

# VIA MARE BY SEA

**IN QUESTO NUMERO  
IN THIS ISSUE**

Rinforzi tridimensionali per compositi  
*Three Dimensional Reinforcements for Composites*

Silenzio a bordo:  
prodotti altamente sofisticati per ridurre al minimo il rumore e ottenere il massimo comfort

*Silence on Board:  
Highly Sophisticated Products to Minimize the Noise in Order to Maximize the Comfort*

Carbon Nanotubes (CNTs):  
soluzioni innovative di alta prestazione per Pitture antivegetative  
*Carbon Nanotubes (CNTs): Innovative and High Performance Solutions for Antifouling Coatings*

Progettazione eclettica e diversificata: imbarcazioni da diporto, interior design e automotive  
*Eclectic and Diversified Design: Pleasure Boats, Interior Design and Automotive*

Azimut 62S con ZF POD:  
controllo ed efficienza  
*Azimut 62S and ZF POD: Control and Efficiency*

Vol. X Marzo/Giugno  
2010 March/June

Rocky waters call for steady performers.

In uncertain times, you can be certain Ashland is your best choice.

With Maxguard® gelcoats and AME® and Aropol® resins, Ashland is pushing marine technology and performance to new levels – and boat shops have taken notice! With a combination of superior application properties, durability, repairability and enduring life spans, Ashland's suite of gelcoats and resins offers unparalleled choices for builders. For more information on how Ashland can help you craft the finest boats, e-mail PMEuropeSales@ashland.com or visit ashland.com.

MAXGUARD®  
PREMIUM GELCOATS

ame®

AROPOL



# jecShow

COMPOSITES  
PARIS

APRIL 13-14-15, 2010  
Paris Porte de Versailles®

N.1 in Europe & in the World



COUNTRY GUEST  
OF HONOR

*Join the **winning**  
trade show!*



Get your  
access badge  
online at:

[www.jeccomposites.com/jec-show/](http://www.jeccomposites.com/jec-show/)

Your code

VIA



Join the **27,700** visitors and the  
**1,065** exhibiting brand names, and  
take part in the composite events:

- Business Meetings
- End-User Forums & Conferences
- Technical Sales Presentations
- Innovation Awards
- Innovation Showcase



**SUN BED**  
in cooperation with  
LMV Design Technology



Excellence through Quality



**FABBRI FIORE**  
NAUTICAL DEPT.

DESIGN AND MANUFACTURING  
OF PORTLIGHTS AND  
NAUTICAL COMPONENTS

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

TRADE  
**METS**

# LUGANO NAUTICA

## LUGANONAUTICA



3a

edizione  
edition

35.000

visitatori  
attesi  
expected  
visitors

25-28 Marzo/March 2010  
Centro Esposizioni/Exhibition Center

Lugano

# Business on the Lake

**isicom**  
la comunicazione prende forma

Segreteria organizzativa: Isicom SA  
Via Gemmo 11, CH-6900 Lugano

Tel. +41 (0)91 682 49 35  
Fax +41 (0)91 682 49 38

info@isicom.ch  
[www.isicom.ch](http://www.isicom.ch)

info@lukanautica.ch  
[www.lukanautica.ch](http://www.lukanautica.ch)

 CASINÒLUGANO

 Città  
di  
Lugano

**LUGANO**  
swiss mediterranean style

COMUNITÀ DI LAVORO REGIO INSUBRICA  
  
[www.regioinsubrica.org](http://www.regioinsubrica.org)

ail

 BIANCHI  
GROUP

**isicom**  
la comunicazione prende forma

Direttore responsabile  
Managing Director  
**Gian Battista Pècere**  
pecere@viamarebysea.it

Redattore capo  
Editor in chief  
**Simonetta Pegorari**  
s.pegorari@viamarebysea.it

Segr. di redazione  
Editorial Assistant  
**Emanuela Rozzoni**  
e.rozzoni@viamarebysea.it

Redazione  
Editorial Office  
**Alessandra Lucchinetti**  
a.lucchinetti@viamarebysea.it

Traduzioni / Translations  
**Laura Grasso**  
redazione@viamarebysea.it

Impaginazione e Grafica  
Art Director  
**Elisabetta Zanotto**  
adv@viamarebysea.it

Pubblicità / Advertising  
**Liviana Belotti**  
l.belotti@viamarebysea.it  
**Barbara Hartwig**  
h.barbara@viamarebysea.it

Pubblicità estero  
International advertising  
**Carlo Schroder**  
s.carlo@viamarebysea.it

**Editore / Publisher**  
CREI s.r.l.  
Via Ponte Nuovo, 26 - 20128 Milano - Italy  
Tel. +39 02 26305505 - Fax +39 02 26305621  
www.creisrl.it - info@octima.it - www.octima.it

**US Editorial Office / Martin Flory Group**  
PO Box 360 - Gurnee, IL 60031 - USA  
info@martinflory.com - Tel.+1-847-662-9070

**Stampa / Printing**  
Segraf - Secugnago (LO)

Organo ufficiale / Official journal

associazione Italiana

**octima**  
Marine Division

**Sezione Nord - Milano**  
Via Ponte Nuovo, 26 - 20128 Milano - Italy  
Tel. +39 02 26305505 - Fax +39 02 26305621  
www.creisrl.it - info@octima.it - www.octima.it

**Sezione Centro - Livorno**  
Via Di Franco, 9 - 57123 Livorno - Italy  
Tel. +39 0586 209006 - Fax +39 0586 278450

**Sezione Sud - Brindisi**  
presso Cittadella della Ricerca  
S.S. 7 km 3+700 per Mesagne - 72100 Brindisi - Italy  
Tel. +39 0831 507 300 - Fax +39 0831 507 308

# Editoriale

Gian Battista  
Pècere



Il secondo numero di *Via Mare by sea* sarà presentato al Jec 2010 di Parigi. Quest'anno, l'Italia è stata scelta come ospite d'onore, un riconoscimento all'importante ruolo che il nostro paese gioca nel campo dell'industria dei materiali compositi. Forse non tutti sanno che siamo il secondo produttore di materiali compositi in Europa (il terzo se si accorpano Spagna e Portogallo), dopo la Germania, ospite d'onore dell'anno scorso.

Ci sembra un segnale importante malgrado la crisi che l'anno scorso ha colpito veramente forte la nostra industria.

Perché parlarne su una rivista dedicata alla nautica? Ovviamente perché uno dei settori che negli ultimi anni ha trainato il consumo dei materiali compositi è stata proprio la nautica con le cifre che ben conosciamo. Primi produttori al mondo di Mega Yacht, secondi per quel che riguarda la nautica da diporto dopo gli USA, una crescita da capogiro. Fino a due anni fa sembrava che il trend positivo non dovesse mai fermarsi. Poi uno stop tanto inaspettato (?) quanto considerevole che ha sorpreso molti e ha provocato una situazione molto difficile per tutti, compresa naturalmente l'industria dei materiali compositi che aveva avuto un ruolo primario nel panorama della produzione nautica.

Fortunatamente adesso si cominciano a vedere dei segnali di ripresa e a sentire voci di cauto ottimismo (come si dice in questi casi) che sembrano indicare la fine del periodo più buio. Non dimentichiamo che comunque metà degli ordini di grandi imbarcazioni al mondo sono di cantieri italiani.

