

# Indice

## 1. CONSIDERAZIONI INTRODUTTIVE

## 2. CLASSIFICAZIONE DELLE PRINCIPALI TIPOLOGIE DI IMBARCAZIONE

2.1 Le imbarcazioni a motore

2.2 Le imbarcazioni a vela

2.3 Categorie di classificazione R.I.Na

## 3. LE TIPOLOGIE CONTEMPORANEE

3.1 Natanti

3.2 Motor-yacht

3.3 Explorer vessel

## 4. PROGETTO DELLO YACHT

4.1 Tipologie carene: plananti e dislocanti

4.2 Parti strutturali di un'imbarcazione

4.3 Comportamento del solido galleggiante

4.4 Piano di costruzione

## 5. I MATERIALI DELLA NAUTICA

5.1 Il legno

5.2 La lega leggera

5.3 L'acciaio

5.4 La vetroresina

5.5 Il ferro cemento

## 6. LA RICERCA AL POLO NORD

## 7. LE NAVI OCEANOGRAFICHE

7.1 L'oceanografia

7.2 Il prelievo di campioni e la messa  
a mare delle attrezzature  
oceanografiche

7.3 Rapporto uomo-ambiente

7.4 Rapporto ambiente-imbarcazione

7.5 Rapporto uomo-imbarcazione

7.6 Casi studio\_navi oceanografiche

7.7 Casi studio\_doppio scafo

7.8 Turismo al Polo

## 8. LA MOTONAVE "AMBRIABELLA"

## 9. BIBLIOGRAFIA

## Abstract

La tesi si propone come un progetto di massima di trasformazione di una motonave costruita negli anni Sessanta adibita al trasporto passeggeri, in una nave in grado di operare in acque artiche, svolgendo funzioni di ricerca scientifica e al contempo un servizio di crociera di tipo esplorativo.

A tale scopo lo scafo di partenza è stato rinforzato e a bordo sono stati ricavati dei laboratori dedicati alle attività di ricerca.

L'organizzazione degli spazi prevede una stretta convivenza tra personale ricercatore e ospiti, al fine di creare una sorta di collaborazione tra le parti.





# 1\_Considerazioni introduttive

Il desiderio da parte dell'uomo di vivere sull'acqua, o quanto meno a contatto con essa, si può dire che risalga alla notte dei tempi. Quando il mondo selvaggio terrestre si fa troppo pericoloso e cruento, il mare, il fiume o il lago diventano naturale via di fuga e rifugio.

Quasi che le intemperie dell'acqua sembrino meno spaventose rispetto a quelle della terra ferma.

Non è infatti un caso che la prima via di salvezza escogitata nell'Antico Testamento per csampare ai rovesci divini sia una barca. La barca inoltre, come sinonimo di cambiamento e trasformazione in senso mistico ha radici lontane: essa è mezzo di trasporto eletto al più importante dei passaggi, quello tra vita e morte, sin dalla preistoria, sino ad arrivare al contemporaneo mito delle "navi spaziali", perfetta incarnazione del passaggio tra noto e ignoto dell'uomo d'oggi.

Nella pratica nautica i maggiori usi collegati alla vita in acqua sono il trasporto delle merci e delle persone, la ricerca e la pesca. Accanto a queste destinazioni d'uso primarie però, si affianca anche l'idea di una barca come mezzo destinato al piacere del suo proprietario; l'aspetto mercantile evolve negli interni ricalcando sempre più i comfort della vita terrestre, la barca è sentita, progettata e vissuta per essere una casa in trasferta acquatica.

Con il termine "nave" viene definito un 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.

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 sono sostanzialmente: galleggiabilità, impermeabilità e robustezza.

La galleggiabilità si basa sul principio di Archimede per cui «*un corpo immerso in un fluido riceve una spinta dal basso verso l'alto pari al peso del volume del fluido spostato*»; applicato a un'imbarcazione avremo che: « *Un corpo immerso (totalmente o parzialmente) in un fluido riceve una spinta (detta forza di galleggiamento) verticale (dal basso verso l'alto) di intensità pari al peso di una massa di fluido di forma e volume uguale a quella della parte immersa del corpo. Il punto di applicazione della forza di Archimede, detto centro di spinta, si trova sulla stessa linea di gradiente della pressione su cui sarebbe il centro di massa della porzione di fluido che si troverebbe ad occupare lo spazio in realtà occupato dalla parte immersa del corpo. »*

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\_ Classificazione delle principali tipologie di imbarcazione

La necessità di catalogare le imbarcazioni secondo diverse classi di appartenenza costituisce un'esigenza che, con l'evoluzione storica, si è manifestata in modo sempre più imprescindibile.

La catalogazione dei mezzi navali può avvenire secondo diversi criteri di analisi: cronologica e funzionale, formale o geometrica.

La classificazione fondamentale consiste nella suddivisione delle imbarcazioni in due grandi famiglie distinte in base al sistema propulsivo: tralasciando le piccole imbarcazioni a remi, si distinguono imbarcazioni a propulsione meccanica e imbarcazioni a propulsione velica (a loro volta distinte per il loro armo).

Un altro aspetto che risulta oggi importante nella classificazione delle unità sia a vela che a motore, è la dimensione; le imbarcazioni vengono distinte in base alla loro lunghezza fuori tutto e sono suddivise, indipendentemente dal tipo di propulsione, in tre categorie: natanti, unità di lunghezza fino a 10 metri, imbarcazioni, unità di dimensioni comprese tra i 10 e i 24 metri, e navi, unità di lunghezza superiore ai 24 metri. Di queste tre classi solo le due ultime sono abilitate ad effettuare la navigazione alturiera, sempre che siano dotate delle omologate attrezzature di sicurezza.

I motoryacht, rientranti nell'ultima categoria possono essere poi differenziati in base alle caratteristiche delle loro carene (plananti, dislocanti o semi dislocanti) o dei loro scafi: considerando questi ultimi, le principali tipologie sono l'*open*, il *fly bridge* o *motoryacht* mediterraneo e, di recente diffusione, la navetta o *exploration yacht*, di cui tratteremo nel dettaglio più avanti.

Anche la morfologia dello scafo può essere un efficace parametro di classificazione: si possono distinguere imbarcazioni monoscafo oppure catamarani (a due scafi gemelli), trimarani e multiscafo.

Molto spesso tuttavia, l'imbarcazione si classifica in base alla sua destinazione d'uso; si distinguono così i traghetti dalle navi da crociera, i motoscafi cruisers dai fisherman, le petroliere dalle bulk-carrier.

La prima suddivisione delle imbarcazioni è comunque quella fra velieri (che hanno una loro classificazione abbastanza chiara) e imbarcazioni a motore.

## 2.1 Le imbarcazioni a motore

Nell'ambito delle imbarcazioni a motore il criterio primo di suddivisione consiste nella distinzione delle due famiglie chiamate "navi" e "yacht".

Sono dette "navi" tutte le imbarcazioni di grosso tonnellaggio con finalità commerciali; all'interno di questa categoria esistono ulteriori suddivisioni come navi passeggeri o navi da carico. Fra le navi e gli yacht, la recente tendenza al gigantismo impone di introdurre una categoria nuova, intermedia, che si può etichettare alla voce navi da diporto che comprende tutte quelle unità concettualmente simili agli yacht ma dimensionalmente superiori al limite fissato per il diporto, ovvero maxi e super-yacht.

Seguendo il criterio della destinazione d'uso, vanno ricordati anche i *fisherman*, nati in America e poi diffusisi in tutto il mondo, progettati per assolvere le esigenze della pesca sportiva d'altura; gli *offshore*, motoscafi veloci e poco abitabili, che traggono origine dai motoscafi da turismo, spartani e semiabitabili, con cui i primi yachtsmen si sfidavano in regate di velocità.

Si ricordano ancora i *runabout*, motoscafi aperti per brevi uscite in mare, i *day-cruiser* ed i *cruiser*, motoscafi cabinati e semicabinati per brevi crociere, infine i *gommoni*, una tipologia particolare derivata dalla tecnologia costruttiva del battello pneumatico smontabile.

Nei settori più minuti della nautica a motore infine, possiamo distinguere fuoribordo ed entro bordo, categorie suddivise in base ad un'analisi del tipo di motorizzazione. L'evoluzione tecnologica ha poi prodotto l'entrofuoribordo, un tipo ibrido.

## 2.2 Le imbarcazioni a vela

La nautica da diporto a vela viene generalmente classificata in base all'armamento velico, abbiamo quindi, brevemente, *sloop e cutter*, imbarcazioni monoalbero, *yawl e ketch*, imbarcazioni a due alberi, e così via, aumentando nelle misure e numero degli alberi troviamo altri tipi, fino ad arrivare alla *nave*, veliero con quattro o più alberi.

Nel tempo tuttavia, si sono sviluppate alcune tipologie particolari che meritano di essere menzionate.

Le derive rappresentano una famiglia di barche sportive, di piccole dimensioni (5-6 metri), generalmente non cabinate, che hanno la caratteristica di essere leggere, rovesciabili, ma soprattutto plananti alle andature portanti.

L'equilibrio dinamico, che risulta dalla resistenza alla componente ribaltante operata dalla spinta del vento sulla vela, e soprattutto la tenuta di rotta, sono resi dalla "deriva" appunto, un'appendice immersa, a profilo alare. L'azione attiva dell'uomo costituisce una componente essenziale alla stabilità perchè, esponendosi con il proprio peso sopravvento, impone un momento raddrizzante all'intera imbarcazione atto a compensare l'azione ribaltante del vento.

Il naviglio a vela di taglia superiore (non derive) è invece più facilmente identificabile secondo i criteri di classificazione in base all'armamento velico.

## 2.3 Categorie di classificazione R.I.Na

Classificare o assegnare una classe ad una nave, significa esprimere un giudizio di fiducia.

Il giudizio di fiducia sarà indicativo della qualità della nave in relazione alla navigazione e al servizio per il quale è abilitata.

La classificazione viene effettuata da enti definiti come registri di classificazione:

- il Lloyd's Register of Shipping in Gran Bretagna
- L'American Bureau degli Stati Uniti d'America
- il Bureau Veritas in Francia

In Italia opera con questo compito il R.I.Na (Registro Italiano Navale), ente tecnico del Ministero dei Trasporti e della navigazione. Il R.I.Na, in accordo con le normative internazionali stabilite in convenzioni promosse dall' I.M.O. (International Maritime Organization), assegna la *classe* alle navi, rilasciando un *Certificato di Classe*, valido 4 anni.

La classe viene attribuita mediante assegnazione di un simbolo di classe formato da una combinazione di numeri e lettere che evidenziano separatamente: la caratteristica di fiducia e la caratteristica di navigazione.

La caratteristica di fiducia è formata da numeri 100 o 90, 1 e 2 e dalle lettere A, Ar, As.

I numeri 100 (buono) o 90 (sufficiente) riguardano un giudizio complessivo sulla nave; i numeri 1 (buono) o 2 (sufficiente) riguardano un giudizio sulle caratteristiche costruttive (struttura) e sulle caratteristiche delle macchine; infine, le sigle A, Ar e As identificano rispettivamente navi costruite secondo le norme regolamentari del R.I.Na, navi realizzate secondo accorgimenti per evitare la corrosione, e navi eseguite con criteri diversi da quelli regolamentari ma giudicati soddisfacenti dal R.I.Na.

La caratteristica di navigazione è formata dalla sigla NAV. seguita da lettere e numeri e indica il tipo di navigazione alla quale viene riconosciuta idonea:

- NAV. I. L. : navigazione illimitata di lungo corso
- NAV. I. B. : navigazione internazionale breve (che si svolge tra Stati diversi con limitazione sulle distanze)

- NAV. G. : navigazione grande cabotaggio (nel Mediterraneo che in alcune zone oltre gli stretti)
- NAV. P. : navigazione di piccolo cabotaggio (nel Mediterraneo e in alcune zone di pertinenza europea)
- NAV. I. C. : navigazione internazionale costiera (fra diversi Stati entro le 20 miglia dalla costa)
- NAV. N. : navigazione nazionale (fra porti dello Stato Italiano, a qualsiasi distanza dalla costa)
- NAV. N. C. : navigazione nazionale costiera (fra porti dello Stato Italiano, entro le 20 miglia dalla costa)
- NAV. N. Li. : navigazione nazionale litoranea (fra porti dello Stato Italiano in prossimità della costa)
- NAV. N. Lo. : navigazione nazionale locale (all'interno di porti, estuari, canali dello Stato Italiano in strettissima prossimità dalla costa)
- NAV. I. : navigazione interna (in fiumi, laghi, canali dello Stato Italiano o fuori di esso).

La classe viene rinnovata periodicamente ogni 4 anni.

Se prendiamo in considerazione la classificazione precisa e specifica, le navi vengono suddivise in categorie e 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 – Vt: 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 è strettamente dipendente 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.



## 3\_Le tipologie contemporanee

La nautica come il vivere, l'abitare e il muoversi segue l'evolversi e il modificarsi delle abitudini, delle esigenze e delle mode collettive. Sicuramente una delle tendenze più evidenti del nuovo secolo riguarda il "gigantismo", fenomeno che investe non solo il settore delle grandi barche ma, incredibilmente, riesce a coinvolgere e snaturare anche il mondo dei natanti.

Un secondo aspetto di innovazione e trasformazione riguarda il diffondersi della promiscuità e dell'ibridazione tra le imbarcazioni comunemente dette "da lavoro" e quelle esclusivamente dedicate al "divertimento" ovvero al mercato diportistico. Accade allora che il panorama nautico contemporaneo propone oggi, una serie di tipologie "derivate" aggiuntive come l'explorer vessel, il mega-yacht a prua rovescia con linee aggressive sempre più simili alle unità da combattimento fino all'effettivo refitting di scafi militari ormai dismessi. Infine, l'aspetto compositivo-distributivo, prevalentemente delle sovrastrutture e dei ponti di coperta, e le infinite possibilità di allestimento delle moderne unità contribuiscono a incrementare il panorama delle tipologie nautiche proponendo nuove soluzioni fra cui: open, open coupè, hard-top e flying bridge, per il motore, flush-deck e deck-saloon per la vela.

## 3.1 Natanti

Il natante è sempre stato il battello pneumatico: piccolo, motorizzato, fuoribordo, gonfiabile, facile da trasportare e poco ingombrante. Pur mantenendo l'elemento tubolare tipico dei battelli pneumatici, oggi i gommoni crescono di dimensioni dando vita alla categoria dei maxi-gommoni, perdono la carena pneumatica a vantaggio di un'opera viva a V in vetroresina, abbandonano la motorizzazione fuoribordo per guadagnare una console di guida di tipo centrale e una propulsione entro bordo, si dotano di accessori più o meno complessi che oscillano dal prendisole di poppa alle sedute di prua, passando per roll bar e occasionalmente piccole cabine di prua.

