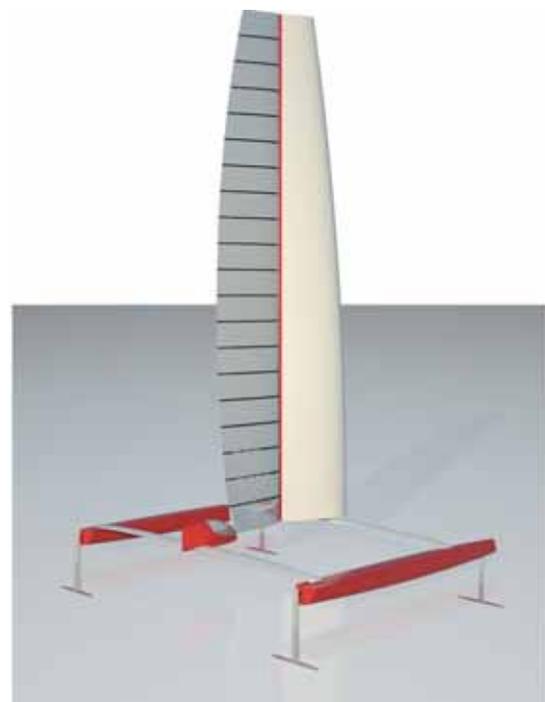


Catamarano da record

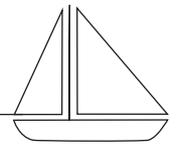
EDWARD CANEPA, FABIO D'ANGELI, CHIARA FRATINI



Un progetto, una sfida per raggiungere con un catamarano innovativo il record di velocità a vela. L'imbarcazione è in fase di studio presso il polo universitario di La Spezia. Le prime analisi, gli studi, i materiali e l'automazione. Un mondo a metà tra la nautica classica e l'aeronautica



1. Vista d'assieme del catamarano.



Per chiunque ami andare in barca a vela e ami la sensazione di velocità che si prova in certe situazioni la sfida al record di velocità a vela rappresenta uno sterminato immaginario, una porta aperta su un mondo a metà tra la vela classica e il mondo dell'aeronautica, un insieme di idee e progetti che hanno portato ad imbarcazioni assolutamente innovative, e che oggi, da quando la Coppa America ha portato il mondo dei multiscafi ad alte prestazioni alla visione di tutti, si stanno effettivamente diffondendo.

In realtà com'è facile intuire il progetto di un'imbarcazione che ambisca a tale record rappresenta ancora oggi una sfida assai difficile e nel contempo assai affascinante. Gli ambiti progettuali e scientifici che vengono coinvolti possono essere assai diversi e spaziano dalla fluidodinamica, allo studio dei materiali, dalle tecnologie costruttive all'automazione.

Il progetto a tutta velocità

Questi sono i presupposti che hanno visto nascere all'interno del corso di studi in ingegneria nautica, che si

tiene presso il polo Universitario di La Spezia, il progetto di un'imbarcazione per il record di velocità a vela. Imbarcazione che si vuole guidata da un'unica persona e che quindi dovrà avere un sistema completamente automatizzato per la gestione della stabilità e della propulsione.

Una ulteriore spinta ad affrontare un progetto così complesso è venuta proprio dall'ambito accademico, ovvero dalla necessità come facoltà di Ingegneria Nautica di orientarsi verso alti valori di eccellenza e quindi, affrontando sistemi complessi, accrescere le competenze che possono rappresentare un valore aggiunto per la didattica e per la ricerca congiunta con le aziende del settore.

In questi ultimi mesi sono stati fatti i primi passi di questo lungo percorso progettuale ed in particolare una prima fase ha visto uno studio ed una comparazione delle barche esistenti che hanno tentato il record di velocità. Già in questa fase si sono potuti distinguere due approcci progettuali principali. Il primo prevede la progettazione di un'imbarcazione 'versatile', il cui utilizzo finale sia il

