

IL RUOLO DEL NAVIGATORE NELLE REGATE A BASTONE E DI ALTURA

Relatore: Alessandro Alberti



SCOPO DELL'INCONTRO.

Il Navigatore; chi è e cosa ci si aspetta da lui.

Oggigiorno qualsiasi barca d'altura dispone di una rete integrata di strumenti in grado di fornire tutti i dati riguardanti la propria posizione, le prestazioni della barca e le condizioni ambientali.

In aggiunta, molto spesso, vengono usati programmi per computer che, interfacciati con la suddetta strumentazione, sono in grado di monitorare costantemente il livello della prestazione di barca ed equipaggio, fornendo un grosso numero di informazioni aggiuntive determinanti per una corretta conduzione dell'imbarcazione.

Le barche che vincono sono quelle che riescono a sfruttare al meglio queste informazioni.

Per questi motivi, negli ultimi 15 anni, di pari passo con lo sviluppo dell'elettronica, è comparsa, a bordo delle imbarcazioni più grandi, una nuova figura, il navigatore, colui cioè, che si prende in carico la delicata gestione degli strumenti di bordo e di tutte le informazioni che da essi si possono dedurre.

I COMPITI DEL NAVIGATORE A TERRA.

- Occuparsi della gestione dell'elettronica di bordo:
 - Calibrazione strumenti;
 - Manutenzione impianto.
- Assicurarsi che siano presenti a bordo tutte le carte nautiche e le pubblicazioni previste per la navigazione che si sta affrontando;
- Studiare l'area di regata:
 - comportamento dei venti dominanti;
 - secche e passaggi difficili;
 - correnti e maree (esempio stretto di Messina);
- Fare un'analisi delle previsioni meteo per la/le giornate di navigazione;
- Per le regate d'altura fare una previsione della durata per decidere quanta acqua e cibo imbarcare;
- Partecipare al briefing meteo con l'equipaggio, per decidere quali vele imbarcare;

I COMPITI DEL NAVIGATORE IN REGATA.

PRIMA DELLA PARTENZA.

- Verificare costantemente l'attendibilità dei dati degli strumenti:
 - fare alcune virate e alcune strambate per valutare l'attendibilità della TWD;
 - apportare delle correzioni se necessario.
- Inserire le boe di partenza e di percorso nel programma di navigazione;
- Fare una valutazione, con tattico e stratega, delle possibili scelte in base alle variazioni del vento;
- Fare una previsione, con l'equipaggio, delle vele da usare, la loro sequenza, le possibili manovre in boa.

DURANTE LA REGATA.

- Dare al tattico e al timoniere tutte le informazioni per gestire al meglio la partenza;
- Fornire al tattico le informazioni relative al posizionamento sul campo di regata (distanza alla boa - tempi alle layline destra e sinistra);
- Fornire a timoniere e tailer le informazioni sulle performance della barca;
- Decidere con tattico e tailer la vela giusta per il lato successivo;
- Comunicare all'equipaggio i tempi per preparare la manovra successiva;
- Occuparsi delle comunicazioni con il comitato di regata;
- Compilare eventuali dichiarazioni di osservanza.

DOPO LA REGATA.

- Fare un'analisi delle prestazioni comparate con le polari target.

STRUMENTI DEL NAVIGATORE

Non devono mai mancare;

1. Carte nautiche della zona di regata;
2. Binocolo;
3. Bussola da rilevamento;
4. Block notes;
5. Calcolatrice;
6. Elenco iscritti con rating (nelle regate a bastone meglio la Scratch Sheet);
7. VHF portatile col canale del comitato di regata.

Alcune di queste dotazioni devono far parte del corredo della barca, ma è meglio non fidarsi e controllare che ci siano e che siano funzionanti.

Strumentazione Integrata. Informazioni disponibili.

Con la nascita dei sistemi integrati, si sono moltiplicate le informazioni a disposizione del navigatore.

1. Dati in arrivo dai singoli strumenti/sensori:

- Boat Speed;
- Depth;
- Heading;
- Apparent Wind Speed;
- Apparent Wind Angle;
- Posizione (Lat,Long);
- Speed Over Ground;
- Course Over Ground.

3. Dati elaborati da un sistema integrato:

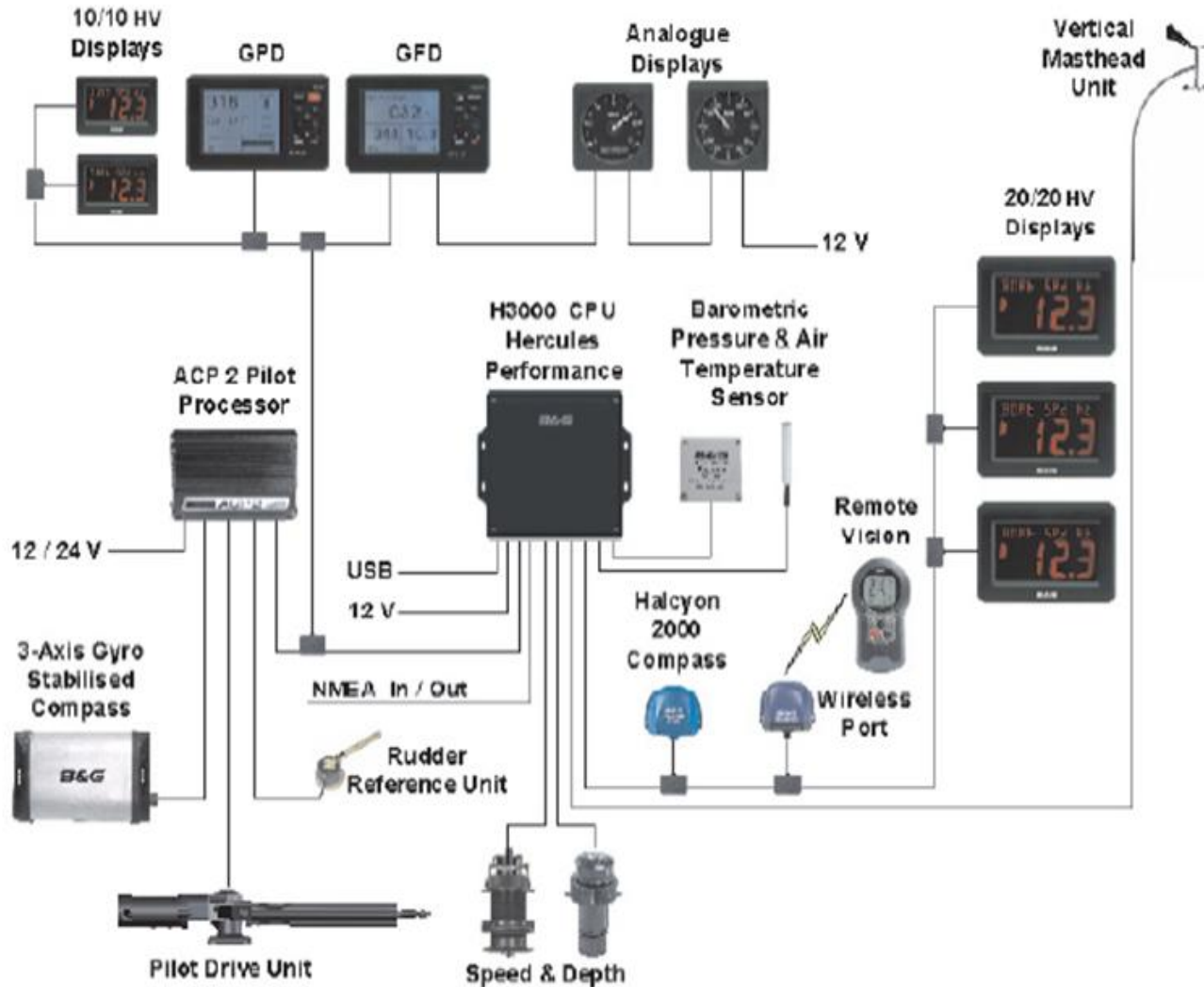
- True Wind Speed;
- True Wind Angle;
- True Wind Direction;
- VMG;
- Set (direzione corrente);
- Drift (intensità corrente);
- Grafico della TWS;
- Grafico della TWD.

5. Dati elaborati da un software di navigazione:

- | | | |
|----------------------------------|---|--|
| –Polar Boat Speed; | - | Distance to Starting Line; |
| –Target Boat Speed; | - | Time to Starting Line (o Time to Burn/Kill); |
| –Target Angle (True & Apparent); | - | Fair Line Wind; |
| –Opposite Tack; | - | Gain Port/Starboard; |
| –Time to LayLines; | - | Percentage of your performance; |
| –Distance to LayLines; | - | Best Sail for the current Leg; |
| –Next Leg TWA; | - | Best Sails for next Legs. |
| –Next Leg Times to LayLines; | - | ROUTAGE. |

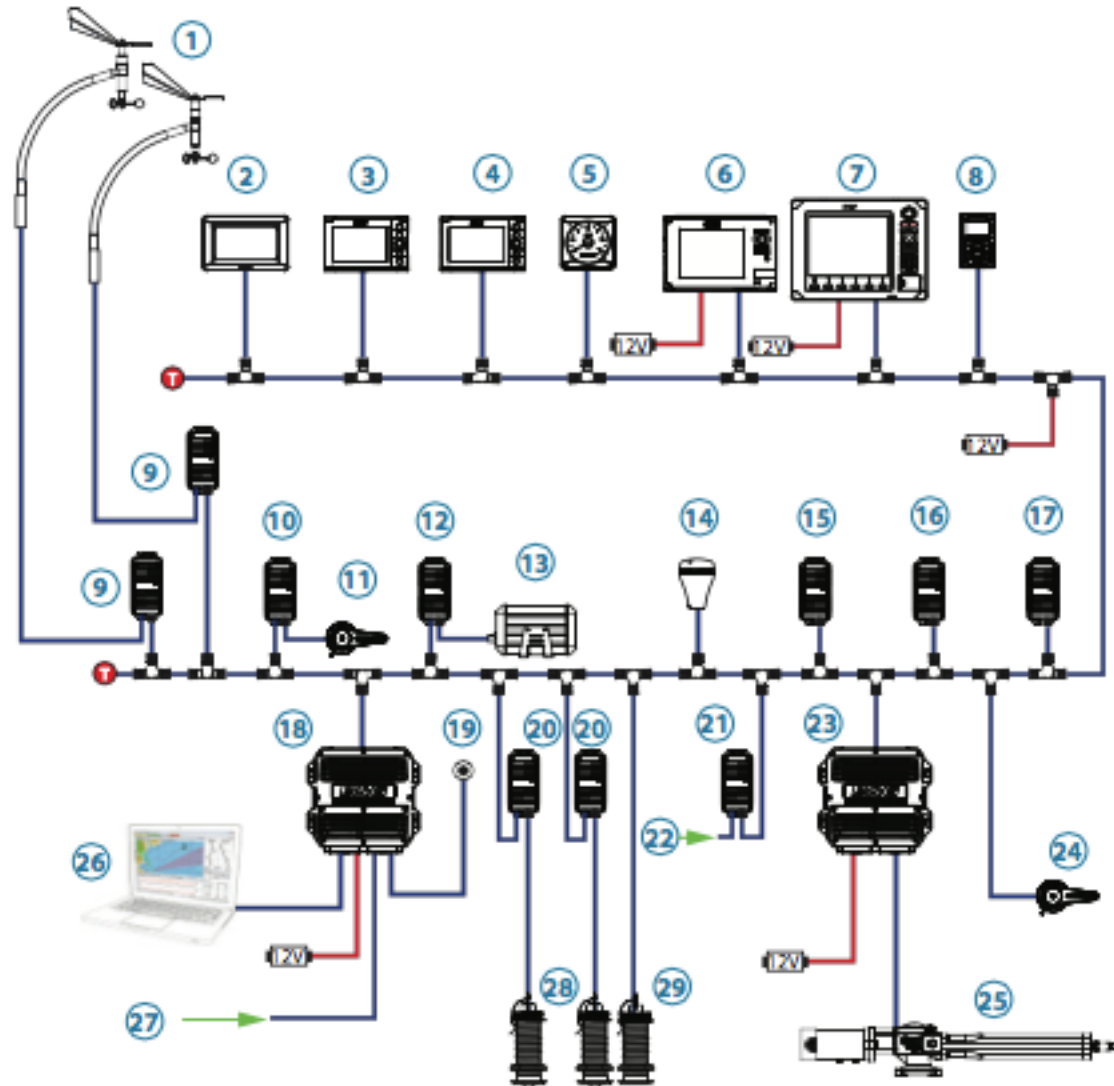
Sistema di strumentazione integrato.

H3000 B&G

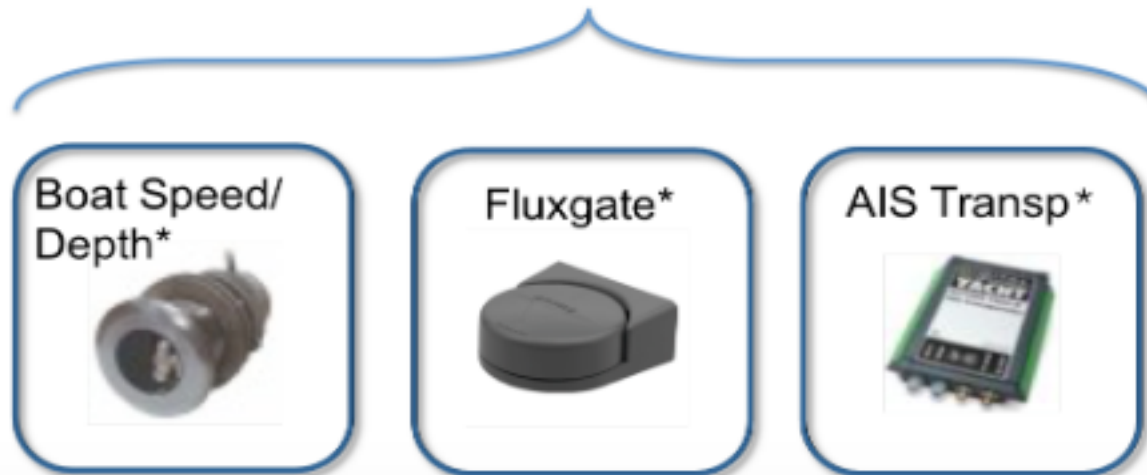


2013. Sistema Completo B&G NMEA2000.

H5000 performance system example



2015. Sistema ESA Instruments.



*OPT

Quanto ci aiuta la navigazione strumentale?

