invece il meolo (cimetta interna all'orlo della balumina del fiocco, e qualche volta anche della randa), diciamo subito che è bene usarlo con parsimonia, per non rischiare di creare grosse turbolenze al flusso d'aria in uscita.

In generale, si mette in forza solo qualora, nelle andature strette e con vento forte, la balumina sbatta vistosamente (frenando la barca), e non si sia riusciti a fermarla prima con le altre regolazioni. Inoltre si può tentare una lieve tensione del meolo, con poco vento e nelle andature portanti, per creare un pò di «unghia» lungo la balumina e aumentare così il grasso della vela. Oppure nelle andature strette, se il vento è veramente poco, si può provare a mettere leggermente in forza il meolo del fiocco, vela che a differenza della randa non è provvista di stecche e boma, e che in questo modo potrebbe avere una balumina più in forma.

REGOLAZIONE E ASSETTI DI BOLINA

Le indicazioni date sono riferite ad una barca di 8-10mt. con armo a 7/8
Anche se ogni barca ogni vela richiedono specifiche attenzioni, i concetti qui espressi sono comunque applicabili ad ogni imbarcazione.



CON BREZZA LEGGERA (4-8 nodi)

Angolo di incidenza:

2° - 3° meno dell' ottimale, far appena chiacchierare i telltales sopravvento

Concavità:

moderata in bolina stretta
massima in bolina larga

Posizione freccia:

al 35-40% sul fiocco
al 40-45% sulla randa

Svergolamento:

quasi nullo

Albero:

diritto e paterazzo appena puntato per mantenere teso lo strallo

Randa:

scotta non troppo cazzata, boma centrobarca
tesabase allentato, cunningham e drizza appena puntati

Fiocco:

carrello avanti con scotta in leggera tensione
drizza puntata

Equipaggio:

verso prora e barca leggermente sbandata

*CON BREZZA MODERATA (9-15nodi)**Angolo di incidenza:*

2° - 3° meno dell' ottimale

far appena chiacchierare i telltales sopravvento

Concavità:

moderata-piatta

Posizione freccia:

al 35-40% sul fiocco

al 40-45% sulla randa

Svergolamento:

minimo-medio

Albero:

paterazzo in moderata tensione per flettere l'albero

Randa:

scotta ben puntata, carrello leggermente

sottovento. Tesabase in

forza, cunningham e drizza in forza

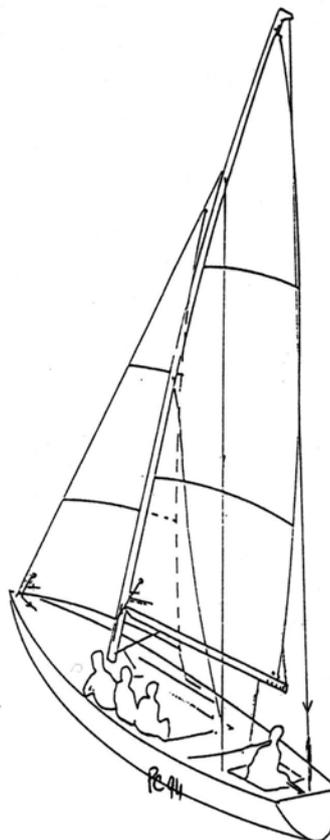
quanto basta per riportare il grasso al suo posto

Fiocco:

carrello medio e scotta benpuntata

Equipaggio:

progressivamente verso poppa e sopravvento

*CON VENTO FRESCO (15 -25 nodi)**Angolo di incidenza:*

2° - 3° meno dell' ottimale

Concavità:

vele magre quanto basta per ridurre lo sbandamento

Posizione freccia:

al 35 - 40% sul fiocco

al 40 - 45% sulla randa

Svergolamento:

moderato

Albero:

più curvo possibile, paterazzo in forza

Randa:

carrello sottovento

tesabase, cunningham e drizza in forza

prendere la manina ed eventualmente mano di terzaroli

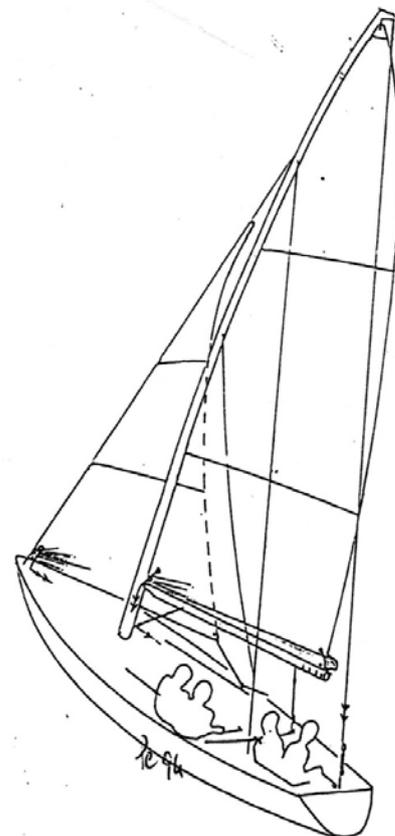
Fiocco:

fiocco 2, barberhauler in fuori di 5 - 10cm

scotta in forza

Equipaggio:

verso poppa e più sopravvento possibile



ULTERIORI REGOLAZIONI

CON BAVA DI VENTO (<2 nodi): La concavità della vela può dare stallo sottovento. Tenere quindi le vele più piatte come per vento forte.

IN PRESENZA DI ONDA: con ogni vento, tenere la parte alta della vela più piatta e più aperta del necessario e la parte bassa più concava e potente del necessario. (più tensione al paterazzo, scotte più allentate, carrello randa più sopravvento, maggiore svergolamento) mantenendo una bolina più larga di 5-10°. Mettere in tensione lo stralzo per evitare il pompaggio dell'albero.

REGOLAZIONE E ASSETTI AL LASCO

Con vento al traverso e lasco le vele, compreso lo spinnaker, lavorano in regime di portanza con flusso laminare sottovento; valgono pertanto gli stessi criteri generali circa la concavità delle vele, la sua posizione e la apertura della balumina.

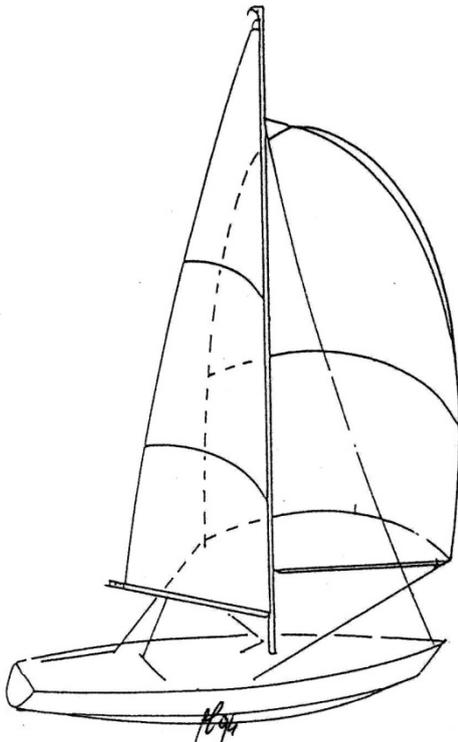
Lo spinnaker deve essere considerato quindi come un fiocco ovvero:

spostando in avanti il passascotte si chiude il bordo di uscita dello spi, (balumina); abbassando il tangone si tesa il bordo di entrata e si sposta in avanti la concavità (effetto Cunningham).

L'angolo di incidenza dello spi si modifica con l'orientamento del tangone: con vento al traverso deve essere di massima aperto di 15° dalla prora; con il vento in poppa deve essere aperto di 90°.

Le bugne dello spi vanno mantenute mediamente alla stessa altezza.

CON BREZZA LEGGERA E TESA(4-12 nodi)



Angolo di incidenza:

30/50°

Concavità:

massima

Posizione freccia:

al 45-50% per la randa

al 40% per il fiocco

al 30-40% per lo spi

Svergolamento:

da minimo a medio

Albero:

diritto e paterazzo appena puntato

per mantenere teso lo strallo.