Anche la presenza Italiana al Jec come "special guest" costituisce una indicazione positiva, come del resto la scelta di un moderatore italiano per il Forum dedicato alla nautica.

Il futuro sicuramente ci riserva altre sfide e il comparto nautico dovrà fare i conti con nuovi scenari internazionali sia di produzione sia di mercato. Il nostro augurio è ovviamente che si riesca a superare definitivamente la congiuntura negativa mantenendo la posizione di leader.

"Last but not least", ho il piacere di salutare il ritorno di Simonetta Pegorari nel ruolo di redattore capo di *Via Mare*, siamo certi che si rinnoverà la positiva collaborazione del passato volta al continuo miglioramento dell'azione di supporto all'industria nautica da sempre obiettivo primario della rivista.

# Editorial

*The second Via Mare by sea issue will be presented at Jec 2010 event, which will be held in Paris. This year Italy has been chosen as the guest of honour, in acknowledgement of the important role played by the composite material manufacturers operating in our Country. Maybe not everybody knows that we are the second country as manufacturers of composite materials in Europe (the third one if Spain and Portugal are included), following Germany, the special guest of last year.*

*This is an important token in spite of the last year crisis which our industry has so much suffered from. Why should we talk about it in a magazine devoted to the marine world? Of course because one of the areas which played a major role in the end users markets has been just the marine sector, reporting the well known economic figures. We are in first place as Mega Yacht manufacturers, and second in the pleasure boats world following the USA, a real dizzy growth rate! Till two years ago it seemed that the positive trend should never stop, but suddenly an unexpected (?) and astonishing stop occurred surprising many people and causing a very difficult situation, also including the composite material industry that had had an essential role in the marine sector scenario.*

*Lucky, we are now witnessing a recovery trend with rumours of some optimism (as it is usually said in these cases) which seems to prove the end of this critical period. We should not forget that 50% orders of large yachts are targeted to the Italian shipyards!*

*Furthermore, the attending Italian operators at the Jec event as "special guests" stand for a positive evidence, such as the selection of an Italian Chairman for the "Forum" devoted to the marine sector.*

*Of course, the future will launch new challenges and the marine industry will have to cope with a new International scenario both in terms of market and production. We wish to be able to overcome once for all the critical economic situation, keeping our top position.*

*"Last but not least", I'm pleased to welcome back Simonetta Pegorari who has joined our staff again as *Via Mare* editor in chief, sure that the positive collaboration will be renewed as in the past, aiming at steadily improving the supporting activity to the marine industry, which has always been the primary objective of our magazine.*

**ITALIA - COSTO ABBONAMENTO** (6 fascicoli annuali) 52,00 euro - **COPIA SINGOLA** 10,00 euro.  
L'importo dell'abbonamento può essere versato con assegno bancario oppure con bonifico intestato a CREI s.r.l. su Bancoposta IBAN: IT 41S0760101600000093185155 - oppure

INTESA SAN PAOLO IBAN: IT 57G0306901601100000060788.

L'abbonamento può decorrere da qualsiasi numero. A richiesta si rilascia fattura.

(Iva assolta dall'Editore). Registrazione Tribunale Civile di Milano n. 178 del 20/03/2007.

L'Editore non assume responsabilità per le opinioni espresse dagli autori. Originali e foto non si restituiscono. Estratti degli articoli vengono forniti a richiesta.

**ABROAD - YEARLY SUBSCRIPTION RATES:** (6 issues per year) euro 78,00 - SINGLE COPY euro 15,00. The subscription amount due can be paid by bank transfer on:

INTESA SANPAOLO IBAN IT 57G0306901601100000060788 - BIC CITITMM.

The subscription can start from any issue upon request. Invoice is granted upon request.

Registration at the Civil Court in Milan n°. 178 of the 20/03/2007.

The publisher is not responsible for the opinions expressed by the authors.

Photographs and originals are not given back.

Abstracts of articles are sent upon request.

associazione

*octima*

*no profit*



and



## NautiRacing & Professional Boat Building

Cari soci e amici, vorrei coinvolgervi nella realizzazione di due eventi da tenersi in contemporanea a Milano dal 18 al 20 gennaio 2012:

**NautiRacing & Professional Boat Building.**

Il primo evento, **NautiRacing**, è pensato per la nautica da competizione, vuole coinvolgere tutti i progettisti e i cantieri che producono mezzi da competizione, da regata e sportivi. Sarà l'unico nel suo genere a livello internazionale.

**Professional Boat Building** è invece dedicato alla costruzione, refitting e manutenzione nautica.

Nasce dall'esigenza, espressa più volte dal mondo della filiera costruttiva e dell'accessorio nautico, di un evento dedicato ai mercati del sud Europa e dell'area mediterranea.

L'Italia, a livello internazionale, è uno dei maggiori costruttori sia di imbarcazioni di qualunque dimensione e stazza, sia di materiali e accessori.

Al fine di evidenziare questo doppio evento, è importante realizzarlo in una sede a carattere internazionale e altamente qualificata come **Milano** con una cadenza biennale.

Attualmente, un'azienda produttrice di accessori che vuole proporsi in una vetrina internazionale, può solo partecipare alla manifestazione METS di Amsterdam dalla periodicità annuale, nella quale però, a detta degli espositori, vi sono sempre tanti visitatori ma si concludono pochi affari.

In Italia abbiamo due possibilità: l'ormai storico Salone Internazionale di Genova che però non è B2B ma è mirato soprattutto alla vendita delle imbarcazioni e pertanto il Padiglione C, dedicato agli accessori, non riceve l'attenzione desiderata dalle aziende espositrici, risultando quindi spesso poco frequentato.

Anche Seatec, l'evento che si tiene annualmente a Marina di Carrara, pur avendo raggiunto l'ottava edizione mantiene una caratterizzazione locale che fatica a suscitare interesse internazionale e con un numero di visitatori contenuto.

Da queste considerazioni è nato il progetto **NautiRacing & Professional Boat Building**. L'Associazione Octima sarebbe lieta di conoscere la vostra opinione in merito.

Cordiali saluti.

*octima*  
Il Presidente  
Gianni Pècere

Dear members and friends, I would like to involve you in the arrangement of two events to be held at the same time, in the month of January 2012 in Milan: **NautiRacing & Professional Boat Building**.

The first event, **NautiRacing** is for the racing boat sector and for all the designers and shipyards constructing racing and sports boats. It will be the only one of this kind at a global level, while **Professional Boat Building** is for boat construction, refitting and maintenance professional areas.

It has been designed to meet the frequent need of the construction and refitting operators of an event devoted to the South European and Mediterranean markets.

Italy, at International level, is one of the main geographical areas involved in the construction of all type and sized boats as well as of materials and accessories.

In order to highlight this double event, it is important to hold it in an International and highly qualified location such as **Milan**, every two years. At present, a manufacturer of fittings for marine use, which is going to introduce its products in an International showcase can only take part in the METS event held in Amsterdam, every year, where, according to the exhibitors' opinion, although it has been always attended by many visitors, the business activities are not so remarkable.

In Italy there are two opportunities, that is the by now consolidated Genoa International Boat Show, which is not B2B, but mainly for the boat sale activity; therefore, the Hall C, devoted to the accessories, does not draw the attention required by the exhibitors, and this is the reason why it has become an event not so much attended by the operators.