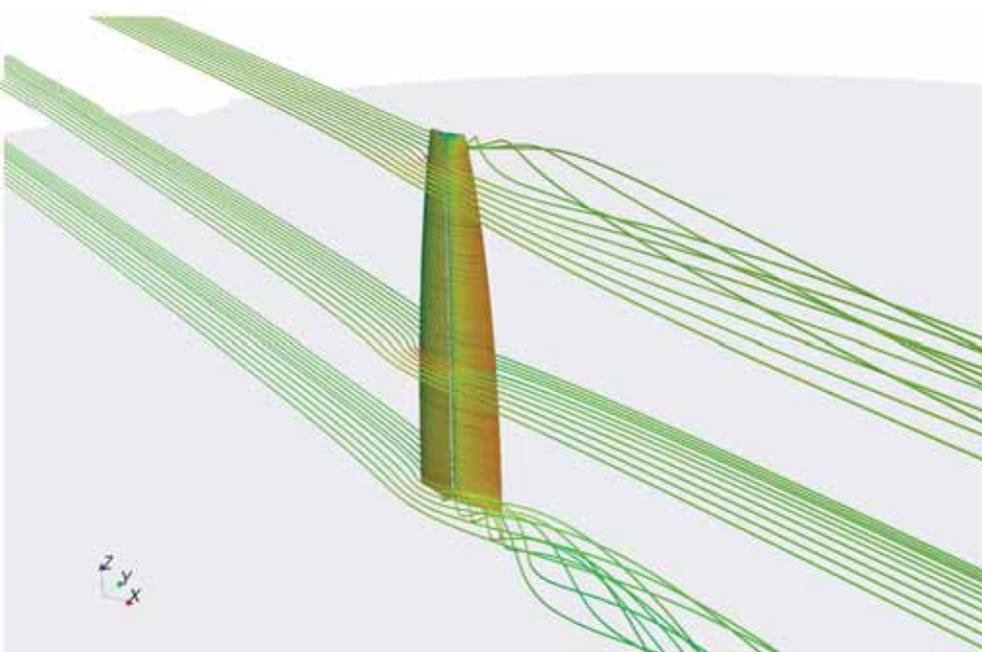
record di velocità, ma che sia in grado di navigare in tutte le andature. Differentemente il secondo prevede scelte estreme che non permettono ad esempio la possibilità di cambiare mure, ma solamente raggiungere velocità massime in un'unica direzione. Un esempio per il primo approccio è Hydroptere, l'attuale detentore del record di velocità sui 500m con una velocità massima raggiunta di 51,36 kts. Mentre un esempio del secondo approccio è Sailrocket (Hydroptere e Sailrocket sono rappresentati nella foto di apertura dell'articolo).

Nel nostro caso è stata scelta la prima strada in quanto si è ritenuto che un progetto di questo genere assuma caratteristiche più generali, e di conseguenza anche gli aspetti tecnologici e di ricerca possano avere una spendibilità maggiore. In buona sostanza limitandosi all'aspetto accademico della questione, il risultato finale che ci si attende è un contenitore tecnologico che possa avere delle ricadute anche sulla progettazione di barche più standard.

