

Politecnico di Milano

Facoltà di Architettura e Società  
Corso di laurea in Architettura  
Laurea Magistrale in Architettura d'interni

“PROGETTO E STUDIO D'INTERNI PER UN' IMBARCAZIONE DI 74M PER USO TURISTICO”

RELATORE: Prof. Pier Federico Caliarì

STUDENTE: Emi Ganora \_ 725315

Anno Accademico 2011-2012

## ABSTRACT

La tesi propone il progetto e lo studio di uno yacht di 74 m.

Partendo dallo studio della forma generale, il disegno dello scafo e delle relative linee d'acqua, si arriva al progetto degli interni e all'approfondimento dei materiali utilizzati per ottenere un megayacht di lusso destinato ad una committenza specifica. Il progetto ha sviluppato un'imbarcazione d'altura per uso turistico, innovativa nella forma e nella fruizione, prediligendo il settore di mercato delle crociere di lusso per un numero limitato ed esclusivo di ospiti.

L'exterior design dell'imbarcazione si presenta con un carattere deciso e originale, caratterizzato dalla prua a sbalzo sul mare. Nella progettazione degli interni sono stati prediletti spazi ampi e accoglienti, lo yacht è stato inoltre equipaggiato di ogni comfort e servizio, come piscina, solarium con jacuzzi, palestra, sauna, zone relax, bar. Il piano destinato alla zona notte è stato organizzato in otto suite dalla peculiare forma ellittica, di cui sono state proposte tre versioni di arredo, con un'attenta ricerca e utilizzo di materiali, dai classici pellami ed essenze, alle più innovative e non convenzionali malte e resine: Classic Suite, Eco Suite e Urban Suite.

## INDICE

1. Considerazioni introduttive
  - 1.1 Breve storia della nautica
  - 1.2 Il mediterranean style
  
2. Progetto dello yacht: definizione e parametri
  - 2.1 Classificazione delle principali tipologie d'imbarcazione
  - 2.2 Categoria di classificazione R.I.Na
  - 2.3 Tipologie carene. Plananti e dislocanti
  - 2.4 Parti strutturali di un'imbarcazione
  - 2.5 Disegno delle linee d'acqua
  - 2.6 Piano di costruzione
  
3. I materiali della nautica
  - 3.1 Il legno
  - 3.2 La vetroresina
  - 3.3 I metalli: lega leggera, acciaio, e leghe di rame
  
4. Studio ed evoluzione di uno yacht turistico
  - 4.1 Uno scafo in acciaio: solidità, sicurezza e durata
  - 4.2 Interior design: comfort ed eleganza per ospiti esclusivi
  - 4.3 Materiali utilizzati: leggerezza, efficacia e comfort
  - 4.4 Classic Suite
  - 4.5 Eco Suite
  - 4.6 Urban Suite

# 1. Considerazioni introduttive

## 1.1 Breve storia della nautica

La nave, oggi come ieri, costituisce un veicolo d'esplorazione e di scoperta, uno strumento per trasportare uomini e merci e aprire nuove vie commerciali.

Dal latino *nauta* (marinaio), il termine "nautica" ha assunto oggi un significato generico con il quale si individuano tutte le attività, siano esse manuali o intellettuali, pratiche o scientifiche che hanno comunque attinenza con il mare, con la costruzione di navi e con la navigazione.

Il viaggiare per mare, con un mezzo costruito dall'uomo, è un'attività che risale agli albori della civiltà, quando gli esseri umani impararono ad utilizzare manufatti galleggianti, sospinti dal vento, per trasportare merci e iniziare i loro commerci.

Per primi furono gli egizi, nel quarto millennio a.C., a costruire grosse navi fluviali con fasci di papiri legati strettamente, per utilizzare il Nilo come mezzo di comunicazione che rendesse possibili spostamenti veloci di uomini e merci dal Nord al Sud del Paese.

Seguirono i Fenici ai quali si deve la costruzione delle prime navi d'altura per i collegamenti tra le varie regioni mediterranee.

In seguito furono Greci, Cartaginesi e Romani che compresero le potenzialità della navigazione marittima e le sfruttarono per i loro commerci, ma anche per le loro continue guerre d'espansione.

Intorno al VII secolo a.C, nella civiltà greca, si sviluppò una concorrenza commerciale, gestita attraverso la navigazione, tra alcune città come Calcide<sup>1</sup>, Corinto<sup>2</sup> ed Eretria<sup>3</sup>. Queste basi commerciali divennero punti fondamentali per il commercio di grano e metalli. Sorsero poi numerosissime colonie. Per questo, il Mediterraneo, svolse un ruolo fondamentale per il collegamento tra la madrepatria e le nuove basi marittime.

La Grecia dominò il Mediterraneo fino a che questo non divenne, dal II sec a.C., il nuovo mezzo utilizzato per

---

<sup>1</sup> *Calcide* o *Chalkida*, è un comune greco situato nella periferia della Grecia Centrale. Calcite viene citata da Omero nell'Iliade. Si narra che abbia partecipato alla spedizione a Troia con 40 navi comandate da Elefenore.

I Calcidesi fondarono numerose colonie nel Mediterraneo, legando scambi commerciali e culturali con gli Etruschi. Nel VI sec a.C fu sottomessa da Atene. Occupata nel 338 a.C dai Macedoni. Conquistata nel 1205 dalla Repubblica di Venezia e del 1470 dai Turchi. Nel 1830 ritornò città greca.

<sup>2</sup> *Corinto* è una città della Grecia centro-meridionale situata nella periferia del Peloponneso.

Secondo una leggenda, la città fu fondata da Sisifo intorno al XV secolo a.C. La città si arricchì, e fondò svariate colonie, grazie al commercio di vasi in ceramica. In seguito alla guerra di Corinto tra le potenze di Sparta e Atene, la polis fu unita alla città Agro. Entrò così sotto il dominio di Alessandro Magno e dei suoi successori, da cui uscì solo con l'avvento del potere romano, che portò alla distruzione della città nel corso delle guerre macedoni. Giulio Cesare, un secolo dopo, fondò sulle rovine una nuova colonia romana con il nome di *Colonia Iulia Corinthus*

<sup>3</sup> *Eretria* è una città greca situata nella Grecia Centrale, sulla costa occidentale dell'Eubea (Negroponte), quasi davanti alla foce dell'Asopo. Già dal VIII secolo a.C era un grande centro di produzione ed esportazione della ceramica. Lottò con Calcite per la supremazia dell'isola. Si alleò nel 499 a.C con Mileto per la rivolta contro i Persiani, i quali la distrussero nel 490 a.C. Conservò la sua importanza fino alla dominazione dell'impero romano. Poi decadde per l'impaludimento della regione.

lo sviluppo politico e di unificazione dell' impero romano. In questo periodo, la legislazione romana applicava la legge *mare clausum*, venivano imposti i periodi per la navigazione, consentita nella bella stagione, e proibita nel periodo che va da novembre a marzo. Questa legge venne rispettata fino al 1280 anche dai Veneziani con i loro traffici di grano, olio, vino, sete, profumi e spezie dall'Oriente.

Indipendentemente dal luogo geografico di navigazione, le imbarcazioni si svilupparono in base alle epoche storiche ma soprattutto in base alle caratteristiche d' utilizzo. Le navi egizie potevano navigare sul Nilo sfruttando le correnti per discenderlo e i venti che provengono dalla foce per risalirlo. Queste imbarcazioni svilupparono quindi un apparato velico per andature portanti. Va ricordato che la navigazione in grado di risalire il vento percorrendo i bordi è una tecnica introdotta solo nel XVIII secolo con le velature di tipo moderno.

In mare, a differenza del Nilo, i venti sono molto più variabili. Quindi, per i Fenici, i Greci e i Romani, la propulsione velica era un aiuto supplementare, a cui potevano ricorrere solo se il vento soffiava nella medesima direzione della rotta prefissata. Generalmente veniva raggiunta la destinazione grazie all'energia umana, e quindi tramite la propulsione a remi.

Le navi con propulsione a remi si prestavano facilmente come navi da guerra in quanto potevano essere facilmente manovrate in battaglia. Venne così generata la tipologia delle galee. Il nome "galea" deriva dal greco (*galeos*), squalo, proprio per la forma che richiama questo animale. La forma è tipicamente lunga e sottile, con un rostro<sup>4</sup> a prua che aveva la funzione di speronare e agganciare le navi avversarie. La forma affusolata ideale in battaglia, rendeva le galee poco stabile per lunghe navigazioni. La stiva era poco capiente e obbligava l'equipaggio a svariate tappe per il rifornimento. Nonostante tutto, queste imbarcazioni vennero utilizzate nel mar Mediterraneo dal 1600 a.C fino al XVII secolo affrontando vari processi evolutivi, per essere poi soppiantate dai velieri ed estinguendosi definitivamente alla fine del XVIII secolo.

L'arte del navigare riprese nuovo vigore nel Medio Evo per opera dei Veneziani, dei Normanni, dei Genovesi, dei Pisani e degli Amalfitani, nell'Evo Moderno da parte degli Olandesi, dei Portoghesi e degli Spagnoli e, nei tempi più recenti, per merito degli Inglesi, degli Americani e degli Italiani.

Per quanto riguarda il naviglio mercantile, le necessità di carico generarono imbarcazioni sempre più capienti. Dall'altra parte, queste esigenze, si adattavano male alle esigenze prestazionali delle navi. A seconda delle conoscenze tecnologiche specifiche dei vari periodi storici nascono imbarcazioni sulla base dell'evoluzione delle tipologie già acquisite in precedenza e sul connubio tra le capacità propulsive possibili, capacità costruttive e qualità prestazionali richieste. Seguendo questo principio evolutivo sono nate nei secoli differenti tipologie di navi. Se nell'epoca dell'Impero Romano, le tipologie e le cognizioni d' ingegneria navale erano unificate, durante il Medio Evo si diversificano le culture e maturano nuovi tipi e soluzioni tipologiche.

---

<sup>4</sup> Il *rostro (nostrum)* è un oggetto pesante utile ai fini dello sfondamento. Veniva montato sulla prua delle navi antiche per affondare le navi nemiche. Solitamente era costituito da un pezzo di bronzo inserito nella parte prodiera della chiglia. Le navi attaccavano alla massima velocità le unità nemiche alla fiancata per provocare falle e un rapido affondamento.

## La Caracca

Nel XVI secolo, con la Repubblica di Genova, si afferma una nuova imbarcazione: la *caracca* (o *nao*). Una barca di origine saracena con tre o quattro alberi. Presenta una poppa alta e tonda con *cassero*<sup>5</sup> (o castello) di poppa e di prua. Fu la prima tipologia di nave atta alla navigazione oceanica in Europa perché erano larghe a sufficienza per affrontare il mare e spaziose a sufficienza per trasportare viveri per lunghi viaggi.

Le novità introdotte però, sono di tipo amministrativo. Con la *caracca*, infatti, viene introdotto il concetto di multiproprietà, cooperativa. I proprietari che utilizzavano la nave per i propri servizi possedevano le "unità nave" chiamate *carati*. Con il passare del tempo, la *caracca* si evolve soprattutto per quanto riguarda la velatura. La vela quadrata lascia pian piano il posto a vele più frazionate e quindi più flessibili, che permettono un uso migliore della nave.



Fig. 1 Ricostruzione della *Victoria*

## La Cocca

Un'altra tipologia di nave che si sviluppa nel periodo del Medioevo è la *cocca*. Deriva dalle imbarcazioni vichinghe, da cui derivano alcuni elementi significativi come la simmetria tra prua e poppa, l'albero centrale con la vela quadrata e il fasciame a sovrapposizione. Questa tecnica deriva, appunto, dai paesi nordici ed esalta le caratteristiche di rigidità e robustezza della nave. Questo tipo d'imbarcazione poteva raggiungere una stazza di 1000 tonnellate. Può essere considerata la più importante delle navi a vela che seguirono il periodo delle navi a propulsione mista remi e vele.

---

<sup>5</sup> *Cassero*. È una sovrastruttura sopraelevata rispetto al ponte di coperta, che si estende parzialmente per la lunghezza della nave, ma totalmente per la sua larghezza. Viene chiamato *cassero di poppa*, *centrale* o *di prua* (o castello) a seconda della sua posizione.

## La Caravella

La tipologia costruttiva con fasciame *a paro* o a *caravella*, per quanto riguarda le grandi navi, era il più diffuso nel Mediterraneo nella seconda metà del XVI secolo. Il termine “caravella” è quindi un termine che definisce un particolare sistema costruttivo. L’accezione comune indica con il termine caravella un tipo d’imbarcazione più piccola della sopra citata caracca, ma più robusta e veloce. Questa tipologia veniva utilizzata per navigazione costiera locale lungo le coste catalane e castigliane. Era attrezzata con due o tre alberi dotati di vele quadrate (*caravella rotonda*) o con vele triangolari (*caravella latina*). A differenza della caracca, la caravella era dotata di castello di poppa, sotto il quale si trovava la cabina del comandante, e solamente in alcuni casi era presente anche quello di prua.

Questa tipologia d’imbarcazione era molto adatta ai viaggi di lunga durata, grazie alla sua solidità e manovrabilità. I primi modelli di caravelle avevano una stazza di circa 60 tonnellate, ma in seguito furono realizzati modelli fino a 150 tonnellate.

Con Cristoforo Colombo queste navi diventano i primi transatlantici utilizzate per le spedizioni oltre oceano. Anche se sembrerebbe che le vere e proprie caravelle fossero solo la *Pinta* e la *Nina*, e che la *Santa Maria* appartenesse alla tipologia della caracca.

Nel Rinascimento si affermano i grandi passi con il Nuovo Continente. Questo porta ad un cambiamento rapido nelle tipologie navali per poter soddisfare le esigenze dei trasposti di merci e passeggeri. Questa tipologia d’imbarcazione si diffonde anche nelle flotte inglesi e olandesi e diventa il primo mezzo in grado di compiere viaggi intercontinentali nel XVI secolo.

## Il Galeone

Il galeone derivava dall’evoluzione della Caravella e della Caracca, con l’esigenza di creare un’unità più grande ma più agile e veloce. Sembrerebbe che si fosse affermato nella flotta spagnola nel ‘500, e progettato specificatamente per compiere viaggi oceanici. Un galeone del XVI secolo poteva misurare mediamente 40 - 42 m per una larghezza di una decina di metri. I galeoni minori avevano tre alberi, in genere l’albero di trinchetto<sup>6</sup> (prodiero) possedeva tre vele quadre, la più grande era la vela di trinchetto, seguita dal parrocchetto e dal velaccio di trinchetto. Anche l’albero di maestra ospitava tre vele quadre, la vela di maestra, la vela di gabbia ed il velaccio di maestra, eventualmente seguita da un controvelaccio. Invece l’albero di mezzana (poppiero) ospitava solitamente una vela latina, la vela di mezzana. Sui galeoni più grandi era presente anche un quarto albero, detto *contromezzana* o *bonaventura*, il quale era armato anch’esso una vela latina.

---

<sup>6</sup> *albero di trinchetto* è l’albero delle navi a vela montato a proravia dell’albero di maestra. Solitamente è costituito da quattro parti ben distinte, partendo dal basso si ha: fuso maggiore di trinchetto, albero di parrocchetto, alberetto di velaccino, alberetto di controvelaccino.

