Giannini_Febbraio_2022.qxp_Febbraio 2022 17/01/22 17:00 Pagina 79

La coperta di una barca deve sostenere spinte laterali, torsioni e flessioni e avere proprietà isolanti.

COPERTE, ALBERI E MAGAGNE

di SACHA GIANNINI

Difetti riscontrabili in alcune barche usate dipendono da tecniche costruttive e materiali che negli anni si sono rivelati poco affidabili. Ma soprattutto da mancate ispezioni

Spesso i criteri utilizzati nella scelta di una barca sono principalmente di carattere estetico, secondo le tendenze del momento. Al punto che principi aero-idrodinamici, strutturali e di sicurezza passano sovente in secondo piano rispetto a comfort e abitabilità dei volumi. Tanto, si dice, "il motore spinge ogni cosa" il che è abbastanza vero nei motoscafi, ma non su una barca a vela dove il propulsore principale è (o dovrebbe essere) il vento e dove dislocamenti e forme di carena, possono fare una netta differenza tra galleggiare goffamente e navigare.

Possedere una barca molto bella, arredata con legni pregiati e accessori "aeronautici" ma con uno scafo sottile e fragile è come avere un bellissimo casale in pietra con le fondamenta in cartongesso. Prue, masconi, bagli e poppe non sono solo sezioni trasversali ma veri e propri nodi progettuali e insieme alla lunghezza al galleggiamento (Lwl) danno forma e dimensione allo scafo e alla coperta, sulle quali bisogna calibrare convivenze e compromessi. Per molti le barche di classe Ior rappresentano tutt'ora il meglio della cantieristica nautica. Si tratta di scafi semplici e al tempo stesso potenti. Di linee aggraziate, tengono bene il mare, sono equilibrate e sono pensate per le regate d'altura, quindi veloci, armate discretamente e dotate di arredi interni e impianti sufficienti per andare in crociera con relax. Per questo ve ne sono ancora molte in circolazione, sulle quali però non di rado vengono alla luce difetti legati a tecniche costruttive e materiali superati, in particolare nel sandwich della coperta che pertanto dovrebbe essere oggetto di periodiche e approfondite ispezioni (figura 1).

Fig. 1 - *I blocchetti di balsa della coperta delaminata di un Taipei Formosa 42.*

Il sandwich in coperta. La coperta di una barca non è solo un "lastrico solare praticabile", ma uno spazio funzionale a sostenere carichi uniformi, puntuali e

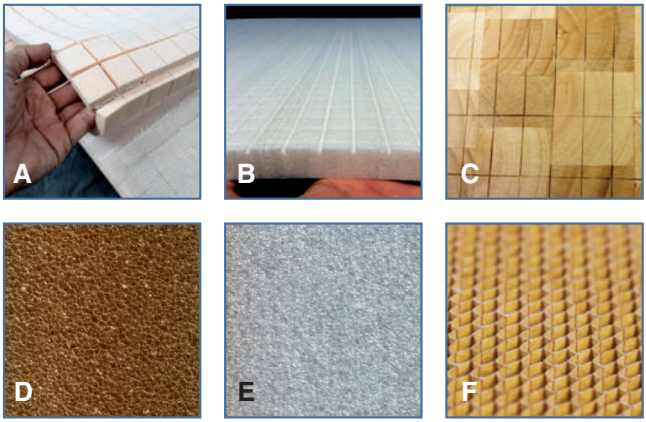

Fig. 2 - *Alcuni esempi di "core". Schiuma di pvc (A), schiuma di pet (B), balsa o contourkore (C), Airex (D), Roacel (E) e nidi d'ape o honeycomb (F).*

accidentali. È in sostanza parte integrante di un sistema statico che deve sopportare spinte laterali, torsioni e flessioni e deve per di più avere proprietà termiche e di impermeabilità.

La riduzione del peso (abbassamento del baricentro), e l'aumento della coibentazione sono i criteri che da sempre giustificano l'impiego per questa porzione dello scafo di pelli e anime, *skin* e *core*, di multistrati compositi o semplicemente di sandwich.