Prendiamo a esempio un percorso a bastone:

- **Partire sulla linea:** 10-20 secondi di vantaggio
- **Navigare sui target:** 2% meno sono 72 secondi/h
- **Evitare troppe virate:** + 2 virate 40 sec
- **Virare esattamente sulla layline:** 20-30 sec per ogni lato del percorso.

Navigazione strumentale: **risparmio di tempo stimato,**
2-4 min. sull'intero percorso.

Cosa significa navigare in Target?

Il termine Target individua un obiettivo, che nel nostro caso è la massima velocità di risalita o di discesa nell'asse del vento.

BOLINA.

Com'è risaputo, non siamo ancora in grado di navigare controvento, ma dobbiamo procedere bordeggiando, con un angolo che varia fortemente con il tipo di imbarcazione, di piano velico, di stato del mare e del vento.

Al variare dell'angolo varia anche la velocità della barca che di solito cresce al crescere del primo.

Ma qual' è la combinazione che ci porta più rapidamente al vento?

Introduciamo il termine VMG che sta a indicare, appunto, la velocità di risalita al vento e si ottiene con la formula:

$$\text{VMG} = \text{BS} * \text{Cos} (\text{TWA})$$

All'aumentare dell'angolo TWA, il coseno diminuisce mentre la BS aumenta; esiste un solo punto, per ogni intensità del vento, che rende massima la VMG, e lo indicheremo con BStgt e TWAgt.

Cosa significa navigare in Target?

POPPA.

A differenza della bolina, in poppa potremmo anche procedere dritti con il vento a 180°, ovvero in poppa piena, come si suol dire nel gergo marinareco. Ma siamo sicuri che sia il modo più veloce per percorrere un lato di poppa? Ovviamente, anche in questo caso la risposta varia con il tipo di imbarcazione, di piano velico, di stato del mare e del vento.

Al variare dell'angolo varia anche la velocità della barca che di solito cresce al diminuire del primo.

Riprendiamo a ragionare in termini di VMG.

$$\text{VMG} = \text{BS} * \text{Cos} (\text{TWA})$$

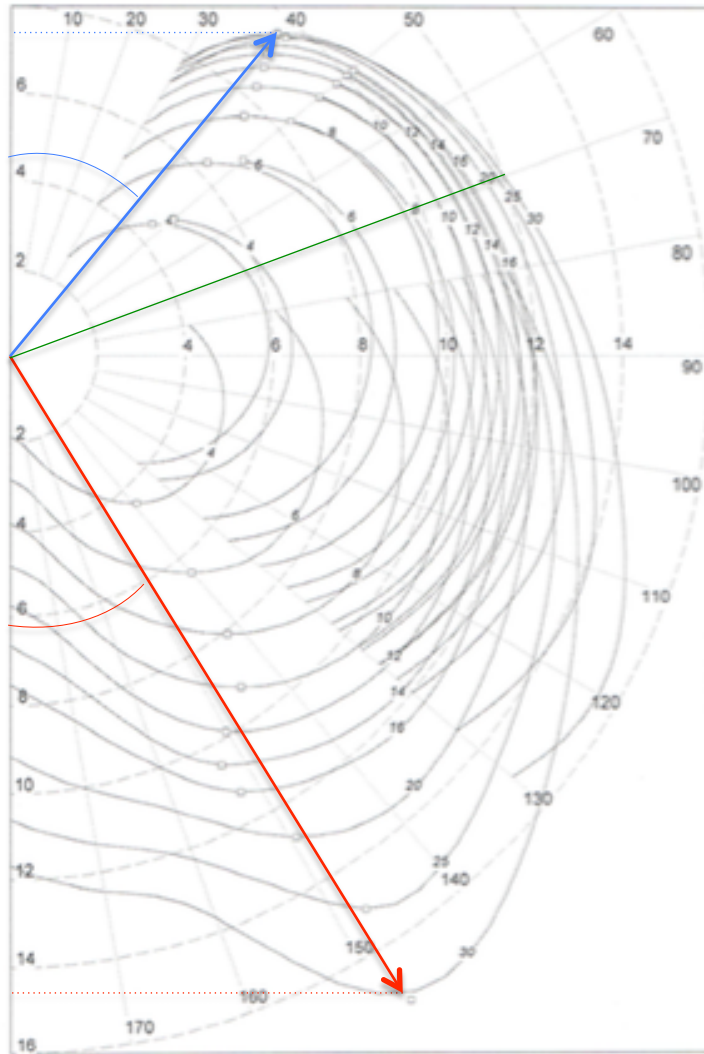
Al diminuire dell'angolo TWA, il coseno diminuisce mentre la BS aumenta; con TWA = 90° il coseno è nullo, quindi la velocità di avvicinamento è anch'essa nulla di conseguenza.

Anche qui esiste un solo punto, per ogni intensità del vento, che rende massima la VMG, e lo indicheremo ancora con BStgt e TWAgt.

Curva polare di un WALLY 80'

Design 435 - Wally 80 Fixed Keel, Standard Rig H:\435\VP\435\FINAL_FIXED_KEEL_STD_RIG_706_OWNER.VPP

Design 435 - Wally 80 Standard Rig, Fixed Keel
For Wally Yachts



Una curva polare, o meglio un insieme di curve polari, sono la rappresentazione grafica delle prestazioni teoriche di un'imbarcazione, fornite dal progettista o stimate dal VPP dell'ORCi.

Per ogni intensità del vento e per ogni andatura, indicano la velocità target dell'imbarcazione.

La massima prestazione in bolina e in poppa si ottiene portando la tangente alla curva sull'asse del vento (asse Y).

TWA target; BS target BOLINA

TWA target; BS target POPPA

Tablelle polari per la VMG di un Farr30.

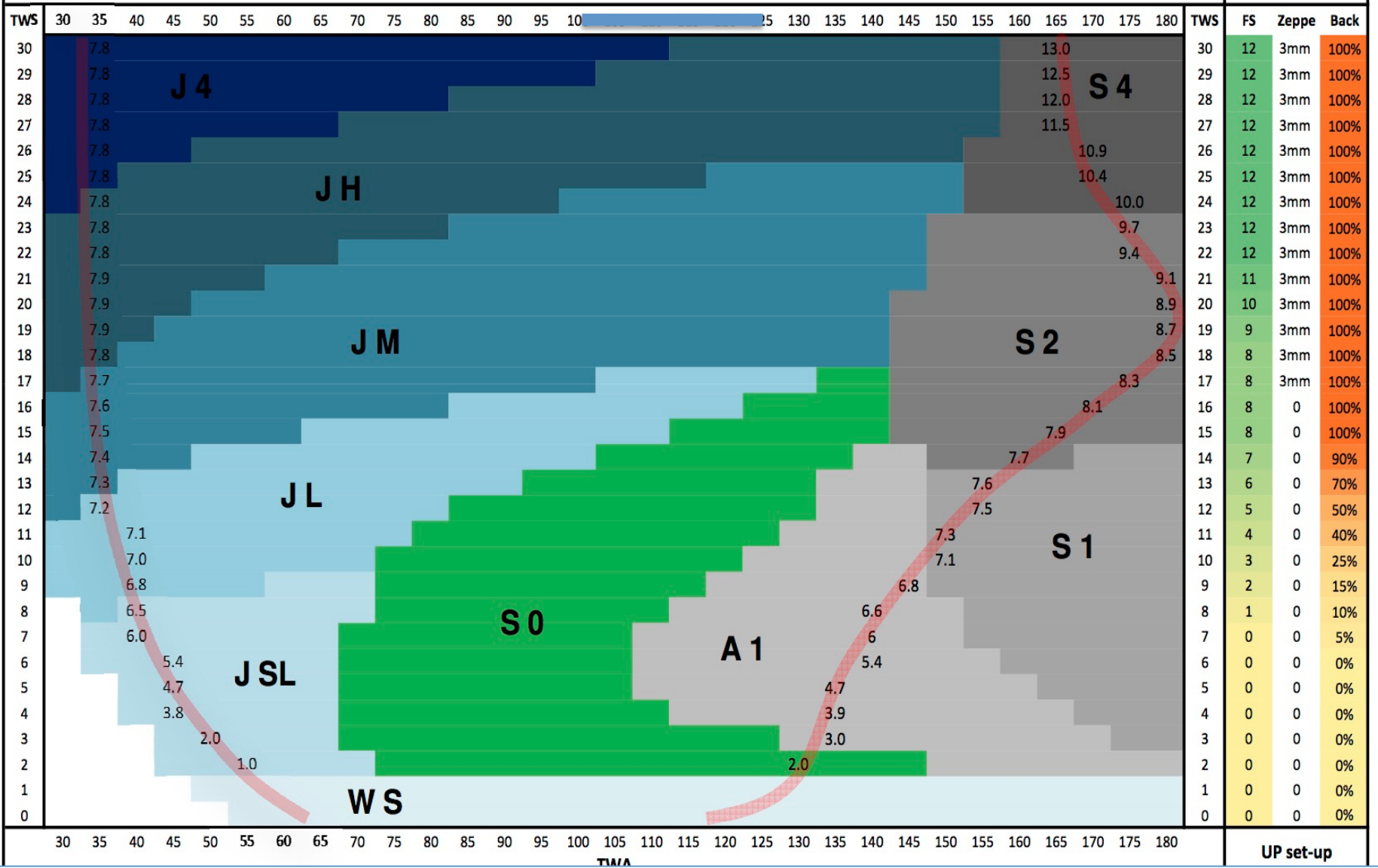
TARGET BOLINA									
TWS	BS	TWA			V1/D1		STRALLO		
4	3.8	45	L		-2/-2		-10		
6	5.2	43			-1/-1		-7		
7	5.5	41			-1/-1		-7		
8	5.95	40			-1/-1		-4		
9	6.1	40			BASE	BASE			
10	6.2	39	M		BASE	BASE			
12	6.3	37			BASE	BASE			
14	6.4	37			+1/+1	+4			
16	6.45	36			+2/+2	+7			
18	6.5	36			+2/+2	+10			
20	6.5	37	H		+2/+2	+10			
25	6.55	38			+3/+3	+15			
30	6.55	41			+3/+2	+15			
REGOLAZIONE BASE					Sartie				
Randa M32	Strallo = 70				Sx	Dx	Tens		
Randa F30	Strallo = 90			V1	91	86.5	36		
				D1	71	83	19		

TARGET POPPA			
TWS	BS	TWA	
4	3.8	140	GENNAKER TESTA
6	5.3	143	
7	6.1	140	
8	6.25	149	
9	6.6	150	
10	6.8	153	
12	7.4	155	
14	7.7	161	
16	9.5	147	
18	10.5	148	
20	12	148	Frazionato
25	15.3	152	
30	18.8	155	

In questo caso si usa una rappresentazione discreta delle polari, indicando per determinati valori della velocità del vento reale (TWS) le velocità (BS) e gli angoli target (TWA) per le andature di bolina e di poppa.

Le tablelle in figura sono arricchite con l'indicazione della vela corretta da usare e con gli step di regolazione dell'albero alle varie intensità del vento.

SAIL CHART DEHLER 44 SELENE

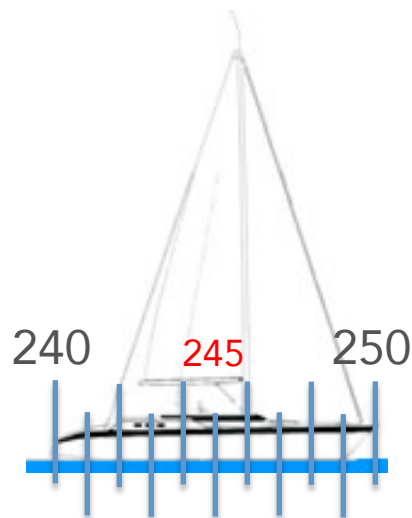


Uno strumento fondamentale. La Bussola da rilevamento

E' incredibile quante cose si possano fare solo usando una piccola bussola da rilevamento.

1. Stabilire se si è davanti o dietro a una barca che viaggia parallela a noi, sia in bolina che in poppa;
2. Stimare di quante lunghezze si è avanti o dietro suddetta imbarcazione;
3. Misurare perdite o guadagni navigando su un lato del percorso;
4. Individuare la layline;
5. Stimare il tempo alla layline;
6. Valutare l'angolo di scarroccio;

BOLINA: Stabilire se si è davanti o dietro a una barca parallela a noi.



Leggere la direzione del vento - TWD -

Puntare la barca con la bussola da rilevamento.

- Consiglio di prendere come riferimento l'albero, che è un punto facilmente individuabile e ripetibile.

Se la barca si trova alla nostra sinistra, sarà alla pari se la rileviamo per TWD-90°;

se la barca si trova alla nostra destra, sarà alla pari se la rileviamo per TWD+90°.