Seatec too, the event which is held every year in Marina di Carrara, although in its eighth edition, still features a local participation, which can hardly attract operators from abroad and the number of visitors is rather low.

In the light of the above mentioned observations, the **NautiRacing & Professional Boat Building** project has been conceived.

The Octima Association would be delighted to know your opinion about it.

Yours faithfully,

*octima*  
The President  
Gianni Pècere



and



## NautiRacing & Professional Boat Building

Cari soci e amici, vorrei coinvolgervi nella realizzazione di due eventi da tenersi in contemporanea a Milano dal 18 al 20 gennaio 2012:

### NautiRacing & Professional Boat Building.

Il primo evento, **NautiRacing**, è pensato per la nautica da competizione, vuole coinvolgere tutti i progettisti e i cantieri che producono mezzi da competizione, da regata e sportivi. Sarà l'unico nel suo genere a livello internazionale.

**Professional Boat Building** è invece dedicato alla costruzione, refitting e manutenzione nautica.

Nasce dall'esigenza, espressa più volte dal mondo della filiera costruttiva e dell'accessorio nautico, di un evento dedicato ai mercati del sud Europa e dell'area mediterranea.

L'Italia, a livello internazionale, è uno dei maggiori costruttori sia di imbarcazioni di qualunque dimensione e stazza, sia di materiali e accessori.

Al fine di evidenziare questo doppio evento, è importante realizzarlo in una sede a carattere internazionale e altamente qualificata come **Milano** con una cadenza biennale.

Attualmente, un'azienda produttrice di accessori che vuole proporsi in una vetrina internazionale, può solo partecipare alla manifestazione METS di Amsterdam dalla periodicità annuale, nella quale però, a detta degli espositori, vi sono sempre tanti visitatori ma si concludono pochi affari.

In Italia abbiamo due possibilità: l'ormai storico Salone Internazionale di Genova che però non è B2B ma è mirato soprattutto alla vendita delle imbarcazioni e pertanto il Padiglione C, dedicato agli accessori, non riceve l'attenzione desiderata dalle aziende espositrici, risultando quindi spesso poco frequentato.

Anche Seatec, l'evento che si tiene annualmente a Marina di Carrara, pur avendo raggiunto l'ottava edizione mantiene una caratterizzazione locale che fatica a suscitare interesse internazionale e con un numero di visitatori contenuto.

Da queste considerazioni è nato il progetto **NautiRacing & Professional Boat Building**. L'Associazione Octima sarebbe lieta di conoscere la vostra opinione in merito.

Cordiali saluti.

Il Presidente  
Gianni Pècere

Dear members and friends, I would like to involve you in the arrangement of two events to be held at the same time, in the month of January 2012 in Milan: **NautiRacing & Professional Boat Building**.

The first event, **NautiRacing** is for the racing boat sector and for all the designers and shipyards constructing racing and sports boats. It will be the only one of this kind at a global level, while **Professional Boat Building** is for boat construction, refitting and maintenance professional areas.

It has been designed to meet the frequent need of the construction and refitting operators of an event devoted to the South European and Mediterranean markets.

Italy, at International level, is one of the main geographical areas involved in the construction of all type and sized boats as well as of materials and accessories.

In order to highlight this double event, it is important to hold it in an International and highly qualified location such as **Milan**, every two years. At present, a manufacturer of fittings for marine use, which is going to introduce its products in an International showcase can only take part in the METS event held in Amsterdam, every year, where, according to the exhibitors' opinion, although it has been always attended by many visitors, the business activities are not so remarkable.

In Italy there are two opportunities, that is the by now consolidated Genoa International Boat Show, which is not B2B, but mainly for the boat sale activity; therefore, the Hall C, devoted to the accessories, does not draw the attention required by the exhibitors, and this is the reason why it has become an event not so much attended by the operators.

Seatec too, the event which is held every year in Marina di Carrara, although in its eighth edition, still features a local participation, which can hardly attract operators from abroad and the number of visitors is rather low.

In the light of the above mentioned observations, the **NautiRacing & Professional Boat Building** project has been conceived.

The Octima Association would be delighted to know your opinion about it.

Yours faithfully,

The President  
Gianni Pècere



and



## NautiRacing & Professional Boat Building

Cari soci e amici, vorrei coinvolgervi nella realizzazione di due eventi da tenersi in contemporanea a Milano dal 18 al 20 gennaio 2012:

**NautiRacing & Professional Boat Building.**

Il primo evento, **NautiRacing**, è pensato per la nautica da competizione, vuole coinvolgere tutti i progettisti e i cantieri che producono mezzi da competizione, da regata e sportivi. Sarà l'unico nel suo genere a livello internazionale.

**Professional Boat Building** è invece dedicato alla costruzione, refitting e manutenzione nautica.

Nasce dall'esigenza, espressa più volte dal mondo della filiera costruttiva e dell'accessorio nautico, di un evento dedicato ai mercati del sud Europa e dell'area mediterranea.

L'Italia, a livello internazionale, è uno dei maggiori costruttori sia di imbarcazioni di qualunque dimensione e stazza, sia di materiali e accessori.

Al fine di evidenziare questo doppio evento, è importante realizzarlo in una sede a carattere internazionale e altamente qualificata come **Milano** con una cadenza biennale.

Attualmente, un'azienda produttrice di accessori che vuole proporsi in una vetrina internazionale, può solo partecipare alla manifestazione METS di Amsterdam dalla periodicità annuale, nella quale però, a detta degli espositori, vi sono sempre tanti visitatori ma si concludono pochi affari.

In Italia abbiamo due possibilità: l'ormai storico Salone Internazionale di Genova che però non è B2B ma è mirato soprattutto alla vendita delle imbarcazioni e pertanto il Padiglione C, dedicato agli accessori, non riceve l'attenzione desiderata dalle aziende espositrici, risultando quindi spesso poco frequentato.

Anche Seatec, l'evento che si tiene annualmente a Marina di Carrara, pur avendo raggiunto l'ottava edizione mantiene una caratterizzazione locale che fatica a suscitare interesse internazionale e con un numero di visitatori contenuto.

Da queste considerazioni è nato il progetto **NautiRacing & Professional Boat Building**. L'Associazione Octima sarebbe lieta di conoscere la vostra opinione in merito.

Cordiali saluti.

Il Presidente  
Gianni Pècere

Dear members and friends, I would like to involve you in the arrangement of two events to be held at the same time, in the month of January 2012 in Milan: **NautiRacing & Professional Boat Building**.

The first event, **NautiRacing** is for the racing boat sector and for all the designers and shipyards constructing racing and sports boats. It will be the only one of this kind at a global level, while **Professional Boat Building** is for boat construction, refitting and maintenance professional areas.

It has been designed to meet the frequent need of the construction and refitting operators of an event devoted to the South European and Mediterranean markets.

Italy, at International level, is one of the main geographical areas involved in the construction of all type and sized boats as well as of materials and accessories.

In order to highlight this double event, it is important to hold it in an International and highly qualified location such as **Milan**, every two years. At present, a manufacturer of fittings for marine use, which is going to introduce its products in an International showcase can only take part in the METS event held in Amsterdam, every year, where, according to the exhibitors' opinion, although it has been always attended by many visitors, the business activities are not so remarkable.