Scelta dell'imbarcazione

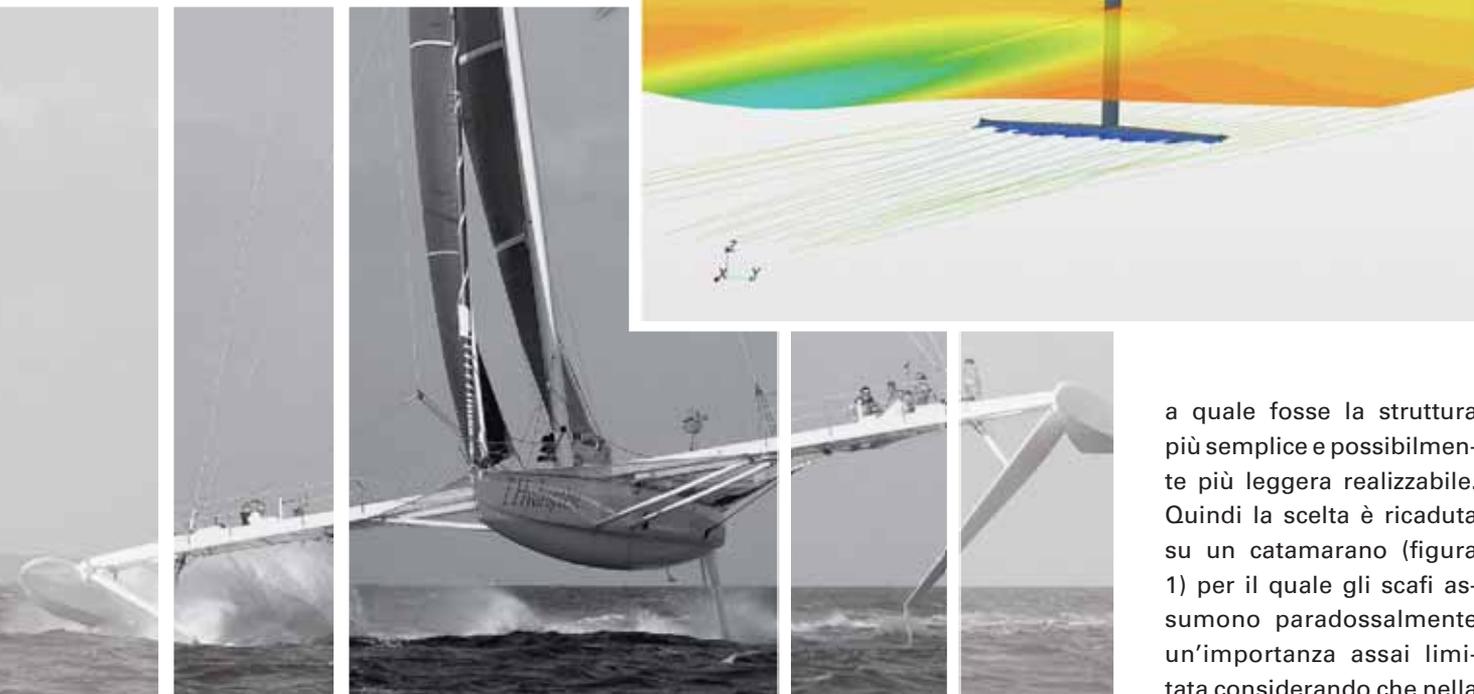
Il passo successivo è stato identificare che tipologia di imbarcazione potesse essere interessante. Innanzitutto si sono fatte delle scelte relative al sistema di propulsione e quindi si è optato per un'ala rigida, in quanto è l'unica in grado di garantire prestazioni elevate con poca resistenza, requisito necessario per imbarcazioni assai veloci.

L'altra scelta è stata fatta per quanto riguarda i sistemi di galleggiamento della barca. Osservando le imbarcazioni esistenti si comprende come che per ridurre la resistenza all'avanzamento si possa operare in due direzioni: la prima prevede di sollevare l'imbarcazione dall'acqua tramite l'utilizzo di hydrofoil, ne è un esempio hydroptere; la seconda



2. Immagine dell'ala rigida con andamenti delle linee di corrente.

3. Dettaglio del T-foil con linee di corrente e flusso d'aria per la ventilazione.



a quale fosse la struttura più semplice e possibilmente più leggera realizzabile. Quindi la scelta è ricaduta su un catamarano (figura 1) per il quale gli scafi assumono paradossalmente un'importanza assai limitata considerando che nella maggior parte delle condi-

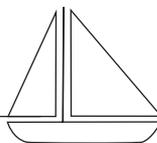
di utilizzare scafi plananti, come avviene su Sailrocket. Analizzando queste configurazioni si è pensato di scegliere il primo approccio, ma utilizzando una soluzione diversa da quella impiegata per l'hydroptere, in particolar modo si è scelto di utilizzare 4 T-foil (profili immersi in cui la parte che genera la spinta verticale è disposta orizzontalmente, ed essa risulta connessa allo scafo da un ala verticale, da cui la forma a T rovesciata) completamente immersi al posto dei V-foil (profili disposti a V come si possono vedere in figura di apertura). Questa soluzione dovrebbe permettere di ridurre la resistenza e di aumentare la stabilità dell'imbarcazione. Infatti, per quanto riguarda la resistenza i T-foil presentano una resistenza d'onda e di spray di gran lunga inferiore di quella dei V-foil, in quanto la superficie che genera la portanza

si trova ad un'immersione dalla superficie libera tale da ridurre la generazione di perturbazioni. Per quanto riguarda la stabilità questa configurazione dovrebbe permettere di incrementare i momenti necessari a garantire l'equilibrio. Nella soluzione con i V-foil infatti, prendendo ad esempio il momento raddrizzante, la coppia generata dipende principalmente dal peso, e quindi ha un limite superiore. Con la configurazione a T-foil è invece possibile, modificando opportunamente l'incidenza degli stessi, generare un momento raddrizzante puramente dinamico, e quindi potenzialmente più elevato del precedente.