Supponiamo di avere una TWD=350° e che la barca sia alla nostra sinistra.

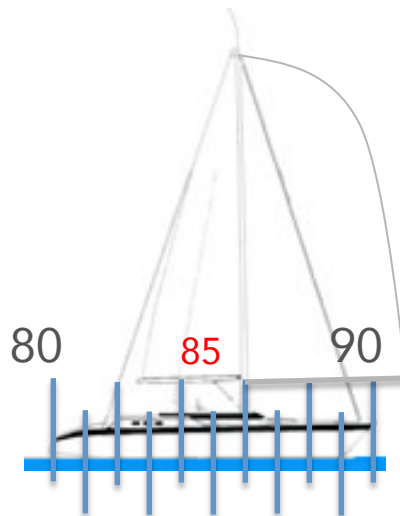
$$350^{\circ}-90^{\circ}=260^{\circ}$$

Se la rilevassimo per 260° saremmo alla pari; rilevandola per 245°, significa che siamo avanti di 15°.

A quanti metri corrispondono?

Guardando la figura, notiamo che una lunghezza della barca corrisponde a 10°, quindi siamo avanti di una lunghezza e mezza; se la barca che stiamo rilevando misura 12m, siamo avanti di 18m.

POPPA: Stabilire se si è davanti o dietro a una barca parallela a noi.



Leggere la direzione del vento - TWD -

Puntare la barca con la bussola da rilevamento.

- Consiglio di prendere come riferimento l'albero, che è un punto facilmente individuabile e ripetibile.

Se la barca si trova alla nostra sinistra, sarà alla pari se la rileviamo per TWD+90°;

se la barca si trova alla nostra destra, sarà alla pari se la rileviamo per TWD-90°.

Supponiamo di avere una TWD=350° e che la barca sia alla nostra sinistra.

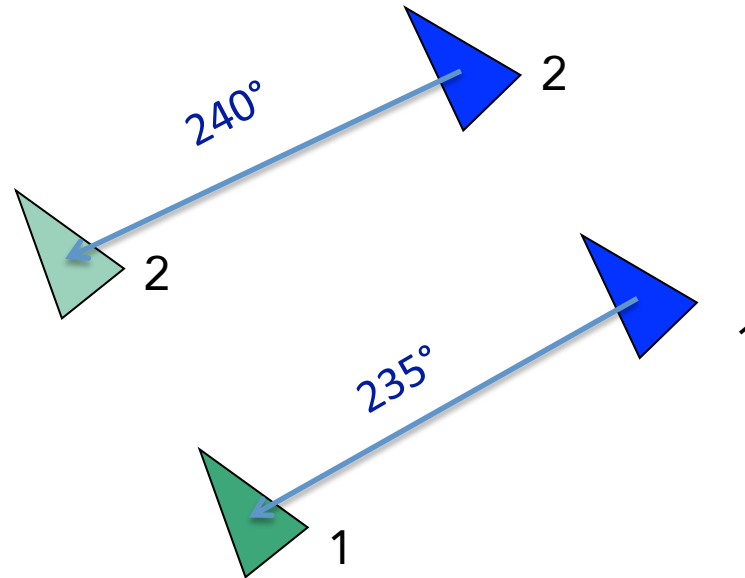
$$350^{\circ}+90^{\circ}=80^{\circ}$$

Se la rilevassimo per 80° saremmo alla pari; rilevandola per 85°, significa che siamo dietro di 5°.

A quanti metri corrispondono?

Guardando la figura, notiamo che una lunghezza della barca corrisponde a 10°, quindi siamo dietro di una mezza lunghezza; se la barca che stiamo rilevando misura 12m, siamo dietro di 6m.

Guadagno o perdo rispetto un'imbarcazione che naviga parallela a noi.



Su un lungo bordo, per esempio durante una regata costiera, voglio sapere se perdo o guadagno acqua rispetto a un'imbarcazione che naviga parallela a noi a una certa distanza sottovento o sopravvento.

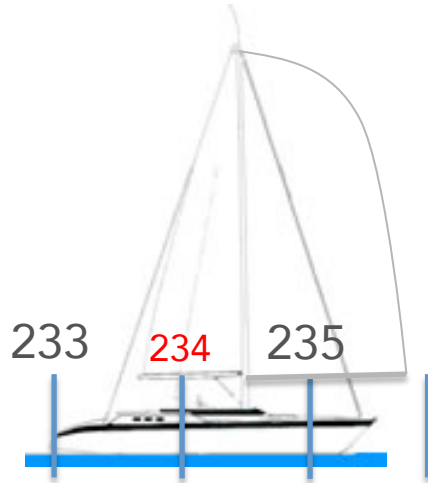
Nella posizione 1, dalla barca blu rilevo la verde per 235°;

dopo 6', in posizione 2, rilevo la verde per 240°.

Ho perso 5° in 6 minuti.

E' tanto? E' poco? A quanto corrisponde in metri? e in velocità?

Guadagno o perdo rispetto un'imbarcazione che naviga parallela a noi.



Lunghezza barca = 12m
lunghezza in gradi = 2.5°
1° = 5m

perdita = $5^\circ/6'$ = 25m/6' = 250m/h
= 0,135M/h = 0,135Kn

Come prima cosa determino a quanti metri corrisponde 1°.

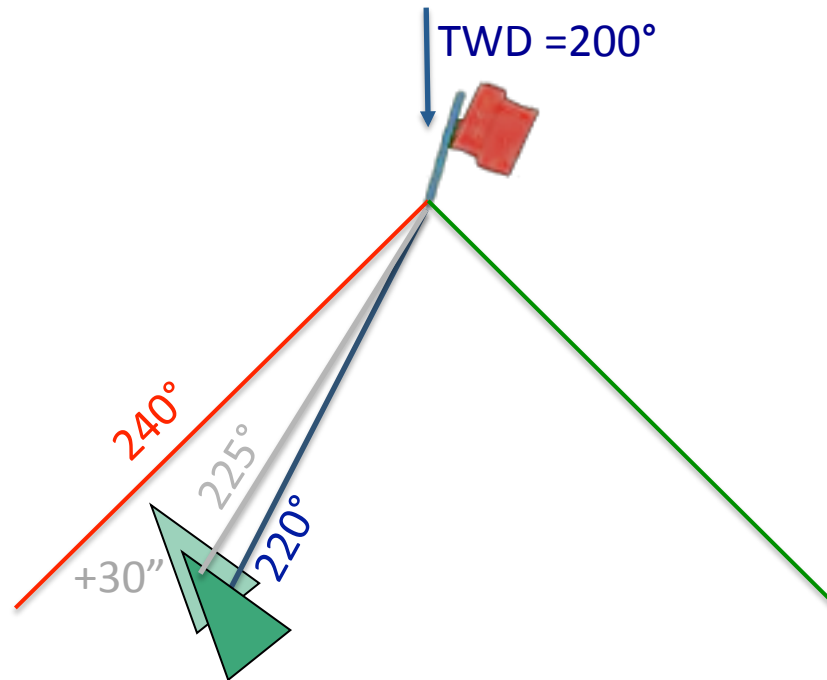
La barca è lunga circa 2.5°, quindi, se è un 12 metri, 1° corrisponde circa a 5m.

Ho perso 5°=25m in 6 minuti che equivarrebbero a 250m/h

Per convertire questo dato in velocità, trasformo i metri in miglia marine: $250/1852=0,135M$

cioè siamo 0,135M/h = 0,135 nodi più lenti dell'avversario.

Quanto tempo manca alla layline?



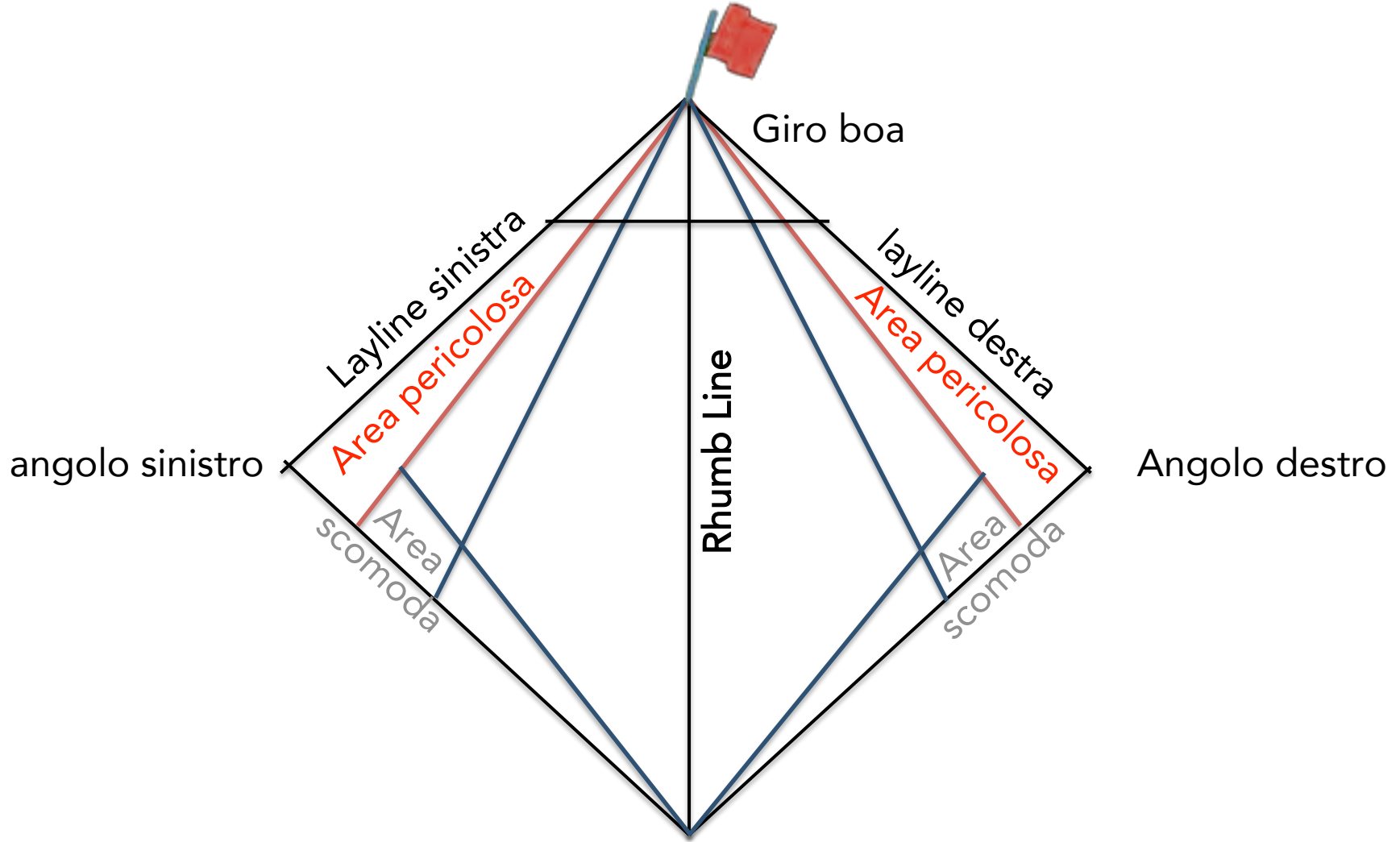
La direzione del vento $TWD = 200^\circ$

Puntare la boa con la bussola da rilevamento.

Se navighiamo con una $TWA = 37^\circ$, aggiungiamo 3° di scarroccio e la nostra layline si avrà rilevando la boa per 240°
Supponiamo di rilevare la boa per 220° ; mancano 20° , ma a quanto tempo corrispondono?

dopo aver rilevato la boa, faccio una seconda lettura dopo $30''$ e vedo quanti gradi ho guadagnato; se leggo 225° ho guadagnato 5° , significa che devo coprire altri 15° che corrisponderanno a circa $1':30''$.

Zone del campo di regata



Calibrazione. Introduzione.

Il problema della calibrazione.

Per esperienza, sappiamo che il motivo principale di imprecisione dei dati, risiede nella difficoltà (a volte nell'impossibilità) di effettuare una precisa taratura dei sensori.

La principale conseguenza è che l'informazione relativa alla direzione del vento reale risulta errata e varia ad ogni cambio di direzione dell'imbarcazione, rendendola inservibile ai fini tattici ma, soprattutto, per l'uso di software di navigazione.

La procedura di calibrazione adottata da ESA Instruments è la più completa e efficace tra quelle presenti ora sul mercato e consente, con un po' di pratica, di raggiungere livelli di affidabilità dei dati del vento, prima impensabili.

Una volta corretti i valori in arrivo dai sensori, vengono trasmessi via WiFi, sia i dati nel formato utilizzato dalle applicazioni Esa Instruments e Esa Regatta, sia le sentenze standard NMEA 0183 per l'utilizzo di altri applicativi per smartphone, tablet o computer. Le sentenze NMEA0183 sono disponibili anche via cavo per collegare display fissi che facciano uso di questo standard, oppure un PC.

Errori che affliggono la misura della TWD.

Anche quando si è riusciti a centrare il sensore del vento rispetto l'asse della barca, ottenendo una lettura simmetrica dell'AWA (apparent wind angle) tra mure a dritta e mure a sinistra, si troverà, quasi sicuramente, che la TWD, cioè la direzione del vento riferita al Nord, varierà a ogni virata e/o strambata dell'imbarcazione.