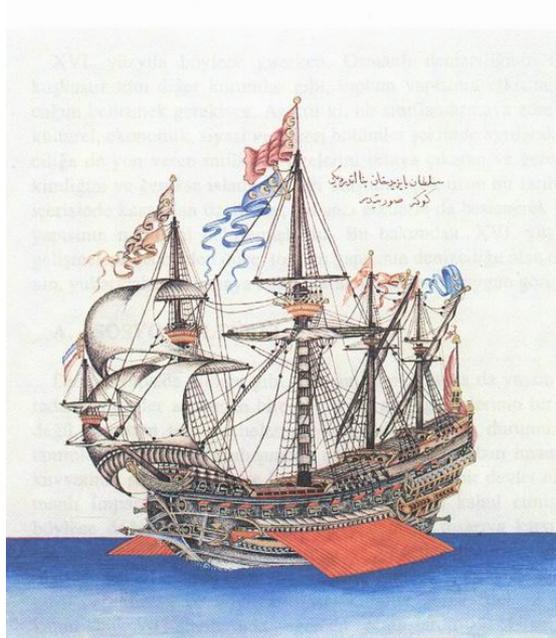


Fig. 2 Miniatura raffigurante di un Galeone Ottomano

### Il Clipper

Nel XIX secolo, la nautica, subisce profonde mutazioni. I cantieri Baltimora mettono a punto un tipo di nave veloce nella navigazione d'altura. Nasce così, durante la guerra del 1821, il *clipper*<sup>7</sup>; imbarcazione dalle prestazioni fino ad allora inimmaginabili. Le caratteristiche portano alla duplice diffusione di queste imbarcazioni: da un lato si dimostrano efficienti per il trasporto passeggeri, dall'altro come ottimi concorrenti per la competizione tra le diverse compagnie di navigazione, che diede origine alla *Great Tea Race*; una gara di velocità per il trasporto del the tra Shanghai e Londra. I clipper erano caratterizzati da prue molto affusolate e taglienti, in questo modo le spinte di galleggiamento venivano concentrate al centro della nave. Con lo scopo di incrementare la velocità, queste imbarcazioni, disponevano di una superficie velica molto elevata, che spesso portava i comandanti più audaci a condurre la nave con alberi e attrezzatura in condizioni di carico di rottura.

### Il Windjammer

Il Windjammer è una tipologia di nave da trasporto a vela che venne realizzata tra la fine del IX e l'inizio del XX secolo. Costruita in metallo rappresenta l'ultima generazione di velieri. I vantaggi derivavano principalmente dalla produzione in metallo che rendeva la costruzione e la manutenzione più economica di un' imbarcazione di pari dimensioni costruita in legno.

Solitamente era dotata di 3-5 alberi armati con vele quadre. Lo scafo in ferro permetteva la crescita di capacità

---

<sup>7</sup> *Clipper*. L'etimologia del termine non è sicura. Viene ricondotta al verbo *clip*, *tagliare* (i tempi di navigazione), o come *fendere* (le onde) oppure inteso come *velocità*.

di carico e la costruzione di navi di dimensioni sempre maggiori. La produzione poteva essere effettuata in serie generando vantaggi economici.

L'era moderna, e l'avvento delle macchine meccaniche, ha segnato, nei primi decenni del XX secolo, il declino dei velieri, sostituiti da imbarcazioni a vapore e dall'avvento dell'acciaio per la costruzione degli scafi. Inizialmente vennero introdotte imbarcazioni ibride che univano propulsione velica e propulsione a vapore trasmessa da ruote a pale. In un primo periodo l'efficienza meccanica di queste navi era modesta a tal punto che nelle traversate atlantiche il carbone che veniva imbarcato non era sufficiente per portare a termine il viaggio con la sola propulsione meccanica, era quindi necessario disporre di un efficace apparato velico.



Fig. 3\_ La Sedov, Windjammer russo ancora in attività

### I Transatlantici

Le prime imbarcazioni che sfruttano la propulsione delle macchine a vapore sono i *transatlantici*, navi specializzate nel trasporto di passeggeri oltre oceano. Inizialmente, percorrevano rotte tra l'Europa e l'America del Nord, poi quella del Sud e dopo gli anni '60 con l'Australia.

Nel Novecento, i cantieri italiani produssero molti transatlantici che divennero importanti in campo internazionale per la tecnica, la qualità costruttiva e il comfort relativo alle condizioni di viaggio. Questa specializzazione nacque inizialmente per il flusso di emigranti che partivano per il nuovo mondo con la speranza di trovare nuove opportunità di lavoro. L'emigrazione porta così alla suddivisione in "classi"; la prima era destinata ai turisti, la seconda ai viaggiatori professionali e la terza destinata ad emigranti, rigorosamente separati dal resto dell'imbarcazione. Questa rigida suddivisione generava una netta differenziazione per quanto riguarda gli allestimenti e alla destinazione d'uso delle superfici.

Sono le prime imbarcazioni che per soddisfare richieste di estremo lusso da parte dei viaggiatori più fortunati, ospitano piscine, campi da tennis, saloni da ballo, negozi.

Questo tipo d'imbarcazione era stata studiata per fronteggiare le condizioni di mare e climatiche dell'oceano e

proprio per queste caratteristiche, con l'avvento della seconda guerra mondiale, i paesi implicati requisiscono i transatlantici per poterli trasformare in navi per il trasporto delle truppe o in nave ospedale. La loro attività iniziale riprese alla fine del conflitto, con il varo continuo di nuove imbarcazioni sempre più grandi, lussuose, e accessoriate.

Nel XX secolo si ha un progresso nelle costruzioni navali con un ritmo mai conosciuto in passato, si registra una continua evoluzione della tecnica che ha portato alla costruzione di motori sempre più sofisticati e potenti, di navi sempre più grandi e veloci e alla realizzazione di navi sottomarine impensabili fino ad un secolo fa.

L'affinamento delle tecniche costruttive, poi, ha consentito anche l'introduzione di apparati ausiliari della navigazione, (radioassistenza, sistemi radar di avvistamento, automazione dei servizi di bordo, ecc.).



Fig. 4 Transatlantico *Michelangelo* (1965)

## **1.2 Il Mediterranean Style**

### **Il Gozzo mediterraneo**

Il gozzo è una barca da pesca che ha le sue origini nella tradizione marinara italiana. Dalle coste spagnole raggiunge le coste italiane del meridione, è infatti tipica della Liguria, della Campania, ma si trovano anche in Sicilia e sulla costa toscana.

Oggi il gozzo ha perso il suo ruolo originale d'imbarcazione da lavoro. Viene infatti utilizzato da diportisti che l'utilizzano per il piacere di navigare lungo le coste e godere il mare evitando l'utilizzo di tipologie nautiche a motore.

Il gozzo, originariamente, era costruito completamente in legno, ma grazie all' utilizzo di nuovi materiali e di nuove tecnologie si è assistito alla diffusione di costruzioni in vetroresina, che rispetto al legno offre una maggior leggerezza, facilità di lavorazione e manutenzione, durata di servizio ed un costo inferiore.

Il gozzo moderno viene quindi realizzato in vetroresina, motorizzato (classicamente con un motore entro-bordo, altri, per ragioni di spazio e praticità, vengono montati fuoribordo) e realizzato con una carena planante.



Fig. 5 Gozzo in vetroresina

### La produzione in serie

Negli anni '60 si assiste ad un avvicinamento al diporto per molti. Le nuove tecnologie e l'utilizzo di materiali più economici nella lavorazione e manutenzione, quali la vetroresina, danno il via alla costruzione in serie dell'imbarcazioni. La costruzione nautica, quindi, subisce un profondo mutamento proprio perché la richiesta di barche aumenta in modo esponenziale. La richiesta di natanti crescendo repentinamente trova le maestranze impreparate a far fronte alle numerose richieste. Nel 1962 si svolse il primo *Salone Nautico di Genova* e gli espositori erano limitati a pochi cantieri che si immettevano su un mercato ancora alle prime armi. Fino a quel momento, infatti, il diporto era un'attività d'élite, pochi privilegiati potevano godere di imbarcazioni raffinate e singolari. I cantieri come Baglietto (Varazze), Picchiotti (Viareggio) e Riva (Sarnico) vantavano antiche lavorazioni tradizionali e artigianali, ma la loro produttività era limitata a pochi esemplari varati ogni anno. Per poter rispondere ad una richiesta di mercato elevata, i cantieri italiani dovettero ripensare alla propria logica produttiva introducendo la costruzione in serie. Si affermano in questo modo due differenti possibilità costruttive: quella in compensato marino e quella in vetroresina.

La costruzione in compensato marino deve la sua diffusione all'invenzione del legno compensato: costituito da strati di legno incollati tra loro incrociando le fibre in modo tale da ottenere dei pannelli bilanciati. Il limite a livello tecnologico è costituito dalla possibilità di realizzare curvature in una sola direzione per volta. Il vantaggio è costituito dalla facile lavorabilità e dal basso costo del materiale.

La costruzione in vetroresina venne considerata in un primo momento di minore qualità anche se, nel tempo, ha manifestato i veri vantaggi tecnologici che hanno reso questa tecnica la più apprezzata per quanto riguarda la fabbricazione di prodotti di serie.

Entrambe le tecniche costruttive appena citate hanno modificato il disegno nautico. La figura storica del maestro d'ascia scompare per lasciare posto ad imbarcazioni costruite con materiali semilavorati reperibili sul

mercato e in grado di soddisfare tutte le esigenze. La nascita del progetto di un'imbarcazione, quindi, perde quella traccia romantica dettata dal legno per basarsi sull'approccio razionale legato alla soddisfazione dei requisiti tecnologici e fruitivi del prodotto.

Possiamo riconoscere nella figura di *Paolo Caliri* il capostipite dello stile mediterraneo. Si laurea al politecnico di Torino nel 1959 ed a questa formazione tecnica associa l'eleganza, la sobrietà e la leggerezza tipica delle cristallerie di Murano di cui il padre Antonio era titolare di uno showroom torinese. Paolo Caliri esordisce nel mondo della nautica nel 1961, non ancora trentenne, in occasione di una collaborazione con il cantiere Baglietto di Varazze. Collaborazione destinata a durare nel tempo, a produrre modelli importanti e portare l'architetto ad affermarsi come nuova figura di riferimento nel panorama del design nautico italiano. Da questa collaborazione sono nati i progetti di modelli come il 18M, il 16M e il 14.50. In essi erano già presenti gli embrioni che caratterizzeranno il *med-style* ma che si svilupperà in un secondo momento. Gli accenni di questo nuovo stile risiedono nella relazione che questa tipologia impone tra la vita all'aria aperta e quella sotto coperta. Infatti, grazie al ribaltamento della plancia di comando e del soggiorno, il Baglietto 18M ha proposto il per primo un disegno innovativo, opponendosi al precedente modello Maiorca di evidente derivazione tipologica americana. Il 18M, pur essendo un progetto innovativo, non presenta ancora tutte le caratteristiche tipiche del mediterranean style che si svilupperà a partire dal *Tiger*.



Fig. 6 *Tiger* (1969)

Il legame ad uno scafo sorpassato e la tecnologia propulsiva tradizionale avevano condizionato lo sviluppo di questa corrente di pensiero. La cabina a poppa e i motori nel centro creavano un dislivello tra pozzetto e soggiorno che non consentiva la relazione diretta tra interno ed esterno necessaria per un vero med-yacht. Il primo progetto che presenta realmente tutti quei fattori che caratterizzano da lì in poi i disegni delle imbarcazioni mediterranee è il 16,50M. Il fatto che sia costruito in compensato marino, che i motori siano disposti più a poppa, che sia stato possibile poter livellare il pozzetto, di disporre la cucina al piano e le cabine al piano inferiore e poter creare un ampio ponte sole con controplancia sul flyin-bridge fa sì che venga

disegnato un modello ancora oggi equivalente alla maggior parte dei prodotti disponibili sul mercato.

Il progetto che però viene individuato come l'icona del *mediterranean style* è il Tiger. Progettato nel 1969, costituisce il simbolo di tutta una serie di imbarcazioni da esso derivate e che ancora oggi risultano pienamente attuali.

Prima, durante e dopo Cagliari molti altri progettisti si sono distinti nel panorama internazionale per la progettazione nautica. La differenza del designer nautico italiano dalle altre scuole internazionali sta nel fatto che il nostro si è affermato in concomitanza con la diffusione delle costruzioni nautiche in serie. Questo ha portato alla contaminazione di un settore antico e conservazione con i criteri tipici dell'approccio tecnologico.

La rappresentazione dei progetti dei grandi maestri italiani, ispirandosi alla tradizione del disegno tecnico navale ha portato alla produzione di tavole di eccellente qualità grafica. Uno dei grandi disegnatori italiani, Renato "Sonny" Levi, ha prodotto dei bellissimi disegni tecnici per l'illustrazione dei suoi progetti. Da buon ingegnere descrive con precisione ogni dettaglio che fa diventare le sue tavole opere grafiche di pregio artistico in sé per sé.

Franco Harrauer approccia all'idea progettuale con una serie di schizzi prospettici che si avvicinano di più alla metodologia dell'*industrial designer* piuttosto che dell'ingegnere navale. Se nella tradizione del disegno navale viene realizzato prima il modello in legno dello scafo, che permette di ricavarne le linee d'acqua, relegando il progetto della sovrastruttura a semplice complemento, per Harrauer il progetto è unitario. Grazie a questa tipologia d'approccio, i suoi progetti, a cavallo tra gli anni '70 e '90, sono tra i più originali in mondo nautico.

La collaborazione di Harrauer con Levi ha prodotto dei risultati stupefacenti con la progettazione di *Exocetus Volans*, un motorsailer<sup>8</sup> da 30 piedi realizzato da *IAG Nautica* negli anni '70. La collaborazione con il cantiere *Alfamarine* di Fiumicino produce l'aggressivo *sport-fisherman Bronte 40* e *Cronos*: un *med-style motoryacht* da 83 piedi caratterizzato da un pensiero unitario che racchiude lo scafo e la coperta in un'unica soluzione di continuità. Questo permette di sfruttare gli spazi interni a tutta altezza. Nonostante le svariate innovazioni, in questo progetto, sono presenti alcuni stilemi tipici del *motoryacht mediterraneo*; sono individuabili nel pozzetto-veranda allo stesso livello del soggiorno e sovrastati dalla terrazza solare del *flying bridge*.

### I costruttori e i prodotti del med-style

Affiancati ai progettisti, per ottenere un buon prodotto, vi è la figura di un buon cantiere, che garantisce efficienza, sicurezza e qualità nella realizzazione.

Dei sopra citati, Levi lavora con Navaltecnica di Anzio, Harrauer con S.A.I Ambrosini, Cagliari con Picchiotti (e altri viareggini) e Riva con Riva. Quest'ultimo caso è particolare. Possiamo quasi parlare di autoimpollinazione: Carlo Riva, discendente di una famiglia di costruttori navali del Lago d'Iseo, ha la grande intuizione, negli anni del boom economico che dopoguerra, che la nautica italiana costituirà un settore in

---

<sup>8</sup> Il *motorsailer* è una barca da diporto che ha come propulsione principale il motore e usa come supporto la propulsione velica. È un ibrido tra una barca a vela e una a motore.

espansione. In questo panorama, ispirandosi a motoscafi americani tipici delle acque interne, riformula la tipologia dei *runabout*<sup>14</sup> declinandola in base allo stile che si viveva negli anni della “dolce vita” in Italia. Nascono così i Florida, gli Ariston, i Tritone, gli Acquarama, gli Junior e gli Olympic. I motoscafi diventano un mito e rappresentano uno status simbol.

Dal punto di vista critico, i motoscafi realizzati in mogano, contengono in sé svariate scelte progettuali: dagli intarsi ai legni pregiati, alle finiture perfette fino ad arrivare all’ “inutile” ferramenta decorativa. Per questo, pur rappresentando l’icona di un’era, non testimonia minimamente il rigore tecnologico del Tiger (antecedente di soli 15 anni). I motoscafi Riva rimangono pur sempre capolavori di artigianato industriale.

Colui che ha reso graficamente le idee di Carlo Riva è stato Giorgio Barilani: maestro al punto tale che non è riconoscibile il caso in cui i progetti Riva siano frutto della fantasia di Carlo Riva o della capacità sia grafica che tecnologica di Barilani. A questo grande architetto (si laurea a Venezia in età adulta) si devono i migliori disegni di Riva, le finiture degli Acquarama, la linea innovativa del Riva 2000 (un bolide progettato tra gli anni '70 e '80 con tre eliche di superficie) e il Superamerica '42: primo med-yacht prodotto dal cantiere Riva al cui progetto aveva partecipato anche Paolo Calvi.



