

Spediti sull'acqua, ma con stabilità

Forme di scafo wave piercing a forte allungamento, contenimento del flusso sotto carena con pareti laterali immerse, gradini e ventilazione del fondo per ridurre l'attrito: queste sono le possibili strade per realizzare mezzi navali ad alta velocità

di Alberto Ascenzi, a.ascenzi@serimnet.com, www.serimnet.com



Esiste una imbarcazione per certi aspetti rivoluzionaria, ideale per missioni di volo e anfibe in condizioni meteomarine forza 4-5. Può superare i 40 nodi, ma nel progetto colpiscono soprattutto la stabilità, la manovrabilità e il seakeeping.

Si tratta di *Independence*, qualcosa di assolutamente innovativo da cui prendere spunto per lo studio di altri progetti.

È stata costruita dalla General Dynamics Corporation nel cantiere dell'Austal Usa di Mobile (in Alabama) in base a

un programma di nuove costruzioni della U.S. Navy che prevede l'acquisizione di oltre 50 unità di cui 24 già commissionate, 12 alla stessa General Dynamics e 12 caratterizzate da un monoscafo a spigolo alla Lockheed Martin associata a Fincantieri Usa.

Independence ha un deadweight di 608 ton, un volume utile di 11.000 m³ e un ponte volo di 1.030 m². Il progetto si basa su un'applicazione militare dei trimarani da trasporto car-pax dell'Austal, i cui maggiori esempi sono quelli della Fred Olsen Company tipo *Benchijigua Express* in servizio alle Canarie, che a loro volta sono una evoluzione dei catamarani tipo *Bocayna*.

Nel campo dello yachting le stesse forme di scafo a trimarano sono state utilizzate dal cantiere Austal di Hendersson in West Australia per la costruzione del *White Rabbit*, uno yacht di 61,40 metri, largo 15,4 che sviluppa una velocità di 19 nodi con una potenza installata di 3.085 kW.

Esaminando le foto rese pubbliche dell'*Independence* si possono rilevare caratteristiche speci- (continua a p. 94)





Independence.

(segue da p. 92) fiche di questo progetto che ne fanno qualcosa di assolutamente nuovo rispetto a quanto siamo abituati a vedere. Innanzitutto colpiscono l'assenza di onde divergenti, la manovrabilità e la stabilità ad alta velocità, prestazioni da attribuire alla configurazione tipo **wave piercing** dello scafo centrale, il cui rapporto l_w/b_w è superiore a 17/1, alla presenza di un bulbo di prora e a due coppie di pinne attive posizionate a prora e a poppa. I due scafi laterali assicurano un forte incremento della stabilità laterale e portano il rapporto di figura fuoritutto a circa 4,5/1, a beneficio dei volumi utili e della superficie del ponte volo. Per come sono posizionate le due coppie di pinne attive s'intuisce che esse contribuiscano significativamente a ridurre i moti di beccheggio e a **consentire brusche virate** in velocità senza sbandate laterali. La velocità di 40 nodi, a cui corrisponde un quoziente di Taylor di 2, è ottenuta con **un rapporto potenza/peso di 22,34 kW/ton**, valore non basso se confrontato con quello di uno scafo tradizionale con eliche immerse. Viene spontaneo un confronto con gli incrociatori leggeri classe *Capitani Romani* costruiti nel 1940 che avevano prestazioni

analoghe di velocità con un rapporto potenza/peso di 17 kW/ton. Tuttavia non è la velocità l'elemento più appariscente, ma sono la stabilità, la manovrabilità e il seakeeping. Qualche perplessità è data dal tipo di costruzione in lega leggera che potrebbe con il tempo creare problemi di robustezza di scafo, soprattutto locale, per le sollecitazioni dovute sia alla configurazione a trimarano sia a un gravoso impiego militare.

Cosa si deve intendere per alta velocità?