Dal pregiato *honeycomb*, il nidi d'ape alveolare derivato dall'aeronautica, allo strapotere ventennale della balsa (o *contourkore*, materiale con buona densità e resistenza a compressione ma il meno marino in assoluto per igroscopicità) fino ai polistiroli più evoluti come il *termanto* in pannelli di *Pvc* (espanso reticolato rigido a cellula chiusa che troviamo nel 60-70 per cento delle barche realizzate dopo gli Anni 90), al Roacel, all'Airex o allo Styrofoam (figura 2), il sandwich rappresenta il materiale più usato da sempre nelle coperte delle imbarcazioni in composito. È composto da un'anima in materiale leggero e incomprimibile, con le due facce ricoperte da un laminato più o meno elastico chiamato *pelle*, il cui scopo è ottenere una struttura leggera, rigida e isolata termicamente e acusticamente (riducendo il cosiddetto "effetto tamburo" tipico delle costruzioni in stratificato semplice).

Il sandwich resiste egregiamente a carichi distribuiti (come l'aria che scorre sulle facce di un'ala di un aereo) e meno a quelli puntuali e concentrati. Dove usarlo allora nelle barche, ma soprattutto perché?

Teoricamente in una barca l'unica zona sollecitata da carichi distribuiti è l'opera viva. Anni fa non si era soliti usare il sandwich sotto la linea di galleggiamento a causa di manodopera senza esperienza specifica e impiego di tecniche di laminazione tradizionali. Non convinceva l'idea di alleggerire uno scafo proprio dove, per questioni di stabilità e solidità della struttura, si richiedeva maggiore peso. Quindi il sandwich fu impiegato prima per l'opera morta e la coperta, porzioni di scafo soggette tuttavia a urti in banchina, compressione all'ormeggio, calpestii, salti, cadute accidentali di oggetti, sollecitazioni del rigging e assorbimento d'acqua, che così divenivano particolarmente delicate.

Ma tant'è che per le sue virtù di rigidità dimensionale, leggerezza e coibentazione, il sandwich rimane ancora oggi il sistema più utilizzato nella costruzione di coperte e tughe, perché se negli Anni 80 si sperimentava il sistema senza conoscerne i difetti, oggi con la tecnica dell'infusione sottovuoto e con resine sempre più tenaci, questo procedimento si è perfezionato risultando (salvo eventi traumatici) assolutamente affidabile.

Fisionomia del sandwich. La costruzione del sandwich prevede prima di tutto la stesura del materiale (tessuto) che costituirà la prima pelle a secco sullo stampo. Il tutto viene poi posto all'interno di un sacco sotto vuoto nel quale sarà fatta colare progressivamente la resina attraverso una fitta rete di tubicini. Si crea così un laminato con un miglior rapporto fibre-resina, senza sprechi e bolle d'aria.

Sebbene sia noto che all'aumentare della quantità di resina aumenta anche la resistenza alla delaminazione, oggi i cantieri cercano di usare meno resina per la stratificazione per ottenere leggerezza, rigidità e risparmio economico dato che la resina rappresenta un costo rilevante nel processo costruttivo.

La stesura dell'anima può avvenire in due modi: per *laminazione manuale* o tramite processo di *infusione*. Nel primo caso si interviene a mano direttamente sulla pelle precedentemente stesa e già solidificata, incollando l'anima stessa con un sigillante denominato *bonder*. Nell'infusione invece, l'anima viene semplicemente appoggiata alla pelle e sarà la resina infusa