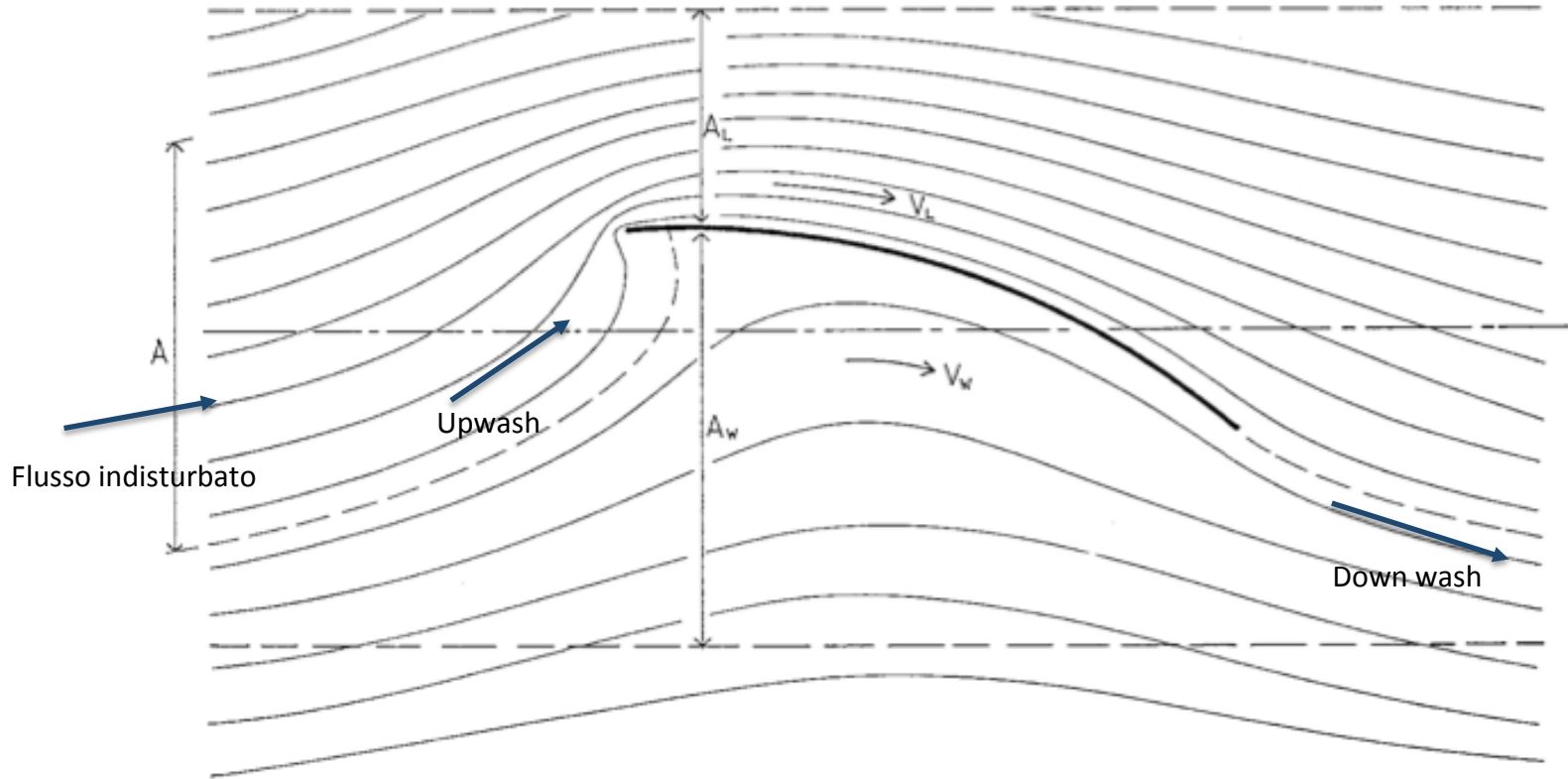
Questo accade principalmente per due motivi, assolutamente indipendenti tra loro.

- 1.L' Upwash, cioè l'effetto deviante subito dal flusso d'aria in prossimità del bordo d'attacco delle vele che si traduce nella lettura di un valore maggiorato della TWA (maggiormente influente per basse TWS);
- 2.la torsione dell'albero (twist) dovuta al carico sulle volanti e sulla balumina della randa, che rendono la lettura della TWA inferiore al valore reale (d'importanza crescente al crescere della TWS).
- 3.il Wind Shear
- 4.Lo scarroccio (Leeway).

Questi fattori, uniti a altri seppur di minore entità, fanno sì che la TWD calcolata sommando la TWA alla rotta bussola ($TWD = TWA + HDG$), risulti errata e quindi inservibile.

Essendo questi errori direttamente correlati al tipo di attrezzatura e al piano velico dell'imbarcazione, non esiste una formula generale per correggerli, tanto più che variano notevolmente al variare dell'intensità del vento. Pertanto si è subito abbandonata la strada di una procedura automatica di correzione, adottata da taluni costruttori ma rivelatasi insufficiente per²³ precisione.

Upwash e Down wash.

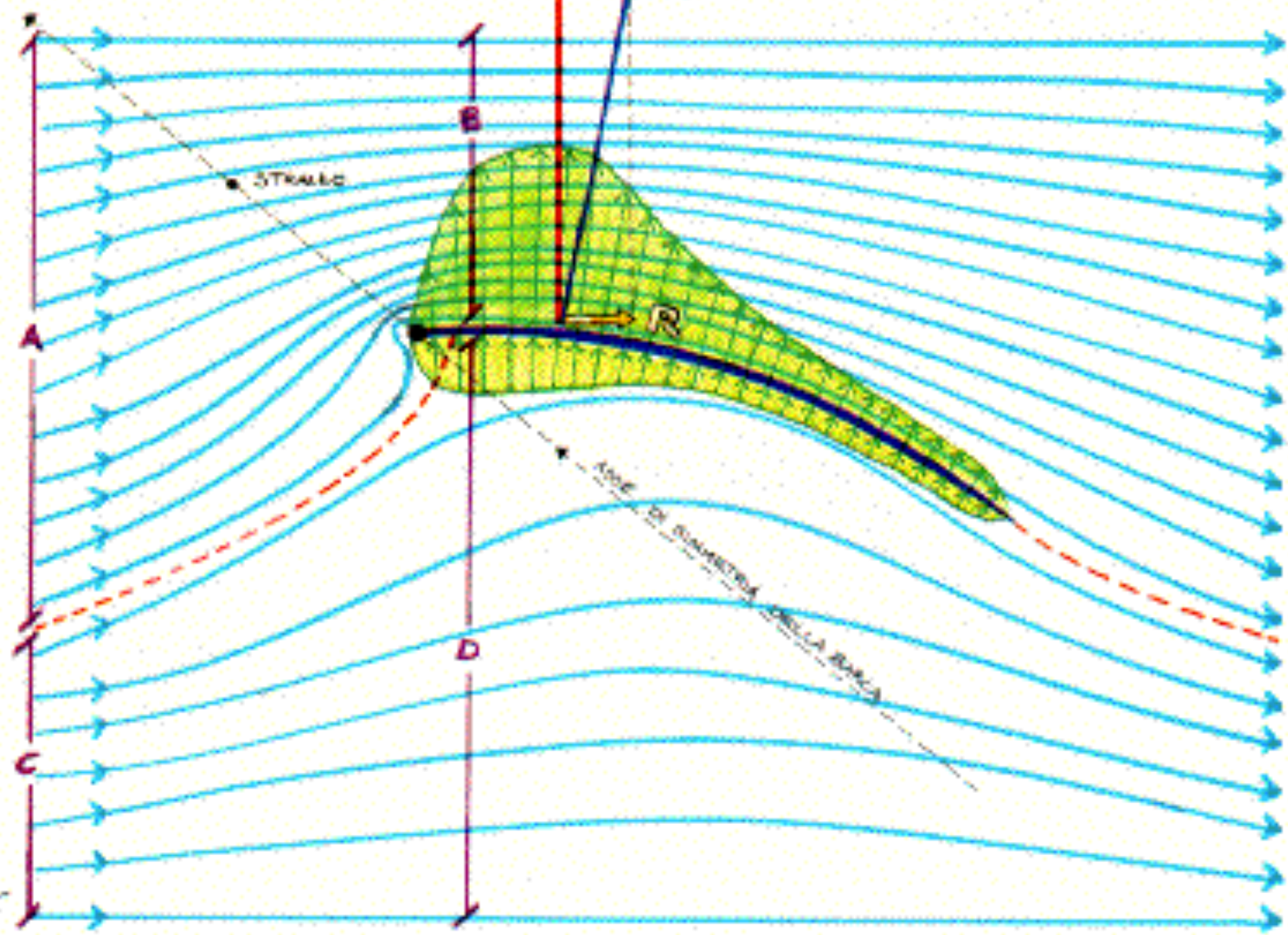


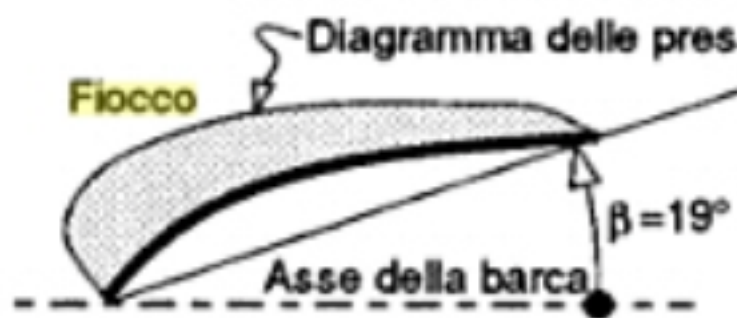
L'accelerazione del flusso d'aria sul lato sottovento della lamina, causa una depressione per la legge di Bernoulli $P \times V = \text{COST.}$

Questa depressione richiama aria dal lato sopravvento, formando il cosiddetto Upwash, una rotazione del flusso a monte della lamina stessa.

In uscita dalla lamina, in regime di portanza, il flusso sarà parallelo alla lamina stessa (condizione di Kutta); questa rotazione prende il nome di Down wash.