Il concetto è strettamente legato alla dimensione del mezzo e al suo peso. Per piccole unità è possibile realizzare un sostentamento dinamico dello scafo in condizioni di planata, ma aumentando le dimensioni – e quindi il peso – viene a mancare questo presupposto per il semplice motivo che il peso aumenta con il cubo della dimensione mentre la portanza dinamica, legata alla superficie, può crescere solo con il quadrato della medesima. Esiste un limite fisico che non consente di realizzare scafi plananti con un dislocamento superiore alle 200 tonnellate circa, anche se del tipo aliscafo ad ali profondamente immerse. Per dimensioni maggiori il

sostentamento dello scafo va ricercato con altri mezzi, il più efficiente dei quali è sicuramente rappresentato da un cosiddetto **cuscino d'aria** contenuto da una cortina flessibile perimetrale o da due pareti laterali rigide e cortine di prora e poppa. Mezzi di questo tipo non hanno limiti dimensionali, dipendendo solo al binomio superficie e pressione interna al cuscino. Se non possiamo disporre del sostentamento dinamico dobbiamo puntare su forme di scafo lunghe e strette in grado di intersecare la

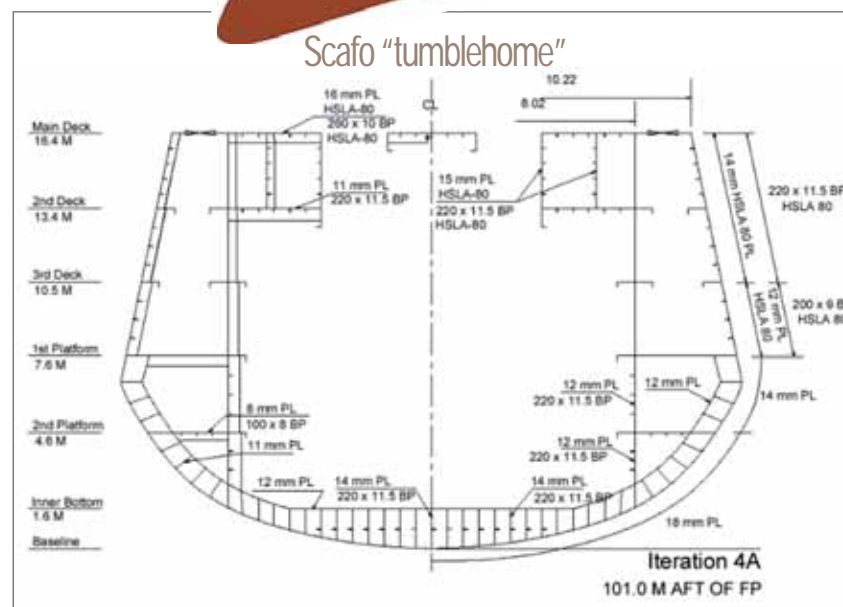
superficie liquida rimanendo stabilmente ancorati a essa. È la forma wave piercing tipica dei catamarani e dei trimarani veloci come, nel nostro caso, è l'*Independence*.

Un interessante esempio di scafo wave piercing è stato adottato per il progetto dei nuovi Ddg della U.S. Navy classe Zumwalt (curioso come il

nome dell'ammiraglio Zumwalt, a suo tempo convinto sostenitore di grandi navi veloci a cuscino d'aria, sia stato oggi assegnato a questa nave) (continua a p. 96)

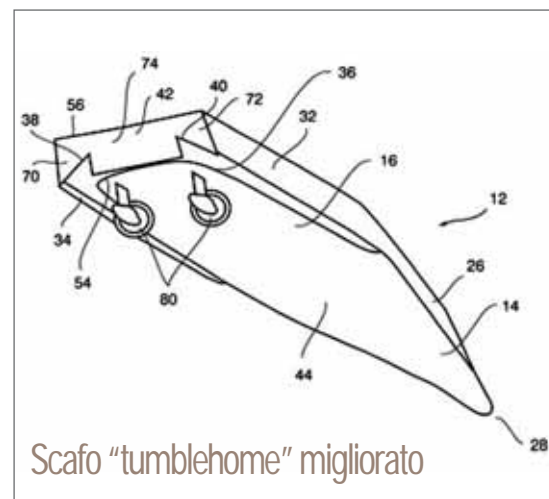


U.S. Navy dd(X) Zumwalt.