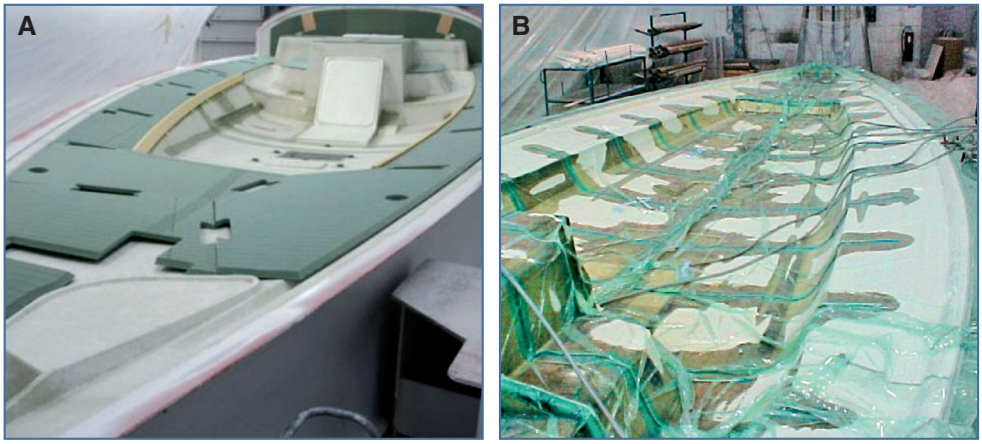

Fig. 3 - *Il termanto per il sandwich della coperta (A) viene predisposto per il processo di infusione sottovuoto (B).*

a costituire il mezzo di unione fra le parti. È fondamentale in questo processo permettere il deflusso della resina per consentirle di impregnare entrambe le facce (figura 3). A tale scopo i pannelli dell'anima sono dotati di fori opportunamente dimensionati e spaziati all'interno dei quali si formeranno dei chiodi di resina che uniscono stabilmente le due facce e conferiscono ottime caratteristiche meccaniche alla struttura. La stesura della seconda pelle è una operazione del tutto simile alla prima.

Sotto carico una delle pelli viene sollecitata a trazione, l'altra a compressione e l'anima a taglio ottenendo una struttura con una rigidità superiore a quella di un laminato di spessore pari alla somma delle due pelli del sandwich. Il giusto compromesso tra lo spessore dell'anima e delle pelli si trova calibrando la distanza tra queste ultime e la densità del nucleo interposto. Più si riduce la distanza tra le pelli, più la densità dell'anima deve essere elevata, perché più sollecitata a compressione.

Le pelli sono in stratificato realizzato con fibre di vetro, di carbonio o di Kevlar e quindi con moduli elastici diversi e con deformabilità variabili. Sandwich in nido d'ape d'alluminio con pelli in kevlar (o carbonio) o anime in balsa e pelli in vetroresina poliestere offrono elasticità, comportamenti ed effetti molto diversi tra loro e sono destinati a barche con usi differenti. La condizione essenziale in una qualsiasi struttura a sandwich è l'ottimale stratificazione e aderenza delle pelli con l'anima, la perfetta giunzione tra scafo e coperta e la rigorosa sigillatura di tutte le forometrie e i carotaggi realizzati per installare attrezzature di coperta.

Continue sollecitazioni in una zona con scarsa aderenza, sono sufficienti a provocare per propagazione un distacco più ampio e in alcuni casi il cedimento strutturale. Bolle d'aria, polvere, tracce di grasso o umidità, sono causa di scarsa aderenza che possono causare inneschi di delaminazione. Quando ciò accade, lo strato separato diventa "morbido", anche sotto la pressione leggera di una mano o del

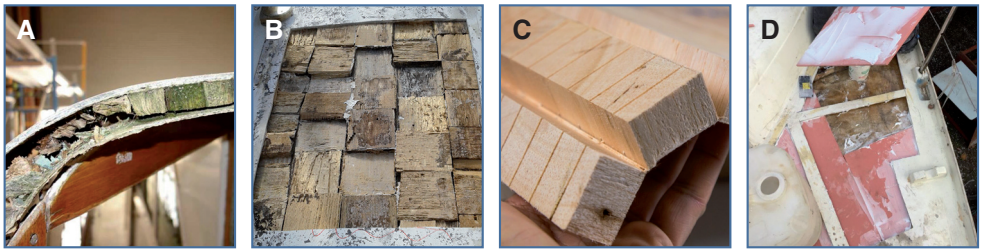

Fig. 4 - *Blocchetti di balsa costituiscono l'anima di migliaia di coperte (A e B). Questo materiale ha infatti una buona densità e assorbe egregiamente le resine, ma col passare del tempo, stress meccanici e infiltrazioni e può aprire la strada all'acqua e richiederne la sostituzione con versioni più moderne di contourkore (C) o fibre artificiali (D).*