In Italy there are two opportunities, that is the by now consolidated Genoa International Boat Show, which is not B2B, but mainly for the boat sale activity; therefore, the Hall C, devoted to the accessories, does not draw the attention required by the exhibitors, and this is the reason why it has become an event not so much attended by the operators.

Seatec too, the event which is held every year in Marina di Carrara, although in its eighth edition, still features a local participation, which can hardly attract operators from abroad and the number of visitors is rather low.

In the light of the above mentioned observations, the **NautiRacing & Professional Boat Building** project has been conceived.

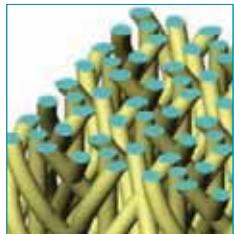
The Octima Association would be delighted to know your opinion about it.

Yours faithfully,

The President  
Gianni Pècere

# Sommario index 2/3

ANNO YEAR X-2010 • MARZO-GIUGNO MARCH-JUNE



Tessuti e fibre di rinforzo  
*Fabrics and reinforcement fibres*  
Rinforzi tridimensionali per compositi  
*Three-Dimensional Reinforcements for Composites*  
A.E. Bogdanovich and M.H. Mohamed - 3TEX, Inc., Cary, NC

9



Propulsione  
*Propulsion*  
Azimut 62S con ZF POD: controllo ed efficienza  
*Azimut 62S and ZF POD: Control and Efficiency*

48



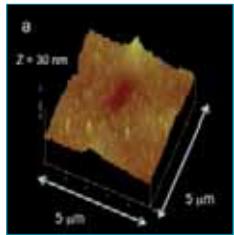
Materiali isolanti / *Insulation materials*  
Silenzio a bordo. Prodotti altamente sofisticati per ridurre al minimo il rumore e ottenere i massimi livelli di comfort  
*Silence on Board. Highly Sophisticated Products to Minimize the Noise in Order to Maximize the Comfort*  
Christian Achter - Vaber

34



Dai cantieri  
*From the Shipyards*  
SoleSole e LunaLuna gli Astri del Cantiere Firebird  
*SoleSole and LunaLuna of Firebird Shipyard*  
Ariete Primo

51



Antivegetative / *Antifouling*  
Nanotubi di carbonio (CNTs): soluzione innovativa di alta prestazione per pitture antivegetative  
*Carbon Nanotubes (CNTs): Innovative and High Performance Solutions for Antifouling Coatings*  
Michael Claes, Daniel Bonduel and Frédéric Luizi - Nanocyl

39



Dai cantieri  
*From the Shipyards*  
Eco Cat40: il catamarano ecocompatibile a propulsione ibrida  
*Eco Cat40: the Eco-Friendly Catamaran by Hybrid Propulsion*  
Maiora 31dp con domotica  
*Maiora 31dp Domotics*

53



Progettazione / *Design*  
Progettazione eclettica e diversificata: imbarcazioni da diporto, interior design e automotive  
*Eclectic and Diversified Design: Pleasure Boats, Interior Design and Automotive*

43



Attualità  
*Topics*  
Il diportismo in Puglia turismo possibile  
*Pleasure-Cruising in Apulia, Likely Tourism*  
Daniela de Palo

56

## Attualità Topics

Nuovo Presidente per AS.PRO.NA.DI.  
*The New President of AS.PRO.NA.DI.* ..... pag. 58

## InfoNews

Araldite® impiegato nelle imbarcazioni a motore di lusso  
*Luxury Motor Cruiser Bonds with Araldite®* ..... pag. 59

Campion Marine sceglie la resina Envirez® Ashland a base biologica  
*Campion Marine Selects Ashland's Envirez® Bio-Based Resin* ..... pag. 60

Le soluzioni Mydrin a marchio Simson per l'adesione strutturale  
*Mydrin solutions from Simson® for Structural Bonding* ..... pag. 61

Nuovo sistema anti-vegetativo 2B Sure  
*New 2B Sure Anti-Fouling System* ..... pag. 62

Mastervolt Italia è sempre più vicina ai propri clienti  
*Mastervolt Italy Is Nearer to Its Customers* ..... pag. 64

Sistemi robotizzati per la verniciatura di yacht  
*Robotized Systems for Yacht Painting* ..... pag. 65

Nuova gamma di dissalatori HRO "Seafari Versatile"  
*New HRO "Seafari Versatile" Desalination System Range* ..... pag. 66

Snake: calore seducente  
*Snake: Seductive Heating* ..... pag. 67

La nautica riparte con Filippetti Yacht  
*The Marine Sector is Relaunched by Filippetti Yacht* ..... pag. 68

Alivio 2000, il comfort della quiete  
*The Alivio 2000, Your Silent Comfort* ..... pag. 69

## PreEventi PreEvents

Internautica 2010 ..... pag. 72  
 IBEX 2010 si trasferisce  
*IBEX 2010 Relocates* ..... pag. 73

## PostEventi PostEvents

Big Blu Roma Sea Expo ..... pag. 74  
 Dati incoraggianti da boot Düsseldorf 2010  
*boot Düsseldorf 2010 Is Encouraging* ..... pag. 75

Il mondo cammina, Seatec tiene il passo  
*The World Moves on, Seatec Keeps in Step with the Times* ..... pag. 76

Nautica e Compositi: un binomio vincente  
*Marine Sector and Composites: the Winning Formula* ..... pag. 77

**Fiere e Congressi 2010**  
*Trade Fairs and Congresses 2010* ..... pag. 80

# ULYSSE EX

## SICUREZZA D'AUTORE



### ANTISCOPPIO

L'unica serie ATEX in termoindurente, idonea per le zone 2 e 22, e per la 21, dove è possibile, durante il funzionamento normale, un'atmosfera esplosiva per la presenza di polveri combustibili ed elettroconduttrici. È certificata da CEC e controllata da IMQ, che ha notificato il sistema di produzione Palazzoli conforme all'Allegato IV della Direttiva 94/9/CE. L'involucro di ULYSSE EX previene il contatto tra atmosfera esplosiva e sorgenti di innesco.

**FPB** **Palazzoli**  
Sicurezza prima di tutto



# Rinforzi tridimensionali per compositi

A.E. Bogdanovich e M.H. Mohamed - 3TEX, Inc., Cary, NC



A.E. Bogdanovich

M.H. Mohamed

## RIASSUNTO

I preformati tessili tridimensionali, lavorati a maglia e intrecciati sono utilizzati da decenni con successo variabile come rinforzi per compositi. I pro e i contro di queste tecniche sono stati ampiamente discussi nelle pubblicazioni dedicate. Recentemente l'interesse pratico per questi materiali ha ricominciato a crescere grazie alle attività di ricerca intense dei produttori di velivoli per reperire tecnologie produttive alternative "fuori autoclave". In questo articolo si passano in rassegna velocemente tre tecniche principali per la produzione dei rinforzi 3D per compositi (cucitura, imperniatura a Z e preformati tessili tridimensionali unitari).

L'articolo si incentra sui vantaggi principali e sui difetti di ciascuna di queste tecniche.