Sempre in riferimento alla categoria dei "piccoli", quello che una volta era il tender, ovvero una piccola unità al servizio dell'imbarcazione principale, diventa sempre più spesso un'imbarcazione indipendente con le caratteristiche tipiche del day-cruiser che, oltre a costituire il tender dei maxi-yacht, vive di vita propria come unità per brevi escursioni giornaliere o piccole crociere da fine settimana.

## 3.2 Motor-yacht

Passando al diporto vero e proprio, il mercato nautico contemporaneo ha introdotto sul mercato nuove categorie di imbarcazioni a motore, che possono essere catalogate come evoluzioni del motor-yacht. Categoria storica caratterizzata da due ponti più flying bridge che, a fronte di una mutazione prevalentemente esterna e legata alla morfologia delle strutture di coperta, oggi può declinarsi in diverse varianti, l'open, l'open coupé, l'hard top e il flying bridge.

L'open è un'imbarcazione veloce con carena planante, la cui caratteristica principale è quella di avere un solo ponte con postazione di guida inclusa nel pozzetto, lo spazio di soggiorno e uno spazio all'aperto, sun deck. Gli open sono imbarcazioni dalla linea sportiva che offrono prestazioni elevate; esistono versioni open complete, in cui non vi sono parti rigide a proteggere il pozzetto ad eccezione del parabrezza e del tendalino, versioni open coupé,

categoria questa che introduce il concetto automobilistico di tettuccio apribile anche nella nautica da diporto, e versioni hard top, in cui il parabrezza si estende fin sopra il pozzetto, andando così a creare una zona chiusa; l'hard top altro non è che il tettuccio rigido più o meno asportabile, apribile e ripiegabile introdotto nel car design americano degli anni Sessanta.

Il flying bridge è caratterizzato da uno stile piuttosto classico con un ponte rialzato rispetto alla cabina di pilotaggio, detto appunto fly bridge, nato per offrire la possibilità di pilotare la barca all'aperto. Il ponte principale, sottostante il fly bridge, ospita gli spazi di soggiorno e la postazione di guida interna, mentre il ponte inferiore è di solito dedicato alle cabine, agli spazi tecnici e agli ambienti di servizio. Queste barche hanno solitamente carene di tipo semi dislocante e offrono un buon compromesso tra velocità e abilità, con spazi ben proporzionati in relazione al numero di ospiti.

### 3.3 Explorer-vessel

L'Explorer vessel è uno yacht che si sta molto diffondendo negli ultimi anni: si tratta di una barca lenta che trasalascia la ricerca delle performance per privilegiare l'offerta di comfort e di servizi a bordo. Presenta lunghezze notevoli, mai inferiori ai 24 metri, una carena generalmente dislocante e un baglio massimo di dimensioni notevolmente ampie: ne risulta quindi che questi yacht offrono spazi interni molto ampi e vivibili in tutti i punti della barca, garantiscono un ideale periodo di rollio e permettono una notevole autonomia.

Questi tipi di imbarcazione sono inoltre spesso "barche verdi", in cui vengono applicati avanzati sistemi per renderle meno impattanti da un punto di vista ecologico e in accordo con la filosofia "slow" di questo tipo di imbarcazione. Nella progettazione e nella realizzazione vengono affrontate una serie di tematiche legate all'ecocompatibilità e alla sostenibilità.

Gli Explorer vessel hanno un aspetto di navi commerciali, e in alcuni casi si tratta di barche da lavoro restaurate, con forme molto decise, poppe squadrate come pescherecci e prore verticali da rimorchiatori, caratteristiche che si riflettono anche sul design delle sovrastrutture,

che sono grezze e spigolose e presentano spesso dettagli come saldature a vista e bullonature.

Il design della barca è volto a mostrare la sua forza di imbarcazione da lavoro, richiamando, a volte in modo volutamente accentuato e “giocosamente” l’idea di barca quasi infantile diffusa nell’immaginario collettivo.

Le tipologie in caso di costruzione ex-novo sono fondamentalmente due: con tuga spostata a prora e ampio spazio verso poppa, e quella che invece presenta una tuga arretrata.

Nella soluzione con tuga a prora l’origine storica legata ai rimorchiatori è evidente: i rimorchiatori infatti, hanno bisogno del ponte poppiero sgombro per manovrare i cavi di rimorchio; questo spazio sugli exploration yacht, soprattutto di grandi dimensioni, viene destinato al pozzetto, all’accesso al mare e ai tender, che sono sempre grandissimi, imbarcati in coperta e mai in garage.

La soluzione con tuga a poppa, invece discende dai pescherecci oceanici; qui i grandi tender vengono imbarcati sul ponte di prua e gli alloggi trovano posto a poppa dove sono protetti dai colpi del mare e risentono infinitamente meno dei movimenti di beccheggio; questa disposizione, sebbene adatta a lunghe navigazioni, non offre però aree vivibili esterne a poppa.

# 4\_Progetto dello yacht

## 4.1 Tipologie carene: plananti e dislocanti

La parola “carena” indica la parte della nave costituita dall’opera morta, ossia sopra il pelo dell’acqua, e dall’opera viva, ossia sotto il galleggiamento.

Tra le carene per usi professionali ci sono le unità civili, come i mercantili, gasiere, le petroliere, le porta container, i traghetti, i rimorchiatori, i pescherecci.

Ci sono poi carene professionali per usi militari, che vanno dal sommergibile alla portaerei.

Le navi da diporto appartengono a categorie pressochè omogenee in funzione della loro propulsione: a vela, navette dislocanti, motoscafi plananti; questo per quanto riguarda le unità monocarena, ma non bisogna dimenticare l’esistenza dei catamarani, dei trimarani e degli hovercraft.

La forma della carena influenza direttamente la resistenza e il comportamento dell’imbarcazione durante il suo moto. Le tipologie di carene, come visto, sono molteplici e in base al profilo che assume la sezione maestra dello scafo possiamo distinguerle in carene dislocanti e carene plananti.

Chiariamo 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 della nave.

La velocità massima consentita in regime di dislocamento è funzione della lunghezza al galleggiamento: all’aumentare della velocità della nave, la cresta della seconda onda arriverà a situarsi in prossimità dello specchio di poppa. Una carena nata per navigare in dislocamento ha forme tali che non le consentono di superare questa velocità limite.

A tale velocità la curva della resistenza all’avanzamento ha un picco: superare questa velocità non è una questione di potenza ma di forma di carena.

La carena planante ha forme tali che le consentono di diventare portante, concettualmente di scivolare sopra la cresta della seconda onda e di navigare in planata. La spinta che sostiene questo tipo di carena non è più solamente idrostatica e non ubbidisce solo alla legge di Archimede, ma diviene spinta idrodinamica che solleva la barca in parte fuori dall'acqua.

Esiste una formula per calcolare con buona approssimazione la velocità limite di una carena planante:

$$V = K \times \sqrt{WL}$$

La velocità  $V$  è espressa in nodi (1 nodo equivale a 1.852 mt/h), mentre la lunghezza al galleggiamento  $WL$  è in piedi anglosassoni (1 piede equivale a 0,3048 mt).

Il coefficiente  $K$  varia in base alla carena: 1,35 per carena dislocante, 1,56 per carena dislocante veloce, 1,80 per carena semi planante e 3 e più in caso di carena planante.

#### 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. La carena dislocante ha sezioni trasversali tondeggianti.

#### 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, navigando 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 gli 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.

Da questa analisi sembra chiaro che la scelta delle varie carene dipende dalla funzione del mezzo. e che le differenti tipologie non siano paragonabili tra loro.

## 4.2 Parti strutturali di un'imbarcazione

La definizione più generale è quella che differenzia il corpo vero e proprio dalle parti ad esso sovrapposte vale a dire scafo e sovrastutture.

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. Aventi 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.

### 4.3 Comportamento del solido galleggiante

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).

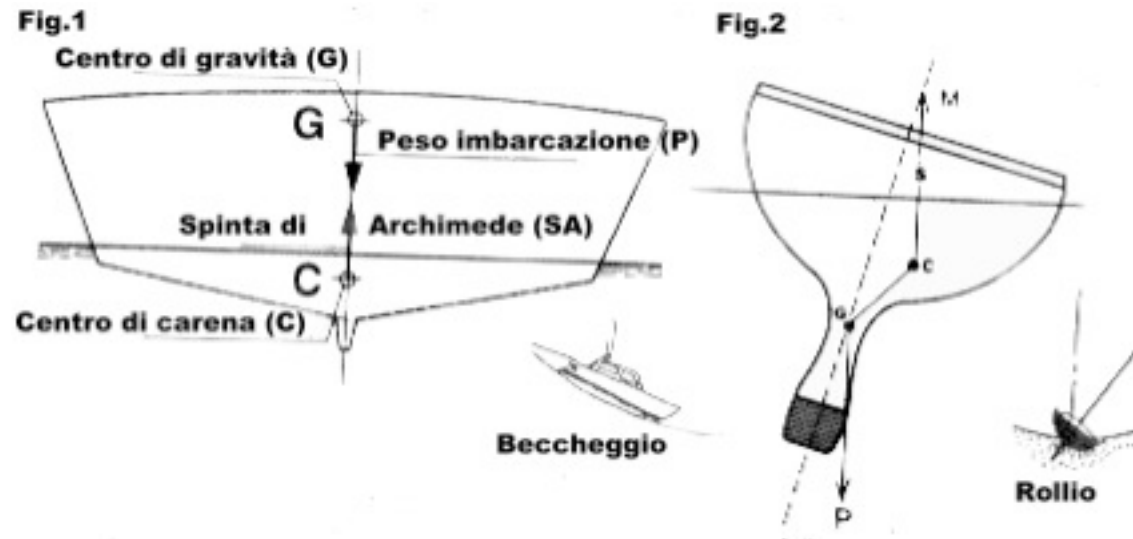
La stabilità è l'attitudine di uno scafo a riprendere il suo assetto d'equilibrio dopo le oscillazioni, rollio e beccheggio, provocate dal vento e dal moto ondoso. Un corpo si può trovare in equilibrio stabile (una piccola variazione causa un ritorno del sistema al punto di equilibrio), instabile (la 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  $C$ .

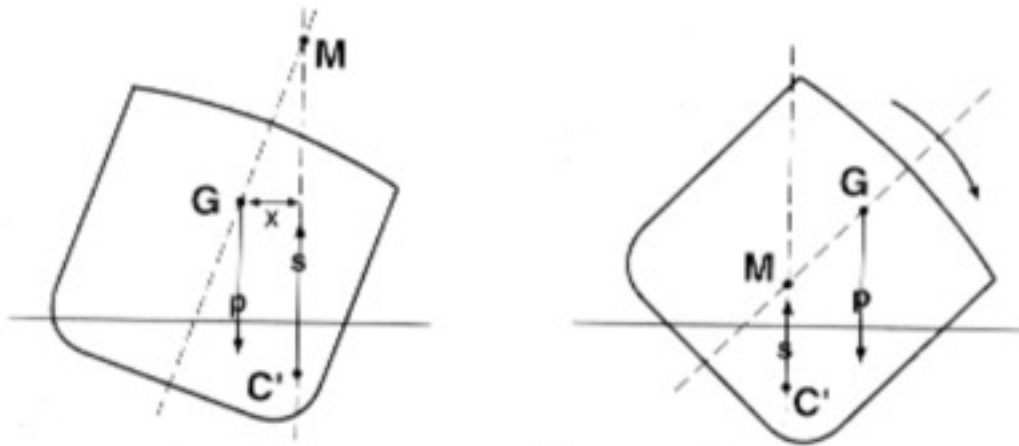


Se la nave è sbandata cambia la posizione del centro di carena  $C$  che si sposta in  $C'$  (perché cambia la forma della parte immersa dello scafo) mentre  $G$  rimane sempre nello stesso punto.

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 di 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.  $10-12^\circ$ , 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;
- in sentina non deve ristagnare acqua (che potrebbe agire come una palla di piombo che rotola sul fondo provocando sbandamenti improvvisi).

## 4.4 Piano di costruzione

La rappresentazione grafica di un'imbarcazione se è espressa con fini progettuali comporta la redazione di elaborati che sfruttano la teoria delle proiezioni ortogonali in tutti i suoi aspetti applicativi. La morfologia di una barca si esprime in una realtà spaziale assai complessa lo sviluppo delle forme di uno scafo propone un continuo mutare dell'andamento superficiale.

Una barca ma anche un qualunque altro oggetto di produzione industriale richiede un livello di approfondimento conoscitivo dei volumi effettivamente sviluppati tali da poter leggere e quantificare le grandezze dimensionali espresse apprezzando il concreto posizionamento di tutti i punti che concorrono a definire la superficie analizzata. Per questo motivo il disegno navale ha sviluppato una tecnica di rappresentazione complessa che ha i suoi fondamenti nei principi delle proiezioni con curve di livello.

Tale metodo noto anche con la definizione di metodo delle proiezioni quotate costituisce un sistema di rappresentazione grafica delle superfici tridimensionali che basa la sua

espressività sull'associazione del disegno dei contorni a quello di alcune sezioni operate sul volume a quote prestabilite.

Con buona approssimazione e poi ulteriormente possibile definire qualunque altro punto giacente sulla superficie trattata, operando un procedimento di rilevamento interpolativo che correla le sezioni più vicine al punto interessato.

Nell'ambito del disegno navale si è sviluppata un'applicazione particolare delle proiezioni quotate che per quanto concerne la rappresentazione dello scafo prende il nome di Piano di Costruzione (Body Plan). Questo grafico è il condensato di tutte le informazioni volumetriche che interessano la definizione delle forme di una barca.

Sono rappresentati sul piano di costruzione tutti gli elementi geometrici individuabili analizzando le viste della pianta, dell'alzato del fianco, detto longitudinale e degli alzati visti da poppa e da prua, detti verticali.

Questi grafici sono costituiti da opportune sezioni descrittive che individuano la loro vera forma sul piano proiettivo ed il loro posizionamento spaziale (la quota rispetto ad altri elementi) sugli altri due piani di rappresentazione. Viene così descritta la realtà spaziale in tutti i suoi aspetti.

Tramite un grafico multivisione il volume dello scafo viene illustrato da tre serie di curve di livello che si interfacciano sui tre piani proiettivi ortogonali.

Sulla pianta del piano di costruzione saranno individuabili in vera grandezza tutte le sezioni orizzontali dello scafo, note con il nome di linee d'acqua.