Independence

Scafo Lunghezza ft m 127,80 • larghezza m 28,40 • immersione massima m 3,96 • dislocamento a p.c. ton 2.784 • velocità di progetto 40 nodi • costruzione leghe di alluminio • motori 2 Mtu 20V 8000 di 9.100 kW (cv 12.364,716) a 1.150 giri/m, 2 Tag GE LM 2500 da 22 MW, 4 idrogetti Wartsila Lips (Usa)





(segue da p. 94) sto tipo di scafo molto diverso).

I Ddg di questa classe sono caratterizzati da un sottile scafo tipo "tumblehome", forma utilizzata nel passato dai galeoni, che consente con le sue murate inclinate all'interno una ridotta maschera radar (Stealth). Il progetto ha subito forti critiche da parte degli architetti navali che attribuivano a queste forme scarse doti di stabilità in falla, per cui è stato successivamente modificato con l'aggiunta di due pareti laterali costituenti due pinne immerse.

Un altro progetto di riferimento che merita attenzione è lo *Stiletto*, un mezzo planante da 50 nodi della U.S. Navy le cui forme di scafo a 5 punte sono studiate in modo da incanalare l'onda di prora in

due tunnel sottocarena per trasformare la sua energia dinamica in pressione di sostentamento del mezzo.

Per realizzare mezzi navali ad alta velocità è necessario quindi seguire queste strade: forme di carena wave piercing a forte allungamento, contenimento del flusso sotto carena con pareti laterali immerse, gradini, cuscino d'aria o comunque ventilazione del fondo per ridurre l'attrito, multiscafi. Gli obiettivi sono ridurre o eliminare la formazione delle onde divergenti di prora, diminuire l'attrito, creare una componente di sostentamento dinamico, migliorare la tenuta al mare.

Ho ritenuto si dovesse operare in questa direzione e nel 2000 elaborai, per conto di un noto armatore argentino, il **progetto di un trasporto passeggeri da 75 nodi** con uno scafo a gradino avente la parte poppiera delimitata da pareti laterali e ventilata con

insufflazione d'aria. Per la propulsione avevo previsto l'impiego di eliche di superficie, ritenendo che solo così avrei potuto contenere il peso e superare il muro di 60 nodi cui sono soggetti gli idrogetti disponibili in commercio.

Infatti per consentire velocità maggiori di 60-65 nodi, a mio avviso, l'unico propulsore possibile è l'elica supercavitante di superficie: non esistono esempi di unità con propulsione a idrogetto che abbiano superato questo limite a eccezione di un mezzo a cuscino d'aria da 100 ton, il *Ses 100 A*, progettato per una velocità massima di 80 nodi e provato alla metà degli anni '70 del secolo scorso dalla U.S. Navy. La nave ebbe un lungo periodo di messa a punto che richiese l'adozione di idrogetti a più stadi a flusso misto e sezioni d'ingresso alla bocca a geometria variabile.

Per contro, il *Ses 100 B*, con propulsione a elica di superfi-



Qui sopra, il Ses 100 B in navigazione.

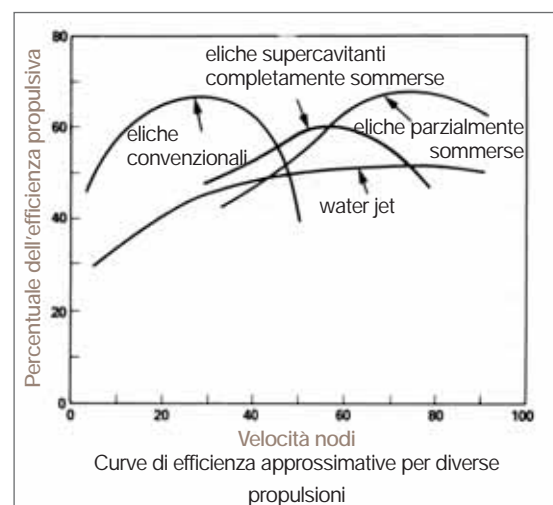
cie **superò i 90 nodi**, oltre 10 in più della versione A, con un rendimento propulsivo totale maggiore di 8 punti percentuali. Occorre dire che si trattava in questo caso di eliche di superficie a pale orientabili molto speciali appartenenti alla Serie 4281 del Nsrdc.