Si illustra inoltre con dovizia di particolari la tessitura tridimensionale in generale e due tipologie specifiche, rispettivamente la tessitura intrecciata e l'ortogonale non increspata tridimensionali. La conclusione principale a cui si

giunge è che queste due distinte tecniche di tessitura tridimensionali e le attrezzature producono preformati tessili con le fibre strutturate in modo completamente differente, anche se queste distinzioni sono rare e se entrambi i tipi di tessuto siano solitamente catalogati come "tessuti tridimensionali".

Inoltre, queste principali differenze della struttura della fibra, in entrambi i casi soprattutti, danno luogo a proprietà completamente diverse fra loro nei compositi risultanti. I dati dei test comparativi dei compositi a base di fibra di carbonio, rinforzati con tessuti ortogonali tridimensionali non increspati, gli intrecciati 3D e i tessuti piani bidimensionali stratificati illustrano questo punto su varie proprietà meccaniche in piano e non in piano dei compositi equiparabili. L'articolo descrive infine i recenti sviluppi del processo produttivo industriale dei tessuti preformati ortogonali tridimensionali non increspati con l'ausilio di diverse fibre ad alto modulo e fragili (come la ceramica e il carbonio).

## INTRODUZIONE

Nei casi di utilizzo di nastri prepreg con spessore molto basso (solitamente nel range di 0,125-0,140 mm), la laminazione del composito è inevitabile perché qualsiasi struttura pratica deve avere uno spessore di molto superiore a poche frazioni di millimetro.

Da un lato, la laminazione di filati di nastro prepreg fibro-rinforzati offre vantaggi intrinseci come la flessibilità variando l'orientamento di ogni singolo strato nello spessore, in altri termini, fibre diritte, massima frazione raggiungibile del volume della fibra e, di conseguenza, massima rigidità e tenacità raggiungibili in piano. D'altra parte, lo svantaggio è rappresentato dal fatto che gli strati in sequenza causano la formazione di ampie aree sature di resina fra gli strati di fibra adiacenti, da cui possono derivare

gravi problemi strutturali, il maggiore dei quali è una grave delaminazione. Se questa ha origine in un punto qualsiasi della struttura e può propagarsi, può determinare il rigonfiamento del filato interno ed esterno, la separazione del filato negli angoli liberi, fori aperti, cedimento del filato, parti terminali sovrapposte nei giunti a sovrapposizione ed altre aree ad alta concentrazione di sollecitazioni; ancora più rimarchevole è il fatto che ciò potrebbe determinare una compressione inferiore a seguito dell'impatto. La delaminazione può ridurre fortemente la durabilità dei compositi in generale e la loro resistenza a fatica, in particolare. Essa influisce negativamente anche sulla tenacità dei giunti legati o bullonati dei compositi laminati tradizionali. L'altra serie di inconvenienti associati ai laminati dei nastri prepreg

comprendono i costi di produzione molto elevati, della manodopera, i materiali di scarto, le difficoltà in fatto di controllo della qualità (in particolare, la necessità di rilevare a occhio nudo il danno visibile causato dall'impatto accidentale o dallo shock termico o da urto).

Naturalmente, le tematiche presentate qui di seguito non sono nuove. Fin dai primi anni '90 è stato ampiamente discusso in letteratura il fatto che l'industria aerospaziale necessitava di tecnologie produttive alternative in grado di sostituire con successo la produzione del tradizionale nastro prepreg laminato in autoclave<sup>(1-17)</sup>. Fra le note pubblicazioni concernenti queste tematiche, in particolare relazioni tecniche specializzate<sup>(3,8,13,16)</sup> trattano in modo esaustivo le tecnologie della cucitura; la imperniatura a Z è trattata nelle

## Three-Dimensional Reinforcements for Composites

A.E. Bogdanovich and M.H. Mohamed - 3TEX, Inc., Cary, NC

### SUMMARY

Three-dimensional (3D) woven, braided and knitted fabric preforms have been used as composites reinforcement for several decades with varying success. Specific advantages and disadvantages of each of them have been extensively discussed in the literature. Recently, the practical interest in these materials started growing again owed to intensive search for alternative "Out-of-Autoclave" manufacturing technologies by the aircraft manufacturers. This paper first briefly reviews three primary approaches to producing 3D reinforcements for composites (stitching, Z-pinning, and using unitary 3D textile preforms). The discussion is focused on principal benefits and shortcomings of each of these approaches. Then, we analyse in a greater detail the method of 3D weaving in general and its two distinct types, 3D interlock weaving and 3D orthogonal non-crimp weaving, individually. The principal conclusion of this analysis is, that these two distinct 3D weaving methods and machines produce fabric preforms with very different fiber architectures, although the distinctions are rarely made and both fabric types are commonly categorized as "3D woven fabrics". Further on, those major distinctions in the fiber architectures of the two types of 3D woven fabrics are converted into dramatically different properties of resulting composites. Specific comparative test data for carbon fiber composites reinforced with 3D orthogonal non-crimp weaves, 3D interlock weaves and plied 2D plain weaves illustrate this point on various in-plane and out-of-plane mechanical properties of mutually comparable composites. A summary of recent efforts in industrial manufacturing of 3D orthogonal non-crimp woven preforms using various high-modulus, brittle (like ceramic and pitch carbon) fibers complete the paper.

## INTRODUCTION

If using very thin (usually in the range of 0.125-0.140mm) prepreg tapes, the composite lamination is inevitable, due to any practical structure has to have much larger thickness than just fractions of a millimeter.

On one side, lamination of very thin plies of fiber-reinforced prepreg tape has its inherent advantages, like flexibility in varying each individual ply orientation through the thickness, practically straight fibers, the highest achievable fiber volume fraction and, consequently, the highest achievable in-plane stiffness and strength. On the negative side, a sequential ply lay-up results in a formation of extensive resin-rich areas between adjacent fiber layers which appears to be the cause of various serious structural problems, the most crucial of them being infamous delamination. If delamination is originated somewhere in the structure and allowed to propagate, it may cause external and internal ply buckling, ply splitting at the free edges, open holes, ply drops, overlap ends in lap joints, and other high stress concentration regions. Most notably, it may lead to inferior compression after impact strength. Delamination may severely reduce durability of composites in general and their fatigue life in particular. Delamination also negatively affects strength of bolted and bonded joints of traditional laminated composites.

The other set of shortcomings associated with prepreg tape



laminates includes their high overall manufacturing cost, labor expense, material waste, difficulties with quality control (particularly, the necessity to detect barely visible damage caused by accidental impact, blast or thermal shock). Of course, the issues listed above are not new. It has been broadly discussed in the literature since the early 1990's, that aerospace industry is in a serious need of alternative manufacturing technologies that would successfully replace traditional prepreg tape laminate manufacturing in an autoclave;<sup>(1-7)</sup> among important publications on this topic. Specifically, review papers<sup>(3,8,13,16)</sup> well cover stitching technologies; Z-pinning is reviewed in<sup>(13,16,17)</sup>; comprehensive reviews of 3D knitting are provided in<sup>(2,5,9,10,11,15,16)</sup>; 3D weaving was reviewed in<sup>(1,6,14,16)</sup>.