Fig. 7 *Acquarama* di Riva

I cantieri *Italcraft*, diretto dai fratelli Sergio e Sonnino Sorisio, hanno avuto il merito di avvicinare la nautica italiana alla tipologia americana dei *cruiser* cabinati seguendo un processo simile a quello adottato da Riva per i *runabout*. Nonostante i progetti prendano spunto dai modelli americani di *Chris-Craft* e *Owens*, i prodotti di questo cantiere tengono comunque conto delle soluzioni plastiche legate alla moda mediterranea.

Ci sono moltissimi altre figure della nautica italiana che si sono distinti per eccellenti capacità manageriali fra gli anni '70 e '90. Tra questi citiamo, senza illustrare il lavoro specifico che non concerne a questa sede: Mimmo Picchiotti (Cantieri Picchiotti, Viareggio), Luciano Mochi (Cantieri Mochi, Pesaro), Aldo Zavatta (Cantieri Comar, Forlì), Norberto Ferretti (Cantieri Ferretti, Forlì) e Paolo Vanvitelli (titolare dei Cantieri Azimut di Torino).

## 2. Progetto ed evoluzione dello yacht

Con il termine “nave” viene definita una qualsiasi mezzo di trasporto in grado di spostarsi in modo autonomo galleggiando sull’acqua.

Il Codice della Navigazione divide le unità naviganti per tipo di navigazione alla quale esse sono destinate. Quindi, il **naviglio maggiore**, che è quello abilitato alla navigazione alturiera, e **naviglio minore** ovvero quello abilitato alla navigazione costiera<sup>9</sup>.

Per nave si intende: una costruzione che per forme, dimensioni e sistemazioni deve essere idonea a muoversi sull’acqua con i propri mezzi e con la necessaria sicurezza per trasportare persone e/o merci o per scopo di rimorchio, pesca, diporto o altro scopo.

Sia le navi che le imbarcazioni sono dotate di impianti di propulsione, costituiti da un apparato motore, dalle eliche, e dai timoni che servono per assumere e mantenere una precisa direzione di spostamento.

Le qualità essenziali alle quali una nave deve rispondere possono essere identificate con tre termini: galleggiabilità, impermeabilità e robustezza.

- La **galleggiabilità** si basa sul principio di Archimede<sup>10</sup>. Questo principio sussiste, se la nave è in grado di ricevere, dall’acqua in cui si trova parzialmente immersa, una spinta uguale al suo peso.

- L’**impermeabilità** è indispensabile per mantenere la galleggiabilità. Questo perché, una mancata impermeabilità permetterebbe all’acqua di entrare nella nave fino a rendere impossibile l’uguaglianza tra il peso della nave e la spinta dell’acqua ed inducendo la nave ad affondare.

- La **robustezza** è necessaria per evitare che la nave possa subire deformazioni o rotture causate dal suo stesso peso, dai carichi trasportati o dal moto ondoso. Per raggiungere una robustezza adeguata vengono inserite nella costruzione delle pareti resistenti che costituiscono un sistema strutturale capace di sopportare le sollecitazioni a cui viene sottoposta la nave.

### 2.1 Classificazione delle principali tipologie d’ imbarcazione

La tipologie d’imbarcazioni in campo nautico non possono essere catalogate in tipologie ben precise.

La classificazione più ovvia è quella che distingue due grandi famiglie distinte in base al **sistema propulsivo**: le imbarcazioni a **propulsione velica** e le imbarcazioni a **propulsione meccanica**, che comprendono il naviglio mercantile, militare e da trasporto in generale.

---

<sup>9</sup> Con l’espressione *navigazione costiera* s’intende la navigazione effettuata prevalentemente in vista della costa, utilizzando rilevamenti ottici di punti cospicui per determinare la posizione della nave, ovvero il *punto nave*.

<sup>10</sup> Il *principio di Archimede* afferma che ogni corpo immerso in un fluido (liquido o gas) riceve una spinta verticale dal basso verso l’alto, uguale per intensità al peso del fluido spostato.

Un'altra possibilità di classificazione si basa sulla **grandezza**. In questo caso le imbarcazioni sono raggruppate in base alla lunghezza dello scafo. Gli yacht vengono distinti in: natanti, imbarcazioni, navi da diporto. Di queste classi solamente le ultime due sono abilitate alla navigazione d'altura a patto che siano dotate di attrezzature di sicurezza.

Se si segue il criterio della **morfologia dello scafo** si possono riconoscere imbarcazioni monoscafo, catamarani, trimarani o multiscafi. Oppure applicazioni più moderne come gli S.W.A.T. (small water area twin hull). Più di frequente l'imbarcazione si caratterizza in base al suo **utilizzo**; si distinguono in questo modo traghetti, navi da crociera, motoscafi cruiser, fisherman, petroliere e bull-carrier.

### Suddivisione delle barche a motore

La prima distinzione nella famiglia delle barche a motore è l'individuazione di due grandi famiglie impropriamente definite: navi e yacht.

Sono definite **navi** quelle imbarcazioni di grosso tonnellaggio con finalità commerciali. Al suo interno esistono ulteriori suddivisioni come **navi passeggeri** o **navi da carico**. Le prime possono essere suddivise ulteriormente in categorie come traghetti, navi da crociera, navi di linea e transatlantici. Le seconde, invece, hanno definizioni precise come ad esempio *tanker* (petroliera o navi per liquidi), *bull-carrier* (navi mercantili con carichi sfusi) e *car-carrier* (navi per il trasporto di automobili).

Per quanto riguarda gli **yacht** a motore, individuiamo diverse tipologie in base ai criteri d'uso, sistemi propulsivi o di rendimento. In questo modo individuiamo i *motor-yacht*, vale a dire tutti quei panfili pontati interamente abitabili le cui caratteristiche permettono una permanenza prolungata a bordo. Con la diffusione delle imbarcazioni da diporto verso un pubblico sempre più ampio è nata la necessità di individuare la categoria dei *super-yacht*, mezzi di elevate dimensioni e quindi elevato costo di armamento.

Se consideriamo il criterio della destinazione d'uso dobbiamo individuare:

- i *fisherman*, tipologia nata in America, che indica tutti i motor-yacht progettati appositamente in base alle esigenze dettate dalla pesca sportiva d'altura;
- gli *offshore*, motoscafi veloci e poco abitabili. Prendono il nome dalla categoria di imbarcazioni per corse d'altura che hanno le loro origini nei motoscafi cruiser da turismo.

La tendenza alla gigantizzazione dei mezzi, con lo scopo di affermare lo status sociale del proprietario, ha portato alla nascita dei:

- *fast-commuter*, grossi motoscafi offshore con interni raffinati e prestazioni elevate.

Infine, per quanto riguarda le piccole imbarcazioni a motore, possiamo distinguere in base al tipo di motorizzazione **barche fuoribordo** ed **entro bordo**. L'evoluzione ha poi prodotto anche un tipo ibrido, **l'entrofuoribordo**.

Si individuano ancora i:

- *runabout*, motoscafi aperti per brevi uscite,
- i *day-cruiser* e i *cruiser*, motoscafi cabinati e semicabinati per brevi crociere
- i gommoni.

### Suddivisione delle barche a vela

La **barca a vela** è un tipo di imbarcazione la cui propulsione è affidata principalmente allo sfruttamento del vento e in cui il motore riveste solo un'azione di supporto specialmente nelle manovre in porto.

Nonostante queste tipologie di imbarcazioni vengono, di norma, classificate in base all'andamento velico (*sloop*, *cutter*<sup>11</sup>, *yawl*<sup>12</sup>, *ketch*<sup>13</sup>, *golette*<sup>14</sup> e così via) vi sono alcune tipologie particolari che meritano di essere menzionate.

Le *derive* rappresentano un gruppo di barche sportive, di piccole dimensioni (sotto 5-6m di lunghezza), non cabinata, spesso vengono utilizzate come primo approccio alla vela. Queste imbarcazioni hanno la caratteristica di avere una deriva mobile, da cui il nome. Sono leggere, scuffiabili e plananti con andature portanti. Il peso dell'uomo è una componente fondamentale per contrastare la spinta ribaltante del vento sulla vela e quindi rendere stabile l'imbarcazione. È proprio questa partecipazione attiva che rende la deriva una barca sportiva.

Le barche a vela possono essere monoscafo o multiscafo. Se a due scafi vengono definite catamarani, se a tre scafi trimarani.

## 2.2 Categoria di classificazione R.I.Na

Il R.I.Na (Registro Italiano Navale), ente tecnico del Ministero dei Trasporti e della navigazione, è una fondazione di diritto privato operante principalmente nella classificazione di navi. Il certificato di classificazione è il documento confermatore che una nave è stata progettata e costruita in conformità con i regolamenti/criteri previsti dalla Società di Classificazione stessa (a loro volta conformi ai principi fissati internazionalmente dall'Organizzazione Marittima Internazionale).

Se prendiamo in considerazione la classificazione precisa e specifica, le navi vengono suddivise in categorie e

---

<sup>11</sup> *Sloop* e *cutter* sono imbarcazioni monoalbero. La prima presenta un solo strallo di prua e la seconda almeno due fiocchi.

<sup>12</sup> Il *Yawl* è un'imbarcazione a vela simile a uno sloop o ad un cutter ma con un albero di mezzana aggiuntivo, posizionato a poppa dell'asse del timone.

<sup>13</sup> Il *ketch* è un tipo di imbarcazione da diporto o da regata a 2 alberi. L'armo a ketch prevede un albero di maestra (che è più alto), collocato a mezza nave e un albero di mezzana a poppa

<sup>14</sup> La *goletta* è un'imbarcazione a vela, ovvero un bastimento, fornita di due alberi leggermente inclinati verso poppa ed armati con vele auriche; presenta il bompreso, ossia l'albero inclinato protendente dalla prua dell'imbarcazione.

tipi. Il R.I.Na suddivide le imbarcazioni in base alle diverse **categorie** nel modo che segue:

-piroscafi – Ps: sono navi il cui propulsore è mosso da motrici a vapore in grado di conferire all'imbarcazione una velocità di almeno 7 nodi a pieno carico in acque tranquille.

-Motonavi – Mn: sono navi il cui propulsore viene mosso da motori a combustioni in grado di conferire all'imbarcazione una velocità di almeno 7 nodi a pieno carico in acque tranquille.

-Motoscafi – Ms: motonave di dimensioni ridotte - Aliscafi –As: navi che presentano strutture alari parzialmente o totalmente immerse

capaci di generare portanza idrodinamica con lo scopo di sollevare l'imbarcazione dall'acqua durante il movimento.

-Natanti – Nt: navi che presentano un apparato motore di propulsione incapace di portare il mezzo ad una velocità di 7 nodi.

-Velieri – Vl: mezzi il cui mezzo di propulsione è costituito esclusivamente da vele.

Per quanto riguarda l'assegnazione di una nave all'appartenenza ad uno specifico **tipo**, questa strettamente dipende dalla sua capacità di svolgere un determinato servizio. Questa classificazione viene stabilita dal R.I.Na solo se la nave presa in considerazione risulta attrezzata in modo adeguato.

I tipi più comuni di navi sono:

- navi per il trasporto passeggeri – Tp: imbarcazioni alle quali è consentito trasportare più di dodici persone.

- navi cisterna – Cst: navi concepite o riadattate per il trasporto di liquidi alla rinfusa, alloggiati in cisterne incorporate nella nave o in serbatoi installati a bordo. Viene effettuata una seconda verifica per stabilire quale tipologia di liquidi la nave in questione può trasportare.

- navi per il trasporto di carichi solidi alla rinfusa: navi concepite o adattate al trasporto di carichi solidi e rispondenti a speciali norme. Questa tipologia viene ulteriormente suddivisa in base alla tipologia di carico trasportato ( carichi pesanti, trasporto minerali..)

- navi traghetto – Tr: navi attrezzate per il trasporto di rotabili ferroviari o stradali con imbarco e sbarco sulle proprie ruote (roll on roll off)

- rimorchiatori – Re: navi progettate e attrezzate per operazioni di rimorchio

- pescherecci – Pes: posseggono caratteristiche per la cattura dei pesci.

- draghe – Dg: navi dotate di sistemi necessari per l'escavazione del fondo.

### **2.3 Tipologie carene. Plananti e dislocanti**

Il termine "carena" indica quella parte della nave detta opera viva, vale a dire quella parte che si trova sotto la

linea di galleggiamento. La sua forma influenza direttamente la resistenza e il comportamento dell'imbarcazione durante il suo moto. Le tipologie di carene sono molteplici e in base al profilo che assume la sezione maestra dello scafo possiamo distinguere le carene in **dislocanti** e **plantanti**.

### Carena dislocante

La carena dislocante di solito viene utilizzata per scafi di pescherecci, barche a vela cabinate e per la maggior parte del naviglio mercantile. Questa scelta viene fatta grazie alla maggiore stabilità di questa carena rispetto a quella planante.

Va però chiarita in breve la differenza tra le due tipologie: ogni carena, avanzando nell'acqua, produce una serie di onde. La cresta della prima onda si trova in prossimità della prua. La cresta della seconda onda si distanzia dalla prima in base alla velocità di avanzamento dell'imbarcazione. La velocità massima consentita per carene plananti varia in funzione alla lunghezza di galleggiamento: all'aumentare della velocità della barca la cresta della seconda onda arriverà a situarsi in prossimità dello specchio di poppa. Una carena dislocante ha delle forme tali che non consentono di superare questa velocità limite. Superare questa velocità non è questione di potenza ma dipende dalla forma della carena.

La velocità massima di avanzamento, detta anche critica può essere ricavata grazie a questa formula:

$$Vm = Tq \sqrt{L}$$

In cui  $L$  è la lunghezza al galleggiamento dello scafo espressa in piedi e  $Vm$  è la velocità espressa in nodi.

Il coefficiente  $Tq$  varia a seconda dei casi: 1,35 per carene dislocanti, 1,56 dislocanti veloci, 1,80 semiplananti, 3 ed oltre plananti. Il metodo di calcolo e disegno che viene utilizzato per le carene dislocanti è lo stesso utilizzato per quelle plananti; ciò che cambia sono i parametri del progetto.

### Carena planante

La carena planante, di solito, viene utilizzata per mezzi progettati per sviluppare alte velocità. Viene chiamata planante perché, al contrario di quella dislocante, oltre alla velocità critica, di cui parlavamo prima, la carena si solleva dall'acqua riducendo la sua parte immersa e di conseguenza riducendo la resistenza all'avanzamento. Questa tipologia di carene è costituita da forme tali che le consentono di diventare portante. Vale a dire che possono scivolare sopra la cresta della seconda onda e navigare in planata.

Va detto però che, a differenza delle carene dislocanti, che avranno forme sagomate curve; le carene plananti sono caratterizzate da svariate possibilità di forme. Una differenza sostanziale risiede tra le carene a fondo piatto e a "V" più o meno profondo.

Una *carena a fondo piatto* in movimento ha la caratteristica di scivolare su un mare piatto o poco mosso in maniera molto agevole. Al contrario, in condizioni di mare formato ha problemi di assetto che portano a sbalzi violenti nel caso in cui vengano mantenute alte velocità di navigazione. Queste carene però sono

caratterizzate da una grande stabilità soprattutto lungo l'asse longitudinale che porta a ridurre moltissimo il fenomeno del rollio.

La *carena a V profondo* è il massimo per imbarcazioni ad alta velocità. In condizioni di mare formato la forma della carena permette di tagliare le onde in maniera tale da ridurre urti violenti derivati dal salto sopra all'onda di cui parlavamo a riguardo delle carene a fondo piatto. Il movimento attorno all'asse longitudinale, che crea il fenomeno del rollio invece, sarà più duro rispetto a quello delle barche con carena piatta.

Da anni sono state immesse sul mercato delle carene ibride che hanno delle forme particolari e che garantiscono una condizione media tra i due estremi che abbiamo illustrato in precedenza.

Anche se va sottolineato che una barca perfetta per tutte le occasioni non esiste, questa tipologia risulta utile per chi è poco esperto.

## **2.4 Parti strutturali di un'imbarcazione**

l'imbarcazione si può dividere in due parti principali: lo scafo e la sovrastruttura.

Lo **scafo** è la parte principale e più importante della nave. È costituito da un corpo solido e stagno che racchiude i volumi necessari per la sistemazione di persone o merci, a seconda della tipologia di nave, e in esso trovano posto anche i macchinari per la propulsione e per il governo della nave.

