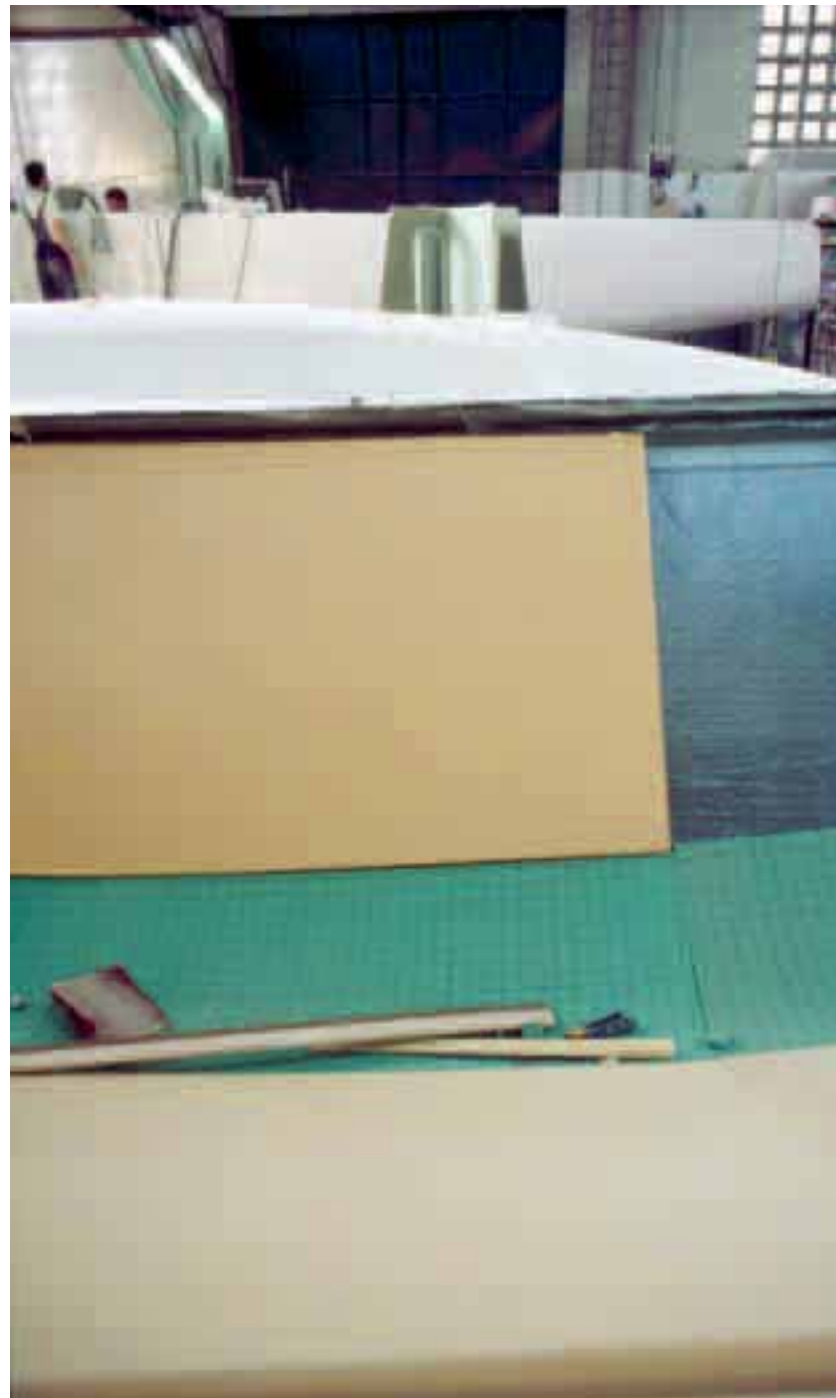


Courtesy of SP

Il Prepreg

Il futuro è già qui

Courtesy of SP



Courtesy of SP

Sempre più spesso si sente parlare di Prepreg. Vediamo che cos'è, quali sono le sue caratteristiche e le sue doti, con l'aiuto di uno dei maggiori esperti nel settore

di Lorenzo Puccini

Si definiscono compositi tutti quei materiali di natura non omogenea, all'interno dei quali è possibile individuare due elementi fondamentali, ben distinti tra loro, che assolvono ciascuno a una specifica funzione: le fibre (o rinforzo) che rappresentano la parte strutturalmente attiva e la matrice, abitualmente costituita da resine, la quale non ha compiti di resistenza meccanica, ma deve garantire la coesione fra i vari strati di fibra (leggi SoloVela n.19 - ottobre 2003). L'unione della resina al rinforzo (sia esso costituito da fibre unidirezionali, multiassiali o da tessuti) può essere realizzata durante l'esecuzione dei componenti, con le normali tecniche di impregnazione manuale, oppure in una fase precedente all'esecuzione del pezzo stesso: i materiali appartenenti a questa seconda categoria vengono definiti pre impregnati o Prepreg.

