SCIENZE E TECNOLOGIE APPLICATE
SETTORE MARITTIMO

MODULO : DUE
UNITA' : UNO

I principali materiali impiegati nella costruzione degli scafi delle navi.

Materiali

Per costruire navi e imbarcazioni, fino a duecento anni fa non c'erano dubbi: **si usava il legno.**
Nel corso dei secoli, le tecniche si sono molto affinate, giungendo ad impiegare differenti tipi di legname (o essenze) per le differenti strutture.

Ne riportiamo di seguito un sintetico elenco, non esaustivo ma sufficiente per i nostri scopi:
. abete, ottimo per le alberature;
. larice, olmo, quercia, adatti per strutture resistenti;
. frassino, guaiaco, molto adatti per elementi soggetti a piegatura;
. pino giallo (l'americano pitch-pine) adatto per il fasciame;
. teak, ottimo per il rivestimento dei ponti;
. mogano, una pregiata essenza adatta per l'arredamento e per il fasciame di imbarcazioni di prestigio.

Ma già **alla fine del diciottesimo secolo il metallo ha fatto la sua comparsa** nella costruzione degli scafi: lastre di rame venivano spesso impiegate per rivestire il fasciame dell'opera viva.

L'avvento della propulsione meccanica, rendendo possibile la realizzazione di bastimenti sempre più grandi, per i quali il legno diventava un materiale inadatto sul piano tecnico e non conveniente sul piano economico, ha favorito lo sviluppo della costruzione metallica.

Il progresso delle artiglierie navali, poi, ha definitivamente imposto l'uso del ferro per la maggior parte delle costruzioni, lasciando al legname i settori del naviglio minore e di realizzazioni speciali, come le unità addette alla ricerca ed eliminazione delle mine.

Più di recente sono entrate nell'uso altre categorie di materiali:
. leghe leggere, cioè leghe dell'alluminio;
. leghe del rame;
. materie plastiche;
. leghe speciali per le eliche.

Il materiale principe della costruzione navale **resta comunque l'acciaio**.

Attenzione: abbiamo detto "acciaio" e non "ferro", anche se è comunemente adoperata la espressione "navi in ferro".

In effetti, il ferro allo stato di metallo puro non è idoneo per l'impiego a bordo e, per la verità, è pochissimo adatto per la maggior parte delle applicazioni meccaniche.

Però, esso si può unire al carbonio in una lega, cioè in una soluzione solida di atomi di carbonio in una matrice di atomi di ferro, dando luogo ad un materiale resistente, versatile, suscettibile di adattarsi, con l'aggiunta di altri elementi, alle più svariate esigenze.

Se la percentuale di carbonio è inferiore al due percento, la lega si chiama "acciaio".

Se la percentuale di carbonio supera detto valore, la lega si chiama "ghisa".

Acciaio e ghisa sono, perciò, parenti stretti (anzi, per produrre l'acciaio di solito si parte dalla ghisa), ma hanno caratteristiche differenti.
Nella costruzione navale di regola si usa l'acciaio, ma troviamo spesso anche la ghisa, ad esempio nelle incastellature e nelle camicie dei cilindri dei motori Diesel.

E vediamo un po' più da vicino questo protagonista.
A parte la composizione chimica, ciò che contraddistingue un acciaio, come per altri materiali da costruzione, sono le sue caratteristiche meccaniche.
Fra di esse, le principali sono:
. **resistenza alla trazione**.
E' un indice della capacità del materiale di sopportare le sollecitazioni più comuni;
. **resilienza.**
E' un indice della fragilità, cioè della capacità di sopportare gli urti;
. **durezza.**
Vi sono altre caratteristiche significative nel nostro campo di interesse, come la lavorabilità meccanica, la piegabilità a freddo, e, importantissima, **la saldabilità**.

Però la caratteristica meccanica di riferimento è la resistenza alla trazione, tanto che i Regolamenti del **Registro Italiano Navale distinguono due categorie:**
. acciai ordinari;
. acciai ad elevata resistenza.