L'elica è un propulsore che si adatta perfettamente alle diverse condizioni operative di un mezzo militare che deve poter sviluppare una velocità elevata, ma che opera per la maggior parte del tempo a basse andature. La corrispondenza velocità/numero di giri consente coefficienti di avan-

zo pressoché costanti anche a regimi molto differenti con un elevato rendimento energetico.

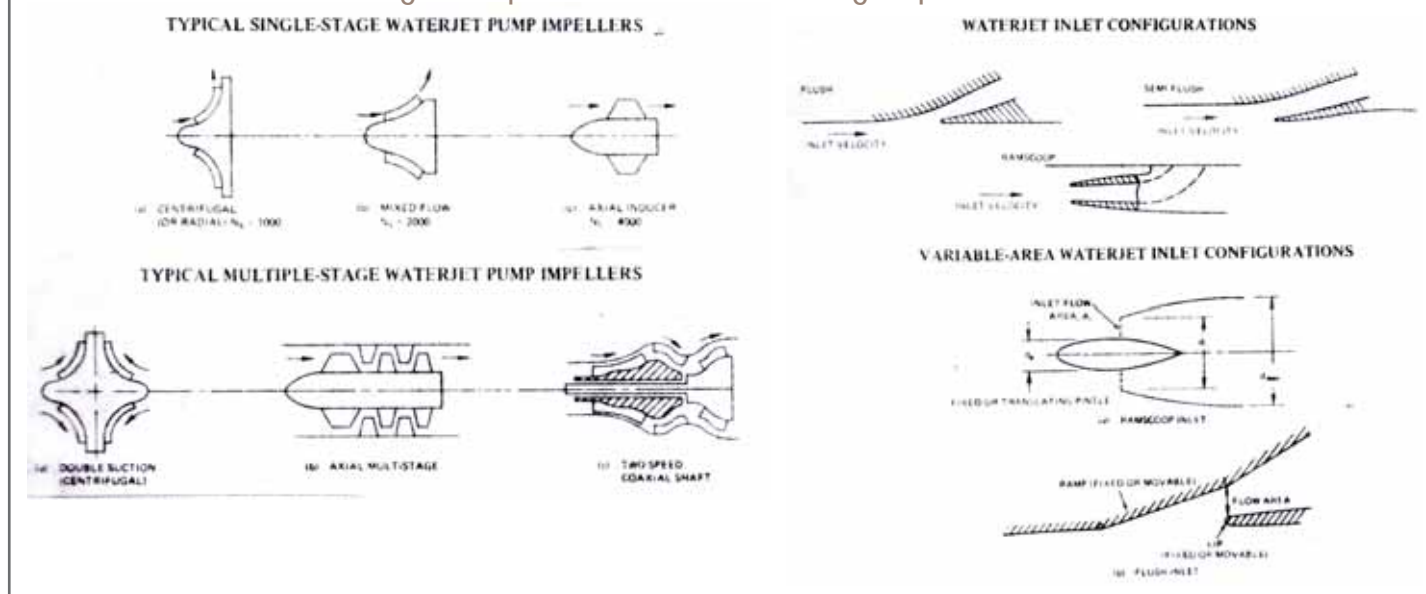
Al contrario il rendimento dell'idrogetto, essenzialmente una pompa, è legato alla portata d'acqua, come differenza di quantità di moto tra la bocca d'ingresso e quella di uscita, è massimo solo in un campo molto ristretto di variazione di velocità all'imbocco, al di fuori del quale crolla. L'idrogetto si presta molto bene per la propulsione di navi commerciali che operano a velocità costante, ma non è l'ideale (continua a p. 98)

In alto, lo *Stiletto*, mezzo planante da 50 nodi. Sotto, il Ses 100 A.