Le **sovrastrutture** sono le parti costruite al di sopra dello scafo. Di solito sono destinate a contenere gli alloggi per l'equipaggio e, se previsto, per i passeggeri. Inoltre trovano posto i locali per la condotta della navigazione e gli spazi necessari per la manovra. Questi due elementi sono costituiti da un insieme di mezzi resistenti che prendono il nome di **ossature** e da un involucro che le ricopre esternamente, il **fasciame**. Le prime danno alla nave forma e robustezza; il secondo assicura l'impermeabilità rendendo possibile la galleggiabilità della nave oltre a contribuire ad accrescerne la solidità.

È importante specificare che la parte resistente della nave è lo scafo. Le ossature vengono proporzionate, distribuite e orientate in modo da formare un sistema strutturale capace di sopportare le sollecitazioni derivanti dalle forze che agiscono dall'esterno e all'interno della nave.

### **Lo scafo**

Lo scafo è composto da due parti perfettamente simmetriche rispetto al piano verticale che ne attraversa la sua lunghezza da poppa a prua. Di queste due parti simmetriche ideali, si chiama **parte dritta** quella che si trova sulla destra dell'osservatore, che rivolge lo sguardo verso prua, e **parte sinistra** quella che si trova alla sua sinistra.

Le sezioni ortogonali al piano diametrale si definiscono sezioni trasversali o ordinate. Tra queste assume

particolare importanza il piano passante per il punto di massima larghezza dello scafo (di solito si trova a metà della lunghezza degli scafi moderni). Questa sezione viene definita **sezione maestra**. Questa sezione suddivide lo scafo in due parti: quella prodiera e quella poppiera. Prora e poppa sono le parti più estreme dello scafo. Nello specifico si definisce **prua** l'estremità anteriore dello scafo e **poppa** la sua estremità posteriore.

Un'altra suddivisione importante dello scafo è quella ottenuta considerando separatamente la parte immersa da quella che resta fuori dall'acqua. La prima prende il nome di opera viva o carena, e la seconda viene chiamata opera morta. La superficie ideale che separa queste due parti si chiama **piano di galleggiamento**.

Si possono considerare in diversi modi le componenti dello scafo:

- parte dritta e parte sinistra. Simmetriche e delimitate dal piano diametrale.
- parte prodiera e parte poppiera. Aveni la sezione maestra come superficie di separazione.
- parte maestra, prua e poppa. Separate da sezioni trasversali non esattamente determinate.
- carena e opera morta. Divise dal piano di galleggiamento.

### Le sovrastrutture

Si chiamano sovrastrutture le parti che si trovano al di sopra del ponte principale e quindi della linea di galleggiamento e che il volume racchiuso può essere sfruttato per ricavare spazi utili alle persone e alle attrezzature della nave. Quindi, le sovrastrutture, possono essere complete o incomplete. Vale a dire che possono essere estese per tutta la lunghezza dello scafo o soltanto per una parte. Le sovrastrutture incomplete hanno lunghezza, o lunghezza e larghezza, più piccole di quelle dello scafo.

### Le ossature

Le ossature sono composte da verghe profilate che alle volte vengono associate a delle lamiere per accrescerne la resistenza. Costituiscono un complesso studiato per assicurare ad ogni punto della costruzione quella solidità che si considera indispensabile per l'integrità della nave. La presenza delle ossature è fondamentale anche per sostenere il fasciame delle sovrastrutture non resistenti e per assicurare buoni collegamenti con le altre parti.

Inizialmente le costruzioni metalliche vennero molto influenzate dalla tradizionale costruzione in legno. Ma una sostanziale novità rispetto a queste fu rappresentata dall'apparizione del doppio fondo che fece la sua comparsa nella costruzione navale per la stabilità e per il deposito di carichi liquidi. Il doppio fondo di queste navi viene suddiviso dalle ossature in tanti piccoli scompartimenti simili a celle che conferisce a questa tipologia di scafi la definizione di scafo con struttura cellulare.

Il sistema di costruzione a **struttura trasversale** non assicura una sufficiente robustezza longitudinale alle navi di grandi dimensioni e quindi venne ideato un sistema strutturale che possiamo considerare come l'opposto di quello tradizionale in legno.

In questo modo si costruiscono navi con **strutture longitudinali** ininterrotte e molto ravvicinate legate insieme da una o due paratie. In questo caso le ossature longitudinali costituiscono la struttura principale dello scafo e risultano collegate da strutture trasversali.

Presto subentrò un terzo sistema costruttivo: il sistema di costruzione a **struttura mista**. È un sistema di costruzione con il quale la robustezza dello scafo è affidata a strutture prevalentemente longitudinali nelle zone maggiormente esposte agli sforzi flettenti, e a strutture trasversali nelle zone di sforzi di tipo trasversale. In questo modo vengono realizzati scafi con fondo e ponti a struttura longitudinale mentre i fianchi, la prua e la poppa realizzati con struttura trasversale.

### Il fasciame

Il fasciame è l'involucro stagno che ricopre le ossature della nave ed è costituito da file di lamiere chiamate **corsi**. Il collegamento tra i vari elementi viene effettuato tramite saldatura elettrica. Le lamiere dei fasciami saldati sono disposte con le teste e i lembi affiancati e uniti da cordoni di saldatura. In questo modo scompaiono le sovrapposizioni.

Se consideriamo le diverse parti della nave a cui può essere applicato un fasciame impermeabile potremmo suddividere il fasciame in modo generico in:

- *fasciame esterno*: rivestimento della superficie esterna delle ossature di fondo e dei fianchi. Suddiviso ulteriormente in *fasciame di carena* e *fasciame di murata*.
- *fasciame dei ponti*: rivestimento della superficie superiore delle ossature e dei ponti
- *fasciame delle paratie*: rivestimento delle ossature delle paratie stagne e delle paratie terminali delle sovrastrutture incomplete.

Il fasciame dei ponti è costituito da corsi longitudinali di lamiere che ricoprono la superficie superiore delle ossature in modo tale da formare un involucro stagno. A volte, il fasciame metallico, viene rivestito con un **controfasciame** in legno o con un altro materiale isolante e antisdrucchiolevole. Il controfasciame in legno, oltre a migliorare le condizioni di comfort abitativo degli ambienti sottostanti, costituisce un rinforzo per il ponte. Per questo la sua presenza consente di ridurre lo spessore di fasciame metallico.

I lavori di installazione del controfasciame, però, presentano difficoltà perché deve essere comunque fornita la totale impermeabilità dei collegamenti. Per evitare questi inconvenienti, il fasciame da ponte di molte navi viene rivestito con appositi materiali, chiamati intonaci da ponte, che sono isolanti e antisdrucchio, anticorrosivi, incombustibili e più leggeri del legno. Da anni sono state immesse sul mercato delle carene ibride che hanno delle forme particolari e che garantiscono una condizione media tra i due estremi che abbiamo illustrato in precedenza.

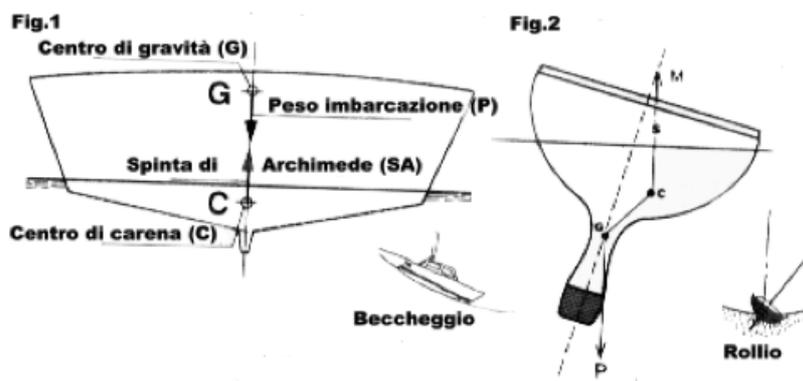
## 2.5 Disegno delle linee d'acqua

La stabilità deve essere una caratteristica di un'imbarcazione, oltre all'impermeabilità, come il movimento su tre assi (rollio, beccheggio, imbandata: il **rollio** è l'oscillazione laterale, il **beccheggio** è l'oscillazione longitudinale da poppa a prua, l'**imbandata** è l'avanzamento diagonale per effetto dell'onda). La stabilità è l'attitudine di uno scafo a riprendere il suo assetto d'equilibrio dopo le oscillazioni, rollio e beccheggio, provocate dal vento e dal moto ondoso. Un corpo si può trovare in equilibrio stabile (una piccola variazione causa un ritorno del sistema al punto di equilibrio), instabile (la variazione causa un allontanamento verso l'equilibrio stabile), indifferente (la variazione provoca una nuova configurazione di equilibrio). Una sfera di sughero con piantato un chiodo e immersa nell'acqua, trova un equilibrio stabile con il chiodo in basso. Senza il chiodo è in equilibrio indifferente. Un'imbarcazione galleggia (è in equilibrio indifferente) quando ha un giusto rapporto tra peso e volume.

La stabilità dipende dalla posizione di due punti:

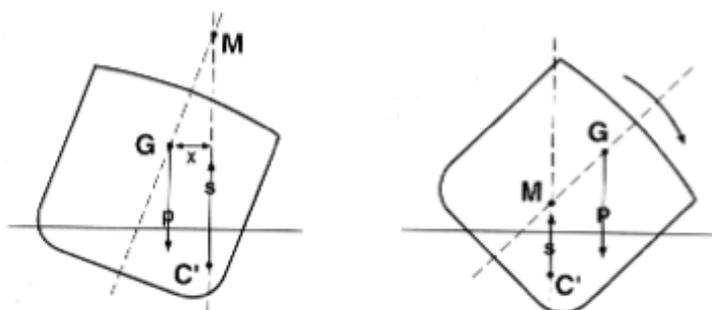
- il centro di gravità o **baricentro** (G) di tutte le forze-peso: punto di applicazione della risultante costituita dai pesi che compongono la nave e il carico; può trovarsi al di sopra o al di sotto del galleggiamento e la sua disposizione dipende dalla distribuzione dei pesi a bordo;
- il **centro di carena** (o di spinta) C: punto di applicazione della forza risultante dalle pressioni idrostatiche (spinta di galleggiamento) che agiscono sulla superficie della carena; la sua posizione dipende dalla forma della parte di scafo immersa (comunque è sempre dentro l'acqua).

Il galleggiamento di un'imbarcazione e la posizione del centro di carena dipendono dal principio di Archimede ("ogni corpo immerso in un liquido riceve una spinta uguale e contraria pari al volume del liquido spostato"). Se il rapporto peso/volume è corretto uno scafo in acque calme galleggia in equilibrio con le due forze uguali e contrarie giacenti sulla stessa verticale: il peso P che agisce sul baricentro G e la spinta S che passa per il centro di carena C. Se la nave è sbandata cambia la posizione del centro di carena C che si sposta in C' (perché cambia la forma della parte immersa dello scafo) mentre G rimane sempre nello stesso punto.



Le due forze diventano un momento fisico (capacità di mettere in relazione un oggetto rispetto a un punto di rotazione) che tenta di riportare l'imbarcazione nella posizione originaria di equilibrio indifferente (momento raddrizzante o coppia raddrizzante).

Esistono due tipi di stabilità, la *stabilità di forma* (scafi con forme piene, arrotondate, a fondo più piatto): il punto G sta sopra al punto C: di fatto tutte le imbarcazioni (dal windsurf alla petroliera) hanno stabilità di forma; la *stabilità di peso* (scafi a dislocamento, barche a vela): il punto G sta sotto il punto C grazie agli appropriati pesi (zavorra) collocati in chiglia (bulbo) per bilanciare gli sbandamenti e rendere lo scafo irrovesciabile. Sotto uno sbandamento eccessivo il momento raddrizzante non funziona più e la barca scuffia. La stabilità di uno scafo non è mai solo di forma o solo di peso: ad es. se la barca a vela scuffia tende poi a raddrizzarsi, ma se è molto piatta rimane scuffiata per effetto di una stabilità di forma.



Il momento raddrizzante non deve essere troppo o troppo poco violento (in questo secondo caso ad es. se la barca tarda troppo a raddrizzarsi dopo un'onda poi ne arriva un'altra che la coglie ancora sbandata e finisce per scuffiare). Si chiama metacentro la qualità del raddrizzamento. Il **metacentro** è il punto d'intersezione M della spinta verticale S (innalzata da C') con il piano longitudinale di simmetria. Il baricentro non deve mai sollevarsi più in alto del metacentro per non invertire la tendenza della coppia di forze, il che provocherebbe una tendenza al rovesciamento dello scafo. L'altezza metacentrica è la distanza di M da G: più è grande, più grandi sono il braccio x e la coppia raddrizzante, tanto più stabile è l'imbarcazione. L'altezza metacentrica determina la velocità dell'imbarcazione al raddrizzamento. Entro uno sbandamento della barca di ca. 10-12°, lo sbandamento avviene lungo un arco di cerchio il cui raggio termina in M. Per non compromettere la stabilità di un'imbarcazione i pesi notevoli devono essere disposti simmetricamente rispetto agli assi longitudinali e trasversali dello scafo;

## 2.6 Piano di costruzione

La rappresentazione grafica di un'imbarcazione con fini progettuali comporta la redazione di elaborati che ricalcano le regole delle proiezioni ortogonali. Il piano di costruzione è un disegno. In tale disegno sono riportate, in una scala opportuna, in tre proiezioni su altrettanti piani ortogonali, le forme della nave. Il piano di costruzione rispecchia le forme della carena. Questa, a sua volta, nasce in generale come derivazione o come adattamento di una carena già studiata, scelta fra le cosiddette "serie sistematiche di carene".

Le serie sistematiche sono messe a punto da Istituti di ricerca applicata, chiamati "vasche navali", come l'italiano I.N.S.E.A.N. (Istituto Nazionale di Studi ed Esperienze di Architettura Navale) con sede a Roma.

Qui, in impianti sperimentali appositamente attrezzati, (le vasche) vengono studiati resistenza al moto e capacità di tenuta al mare di vari tipi di carena.

Ciascun tipo viene sistematicamente modificato in lunghezza, larghezza, immersione, fino a definire una "serie sistematica di carene".

In altre parole, si prende il piano di costruzione della carena capostipite e lo si modifica, variando sistematicamente le tre dimensioni principali e procedendo di volta in volta ad effettuare prove alla vasca di modelli costruiti secondo le forme del disegno. In pratica, si disegna tutta una serie di piani di costruzione.

il cosiddetto *Piano di Costruzione* (o *Body Plan*) rappresenta il concentrato grafico che contiene tutte le informazioni volumetriche relative alla definizione della forma della barca. Il P.d.C. è composto da tre viste: quella della pianta, detto *piano delle linee d'acqua*, quella dell'alzato del fianco, detto *longitudinale*, e quello degli alzati visti da poppa e da prua, detti *piani trasversali*. In questo modo viene illustrato il volume dello scafo tramite tre serie di curve che si interfacciano su piani proiettivi ortogonali.