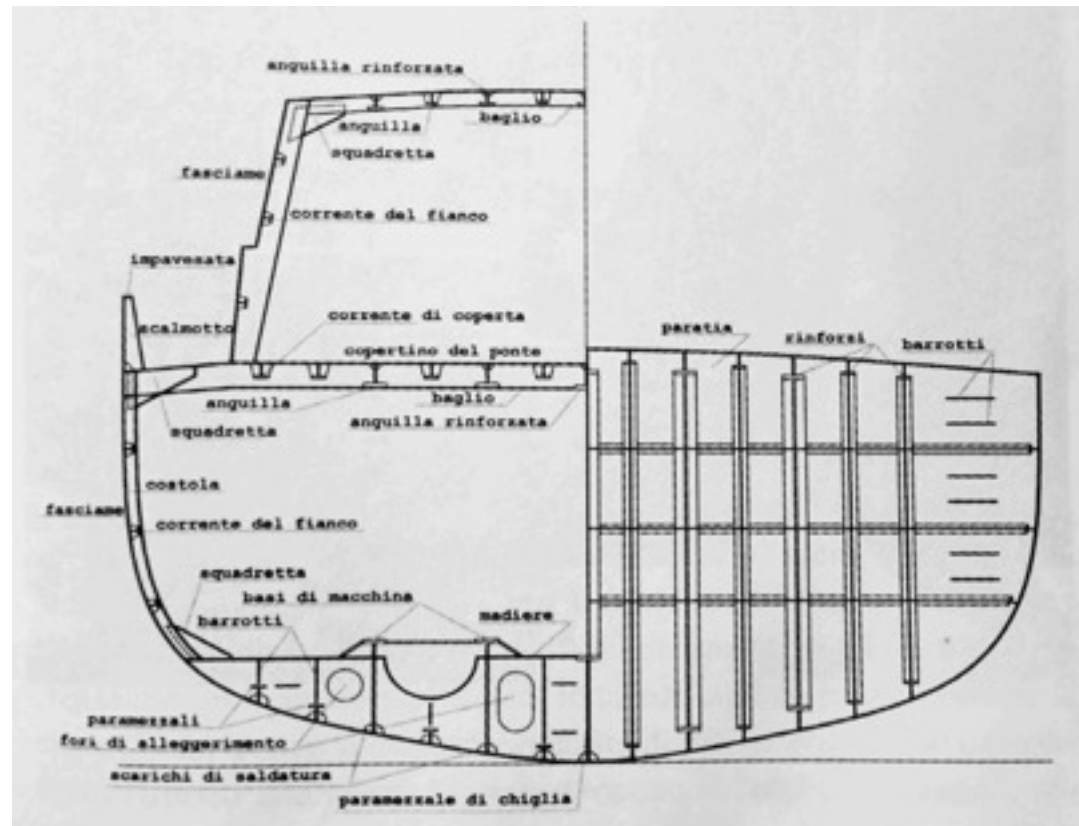
L'alzato, che nel piano di costruzione individua il longitudinale di uno scafo, trova rappresentate nella loro vera forma le sezioni che definiscono i profili di una barca. Queste sezioni sono operate parallelamente al piano di simmetria e sono distribuite dal centro barca al punto di massima larghezza.

Sul verticale sono rappresentate nel loro vero sviluppo geometrico le ordinate, sezioni perpendicolari al piano di simmetria e alla linea di costruzione; Il loro sviluppo, normalmente, coincide con quello dell'ossatura trasversale di un'imbarcazione.

In base al principio della simmetria delle imbarcazioni e conformemente al criterio di rappresentazione grafica delle soli informazioni necessarie e sufficienti è usanza rappresentare la pianta di solo metà scafo e l'alzato di un solo fianco.

## 5\_I materiali della nautica

La struttura della nave è costituita da un certo numero di elementi trasversali ed altri longitudinali. Il tutto è racchiuso dal fasciame, che costituisce la barriera tra la nave e l'acqua circostante. E' evidente che i vari elementi strutturali devono avere continuità: nell'immagine si può vedere come le strutture del fondo corrispondano alle strutture dei ponti e delle paratie, costituendo cioè una serie di anelli continui che legano la nave sia in senso longitudinale che trasversale.





Il peso della struttura della nave è solo una parte (indicativamente il 25-35%) del peso totale. Esistono senza dubbio ragguardevoli differenze tra i pesi di costruzioni realizzate con materiali differenti. Queste variazioni però riguardano solo una parte del peso della nave e quindi sul totale incidono solo in minima parte, soprattutto per le unità maggiori. Nelle costruzioni in lega leggera, in acciaio ma anche in vetroresina, i serbatoi sono ricavati in doppi fondi strutturali. Nei primi due casi è necessario prevedere degli scarichi sul fondo dei serbatoi, per poter svuotare completamente i doppi fondi nel caso di lavori di manutenzione, riparazione e ripristino che prevedano saldature. Sul fondo della nave, in posizioni opportune e chiaramente indicate sui disegni, si inseriscono dei tappi stagni, apribili dall'esterno e dall'interno.

## 5.1 Il legno

Nella nautica il legno è il materiale da costruzione più antico e sul quale l'uomo ha più esperienza. Questa tipologia costruttiva è stata abbandonata ormai da tempo. Infatti, richiede legnami con lunga stagionatura naturale, operatori con grande esperienza e tempi lunghi per la costruzione. Inoltre la struttura in legno è molto ingombrante e sottrae spazio agli allestimenti di bordo. Infine, le imbarcazioni in legno richiedono moltissima manutenzione. Questo perché gli scafi e le coperte in legno, per quanto belle e affascinanti che siano, hanno il difetto di lasciar passare l'acqua dalle giunture tra le tavole. Questo fenomeno avviene perché quando il legno assorbe umidità si dilata mentre quando la perde si contrae. Questo continuo movimento allenta la chiodatura, crea fessure e vie d'acqua.

Il legno è materia viva: le sue caratteristiche cambiano in modo sostanziale in dipendenza dell'area di crescita, del periodo in cui la pianta è stata tagliata, del modo col quale è stata segata in tavole, del sistema usato per l'essiccazione, della stagionatura.

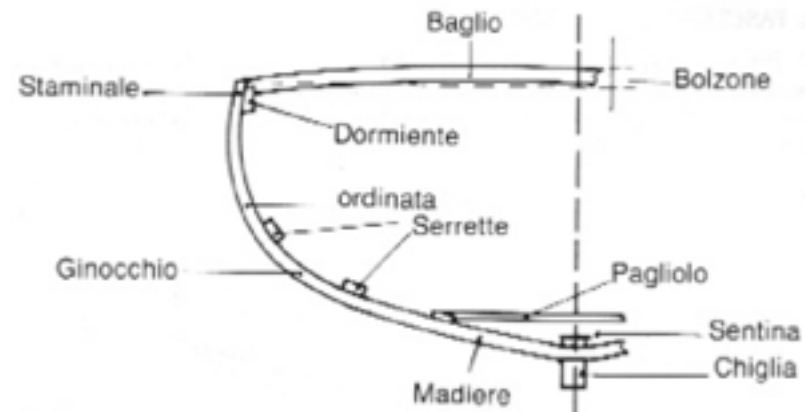
La stagionatura ideale del legno in tavole dovrebbe avvenire all'aria aperta, alle intemperie, per almeno un anno. Si permette così al legno di perdere lentamente sia l'umidità interstiziale che quella intracellulare, fino a raggiungere il grado ottimale che è di circa il 12% del peso del legno. Con questo sistema il legno si stabilizza dimensionalmente. Spesso però, per ragioni commerciali, si accelera l'operazione con l'essiccazione a forno che a volte riserva, col tempo, qualche spiacevole sorpresa.

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.

### Metodologia di 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 di solito viene rinforzato da un elemento longitudinale chiamato *paramezzale*. Dalla chiglia e da paramezzale (che rappresentano la spina dorsale dello scafo) partono le costole di questa ossatura che procedono via via verso prua o 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 pagiole; 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.

## 5.2 La lega leggera

Comunemente è chiamata "alluminio" ma non è del tutto corretto.

Si utilizzano in realtà leghe di alluminio, magnesio, manganese, silicio, ed altri materiali, anche se l'alluminio rappresenta la percentuale di gran lunga maggiore.

La lega di alluminio per la costruzione navale si divide in due grandi famiglie: la serie UNI 5000 e la serie UNI 6000. Le leghe della serie 5000 sono adatte alla costruzione di parti saldate, mentre quelle della serie 6000 per parti rivettate o incollate.

Nella fattispecie, la lega più comunemente utilizzata è la UNI 5083, commercializzata con il nome di "peraluman" e disponibile in lastre e profilati.

La costruzione in lega leggera presenta innumerevoli vantaggi a fronte di due soli handicap. Vediamo i punti di forza: l'alluminio è un metallo autoprotettente: crea sulla superficie esposta un ossido ceramico molto resistente. Non arrugginisce e non si degrada, inoltre è molto leggero. Il risparmio di peso che si ottiene nella costruzione della nave (riferendoci alla sola struttura) è di circa il 40% nei confronti del ferro. Per certi tipi di navi è conveniente costruire la carena in acciaio e le sovrastrutture in lega leggera: si risparmia peso e si abbassa il centro di gravità.

L'accoppiamento tra acciaio ed alluminio avviene in questo caso per saldatura, attraverso l'interposizione di un bimetallo, costituito da due fogli sovrapposti di lamiera, uno di acciaio e uno di lega leggera. Sembrerebbe quindi che la lega leggera sia il materiale migliore per la

costruzione navale, non saremmo lontani dal vero se non fosse per due problemi: il costo e la corrosione elettrolitica.

## 5.3 L'acciaio

Per acciaio da costruzione navale si intende comunemente Fe42. Il numero 42 si riferisce al carico di rottura minimo a trazione, espresso in Kg/mm<sup>2</sup>.

La costruzione in acciaio data da moltissimo tempo: fino a poche decine di anni fa era abbastanza comune trovare strutture rivettate, soprattutto nelle barche da lavoro. Oggi la rivettatura è una tecnica scomparsa ed è sostituita dalla saldatura.

La costruzione in ferro è un classico per imbarcazioni di dimensioni ragguardevoli, dove cioè il peso della struttura non influenzi il peso totale e le prestazioni della nave, infatti la costruzione in acciaio si può classificare tra le più pesanti ma anche tra le più semplici.

Il ferro, com'è noto, si ossida con molta facilità: sotto lo strato superficiale di ruggine la corrosione continua, finché non si staccano delle vere e proprie sfogliature di materiale. E' quindi opportuno proteggere le lamiere di ferro anche durante la costruzione della nave. Le parti in ferro devono essere sabbiate prima di ricevere un ciclo primario di verniciatura.

La vernice deve essere applicata entro mezz'ora dalla sabbiatura: in caso contrario si ripresenterà l'ossidazione superficiale.

Sfortunatamente il ferro, nello specifico il fasciame, è soggetto a deformazioni durante le operazioni di saldatura il che richiede un lavoro aggiuntivo di raddrizzatura tramite martinetti, mazze e apporto di calore.

Le strutture interne delle navi di ferro devono essere accessibili per una verifica periodica dello stato di conservazione e per le ripetute carteggiature e verniciature che sono necessarie per evitare la formazione di ruggine.

Per la realizzazione di scafi in acciaio, generalmente vengono utilizzati tre sistemi:

a. *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.

b. *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.

c. *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.

## 5.4 La vetroresina

Con questo termine omnicomprensivo si definiscono diverse metodologie di costruzione in plastica rinforzata che spaziano dalla vetroresina vera e propria al sandwich ed al compensato.

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.

La vetroresina non marcisce, non fa ruggine, non teme la pioggia o il sole nonostante ingiallisca. La costruzione in vetroresina inizia con la realizzazione di modelli in scala reale in legno povero, vale a dire abete e pioppo, della carena e delle tughe. Questi modelli sono l'immagine esatta di come risulterà l'imbarcazione finita quindi devono essere previsti tutti i particolari e i dettagli.

Devono avere una finitura superficiale perfetta, senza gobbe o avvallamenti ed essere lucidi a specchio. È quindi ovvio che ogni imperfezione del modello verrebbe riprodotta nelle imbarcazioni prodotte in serie.

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 o carbonio che vengono poi magnati con una resina impregnante.

Questi tessuti hanno trama 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 anche se l'indurimento delle resine viene accelerato tramite un catalizzatore. 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, paramezzali e paratie) vengono applicate solo alla fine della laminazione del guscio. In questo caso la trama strutturale è costituita da travi in vetroresina su riempimento di materiale inerte come schiuma poliuretana, legno o cartone. 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.

## 5.5 Il ferrocemento

E' un tipo di costruzione povero che fu introdotto durante l'ultima guerra mondiale per la costruzione di navi mercantili, in seguito alla poca disponibilità dell'acciaio, destinato ad usi bellici.

La struttura della nave è costituita da tondino d'acciaio e rete metallica; quando la struttura portante è terminata si "getta" il calcestruzzo, colmando con cura tutti gli interstizi delle reti e pressando la malta cementizia dai due lati.

E' palese la derivazione della tecnica da quella del cemento armato, ma nella miscela per la costruzione navale manca del tutto la ghiaia. Il ferrocemento non arrugginisce, non si corrode, non imputridisce ed è facilmente riparabile. In compenso trasmette rumori e vibrazioni. Non è praticamente possibile modificare le aperture a scafo dopo la gettata: è quindi necessario prevedere con estrema attenzione tutte le prese a mare, gli scarichi, i portelli, che vanno inseriti all'atto della costruzione dell'intelaiatura metallica.

Gli spessori sono considerevoli, così come il peso; in compenso è un tipo di costruzione molto economico, forse il più economico in assoluto.

## 6\_La ricerca al Polo Nord

Ormai suona più come un bollettino da aggiornare periodicamente, e per quanto tutti sappiano che il Polo Nord si sta sciogliendo, non è possibile evitare di aggiornare le stime e tracciare i nuovi scenari. La banchisa dell'Artico ha toccato il minimo storico, restringendosi a 4,10 milioni di kmq, 70mila in meno del precedente record negativo del 2007.

In Groenlandia il tasso di fusione dei ghiacciai è arrivato al 97%, il più alto degli ultimi 30 anni.

Quello che per molti non è più un rischio ma una nuova verità con la quale imparare a convivere, è che dovremo dire addio al Polo Nord, con ecosistema connesso. I dati arrivano dalle analisi delle immagini satellitari effettuate dai ricercatori dell'Università di Boulder, in Colorado.

Il colpevole è il riscaldamento globale dovuto ai gas serra prodotti dall'uomo. E le conseguenze future saranno eventi meteorologici sempre più intensi ed estremi, come ondate di calore, di gelo e siccità.

La situazione potrebbe aggravarsi, "regalandoci" le prossime 10 estati senza ghiaccio fino ad arrivare alla scomparsa definitiva dell'Artico per fine secolo. Per il National Snow and Ice Data Center (Nsidc), l'organismo statunitense incaricato di monitorare e informare il pubblico sullo stato di neve, ghiacciai e aree polari, siamo oltre la soglia dell'allarme.

Luglio risulta essere il mese più caldo dell'anno anche all'estremo nord del nostro pianeta ma, secondo le boe di rilevazione fissate nei diversi punti dell'aerea, negli ultimi anni le temperature sarebbero superiori alla media di 1-3 gradi Celsius, provocando la formazione di tanti "laghetti" là dove una volta c'era uno spesso strato di ghiaccio.