Semplice e leggera

Una volta scelta la configurazione dell'imbarcazione, almeno nei termini di ala rigida e foil, si è pensato

zioni di vento si opererà in configurazione di 'volo'. Purtroppo questo insieme di scelte iniziali di base non trova molti riscontri in letteratura, e quindi non è facile stabilire anche solo in termini di massima le dimensioni principali dell'imbarcazione. E' stato quindi necessario realizzare uno strumento numerico che permettesse di valutare l'impatto della variazione delle caratteristiche geometriche sulle prestazioni. Tale strumento è stato un programma di tipo VPP (velocity prediction program) nel quale i dati di input sono la geometria del catamarano e le caratteristiche del vento reale ed i risultati sono la velocità della barca e le forze generate dai vari componenti. Grazie a questo strumento è stata eseguita un'analisi preliminare che andrà ripetuta una volta che saranno definiti meglio determinati dettagli che in questa prima fase sono



stati stimati con un ampio margine di errore; basti pensare al peso delle strutture, una sua valutazione non è cosa assolutamente facile in una fase così iniziale. In questa prima fase di sviluppo è stato inoltre necessario porre dei limiti massimi a certe dimensioni quali ad esempio lunghezza massima, larghezza massima del catamarano ed altezza massima dell'albero. Limiti posti in maniera arbitraria e che per essere verificati o modificati necessiteranno di analisi strutturali che verranno effettuate in seguito. Allo stato attuale del progetto le principali dimensioni sono: lunghezza fuori tutto 12 m; larghezza 12 m; peso 1.200 kg; altezza albero 20 m; superficie velica 100 m²; area foil di prua 0,9 m; area foil di poppa 0,7 m; span foil 2,2 m.

Fondamentale la simulazione

Una volta definite le dimensioni principali dei vari elementi costitutivi del catamarano, si è passati allo studio dell'ala rigida allo scopo di scegliere una geometria atta a soddisfare le esigenze di progetto. Dapprima si sono analizzate le soluzioni di ala rigida esistenti dalle quali si sono ricavate informazioni utili alla comprensione dei fenomeni aerodinamici che interessano tale sistema propulsivo ed indispensabili come punto di partenza per lo sviluppo di questo nuovo progetto. L'ala rigida (figura 2) è composta da un albero alla cui coda è incernierato un flap che può ruotare rispetto al primo. La regolazione dell'angolo di flap combinata con la rotazione dell'intera ala permette di raggiungere la forma ottimale in grado di sviluppare la spinta necessaria al raggiungimento della velocità voluta. In questa fase si sono concepite varie tipologie di profili alari le cui prestazioni sono state confrontate grazie ai risultati numerici ottenuti dalle simulazioni

aerodinamiche eseguite mediante il software CFD (Computational Fluid Dynamic) Star-ccm+ della CD-Adapco. L'altro elemento di fondamentale importanza per il raggiungimento degli obiettivi preposti è il sistema di hydrofoil necessari al sostentamento ed alla stabilità di assetto del catamarano.

Tali appendici devono fornire la portanza richiesta mantenendo comunque dei valori di resistenza idrodinamica minimi.

La progettazione di questi hydrofoil risulta particolarmente difficoltosa in quanto è necessario garantire delle elevate efficienze in varie condizioni di funzionamento: dalle basse velocità in cui il catamarano deve decollare, fino a velocità superiori ai 50 kts, in cui è inevitabile incorrere in fenomeni di cavitazione che degradano le loro prestazioni. Pertanto si è pensato di affrontare il problema utilizzando una geometria variabile (figura 3) e ventilando opportunamente il profilo, ovvero facendo sì che un opportuno flusso d'aria occupi quelle superfici dove altrimenti si formerebbero le bolle di vapore acqueo.

I risultati delle simulazioni CFD sia per quanto riguarda la parte aerodinamica che quella idrodinamica sono stati utilizzati all'interno del VPP. Allo stato attuale del progetto il catamarano è in grado di ottenere velocità circa doppie rispetto alla velocità del vento reale. Le analisi fluidodinamiche proseguiranno con lo studio e l'ottimizzazione delle geometrie tridimensionali dell'ala rigida e dei t-foil a cui si accompagnerà la progettazione strutturale degli stessi e perché no la loro costruzione.

E. Canepa, F. D'angeli, C. Fratini - ingegneria nautica, polo universitario di La Spezia.