Abroad-themed review paper<sup>(14)</sup> evaluates 3D interlock weaving, 3D braiding, 3D stitching and 3D knitting with the summaries of the advantages and disadvantages attributed to each of them. The only major technology which has been overlooked in<sup>(14)</sup> and<sup>(16)</sup> is 3D orthogonal non-crimp weaving. This article re-iterates some of the previously discussed issues and presents new information, mainly focusing on advanced 3D weaving technology. We will elaborate here on the key issues which were only touched in the previous papers of these authors<sup>(18,19,20)</sup> and, especially, on important textile manufacturing aspects. Also, 3D woven fiber architectures, comparative properties of different woven fabric composites, and weaving ceramic and carbon pitch fibers, will be addressed in this work. Obviously, a potential for delamination exists in any composite structure which is made of more than one ply of a "unitary" material, where distinct plies are separated by much weaker "interfaces". Of course, the term "interface" can be applied to any surface that separates dissimilar materials; however, it is important to distinguish between "macro" and "micro" interfaces. Accordingly, the term "unitary composite" is used here to define a material which may be internally inhomogeneous (like any fiber reinforced material) and, respectively, can accommodate micro-interfaces, but it may not have any macro-interfaces. This definition makes a clear segregation between such groups of materials as unitary (single-ply) 3D reinforced (3D woven, 3D braided or 3D warp-knitted) composites on one side and laminated composites reinforced with multi-ply stacks of 2D woven, 2D braided or 2D knitted fabrics on the other. Note that depending on its thickness, the resulting composite may be categorized as "thin" or "thick", but based on this factor it should not be categorized as "unitary" or "multi-layer" ("laminated"), "2D reinforced" or "3D reinforced". One somewhat confusing example of this kind is using term "2.5 composite" which is often applied to the case of a multi-layer composite reinforced with thin 2D braided fabric, which is produced and laid ply-by-ply in an automated 2D overbraiding process.

Obviously, in this kind of composite (which can be made as thick as desired) there are macro-interfaces between any two adjacent plies of 2D braided fabric, so such a material is neither unitary nor 3D reinforced. Moreover, thick composites can be made by laminating plies of 3D reinforced fabrics, like in 3D woven, 3D braided or 3D knitted laminates. Particularly, several plies of 3D warp-knitted (a.k.a. non-crimp and stitch-bonded) fabrics are commonly used to reach desired thickness of the composite. Same is valid for multi-ply stacks of 3D woven fabrics. From the viewpoint of above definition of a unitary material, there is no fundamental distinction between identical thickness composite laminates made of 30 plies of a plain weave, 8 plies of a 3D warp-knit, or 2 plies of a 3D weave. All three composite materials would possess macro-interfaces, therefore all three are not unitary, and it is appropriate to call them laminates or multilayer composites with

pubblicazioni citate in<sup>(13,16,17)</sup>, per una lettura esaustiva delle pubblicazioni riguardanti la maglia tridimensionale si veda<sup>(2,5,9,10,11,15,16)</sup>; per le pubblicazioni relative alla tessitura 3D si veda<sup>(1,6,14,16)</sup>. Una relazione ad ampio spettro<sup>(14)</sup> copre il tema della tessitura a catena 3D, l'intrecciatura 3D, la cucitura 3D e la lavorazione a maglia 3D elencando i vantaggi e gli svantaggi attribuiti a ciascuna di esse. La tecnologia di maggior spicco che è stata messa in luce in<sup>(14)</sup> e in<sup>(16)</sup> è la tessitura ortogonale non increspata. L'articolo ribadisce alcune delle tematiche discuse precedentemente e fornisce nuove informazioni, concernenti in primo luogo la tecnologia della tessitura 3D avanzata.

Nel presente articolo ci si concentra sui punti chiave, parzialmente affrontati nelle relazioni precedenti di questi autori<sup>(18,19,20)</sup> e, in particolare, su aspetti importanti dei prodotti tessili. Inoltre, ci si sofferma sulle strutture della fibra tessuta 3D, sulle proprietà comparate di vari compositi tessuti e sulla tessitura delle fibre ceramiche e di carbonio.

Ovviamente, la possibilità della delaminazione esiste in ogni struttura composita costituita da più di un filato di materiale "unitario", dove filati distinti sono separati da "interfacce" più fragili. Naturalmente, il termine "interfaccia" può riferirsi ad ogni superficie che separa materiali fra loro dissimili e, tuttavia, è importante distinguere fra "macro" e "micro" interfacce. Di conseguenza, il termine "composito unitario" è utilizzato qui per definire un materiale che potrebbe non essere omogeneo internamente (come qualsiasi materiale di rinforzo per la fibra) e, rispettivamente, che potrebbe contenere microinterfacce, ma anche non avere mai macrointerfacce. Questa definizione chiarisce la netta distinzione fra queste categorie di materiali come strati singoli

unitari rinforzati 3D compositi (tessuti 3D, intrecciati 3D o lavorati a maglia 3D a ordito) da una parte e i compositi laminati rinforzati con stratificazioni multi-ply di tessuti 2D, intrecciati 2D o prodotti lavorati a maglia 2D, dall'altra. È bene osservare che in base allo spessore, il composito risultante potrebbe essere classificato come "di basso spessore" oppure di "alto spessore", ma in base a questo fattore non deve essere classificato come "unitario" o "multi-ply" ("laminato", "rinforzato 2D oppure "rinforzato 3D").

Un esempio di questo tipo che potrebbe essere in un certo senso fuorviante è l'utilizzo del termine "composito 2.5" che si riferisce spesso al caso di un composito pluristratificato rinforzato con un prodotto tessile intrecciato 2D, realizzato e posato ply-supply in un processo di sovrintrecciatura. Naturalmente, in questo tipo di composito (che può avere lo spessore desiderato) esistono macrointerfacce fra due filati qualsiasi adiacenti di tessuto intrecciato 2D, tale per cui un materiale non risulta essere né unitario né rinforzato 3D.

Oltre a questo, i compositi con alto spessore possono essere fabbricati mediante laminazione di filati di prodotti rinforzati 3D come nei tessuti 3D, intrecciati 3D o laminati lavorati a maglia 3D. In particolare, per raggiungere lo spessore desiderato del composito, si utilizzano prodotti lavorati a maglia con ordito 3D (ovvero non increspato e legati con punti). Quanto affermato vale anche per gli stratificati multi-ply di tessuti 3D. Partendo dalla definizione sopracitata di un materiale unitario, non esiste una distinzione effettiva fra laminati compositi con spessore identico, costituiti da 30 strati di un tessuto piano, 8 di un prodotto lavorato a maglia con ordito 3D oppure 2 strati di un tessuto 3D.

Tutti e tre i materiali compo-

siti possiedono macrointerfacce, quindi tutti e tre non sono unitari ed è corretto chiamarli compositi laminati o pluristratificati, rispettivamente con rinforzo 2D e 3D. L'uso di questa terminologia chiara e coerente previene qualsiasi ambiguità, essenziale ai fini della comprensione di questo articolo.

Per tornare al problema della macrodelaminazione in un nastro prepreg laminato, si può concludere facilmente che esiste soltanto un modo per risolvere alla radice questo problema, vale a dire sostituire tutti i filati multipli del "rinforzo" con un prodotto preformato "3D unitario ed equivalente" che non presenta alcuna macrointerfaccia e, di conseguenza, che non sia soggetto a delaminazione. Tuttavia, è facile dichiarare questo obiettivo, ma non è altrettanto facile raggiungerlo. In realtà, sembra che esso non sia stato ancora raggiunto da qualsiasi tipo esistente di preformato tessile tridimensionale per un componente strutturale primario su base produttiva industriale. Il compito più facile consiste nel campionare lo spessore richiesto del nastro laminato da sostituire. Effettivamente, i preformati lavorati a maglia con orditura 3D unitari sono fabbricati con uno spessore nel range di millimetri, mentre i preformati tessuti 3D unitari, con uno spessore nel range di centimetri. I preformati intrecciati 3D unitari per rinforzi sono invece fabbricati con una frangia larga diversi centimetri con tessitura e spalla alti millimetri.