Senza addentrarci troppo nell'argomento, diremo che la resistenza alla trazione si misura ponendo un campione del materiale, di forma e dimensioni unificate a livello internazionale (vedi figura 82)

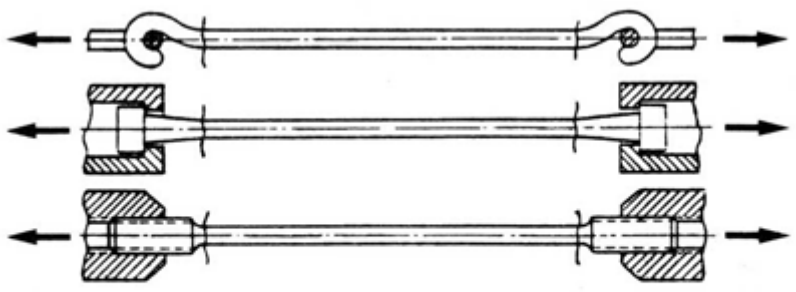

Fig 82 - Campione per prova di resistenza alla trazione

su una apposita macchina, ricavandone un diagramma simile a quello di figura 83, nel quale sono riportati in ascissa gli allungamenti ed in ordinata le sollecitazioni che li hanno determinati.

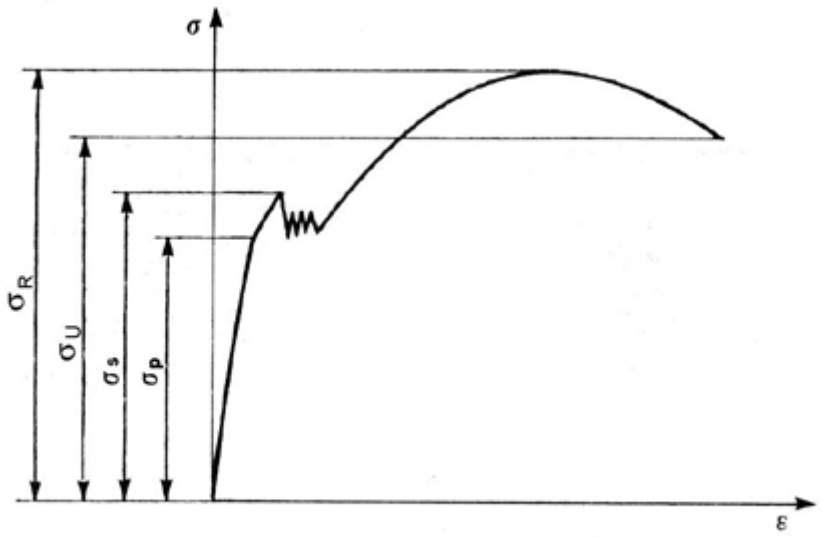

Fig. 83 - Diagramma sollecitazioni - allungamenti

Nel diagramma si distinguono quattro settori:

. un primo settore, in cui l'allungamento è proporzionale alla sollecitazione, secondo una legge enunciata intorno al 1634 dall'inglese Hooke. Il fattore di proporzionalità, che è caratteristico di ogni materiale, si chiama "modulo di elasticità" o "modulo di Young";

. un settore in cui l'allungamento è maggiore di quello previsto dalla legge di Hooke, ma non tanto da deformare in modo permanente il materiale;

. un settore in cui la struttura interna del materiale comincia a perdere le proprie caratteristiche o, come si dice, a "snervarsi";

. infine, un settore in cui la struttura interna si disgrega fino a causare la rottura del campione.

Il settore che ci interessa è quello al disotto del limite di elasticità, nel senso che le strutture vanno calcolate (dimensionate, come si dice in linguaggio tecnico) in modo che la sollecitazione nelle condizioni peggiori resti al disotto del limite di elasticità.

Anzi, al disotto di una frazione di detto limite, chiamata "**carico di sicurezza**" e che si ricava moltiplicandolo per un fattore k minore o al massimo uguale ad uno.
La versatilità dell'acciaio è esaltata dal fatto che l'aggiunta di piccole quantità di altri elementi nella lega lo rende idoneo per particolari esigenze.
Ad esempio:
. l'aggiunta di molibdeno ne esalta la resistenza alle elevate temperature;
. l'aggiunta di silicio ne migliora l'elasticità;
. l'aggiunta di nickel ne migliora la tenacità.