COS'È IL PREPREG?

Le normali tecniche di stratificazione, utilizzate ormai da diverse decine d'anni, hanno un limite ben preciso, fissato dai tempi di catalizzazione delle resine. Queste, infatti, sono solitamente costituite da due componenti separati che, una volta miscelati, catalizzano con estrema rapidità, passando dallo stato liquido a quello solido. Durante questo esiguo lasso di tempo, gli addetti alla stratificazione devono lavorare alacremente, preoccupandosi di impregnare totalmente le fibre. Per raggiungere tale scopo si impiegano grandi quantità di resina, la cui parte eccedente, una volta solidificata, si tramuta in peso superfluo. Inoltre, la distribuzione manuale del "collante", per quanto accurata possa essere, porta quasi sempre alla realizzazione di manufatti

non perfettamente uniformi.

Con l'introduzione del Prepreg questi problemi sono stati risolti. Le fibre che compongono questi innovativi materiali vengono impregnate in sede industriale con un processo che, oltre a impiegarne il giusto quantitativo, dispone le resine in modo uniforme.

LA PRODUZIONE E L'IMPIEGO

Vediamo, nel dettaglio, come nasce il Prepreg.

Dentro a una vasca vengono versati i due componenti della resina che, non appena entrati in contatto, iniziano il processo di catalizzazione. A questo punto la fibra, confezionata in rotoli, viene sbobinata e fatta passare attraverso il collante, dove si impregna totalmente, prima di essere ripulita dalla resina in eccesso.

La produzione del Prepreg continua con un breve riscaldamento delle fibre così lavorate, eseguito mediante l'impiego di appositi forni, che produce una prima parziale polimerizzazione; questa operazione fornisce al prodotto la compattezza necessaria, eliminando totalmente le bolle d'aria residue e garantendone la successiva lavorabilità senza alterarne le caratteristiche.

Per rallentare il processo di catalizzazione, il cui completamente renderebbe le stuoie inutilizzabili, le bobine vengono conservate all'interno di celle frigorifere, a una temperatura prossima ai diciotto gradi sotto zero. La polimerizzazione, seppur lentamente, continua il suo corso, e le fibre devono essere utilizzate entro la data di scadenza indicata dal produttore. Oltre detto termine, infatti, le proprietà della resina risulterebbero totalmente alterate.

I rinforzi così lavorati, disposti sullo stampo dello scafo, vengono sigillati con qualcosa di molto simile a un pesante sacco di plastica, collegato, per mezzo di bocchette saldate su di esso, a delle pompe aspiranti.

Una volta attivate, le pompe creano il vuoto espellendo la resina eccedente.

Il manufatto così ottenuto, liberato dall'ingombrante sacco di plastica, viene chiuso all'interno di un forno di adeguate dimensioni che completa la catalizzazione della resina portando ▶▶



Courtesy of SP



Courtesy of SP

Una fase della lavorazione delle fibre alla SP Systems in Inghilterra, una delle aziende leader al mondo produttrici di Prepreg

la temperatura a oltre ottanta gradi.

I VANTAGGI

I vantaggi garantiti dall'utilizzo del Prepreg sono diversi. L'eliminazione delle resine in eccesso permette di avere un manufatto molto più leggero, impregnato solo del materiale necessario a garantire la coesione fra i rinforzi, dove il rapporto tra collante e fibre è sbilanciato a favore delle seconde. Questa situazione porta alla stratificazione di scafi caratterizzati da un dislocamento contenuto, da una notevole compattezza e da una rigidità non indifferente. E' per questo che le imbarcazioni protagoniste delle regate più importanti (Coppa America, Volvo Ocean Race e molte altre) sono frutto di questa tecnologia. Inoltre, i tempi lenti di polimerizzazione, consentono una disposizione minuziosa di ogni singola stuoia, riducendo enormemente il margine di errore e permettendo altresì la realizzazione di particolari di elevata complessità. I pre impregnati sono ideali anche per la costruzione di strutture in sandwich (specialmente se si utilizzano anime a nido d'ape), ma per via del loro basso contenuto di resina, le superfici a contatto con il "core", vanno arricchite utilizzando speciali film adesivi, i quali presentano proprietà di adesione maggiori della resina stessa e hanno il beneficio di poter essere po-