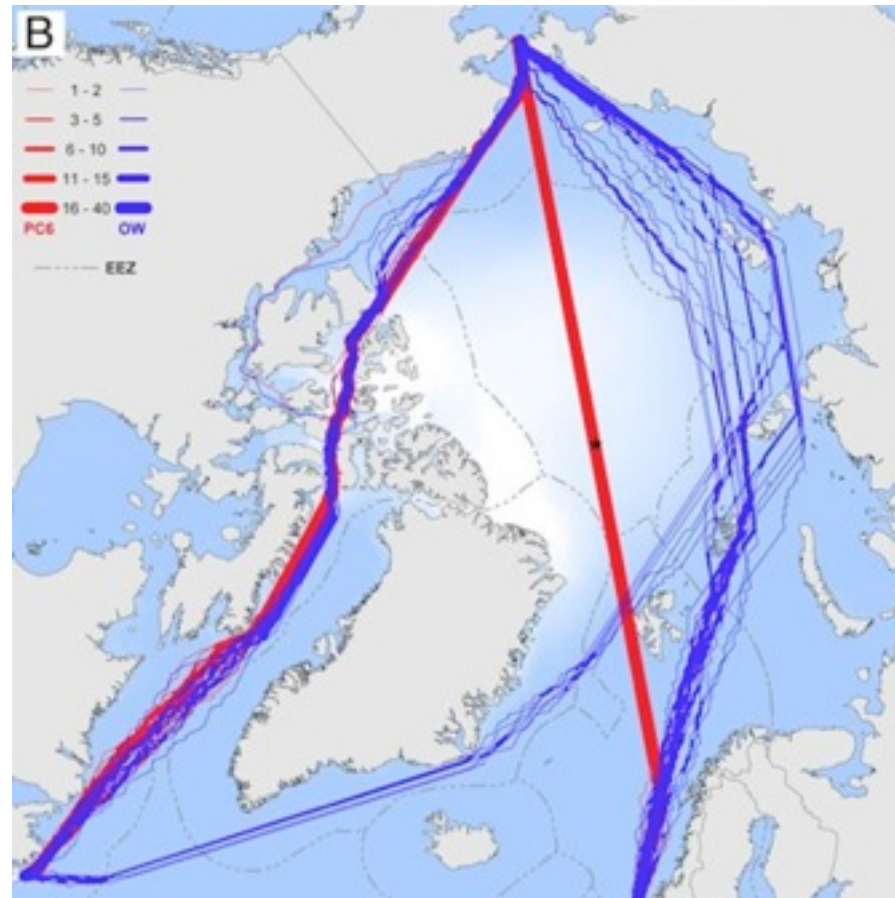


Il Lago Polo Nord è una pessima notizia per orsi bianchi, foche, trichechi beluga e narvali che vedono sciogliersi il loro habitat, e per i popoli autoctoni che rischiano di vedere i loro mezzi di sussistenza e le loro tradizioni affondare nel fango del permafrost che si scioglie. Ma la calotta di ghiaccio che diventa acqua al Polo è anche importantissima per la regolazione del clima globale: influenza le correnti oceaniche, la circolazione dei venti ed agisce come un riflettore gigante per la luce solare che colpisce la Terra. Se il Polo si scioglie il global warming accelererà.

Il ghiaccio nell'Artico si sta ritirando a ritmi sempre più vertiginosi, il mitico Passaggio a Nord Ovest è ormai aperto e navigabile nei mesi estivi e russi e cinesi percorrono rotte artiche siberiane irraggiungibili fino a pochi anni fa.

Il Polo Nord potrà essere navigabile. Dal 2060 i mari del nord potranno essere navigati anche dalle navi normali, mentre i rompighiaccio potrebbero forse passare direttamente attraverso il polo.

Se i cambiamenti climatici e l'aumento delle temperature continueranno a provocare una diminuzione della calotta glaciale artica, entrò la metà del secolo anche le navi di trasporto più comuni saranno in grado, durante i mesi più caldi, di navigare i mari del Nord liberamente e senza l'accompagnamento di rompighiaccio.



*Il Passaggio a nord-ovest (a sinistra), la rotta che attraversa direttamente il Polo Nord (al centro) e il Passaggio a nord-est, sulla destra.*

Infine, la rotta che attraversa direttamente Polo Nord, ora inaccessibile a causa di un pack di ghiaccio spesso, in alcuni punti, anche 19 metri, risulterà percorribile dalle rompighiaccio. Una prospettiva che alcuni considerano interessante dal punto di vista economico, ma che rivela invece il precario stato di salute del nostro pianeta. L'apertura dei celebri, e a lungo ricercati, passaggi a Nord-Est e Nord-Ovest potrebbe permettere il risparmio di migliaia di chilometri nel trasporto di merci tra i porti di Atlantico e Pacifico, stravolgere le rotte tradizionali e aprire contese sul controllo di queste nuove autostrade del mare.

Le conseguenze della navigabilità dei mari del polo Nord saranno tante e importanti. Ci saranno conseguenze economiche e politiche, nonché grandi rischi ambientali. Il rapido sviluppo economico delle regioni artiche grazie anche alle nuove opportunità di apertura di vie commerciali e di sfruttamento economico di zone fino ad ora inaccessibili (sotto l'oceano artico si trovano grandi riserve di idrocarburi), porterà all'industrializzazione, con il rischio che essa sia poi in conflitto con l'ecosistema ed il tradizionale stile di vita delle popolazioni artiche e subartiche.

Il Polo Nord nasconde ricchezze enormi dal punto di vista degli idrocarburi. Con il continuo assottigliarsi, nei prossimi anni, delle riserve petrolifere più superficiali, diverrà sempre più impegnativo estrarre il petrolio dalle riserve negli abissi oceanici. Il Polo Nord racchiude riserve di petrolio e gas per circa 150 miliardi di barili e il riscaldamento globale ne favorirebbe l'accesso grazie allo scioglimento dei ghiacci. Chi possiederà questa ricchezza da qui al 2020 potrebbe assumere la leadership dello scenario energetico mondiale del futuro. Canada e Stati Uniti hanno risposto aumentando gli investimenti in navi rompighiaccio, con lo scopo di sorvegliare costantemente l'Artico nei prossimi anni per evitare appropriazioni indebite da parte della Russia, ma anche della Danimarca che a sua volta vorrebbe dimostrare che la dorsale Lomonosov è in realtà un prolungamento della Groenlandia, di sua proprietà.

Tutte le nazioni soffriranno gli effetti del riscaldamento globale, ma saranno i paesi più poveri a farne maggiormente le spese: per queste popolazioni diventerà sempre più difficile l'approvvigionamento idrico, saranno minacciate dall'innalzamento dei livelli del mare e dalle calamità naturali. Inoltre entro la fine del secolo il pianeta potrebbe essere 4 gradi Celsius più caldo rispetto ad ora, intensificando i fenomeni già noti e studiati dagli esperti. Il riscaldamento globale farà sì che il livello delle acque si innalzerà di circa un metro, provocando l'inondazione di Vietnam e Bangladesh.

E la mancanza di acqua e di raccolti non faranno altro che aggravare le condizioni di povertà in cui versano le popolazioni di questi paesi.

Violente ondate di calore colpiranno i continenti, dal Medio Oriente agli Stati Uniti.

La temperatura del Mediterraneo potrebbe innalzarsi di 9° rispetto ad oggi, rendendolo più simile al clima che potremmo trovare nel deserto libico.

In seguito alla riduzione della copertura dei ghiacci avvenuta negli ultimi anni, la capacità di assorbimento di calore solare da parte degli oceani polari è aumentata. Il risultato è che in queste zone si registra un riscaldamento dell'acqua e dell'atmosfera, che a sua volta porta ad un'accelerazione della riduzione della copertura glaciale.

L'afflusso di acqua dolce causato dalla fusione dei ghiacciai e dell'aumentato apporto dei principali fiumi che sfociano nell'Oceano Artico contribuisce inoltre ad alterarne le caratteristiche chimico-fisiche. L'addolcimento e l'innalzamento della temperatura dell'oceano polare e sub-polare hanno come effetto quello di diminuire la densità delle masse d'acqua superficiali e quindi la loro capacità di sprofondamento. Se il processo di addolcimento e riscaldamento delle acque superficiali polari dovesse continuare verrebbe quindi a mancare l'innescò principale del meccanismo che regola la circolazione oceanica globale. Una delle possibili conseguenze di ciò potrebbe essere il raffreddamento ed inaridimento dell'Europa occidentale, che non beneficerebbero più dell'afflusso di aria caldo-umida dall'Atlantico.

L'azione combinata di tutti questi cambiamenti potrebbe avere un effetto imprevedibile sull'umanità: gli esseri umani, semplicemente, potrebbero non essere in grado di adattarsi.

La catena alimentare polare è basata sulla disponibilità di nutrienti. Una variazione significativa e continua nel tempo dell'attuale composizione chimica e fisica delle masse d'acqua, dovuta anche alla fusione dei ghiacci ed all'aumentato apporto dei principali fiumi che sfociano in Artico, potrebbe intaccare questo delicato equilibrio. Ciò potrebbe quindi comportare la crisi del sistema riproduttivo di tutti gli anelli della catena alimentare, fino a quelli più elevati (come l'orso bianco).

Lo strato di terreno più superficiale (detto permafrost), congelato per gran parte dell'anno, occupa il 24 % delle regioni artiche. Dati raccolti da perforazioni indicano che lo strato di permafrost si è notevolmente assottigliato dal 1976 ad oggi. Se questo processo continua potrebbe creare problemi strutturali di costruzioni, strade, condutture, oltre che avere implicazioni di tipo idrogeologico ed ecologico.

Grandi quantità di metano in forma solida (idrati o clatrati) sono intrappolate oggi nel permafrost e nei sedimenti dei mari antartici oltre che negli oceani a grandi profondità lungo le scarpate continentali. L'innalzamento della temperatura che potrebbe comportare la degradazione del permafrost, implicherebbe l'emissione nell'atmosfera di grandi quantità di gas, principalmente metano, che costituisce uno dei più importanti gas serra insieme alla CO<sub>2</sub>.

## 7\_Le navi oceanografiche

L'oceanografia fisica studia i problemi legati alle interazioni tra oceano ed atmosfera, i processi di formazione e diffusione di acque dense, la loro variabilità stagionale a scala regionale e di bacino.

La ricerca oceanografica si basa su un insieme di mezzi speciali di esplorazione, di superficie e sottomarina, di cui i principali sono le navi oceanografiche, le boe fisse, le stazioni costiere, i batiscafi e i laboratori e i ricoveri sommersi.

Le navi oceanografiche o navi laboratorio sono in genere di piccola o di media stazza, ma dotate di ottima stabilità e manovrabilità, soprattutto se destinate a operazioni di campionamento del fondale, con trivelle o carotiere, le navi da ricerca devono essere estremamente manovrabili. Per questo motivo sono dotate di timoni particolarmente grandi e di un'elica prodiera - inserita nella prua e orientata perpendicolarmente alla direzione di marcia - che permette rapidi spostamenti laterali della prua della nave, oppure di eliche direttamente montate su piedi orientabili in tutte le direzioni. Le navi da ricerca sono spesso dotate di eliche intubate, ciò per evitare che vi si aggroviglino attorno i lunghi cavi, dotati di sensori o campionatori, che di frequente portano al traino. Inoltre, laddove la ricerca richieda l'uso di idrofoni o altre apparecchiature acustiche molto sensibili, le eliche vengono costruite in modo da ridurre al minimo i rumori, specialmente quelli causati dalla "cavitazione", ossia la formazione di bolle d'aria che si sviluppano quando le eliche ruotano velocemente. I vascelli da ricerca hanno la capacità di navigare seguendo rotte estremamente precise, fatto indispensabile per gli studi idrografici e altre attività di ricerca. Per questo sono dotate di un sistema di navigazione a precisione centimetrica, possibile grazie all'utilizzo dei DGPS al posto dei comuni GPS.

Una caratteristica fondamentale delle navi oceanografiche è senza dubbio la stabilità; un carotaggio non è cosa particolarmente complicata sulla terra ferma, ma lo è eseguirne uno dal ponte di una nave che oscilla, scarroccia, beccheggia. Ecco perché molte navi da ricerca

posseggono raffinati sistemi di stabilizzazione e riduzione del rollio, e accorgimenti per aumentare la stabilità come i serbatoi dell'acqua (o del gasolio) comunicanti, per fare sì che il loro peso sia sempre equidistribuito tra poppa e prua. Quando hanno bisogno di restare ferme nello stesso punto, le navi da ricerca utilizzano un sistema di posizionamento dinamico, che compara la posizione reale della nave, rilevata tramite il DGPS, con quella desiderata, ed esegue automaticamente continue manovre di aggiustamento, permettendo all'imbarcazione di rimanere praticamente immobile sullo stesso punto geografico.

Una nave per ricerche oceanografiche deve rispondere a un certo numero di requisiti. Più specificatamente, essa deve avere alloggiamenti confortevoli, laboratori spaziosi e adeguati per supportare le analisi sui campioni; deve avere sufficiente spazio sul ponte di coperta adibito al posizionamento delle attrezzature come gru e verricelli, alle analisi preliminari sui campioni prelevati, oltre a quello dedicato al deposito di equipaggiamenti e prodotti della ricerca.

Un equipaggiamento oceanografico standard comprende la strumentazione per effettuare un'indagine sulla colonna d'acqua, che possiamo descrivere come una linea immaginaria ortogonale al fondo marino che va da esso ad un punto della superficie, e che si concretizza nella raccolta di dati che indica le caratteristiche fisiche di questa "linea" d'acqua. Vi sono poi diverse apparecchiature per la raccolta dei campioni di sedimenti dal fondo dell'oceano e sostanze biologiche: carotieri, strutture per il prelievo di campioni cilindrici, draghe, reti per plancton e per strascico.

L'importanza mondiale dell'oceanografia è in costante crescita, specialmente nelle aree di sviluppo e conservazione delle risorse del mare, anche per il sempre più consistente ruolo che assumono nell'impatto ambientale globale i cambiamenti dell'oceano e dell'atmosfera.

Nonostante i grandi passi in avanti fatti dalla robotica e dalle tecnologie satellitari negli ultimi decenni, le navi oceanografiche svolgono sempre il ruolo di fondamentali piattaforme di ricerca, semplicemente perchè la condizione ottimale per uno scienziato è di trovarsi in tempo reale sul luogo di svolgimento del fenomeno in studio.

Poichè la progettazione di una nave e la sua realizzazione richiedono alcuni anni, è semplice comprendere che il progettista deve prevedere ed anticipare le future necessità degli oceanografi.

Dal 1950 fino all'anno 1995 sono state costruite all'incirca 1000 navi oceanografiche, di cui attualmente circa 700 rimangono in attività, ma la maggior parte di queste sono essenzialmente piccoli pescherecci o piccole navi da ricerca per le zone costiere.

Le grandi navi, con dimensioni superiori ai 200 piedi (circa 61 m di lunghezza) sono in numero molto esiguo.