Sull'alzato, che viene chiamato anche **piano longitudinale**, vengono rappresentate le sezioni che compongono il profilo di uno scafo. Queste vengono effettuate parallelamente all'asse di simmetria e sono distribuite dal centro della barca fino alla massima larghezza. Il risultato quindi è composto dalla restituzione grafica sotto forma di linee dalla traccia di piani di sezione orizzontali, paralleli al piano di galleggiamento, che prendono il nome di *linee d'acqua*, e dalla traccia di piani verticali, perpendicolari ai precedenti, che prendono il nome di *ordinate*. Per convenzione vengono tracciate 20 ordinate che partono dal numero 0, corrispondente alla *perpendicolare addietro* (è una linea immaginaria verticale passante per l'asse del timone), fino ad arrivare all'ultimo numero, corrispondente alla *perpendicolare avanti* (linea immaginaria verticale passante per l'intersezione del dritto di prora con il piano di galleggiamento del progetto). In questo modo si forma un reticolo di base sul quale vengono tracciati alcuni profili ottenuti immaginando di tagliare lo scafo con dei piani sezione paralleli all'asse di simmetria dello scafo equidistanti tra loro. Vengono restituite in questo modo delle linee curve che seguono le forme dello scafo e prendono il nome di *longitudinali*. Questa proiezione viene quindi chiamata **Piano dei Profili**. Sulla seconda proiezione, quella **orizzontale**, sarà possibile individuare

tutte le sezioni orizzontali note come *linee d'acqua*: curve che riproducono le forme dello scafo viste dall'alto ed equidistanti tra loro. Vengono quindi riportati l'asse di simmetria longitudinale, la traccia delle sezioni longitudinali (righe parallele alla precedente) numerate con numeri romani, a partire dal centro della barca fino alle murate, e la traccia delle sezioni trasversali (ordinate). Questa proiezione viene quindi chiamata **Piano delle linee d'acqua**. Sulla terza ed ultima proiezione, quella **verticale**, vengono riportate, come nelle proiezioni precedenti, le tracce del piano di simmetria longitudinale, delle linee d'acqua e delle sezioni longitudinali equidistanti tra loro. Vengono quindi tracciate delle linee curve, le *ordinate*, che riproducono l'andamento dello scafo, nella mezza sezione di destra, visto da poppa e ,nella mezza sezione si sinistra, visto da prua. Questa proiezione viene quindi chiamata **Piano delle Ordinate**. È importante sapere che una volta completata la restituzione grafica delle tre proiezioni le forme dello scafo vengono definite in modo univoco e che il piano di costruzione deve essere bilanciato ed equilibrato oltre che ad essere disegnato con estrema precisione.

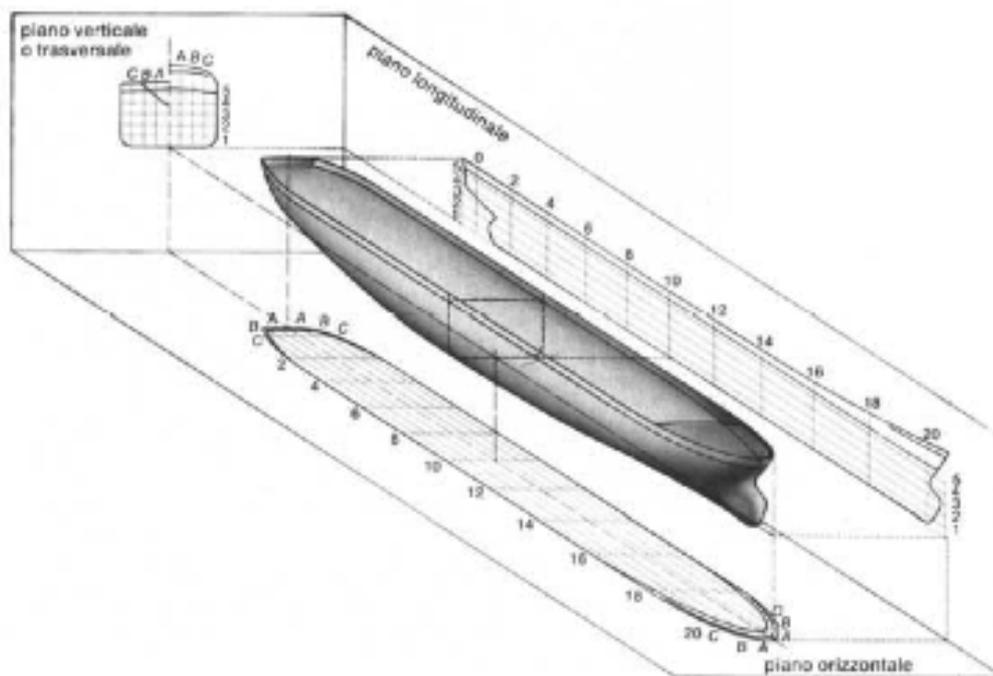


Fig. 8 Piano di costruzione delle linee d'acqua

### **3. I materiali della nautica**

#### **3.1 Il legno**

Il legno è il materiale da costruzione più antico per muoversi sull'acqua, "Il legno galleggia da solo e non fa ruggine", dice un vecchio adagio, e il fascino e l'esperienza sono fortemente radicati nella nostra cultura.

Il legno ha pregi e difetti. Nella costruzione di scafi e coperte ha soprattutto il difetto di lasciare passare l'acqua nelle giunture tra le tavole. Infatti, quando il legno assorbe l'umidità si dilata mentre quando la perde si contrae. Questo continuo movimento allenta la chiodatura, crea fessure e crea danni o inestetismi.

Il legno ha anche dei grandi pregi. Pensiamo ad esempio al fatto che, tradizionalmente gli arredi interni sono in legno così come il rivestimento dei ponti e la pavimentazione interna. Se all'interno dell'imbarcazione gli arredi durano perché sono ben protetti, all'esterno il ponte subisce gli agenti atmosferici rovinandosi e consumandosi. La pioggia, a differenza dell'acqua di mare rovina il legno, se l'acqua dolce ristagna sul legno con uno scarso ricambio d'aria si creano prima muffe, poi funghi che letteralmente "mangiano" il legno. Inoltre, non tutte le essenze sono adatte alla costruzione in legno. Classicamente si usano la quercia, il douglas, il pino, il cipresso e ovviamente il mogano e il teak che rappresentano le essenze principe della nautica. Ciascuna di queste essenze è più o meno adatta per la costruzione di parti specifiche della nave.

Per ovviare questi problemi, oggi le imbarcazioni non vengono più costruite interamente in legno massello, ma il legno è stato trasformato in un materiale tecnico ingegneristico. Viene utilizzato il compensato marino.

Il *compensato marino* è un tipo di legno multistrato rigido e leggero, molto resistente all'umidità, ideale da utilizzare dove è necessario abbattere la trasmissione delle vibrazioni. La struttura è caratterizzata da una stratificazione elevata di piallacci nobili, in grado di rendere il tutto più stabile e uniforme, per quanto riguarda la resistenza sia del piano che nelle principali direzioni della fibratura che lo compone. Le specie più utilizzate per la produzione di compensato marino sono l'Okoumé, i Mogani africani come il Sipo e il Sapele ed il Teak.

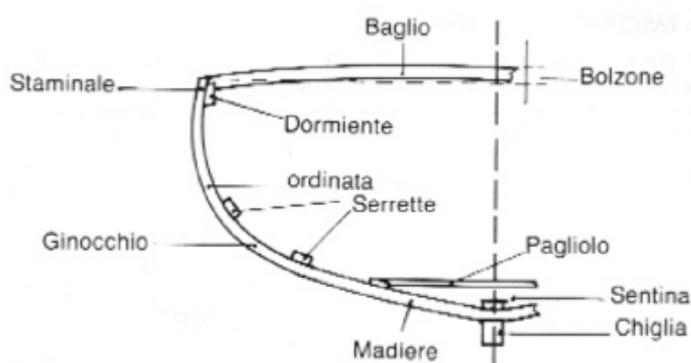
Per essere classificato come marino, però, deve avere determinate caratteristiche specifiche. Il legno deve possedere una durabilità naturale e un'alta resistenza alle carie fungine. Inoltre il compensato deve possedere certa qualità di incollaggio, in modo da sopportare sia sostanziali variazioni di umidità, sia le sollecitazioni climatiche relative al suo contesto di messa in opera. A questo proposito vengono impiegate delle resine a base di melamina e altri materiali, dopo numerosi controlli ed esperimenti in laboratorio su provini appositi.

Tutte queste caratteristiche prestazionali ne fanno un materiale molto utilizzato sia per quanto riguarda gli esterni, che per l'arredamento, specificatamente nel settore nautico. Molto utile ad esempio se utilizzato per la realizzazione di componenti strutturali o sistemi divisorii, per tamponamenti e complementi, contro l'aggressività della salsedine. E se l'incollaggio idoneo è del tipo resistente all'acqua e all'umidità, i pannelli di

compensato marino, possono essere facilmente utilizzati anche per mobili da bagno, tettoie esterne, saune o arredi per le Spa.

### Costruzione

Le barche in legno, come tutte le imbarcazioni, hanno una struttura mista costituita da elementi trasversali e altri longitudinali. Lo scheletro è composto da un robusto elemento centrale chiamato *chiglia* che viene rinforzato da un elemento longitudinale chiamato *paramezzale*. Dalla chiglia e dal paramezzale (che rappresentano la spina dorsale dello scafo) partono le *costole* di questa ossatura che vanno verso prua e verso poppa diventando sempre più angolate nella parte bassa.



Nella parte interna esse sono collegate tra loro lungo l'asse longitudinale da una o più strisce chiamate *serrette*, sulle più alte delle quali, dette *dormienti*, si appoggiano trasversalmente le teste dei *bagli*: travi che collegano i fianchi dello scafo e sostengono la coperta.

Sulle strutture più basse si appoggia il *pagliolo*; composto da diverse parti, spesso removibili, con lo scopo di raggiungere agevolmente la parte più interna e più bassa dello scafo: la *sentina*.

Le giunzioni tra le varie parti della struttura in legno sono realizzate con chiodi, viti, bulloni e colla. La ferramenta è tutta in rame o acciaio e le colle sono di tipo marino.

### 3.2 La vetroresina

La vetroresina è un materiale resistente agli agenti atmosferici, è un tipo di plastica rinforzata con vetro, impregnata con resine termoindurenti, in genere liquide e a base di poliestere, vinilestere o epossidica, che induriscono dopo la lavorazione per intervento di catalizzatori e acceleranti.

La vetroresina è un buon materiale per la costruzione navale, poiché non marcisce, non fa la ruggine, non

teme il sole e la pioggia, anche se ingiallisce. È solo grazie all'avvento della costruzione in vetroresina che il costo della costruzione delle imbarcazioni si è ridotto consentendo a molti di avvicinarsi al diporto nautico. Nonostante abbia vantaggi a livello economico e di durata nel tempo, ha dei difetti quali la mancanza di rigidità e la poca resistenza all'urto.

### Costruzione

Per realizzare un' imbarcazione in vetroresina, bisogna costruire un modello in scala reale in legno (abete, pioppo) della carena e delle tughe. Devono essere previsti tutti i particolari e i dettagli, poiché il risultato in vetroresina sarà lo stampo del modello. Il modello in legno deve avere quindi una finitura superficiale perfetta, senza gobbe o avvallamenti ed essere lucido a specchio. È quindi ovvio che ogni imperfezione del modello verrebbe riprodotta nelle imbarcazione.

Una volta terminata la costruzione dei *modelli formatori* si passa alla realizzazione degli *stampi*.

I modelli vengono spruzzati con un distaccante e di seguito spruzzati o pennellati con *gelcoat*: una resina particolare di grande durezza. In questa fase di solito si utilizza gelcoat nero perché è più facile evidenziare nello stampo eventuali piccoli difetti. Sopra allo strato di gelcoat vengono applicati dei tessuti di fibra di vetro. Questi tessuti di fibra, vengono "spalmati ed impregnati" con le resine (ancora liquide) le quali sono preventivamente mescolate con appositi composti chimici (detti catalizzatori) che servono (per l'appunto) a far indurire il tutto.

Questi tessuti hanno tramatura e pesi diversi: si inizia con un feltro molto leggero costituito da fibre corte, orientate a caso e tenute insieme da un collante. Si procede con strati sempre più pesanti fino a terminare con un altro tipo di tessuto di vetro chiamato "stuoia" o "roving" con fibre continue e direzionali, legati da una trama evidente.

Una volta terminata la stratificazione degli stampi si applicano esternamente dei rinforzi metallici che servono per evitare qualsiasi deformazione. Gli stampi vengono poi staccati dai modelli in legno, che vengono eliminati. Gli stampi, a questo punto, rappresentano l'impronta "femmina" dell'imbarcazione e devono essere lucidati alla perfezione prima di essere utilizzati.

Va però detto che la procedura appena descritta richiede tempistiche molto lunghe. Perché il processo di indurimento abbia compimento è necessario un tempo di cura che va da alcuni giorni ad alcune settimane.

Quando gli stampi sono pronti si procede per la stampata con le stesse procedure che abbiamo appena descritto: si inizia con il distaccante per poi applicare gelcoat, in questo caso del colore definitivo della barca, e in seguito gli strati di rinforzo vetroso impregnati di resina.

Gli elementi di rinforzo (vale a dire le strutture che nella costruzione tradizionale corrispondono a costole, paramozzali e paratie) vengono applicate solo alla fine della laminazione del guscio. In questo caso la tramatura strutturale è costituita da travi in vetroresina su riempimento di materiale inerte come schiuma

poliuretanic, legno o cartone.



Fig. 9 Stampo in vetroresina

La vetroresina non richiede manutenzioni particolari: non marcisce, non arrugginisce, non si ammacca e non deve essere ridipinta ogni anno. È l'ideale per l'utilizzatore perché costa poco e dura a lungo.

Nonostante tutti questi lati positivi, non tutti sanno che la vetroresina, seppur stagna, non è del tutto impermeabile. Il gelcoat è la parte stagna della barca. Alle volte l'acqua supera la barriera del gelcoat e quindi piccole quantità di sali si sciolgono e con l'acqua salata formano degli acidi che attaccano ulteriormente la vetroresina. Questo fenomeno si chiama *osmosi*. L'osmosi intride la vetroresina e, per quanto sia un fenomeno lento, è dannoso.

Il processo così descritto per la costruzione della carena, si ripete, pressoché invariato, per gli altri elementi costitutivi dell'imbarcazione, che sono: - Il ponte di coperta - Le staminate interne (ossia: dinette, zone letto, locale toilette) - L'eventuale sovrastruttura (per imbarcazioni di tipo fly) Una volta che sono tutti "sformati" dai relativi stampi, questi particolari vengono assemblati insieme fino a costituire "lo scheletro" di tutta l'imbarcazione.

### **3.3 I metalli: lega leggera, acciaio, e leghe di rame**

#### **La lega leggera**

La lega leggera viene comunemente chiamata *alluminio* anche se non è del tutto corretto. In realtà vengono utilizzare leghe di alluminio, magnesio, silicio e altri materiali anche se l'alluminio rappresenta la percentuale maggiore.

La lega di alluminio per la costruzione navale si divide in un due grandi famiglie: una serie UNI 5000, adatta alla costruzione di parti saldate, e una serie UNI 6000, adatta per la parti rivettate o incollate. Nello specifico la lega più utilizzata è la UNI 5083 che contiene il 4,5% di magnesio, viene commercializzata con il nome di “*peraluman*” ed è disponibile in lastre e profilati.

L'alluminio è un metallo innanzitutto molto leggero e che si auto protegge: crea sulla superficie esposta un ossido ceramico molto resistente quindi non si arrugginisce e non si degrada. Le proprietà meccaniche dell'alluminio sono inferiori a quelle dell'acciaio quindi il dimensionamento strutturale deve essere superiore a quello dell'acciaio. Nonostante questo il risparmio di peso che si ottiene nei confronti del ferro è circa del 40%. Per certe tipologie di navi è quindi conveniente costruire lo scafo in acciaio e le sovrastrutture in lega leggera: si risparmia peso e si abbassa il centro di gravità. In questo caso, l'unione tra acciaio e alluminio avviene per saldatura, attraverso l'interposizione di un bimetallo conosciuto con il nome commerciale di “*detaclad*” costituito da due fogli sovrapposti di lamiera: uno in acciaio e l'altro di lega leggera.

Nonostante gli innumerevoli vantaggi, la costruzione in lega leggera presenta degli svantaggi: il costo, la corrosione elettrolitica e il rischio d'incendio. Quest'ultima è derivata dal fatto che le leghe leggere bruciano con relativa facilità.