LORENZO PUCCINI

L'autore di questo articolo, può essere definito un esperto di compositi avanzati e, specificatamente, di materiali pre impregnati. La sua esperienza nel mondo della vela risale al 1978, quando diviene istruttore della scuola "I Glénans" in Francia.

Qualche anno dopo inizia la sua attività cantieristica con la costruzione di imbarcazioni in legno lamellare che, tra l'altro, lo vede protagonista presso il cantiere "B&B" a La Trinité sur Mer della realizzazione in Epoxy-Kevlar-Airex del 6a classe IOR "Comte de Flandre", 3 volte campione del mondo. Rientrato in Italia, avvia un'attività in proprio che lo porta a realizzare: nel 1985, sempre in Epoxy-Kevlar-Airex, il 5a classe "Ave Maria 2" e nel 1987 il Minitonner "Bunny". Nello stesso anno, in collaborazione col cantiere Nautica 83, costruisce il 4a classe IOR "Zzenzero".

Ma Lorenzo si distingue anche come esperto nella lavorazione del teak e, a tal proposito, viene chiamato a realizzare - dal 1988 al 1997 - un'importante serie di coperte, tra cui: quelle dei Nauta 54 "My Song", "Clorofilla", "Pachilar" e Taya"; quella del Nauta 50 "Saison Rose"; quella del Nauta 57 "Slalom 3"; quella del 28 metri "Orsa Maggiore"; quelle degli Swan 59 "Out of the Blue" e "Chloe" e quella del Baltic 51 "Kinderspiel"; quella di "Virtuelle".

Nello stesso periodo, realizza il Nauta 70 "My Song" ed è coordinatore della squadra tecnica nella costruzione del WOR 60 "Winston".

Dal 1998 diviene uno dei dirigenti del consorzio Prada America's Cup 2000, con la mansione di Direttore del cantiere per la realizzazione delle imbarcazioni "Luna Rossa" 1 e 2.

Dal 2000 al 2003 è ancora dirigente del consorzio Prada America's Cup 2003, sempre con la mansione di Direttore di cantiere.

Oggi è amministratore unico della società Indiana Yachting, che produce yacht ad alta tecnologia. Tra le più recenti realizzazioni (2004), annovera i due Evento 46 (progetto Rolf Vrolijk) "World Cargo" e "Telefonica Movistar" (SoloVela n.26 - giugno 2004).



Sopra, un grande forno per la post cottura dei manufatti nel quale, viste le dimensioni, è possibile portare a elevate temperature anche maxi-yacht interamente realizzati in Prepreg. A destra in alto, si stende la pellicola che costituisce il sacco, utile a portare sottovuoto la stratificazione. A lato, anche per le parti di dimensioni ridotte, si applica il sacco per portare sottovuoto il Prepreg

sizionati solo dove servono, contribuendo a limitare l'incremento di peso finale del manufatto.

Vista la grande disponibilità sul mercato di fibre di ultima generazione e la possibilità di impregnarle con resine altrettanto avveniristiche, la cui temperatura di polimerizzazione oscilla tra i 45° e i 180° C, è facile prevedere per i compositi una diffusione sempre maggiore, esaltata dall'impiego in campi totalmente diversi tra loro.

Vantaggi sono riscontrati anche a livello produttivo: gli ambienti di lavoro sono molto più puliti e meno saturi dei temibili gas sprigionati dalle resine che, in una stratificazione tradizionale, vengono stese con il rullo durante la fase di stampa.