Anche **l'acciaio ha**, peraltro, **il suo tallone di Achille**, rappresentato dalla suscettibilità alla **ossidazione**, ovvero dalla facilità con cui viene attaccato dall'ossigeno presente nell'aria o disciolto nell'acqua, formando quegli ossidi di ferro normalmente conosciuti col nome di ruggine.

Di qui la necessità di proteggerlo mediante appropriati trattamenti e pitture, e, quando occorra, la necessità di ricorrere ad acciai legati con **cromo e nickel**.
L'aggiunta di questi due elementi, si capisce nelle percentuali appropriate, consente di realizzare **acciai inossidabili**, i quali sono classificati a parte, ad esempio nella serie AISI, e presentano elevate qualità meccaniche ed antiossidanti, ma risultano di difficile lavorazione.

Anzi, a lungo sono stati considerati non saldabili e si è dovuto attendere lo sviluppo di tecniche di saldatura avanzate per riuscire a collegare con questa tecnologia componenti in acciaio inox.
L'acciaio ha dominato incontrastato fino alla metà del secolo appena trascorso.
A quel punto ha fatto il suo ingresso nella cantieristica navale un altro materiale, già impiegato nelle costruzioni aeronautiche: **la lega leggera**.
La lega leggera (ma dovremmo dire "le leghe leggere"), una **soluzione solida di magnesio in una matrice di alluminio**, spesso con l'aggiunta di piccole quantità di altri elementi quali manganese, silicio, rame, presenta il grande vantaggio di avere una **resistenza meccanica paragonabile a quella di un acciaio ordinario** a fronte di un peso specifico molto minore, cosicché quando il fattore "peso" diventa critico, il suo impiego rappresenta una opzione molto attraente.
Così, il **Destriero**, la nave italiana che detiene il "Nastro Azzurro", il trofeo assegnato alla nave mercantile che compie nel minor tempo la traversata del Nord Atlantico, ha lo scafo interamente realizzato in lega leggera.

Così pure alcuni traghetti veloci adibiti al cabotaggio, come i collegamenti fra l'Italia continentale e le isole maggiori, e gli aliscafi lanciamissili di numerose Marine Militari.
Certo, anche l'impiego delle **leghe leggere** ha le sue **controindicazioni**, principale delle quali il **rischio d'incendio** derivante dal fatto che esse bruciano con relativa facilità.
E' questo il motivo per il quale nelle sovrastrutture delle navi da guerra, la l.l., inizialmente

impiegata con entusiasmo, ha di nuovo lasciato il posto all'acciaio. E' stata una delle cosiddette "lezioni imparate" delle guerra combattuta fra Regno Unito e Repubblica Argentina per la sovranità sulle isole Falkland o Malvinas.

E veniamo alla terza famiglia di materiali metallici impiegati nella costruzione navale: le **leghe del rame**.
Ne distinguiamo tre tipi:
. bronzi, ovvero leghe rame - stagno;
. ottoni, ovvero leghe rame - zinco;
. cupronickel, ovvero leghe rame - nickel.
L'analisi chimica rivelerebbe altri elementi, ma fondamentali sono quelli citati.
Il bronzo è ampiamente presente a bordo, perché possiede alcune caratteristiche che ne fanno un prezioso alleato per costruttori e marinai:
. è di fatto **inalterabile nel tempo**, poiché quasi inattaccabile dagli agenti atmosferici e dall'acqua di mare;
. è **amagnetico.** Una caratteristica, questa, che lo rende idoneo per molte applicazioni militari, particolarmente sulle unità addette alla caccia delle mine;
. è **molto fluido allo stato fuso**, sicché risulta adattissimo in fonderia.