### L'acciaio

L'acciaio, da circa 150 anni, è uno tra i materiali più utilizzati nella costruzione navale delle grandi imbarcazioni, perché da origine a strutture molto rigide e robuste, anche se molto pesanti. La costruzione in acciaio è classificabile come una delle più pesanti ma anche tra le più semplici, è un materiale che si può lavorare facilmente anche all'aperto e, per quanto sia difficile da modellare, vi sono una serie di macchine in grado di ridurre la fatica. L'acciaio è molto robusto, elastico, isotropico e giuntato per saldatura. Si possono costruire strutture di grande robustezza e normalmente è solo la concentrazione degli sforzi a creare punti deboli. Ciò che rovina questo materiale è la ruggine. Le costruzioni in acciaio col tempo si assottigliano quindi è necessario lasciare dei margini di spessore per la corrosione. Anche durante la costruzione le parti in ferro devono essere protette e per questo vengono *sabbiate* prima di ricevere un ciclo primario di verniciatura. La sabbatura viene effettuata con una graniglia metallica di dimensioni diverse ed a pressioni differenti in base al tipo di superficie che si deve trattare e in base al risultato che si vuole ottenere. La vernice deve essere poi applicata entro mezz'ora dalla sabbatura altrimenti si ripresenterà l'ossidazione superficiale. L'acciaio utilizzato per la costruzione di uno scafo è normalmente un *acciaio dolce*, a basso tenore di carbonio. Per la costruzione navale sono ammessi, oltre agli acciai normali, anche acciai ad elevata resistenza, il cui maggior costo unitario è quasi sempre compensato dal minor peso del materiale impiegato.

Le caratteristiche meccaniche delle leghe leggere adottate nella costruzione navale sono specificate dal Regolamento del RINA, il quale fornisce i criteri per applicare alle strutture di lega leggera le norme per le

strutture in acciaio.

Le costruzioni in acciaio hanno molti vantaggi rispetto a quelle in legno, minori rischi di incendi e allagamenti. Maggiore facilità e rapidità di manutenzione e periodo di servizio relativamente lungo (anche più di 40-50 anni). Maggiore leggerezza, l'acciaio ha un peso specifico maggiore del legno, ma l'acciaio è molto più resistente e sono necessari profili più sottili. Maggiore capacità di volume libero disponibile.

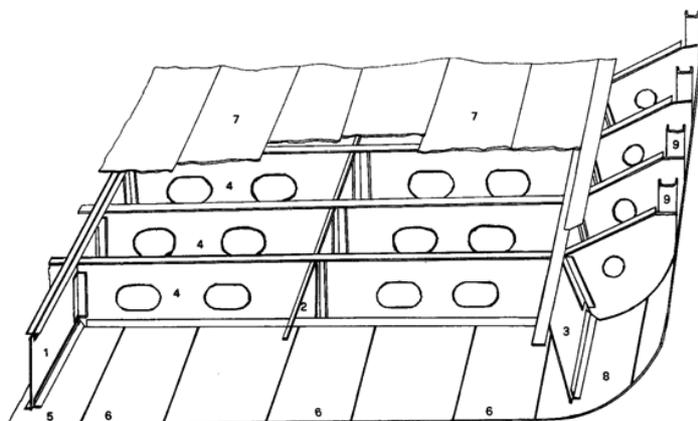


Fig. 10 Scafo in acciaio

A fronte di questi vantaggi, ci sono dei piccoli difetti, deviazione delle bussole magnetiche, corrosione, minore resistenza agli urti e maggiore possibilità di lacerazione dello scafo.

Per realizzare uno scafo in acciaio, possono essere utilizzati tre sistemi:

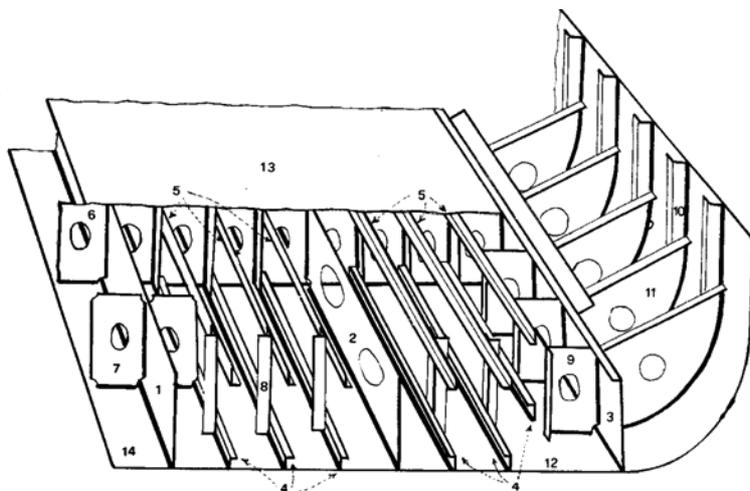
- *Sistema a struttura trasversale*, in cui gli elementi longitudinali come la chiglia e il paramezzale sopportano una successione di telai trasversali, chiamati ossature, posti a intervalli inferiori di un metro. Il fasciame esterno e quello dei monti sono sopportati dalle ossature. Questo sistema deriva direttamente dalla costruzione in legno.



- 1\_ paramezzale centrale
- 2\_ paramezzale laterale
- 3\_ marginale
- 4\_ madiere
- 5\_ chiglia
- 6\_ fasciame esterno del doppio fondo
- 7\_ fasciame interno del doppio fondo
- 8\_ fasciame del ginocchio
- 9\_ costola

*Sistema a struttura longitudinale*, in cui oltre agli elementi longitudinali sopracitati è presente una serie di

correnti longitudinali, posti a intervalli inferiori di un metro, in corrispondenza del fondo, dei fianchi e dei ginocchi. Il fasciame risulta sostenuto essenzialmente dagli elementi longitudinali.



- 1\_ paramezzale centrale
- 2\_ paramezzale laterale
- 3\_ marginale
- 4\_ corrente del fondo
- 5\_ corrente del cielo del doppio fondo
- 6\_ madiere
- 7\_ rinforzo del paramezzale centrale
- 8\_ angolare verticale
- 9\_ rinforzo della lamiera marginale
- 10\_ costola
- 11\_ squadra per il collegamento tra costola e lamiera marginale
- 12\_ fasciame del fondo
- 13\_ fasciame del cielo del doppio fondo
- 14\_ chiglia

- *Sistema a struttura mista*, la zona superiore e inferiore dello scafo, dove sono presenti gli sforzi longitudinali, ha struttura longitudinale mentre la zona mediana, in cui si hanno tensioni tangenziali, presenta una struttura di tipo trasversale.

### Le leghe del rame

Nel campo nautico vengono utilizzate tre tipologie distinte di leghe di rame:

- Il *bronzo*, ovvero una lega di *rame-stagno*, è sempre molto presente a bordo perché non si altera nel tempo poiché è quasi inattaccabile dagli agenti atmosferici e dell'acqua di mare. È amagnetico e adattissimo alla fonderia perché è molto plastico e ha un punto di fusione più basso rispetto all'acciaio. Ha buone caratteristiche meccaniche e grande resistenza alla corrosione.

- L'*ottone*, ovvero una lega di *rame-zinco*, è un materiale simile al bronzo, ma si caratterizza per il suo aspetto dorato che ne fa un materiale perfetto per tutte quelle applicazioni nelle quali, insieme alla scarsa corrosione da parte degli agenti atmosferici, si richieda una bella presenza. Viene quindi utilizzato per la produzione di accessori nautici.

- Il *cupronichel*, ovvero una lega di *rame-nichel*, è entrato nell'uso nautico per ultimo e trova impiego negli impianti di dissalazione e condensatori marini. Ha quindi un'ottima resistenza alla corrosione marina e all'erosione. E resiste al *biofouling*, ovvero alla colonizzazione dei molluschi e della vegetazione marina. Se utilizzato per la chiglia dell'imbarcazione, si riduce la resistenza al moto della nave e inoltre si riducono i costi per lo "scrostamento" e la manutenzione della stessa.

#### **4. Studio ed evoluzione di uno yacht turistico**

Lo studio e la progettazione di uno yacht è un percorso affascinante, coinvolgente e ricco di sfide. Queste imbarcazioni sono prodotti molto differenziati per dimensione, natura tecnica e formale, necessitano quindi di una forte capacità di scelta e sintesi progettuale. Se da un lato sono paragonabili ad architetture - in quanto artefatti abitabili - dall'altra sono a tutti gli effetti macchine mobili - munite di specifici apparati propulsivi - che necessitano di approfonditi studi tecnici. Qualsiasi progetto parte dallo studio delle linee d'acqua che definiscono la forma dello scafo su cui si andrà a delineare successivamente la sovrastruttura, fino ad arrivare allo sviluppo vero e proprio degli spazi interni.

Inoltre, le tecniche costruttive e la dimensione commerciale di uno yacht colloca questo prodotto in un ambito specifico e ben delineato, specialmente in Italia, dell'artigianato di settore molto qualificato.

Il design, inoltre, gioca un ruolo strategico, soprattutto nella ricerca morfologica e stilistica delle sovrastrutture e degli interni. Ciò è riconducibile sia a ragioni di tipo commerciale, sia ad una combinazione di possibilità e opportunità con altri comparti industriali. Inevitabile è l'affinità e la contaminazione stilistica tra le diverse culture del costruire e altri settori industriali, come quello automobilistico, aeronautico e militare.

L'*exterior design* riguarda il progetto della forma delle sovrastrutture e dell'opera morta dello scafo.

Disegnati lo scafo e le sovrastrutture, vengono delineati i piani generali, che organizzano l'impianto distributivo spaziale e funzionale complessivo. In questo campo, il design si trova a dover esprimere prerogative funzionali, esigenze abitative ed ergonomiche che soddisfino le proposizioni stilistiche.

Il progetto dello yacht è nato dalla collaborazione con lo studio Caliarì Architects Yacht Design, che prevedeva lo sviluppo di un'imbarcazione dal concept innovativo, presentata in occasione della retrospettiva dedicata a Paolo Caliarì, organizzata in occasione del 51° Salone Nautico di Genova. Il progetto studiato e approfondito per la presente tesi è una versione antecedente rispetto a quella che è stata proposta in occasione della mostra.

Nel voler progettare uno yacht innovativo nella forma e nella fruizione, ma anche capace di attirare l'attenzione di un mercato di riferimento specifico, la scelta concettuale è stata quella di proporre un'imbarcazione capace di poter andare ovunque e allo stesso modo essere immediatamente riconoscibile nei tratti morfologici ed estetici sia interni che esterni.

Il concept si è originato dall'esigenza di unire e combinare due forti prerogative:

- quella funzionale, lo yacht come barca d'altura capace di solcare ogni mare
- quella formale, un'imbarcazione con una forte identità estetica e simbolica, dove lo yacht diventa icona di se stesso.

Inoltre la tipologia scelta è quella dell'imbarcazione turistica, prediligendo il settore di mercato delle crociere di lusso per un numero limitato ed esclusivo di ospiti. La dimensione, di settantaquattro metri, è stata preferita per sviluppare un'ospitalità di 18 persone in otto suite più un alloggio armatoriale, oltre ad un equipaggio di 14 persone.

Il concept per quanto riguarda l'esigenza funzionale si è ispirato alle solide e sicure navi mercantili, declinando un'imbarcazione dove si prediligono ampi spazi e comodità, dove la navigazione è lunga e tranquilla, in un viaggio che privilegia il percorso più che l'arrivo, dove il tempo è un lusso che va assaporato in uno stretto e continuo contatto con il mare, dove non mancano spazi ludici e ricreativi. Un luogo dove la merce più importante a bordo è l'ospite.

Per quanto riguarda la prerogativa formale, il concept si è invece ispirato alla "balena" sia nella sua fisicità, sia nel suo significato simbolico e mitologico. Come il mercantile la balena rimanda ad un'idea di imponenza e tranquillità nel vivere il mare e l'oceano come suo habitat naturale. L'imbarcazione presenta immediatamente una spiccata sagoma esterna che riprende simbolicamente la forma dell'animale, dove la prua a sbalzo ricorda la bocca aperta del cetaceo. Oltre all'aspetto formale esterno anche gli interni si sono ispirati al mito della "balena di Jona" che inghiotte ciò che incontra, organizzando gli spazi interni in una composizione organica e articolata. La pancia del cetaceo si trasforma in una culla accogliente piena di luoghi confortevoli che non tralasciano un'attenzione agli spazi privati.

Le cabine destinate agli ospiti, infatti, disposte su un unico piano, sono state disegnate con una forma ellittica creando un gioco di volumi lungo il percorso organico che attraversa l'imbarcazione da poppa a prua.

Lo yacht sviluppato da questa idea progettuale è un'imbarcazione organizzata su cinque ponti:

- "-1 lower deck " che ospita i motori, gli impianti tecnici elettrici e idraulici, gli apparati di dissalazione, i serbatoi carburante, serbatoi acque nere, serbatoi acque dolci, magazzini e celle frigo;
- "lower deck" che ospita palestra, sauna, spogliatoi e servizi, sei cabine per l'equipaggio, i locali di servizio (cucina, lavanderia ecc.),
- "main deck" che ospita la zona notte con otto suite matrimoniali con bagno privato, zone relax, piscina esterna
- "upper deck" che ospita la zona *living* con bar, sala da pranzo, area relax, locali di servizio
- "sun deck" che ospita l'alloggio dell'armatore (composta da zona *living*, cucina, camera da letto, bagno privato), plancia di comando, cabina del capitano, esternamente solarium con jacuzzi.

Per un'imbarcazione di questo tipo è stata ipotizzata una velocità media di crociera di 18 nodi<sup>15</sup> fino ad una velocità massima di 22 nodi. Per conferire e garantire queste prestazioni di andamento, sono stati scelti motori MTU Diesel Engines Overview. Sono motori diesel, a gas e biogas, sviluppati dalle nuove tecnologie che prestano particolare attenzione alla tutela dell'ambiente. I motori a gas e biogas garantiscono la produzione di energia e calore limitando al massimo l'impatto sull'ambiente. Sono motori con una potenza che va dai 100kW ai 2MW. Per quest'imbarcazione sono stati scelti tre motori mod. MTU General Purpose Diesel Engines 2000 (potenza massima di 1939 kW<sup>16</sup>).

#### **4.1 Uno scafo in acciaio: solidità, sicurezza e durata**

Come già in parte evidenziato nel capitolo precedente, l'acciaio è risultato la scelta migliore per la progettazione dello scafo di uno yacht della lunghezza di 74 m. Nel caso specifico, in sede di progettazione, si è optato per adottare un sistema a struttura trasversale.

La scelta dell'acciaio è stata motivata non solo dalla solidità conferita alla struttura, tipica di questo materiale, dalla robustezza, dalla facilità di manutenzione e dal periodo di servizio lungo, ma anche dalla sicurezza in caso di allagamenti ed incendi. Lo scafo, avendo un'elevata lunghezza, è stato progettato con sistemi di coibentazioni stagne – attraverso paratie d'acciaio - che lo suddividono in quattro parti tra loro comunicanti. Questa modalità di costruzione permette di garantire una maggiore sicurezza in caso di lacerazione dello scafo, permettendo di isolare la parte danneggiata e salvaguardando l'imbarcazione. Il posizionamento delle paratie stagne in acciaio sono alloggiato nella opera viva dello scafo, ovvero sotto la linea di galleggiamento, dove vengono allocati gli impianti tecnici, i motori e gli impianti elettrici.

#### **4.2 Interior design: comfort ed eleganza per ospiti esclusivi**

Normalmente all'interno di uno yacht le dimensioni degli ambienti e dei componenti d'arredo sono sensibilmente ridotte rispetto alle misure tipiche di uno spazio architettonico, e le relazioni avvengono spesso con distanze intime e personali (non a caso le barche sono di frequente usate per attività di *team building* aziendali).

Le funzioni abitative pur non essendo diverse da quelle tipicamente domestiche (camminare, mangiare, dormire, lavarsi, conversare, ascoltare musica ecc.), cambiano nella fisicità dell'ambiente e soprattutto, nel

---

<sup>15</sup> Il *nodo* è una unità di misura per la velocità equivalente ad un miglio nautico all'ora (1,852 km/h). In ambito internazionale la sua abbreviazione è kn,

<sup>16</sup> il kW è l'unità di misura usata per misurare la potenza. In Europa la potenza dei motori si indica in CV (Cavallo Vapore). 1CV = 0,74 kW)

rapporto con il movimento. Infatti, nonostante tutti gli accorgimenti di stabilizzazione, uno yacht, di qualsiasi dimensione esso sia, non è mai fermo: beccheggio e rollio, a volte impercettibili, sollecitano incessantemente l'equilibrio degli utenti. Per questo motivo sono essenziali alcuni accorgimenti nelle soluzioni distributive e d'arredo, quali il posizionamento dei letti (allineati quasi sempre per chiglia), la forma dei mobili e dove necessario la configurazione di scale e corridoi. Dato che si cammina spesso scalzi e poco coperti, assume primaria importanza il controllo progettuale degli aspetti percettivi legati al suono, agli odori, alla temperatura dei materiali e alle loro proprietà tattili.