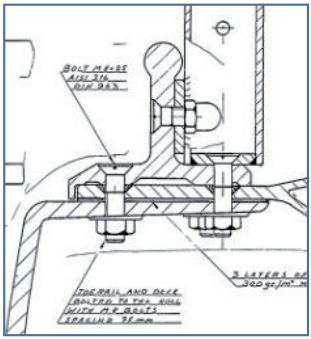

Fig. 5 - *Per la giunzione scafo-coperta di norma si usa un adesivo strutturale e quasi sempre una falchetta in alluminio integrata al laminato o fissata il più delle volte con bulloni passanti e dadi inox , viti o rivetti. A destra il sistema impiegato nel Baltic 51.*

peso di una persona. Prima dell'utilizzo del Pvc e di espansi a cellule chiuse, il *contourkore*, è stato il materiale più usato per il nucleo del sandwich. Blocchetti di balsa hanno così costituito l'anima di migliaia di coperte di barche in tutto il mondo. Tagliati perpendicolarmente al senso della vena e riassemblati in pannelli avevano una buona densità (circa 90 kg per mq), più elevata rispetto alla media degli espansi e grazie all'ottimo legame con le resine, che penetravano nella capillarità del legno, si creava un pacchetto inizialmente molto resistente. Purtroppo con il passare tempo, stress meccanici, infiltrazioni e assenza di manutenzioni e controlli, aprivano la strada all'acqua provocando appesantimenti e il distacco delle pelli (figura 4).

Giunzione scafo-coperta. Quanto alla giunzione con lo scafo tipica nelle imbarcazioni con dimensioni superiori ai 10 metri (figura 5), di norma si usa adesivo strutturale e quasi sempre una falchetta in alluminio integrata al laminato o fissata il più delle volte con bulloni passanti e dadi inox, viti o rivetti posti a distanza di circa 15 centimetri uno dall'altro, su apposita battuta dello scafo rivolta verso l'interno, spesso cinta da un pavese in legno massello e in alcuni casi da una fascia di laminazione (pezzatura) per rendere il tutto integrale e monolitico.

Trafilaggi dai fori o dai perni della giunzione, dalle basi dei candelieri, collanti inadatti, viti ossidate e compressioni concentrate sulle murate (da parabordi e ormeggi laterali) che schiacciando i fianchi sollecitano la giunzione generano possibili indebolimenti, sono cause di criticità. È necessario individuare aree di distacco per evitare che le sollecitazioni della navigazione e l'acqua eventualmente infiltrata espandano la delaminazione. Particolare attenzione deve essere posta a vecchie e nuove forature in coperta per il montaggio di spryhood, rollbar, tientibene, stopper, gallocce, autogonfiabili, golfari, etc. Crepe e scalfiture sul gelcoat devono essere individuate e stuccate immediatamente per scongiurare il rischio di infiltrazioni di acqua e umidità nel sandwich. Nel caso di vecchie coperte rivestite in teak avvitato sarà invece bene controllare i "tappi" se integri e presenti, le teste delle viti o i chiodi inseriti "alla traditora", cioè di sbieco, come si usava fare un tempo per bloccare la maschiettatura tra doga e doga. Devono essere annegati nei comenti in Sika Flex e non "scoperti" con tracce di umido e marciume intorno.

A determinare i carichi che lo scafo, e in particolare la coperta, deve sostenere quando è in navigazione è l'armo velico, ovvero il propulsore principale delle nostre imbarcazioni, che a sua volta va ispezionato regolarmente.

Albero sartiame e rigging. L'albero costituisce una parte estremamente importante dell'imbarcazione sulla quale navighiamo (figura 6). Realizzato in differenti materiali dal legno pieno al lamellare scatolato, dal ferro, all'alluminio, alla fibra di carbonio, è sottoposto a causa dall'azione del vento sulla vela, da rilevanti sforzi che vengono trasmessi a lande, chiglia, madieri e ragni strutturali.

Può essere passante o poggiato in coperta, ellittico o circolare, frazionato o in testa, con crocette acquartierate o in linea, rastremato o a palo e costituisce un sistema statico complesso il cui fine è armare le nostre vele.