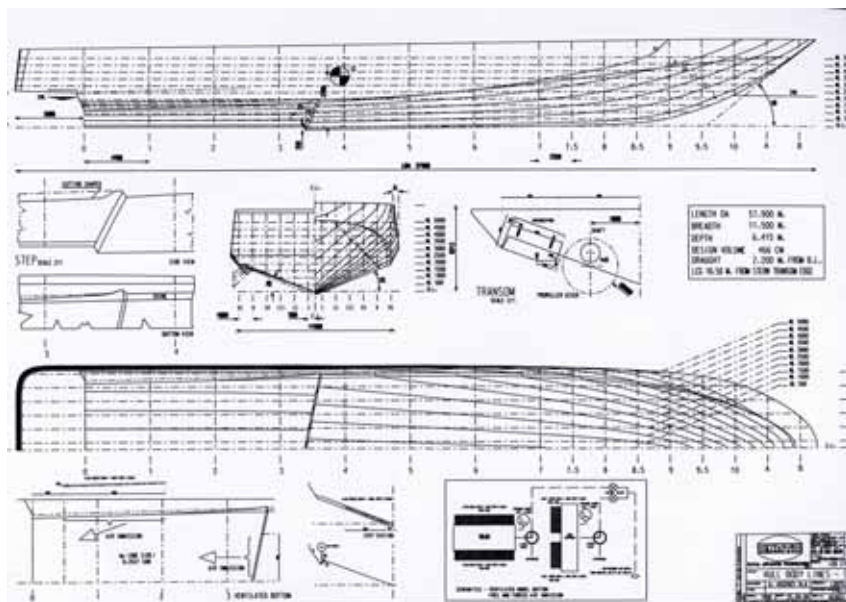


➤ L'alta velocità non significa nulla se non è associata alle altre fondamentali qualità marine per affrontare in sicurezza condizioni operative anche molto gravose.

Accorgimenti per la realizzazione di idrogetti per alta velocità



Dal "Report delle prove presso la Sspa"



(segue da p. 96) per un mezzo militare. Per migliorare le prestazioni in diverse condizioni di funzionamento sono stati studiati accorgimenti quali sistemi a più stadi e bocche d'ingresso a geometria variabile.

Attualmente sto sperimentando forme di carena semiplananti che introducono, sulla base delle mie precedenti esperienze nel campo dell'alta velocità, i concetti presenti nei trimarani veloci dell'Austral, nei nuovi Ddg e nello *Stiletto* (Usa). Il progetto è finalizzato alla costruzione di unità commerciali o da diporto nella taglia da 26 a 36 metri di lunghezza per un campo di velocità che va da 15 a 25 nodi e fa parte di una mia collaborazione con Cantieri di Baia per la creazione di un nuovo brand.

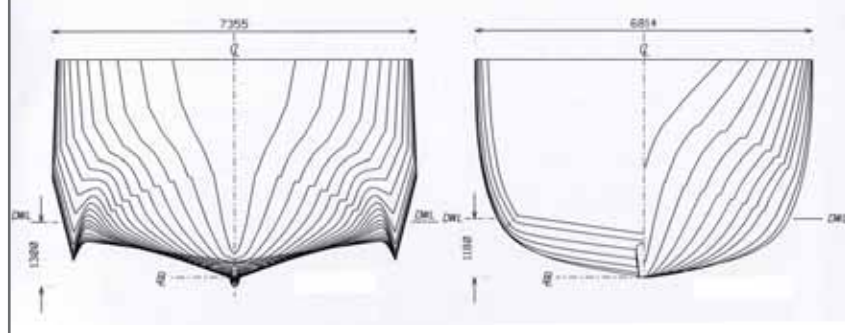
Gli obiettivi sono gli stessi che hanno originato i progetti di riferimento, ossia grande superficie di piattaforma, bassa resistenza in regime semiplanante, sostanziale incremento delle qualità marine di tenuta al mare e di manovrabilità.

Le forme e i parametri di carena sono quelli di base di uno scafo ottimizzato per un V/L di 2,5 (o se vogliamo per un $F_v=2$, cioè al limite inferiore del regime di planata) modificato in modo da avere un centro di carena molto arretrato, piccoli angoli d'ingresso di prora, estesa superficie portante di poppa e un chine sagomato per formare due pinne verticali.