I due maggiori problemi della attuale flotta oceanografica mondiale sono:

- l'eccessiva età delle navi
- la limitata capacità delle missioni, sia dal punto di vista della durata che della qualità.

La vita media di una buona nave oceanografica è all'incirca di 15 anni, al massimo 30 se subisce continue modifiche ed ammodernamenti, salvo rare eccezioni.

Uno dei problemi fondamentali è che circa il 70% delle navi oceanografiche in uso, monta e supporta tecnologie degli anni '70, se non precedenti, quando gli argomenti di studio dell'oceanografia erano essenzialmente la conoscenza completa degli ambienti marini e i meccanismi fondamentali che li regolano. Gli studi che oggi sono necessari richiedono invece complessi approfondimenti interdisciplinari e multimediali su quei complessi equilibri che regolano i cambiamenti climatici ed ambientali su scala globale.

Questo tipo di ricerca necessita di tecnologie e mezzi che 20 o 30 anni fa erano per lo più sconosciuti. Inoltre le navi di vecchia produzione non erano state progettate in un'ottica di implementazione tecnologica, per cui tutti quei vascelli ammodernati secondo tecnologie più recenti per far fronte alle mutate esigenze, sono frutto di modifiche grossolane che non rispondono a criteri ergonomici e logistici perfettamente ragionati.

Le caratteristiche fondamentali a cui deve rispondere una nave oceanografica sono:

1. grandi laboratori capaci di adattarsi a qualsiasi tipo di ricerca
2. capacità di affrontare missioni di ricerca su scala mondiale, anche nelle zone polari
3. costi meno elevati e maggiore semplicità degli interventi di ammodernamento della nave stessa e delle sue strumentazioni



4. velocità di servizio superiore ai 15 nodi, il che renderà più rapide le ricerche e conseguentemente ne aumenterà il numero effettuabile in un anno
5. la possibilità di acquisire dati e proseguire la ricerca anche con mare forza 4 (la nave dovrà essere una piattaforma stabile)
6. estrema silenziosità per migliorare le misure acustiche sottomarine
7. il rumore e le vibrazioni nei laboratori dovranno essere il più basse possibili

Per quanto riguarda i laboratori, essi dovranno avere la massima flessibilità nell'essere adattati al tipo di ricerca in corso; dovranno avere tutte quelle caratteristiche che ne assicurino la massima ergonomia, disporranno quindi di aria condizionata, acqua potabile, massima pulizia e un basso livello di rumore. Gli attuali sforzi di progettazione sono tutti tesi a permettere il massimo numero di ricercatori a bordo.

## 7.1 L'oceanografia

L'oceanografia è la scienza che studia gli oceani e i mari in tutti i loro aspetti, e si occupa in particolare di:

- sedimenti e rocce sotto il mare
- interazione tra mare e atmosfera
- moto delle acque marine soggetto a forze interne ed esterne
- contenuto vivente nel mare
- composizione chimica dell'acqua
- fisica del mare e dei fondali
- origine dei bacini oceanici

Molti degli elementi di conoscenza di cui oggi disponiamo a proposito della vita degli oceani, dei meccanismi di riscaldamento o raffreddamento delle acque, persino di meteorologia, si devono a questa disciplina che studia le grandi distese d'acqua sotto l'aspetto geomorfologico, chimico-fisico e biologico.

Tra gli argomenti trattati ci sono pertanto quelli che riguardano lo studio geografico e morfologico di bacini e fondi oceanici, la classificazione dei sedimenti, delle caratteristiche chimiche e fisiche delle acque e dei loro movimenti (correnti, maree), delle interazioni tra oceano e atmosfera e dell'ambiente marino in rapporto alle forme di vita animale e vegetale. Tanti gli strumenti adoperati con queste finalità: dalle navi oceanografiche alle stazioni costiere, i batiscafi, i laboratori sommersi, fino ai rilevamenti da satellite. Vengono così raccolti dati che riguardano la temperatura, la salinità, la composizione chimica dell'acqua, senza contare il peso che hanno certe ricerche anche nel campo della ricerca biologica, soprattutto della vita marina, in special modo laddove l'osservazione diretta è stata fin qui difficile, se non impossibile. Altra parte della ricerca è poi affidata ai satelliti, i quali hanno consentito di ricostruire i rapporti di interazione tra atmosfera e ambiente marino. Sedimenti, rocce, attività sismiche e vulcaniche, infine sono anch'esse monitorate attraverso particolari e dettagliate ricerche oceanografiche.

Quindi l'oceanografia comprende gli aspetti marini di molteplici discipline, quali: geologia, meteorologia, biologia e idrobiologia, chimica, fisica, geofisica e meccanica dei fluidi.

Una crociera oceanografica richiede un'accurata preparazione perchè si tratta di un'impresa di alto costo. Si devono considerare le disposizioni per la scelta del tipo di nave adeguata, per l'equipaggiamento, per il tipo e la durata della crociera e per l'adattamento dei laboratori di bordo. E cosa più rilevante è la considerazione delle esigenze di chi a bordo ci lavora, ovvero di tutti gli specialisti che prendono parte alle spedizioni: chimici, biologi, fisici, geofisici, sedimentologi. Così l'impiego di una nave da ricerca che sia all'altezza di compiere una completa crociera oceanografica è il punto fondamentale sul quale verte lo scenario scientifico, e quindi la considerazione dell'importanza che questo oggetto possiede al fine di consentire il corretto svolgimento delle attività e di proteggere la vita di coloro che la "abitano". Le navi adottate nelle ricerche oceanografiche, proprio per questa loro influenza nella missione, devono rispondere ad un certo numero di requisiti.

La ricerca in Artide e Antartide ha l'obiettivo di studiare gli effetti sul clima mondiale. Tutte le informazioni relative ai fenomeni geologici e climatici che si sono succeduti sul nostro

pianeta, hanno interessato la struttura generale del continente artico e antartico e sono note ai ricercatori grazie all'analisi dei campioni prelevati dagli ambienti in questione: campioni d'acqua, di sedimento e di organismi viventi. Il loro studio per mette quindi di ricostruire la storia del nostro pianeta e l'impatto provocato dall'uomo.

A bordo della nave oceanografica si sviluppano molteplici attività.

Tre sono le attività principali che riconducono allo scopo principale dell'oceanografia: la raccolta dei campioni e di conseguenza l'analisi degli stessi.

Le tre attività principali sono:

- prelievo di acqua e plancton
- prelievo di sedimenti
- ancoraggi oceanografici, i così detti "mooring"

## **7.2 Il prelievo di campioni e la messa a mare delle attrezzature oceanografiche**

Le attività di ricerca hanno come fase generale il prelievo dei campioni. Lo scopo della campionatura è quello di raccogliere esemplari che rappresentino esattamente le condizioni del fondale e del punto del mare da cui viene prelevata l'acqua. La scelta dell'attrezzatura per la raccolta dei campioni dipende dagli obiettivi prefissati dagli studi, dai numeri e tipi di analisi richieste, dall'imbarcazione di ricerca disponibile, dalle condizioni meteo, dal tipo di campione da raccogliere e dalla profondità alla quale bisogna raccoglierlo. Le attività di campionamento sono quelle maggiori, cioè quelle che caratterizzano una nave oceanografica.

Tutte le attività compiute per la ricerca oceanografica a bordo di una nave, necessitano di un particolare sistema di ammaino (calo) e recupero delle strumentazioni per il rilievo dei dati e delle informazioni provenienti dal mare. Questo è il sistema "verricello-portale" o "verricello-frame".

## Il prelievo dei campioni d'acqua

Le operazioni di campionamento e di rilevamento delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque marine, rappresentano la fase più delicata delle ricerche oceanografiche poiché richiedono estrema precisione allo scopo di ottenere un campione che possa essere realmente rappresentativo del punto di prelievo e quindi della situazione reale.

Un campionamento di acqua marina deve consentire di ottenere informazioni precise sulla qualità dell'acqua in esame. In modo particolare si devono determinare i livelli di concentrazione di ogni singolo parametro e il livello di inquinamento per monitorare nel tempo le variazioni essenziali. Per queste operazioni è quindi importante utilizzare una strumentazione idonea, sia in relazione al tipo di nave utilizzata, sia per quanto riguarda la quantità di campione da prelevare e ancor più importante in funzione dell'ambiente di riferimento.

Per le operazioni di prelievo, a bordo delle navi oceanografiche, viene utilizzato un campionatore chiamato "rosetta".

I prodotti da campionare sono acqua e microorganismi planctonici, per i secondi è preferibile utilizzare un altro strumento chiamato "retino".

Il prelievo della rosetta avviene attraverso bottiglie di nome "Niskin". Per raccogliere campioni d'acqua a profondità differenti è necessario che il campionatore sia dotato di un sistema di apertura e chiusura attivabile alla profondità richiesta.

Un campionatore che soddisfa queste richieste è la bottiglia di Niskin. Si tratta di uno strumento cilindrico non metallico; è dotato di aperture alle due estremità per il flusso



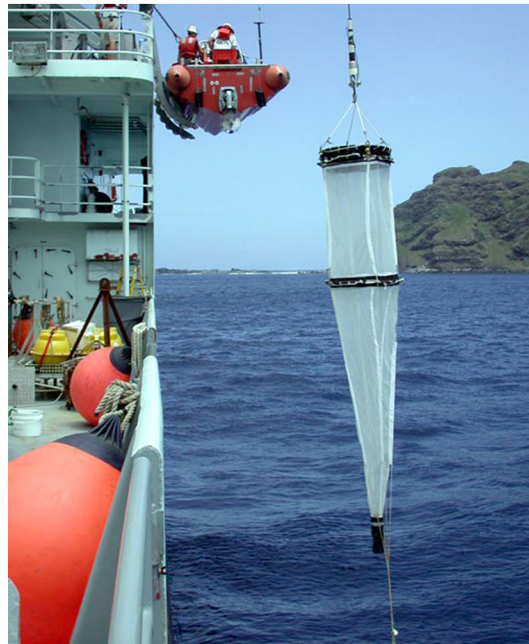
dell'acqua e di un meccanismo che gli permette di rimanere aperto durante la calata in acqua; la chiusura della bottiglia può essere effettuata mediante un sistema manuale o automatico.

Nel primo caso, la bottiglia legata ad un cavo variabile viene calata aperta; una volta raggiunta la profondità richiesta, la sua chiusura viene effettuata tramite l'invio lungo il cavo di un messaggero (cilindro metallico) che, urtando l'estremo superiore di un meccanismo, lo fa sganciare provocando la chiusura della bottiglia.

Il secondo caso, quello più importante, è effettuato tramite il cavo "animato" del verricello idrologico. Animato perchè trasmette gli impulsi di chiusura e apertura alle bottiglie e trasferisce i dati alla consolle di gestione.

*Sonde parametriche:* strumento equipaggiato con sensori di: conducibilità, temperatura, profondità, ossigeno, fluorimetro e torbidimetro, serve per misurare le variabili citate lungo la colonna d'acqua.

*Retino di plancton:* E' uno strumento utilizzato per catturare i microscopici organismi del plancton. Viene trainato da un'imbarcazione per un certo periodo e ad una certa profondità ed è capace, essendo fatto ad imbuto, di raccogliere tutti gli organismi presenti nell'acqua e che vengono filtrati attraverso le maglie della rete che lo compone. Il retino è costituito da un tessuto a maglie fittissime e ha la forma a sacco conico. Tutti gli organismi catturati si raccolgono sul fondo della rete in un contenitore stagno. Sul fondo del retino infatti è applicata una bottiglia-



collettore nella quale si concentrano gli organismi planctonici.

Le dimensioni delle maglie della rete condizionano le dimensioni degli organismi che vengono catturati. Esistono retini da fitoplancton (alghe) e da zooplancton (animali). L'apertura è munita di un anello di acciaio al quale sono legate cime in nylon che a loro volta fanno capo al cavo del verricello. Le dimensioni della rete sono variabili in funzione del campione da prelevare.

Le fasi dell'attività di prelievo sono:

- scelta del punto da campionare e posizionamento: questa fase deve svolgersi studiando le carte batimetriche che ogni ricercatore deve possedere
- preparazione della strumentazione
- calo e ritiro della strumentazione
- decisione delle quote da campionare
- prelievo campioni per analisi
- analisi: va effettuata nei laboratori
- conservazione: importante per 2 motivi, occorre mantenere i campioni fino al rientro, inoltre può rivelarsi l'esigenza di raffreddare temporaneamente il campione per successive analisi in giornata.

#### Il prelievo di campioni di sedimenti

Sono diversi gli strumenti utilizzati, si identificano due tipologie principali di campionatori: benne e draghe e carotieri e box-corer.

Entrambi i "gruppi" possono variare molto in dimensioni e grado di difficoltà di utilizzo. La benna è raccomandata per indagini su sedimenti superficiali in cui non sia indispensabile un'accurata risoluzione dello spessore verticale del sedimento; mentre il carotiere è generalmente utilizzato quando necessiti un'accurata risoluzione, un'analisi storica del sedimento o una dettagliata valutazione della qualità del sedimento lungo lo spessore verticale. Il carotiere è utilizzato in caso di caratterizzazioni geologiche dei fondali, datazioni

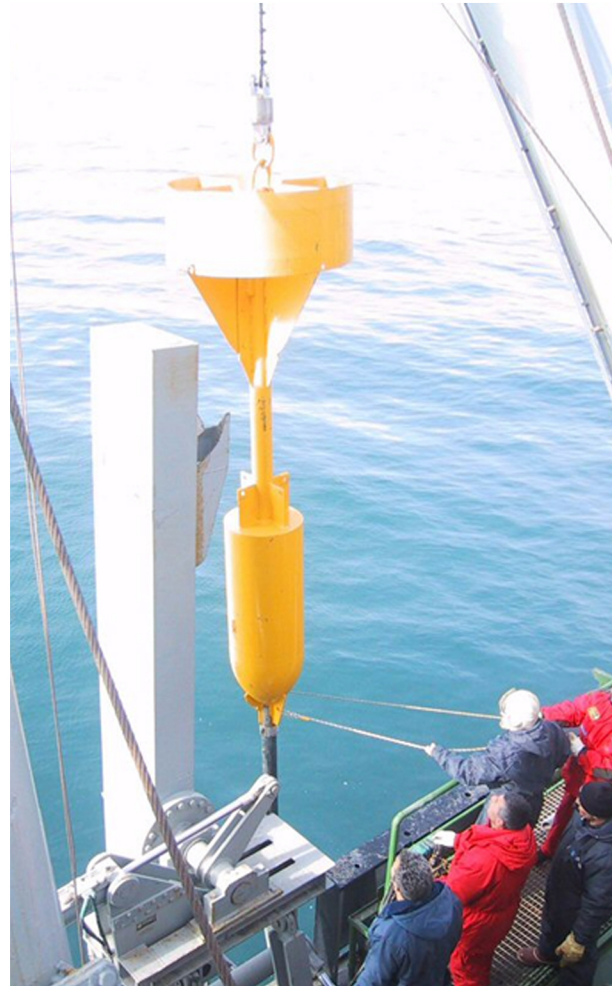


dei sedimenti, oppure per valutare su scala storica gli apporti di contaminati in ambiente marino.