Quindi, dopo aver "campionato lo spessore", segue un nuovo compito molto più difficile per abbinare le proprietà meccaniche primarie del nastro laminato convenzionale al composito tessile 3D unitario selezionato. Sono molte le ragioni per le quali questa operazione è così difficile, vale a dire la frazione di volume della fibra relativamente bassa



(tipicamente nel range di 45-60%) di tutti i tipi di preformati tessili; la forma increspata intrinseca della fibra in piano di alcuni di questi (in particolare le tessiture concatenate 3D e intrecciate 3D); l'assenza di fibre fuori-asse (come nelle tessiture ortogonali 3D) e poche altre possibilità di angolazioni per il posizionamento della fibra fuori-asse (ad esempio nel caso della lavorazione a maglia con ordito 3D). Infine, potrebbero emergere varie irregolarità casuali o sistematiche nella struttura della fibra causate da ragioni legate al processo produttivo (qui di seguito definite "artefatti di produzione"<sup>(21)</sup>). Di conseguenza, il dilemma principale potrebbe essere quello di dover accettare l'inevitabile delaminazione dei nastri laminati tradizionali e, quindi, presupporre la possibile perdita significativa delle proprietà meccaniche correlate (tolleranza del danno in primo luogo) oppure ridurre la probabilità dei casi di delaminazione a quasi 0 utilizzando i preformati tessili unitari e, nel contempo, accettarne gli inconvenienti intrinseci. È anche vero che esiste una via intermedia, vale a dire introdurre uno spessore interno secondario, cosiddetto rinforzo "translaminare"<sup>(13)</sup> mediante cucitura o impennatura a Z dei nastri laminati prepreg non reticolati. Questa tecnica presenta degli svantaggi, discussi qui di seguito. È altrettanto importante tenere a mente che esistono alcune problematiche nella produzione dei nastri laminati prepreg, dovute alla necessità di fabbricare compositi strutturali con spessore più o meno alto per stratificazione, uno dopo l'altro, con un orientamento preciso, decine se non centinaia di strati con spessore molto basso. Fino a poco tempo fa questa operazione (molto laboriosa e spesso molto specializzata) veniva eseguita quasi sempre manualmente, con costi molto alti, inevitabili errori derivanti

da difetti di fabbricazione che, se sottovalutati a causa di un controllo della qualità non idoneo, potevano causare gravi problemi operativi. L'attuale tendenza più diffusa nell'industria aerospaziale, in quanto a materiali compositi avanzati, è lo sviluppo di tecnologie di produzione "fuori autoclave" che consentirebbero di ottenere le stesse proprietà dei compositi, proprie dei nastri laminati prepreg di riferimento, ma con costi di processo e tempi di lavorazione notevolmente ridotti. Nella produzione di componenti in composito di dimensioni grandi o molto grandi per velivoli si richiedono volumi produttivi superiori (in misura variabile). Nello stesso tempo, i limiti naturali dell'RTM ostacolano la produzione di componenti di grandi dimensioni con forme complesse e struttura della fibra con più direzioni. Per superare l'attuale alta dipendenza dall'autoclave, l'industria sta valutando al presente diversi nuovi processi di produzione e nuovi materiali. Un processo fondamentalmente diverso è una versione speciale di processo VARTM, denominato "prepreg con reticolazione a sacco vuoto aperto", ideale ai fini dell'utilizzo di vari preformati tessili complessi e loro assemblaggi. Per ottenere parti composite con alta frazione di volume della fibra soltanto con l'ausilio della pressione del sacco a vuoto, è in corso di sviluppo una nuova generazione di "materiali prepreg". La stratificazione e compattazione potrebbero essere eseguite con un processo integrato a fase unica "tutto in uno", denominato "Quickstep Cure Ultrasonic Compaction" (Compattazione Veloce per Reticolazione ad Ultrasuoni). In questo caso, l'ambiente risulterebbe idoneo alla reticolazione VARTM, con una buona efficacia di trasferimento del calore in entrambe le direzioni e con la possibilità di produrre componenti molto

grandi e con forma complessa e risparmi economici sostanziali.

Il successo iniziale di questa tecnica (sebbene ancora destinata a strutture secondarie) si spiega con i recenti sviluppi della produzione di preformati tessili 3D e di nuove resine. In particolare, la disponibilità dei cosiddetti "prodotti non increspati" (per la precisione, prodotti "lavorati a maglia con orditura" 3D), realizzati con il macchinario Liba (Max 5) e altre hanno facilitato questa evoluzione tecnologica; altri prodotti 3D, come le tessiture non increscate ortogonali 3D sono oggetto di studi approfonditi. Fra gli importanti vantaggi offerti da questa tipologia di prodotti tessili 3D, si ricorda che essi possono essere fabbricati con strato singolo e con uno spessore di gran lunga superiore a quello dei preformati lavorati a maglia con orditura 3D. Inoltre, le tessiture ortogonali 3D sono costituite nella pratica da fibre dritte in piano e, grazie all'assenza di grinze, essi possono presentare un'eccellente regolarità anche con spessori relativamente alti. Come nel caso dei prodotti lavorati a maglia con ordito 3D, la direzione rettilinea della fibra in piano nella tessitura ortogonale 3D garantisce una rigidità in piano superiore e, in particolare, la tenacità del composito rispetto a quelli concatenati 3D oppure a quella dei laminati tessuti in piano.

Il vantaggio comune di qualsiasi tipo di preformato tessile unitario è che, poiché contiene soltanto uno strato, può essere lavorato facilmente nei processi RTM e VARTM senza alcuna fase di laminazione. Con questo, si passerebbe potenzialmente dall'attuale progettazione e tecnica produttiva del componente seguita dall'operazione di giuntura, alla pratica strutturale di integrare i singoli componenti e, in ultima analisi, di integrare le strutture per intero. Natu-

respective 2D or 3D ply reinforcement. Using this clear and consistent terminology prevents any misunderstanding and is important for the purpose of this paper.