Randa:

Vang in forza per mantenere minimo lo

svergolamento. Tesabase allentato,

cunningham o drizza appena in forza

Fiocco:

barberhauler al massimo

Spi: Strallato quanto basta: con andatura

al traverso il tangone posizionato a 15°

circa dallo strallo e abbassato per

portare il grasso dello spi il più avanti

possibile. Balumina aperta (passascotte

più arretrato) e drizza allentata di 10 cm.

Equipaggio:

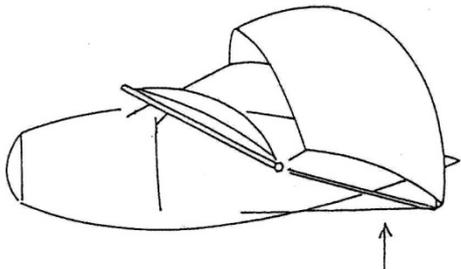
verso centro-poppa e posizionato

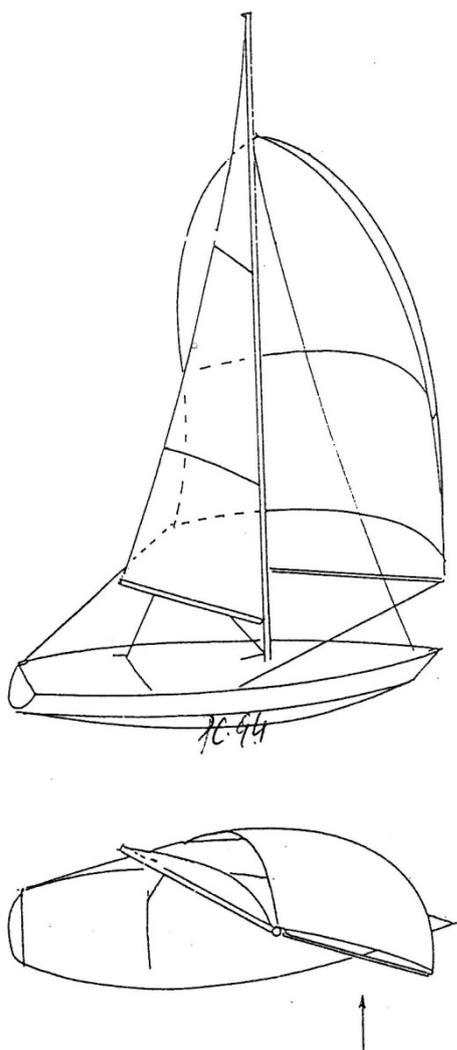
sopravvento.

Rotta:

anticipare raffica poggiando e lasciarsi poi

riportare in rotta.





CON VENTO MODERATO-TESO(12-20 nodi)

Angolo di incidenza:

30°/50°

Concavità:

media

Posizione freccia:

al 40-50% per la randa

al 40% per il fiocco

al 30-40% per lo spi

Svergolamento:

ampio

Albero:

Dritto e paterazzo appena puntato per mantenere teso lo strallo.

Randa:

Con mano di terzaroli, vang allentato per dare svergolamento quanto basta, tesabase in tensione, drizza o cunningham appena in forza.

Fiocco:

Carrello indietro e barberhauler al massimo.

Spi: da vento medio-forte, strallato

quanto basta: con andatura al traverso tenere il tangone a 15° dallo strallo e abbassato per portare il grasso dello spi più a prua possibile. Balumina aperta (passascotte più indietro), drizza tutta in forza.

Equipaggio: verso poppa e posizionato sopravvento.

Rotta: anticipare la raffica poggiando e riportarsi poi all'orza in rotta.

ULTERIORI REGOLAZIONI

CON BAVA DI VENTO: per la concavità eccessiva lo spi può andare in stallo; inoltre se ci fosse onda, lo spi potrebbe incaramellarsi sullo strallo.

IN PRESENZA DI ONDA: con qualsiasi vento, mantenere le balumine più aperte e imbrigliarlo per non farlo oscillare.