*Carotiere a gravità:* è uno strumento per la campionatura di fondali costituiti prevalentemente da sedimenti fini, efficace per il prelievo di campioni in sedimenti sciolti limosi e limo-argillosi, in presenza di sedimenti sabbiosi e limo-sabbiosi.

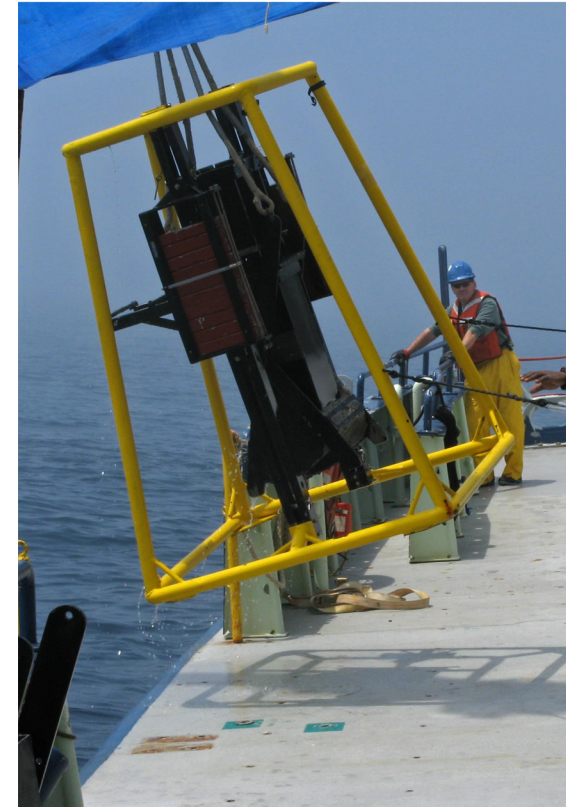
Lo strumento preserva l'interfaccia acqua-sedimento dai disturbi di risospensione e di mescolamento; permette il mantenimento delle condizioni in situ del campione, garantito dall'assenza di infiltrazioni d'acqua dal top della carota lungo la parete interna del liner, che causerebbero dannosi mescolamenti con l'acqua interstiziale dei livelli inferiori.

Consiste di un peso con al di sotto un tubo d'acciaio, di lunghezza idonea alla richiesta di profondità di campionamento, che viene fatto cadere utilizzando la sola forza di gravità finchè non raggiunge la profondità di penetrazione richiesta, in base al liner (il contenitore della carota di sedimento).

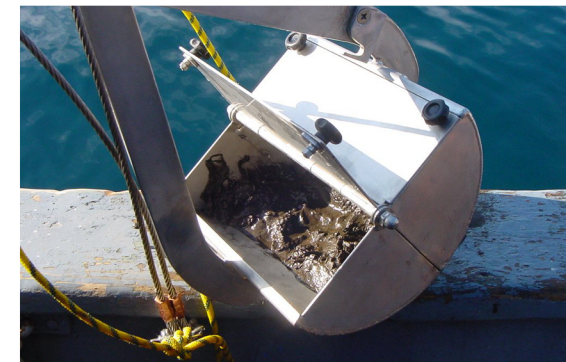


*Box-corer*: strumento a gravità che consente il campionamento di campioni di sedimento indisturbati, fino a una profondità di 20-30 metri. Efficace in quasi tutti i tipi di sedimento, ad eccezione del materiale sabbioso dove il prelievo diventa molto difficoltoso.

Consiste in un carotiere a base quadrata o rettangolare con intorno una struttura metallica che ne aumenta la stabilità e la facilità di penetrazione su fondali leggermente inclinati. La scatola va calata a velocità costante. L'uso di questo strumento dipende dalla presenza di eventuali correnti marine che possono inclinare lo strumento non permettendogli l'inserimento nel fondale. Lo strumento è provvisto di uno sportello laterale, completamente rimovibile, che permette, una volta in superficie, un'ispezione visiva del campione lungo tutto lo spessore verticale di campionamento.



*Benna*: è uno strumento di campionamento di sedimento disturbato all'interfaccia acqua-sedimento. Un campione si intende disturbato quando perde la sua integrità verticale ed orizzontale e non può essere suddiviso in strati significativi o livelli. Utilizzata per il prelievo di campioni dello strato superficiale di sedimento, utilizzabile con tutti i tipi di sedimento. Consiste di uno o due





“semicilindri” che dopo essere penetrati nel sedimento si chiudono mediante rotazione, e lo restano fino al recupero in barca.

*Draga*: utilizzato per il campionamento finalizzato allo studio delle associazioni bentoniche (comunità di benthos), fornisce una valutazione qualitativa delle associazioni faunistiche presenti. La draga di tipo rettangolare con apertura di circa 60 cm, viene considerata “attrezzo standard” per lo studio del benthos marino dei fondi mobili in relazione alla sua praticità ed economia d’uso.



Come per l’attività di prelievo dell’acqua marina, anche per il prelievo dei sedimenti occorre fare una stesura delle fasi di procedura:

- scelta del punto da campionare attraverso la strumentazione di rilevamento e acquisizione dati posta nel laboratorio di navigazione
- preparazione della strumentazione: collegamento del cavo verricello alla testata del carotiere e disposizione del tubo carotiere.
- traslazione e rotazione del brandeggiante
- messa a mare del carotiere
- ritiro della strumentazione e della carota
- taglio delle carote
- lavaggio del tubo del carotiere e dell’attrezzatura relativa
- analisi
- conservazione

### Ancoraggi oceanografici: i moorings

Un ancoraggio oceanografico è costituito da una lunga cima, ancorata al fondo e tenuta in posizione verticale dalla spinta di una serie di boe messe lungo la catena e alla sua sommità. Lungo il cavo a varie profondità, vengono posizionati una serie di strumenti che acquisiscono dati oceanografici per tutto l'anno, anche durante l'inverno quando una comune nave oceanografica non riuscirebbe ad operare a causa della copertura stagionale di ghiaccio marino. Gli strumenti sono alimentati da batterie e registrano i dati su un'apposita memoria interna. In questo modo si ottengono lunghe serie temporali di misure di velocità e direzione delle correnti, della temperatura, salinità e torbidità delle masse d'acqua e il campionamento di particolato in caduta nella colonna d'acqua. La boa in testa alla linea d'ormeggio viene posizionata ad una profondità di circa 200 m per evitare l'eventualità che la parte sommersa di un iceberg in transito la danneggi.

All'estremità inferiore della linea di strumenti, la zavorra è costituita da diverse ruote di treno dismesse. Poco sopra la zavorra, il cavo è fissato ad un congegno che assicura il recupero della catena oceanografica. Esso è costituito da una coppia di sganciatori, montati in parallelo, i quali all'atto del recupero vengono attivati dalla nave. Dopo aver inviato un segnale acustico, la zavorra viene rilasciata e la catena strumentale risale lentamente alla superficie, spinta dalle boe di galleggiamento. Qui viene "rampinata" e recuperata dalla zona poppiera della nave utilizzando attrezzatura della nave.

## Altre attività

Nell'analisi delle attività si considerano altri strumenti che vanno ad integrare, nell'ambito di una ricerca oceanografica, le tre attività primarie evidenziate precedentemente.

- Lanci di XBT: eXpandable BatyTermometer sono delle sonde per la misura del profilo di temperatura lungo la colonna d'acqua con nave in movimento. Le sonde forniscono il profilo fino a 760 metri di profondità
- Lanci di drifter: sono boe alla deriva della durata di 2 o 3 anni che trasmettono la temperatura dell'acqua e la propria posizione a satelliti geostazionari in tempo reale.
- FRRF, fotosonde, spettroradiometri: sono sonde subacquee a calo manuale per la misurazione dei profili, rispettivamente di fluorescenza modulata, di irradianza PAR e irradianza sottomarina. Arrivano a una profondità di 70 metri.
- Correntometri: è uno strumento utile nello studio della velocità e dei fenomeni relativi alle correnti marine.

## **7.3 Rapporto uomo-ambiente**

L' Artico e l'Antartico rappresentano un ambiente estremo per l'uomo in quanto sono alterate le normali condizioni di vita a cui è abituato: clima particolarmente freddo, dipendenza da approvvigionamenti esterni, isolamento, forzata convivenza in piccoli gruppi, scarsa mobilità, limitati contatti sociali e faticosa riorganizzazione delle normali attività professionali e ricreative. Questa particolare condizione determina un aumento dello stress da parte degli spedizionisti, che va monitorato e studiato per promuovere una progettazione atta a garantire loro la migliore possibilità di adattamento.

In questi ambienti, le variabili da considerare con più attenzione sono tre: quelle esterne, per le particolari condizioni climatiche; quelle interne o individuali, riferite alle caratteristiche di tratto degli spedizionisti che influenzano la loro interpretazione soggettiva degli eventi da gestire; quelle relazionali, legate alle capacità di comunicare e di rapportarsi all'ambiente, considerato nei suoi aspetti fisici e psicosociali.

Variabili esterne sono:

il freddo, è senza dubbio il primo elemento da considerare. L'esposizione alle basse temperature può causare alterazioni a livello fisiologico, modificazioni della performance dei soggetti e variazioni del tono dell'umore.

Modificazioni del primo tipo possono riguardare cambiamenti a livello di apparato cardiovascolare e squilibri funzionali della tiroide.

Per quanto riguarda l'alterazione della performance dei soggetti è stato verificato che l'efficienza operativa, basata sull'uso delle mani, diminuisce già a partire da temperature al di sotto dei 13° C se non si dispone di adeguati sistemi di protezione. L'esposizione al freddo può compromettere il buon esito di compiti.

Sul piano psicologico, in alcuni soggetti si è registrato una diminuzione del comportamento altruistico, l'insorgere di condotte più aggressive, ansia, depressione.

La costante presenza del sole, ciò determina l'assenza di periodi alternati di luce e buio che inducono alterazioni del ciclo sonno-veglia, con riduzione del sonno profondo e minor riposo. Si genera quindi una situazione di maggiore stress per l'uomo e soprattutto di incapacità di rilassamento.

La presenza costante della luce e l'effetto di riverbero che le superfici bianche dei ghiacci generano a contatto con essa, sono un ulteriore elemento di stress per occhi e pelle, che vanno pertanto riparati con opportuni dispositivi di protezione.

Il vento, spira quasi costantemente; oltre a fornire stress fisico alla pelle degli spedizionisti, può generare irritabilità.

Infine l'assenza di germi, che genera nell'uomo un abbassamento delle sue difese immunitarie, determinando una situazione di rischio di infezioni e malattie respiratorie all'arrivo di nuovo personale proveniente da luoghi meno "incontaminati" o al rientro in Patria alla fine della spedizione.

## 7.4 Rapporto ambiente-imbarcazione

L'uomo, sin dall'antichità ha avuto l'esigenza di solcare i mari e ha imparato a costruire imbarcazioni sempre più funzionali ed efficienti per realizzare i propri spostamenti e il proprio sostentamento.

La costruzione delle imbarcazioni si è sempre più affinata per meglio rispondere ai bisogni primari dell'uomo e per far fronte alle nuove esigenze che nascono dalla voglia di esplorazione. Si sono così affiancate alla produzione delle imbarcazioni per il trasporto delle persone e per la pesca, anche mezzi navali specifici per particolari attività come in questo caso, la ricerca scientifica in ambiente estremo.

Proprio da questa prima distinzione emerge la necessità di analizzare le specifiche condizioni ambientali durante il periodo in cui il mezzo navale andrà ad operare, in relazione agli effetti che determinano sull'imbarcazione per individuare le specifiche problematiche non presenti in altri contesti.

Va considerata la temperatura dell'aria molto bassa, 0/5° C, unita alla possibilità di precipitazione a carattere nevoso molto elevata, e all'accumulo di pozze d'acqua che con molta probabilità possono portare alla formazione di ghiaccio sulle superfici. Tali situazioni sono da considerare poichè il ghiaccio è la prima fonte di rischio che può causare incidenti e mal funzionamento degli elementi. La temperature basse inoltre costringono i ricercatori e l'equipaggio a munirsi di apposite tute di protezione che riducono la libertà di movimento degli stessi. Tali condizioni vanno tenute presenti nella progettazione



degli spazi esterni, nello studio della disposizione degli elementi, ma anche nella progettazione degli spazi interni, in quanto pur essendo previsto un sistema di riscaldamento nella cabina, esso sarà tale da mantenere una temperatura di 12° C.

Altro elemento da considerare è la costante presenza del sole i cui raggi possono, da una parte rendere difficili le operazioni di navigazione e di ricerca realizzando effetti di abbagliamento, dall'altra possono alterare le condizioni fisico-meccaniche delle superfici ad essi esposte, facendole surriscaldare, rammollire o ingiallire. Questo implica un adeguato studio dei materiali da impiegare e della loro disposizione.

Da queste considerazioni emerge come la progettazione di un mezzo per ricerca oceanografica in ambiente estremo, implichi uno studio più attento e approfondito di una normale progettazione navale, poichè è necessario tenere in considerazione numerosi vincoli che riducono le possibilità progettuali, costringendo a ricercare soluzioni innovative.

## 7.5 Rapporto uomo-imbarcazione

Come si è visto, le condizioni ambientali influenzano in modo determinante la progettazione del nuovo mezzo navale ma esse non sono gli unici vincoli che devono essere considerati. Infatti molte scelte progettuali, che si adottano in campo navale e più in generale nella progettazione di prodotti industriali, sono dettate dal tipo di target a cui ci si rivolge. Lo studio del target di riferimento è fondamentale per la progettazione poichè implica l'individuazione delle problematiche peculiari che possono emergere dalla compresenza di più fattori specifici in questo particolare contesto. Su una nave oceanografica i ricercatori hanno la necessità di muoversi ed operare in completa autonomia per effettuare le loro operazioni di ricerca; ma va considerato che essi, nella maggior parte dei casi, non sono abituati a situazioni ed impedimenti fisici considerati abituali per persone esperte dell'ambiente di mare. Bisognerà, pertanto, cercare in ogni modo di facilitare il riconoscimento delle convenzioni comunemente adottate e se possibile modificarle o eliminarle a favore di una maggiore facilità nei movimenti, riducendo così il rischio di incidenti. Particolare attenzione dovrà essere posta per i passaggi attraverso porte o botole, superamento o discesa di gradini, altezze degli

ambienti, differenze di livello tra vari piani. Queste valutazioni sono fondamentali per garantire un ambiente di lavoro sicuro ed efficiente che favorisca gli spostamenti e lo svolgimento delle singole attività lavorative.

## 7.6 Casi studio\_navi oceanografiche

### 1. R/V ATLANTIS

Il vascello da ricerca Atlantis facente parte della Woods Hole Oceanographic Institution for the American ocean research community, è uno dei più sofisticati vascelli da ricerca esistenti, equipaggiato con avanzati sistemi di navigazione, mappatura del fondale e sistema di comunicazione satellitare.