PORTANZA \vec{F}_A

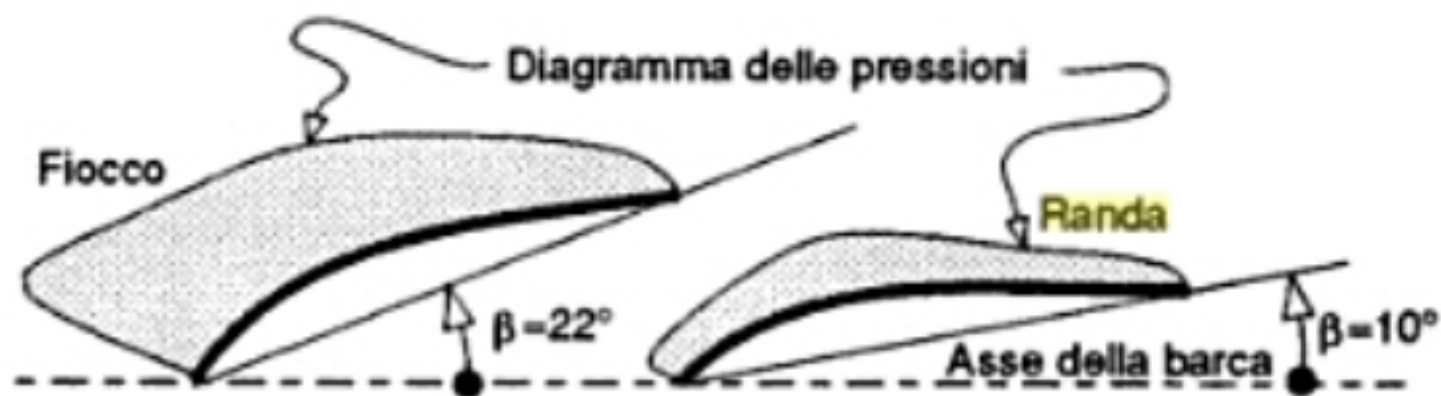




a) **Fiocco** che agisce isolato



b) **Randa** che agisce isolata



c) **Fiocco e randa** che interagiscono

Wind Shear

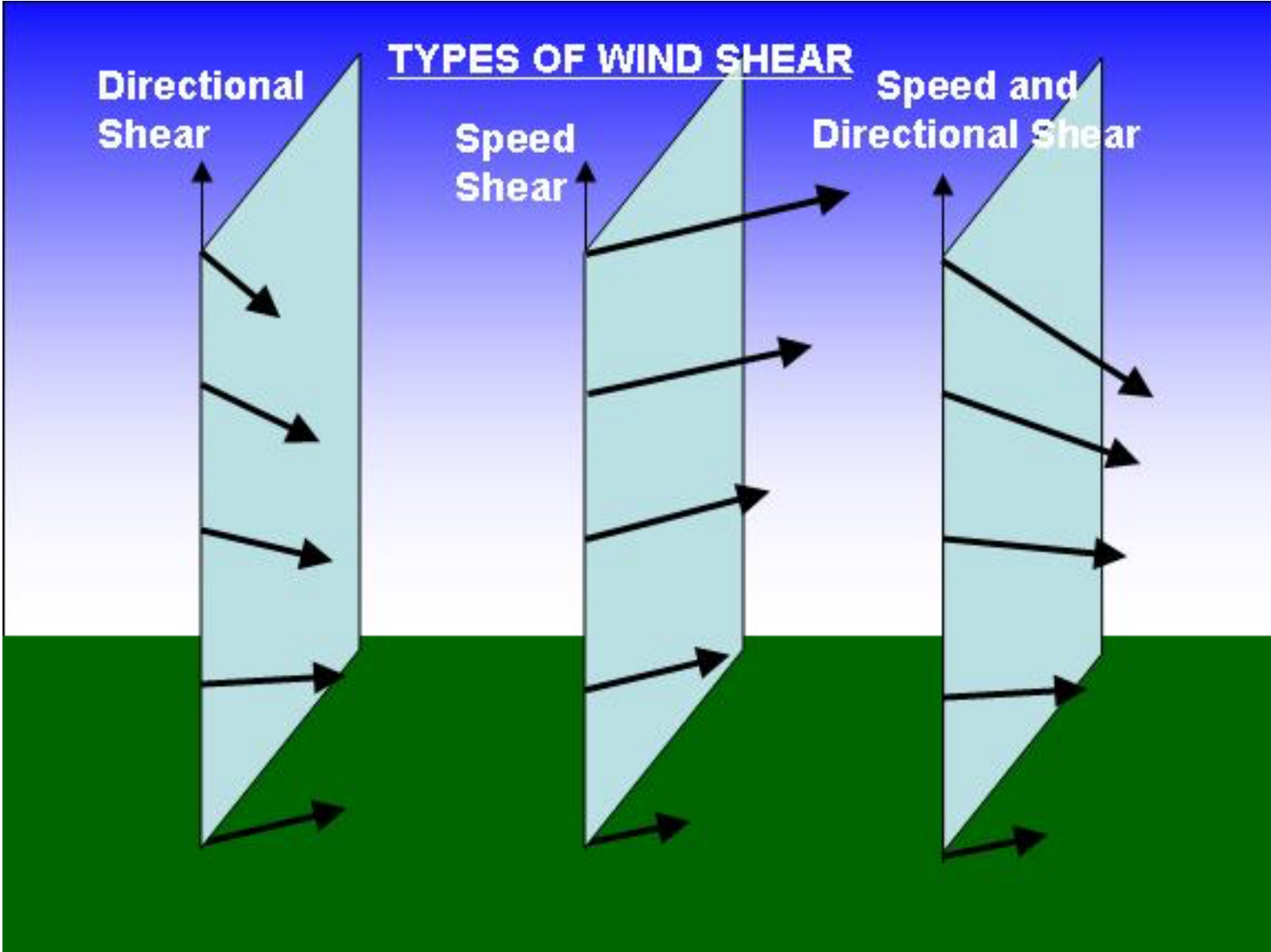
wind-shear è un fenomeno atmosferico consistente in una variazione improvvisa del vento in intensità e direzione

- **WIND-SHEAR NON TRANSITORIO**
- *La cui persistenza su una stessa aerea dura per un tempo relativamente lungo (ordine di ore)*
- *Questo tipo di wind-shear è associato ai fronti, fronti di brezza e onde orografiche*
- **WIND-SHEAR TRANSITORIO**
- *È più pericoloso*
- *Ha maggiore intensità e minore vita media*
- *Scala spaziale dell'ordine di decine di metri*
- *Difficile da prevedere e segnalare*
- *Associato a nubi temporalesche o convettive in genere.*

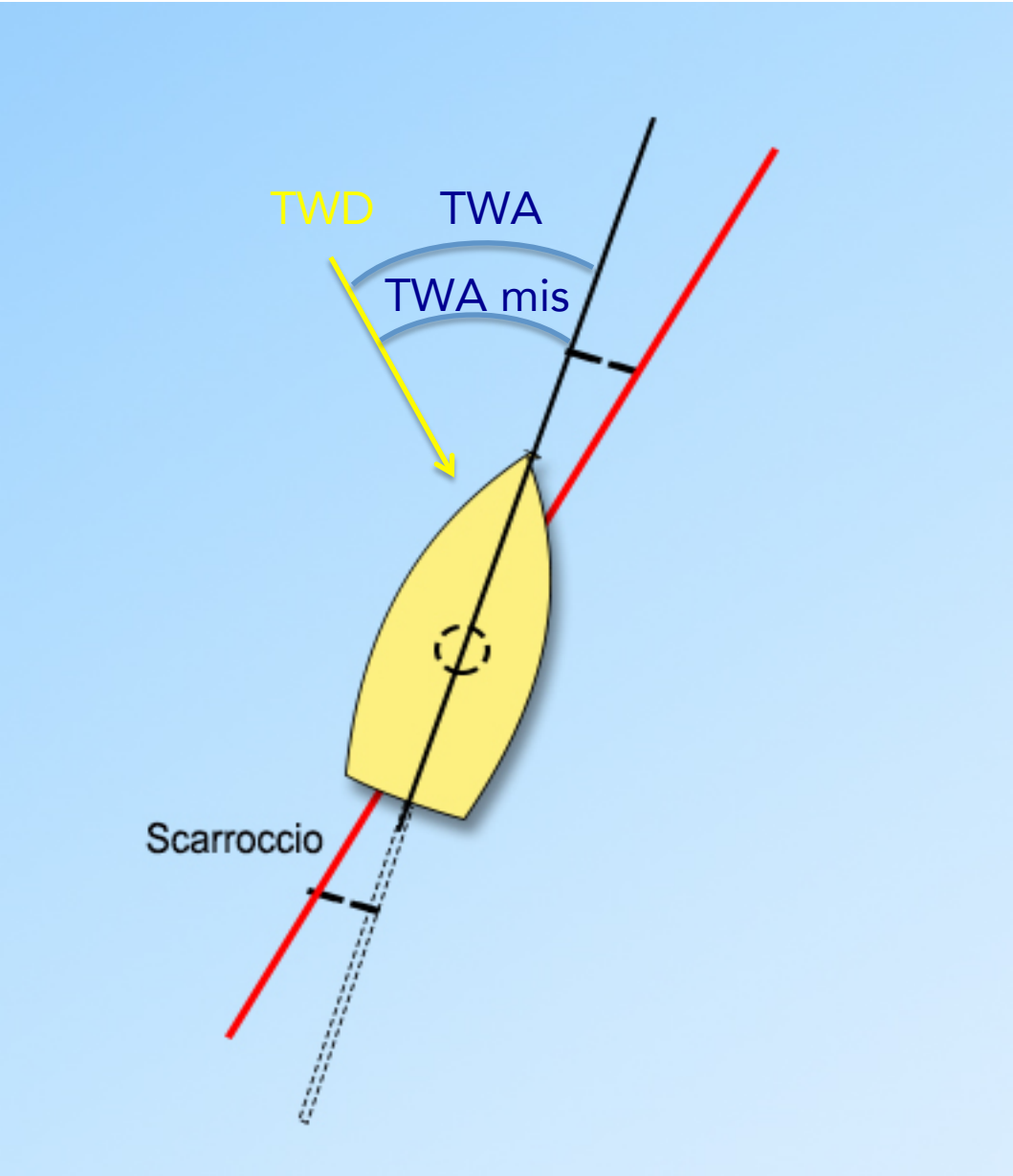
Wind Shear

- *Il wind-shear è storicamente associato alle forti correnti discendenti presenti al di sotto delle nubi temporalesche ,ma essendo una variazione di vento, si può verificare anche in altri fenomeni meteorologici . In effetti un aereo incontra wind-shear ogni volta che si presenta una variazione di vento lungo il piano orizzontale (W-S orizzontale) o lungo il piano verticale (W-S verticale) .*
- *I fenomeni meteorologici cui può essere associato il W-S sono:*
- *I temporali*
- *I fronti*
- *Inversioni termiche*
- *Il flusso intorno a ostacoli*

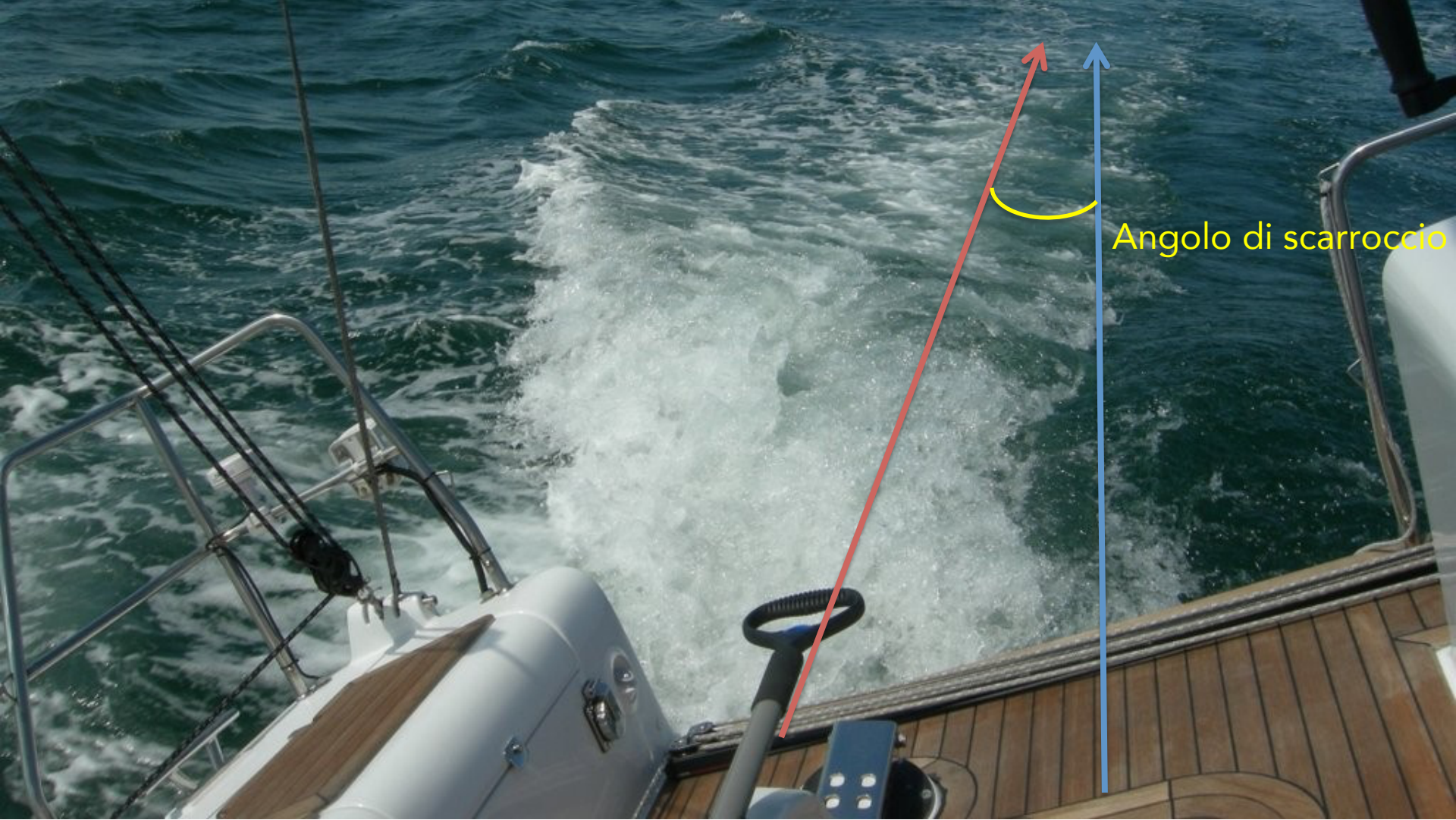
Wind Shear



Scarroccio. Leeway

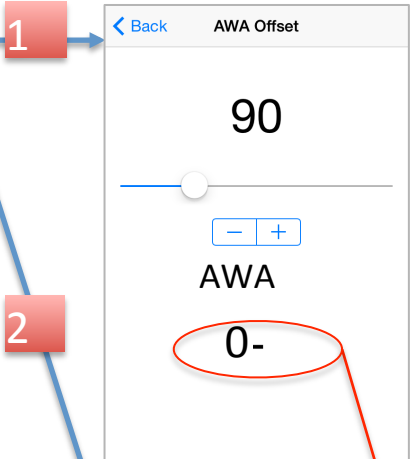
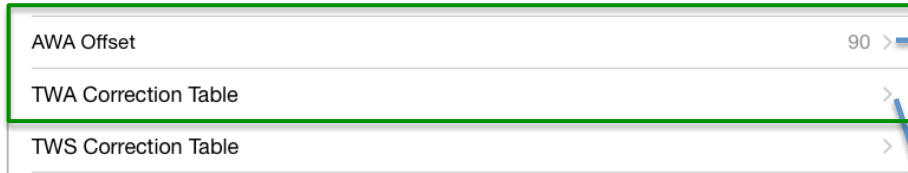


Scarroccio. Leeway




Angolo di scarroccio

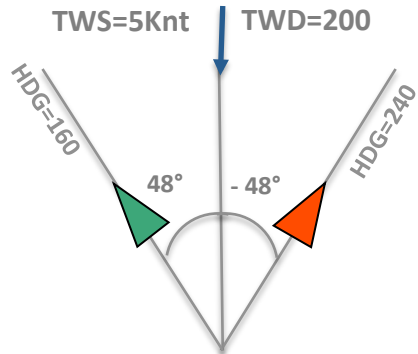
Calibrazione angoli del sensore del vento (Esa Instruments).



Il primo passo della calibrazione del vento è allineare il sensore con l'asse dell'imbarcazione, in modo che, con il vento che arriva diretto da prua, il valore AWA sia pari a 0. Per fare questo bisogna agire sul tasto **AWA Offset** inserendo il valore opportuno.

 un modo semplice per eseguire questa calibrazione è quello di scegliere una giornata senza vento, lanciare la barca a motore alla massima velocità essendo così sicuri di avere un vento apparente dritto in prua. Leggere il valore di AWA sul display e, se diverso da 0, modificare l'offset per portarlo a tale valore

Come già anticipato nell'introduzione, anche avendo allineato correttamente l'AWA, si possono avere degli errori che affliggono il dato TWA e, di conseguenza, cosa assai più grave, la TWD. Come correggerli?