REGOLAZIONI E ASSETTI IN POPPA

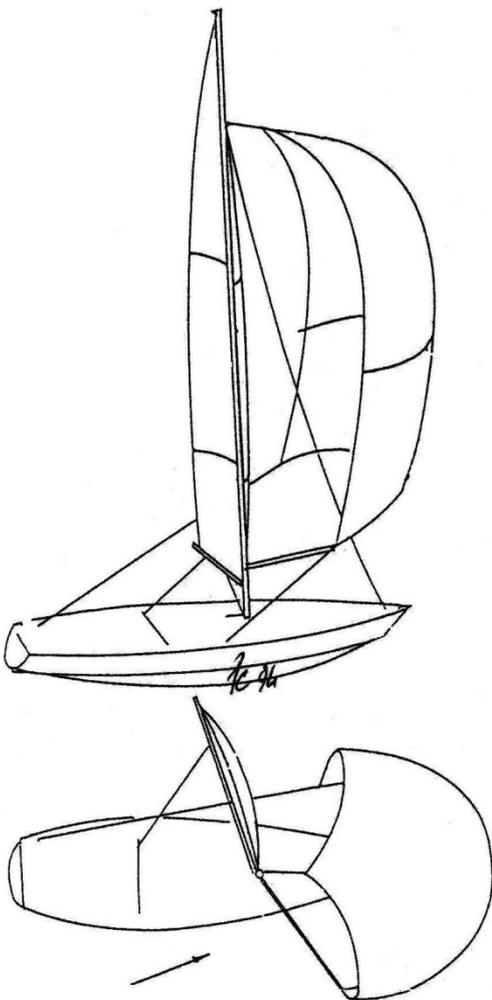
Con vento in poppa le vele normali lavorano in regime di spinta e quindi la turbolenza sottovento influenzerà negativamente l'efficienza dello spinnaker. Per contro lo spi ha una forma semisferica che permette all'aria di entrare dall'alto e uscire dal basso, mantenendo il flusso sulla vela in modo laminare e quindi, farla lavorare in regime di portanza.

Una rotta al giardinetto-granlasco sarà senz'altro più veloce di una rotta in poppa, soprattutto quando il vento è leggero, ed un percorso giardinetto-virata in poppa-giardinetto permetterà di arrivare prima che non con un percorso diretto con andatura in poppa.

Se il vento è forte è invece preferibile una rotta diretta.

Sotto raffica si dovrà usare una tecnica opposta a quella della bolina, poggiando sulla raffica e orzando quando la stessa cessa.

In poppa con onda e soprattutto con lo spi, questo tenderà ad oscillare ampiamente: sarà opportuno quindi tenerlo a "briglie strette", con scotta, braccio e drizza più cazzati e con caricabasso a ferro).



*CON VENTO LEGGERO E MODERATO
(Reale 4-16-Nodi Apparente 1-10 Nodi)*

Concavità:
normale

Posizione freccia:
al 50%

Svergolamento
nullo

Angolo di incidenza:
randa 90°
tangone 20° verso prora

Albero:
dritto, paterazzo in bando

Randa:
vang in tensione,
cunningham allentato
drizza normale.

Spinnaker:
Il più lontano possibile dalla randa.
tangone regolato per tenere il grasso nella direzione di avanzamento.

Equipaggio:
a centro barca e un po' sopravvento

CON VENTO DA MODERATO A TESO
(Reale oltre 16 Nodi-Apparente oltre 10 Nodi)

Concavità:

minima

Posizione freccia:

al 50%

Svergolamento:

minimo

Angolo di incidenza:

randa 50°-60°, per evitare che il boma si appoggi
in acqua e per evitare che la randa vada in portanza
aumentando l'oscillazione sopravvento.

tangone da 0° a 10° verso prora

Albero:

diritto, paterazzo in bando

Randa:

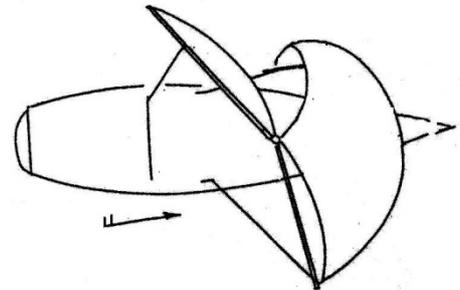
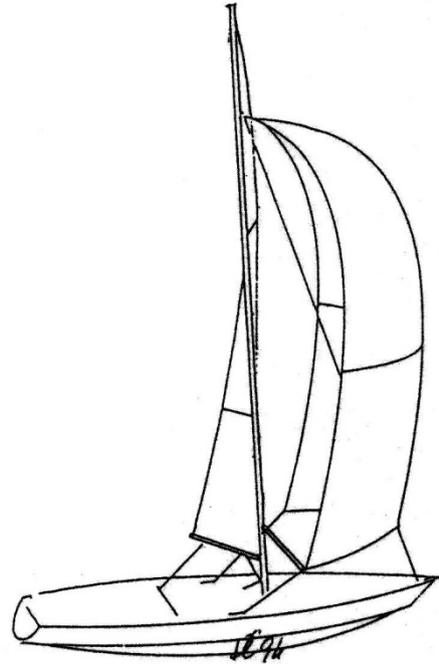
vang allentato, tesabase in tensione e cunningham
allentato

Spinnaker:

il più lontano possibile dalla randa

Equipaggio:

a poppa e sopravvento



ULTERIORI REGOLAZIONI

CON BAVA DI VENTO E ONDA: Lo spi porta male e sono alte le possibilità che si formino caramelle, afflosciandosi sullo strallo nascosto dalla randa.

E' opportuno tenere un'andatura più all'orza, tanto quanto basta a far portare lo spinnaker.



LA DIDATTICA DELLA REGOLAZIONE DELLE VELE

Nel 2° livello precrociera l'addestramento alla corretta regolazione delle vele deve essere iniziato subito dopo gli esercizi di richiamo dei fondamentali della vela (virare-strambare-etc).

Sarebbe opportuno effettuare la prima lezione in banchina, facendo osservare gli aspetti pratici delle regolazioni; alle sedi serali verranno lasciati gli approfondimenti teorici.

CONCAVITA':

Mostrare come si aumenta o diminuisce la concavità della randa, agendo sul tesabase e sulla curvatura dell'albero, e del fiocco, intervenendo sul carrello del fiocco e sulla scotta.

Spiegare quando la vela deve essere più grassa e perché.

POSIZIONE DELL'FRECCIA:

Mostrare come si sposta in avanti la concavità della vela agendo sul cunningham o sulle drizze.

Mostrare come curvando l'albero per smagrire la vela la concavità si sposta indietro e deve pertanto essere riportata in avanti.

Spiegare gli effetti negativi di una concavità spostata indietro.

INCIDENZA:

Fare osservare i segnavortici (telltales) del fiocco nelle tre condizioni di angolo di incidenza troppo stretto, troppo largo e corretto.

Illustrare come reagire per mantenere il corretto angolo di incidenza nel caso si navighi di bolina e nel caso si navighi con andatura diversa dalla bolina.

Fare osservare che i segnavortici sono attendibili solo nelle andature dalla bolina al traverso e che nelle andature portanti l'angolo di incidenza deve essere circa la metà dell'angolo al vento (angolo compreso tra la direzione del vento e la prora della barca)

SVERGOLAMENTO:

Far notare come, agendo sul vang, si modifica lo svergolamento della randa e agendo sul carrello del fiocco, si modifica lo svergolamento del fiocco.