Per verificare l'affidabilità del

Fig. 6 - *Una periodica ispezione a partire dai punti di maggiore usura (in particolare dove l'attrezzatura si innesta all'albero e si accoppiano materiali diversi) è imprescindibile per valutare l'affidabilità nostro armo velico.*

nostro armo velico non c'è altro che una periodica e mirata ispezione a partire dai punti di maggiore usura dove l'attrezzatura si innesta all'albero e dove si accoppiano diversi materiali con rischio di "fioriture" e ossidazioni (per esempio a causa delle viti inox sull'alluminio) che nel tempo "saldano" i due materiali, rendendo quasi impossibile il successivo smontaggio. Utilizzare nel caso di nuovi terminali o attrezzature paste isolanti tipo Duralac o Tuff Gel.

Controllare quindi la base e la scassa interna dove in genere ristagna umidità, nonché la presenza di corrosioni, crepe, ammaccature, pieghe o segnali di cedimento, soprattutto se il profilo in alluminio ha la base in acciaio inossidabile. La "polvere bianca" che si deposita intorno alla scassa, come nei fissaggi dei terminali delle crocette, alla base di winch e luci, non è un antitarlo, ma ossido che denuncia la disgregazione del metallo!

L'albero passante è più vincolato, ha un passaggio nella mastra di coperta e uno in chiglia e può avere una sezione più piccola. L'acqua piovana che entra dalla testa d'albero, dai passaggi delle drizze e dalla mastra non sigillata bene, finisce direttamente in sentina, dove la base vive spesso a contatto con costante umidità. Una soluzione praticabile in questi casi è quella di stagnare l'albero all'interno della sezione all'altezza della mastra e praticare un foro di drenaggio esterno 10-15 centimetri sopra la linea della coperta.

L'albero poggiato in coperta non ha vincoli e spesso ha una sezione maggiore. In entrambi i casi le sollecitazioni a cui sono sottoposte queste appendici sono principalmente *compressione* (data dal peso dell'albero stesso e dalla tensione del sartiame), *flessione* (dovuta al pompaggio e alle regolazioni d'assetto) e *torsione* (generata dalla spinta del boma, dall'inferitura della randa e dal tangone dello spinnaker).

Intendiamoci, è raro che si debba arrivare alla sostituzione dell'albero, ma non si può dire lo stesso per il cambio del sartiame che per precauzione, tra dubbi e timori ed eccesso di zelo si cambia abitualmente ogni 10 anni. Di sicuro molto più frequentemente di altri componenti che sono sottoposti a notevoli sollecitazioni come tutti i bulloni esistenti a bordo, compresi i prigionieri che tengono la chiglia; eppure nessuno ne suggerisce la sostituzione.

Il sartiame è sovradimensionato per lavorare al 15-20 per cento del reale carico di rottura. Più dell'età sarebbe opportuno dunque tenere un calcolo delle miglia percorse sotto vela perché quel che manda in crisi l'acciaio sono i cicli continui di carico e

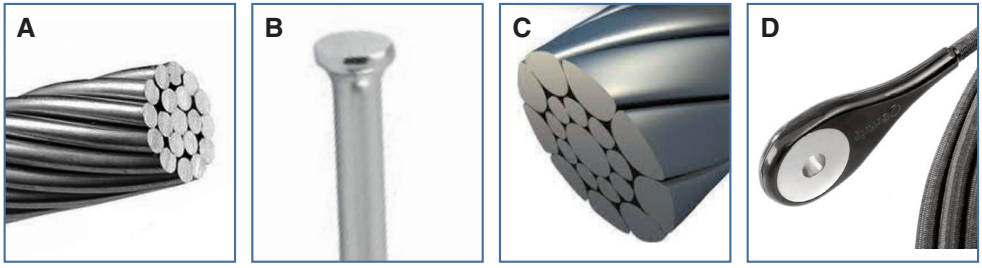

Fig. 7 - *Il sartiame tradizionale è in spiroidale di inox (A), ma può essere anche in tondino (B), Dyform,(C) o tessile Pbo (D).*

Giannini_Febbraio_2022.qxp_Febbraio 2022 17/01/22 17:00 Pagina 84

TERMINALI

Soluzioni meccaniche al posto delle redance

I terminali rapidi, tipo Norseman o Sta-Lok, rappresentano un'alternativa all'impiombatura tradizionale per tutti i cavi spiroidali in acciaio. La procedura di installazione è molto semplice e permette di realizzare impiombature definitive o di emergenza.