Valvolame ed eliche sono impieghi, come si dice, di elezione per questa lega.
L'ottone è un materiale simile al bronzo, ma si caratterizza per il suo aspetto "morbido" e dorato, che ne fa un materiale di elezione per tutte quelle applicazioni nelle quali, accanto all'inattaccabilità dagli agenti atmosferici, si richieda come dire.una bella presenza. Arredamento, quindi, giallocce, bitte eccetera.
Il cupronickel, entrato nell'uso navale per ultimo, trova largo impiego nelle tubolature percorse da acqua di mare, per la sua caratteristica di non consentire l'attecchimento della vegetazione marina, che invece attecchisce molto bene nelle tubolature in ferro.
Ma è ormai giunto il momento di parlare di un materiale che, per la costruzione dello scafo delle imbarcazioni, non teme rivali: **la plastica**.
Il suo sviluppo ha seguito lo sviluppo della navigazione da diporto, dapprima nei piccoli natanti a motore e nelle piccole derive a vela, crescendo poi via via fino ai moderni motoscafi al limite della classificazione come imbarcazione ed oltre.
In campo militare si è ormai affermato il suo impiego per realizzare lo scafo delle unità adibite alla caccia delle mine: si tratta di mezzi da oltre cinquecento tonnellate di dislocamento, lunghe oltre cinquanta metri.
Questo particolare impiego è suggerito dal fatto che si tratta di un **materiale amagnetico** e di conseguenza passa sopra le mine ad influenza magnetica senza attivarne i dispositivi di scoppio.

Due altri aspetti caratterizzano le materie plastiche.

Il primo.
Quando si parla di materie plastiche in campo navale, si intende parlare di **prodotti di natura organica**, derivati dagli **idrocarburi** ed appartenenti a due famiglie:
. resine termoindurenti;
. resine termoplastiche;
in relazione al loro comportamento durante la lavorazione.

Il secondo.
Le **resine sintetiche non possiedono di per sé caratteristiche di robustezza** tali da consentirne l'impiego a bordo.

Esse **costituiscono**, invece, una sorta di **legante per un reticolo di fibre di prodotti di varia natura**, ma solitamente inorganica, alle quali è affidato il compito di assicurare la robustezza dell'insieme.
Fra di esse primeggiano le **fibre di vetro**: sottili filamenti in prevalenza costituiti da ossido di silicio, cui si aggiungono ossidi di alluminio, ferro, magnesio, a volte calcio e che sono commercializzate con vari nomi (mat, stuoie, roving, chops).

L'insieme resina più fibra costituisce un materiale con ottime qualità meccaniche, avente il pregio di una grande facilità di lavorazione, sicché risulta particolarmente indicato per la produzione di serie.
Del resto, anche le grosse imbarcazioni del costo di vari milioni di Euro, sono spesso frutto del lavoro di allestimento su "gusci" prodotti da un unico stabilimento ed inviati ai vari cantieri.
Un'altra qualità importante di questo materiale è la resistenza agli agenti atmosferici ed all'acqua.

Le strutture resistenti (chiglia, madieri, costole) hanno spesso un'anima metallica.

Non possiamo chiudere questa lezione senza un accenno ad una categoria di materiali indispensabile su qualsiasi mezzo navale: **le pitture**.
Abbiamo visto l'uso delle pitture nel trattamento della carena.(Antiveggetative)

Altri tipi di pittura vengono impiegati per il trattamento del fumaiolo, dei ponti scoperti, del fuoribordo, delle sovrastrutture.
Pitture particolari sono utilizzate per il rivestimento delle casse, dei depositi, delle celle secche; differenti pitture a seconda del contenuto di casse e depositi.
Le tubolature, a loro volta, sono pitturate con differenti colori e componenti della mescola a seconda del fluido che le percorre.
Chiudiamo qui questa lezione, nella quale abbiamo cercato di sintetizzare, in modo molto Superficiale, **i principali materiali impiegati nella costruzione degli scafi delle navi.**
Molti e diversificati sono i materiali utilizzati a bordo, nel grande settore dell'allestimento; dalle ancore in acciaio, pitturate generalmente di nero, ai tessuti ininfiammabili delle tendine delle cabine.