TWS	Upwind	Reaching	Downwind
5	-8.0	2.0	0.0
10	-4.0	1.0	0.0
15	2.0	4.0	6.0
20	0.0	1.0	2.0
25	0.0	6.0	0.0
30	6.0	0.0	0.0

Un grosso aiuto nel calibrare l'AWA è offerto dal fatto di poter visualizzare in tempo reale il valore dell'AWA al variare dell'Offset stesso.

Navigando di bolina, prima mure a dritta e poi mure a sinistra, leggiamo lo stesso valore assoluto di TWA, segno che il sensore del vento è in asse con la barca.
 Navigando mure a sinistra otteniamo una $TWD_L = HDG + (-48) = 192^\circ$
 Navigando mure a dritta otteniamo una $TWD_R = HDG + 48^\circ = 208^\circ$
 quindi una differenza di ben 16° .
 L'errore sulla TWA è la semidifferenza di $TWD_L - TWD_R$,
 $TWA_Corr = (TWD_L - TWD_R) / 2 = (192 - 208) / 2 = -8$
 e lo andremo a inserire sulla tabella TWA Correction nel campo Bolina (Upwind) nella riga TWS = 5 Knt.

La stessa operazione deve essere effettuata per ogni intensità del vento presente in tabella e anche nelle andature di poppa e di traverso. Quest'ultima è importante per avere una direzione del vento stabile nelle fasi di pre-partenza, soprattutto se si vuole usare un programma di navigazione con procedura di partenza assistita.

Calibrazione velocità del sensore del vento.

AWA Offset	90 >
TWA Correction Table	>
TWS Correction Table	>

3

TWS	Correction (kt)	Correction Angle
5	-0.5	135.0
10	-1.0	145.0
15	-1.5	155.0
20	-2.0	165.0
25	-2.5	165.0
30	-3.0	170.0

Le interferenze delle vele sul flusso d'aria in arrivo al sensore del vento si manifestano anche con una distorsione della misura di velocità. Questo errore, trascurabile di bolina, è molto evidente nell'andatura di poppa, dove può causare incrementi di velocità superiori al 20% a seconda del piano velico dell'imbarcazione. In particolare, l'effetto sarà molto maggiore se si usano vele di poppa armate in testa d'albero.

Avere una corretta valutazione della TWS è fondamentale per la scelta delle vele in regata, se di poppa leggo 12 nodi magari decido di usare un fiocco medio, poi, girata la boa, mi trovo con 9 nodi e la vela sbagliata.

Inoltre, se si usa un software di navigazione che indica gli angoli e le velocità target in funzione della TWS, otterremo sicuramente indicazioni errate.

Anche in questo caso non c'è una procedura generale per correggere l'errore; l'unico sistema provato, funzionante, è quello di eseguire una correzione manuale per ogni intensità del vento.

Come procedere?



Mettersi prua al vento e misurare la TWS, quindi poggiare su una rotta di poppa e issare lo spinnaker o il gennaker adatto per quelle condizioni. Navigare più vicini possibile all'angolo target o, in assenza di questa indicazione, fare una poppa con gli angoli che si userebbero in regata. Leggere l'indicazione della TWS e, se diversa da quella registrata prima a barca ferma, inserire la differenza nella tabella in corrispondenza del valore di TWS più vicino a quello corretto, aggiungendo anche l'angolo con cui si stava navigando in poppa.

ES: controvento $TWS_U = 9$ nodi.

in poppa navigando a 145° di TWA la TWS_D diventa 10 nodi.

$TWS_Corr = TWS_U - TWS_D = -1$ (= 10% circa).

inserisco questi dati nella tabella in corrispondenza della riga 10 nodi.

Ripetere questa operazione per ogni valore di velocità del vento della tabella.

N.B. Solitamente la variazione in percentuale è simile per ogni intensità di vento, tranne nei casi in cui si usino vele in testa d'albero con vento leggero e vele frazionate con venti più forti. Quindi, una volta determinata la differenza di velocità in un paio di situazioni, si può, provvisoriamente, attuare la medesima correzione in percentuale per tutte le velocità del vento.

Calibrazione Boat Speed.

BS Sensor	NMEA >
BS Gain	1.0 >
Depth	1.4 m >
HDG Sensor	NMEA >
HDG Offset	68.0 >

1

< Back BS Sensor

GPS

NMEA

Selezionare GPS se non si ha nessun sensore installato.

Selezionare NMEA se si dispone di un sensore NMEA0183.

2

< Back BS Gain

1.00

— [Slider] —

[-] [+]

SOG 6.2 BS 6.9

 Regolare il guadagno per portare il valore BS pari alla SOG.

La prima operazione da fare è selezionare la sorgente del dato Boat Speed che si vuole utilizzare (passo 1). Esa Instruments è nato per le piccole imbarcazioni che non vogliono, o non possono per regolamento, installare sensori sullo scafo.


In questo caso si sceglierà di prendere, come velocità della barca, il dato SOG selezionando GPS.

Se, invece, si è installato un sensore LOG NMEA, selezionare NMEA.

Nel primo caso (GPS) non sono necessarie altre calibrazioni in quanto la precisione del dato dipenderà esclusivamente dalla qualità del segnale GPS ricevuto; nel secondo caso (NMEA) è possibile regolare il guadagno del sensore per ottenere la velocità corretta (passo 2).

Un modo semplice per ottenere una buona calibrazione, è quello di portare la BS al valore SOG dato dal GPS. ESA Instruments ci aiuta in questa fase, evidenziando i due dati nella pagina di calibrazione, consentendone un immediato confronto al variare del guadagno.

Se siamo in presenza di una corrente, possiamo annullarne l'effetto agendo nel seguente modo:

 Procedere su una rotta rettilinea a velocità sostenuta e segnarsi la differenza tra la BS e la SOG

$$\Delta_1 = BS_1 - SOG_1$$

Mantenendo costante la velocità, Invertire la rotta di 180° e ripetere la misurazione, segnando la nuova differenza.

$$\Delta_2 = BS_2 - SOG_2$$

la differenza reale sarà data da:

$$\Delta = (\Delta_1 + \Delta_2)/2$$

La correzione sul guadagno sarà data da : $-\Delta / ((BS_1 + BS_2)/2)$ presa con segno. (Vedi esempio a lato).

Esempio di Calibrazione BS Gain:

$$BS_1 = 6.8 \text{ e } SOG_1 = 7.1 \qquad \Delta_1 = -0.3$$

$$BS_2 = 6.9 \text{ e } SOG_2 = 6.2 \qquad \Delta_2 = 0.7$$

$$\Delta = (-0.3 + 0.7)/2 = 0.2$$

$$-\Delta / BS = -0.2/6.85 = -0.029$$

il guadagno diventerà:

$$1.00 - 0.029 = 0.97$$



Calibrazione Heading.

BS Sensor	NMEA >
BS Gain	1.0 >
Depth	1.4 m >
HDG Sensor	NMEA >
HDG Offset	68.0 >

1

< Back HDG Sensor

GPS

NMEA

Selezionare GPS se non si ha nessun sensore installato.

Selezionare NMEA se si dispone di un sensore NMEA0183.

2

< Back HDG Offset

79

- +

La prima operazione da fare è selezionare la sorgente del dato Heading (passo 1).

Se non abbiamo installato nessun sensore Bussola, selezionando GPS, verrà preso il dato COG corretto con lo scarroccio dell'imbarcazione (*).

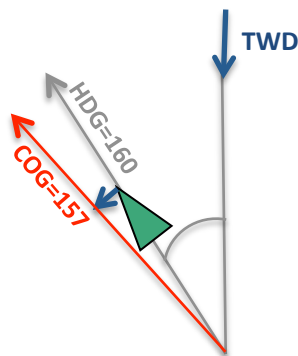
Se, invece, si è installato un sensore Bussola NMEA, selezionare NMEA.

Nel primo caso (GPS) non sono necessarie altre calibrazioni in quanto la precisione del dato dipenderà esclusivamente dalla qualità del segnale GPS ricevuto;

nel secondo caso (NMEA) è possibile regolare l'offset del posizionamento del sensore per ottenere l'indicazione corretta (passo 2).

Per ottenere una buona calibrazione è necessario fare riferimento a una bussola da rilevamento e, mantenendo stabile la rotta a Nord, regolare l' HDG Offset in modo da ottenere l'indicazione 0° mag.

(*)



CALCOLO HEADING CORRETTO IN ASSENZA DEL SENSORE BUSSOLA

È noto a tutti che, navigando di bolina, la pressione del vento sulle vele genera una spinta laterale che viene parzialmente controbilanciata dalla superficie di deriva dell'imbarcazione.

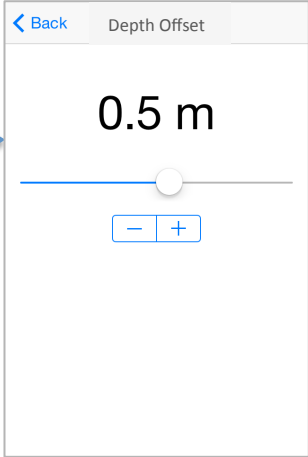
Viene pertanto chiamato scarroccio (Leeway) il movimento della barca perpendicolare all'asse longitudinale della stessa (vedi freccia blu in figura).

Lo scarroccio dipende da molti fattori, quali l'andatura, l'intensità del vento, l'angolo di sbandamento, forme della carena, bilanciamento del piano velico, ecc...

Grazie all'esperienza maturata in tanti anni di navigazione su tutti i tipi di imbarcazioni, e a una enorme mole di dati raccolti, siamo riusciti a creare un algoritmo che stima l'angolo di scarroccio in funzione di TWA, TWS, BS e quindi siamo in grado di risalire a una stima più corretta della prua bussola a partire dalla Course Over Ground del GPS.

Calibrazione Depth.

BS Sensor	NMEA >
BS Gain	1.0 >
Depth Offset	1.4 m >
HDG Sensor	NMEA >
HDG Offset	68.0 >

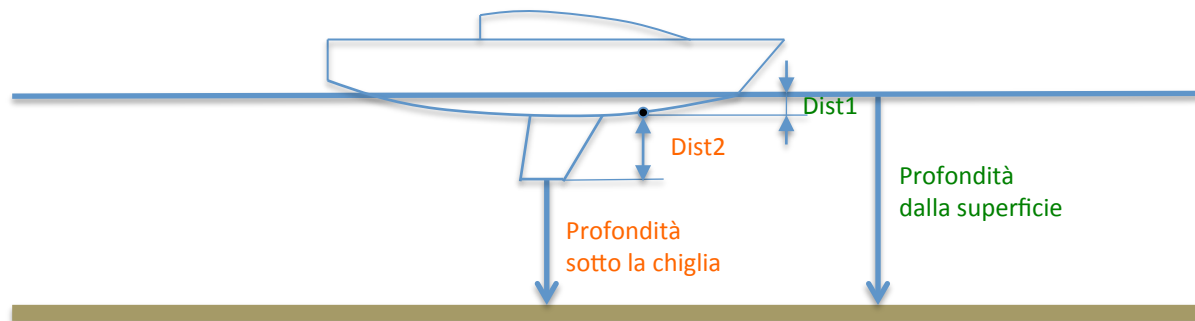


The image shows a settings menu on the left with 'Depth Offset' highlighted in green. An arrow points from this menu item to a 'Depth Offset' calibration screen on the right. The calibration screen shows a slider set to 0.5 m, with minus and plus buttons below it.

Il sensore Depth legge la profondità dal punto in cui è installato nello scafo dell'imbarcazione.

Se vogliamo conoscere la profondità esatta dalla superficie del mare, sarà necessario aggiungere, come offset, la distanza tra la superficie stessa e il sensore (**Offset = + Dist1**).

Se invece preferiamo sapere quanta 'acqua' c'è sotto la chiglia, dobbiamo impostare l'offset con la distanza tra il sensore e la parte inferiore della chiglia dell'imbarcazione. In quest'ultimo caso il valore da impostare sarà negativo (**Offset = - Dist2**).



I principali programmi di navigazione per PC.

1. DECKMAN: sviluppato in collaborazione con la B&G per le regate dell'America's Cup.
 - prima apparizione nel 1992;
 - ha un hardware dedicato, impermeabile, collegato alla centralina con un cavo.
 - nel 1994 nasce Deckman for Windows; si può caricare su un qualsiasi PC e spostare le informazioni all'esterno mediante un Thought Book connesso Wi-Fi al PC stesso.
 - è giunto alla versione 9 ma da anni non escono aggiornamenti degni di nota.
2. EXPEDITION: Sviluppato per la Withbread del '95.
 - inizio sviluppo 1995 come Explorer.
 - nel 2002 nasce il marchio Expedition.
 - attualmente è alla versione 9.2.x
 - vanta continui aggiornamenti.
 - compatibile NMEA 2000.
3. ADRENA: sviluppato nel 2003 per le regate oceaniche.
 - software modulare (si possono aggiungere i vari pacchetti);
 - è quanto di meglio si possa cercare oggi per le navigazioni d'altura.
 - complessità notevole.
 - esistono dei corsi di formazione per gli utenti ai vari livelli.

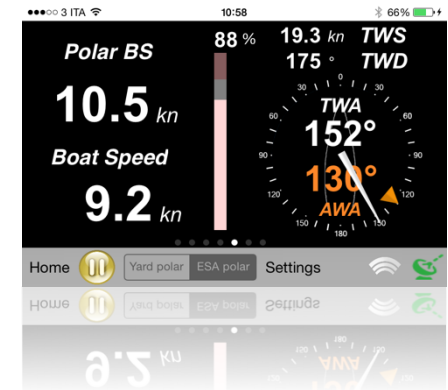
ESA Regatta. App di navigazione per dispositivi Apple per le visualizzazioni in regata



1. Visualizzazione di dati di navigazione, si possono selezionare 4 dati alla volta.



2. Indicazione dei target: angolo al vento e velocità barca per la VMG (bolina e poppa)



3. Indicazione dell' obiettivo di velocità per qualsiasi angolo del vento



4. Storico del vento



5. Procedura di partenza: tempi e distanza dalla linea



6. Pagina LayLines: tempi e distanza alle Lay lines.

Solo nella versione PRO.