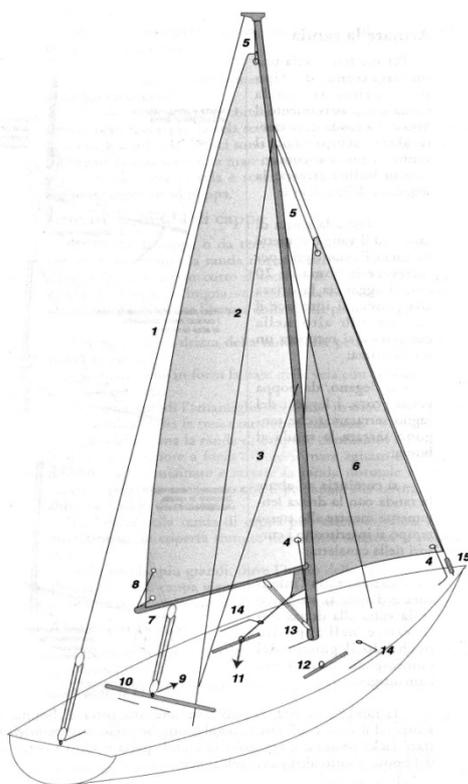
Illustrare il funzionamento dei segnavortici in uscita della randa.

Fare osservare che i segnavortice della randa devono essere utilizzati solo nelle andature a risalire e che nelle andature al lasco lo svergolamento deve essere leggermente superiore a quello che si ha di bolina.

ESERCIZI A MARE:

Ogni andatura ed ogni momento di navigazione sono di per se esercizi.

Gli allievi devono pertanto abituarsi ad osservare con continuità l'assetto dei 4 parametri della regolazione delle vele e a modificarli al fine di ottenere le corrette regolazione.



MANOVRE PER LA REGOLAZIONE E LORO FUNZIONI

- 1- *Paterazzo*: curva la parte medio alta dell'albero ed appiattisce la parte superiore della vela, apre la balumina. Va quindi tesato di bolina con vento forte, per ridurre la potenza e lo sbandamento, e con bava di vento per appiattire la vela e ridurre lo stallo. Tesando il paterazzo si mette in tensione, soprattutto nell'armo in testa d'albero, lo strallo di prora, riducendo la catenaria che risulta dannosa di bolina. Nelle andature al lasco, viene allentato per consentire all'albero di raddrizzarsi e rendere la vela più concava
- 2- *Sartia volante alta*: nell'armo frazionato mette in tensione lo strallo di prora per ridurre la catenaria e migliorare l'efficienza del fiocco nell'andature di bolina. Nelle andature portanti viene allentato per spostare in avanti la parte superiore dell'albero.
- 3- *Sartia volante bassa*: raddrizza l'albero per rendere più concava la randa in bolina quando il vento è leggero, e nelle andature portanti.
- 4- *Cunningham*: tesa l'inferitura della randa per spostare in avanti il grasso in bolina quando il vento rinforza. Lo si allenta nelle andature portanti.
- 5- *Drizza*: ha le stesse funzioni del cunningham.
- 6- *Stralutto*: (Solo nell'armamento in testa d'albero)- viene impiegato insieme al paterazzo per curvare l'albero; si usa soprattutto in presenza di onda anche in andature portanti per evitare il pompaggio dell'albero.
- 7- *Tesabase*: appiattisce la parte bassa della vela, apre la parte inferiore della balumina, sposta avanti la concavità.
- 8- *Manina o mezza mano*: appiattisce la randa e riduce un poco di vela.
- 9- *Scotta di randa*: oltre a modificare l'angolo di incidenza, chiude ed apre la balumina.
- 10- *Carrello di randa o trasto*: permette di variare l'angolo di incidenza senza modificare la regolazione della scotta.
- 11- *Scotta di fiocco*: regola l'angolo di incidenza del vento sul fiocco e contemporaneamente anche la concavità e lo svergolamento.



- 12-*Carrello del fiocco***: sposta la posizione del passascotte per modificare la concavità e lo svergolamento del fiocco
- 13-*Vang***: mantiene basso il boma e chiude la balumina; nelle andature in poppa tiene basso il boma per evitare che si alzi con la pressione del vento sulla randa, controllando lo svergolamento della vela.
- 14-*Barberhauler***: sposta all'esterno la scotta del fiocco per variare l'angolo di incidenza senza modificare la concavità della vela.
- 15-*Arridatoio di strallo***: consente di spostare avanti e indietro la parte alta dell'albero per variare la posizione del centro velico.