Inoltre, è importante tener conto che l'orientamento, normalmente basato su punti di riferimento esterni, cambia e diventa autoriferito, assumendo come cardini gli elementi fisici della barca stessa (la prua, la poppa, il ponte ecc.).

Il progetto degli interni, specialmente nel caso dei grandi yacht, viene generalmente sviluppato in più fasi interattive fra loro.

Una volta disegnati i piani generali, suddivisi in ponti, si procede delineando il piano di compartimentazione che, dettato da ragioni di natura strutturale, tecnica e normativa, è formato da paratie, stagne, tagliafuoco, rinforzate (sono pareti impermeabili, che suddividono lo scafo in senso trasversale). Successivamente vengono definiti gli aspetti distributivi e organizzati in funzione degli spazi ed infine gli elementi decorativi.

Nello *yacht design* l'ergonomia fornisce un prezioso contributo allo sviluppo progettuale in termini di sicurezza, funzionalità, usabilità e gradevolezza, riferite sia alle attrezzature sia alla vivibilità degli arredi.

I requisiti funzionali inerenti alla sicurezza di posture, movimenti e sforzi muscolari assunti durante le attività svolte a bordo, si relazionano a una valutazione dei fattori di rischio a carico dell'apparato muscolo-scheletrico. Molto importante in fase di dimensionamento di spazi e attrezzature è anche l'utilizzo appropriato dei dati antropometrici, come il dimensionamento delle zone di raggiungibilità e di visibilità, le misure di ingombro del corpo (altezza minima delle porte, larghezza dei passaggi, dimensioni di cuccette e sedute).

Lo studio del corretto uso di attrezzature è condotto, oltre che mediante le cosiddette prove di valutazione dell'usabilità, anche attraverso l'analisi della gerarchia delle attività e dei compiti che ciascun individuo è chiamato a eseguire.

Lo yacht progettato, essendo stato concepito con generose dimensioni interne e con ampi spazi destinati al relax e al comfort, ha permesso una maggiore libertà e creatività nella progettazione degli spazi destinati agli ospiti; lo studio ergonomico<sup>17</sup> e le soluzioni distributive d'arredo sono stati invece necessari nella progettazione degli spazi destinati all'equipaggio. Tutti gli ambienti usufruibili dagli ospiti sono stati disegnati basandosi su

---

<sup>17</sup> *L'ergonomia* è la scienza che si occupa dell'interazione tra gli elementi di un sistema (umani e d'altro tipo) e la funzione per cui vengono progettati (nonché la teoria, i principi, i dati e i metodi che vengono applicati nella progettazione), allo scopo di migliorare la soddisfazione dell'utente e l'insieme delle prestazioni del sistema.

forme ellittiche, che si ritrovano sia nelle suite, sia nella zona bar del main deck sia nella cabina dell'armatore. Per esempio nell'alloggio di quest'ultimo la grande disponibilità di spazio ha permesso la progettazione di un bagno di circa 20mq con finiture di lusso e l'inserimento di un vano doccia super attrezzato di 3 mq. Le suite degli ospiti possono accogliere comodamente due persone, sono tutte dotate di bagno privato con doppio ingresso, doppi lavandini, toilette separata, vasca/doccia a parete, ampio guardaroba. Inoltre l'*upper deck* è organizzato con ampi spazi relax che si affacciano sul mare, permettendo luoghi ludici e di socializzazione, mentre nel *lower deck* si sono potuti alloggiare anche palestra attrezzata, sauna con zona massaggi, bagni e spogliatoi tutti affacciati su una *hall* di accoglienza.

Diverso è stato l'approccio con il settore di piano dedicato ai locali di servizio e agli alloggi dell'equipaggio, in cui gli ambienti più limitati sono stati progettati con una maggiore attenzione rispetto all'ottimizzazione della fruizione e dell'organizzazione degli arredi. Le cabine sono state progettate con forme più tradizionali a base rettangolare per ottimizzare lo spazio e ospitare due o tre persone (con letti a castello) senza però rinunciare al comfort del bagno privato. Attraverso un attenta ripartizione dello spazio a disposizione si è riuscita a ricavare anche un locale relax che ospita cucina e sala da pranzo riservata al personale di bordo.

Il risultato finale corrisponde alla volontà di mettere al centro dello studio degni interni dello yacht l'attenzione primaria e fondamentale, seppur con le dovute differenze, della persona, sia essa ospite o equipaggio.

### **4.3 Materiali utilizzati**

La scelta dei materiali è avvenuta in base ai requisiti progettuali e nel pieno rispetto delle normative vigenti. Sono in genere fondamentali le caratteristiche di leggerezza e, per i componenti metallici, la resistenza all'ossidazione e alla corrosione.

All'interno dello yacht gli acciai strutturali costituiscono la grande maggioranza dei sottofondi degli ambienti comuni e di quelli privati.

#### **Le pavimentazioni**

L'acciaio possiede una serie specifiche proprietà che lo rendono particolarmente idoneo per l'utilizzo navale, fra cui elevate resistenze a compressione, trazione ed elasticità.

La posa del materiale di rivestimento, su tali supporti di tipo metallico comporta pertanto l'incollaggio di unità rigide e generalmente fragili (ceramiche o pietre naturali) su una superficie liscia, deformabile e soggetta a movimenti di dilatazione e contrazione (metallo) dipendenti dalla temperatura. Nello specifico, tutti i rivestimenti in legno o in materiale ceramico o lapideo montati su una imbarcazione devono conformarsi senza subire alcun danno ai movimenti e alle deformazioni che lo scafo subisce a causa dell'azione esterna del

mare. Gli adesivi a base cementizia, utilizzati tradizionalmente per la posa di questa tipologia di materiali, non garantiscono durabilità ad un intervento di posa sui substrati in acciaio, in quanto non sono in grado di ancorarsi efficacemente alla superficie liscia e priva di porosità dell'acciaio e, a causa delle loro limitate forza di adesione ed elasticità, non riescono a conformarsi a tutti le notevoli deformazioni del sottofondo metallico. Vengono utilizzati, quindi, adesivi reattivi a base resinosa. Per ragioni di sicurezza rispetto agli incendi, requisito di primaria importanza nelle costruzioni navali, tutti i prodotti utilizzati per la posa su imbarcazioni sono inoltre soggetti a prove di resistenza al fuoco (velocità di diffusione della fiamma, densità ottica dei fumi emessi, potere calorico sviluppato nella combustione).

Per garantire una buona adesione tra gli elementi strutturali in acciaio e il rivestimento in legno, è stata progettata la realizzazione di un sottofondo di posa cementizio caratterizzato da elevate resistenze a compressione e flessione con:

- *F.76 Malta Espansiva Colabile (F.76 MEC) di Cercol*: una malta premiscelata fluida a base di cementi ad elevata resistenza a compressione tipo PTL 52,5R ed additivi speciali in grado di compensare i ritiri strutturali dovuti alla maturazione del cemento.

Per l'incollaggio sul sottofondo di posa cementizio realizzato con F.76 Malta Espansiva Colabile o direttamente su una superficie metallica deve essere realizzato con un adesivo reattivo in grado di resistere alle sollecitazioni proprie di un ambiente navale. Il prodotto certificato per questa applicazione è:

- *F.40 Cerpoxy Art di Cercol*: è un adesivo e fugante epossidico bicomponente per l'incollaggio e la sigillatura di pavimentazioni e rivestimenti soggetti ad elevate sollecitazioni chimico-fisiche. Completamente impermeabile ed antiacido.

Per la realizzazione del rivestimento delle pavimentazioni sono stati utilizzati pannelli in legno dell'azienda Nord Compensati.

La *Nord Compensati* è un'azienda italiana che opera nel settore del legno, offrendo essenze pregiate, semilavorati e prodotti realizzati su misura.

E' un'iniziativa della famiglia Vergani che, dal 1930, commercia e lavora il legno da tre generazioni.

L'azienda muove i primi passi nella commercializzazione di legnami pregiati e, nel 1950, intraprende la produzione di pannelli multistrato. La svolta avviene nel 1965 quando Nord Compensati avvia l'attività di progettazione e realizzazione di compensati marini fenolici. Il respiro internazionale dell'azienda si definisce nel 1994 quando apre in Myanmar il primo ufficio all'estero per assicurare il costante approvvigionamento di teak, legno principe nel settore navale. Nel corso degli anni, per soddisfare la crescente domanda di legno, l'azienda stabilisce partnership in tutto il mondo: in Africa, America del Nord e Russia, collocandosi tra i principali importatori di varie specialità di materie prime e semilavorati. Alla attività di importazione, lavorazione e commercializzazione di legname per la nautica si affianca l'attività di ricerca e sviluppo di compositi speciali, ad alto contenuto tecnologico, atti a soddisfare le richieste dei cantieri più esigenti.

Per la realizzazione del rivestimento delle pavimentazioni interne sono state utilizzate:

- *Pannelli decking Teak*

Pannello di compensato marino in derullato di Okoumè a struttura omogenea, con faccia esterna a vista in tranciato di teak. Questo pannello trova un larghissimo uso a bordo delle imbarcazioni da diporto, per la realizzazione di ponti di coperta, di pozzetti e plancette di poppa. Ed è perfetto anche per pavimentazioni interne.

Per il pagliolo esterno dei ponti sono state utilizzate:

- *Doghe greenteak*

un ricomposto di teak naturale, ottenuto tramite una tecnologia di produzione sofisticata. Le lastre di teak vengono accoppiate e riassemblate fino ad ottenere un blocco solido di legno che verrà lavorato al fine di ricavare doghe di teak di diverse dimensioni, in base alle richieste della committenza.

Non è un materiale sintetico, è composto da 100% di teak, è un prodotto innovativo che riesce a combinare efficacemente qualità, estetica e rispetto per l'ambiente.

In più, Greenteak gode di tutte le certificazioni di provenienza e di ecosostenibilità, in conformità allo standard FSC. E' un prodotto man-made, perciò può essere realizzato nelle dimensioni e negli spessori richiesti dal cliente e fornito in modo continuativo nel formato desiderato.

In più, la selezione del legno di teak e la lavorazione accurata permettono di ottenere doghe dalle caratteristiche estetiche superiori alle tradizionali in massello. Infatti, le doghe presentano un colore più uniforme e venatura dritta e regolare, senza nodi e difetti.

Queste caratteristiche di continuità in termini di dimensioni e aspetto estetico consentono l'eventuale sostituzione di uno o più pezzi in modo semplice e veloce.



Fig. 11 Doghe Greenteak

### Le paratie

Per la realizzazione delle pareti interne sono stati scelti materiali tecnici studiati specificatamente per alleggerire, isolare acusticamente e termicamente, coibentare e resistere al fuoco dell'azienda Nord

Compensati.

Per le paratie, termine tecnico per indicare le pareti divisorie, è stato studiato un pacchetto strutturale composto da:

- *Balsapan*

Pannello sandwich a basso peso specifico con pelli in compensato marino di Okoumè ed anima in lastre rigide di legno di testa di Balsa, il legno più leggero in natura con buone proprietà di isolamento sia termico che acustico. I pannelli sandwich Balsapan sono studiati per realizzare paratie portanti e divisionali, paglioli, pozzetti, flying bridges, mobili, cieli. Trovano impiego su imbarcazioni ma anche su aerei, treni, metropolitane, autobus, aliscafi e traghetti veloci.

Balsapan è composto da:

- pelli in compensato marino di Okoumè: garantisce prestazioni fisico-meccaniche costanti nel tempo; facilmente lavorabile (sezionatura, placcatura, verniciatura).
- anima in lastre rigide di legno di testa di Balsa della densità di  $120 \text{ kg/m}^3$  e resistenza alla compressione di  $115 \text{ kg/cm}^2$ . Questa forte resistenza alla compressione è data dal posizionamento di testa delle fibre del legno.



Fig. 12 Pannello di Balsapan

- *Balsa Contourkore*

è un pannello flessibile in legno di Balsa, fustellato in rettangoli da  $50 \times 25$  mm circa e trattenuti su un lato da una garza di vetro che li tiene uniti tra loro. È utilizzato soprattutto per la realizzazione di forme complesse nella realizzazione di strutture sandwich per imbarcazioni tipo carene e coperte. È stato scelto questo tipo di pannello per poter modellare le pareti curve delle suite.

Garantisce leggerezza e flessibilità, una buona insonorizzazione acustica e termica e una buona resistenza all'umidità.



Fig. 13 Pannello di Balsa Contourkore

- *IsoFlam C.P.*

Pannello composito con pelli in compensato marino di okoumè ignifugato ed anima in calcio silicato.

Il pannello IsoFlam è riconosciuto ignifugo in Classe B15, secondo la Direttiva M.E.D. e U.S. Coast Guard, con Certificato N° 0987/MED-B/37. Grazie alla sua leggerezza e resistenza al fuoco viene utilizzato per produrre pareti divisorie e arredi destinati all'allestimento navale e laddove sia richiesta la certificazione in Classe B15.

È composto:

- facce in compensato marino di Okoumè ignifugate dallo spessore di 1,5 mm: legno facilmente lavorabile (sezionatura, placcatura, verniciatura)
- anima in calcio silicato (prodotto a base di sabbia di quarzo, calce, cellulosa ed acqua)

Isoflam C.P., grazie alle caratteristiche dei materiali da cui è formato, garantisce resistenza al fuoco e leggerezza (pannello a bassa densità 7,5 kg/m<sup>2</sup>).



Fig. 14 Pannello di IsoFlam C.P.

- *Isophon Light*

È un pannello alleggerito in compensato marino di Okoumè e sughergomma. Sottile, leggero ed altamente fonoisolante e fonoimpedente.

E' utilizzato per realizzare paglioli, casse insonorizzate, compartimentazioni portanti e/o divisionali e in tutte

quelle zone dell' imbarcazione dove è richiesta una drastica riduzione del rumore.

È composto:

Isophon Light è composto da:

- facce in compensato marino di Okoumè: legno dalle elevate prestazioni fisiche/meccaniche durevoli nel tempo, facilmente lavorabile (sezionatura, placcatura, verniciatura);
- anima in guaina di sughergomma, ad alta densità (780 kg/m<sup>3</sup> ca.): garantisce un ottimo isolamento acustico.

Con uno spessore di soli 3 mm, è possibile raggiungere un grado di insonorizzazione di 30,0 dB.

Il pannello Isophon light, grazie alle proprietà dei materiali da cui è formato, garantisce una riduzione degli spessori delle compartimentazioni e riduzione globale dei pesi.



Fig. 15 Pannello di Isophon Light

Nello specifico è stato approfondito lo studio di materiali differenti per l'allestimento delle suite destinate agli ospiti. Sono state progettate tre tipologie di suite.

#### **4.4 Classic Suite**

Una combinazione di creatività e raffinatezza abbinata ai materiali più classici e tradizionali come le essenze e le pelli. Il piacere di emozioni di un design ricercato capace di soddisfare le richieste più esigenti, dove la qualità e il prestigio dei materiali e delle tecnologie applicate, si sposa con l'eleganza di spazi comodi e accoglienti, dove le nuance pastello aiutano il relax e si sposano con i panorami marini.

Nella progettazione di questo ambiente sono stati scelti i seguenti materiali.

La pavimentazione è in pannelli di *Iroko* dell'azienda *Corà divisione nautica*. Questo tipo di legno viene coltivato nell'Africa occidentale e Orientale. Ha una colorazione dall'arancio dorato al mpavimarrone con linee più chiare sulle superfici segate tangenzialmente. Può contenere depositi duri di Carbonati di Calcio che rendono il legno circostante più scuro. La fibratura a volte è irregolare e la tessitura è abbastanza grossolana

ma regolare. Questo legno ha un impiego strutturale ideale per le opere marittime.