LE ATTREZZATURE NECESSARIE

Non tutti i cantieri però possono utilizzare i Prepreg. Oltre a dover disporre di manodopera specializzata, bisogna dotarsi di attrezzature idonee al loro trattamento, prima su tutte una cella frigorifera in cui stoccare il materiale e una "clean-room" (camera pulita), ossia un ambiente di lavoro chiuso, ad accesso regolamentato. All'interno di queste aree il controllo della temperatura, dell'umidità e del livello delle polveri deve essere costante, in modo da poter maneggiare i pre impregnati nelle mi-



gliori condizioni possibili e con la minor presenza di agenti contaminanti. Va infatti ricordato che, in questa fase, i compositi presentano un grado di "appiccicosità" decisamente elevato e sono soggetti a un accumulo di polveri sulla superficie esposta. Per lavorare correttamente i compositi bisogna disporre di una o più autoclave, la cui funzione principale è quella di creare il vuoto più totale all'interno del sacco, eliminando ogni residuo d'aria rimasto imprigionato durante la stratificazione. Ma, soprattutto nel campo della nautica - in cui sarebbe ►►



In quest'immagine, una coperta realizzata in sandwich con l'utilizzo di Prepreg. Sotto, si nota il manufatto in sandwich, stratificato in carbonio e anima di Airex



impensabile utilizzare un'autoclave per la costruzione degli scafi, considerando le loro notevoli dimensioni - per ottenere comunque un buon risultato, i produttori hanno sviluppato resine ad alta fluidità che consentono di realizzare laminati in Prepreg di ottima qualità con il solo ausilio del sacco a vuoto.

trasformazione per lo più manuale e a una dotazione di attrezzature alquanto onerosa, che, uniti al prezzo della materia prima, vanno a incidere in maniera rilevante sul costo finale del manufatto.

Per questo motivo la ricerca si è concentrata sullo studio di un

Per il completamento di componenti dalle dimensioni più piccole è bene attrezzarsi con uno o più forni di dimensioni diverse mentre, per terminare il processo di catalizzazione sugli scafi appena stratificati, è necessario l'impiego di un forno, dotato di sistemi di controllo e di distribuzione dei flussi d'aria calda il più possibile accurati, capace di accogliere la barca in tutta la sua interezza.

INARRESTABILE RICERCA

Come abbiamo visto, la tecnologia di produzione dei compositi in Prepreg è però ancora vincolata a un processo di



All'interno del forno, poco prima del trattamento di post cottura, che deve avvenire con il manufatto ancora sullo stampo

prodotto che potesse avere le caratteristiche meccaniche di un Prepreg, ma con costi di produzione paragonabili a quelli di un wet lay-up (impregnazione manuale).

In quest'ottica vanno inseriti tre nuovi prodotti, dalle caratteristiche piuttosto simili: il primo, commercializzato dalla SP Systems con il nome di Sprint (SP Resin Infusion Technology), il secondo prodotto dalla Advanced Composites Group con il nome di ZPREG e il terzo, prodotto dalla Cytec con il nome di Carboform.

Tutte e tre le tecnologie citate possono essere descritte come un sistema di "pre impregnato a infusione".

Volendo essere più precisi possiamo affermare che i materiali in questione si compongono di uno strato di fibra non impregnata, ricoperta - su uno o su ambo i lati - da una pellicola di resina già catalizzata. Il risultato finale è un composito molto simile a un qualsiasi Prepreg. L'unica differenza è data dal fatto che la fibra non è ancora stata impregnata dalla resina: tutto ciò permette, al momento in cui si crea il vuoto, una migliore fuoriuscita dell'aria intrappolata all'interno della stratificazione. L'incollaggio, in questo caso, avverrà in un momento successivo, quando cioè il manufatto viene inserito nel forno.

Le alte temperature fanno sciogliere la resina che, divenendo liquida, va a saturare ogni spazio ancora libero.

Per concludere, paragonando le tre tecnologie (wet lay-up, Prepreg e pre impregnato a infusione) possiamo dire che i costi complessivi (investimento per le attrezzature, tempi di lavorazione e costi dei materiali) sono minori utilizzando i pre impregnati a infusione rispetto a quelli derivanti dall'utilizzo dei Prepreg, ma le caratteristiche meccaniche sono leggermente inferiori.

Indicativamente la costruzione di uno scafo completo di guscio, coperta, paratie e strutture interne avrà un costo, se realizzato in Prepreg, del 50% maggiore rispetto allo stesso scafo costruito in wet lay-up, mentre nel caso si utilizzi il pre impregnato a infusione i costi saranno soltanto del 15% superiori.

Attualmente la Indiana Yachting sta realizzando una coperta per un maxi di ventiquattro metri utilizzando la tecnologia Sprint.