

Analisi strutturale di un'alberatura velica. Progettazione ed ottimizzazione di un caso studio

di Luca Roccati

Relatore: Vittorio Nascè

Correlatore: R. A. Sheno

La presente Tesi di Laurea è stata sviluppata attraverso una collaborazione tra il Politecnico di Torino (Dip. di Ingegneria Strutturale e Geotecnica) e la University of Southampton (Dep. of Ship Science).

L' "Architettura Navale", da sempre disciplina afferente all'Architettura, si è attualmente specializzata nella progettazione di imbarcazioni a vela da diporto attraverso il settore dello *Yacht Design*, per il quale l'alberatura e tutto il sistema di manovre rappresentano uno dei principali oggetti di attenzione.

Questo complesso strutturale è parte integrante del "motore" dell'imbarcazione a vela che in un delicato gioco di equilibri, trasmette allo scafo l'azione propulsiva del vento sulle vele.

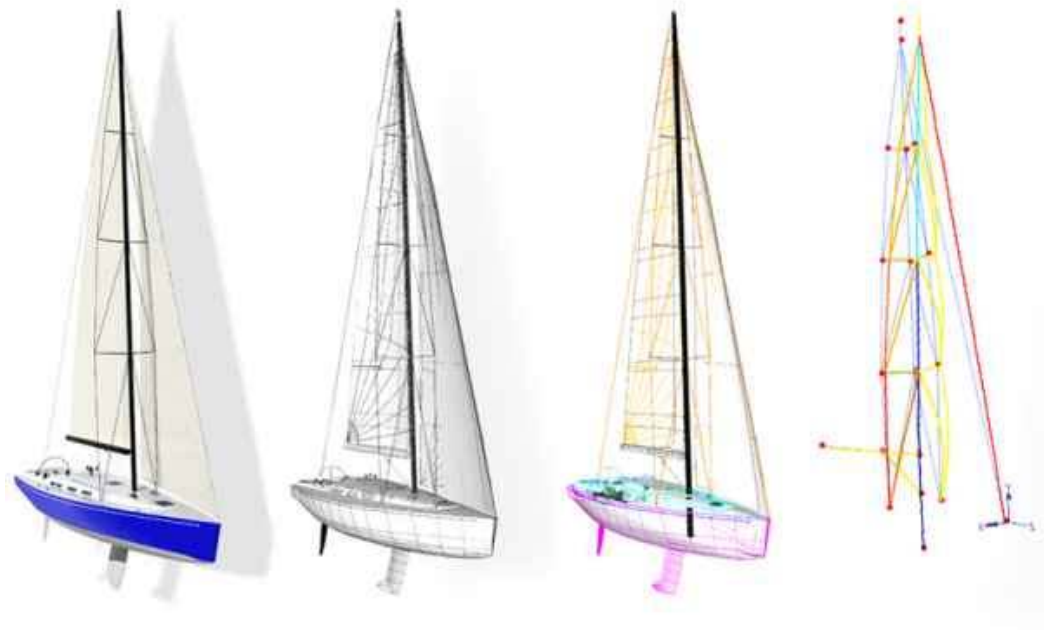
Oggetto della tesi è il miglioramento delle prestazioni velocistiche di una barca a vela attraverso la progettazione ed ottimizzazione parametrica dell'alberatura e del sartiame (rispettivamente "rig" e "rigging").

L'obiettivo è stato perseguito agendo quindi su un'unica, ma fondamentale, componente dell'imbarcazione, mantenendo inalterati lo scafo e le vele.

L'interesse è stato focalizzato sulla progettazione e l'ottimizzazione di alberature differenti per:

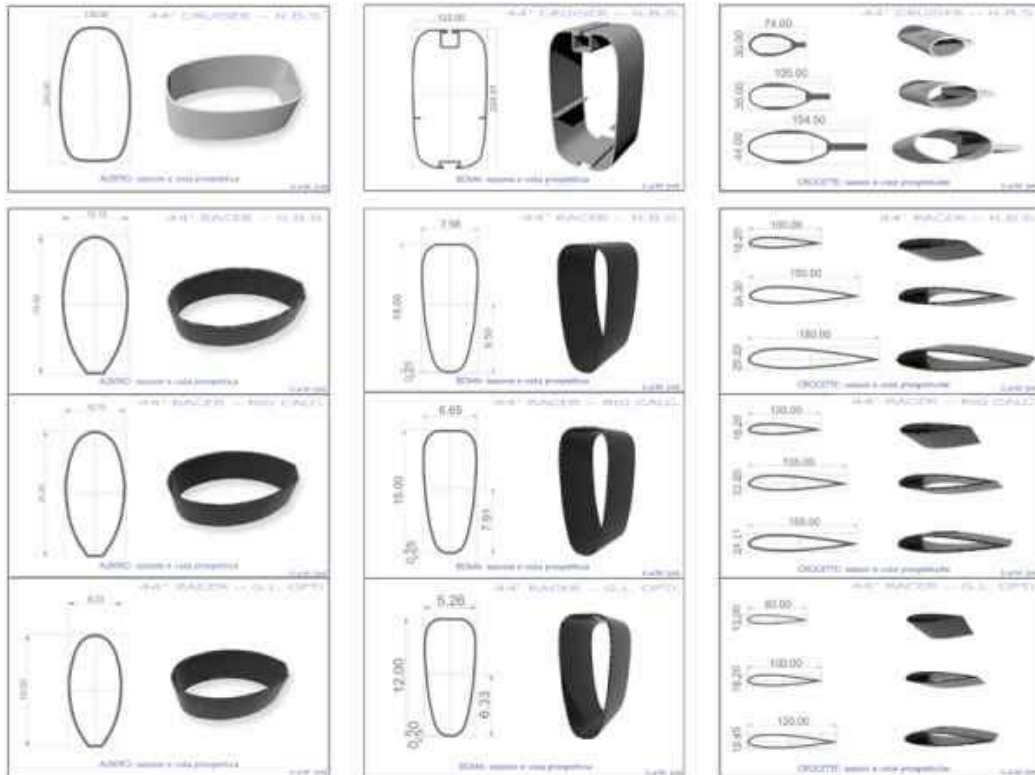
- filosofia di navigazione perseguita, crociera o regata;
- tecnologia dei materiali impiegati, fibre di carbonio, aramidiche e metalli speciali;
- metodi di dimensionamento seguiti.