Le pareti sono state rivestite da pannelli di legno in *Rovere bianco* di *Corà Divisione Nautica*. Quest' essenza, della famiglia della Quercia Appalacchiana degli Stati Uniti e Canada, ha un colore che va dal marrone giallognolo chiaro al biscotto con leggere sfumature rosee. La fibratura è dritta con una caratteristica figura argentea sulle superfici segate radialmente e la tessitura va da media a grossolana.

Alcuni dettagli d'arredo, quali il letto e la parete divisoria tra la zona notte e il guardaroba sono stati rivestiti in pelle di *Marine Leather*, della linea "*Prestige \_ Breed Ivory*". Una pelle dal colore avorio, che si combina con i colori caldi del pavimento in Iroko e con le pareti rivestite in Rovere.

*Marine Leather* è un marchio italiano fondato nel 1930 da Eduardo De Cesare. Nata come una piccola azienda artigianale specializzata nella lavorazione del cuoio, grazie alla sperimentazione e all'approfondita conoscenza della concia, quest' azienda è cresciuta fino ad diventare un marchio italiano conosciuto a livello internazionale.

Il rivestimento del bagno è in resina. È stata scelta *Dega Spatolato* di *Gobbetto*, una resina applicata a spatola adatta a superfici monolitiche con effetti di spatolatura più o meno evidenziate. Questo materiale presenta buone caratteristiche di resistenza all'usura e alla salsedine. È stato scelto un colore chiaro tendente al grigio perla, che si abbina alle tonalità della camera da letto.

Per l'arredo bagno è stato scelto un lavabo in ceramica, con altissimi standard qualitativi della linea "Egg" di Tecma, un'azienda leader nella progettazione e realizzazione di linee d'arredo bagno per imbarcazioni.

Anche la toilette, della linea "*Privilege*" è di *Tecma*. Questa toilette nautica è stata progettata per ricreare la comodità e la sensazione della toilette di casa, ed è quindi particolarmente adatta per imbarcazioni di grandi dimensioni. La linea della toilette *Privilege*, progettata con forma arrotondata ed ergonomica combinata alla base più squadrata e geometrica, conferisce a questa toilette nautica un aspetto molto originale e particolare. Dispone di un "sistema di chiusura rallentata" del copriwater azionato idraulicamente. Questa caratteristica consente una chiusura delicata, evitando un impatto eccessivo sulla toilette ed eventuali danni e rumori, che potrebbero disturbare il sonno e la comodità degli ospiti. Inoltre il reflusso delle acque nere viene impedito da una valvola anti-ritorno.

Tecma ha inoltre progettato un bidet coordinato alla toilette *Privilege*. Il bidet *Privilege* riflette l'immagine della rispettiva toilette originando così una particolare simmetria.

#### **4.5 Eco Suite**

Equilibrio e armonia, i caratteri distintivi di un ambiente che declina le tonalità, i profumi e le sensazioni tattili della natura in cui sentirsi a proprio agio. Un'attenta e raffinata ricerca di materiali ecologici, essenze, stoffe e colori che riportano la naturalità al centro dell'abitare, senza rinunciare all'eleganza.

Nella progettazione di questo ambiente sono stati scelti i seguenti materiali.

La pavimentazione è in *Bambù CoràPrex* di *Corà Divisione Nautica*. Si tratta di un tranciato naturale proveniente da vera canna di Bambù debitamente essiccata, sezionata e composta. I fogli si presentano con un supporto in simil carta/tessuto, necessario al fine di evitare che la canna di bambù assemblata si sfaldi. Esistono due strutture principali per questa essenza, Canna Stretta e Canna Larga. Hanno una colorazione da beige a caramello.

Le pareti sono in *Rovere Slavonia* di *Corà Divisione Nautica*. È un'essenza marrone chiaro tendente a nuance bianco-rosee. È della famiglia della *Quercus Petraia* e proviene dall' Area Balcanica. Ha una fibratura da dritta a irregolare e incrociata secondo le condizioni di accrescimento. Le superfici sono segate radialmente e mostrano la caratteristica figura argentea dovuta ai larghi raggi. Questo tipo di legno è utilizzato, soprattutto, per mobili e pareti interne adatte alle imbarcazioni.

Per le rifiniture degli arredi è stato utilizzato un rivestimento in pelle della linea "Apollo naturale" di Marine Leather. Un tipo di prodotto nato dalla concia vegetale e trattato con essenze estratte da alberi e piante, gli scarti di lavorazione vengono riciclati, tutto per preservare il rispetto dell'ambiente. Dall'aspetto semilucido e al tatto liscio e segooso, rappresenta l'eccellenza del cuoio e la sua lavorazione "antica" gli permette di invecchiare senza rovinarsi e rendendolo un perfetto rivestimento per le imbarcazioni più prestigiose.

Anche in questa suite il bagno è stato arredato con lavabi della linea "Egg" i Tecma e toilette e bidet della linea "Privilege".

#### **4.6 Urban Suite**

Il massimo della creatività abbinata alla sperimentazione di materiali innovativi e tecnologie inusuali nel tradizionale arredo nautico. Resina, calce e ceramiche in un mix ricercato a tinte forti, per definire un carattere deciso e d'avanguardia, con una particolare attenzione alla comodità e all'eleganza che non può mancare al

cittadino più esigente.

Nella progettazione di questo ambiente sono stati scelti i seguenti materiali.

La pavimentazione della suite è stata progettata in resina di Gobbetto della linea DegaArt "Diorite". Questo tipo di rivestimenti di natura resinifera sono realizzati con applicazioni di tecniche miste e con l'inserimento di elementi decorativi di vario genere a seconda delle richieste del committente.

I molteplici effetti estetici sono impressi dalla lavorazione manuale, con un'ampia disponibilità di colori, finiture lucide, opache e satinare. In questo caso specifico, si è scelta una nuance grigio scuro antracite, per evocare i toni urbani della metropoli. Lo spessore medio è di 2-3 mm, con buone caratteristiche di resistenza all'usura, alla salsedine.

Per le pareti è stato progettato l'utilizzo, nella zona notte, di un rivestimento di resina di Gobbetto della linea Dega Spatolato "Pietra".

Coerente nella ricerca di proposte che fanno riferimento all'area estetica non convenzionale, per le pareti del bagno e per il piatto doccia, è stata scelta della gamma del "Prefinito Calce" dell'azienda Moab 80. Un rivestimento in calce, che si presenta con una finitura compatta e di media granulometria. Questo materiale è ottenuto con una lavorazione semi-artigianale, e proprio per questo ha un alto livello di originalità, in contrapposizione alla produzione di materiali industriali (gres e ceramiche). Il Prefinito Calce riproduce la finitura dell'intonaco nudo e crudo ed è particolarmente indicato per la realizzazione dei rivestimenti del bagno. Disponibile in quattro colori: bianco, beige, fango e nero, è stato scelto il colore beige per dare luce e contrasto all'ambiente bagno rispetto alla zona notte.

Altra peculiarità è il mosaico che riveste il piano del lavabo e la parete centrale della doccia. È stato scelto un mosaico della linea "Blend Sequoia" della ditta Sicis art mosaic factory. Un mosaico composto da piastrellane 15x15mm in vetro colorato che da un effetto di trasparenza, lucentezza e chiarezza dell'acqua e che ha l'aspetto di una pietra preziosa. I singoli pezzi sono tagliate con una precisione millimetrica e montati su una rete seguendo sequenze cromatiche ogni volta diverse e personalizzabili.

Infine, per garantire un ambiente di relax e piacevolezza, la doccia, composta da due sedute laterali che possono ospitare due persone contemporaneamente, è dotata di Acqua Zone Dream di Fantini, un pannello doccia caratterizzato da una plafoniera incorporata a led per cromoterapia e gruppo di elettrovalvole per la gestione elettronica dell'erogazione del getto d'acqua ( a pioggia, a cascata, ecc.).

Per le finiture degli arredi, quali letto, comodini e pareti divisorie, è stato ipotizzato l'utilizzo di un rivestimento in pelle della linea "Ischia" di Marine Leather, una pelle dal colore scuro che gioca con le nuance dei materiali sopra citati.

## Glossario

**Baglio:** elemento strutturale trasversale di irrigidimento della coperta. Costituito da travi che collegano i fianchi dello scafo e sostengono la coperta.

**Beccheggio:** quando lo scafo oscilla attorno al suo asse verticale.

**Boccaporto:** grande apertura, solitamente quadrata o rettangolare, situata sui ponti delle navi per dare accesso alle stive di carico o ad altri locali interni.

**Carena dislocante:** carena che resta sempre immersa nell'acqua, anche durante la navigazione.

**Carena planante:** con l'aumentare della velocità lo scafo si alza sull'acqua scivolando su di essa. Viene utilizzata ampiamente per le imbarcazioni da diporto.

**Carena:** parte immersa dell'imbarcazione (detta anche opera viva). La resistenza al moto della barca, la sua stabilità e le sue doti nautiche dipendono dalla forma della carena.

**Chiglia:** elemento strutturale principale dell'ossatura dell'imbarcazione. Costituisce la base sulla quale vengono posti tutti gli altri elementi. Può essere identificato come asse di simmetria e cosse longitudinalmente da poppa a prua.

**Coperta (deck):** Ponte principale di un'imbarcazione che si estende per tutta la lunghezza della barca e chiude la parte superiore dello scafo.

**Dislocamento:** Peso dell'acqua spostata dalla parte immersa di una nave. Equivale al rapporto tra il peso della nave e il valore di "peso specifico" dell'acqua.

**Fasciame:** tamponamento esterno di rivestimento dell'ossatura dello scafo.

**Linea d'acqua (w.l):** rappresenta, nel disegno del piano di costruzione, una qualunque sezione orizzontale dell'imbarcazione. La sua vera forma è apprezzabile nella vista in pianta.

**Linea di galleggiamento:** rappresenta la linea di separazione tra l'opera viva e l'opera morta.

**M/N:** motonave, spinta da motori diesel

**M/S:** motor-ship, nave diesel in senso generico.

**M/V:** motor-vessel, nave-diesel ad uso passeggeri

**M/Y:** motor-yacht

**Madiere:** elemento strutturale trasversale del fondo posto tra chiglia e costola. Nella parte inferiore ha dei fori detti bisce, che consentono all'acqua che si trova sul fondo di affluire nei pozzi di sentina.

**Murata:** fianco dello scafo. Prolungamento della superficie della carna al di sopra del piano di galleggiamento.

**Opera morta (topside):** parte dello scafo emersa dall'acqua posta al di sopra della linea di galleggiamento.

**Opera viva (Quick work):** parte dello scafo immersa nell'acqua al di sotto della linea di galleggiamento

**Pagliolo:** sistema di pavimentazione interna dell'imbarcazione. Può essere di legno o di metallo. È una struttura removibile per permettere l'ispezione e la pulizia del fondo della barca.

**Paramezzale:** elemento strutturale longitudinale del fondo dell'ossatura di un'imbarcazione. È una trave a sezione rettangolare che corre longitudinalmente collegando i madieri e rinforzando la chiglia.

**Paratia:** parete di divisione interna

**Piano di costruzione:** è l'applicazione delle proiezioni quotate per la rappresentazione dello scafo. Questo elaborato contiene tutte le informazioni volumetriche riguardanti pianta e alzati.

**Plancia:** Ponte di comando. Vi sono collocate le attrezzature per il comando della nave e da essa il comandante o l'ufficiale di guardia dirige la rotta della nave e impartisce gli ordini.

**Poppa:** estremità posteriore dello scafo.

**Prua:** Parte anteriore di un'imbarcazione. Ha forme svasate con lo scopo di mantenere la barca alta sulle onde e ridurre la sua resistenza al moto.

**Rollio:** quando lo scafo oscilla attorno al suo asse longitudinale.

**Scafo (hull):** è l'insieme degli elementi strutturali di un'imbarcazione che ne costituiscono l'involucro stagno capace di resistere alle spinte dell'acqua e di sopportare il peso delle attrezzature. Gli elementi fondamentali che lo costituiscono sono: la chiglia, il paramezzale, l'ossatura trasversale e longitudinale, il fasciame interno ed esterno, bagli e ponti.

**Sentina:** parte inferiore dello scafo che raccoglie le acque di scolo o di infiltrazione. Per mantenere asciutte le sentine delle navi viene installata una pompa chiamata pompa di sentina.

**Stiva:** è lo spazio compreso tra il ponte inferiore e il fondo della nave. Vengono così definiti i locali destinati a contenere il carico.

**Tientibene:** Cavi, maniglie e corrimani per la sicurezza dell'equipaggio.

**Timone:** *pala del timone*, è l'appendice mobile sottocarena attraverso cui si governa la direzione della barca. *ruota del timone*, impugnatura circolare che comanda la pala del timone

**Trincarino:** elemento strutturale perimetrale della coperta posto alla sommità della murata.

**Tuga:** volume di sovrastruttura giacente al di sopra del piano di coperta. Di solito non si estende fino alle murate, ma forma un volume che lascia libero il passaggio intorno alle sue pareti perimetrali

**Zavorra:** costituisce il peso imbarcato per correggere l'assetto o la stabilità di un'imbarcazione. La zavorra fissa, in piombo o conglomerati di cemento, viene mantenuta anche a nave carica. Quella mobile, invece, è di solito acqua di mare immessa in apposite cisterne poste in sentina.

## Bibliografia

M. Canfailla, A. Lee, E. Martora, P. Perra, *“Architetture del mare : la progettazione nella nautica da diporto in Italia”*, Alinea, Firenze , 1994

M. Musio-Sale, *“Disegno delle imbarcazioni”*, Paravia, Torino 1995

M. Gregori Grgic, *“Il progetto della nave”*, Ed. FrancoAngeli, Milano 2009

M. Musio-Sale, *“Yacht design, dal concept alla rappresentazione”*, Ed. Tecniche nuove, Milano 2009

E. Tavellin (a cura), *“Master product e interior design per la nautica da diporto”*, Ed. Alinea, Firenze 2012

A. Valiicelli, *“il disegno industriale per la nautica”*, Ed. Sala, 1999

D. Presles, D. Paulet, *“Architecture navale”*, ed. De La villette, Parigi 1998

G.L Spadolini, *“Design nautico”*, Alinea editrice, Firenze 2004

G. Bustico, *“Dizionario del mare”*, Torino 1932

F. Corazzini, *“Vocabolario nautico”*, Roma 1907

<http://www.sapere.it/enciclopedia/nave.html>

## Periodici

Area 123, luglio/agosto 2012, on the water

Yacht Design, n.5/2011, n.6/2011, n.2/2011, n.3/2011

Ad Yacht, Emotions in blue

## Nozioni Tecniche

G. Mannella, *“Elementi di tecnica navale, per gli istituti nautici e per i naviganti”*, Ed. A.P.E Mursia, Milano 1976

F. Guglielmini, *“Guida al diporto nautico, la patente nautica e la navigazione”*, Edizioni nautiche Guglielmi, San Benedetto del Tronto, 2007

A. Ratti, S. Piardi, *“Materiali e tecniche innovative nel settore nautico”*, Sistemi Editoriali (collana Nautica), 2001

S. Piardi, A. Ratti, F. Maggiulli (a cura di), *“Costruire imbarcazioni da diporto, esperienze in cantiere”*, Libreria Clup, Milano 2005

<http://www.nauticexpo.it>

[http://www.legnavale.it/portale/architetturanav\\_lez3.asp](http://www.legnavale.it/portale/architetturanav_lez3.asp)

<http://www.micheleansaloni.it/index.php/tecnica.html>

[http://www.legnavale.it/portale/architetturanav\\_lez34.asp](http://www.legnavale.it/portale/architetturanav_lez34.asp)

<http://www.rina.org/IT>

<http://www.nordcompensati.com>

<http://www.gobbetto.com>

<http://www.marineleather.it>

<http://www.tecma.it>

<http://www.fantini.it>

<http://www.mtu-online.com>