Si tratta di dispositivi meccanici (per cavi 1×19, 7×7 , 7×19), e possono essere montati in loco utilizzando strumenti molto semplici, senza nessuna pre-misurazione. Molto utili averli a bordo come materiale di rispetto e di emergenza. Presentano un cono interno inserito nel "nucleo" dei trefoli e avvolto dai fili del giro esterno del cavo, si stringe e si blocca il tutto con il terminale scelto che sia a occhio, a forcella, o a martelletto.

Il terminale autoadattante Sta-Lok è autobloccante ed è più forte del carico di rottura nominale della fune metallica. Utilizzato da oltre 40 anni per soluzioni architettoniche terrestri viene molto apprezzato oltreoceano, non perché più affidabile, ma solo per il fatto che rispetto a quello pressato costa meno e soprattutto è installabile in autonomia. Il prezzo inferiore rispetto al concorrente impiombato (che prevede disalberamento, smontaggio di tutto il sartiame e pressature in officina) motiva e persuade a una sostituzione più frequente (ogni 5-7 anni) a vantaggio di una costante rigenerazione e controllo del rigging. ■

scarico, cioè per il movimento dovuto alle sollecitazioni dinamiche del moto ondoso. Il passaggio dell'acciaio dalla fase elastica (si deforma e una volta scaricato, ritorna alla dimensione iniziale) a quella plastica (deformazione permanente) si chiama *snervamento* e avviene sotto carichi e tensioni troppo elevate. Il cavo spiroidale 1x19 (figura 7a), più economico e usato nelle barche da crociera, ha la caratteristica di essere elastico ed quindi è in grado di "avvisare" quando sta per deformarsi, molto prima del tondino pieno (figura 7b) che tuttavia sopporta maggiormente le tensioni ed ha la superficie metallica liscia con meno possibilità che sale e sporcizia si incuneino negli interstizi innescando corrosioni con probabili gonfiature e spaccature.

Lo spiroidale può essere anche Dyform (figura 7c), sempre a 19 fili ma con profili e grandezze differenti e carichi di rottura superiori dal 20 al 30 per cento rispetto a quello tradizionale. Il carbonio o il Pbo (figura 7d) hanno costi molto più elevati, resistenze maggiori ma un allungamento quasi nullo.

Ma più che sulla resistenza ai carichi di ogni singolo componente, il principio nel valutare l'armo nel suo insieme (quindi albero, vele e sartiame) deve essere fondato sulla compatibilità e il comportamento statico dei diversi materiali accoppiati: vele in Dacron, albero in alluminio e cavo spiroidale si sposano bene perché deformabili. Vele in kevlar, albero in carbonio e cavo in tondino o Pbo (fibra tessile) altrettanto, perché indeformabili. Mischiare questi elementi può invece produrre effetto controproducenti.

Insomma bisogna preoccuparsi non solo dell'età di sartie e stralli, ma ricordarsi di salire in testa d'albero a verificare lo stato di perni e coppiglie, dei martelletti di aggancio delle sartie, l'attacco delle crocette e relativa varea, eventuale corrosione e cricche nei punti di pressatura nelle impiombature (dove volente o nolente si accumulano acqua e salino) i perni sulle lande in coperta ed eventuali trefoli sfilacciati.

La barca è un organismo equilibrato e tale deve rimanere, ogni modifica, rinnovo o sostituzione deve essere prima attentamente valutata poi costantemente monitorata. ■

materiale	*diametro in mm*	*carico di rottura in N*	*allungamento in mm per ogni m*	*peso in kg per 100 metri di cavo*
Cavo spiroidale in Aisi 316 a 19 fili	11	92.704,5	2,1	45,1
Cavo spiroidale in Aisi 316 a 19 fili tipo Dyform	10	95.843,7	2,1	46,6
Tondino Nitronic 50	9,5	95.647,5	1,74	56,0
Tondino al cobalto MP35N	8,71	98.541,45	1,73	50,0

Comparazione tra tondino e cavo spiroidale per un lavoro pari al 25 per cento del carico di rottura. Tratto dal libro Rigging*, Editrice incontri nautici.*