Le alberature esaminate sono caratterizzate da tre ordini di crocette acquartierate da impiegarsi su un'imbarcazione da crociera veloce della lunghezza di 44 piedi: la tipologia di barca più diffusa perché riunisce la possibilità di un diporto crocieristico ad un'attività competitiva sui campi di regata.



Modello tridimensionale dell'imbarcazione oggetto di studio con lo schema statico del rig

Dopo aver stabilito uno “stato dell’arte” delle prescrizioni e dei metodi progettuali che fanno capo allo “yacht design”, sono state individuate alcune linee guida per la progettazione del rig da crociera e di più versioni da regata. Nel passaggio tra i vari criteri progettuali si sono mantenuti invariati i metodi di dimensionamento per rendere possibile la valutazione dell’influenza del peso dei materiali sul miglioramento delle prestazioni velocistiche.



Sezioni d'albero, del boma e delle crocette secondo le diverse filosofie e metodi di dimensionamento

Si è inoltre modificato, per le configurazioni da crociera e regata, il piano di coperta dell'imbarcazione con relative manovre correnti necessarie al governo delle superfici veliche.

Si sono individuati preliminarmente i parametri che maggiormente incidono, nei vari metodi di ottimizzazione, sulle prestazioni dell'imbarcazione:

- il peso complessivo dell'alberatura;
- l'altezza del suo Centro di Gravità;
- la resistenza aerodinamica passiva (windage).

Per incrementare l'efficienza e le prestazioni strutturali dei rig, si è fatto ricorso alla tecnologia dei materiali compositi in fibra di carbonio.

L'utilizzo di varie tecniche progettuali ha consentito di ottenere la composizione ottimale del laminato (mixture design) e di determinare il miglior orientamento e sequenza delle laminazioni.

Si è proceduto ad un confronto tra i risultati, ottenuti seguendo le varie linee guida, al fine di verificare le efficienze strutturali e veliche sviluppate dalle diverse alberature.

Ci si è avvalsi dell'uso di programmi informatici specifici dello yacht design, in particolare:

- Composite Pro per il mixture design ed il calcolo delle proprietà meccaniche dei laminati;

- XFOil per lo studio aerodinamico delle sezioni;
- Maxsurf e Rhinoceros per la modellazione delle linee d'acqua dello scafo;
- LPP (Line Processing Program) per il calcolo dei dati di idrostatica dello scafo;
- VPP (Velocity Prediction Program) per la simulazione delle prestazioni veliche anche in vari tipi di regate.

Dallo sviluppo della tesi si possono trarre le seguenti conclusioni:

- a parità di scafo, la semplice sostituzione dell'alberatura da crociera con quelle da regata ha prodotto notevoli differenze in termini di velocità e di prestazioni generali;
- l'elemento che ha maggiormente influito sulle prestazioni finali è l'altezza del centro di gravità totale dell'imbarcazione, funzione questa del peso di ciascun alberatura.
- il confronto effettuato fra le alberature da regata ha, invece, evidenziato differenze minime nel dimensionamento dei rig e di conseguenza nelle prestazioni sviluppate, l'utilizzo di metodi progettuali con differenti criteri progettuali.



Best Boat Speeds – le diverse velocità sviluppate dall'imbarcazione con i rig progettati, in funzione degli angoli di un vento reale con intensità di 20 nodi

I vari risultati ottenuti si possono sintetizzare in un unico parametro: il minor tempo impiegato dall'imbarcazione con l'alberatura da regata nel percorrere un miglio nautico, rispetto a quella da crociera (in media 15 secondi a miglio di differenza con vento reale di 20 nodi su un percorso olimpico).

Per ulteriori informazioni, e-mail:

Luca Roccati: luca.roccati@fastwebnet.it