PROCEDURA DI PARTENZA (1/5).

DEFINIZIONE LINEA DI PARTENZA

Si porta la barca vicino all' estremo sinistro della linea di partenza (port) e con una leggera pressione sul simbolo della bandiera P (port) lampeggiante, si fissa il primo estremo della linea. La bandierina P diventa rossa. Analogamente si procede con l'estremo destro della linea (starboard). La bandiera S diventa verde.



- Il posizionamento va fatto a bassa velocità valutando il punto a prua della barca sulla linea, per ovviare ai disallineamenti tra posizione antenna Gps e prua.

- E' possibile riposizionare i punti della linea tenendo premuta la bandierina ove si voglia fare la modifica

Definita la linea di partenza la procedura fornisce tutti i dati automaticamente, (v. pagina successiva)

La pagina della procedura di partenza si trova scorrendo verso sinistra da quella iniziale dei dati di navigazione

ATTENZIONE:

affinché il sistema funzioni è necessario che la strumentazione di bordo sia interfacciata con un'antenna GPS, e che esa riceva i dati GPS (è sufficiente verificare che SOG sia attivo, con la barca in movimento il dato deve essere diverso da zero)

PROCEDURA DI PARTENZA (2/5).

GRANDEZZE EVIDENZIATE NELLA PROCEDURA DI PARTENZA

Posizionati gli estremi della linea (P e S), il sistema fornisce, in un'unica pagina, i dati necessari per una corretta impostazione della partenza

FL TWD: Fair Line; direzione del vento perpendicolare alla linea.
Per questa TWD la linea è neutra.

Indicazione grafica dell' angolo del vento rispetto alla linea



Distanza dell' imbarcazione dall'estremo destro (S) o sinistro (P) della linea.

Time: All'esterno i tempi per raggiungere gli estremi della linea P e S, più al centro i tempi per raggiungere la linea navigando di bolina stretta.

DISTANCE TO LINE: Distanza dalla linea misurata perpendicolarmente alla stessa:

Valore positivo se sono dentro
Valore negativo se sono fuori

GAIN: guadagno in metri a partire dall'estremo favorito (P o S).

START/STOP
Timer
selezionabile da
1 a 10 minuti

Sincronizzazione
timer. Premere
per un secondo

Conto alla rovescia per lo start.

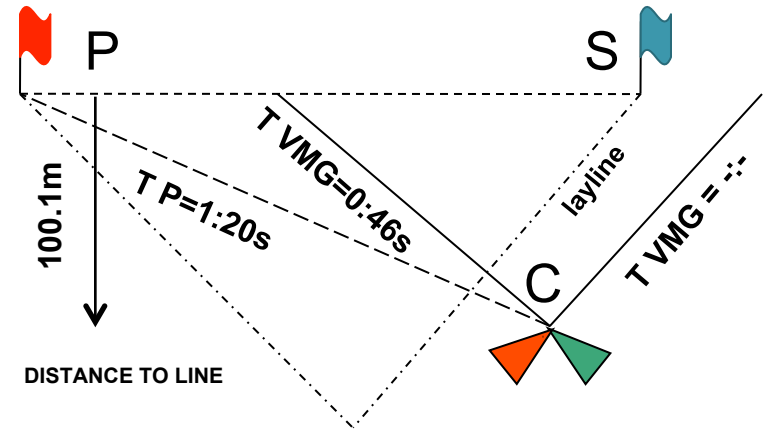
00:00:06

Allo scadere del Timer, parte un cronometro per misurare la durata della regata.

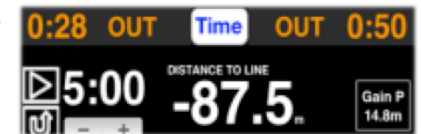
PROCEDURA DI PARTENZA (3/5).

METODO DI CALCOLO DEI TEMPI: T P/S, T VMG

esa in prepartenza crea dei target specifici, riducendo quelli della yard polar di una percentuale predeterminata, per tenere conto che in quella fase le performance sono inferiori. Con questi nuovi target e le distanze fornite da esa, vengono calcolati i tempi necessari a raggiungere gli estremi P e S, oppure la linea di partenza navigando su una rotta di bolina stretta, quelli che chiameremo tempi VMG.



Se dal punto in cui si trova l'imbarcazione è impossibile tagliare la linea di partenza navigando di bolina stretta, l'indicazione del tempo VMG è sostituita dalla scritta **:-** (vedi figura). In questo modo veniamo a sapere che ci troviamo sotto alla layline per l'estremo in questione, e che è necessario fare una virata per raggiungerlo. Se siamo oltre alla linea o ai suoi prolungamenti, il valore **Distance to Line** diventa negativo e i tempi VMG vengono rimpiazzati dalla scritta **OUT**.



Nota bene: esa non tiene conto del tempo della virata, quindi, per le due imbarcazioni nel punto C in figura, i tempi indicati saranno gli stessi, anche se la rossa, per raggiungere la linea di partenza, dovrà virare, con conseguente perdita di velocità.

PROCEDURA DI PARTENZA (4/5).

Tempo da Bruciare (TTB), ovvero quanto sono in anticipo sulla linea di partenza.

Premendo il tasto **Time**, si passa dalla visualizzazione dei tempi necessari a raggiungere gli estremi P e S e la linea di partenza (fig.1), a quella **TTB** (Time to Burn), cioè quanto tempo si deve bruciare per non partire in anticipo (fig.2)., è attiva solo con countdown in azione

Viene quindi eseguito in automatico il calcolo $TTB = \text{CountDown} - \text{Time}$, sgravando il tattico da questo compito
TTB = 0:00 significa che non c'è più da aspettare per partire.



Nell'esempio in Fig.2. siamo 2:25 in anticipo per la boa P, 2:08 in anticipo per il comitato S, 2:33 di anticipo per la linea partendo mure a dritta e 2:37 partendo mure a sinistra.

PROCEDURA DI PARTENZA (5/5).

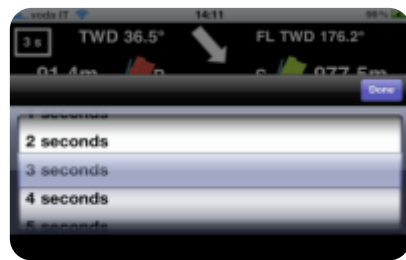
IMPOSTAZIONE “TEMPO DI SICUREZZA”

Si possono presentare varie situazioni nelle quali la distanza dalla linea di partenza non risulta sicura, ad esempio:

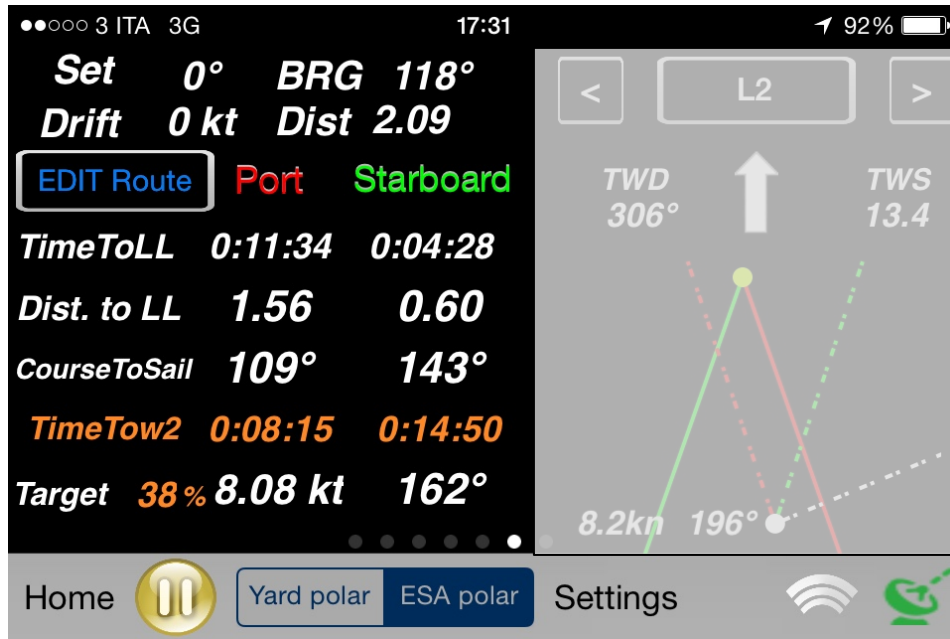
1. ho fissato male gli estremi o si sono successivamente spostati
2. il GPS è impreciso (i normali GPS possono sbagliare di 4-5 m, sino a 10m)
3. il mio GPS è lento, in questo caso la barca è di fatto più avanti di dove venga indicato dai dati
4. c'è parecchia corrente che spinge oltre la linea

Se non si vuole correre il rischio di partire in OCS (ad es: con bandiera nera), si può impostare un margine di sicurezza in secondi, che permetta di tarare il tempo di avvicinamento alla linea, in funzione delle reali condizioni.

Per fare ciò, si deve simulare una partenza e vedere se lo strumento ci porta in anticipo sulla linea; in caso affermativo settare il numero di secondi di anticipo (verificati nella prova) sulla finestra in alto a sinistra e ripetere la procedura di verifica per validare il settaggio.



PAGINA LAYLINE (1/2)



In questa nuova pagina vengono riassunti tutti i dati che servono al navigatore per supportare il tattico nella scelta della strategia migliore per raggiungere la boa di percorso selezionata.

Set: direzione della corrente

Drift: intensità della corrente in nodi

BRG: rotta per la boa selezionata

Dist: distanza alla boa in miglia

TimeToLL: tempi mancanti alle laylines navigando mure a sinistra (**port**) e mure a dritta (**starboard**)

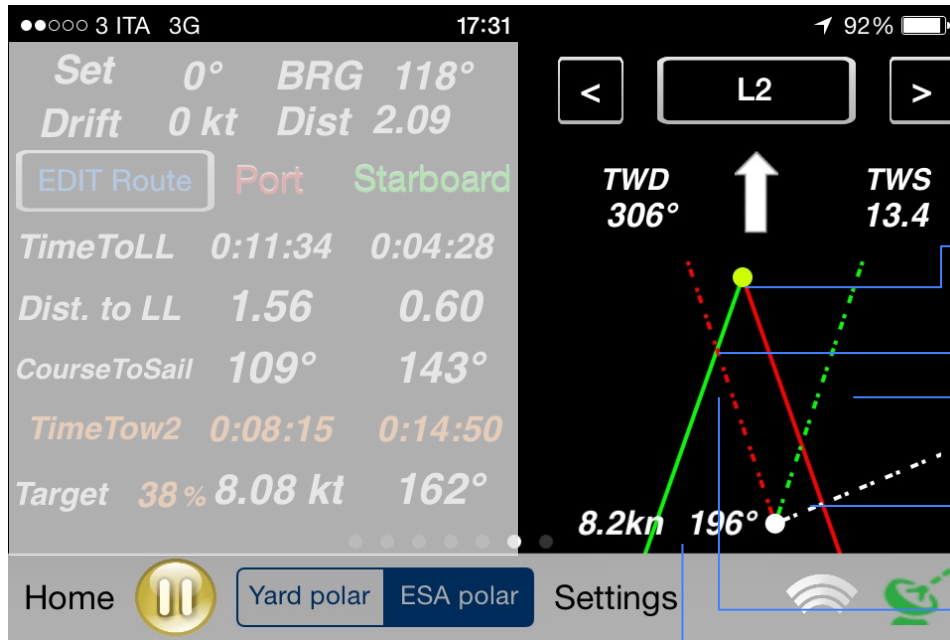
Dist.ToLL: distanze dalle laylines navigando mure a sinistra (**port**) e mure a dritta (**starboard**)

CourseToSail: rotte da tenere navigando mure a sinistra (**port**) e mure a dritta (**starboard**) tenendo conto della corrente e dello scarroccio.

TimeToNextMark: tempi alle laylines per la successiva boa di percorso calcolati a partire dalla boa attiva.

Target: velocità e angolo target dell'imbarcazione e percentuale della VMG.

PAGINA LAYLINE (2/2).