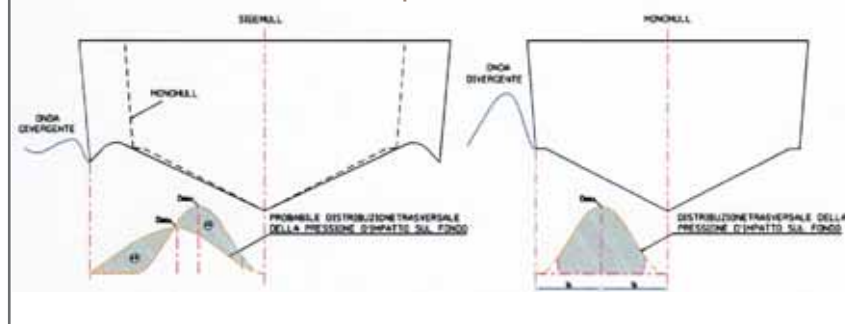
L'analisi fluidodinamica computerizzata (Cfd) ha dato risultati molto incoraggianti, convalidati da esperienze su modello in scala 1/15 provato in vasca navale. Il beneficio che si ottiene è spiegabile con una più uniforme distribuzione della pressione dinamica sul fondo, una riduzione dei suoi valori di picco e un deciso effetto smorzante sui moti di sussulto con mare in prora. Particolarmente significativa è la riduzione del 50% circa del valore delle componenti verticali di accelerazione sul baricentro, che passano da 0,631 g a 0,297 g con uno stato del mare forza 4.

Si dimo- (continua a p. 100)

Confronto nuova carena con uno scafo semidislocante tradizionale



Diversa distribuzione delle pressioni sul fondo nei due casi



Confronto dei diversi angoli di assetto in corsa

Hw = 2 m, Pw = 6 s, V = 15 nodi

	Monohull	Sidehull	Delta
R media [N]	26552	24099	-2453
R_f media [N]	5460	5834	373
R_p media [N]	21092	18266	-2826
Immersione max (m)	1.326	0.272	-1.054
Immersione min (m)	-1.697	-1.095	-0.603
Accelerazione Lcg max (g)	0.631	0.297	0.334
Accelerazione Lcg min (g)	-0.888	-0.505	-0.383
Assetto max (deg)	4.644	3.776	-0.868
Assetto min (deg)	-7.756	-3.687	-4.069

Confronto del comportamento con mare forza 4.

(segue da p. 98) tra inoltre che la resistenza totale all'avanzamento nel campo di velocità d'interesse è inferiore a quella dello scafo tradizionale migliore possibile avente stessa lwl e stesso dislocamento, quindi direttamente confrontabile.

Queste esperienze sono il banco di prova per lo sviluppo futuro di navi di dimensioni maggiori capaci di velocità superiori ai 60 nodi, con forme di scafo simili a un trimarano anche se più compatte e tali da consentire migliori prestazioni di tenuta al mare, stabilità e manovrabilità.

Ad alta velocità non è sufficiente studiare una buona

carena, anche le forme dell'opera morta assumono una importanza rilevante sia per garantire un basso coefficiente Cx di resistenza aerodinamica, sia per tagliare le onde senza opporre resistenza. In particolare la prora deve avere forme tondeggianti senza slanci in modo da smorzare le pressioni d'impatto con le onde assicurando nel contempo una grande riserva di galleggiabilità per evitare di immergersi. Un esempio di quanto detto è la proposta che abbiamo elaborato per uno yacht di 59 metri progettato per una velocità di oltre 60 nodi, di cui mostriamo la seguente immagine. □

Riferimenti:

1. Janes, *Surface Skimmer*, 1978
2. Rosenblatt & Son. Inc, *The Surface Effect Ship* (PM-17)
3. *Modern Ships and Craft*, Naval Engineer Journal, febbraio 1985
4. Sspa, Report 2000, 0420 del 12.12.2000
5. Profjord, Report NO-1011 del 12.12.2000
6. Rolla Sp Propellers Sa, Report 10_01

Le immagini di Independence e le notizie inerenti, riportate nella relazione, sono rese pubbliche su internet.



Modello di 29 m, scala 1/15 in prova, 90 ton, 22 nodi.



59 m Ocean Fast Cruiser