Questa imbarcazione è stata progettata per poter accogliere e supportare le strumentazioni dell'U.S. National Deep Submergence Facility, che include l'utilizzo di sistemi filoguidati e sommergibili con operatore a bordo.

Caratteristiche generali:

costruzione: 1997

lunghezza: 274 feet (83 metri)

laboratori: 3,50 sq feet

velocità: di crociera - 12.0 knots

massima - 15.0 knots

minima - 0 knots





R/V ATLANTIS

## 2. R/V KNORR

Il vascello da ricerca Knorr deriva direttamente dall'adattamento di un'imbarcazione in forze alla marina militare statunitense, ora operante sotto l'insegna del Woods Hole Oceanographic Institution (WHOI) ai fini della ricerca scientifica in ambito oceanografico.

Varato nel 1968, è stato consegnato al WHOI nel 1970 ed è stato completamente rivisto e revisionato nel 1991, questa nave oceanografica è in grado di ospitare laboratori di biologia, chimica, geologia e geofisica, oceanografia fisica ed ingegneria di oceano. E' ora equipaggiato con moderni sistemi di navigazione e sistemi di comunicazione satellitari, potendo così portare a termine simultaneamente numerosi progetti scientifici.

Caratteristiche generali:

Costruzione: 1969

Lunghezza: 279 feet (84 metri)

Laboratori: 270 mq circa

Velocità: di crociera - 12.0 knots

                  massima - 14.5 knots

                  minima - 0.1 knots



R/V KNORR

### 3. R/V STEWARD JOHSON

Il nome del vascello deriva dal fondatore della Harber Branch, appunto J.Steward Johnson; si tratta di una nave da ricerca e trasporto sommergibili di poco superiore ai 60 metri, commissionata nel 1985 e completamente riallestita agli inizi del 1994, in grado di operare negli oceani di tutto il mondo. Essendo stata rivisitata da pochi anni, le strumentazioni montate sono all'avanguardia, sia per ciò che riguarda il sistema di navigazione, sia per l'apparato di comunicazione.

Caratteristiche generali:

Costruzione: 1985

Lunghezza: 204 feet (62 metri)

Velocità: di crociera - n.d.

massima - 13 knots

minima - 0 knots



R/V STEWARD JOHNSON

#### 4. R/V USCGC HEALY CRUISE

L'USCGC Healy è una nave rompighiaccio battente bandiera statunitense commissionata dal US Coast Guard nel 2000. Il vascello è stato progettato con la missione primaria di ricerca scientifica in ambiente artico e antartico, la nave è stata progettata con una robustezza e una ridondanza sufficiente a garantire la corretta esecuzione di missioni polari anche in clima invernale. Altre prerogative di questa nave sono la capacità di trasporto carburante e approvvigionamento logistico dei campi base. All'interno sono presenti ampi spazi per i laboratori progettati con tecniche recenti e in previsione di ulteriori implementazioni tecnologiche. La nave è in grado di accogliere 85 persone per ciò che riguarda il personale scientifico necessitando di 67 persone di equipaggio.

Caratteristiche generali:

Costruzione: 2000

Lunghezza: 420 feet (128 metri)

Laboratori: 564 mq circa

Velocità: di crociera - 12.5 knots

massima - 17 knots

minima - 0 knots



R/V USCGC HEALY CRUISE

## 5. ITALICA

Dal 1990 le spedizioni italiane utilizzano la nave polare Italica che stazza 5600 tonnellate ed è lunga 130 metri circa. In seguito a successive trasformazioni la nave può essere considerata sia cargo che oceanografica.

Dispone anche di cisterne che la rendono idonea a rifornire di carburante i serbatoi di BTN. La nave è il mezzo tradizionale per andare in Antartide ed è tuttora insostituibile per il trasporto di carichi pesanti. Di norma l'Italica parte da Ravenna e raggiunge dopo circa un mese uno o più porti australi. Da qui, con una navigazione di 2000 miglia, in parte tra i ghiacci, che può richiedere una decina di giorni, arriva a BTN.

La motonave Italica è stata acquistata da Diamar di Napoli nel 1990 e successivamente sottoposta ad una totale e radicale conversione operata dalla società stessa al fine di raggiungere i requisiti standard richiesti ad un vascello da ricerca, potendo così partecipare alla spedizione antartica organizzata nel 1990/91.

Caratteristiche generali:

Lunghezza: 130,30 metri

Larghezza: 17,30 metri

Velocità: di crociera - 13.5 knots

                  massima - 16.5 knots

                  minima - 0 knots





ITALICA

Uno dei più interessanti e creativi vascelli oceanografici è il FLIP (Floating Instrument Platform). Lunga 108 metri, a forma di cucchiaio, può essere capovolta dalla linea di galleggiamento orizzontale a quella verticale con un sistema di pompaggio di acqua di mare e aria, ed essendo capace di posizionarsi verticalmente, risponde pienamente alla richiesta di stabilità di una nave oceanografica. Una volta giunto in loco, il FLIP allaga la poppa con 1500 tonnellate d'acqua, immergendosi per gran parte e lasciando fuori solo 18 dei 118 metri di lunghezza complessiva del vascello; così facendo, diventa virtualmente insensibile alle oscillazioni dovute al moto ondoso. La manovra di posizionamento verticale si completa in 28 minuti, a questo punto, la parte della nave che finisce sott'acqua, permette di svolgere ricerche sofisticate sulle onde marine, i segnali acustici, la temperatura e densità dell'acqua e la raccolta dei dati meteorologici. Quando assume la posizione verticale, gli scienziati all'interno del FLIP si trovano a camminare, letteralmente, sui muri. FLIP è stato creato nel 1962 da due scienziati, Fred Fisher e Fred Spiess, volevano, per le loro ricerche sulle forme d'onda del mare, un mezzo più stabile di una nave da ricerca tradizionale.

Grazie a FLIP, l'assetto da orizzontale a verticale è uno dei momenti più suggestivi che si possono vedere in mare. FLIP, a causa delle potenziali interferenze ai delicati strumenti acustici, non ha motori o altri mezzi di propulsione, quindi deve essere trainato in mare a una velocità di 7-10 nodi. Raggiunto il luogo desiderato, si posiziona operativamente, utilizzando tutte o una delle sue tre ancore.

Il lungo e sottile scafo del FLIP, a forma di cucchiaio, dotato di speciali cisterne zavorra, è inondato d'acqua di mare per farlo finire sott'acqua, mentre l'estremità opposta è fatta salire in alto con l'aria nei serbatoi. L'estremità sporgente di FLIP, in altezza è equivalente a un edificio di cinque piani.

FLIP può operare altrettanto bene in acque poco profonde o con una profondità di oltre 3.600 km. Una volta che i novantuno metri dello scafo di prua è sommerso in assetto verticale, la nave è così stabile che praticamente non avverte l'influenza del moto ondoso (è stata progettata per resistere alla forza d'urto di onde alte 24 metri).



Interessante le soluzioni adottate quando la nave si posiziona verticalmente, la paratia si trasforma in pavimento e le aree di lavoro cambiano.

Tutte le aree operative si trovano nella parte superiore della FLIP, dove vivono e lavorano fino a un massimo di sedici persone. Per poter utilizzare lo stesso spazio in posizione orizzontale e verticale, ogni camera ha una porta sulla parete e una sul soffitto.

I letti a castello, i bagni, la cucina sono costruiti su sospensioni cardaniche, in modo da farli orientare con l'assetto della nave; altri elementi devono essere smontati e spostati.

Non tutti gli oggetti interni possono essere ruotati, per questo sono doppi, come due lavandini in bagno per averne uno sempre nella posizione corretta.

La fonte di alimentazione principale deriva da due generatori di 150kW con un generatore di 40kW per il backup. L'equipaggiamento per la navigazione include un giroscopio, il GPS e il radar. Le comunicazioni sono garantite da apparecchiature radio per operare sulle frequenze HF, VHF, INMARSAT (satellitare) e cellulari.

La vita per i cinque membri dell'equipaggio e undici ricercatori a bordo del FLIP, non è per i deboli di cuore, specialmente quando si deve stare sul ponte, mentre il ponte sotto diventa gradualmente una paratia.

Il capitano William Gaines A, vicedirettore del Laboratorio Marino di Fisica presso Scripps Institution of Oceanography, ha detto:

“Gli ultimi quindici minuti del movimento per l'assetto verticale della nave avviene rapidamente. L'equipaggio e piloti rimangono sui ponti esterni, c'è molto rumore quando l'aria residua dalle cisterne di zavorra esce dalle linee di sfiato situate sul ponte più basso esterno.

Una volta che l'assetto verticale è terminato, il personale deve far fronte con il lavoro che si svolge su cinque piani sopra l'oceano, con scale ripide e spazi ristretti necessari per rendere operativa la nave.

In mare l'abitabilità su FLIP è condizionata a causa degli spazi combinati, la privacy è limitata. Ci sono due servizi igienici di bordo, due docce, ma solo una può essere utilizzata in assetto verticale o in assetto orizzontale.



## 7.7 Casi studio\_doppio scafo

### MN ORLOVA

Costruita nel 1976 in Jugoslavia , ristrutturata nel 1999 e successivamente nel 2002, la Motonave Orlova è una confortevole nave passeggeri a scafo rinforzato, lunga 100 metri. La nave ha a bordo equipaggio e ufficiali russi, tutti con grande esperienza di navigazione su ghiaccio. Il capitano, russo, è un esperto di ricognizioni al polo. Progettata per esplora-re i più remoti angoli del mondo, la nave è dotata di stabilizzatori, per una più tranquilla navigazione e risponde a tutti gli standards di sicurezza.

Questa nave ospita 110 passeggeri in cabine doppie, triple e suites, tutte esterne. Tutte le cabine hanno 2 letti bassi e bagno privato, un oblò o finestra oltre ad una scrivania, ad un piccolo spazio per sedersi e ad un ampio spazio per i bagagli. E' equipaggiata con sala letture, bar, sala da pranzo, un'infermeria e una libreria con numerosi testi sull'Antartide. Dagli ampi e spaziosi ponti all'aperto, dove si è sempre benvenuti, è possibile ammirare stupendi panorami. L'atmosfera, a bordo, è rilassata, più affine a quella di una spedizione privata che a quella di una crociera convenzionale.



MN ORLOVA



## MN PROFESSOR MOLCHANOV

Costruita nel 1982 in Finlandia, assieme alla MN Professor Multanovskiy e alla MN Akademik Shokalskiy, per ricerche polari e oceaniche, la MN Professor Molchanov è stata successivamente ristrutturata per trasformarsi in una confortevole nave passeggeri a scafo rinforzato. La nave ha a bordo equipaggio e ufficiali russi, tutti con grande esperienza di navigazione su ghiaccio. Il capitano, russo, è un esperto di ricognizioni al polo. Progettata per esplorare i più remoti angoli del mondo, la nave è dotata di stabilizzatori, per una più tranquilla navigazione e risponde a tutti gli standards di sicurezza.

La nave è stata convertita ad uso passeggeri ed oggi naviga compiendo expedition cruising ad alte latitudini. Al suo interno ospita una suite, 23 cabine doppie e 2 cabine triple. Le aree comuni consistono in un salone, un bar, una piccola biblioteca, un'infermeria e una sauna. LA sala da pranzo è utilizzata anche come sala lettura e sala riunioni. All'esterno poi, i ponti ospitano numerose aree d'osservazione accessibili a tutti. La nave inoltre, è dotata di un gommone utilizzato per i collegamenti a terra e per escursioni finalizzate all'osservazione della fauna dei luoghi.





MN PROFESSOR MOLCHANOV

## MN PROFESSOR MULTANOVSKIY

Costruita nel 1982 in Finlandia, assieme alla MN Professor Molchanov e alla MN Akademik Shokalskiy, per ricerche polari e oceaniche, la MN Professor Multanovskiy è stata successivamente ristrutturata per trasformarsi in una confortevole nave passeggeri a scafo rinforzato. La nave ha a bordo equipaggio e ufficiali russi, tutti con grande esperienza di navigazione su ghiaccio. Il capitano, russo, è un esperto di ricognizioni al polo. Progettata per esplorare i più remoti angoli del mondo, la nave è dotata di stabilizzatori, per una più tranquilla navigazione e risponde a tutti gli standards di sicurezza.

Questa nave ospita 48 passeggeri in cabine doppie, triple, alcune con bagno privato e altre con bagno condiviso, e suites. Tutte le cabine hanno un oblò o finestra oltre ad una scrivania, ad un piccolo spazio per sedersi e ad un ampio spazio per i bagagli. E' equipaggiata con una piccola libreria, infermeria, sauna, sala da pranzo e bar. Dagli ampi e spaziosi ponti all'aperto, dove si è sempre benvenuti, è possibile ammirare stupendi panorami. L'atmosfera, a bordo, è rilassata, più affine a quella di una spedizione privata che a quella di una crociera convenzionale.



MN PROFESSOR MULTANOVSKIY

## MN AKADEMIK SHOKALSKIY

Costruita nel 1982-83 in Finlandia, assieme alla MN Professor Multanovskiy e alla MN Professor Molchanov, per ricerche polari e oceaniche, la MN Akademik Shokalskiy è stata successivamente ristrutturata per trasformarsi in una confortevole nave passeggeri a scafo rinforzato. La nave ha a bordo equipaggio con grande esperienza di navigazione su ghiaccio. Progettata per esplorare i più remoti angoli del mondo, la nave è dotata di stabilizzatori, per una più tranquilla navigazione e risponde a tutti gli standards di sicurezza. La nave è costituita da due ponti passeggeri, con sale da pranzo, bar, una biblioteca, una sauna e cabine in grado di ospitare un totale di 54 passeggeri.



MN AKADEMIK SHOKALSKIY

## 7.8 Turismo al Polo

Le navi-avventura sono l'ultima moda del crocierismo mondiale. Si va tra i ghiacci o nella giungla.

Affrontare i ghiacci dell'Antartide sorseggiando un drink, comodamente seduti dietro una vetrata del bar di una nave da crociera, oppure risalire il Rio delle Amazzoni e alcuni suoi affluenti ascoltando i mille suoni della giungla. Oggi è possibile, anzi, la crociera avventurosa sta diventando un fenomeno di tendenza. È un aspetto di quel grande mercato delle crociere che cresce cercando sempre nuovi clienti con offerte sbalorditive.

Sono nate così quelle che internazionalmente vengono chiamate «Expeditions and Nature Cruises».

Queste crociere non possono ovviamente essere fatte con quella sorta di Las Vegas naviganti che sono i moderni bastimenti destinati al turismo. Si fanno con unità piccole, spesso con soluzioni abitative spartane, senza occasioni di divertimento a bordo salvo le conferenze preparatorie di naturalisti o scienziati.