Pallino giallo = Boa attiva verso cui navighiamo (L2 nell'esempio)

Le linee rossa e verde continue rappresentano le layline per la boa

Pallino bianco = Imbarcazione

Le linee rossa e verde tratteggiate rappresentano le rotte navigando sugli angoli target

La linea bianca tratteggiata rappresenta la rotta della imbarcazione sul fondo (COG)

I numeri accanto alla barca indicano la velocità e la rotta tenute

L2: nome della boa attiva

< : seleziono la boa precedente nella rotta

> : seleziono la boa successiva nella rotta

↑ : lato con vento in poppa

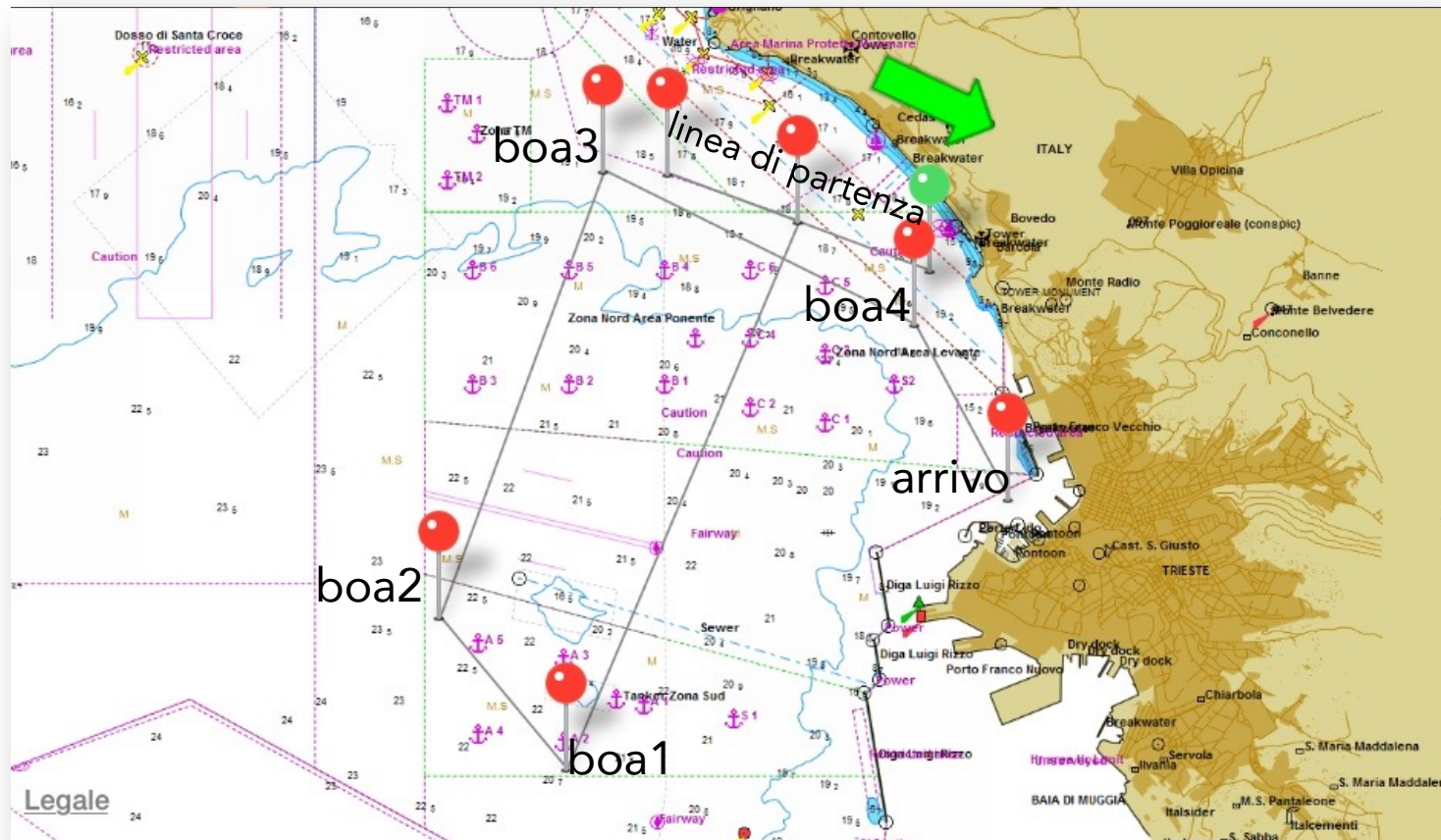
↓ : lato di bolina

TWD: direzione del vento reale

TWS: intensità del vento reale

Percorso Barcolana 2015

I moderni sistemi di navigazione permettono di costruire il percorso in modo preciso inserendo le coordinate delle boe, quando fornite nelle istruzioni di regata, oppure in via approssimativa dando la lunghezza e la direzione dei vari lati.



Esempio di pianificazione della regata.

TWD: 41

Waypoint	DIST	BRG	TWA
mid start	0.91	110	-69
boa1	3.90	203	-161
boa2	1.30	320	82
boa3	3.12	20	22
Boa4	2.27	116	-75

TOT.DIST: 14.65

+

i

Back

TWD: 57

Waypoint	DIST	BRG	TWA
mid start	0.91	110	-53
boa1	3.90	203	-146
boa2	1.30	320	97
boa3	3.12	20	37
Boa4	2.27	116	-59

TOT.DIST: 14.65

+

i

Back

TWD: 88

Waypoint	DIST	BRG	TWA
mid start	0.91	110	-21
boa1	3.90	203	-114
boa2	1.30	320	129
boa3	3.12	20	69
Boa4	2.27	116	-27

TOT.DIST: 14.65

+

i

Back

Un esempio di pianificazione è illustrato dalle immagini qui a lato, tratte dall'App Esa Regatta PRO;

Il percorso è analizzato lato per lato, con l'indicazione della lunghezza dei lati e la direzione delle boe.

Il dato TWA a fianco di ciascun lato, indica l'angolo del vento reale con il quale si dovrà navigare data la direzione del vento TWD in alto a sinistra.

Con questa indicazione siamo in grado di stabilire da subito quali saranno le vele da utilizzare nei vari lati e quali le manovre alle singole boe, informando l'equipaggio già prima della partenza, dandogli così modo di prepararsi le vele e le scotte nel modo appropriato.

Se abbiamo delle previsioni attendibili del vento, possiamo, agendo sullo slider in alto, cambiare la TWD seguendo dette previsioni e vedere di conseguenza come possono cambiare gli angoli e le vele da utilizzare.

Appare subito evidente che un simile vantaggio, soprattutto su barche di una certa dimensione, dove preparare le vele richiede un grosso sforzo e parecchio tempo, non è da poco.

Anche avere l'equipaggio aggiornato con largo anticipo sulle manovre contribuisce notevolmente a far sì che queste riescano al meglio.

Analisi Dati.

I moderni programmi di navigazione hanno anche la funzione di Log Book, cioè registrano tutte le informazioni in ingresso al sistema in un file, detto appunto file LOG.

Questi dati si prestano a numerose considerazioni; vediamo le più importanti:

1. Verificare la calibrazione degli strumenti;
 - BS
 - AWA
 - TWA
 - TWS
 - TWD
 - HDG
2. Analizzare la nuvola di punti per determinare il livello della prestazione comparato con i propri target;
3. Disegnare la traccia del percorso per analizzare la rotta tenuta.

Questo genere di analisi lo si può fare direttamente in Excel, se uno è pratico del programma, oppure si possono usare dei programmi di analisi appositamente sviluppati ma che richiedono, comunque, un elevato livello di capacità di utilizzo.

Analisi Dati.

Esempio di LOG file.

----- log1Hz20151008_1139bernetti15. log -----							
Date	Time	Ts	Boatspeed	AW_angle	AW_speed	Heading	TW_angle
TW_speed	TW_Dir	Ext_SOG	Ext_COG	Latitudine	Longitudine	BS_target	TWA_target
BS_polar	Type_tgt	LeewayAng	LeewayMod	SET	DRIFT		
08/10/15	11:39:53	15961	3.30	34	4.10	218	87
2.27	308	3.60	209	4545.4180N	1337.1335E	0.00	0
0.00	E	0.00	0.00	115	6.20		
08/10/15	11:39:54	15962	3.30	34	4.10	218	87
2.27	308	3.60	209	4545.4180N	1337.1333E	0.00	0
0.00	E	0.00	0.00	119	6.59		
08/10/15	11:39:54	15963	3.30	34	4.10	218	87
2.27	308	3.60	209	4545.4180N	1337.1331E	0.00	0
0.00	E	0.00	0.00	123	6.65		
08/10/15	11:39:54	15964	3.30	34	4.10	217	87
2.27	307	3.60	209	4545.4165N	1337.1317E	0.00	0
0.00	E	-0.00	0.00	125	1.27		
08/10/15	11:39:54	15965	3.30	34	4.10	217	87
2.27	307	3.70	209	4545.4165N	1337.1316E	0.00	0
0.00	E	-0.00	0.00	127	0.83		
08/10/15	11:39:55	15966	3.50	33	4.20	217	90
2.31	307	3.70	209	4545.4165N	1337.1315E	0.00	0
0.00	E	-0.00	0.00	128	0.62		
08/10/15	11:39:55	15967	3.50	33	4.20	217	90
2.31	310	3.70	209	4545.4165N	1337.1313E	0.00	0
0.00	E	-0.02	0.00	129	0.57		
08/10/15	11:39:56	15968	3.50	33	4.20	217	90
2.31	310	3.70	209	4545.4150N	1337.1305E	0.00	0
0.00	E	-0.04	0.00	130	0.55		
08/10/15	11:39:56	15969	3.50	33	4.20	217	90
2.31	310	3.70	209	4545.4150N	1337.1305E	0.00	0
0.00	E	-0.05	0.00	131	0.55		
08/10/15	11:39:57	15970	3.50	33	4.20	218	90
2.31	311	3.70	209	4545.4150N	1337.1302E	0.00	0
0.00	E	-0.05	0.00	131	0.56		
08/10/15	11:39:57	15971	3.50	33	4.20	218	90
2.31	311	3.70	209	4545.4150N	1337.1302E	0.00	0
0.00	E	-0.05	0.00	132	0.59		

Analisi Dati.

Esempio di POLAR file di ESA.

Come prima informazione viene riportata la tabella polare usata per il confronto.

----- polar20151011_1407barcolana15.log -----										
Yard Polar used for this file:										
Anywave_Frers64										
Regatta										
TWS_TWA	v1	a1	v2	a2	v3	a3	v4	a4	v5	a5
6	7.69	46.6	9.53	75	9.95	110	7.28	125	3	180
8	8.38	41.2	10.43	75	11.46	110	9.9	135	6	180
10	8.65	37.8	11.19	75	12.51	110	10.97	139	7.1	180
12	8.82	36.1	11.86	75	13.26	110	12.08	142.5	8.2	180
14	8.95	35.3	12.33	75	13.98	110	13.31	143.5	9.6	180
16	9.07	35.1	12.72	75	14.62	110	14.47	145.7	10.5	180
18	9.19	35.4	13.07	75	15.19	110	15.57	147.8	12	180
20	9.29	35.8	13.38	75	15.72	110	16.65	149.7	13.5	180

Analisi Dati.

Esempio di POLAR file di ESA.

ESA Real Time Polar Diagram:

Polar dx																								
TWS	TUBS	TUWA	35 bs	twa	50 bs	twa	65 bs	twa	80 bs	twa	95 bs	twa	110 bs	twa	125 bs	twa	140 bs	twa	155 bs	twa	170 bs	twa	TDBS	TDWA
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	8.92	28	9.32	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.89	147	0	0	0	0	9.95	143
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.17	141
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.5	144
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polar sx																								
TWS	TUBS	TUWA	-35 bs	twa	-50 bs	twa	-65 bs	twa	-80 bs	twa	-95 bs	twa	-110 bs	twa	-125 bs	twa	-140 bs	twa	-155 bs	twa	-170 bs	twa	TDBS	TDWA
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.77	-129	6.91	-141	0	0	0	0	6.72	-141
12	9.97	-40	9.97	-40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.54	-123	0	0	0	0	0	0	0	0
14	9.95	-35	10.31	-40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.84	-128	12.32	-142	0	0	0	0	12.03	-148
16	0	0	0	0	0	0	0	0	10.53	-77	0	0	0	0	0	0	0	0	13.25	-148	0	0	12.96	-147
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

VMG Points				
TWS	TUBS	TUWA	TDBS	TDWA
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0
9	0	0	0	0
10	0	0	7.68	141.88
12	9.97	39.79	11.17	141.21
14	9.95	35.6	12.27	146.04
16	0	0	12.96	146.61
18	0	0	0	0
20	0	0	0	0

Analisi Dati.

Esempio di file PolarESA con i dati di target VMG.

10	0	0	9.95	142.66	6.72	218.9	0	0
10.2	0	0	9.95	142.66	6.53	218.98	0	0
10.4	0	0	0	0	6.91	218.82	0	0
10.6	0	0	0	0	0	0	0	0
10.8	0	0	10.5	142.96	0	0	0	0
11	0	0	10.5	142.96	10.06	211.37	0	0
11.2	0	0	0	0	10.06	211.37	0	0
11.4	0	0	0	0	0	0	0	0
11.6	0	0	10.95	140.1	0	0	0	0
11.8	0	0	10.96	140.27	0	0	0	0
12	0	0	11.17	141.21	0	0	9.97	320.21
12.2	0	0	0	0	0	0	0	0
12.4	0	0	11.61	143.25	0	0	0	0
12.6	0	0	11.6	143.22	0	0	0	0
12.8	0	0	11.63	143.08	0	0	0	0
13	0	0	11.89	143.3	11.88	212.72	0	0
13.2	0	0	12.1	143.73	11.85	211.71	0	0
13.4	0	0	12.24	143.15	11.9	213.73	0	0
13.6	0	0	12.38	143.76	0	0	0	0
13.8	0	0	12.63	144.12	11.94	211.16	9.95	324.61
14	0	0	12.5	143.94	12.03	211.86	9.95	324.61
14.2	0	0	0	0	12.04	213.61	0	0
14.4	0	0	0	0	12.09	210.82	0	0
14.6	0	0	13.07	144.68	11.85	210.99	9.92	323.32
14.8	0	0	0	0	12.21	210.42	0	0
15	0	0	13.41	145.29	12.03	210.71	9.92	323.32
15.2	0	0	0	0	0	0	0	0
15.4	0	0	13.75	145.9	0	0	0	0
15.6	0	0	0	0	12.95	213.47	0	0
15.8	0	0	0	0	12.96	213.3	0	0
16	0	0	0	0	12.96	213.39	0	0

Analisi Dati con ESA Polar Analyser.

Visualizzazione in forma grafica dei target di bolina e poppa rilevati dal sistema ESA e comparati con le polari di progetto.