Nella maggioranza dei casi le navi hanno scafi rinforzati per reggere l'eventuale pressione dei ghiacci, quando non si tratta di autentici rompighiaccio trasformati all'interno. Le aree di maggior attività sono da luglio a settembre quelle artiche, e da novembre a marzo le antartiche. Negli altri mesi le cosiddette «Expedition Vessel» visitano le più lontane fra le isole del Pacifico, le coste della Papua-Nuova Guinea o risalgono i fiumi tropicali.

L'idea per questa forma di turismo nautico, spesso estrema, venne nel 1966 a un imprenditore svedese, Laris Eric Lindblad, che tre anni dopo battezzò la sua piccola ma solida nave Lindblad Explorer. Oggi la società Lindblad Expeditions, con sede negli Stati Uniti, dispone di una flotta di cinque piccole navi che operano con la supervisione della celebre National Geographic Society di Washington. L'ammiraglia è la National Geographic Explorer di 6500 tonnellate di stazza lorda in grado di trasportare un massimo di 180 passeggeri.

Va comunque segnalato che queste crociere sono decisamente più costose di quelle sulle normali meganavi. Per esempio, l'itinerario classico della Fram, che appartiene alla compagnia norvegese Hurtigruten, della durata di 15 giorni, con partenza e arrivo a Ushuaia,

nell'estremo Sud dell'Argentina e almeno cinque giorni di navigazione in Antartide, costa poco più di 7.000 euro, compreso il volo di andata e ritorno dall'Italia.

Il pezzo forte delle crociere-avventura, che si sta concludendo in questi giorni, è il Passaggio a NordOvest, ovvero la navigazione dall'Atlantico al Pacifico sfiorando il Polo Nord, resa ora più facile dalla diminuzione della superficie ghiacciata.

## 8\_La motonave “Ambriabella”







Il mito di Ambriabella nasce a Trieste, nei Cantieri Felszegi nel 1962 e cresce alimentandosi di vita quotidiana nei mari dell'Europa del sud, facendosi storia e memoria. Dopo oltre quarant'anni di pellegrinaggio, oggi Ambriabella è tornata a casa e aspetta il re che la faccia ritornare splendida regina sul mare, per scrivere la sua nuova storia.

Quando Ambriabella nasce, nel 1962, è l'anno in cui l'economia italiana cresce dell'8,6%, come non ha mai fatto prima e non farà mai più dopo. È l'Italia del boom. L'industrializzazione di una paese uscito a pezzi dall'ultima guerra è incipiente, trascinata dalla produzione di beni ormai di largo consumo, come l'automobile, gli elettrodomestici, i derivati dalla raffinazione del petrolio, gli alimentari. È l'epoca dei grandi nomi dell'industria pubblica e privata italiana: Enrico Mattei, Adriano Olivetti, gli Agnelli della Fiat, e poi Falck, Pirelli, Piaggio.

#### L'industria navale dell'epoca

Nell'anno del varo di Ambriabella, il 1962, l'economia italiana stava crescendo di oltre l'8,6%.

Un numero impressionante, mai raggiunto prima e che non verrà mai più superato

Ambriabella, nel 1962, come tutte le navi del mondo ha due rivali mortali da fronteggiare: l'automobile e l'aereo. Sono i nuovi mezzi di movimento di massa, che colmano l'immaginario e il necessario di chi si mette in viaggio. Il tempo del mare sta scadendo. Ma le navi che nascono in quegli anni, proprio perché chiudono un'epoca, faranno epoca. Come i transatlantici Raffaello, Michelangelo e Leonardo da Vinci. Ultime espressioni sull'acqua di quella creatività e passione progettuale e artistica italiane che anche a livello industriale, negli anni Sessanta, stanno partendo alla conquista del mondo. Come Ambriabella.

#### Il design italiano

Alla nascita di Ambriabella il design italiano sta vivendo la sua migliore stagione. E' un'esplosione di creatività senza precedenti: Ettore Sottsass, Joe Colombo, Vico Magistretti, Bruno Munari, Gae Aulenti, Giugiaro e Pininfarina sono i nomi che fanno l'epoca. La 500 e la 600, la Vespa e la Ferrari sono tra le icone più appariscenti. E' un nuovo italian style che dall'arredamento alle automobili, dalle telecomunicazioni all'architettura, travolge e reinterpreta ogni settore con il suo irresistibile vento di cambiamento.

E più finisce fuori produzione, con il passare del tempo, più acquista il valore del pezzo unico.

Come Ambriabella.

### Trieste

Nel 1962 Trieste è ritornata ad essere italiana da otto anni.

È stata austriaca fino al 1918, italiana fino al 1945, amministrata da un governo militare angloamericano fino al 1954. È una città che sta cercando di ritrovare la propria strada, tra nuovi italiani arrivati dalle terre passate alla Jugoslavia e altri che invece scelgono di emigrare.

Dal settecento, quando è nata, è naturalmente vocata al porto e al commercio e alle costruzioni marittime. E tutto quello che da questo mondo trae origine, soprattutto se è una nave, ha sempre un sapore speciale, come il primo figlio. Come Ambriabella.

### La nascita

Quando Ambriabella nasce, nel 1962 è destinata alla Società di Navigazione Alto Adriatico e ha una gemella, Dionea. È l'11 gennaio, e le due navi entrano in acqua insieme per il varo al Cantiere Felszegi di Muggia, in provincia di Trieste, sotto gli occhi del ministro della Marina Mercantile dell'epoca, Jervolino. Ambriabella coprirà la linea passeggeri Trieste-Grado, per incentivare il turismo nel Golfo. Viene allestita nei Cantieri San Rocco, sempre a Muggia, e il primo luglio del 1962, alla presenza del nuovo ministro della Marina Mercantile, Macrelli, parte dal molo Pescheria di Trieste per il viaggio inaugurale verso Grado, salutata e accolta dalla folla.

# NAVIGAZIONE ALTO ADRIATICO

TRIESTE



LINIE PER L'ISTRIA - LINIEN NACH ISTRIEN  
LINIJA ZA ISTRO - LINIJA ZA ISTRU



GRAND ESTIV 1977 - SOMMER FAMILIAR 1977  
LETNI VOZNI RED 1977 - LETNI VOZNI REDovi 1977

NAVIGAZIONE ALTO ADRIATICO  
S. p. A.  
TRIESTE

CLASSE UNICA

Nº 14903

## TRIESTE GRADO

Adulti

Ragazzi

● L. 320

L. 160

## ALTO ADRIATICO

motonave  
**DIONEA**



da  
TRIESTE  
GRADO  
per

ISOLA-IZOLA  
PIRANO-PIRAN  
UMAGO-UMAG  
CITTANOVA-NOVIGRAD  
PARENZO-POREČ  
ROVIGNO-ROVINJ  
POLA-PULA

e viceversa

MAGGIO - DICEMBRE

# 1990



### Ambriabella riunisce il mondo

Trieste-Grado, Trieste-Muggia, Trieste e l'Istria, Cherso e Lussino.

Partita per essere la nave delle vacanze nel Golfo, ben presto Ambriabella allarga il suo mondo a un mondo che la fine della seconda guerra mondiale ha diviso brutalmente. Grazie a lei, i triestini possono ritornare in terre, ora jugoslave, dove sono nati, o hanno ancora parenti e amici.

Fino al 1976 Ambriabella è anche "la nave della memoria" e aggiunge la particolarissima ed emozionante storia di migliaia di persone al bagaglio di esperienze che ne costituiranno il mito.

### Da un mare all'altro e poi l'oblio

Nel 1976 Ambriabella comincia a scrivere la sua versione greca. Acquistata dalla compagnia ellenica Idalium, prende il nome Ios e poi Ios Express, passando dalle struggenti malinconie dei panorami istriani alla festosa e spensierata voglia di vacanza dei passeggeri in viaggio tra le isole greche. Passano vent'anni e Ambriabella cambia ancora, stavolta alla Santorini Express Shipping. La chiamano Ionian Express, ma presto ritorna Ambriabella.

Poi, all'alba del nuovo millennio, l'oblio. Sedotta e abbandonata, Ambriabella scompare dalle rotte ufficiali.

Nave appoggio per i subacquei, yacht privato, ancora un ferry. O un rottame arrugginito da smantellare.

Il progetto originale

Costruzione n.66 - IMO 5013923

Nave traghetto passeggeri

Stazza lorda: 292,49 ton

Portata lorda: 115 ton

Lunghezza ft: 51,82 m

Lunghezza pp: 45,60 m

Larghezza ff: 7,40 m

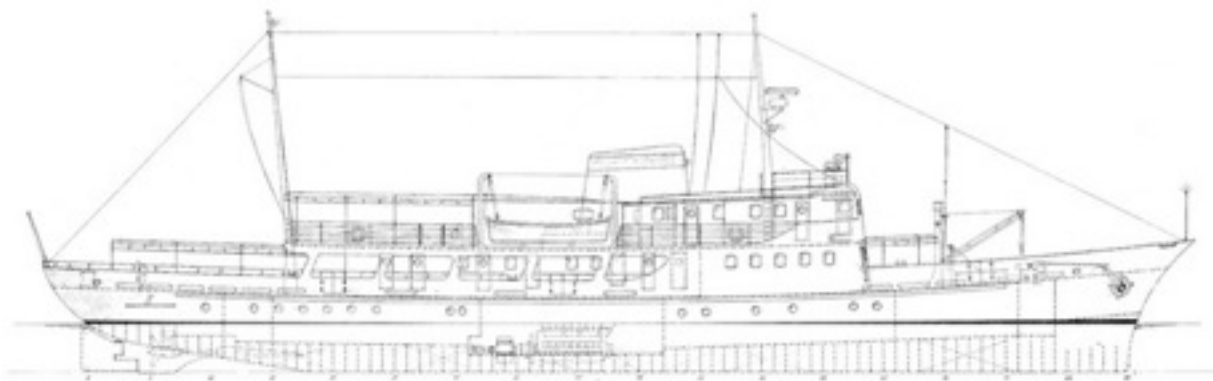
Altezza: 3,25 m

Immersione: 2,20 m

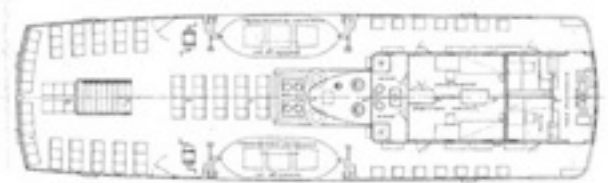
App. motore: 2 Fiat S.G.M. 2x650 cv

Velocità: 15,10 nodi

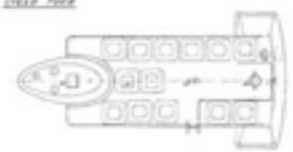
Passeggeri: 314



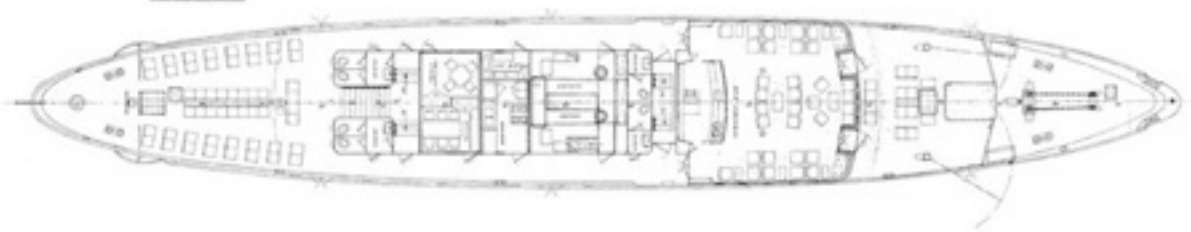
*PIANTE CAPELLANERIA*



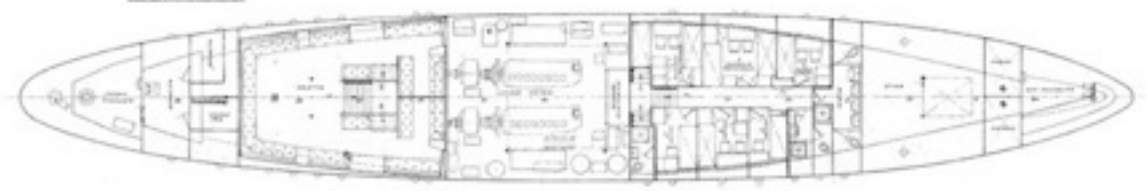
*PIANTE POPE*



*PIANTE CROCELE*



*PIANTE CANTIERE E STIVA*



## 9\_Bibliografia

A. Morvillo, "Tecnologia delle costruzioni navali: la costruzione dello scafo in acciaio", Fridericiana editrice Universitaria, Napoli, 2009

M. M. Sale, "Yacht design: dal concept alla rappresentazione", Tecniche Nuove, Milano 2009

M. G. Grgic, F. Lanz, "Interior Yacht Design", Franco Angeli, Milano 2009

M. G. Grgic, "Il progetto della nave", Franco Angeli, Milano 2009

T. Bartlett, "Motori diesel per la nautica", Hoepli, Milano 2008

D.Dardi, M. Paperini, "Interior yacht design: abitare tra cielo e acqua", Electa architettura, Milano 2009

S. Piardi, A. Ratti, F. Maggiulli, "Costruire imbarcazioni da diporto : esperienze in cantiere", Libreria Clup, Milano 2005

F. Giorgetti, "Yacht Design : interni di barche d'epoca", Yachting Library, Milano 1999

A. Niciforo, "Evoluzione dello yacht dalla origine all'epoca attuale", Tesi di Laurea, Politecnico di Milano 1990/91

A. Noli, "Oceanografia applicata", Euroma, Roma 1991

E. Paganoni, "Ipotesi di allestimento di due laboratori mobili ospitati in container iso 20' e complementare zona di raccordo a bordo di navi per la ricerca oceanografica in Antartide", Tesi di laurea, Milano - Politecnico 2002/03



D. Sozzo, "Progetto di un mezzo navale minore per attività di ricerca oceanografica sottocosta in Antartide : allestimento delle apparecchiature di coperta", Tesi di laurea, Milano - Politecnico 2002/03

F. Martino, "Progetto di massima del ponte di lavoro di una nave cargo-oceanografica per lo svolgimento di attività scientifiche presenti nel Programma Nazionale di Ricerche in Antartide", Tesi di laurea, Milano - Politecnico 2002/03

### SITOGRAFIA

[www.greenreport.it](http://www.greenreport.it)

[www.giornalettismo.it](http://www.giornalettismo.it)

[www.focus.it](http://www.focus.it)

[www.ecoseven.it](http://www.ecoseven.it)

[www.ilmonitodelgiardino.it](http://www.ilmonitodelgiardino.it)

[www.moebiusonline.eu](http://www.moebiusonline.eu)

[www.polarcruises.com](http://www.polarcruises.com)

[www.ambriabella.it](http://www.ambriabella.it)

[www.virtualblognews.altervista.org/flip](http://www.virtualblognews.altervista.org/flip)