Now, returning to the problem of macro-delamination in a prepreg tape laminate, we easily conclude that there is only one way to fundamentally solve it - replace all of those multiple plies of the reinforcement by "equivalent" unitary 3D fabric preform which does not have any macro-interfaces and, accordingly, is not susceptible to delamination. However, it is easy to state this goal but extremely difficult to reach it. Actually, it looks like this goal has not been reached yet by any existing type of 3D textile preform for any primary structural component on industrial manufacturing basis. The easiest task is to match desirable thickness of the tape laminate to be replaced. Indeed, unitary 3D warp-knitted preforms have been produced with thickness in the range of millimeters. Unitary 3D woven preforms have been produced with thickness in the range of centimeters. Unitary 3D braided preforms for stiffeners have been produced with several centimeter wide flange and tall web and the wall thickness in millimeters. So, after "matching the thickness" task is accomplished, a much more difficult task emerges to match the primary mechanical properties of conventional tape laminate with selected unitary 3D textile composite. There are several major reasons why this task is so difficult: relatively low fiber volume fraction (typically in the range of 45-60%) provided by all kinds of textile preforms; inherent in-plane fiber waviness in some of them (particularly, in 3D interlock weaves and 3D braids); the absence of off-axis fibers (like in 3D orthogonal weaves) and very few options for off-axis fiber placement angles (like in 3D warp knits). Finally, there maybe various random or systematic irregularities in the fiber architectures caused by purely manufacturing reasons (following<sup>(21)</sup> we may call them "manufacturing artifacts"). So, the principal dilemma looks like: either to accept the inevitability of delamination in traditional tape laminates and, consequently, assume significant possible loss of related mechanical properties (damage tolerance in the first place), or reduce the probability of delamination to nearly zero by using unitary textile preforms and, simultaneously, accept their inherent shortcomings.

However, the intermediate path also exists: to introduce a secondary through-thickness, so-called "translaminar" reinforcement<sup>(13)</sup> by stitching or Z-pinning uncured prepreg tape laminates. This approach has its own drawbacks which we will discuss later in the paper.

It is also important to keep in mind that certain issues with manufacturing prepreg tape laminates exist. They are attributed to the necessity of making more or less thick structural composites by laying up, one after the other, at precise orientations, tens of even hundreds of very thin plies. Till recently this (very tedious and often requiring well-trained labor) operation was performed almost exclusively by human hands. This determined high cost, inevitable human errors resulting in manufacturing flaws which, if overlooked by insufficient quality control, could lead to serious in-service problems.

The principal current trend in aerospace industry, regarding advanced composite materials, is to develop "Out-of-Autoclave" manufacturing technologies that would enable same level of composites' properties as the benchmark prepreg tape laminates but at significantly reduced process cost and time. Higher (even much higher) production rates are required in manufacturing of large (and very large) composite parts for future commercial aircraft. At the same time, natural limitations of RTM prevent manufacturing large parts with complex shapes and multi-directional fiber architectures. In order to overcome the present high dependency on autoclave, the industry is currently evaluating various new manufacturing processes



and materials. One fundamentally different process is a special version of VARTM process called "Open Cure Vacuum Bag Prepreg", which is ideally suited for utilizing various complex textile preforms and their assemblies. A new generation of "prepreg" materials is being under development having the aim to provide high fiber volume fraction composite parts by using vacuum bag pressure only. The lay up plus compaction may be performed as a fully integrated "all-at-once" one-step process, which was named "Quickstep Cure Ultrasonic Compaction". This process is an ideal environment for VARTM curing, providing good efficiency of heat transfer in both principal directions, ability to produce large, complex shape parts and substantial cost savings. The initial success of this method (although at this time it targets only secondary structures) was due to recent improvements in 3D textile preform manufacturing and new resin system developments. Particularly, the availability of so-called "Non-Crimp Fabrics" (which are, in more precise textile terms, 3D "Warp-Knitted" fabrics) produced on the Liba (Max 5) and other textile machines, have facilitated this technological development. Other 3D fabrics, like 3D orthogonal non-crimp weaves, are also under a scrupulous consideration. Among important benefits offered by this type of unitary 3D fabrics is that they can be made in a single ply at much larger thicknesses than 3D warp-knitted preforms. Also, 3D orthogonal weaves are characterized with practically straight in-plane fibers and, owed to the absence of crimp, they show exceptional conformability even at relatively large thicknesses. Like in the case of 3D warp knits, the in-plane fiber straightness in 3D orthogonal weaves ensures significantly higher in-plane stiffness and, especially, strength of their composites in comparison with 3D interlock weave composites or plane weave laminates. The common advantage of any kind of unitary textile preform is, that due to it contains only one ply, it is easy to handle it in an RTM or VARTM manufacturing process, with no lamination step involved. This substantially simplifies the entire manufacturing cycle, reduces its time and results in substantial cost savings vs. traditional ply lay-up and parts assembly manufacturing. This would, potentially, transition from the current design and manufacturing practice of component manufacture followed by their joining, to the structural concepts of integrating individual components and, ultimately, integrating all of the frames. Of course, this will also ask to develop and implement new test methods, new design methodologies and new predictive structural analysis tools. Currently, critical structural components have to be overdesigned to account for a possibility of undetected delamination which, if not timely arrested, may cause catastrophic failure. By fully eliminating any possibility of delamination growth under in-service loads, it would become possible to significantly reduce weight of composite structures through higher design allowables. Simultaneously, it would greatly reduce inspection, repair and replacement costs. Having accurate and reliable theoretical predictions of the load-bearing capacity of the novel, delamination-free composite structures, is another crucial element of this strategic approach.

## TRANSLAMINAR-REINFORCED COMPOSITES

The ability of stitching or Z-pinning to provide a great increase (by an order of magnitude or more) of interlaminar fracture toughness, which results in arresting delamination growth, in reducing impact-imparted damage and in increasing damage tolerance, is commonly ac-

ralmente, questa procedura implica lo sviluppo e l'attuazione di nuovi metodi di test, nuove metodologie progettuali e nuovi strumenti di analisi strutturali antecedenti il processo di produzione. Attualmente, è necessario ricorrere alla messa a punto delle tecniche progettuali riferite ai componenti strutturali per prevedere l'eventuale possibilità di casi di delaminazione, che, se non arrestati in tempo, possono dar luogo a gravi casi di deterioramento del prodotto. Rimuovendo completamente qualsiasi rischio di delaminazione sotto carico, si ridurrebbe anche in modo considerevole il peso delle strutture composite grazie alle variabili progettuali di rilievo. Nello stesso tempo, sarebbe possibile ridurre i costi dovuti a controlli, riparazioni e sostituzioni. Le previsioni teoriche accurate e affidabili delle capacità di carico possibili delle nuove strutture composite prive di delaminazioni rappresentano un altro aspetto fondamentale alla base di questa metodologia operativa.

## COMPOSITI TRANSLAMINARI RINFORZATI

È noto e accettato da tutti il fatto che le operazioni possibili di cucitura o imperniatura a Z incrementano (di un ordine o più ordini di grandezza) la resistenza alla frattura laminare da cui deriva l'arresto del processo di delaminazione progressivo, la riduzione del danno provocato dall'impatto e una maggiore tolleranza al danno stesso. Nello stesso tempo, però, il peggioramento delle proprietà in piano e di resistenza alla trazione in piano, in particolare di resistenza alla compressione statica e a fatica sono motivo di preoccupazione. Nuovi sviluppi e ricerche da parte degli operatori si incentrano sulle proprietà in piano dei compositi rinforzati con preformati lavo-

rati a maglia o intrecciati con filati singoli tessuti. Sebbene non vi siano differenze fondamentali e ovvie fra i due casi, si riscontrano alcune similitudini che è bene mettere in luce per raggiungere gli obiettivi di questo lavoro di ricerca. Per questa ragione, si passeranno in rassegna brevemente alcuni aspetti principali delle tecnologie di cucitura e di imperniatura a Z.

In primo luogo, si sottolinea che esiste una differenza fondamentale fra il nastro prepreg "rinforzato 3D" (vale a dire cucito o imperniato a Z) dei laminati di tessuto da una parte e dall'altra, il prodotto tessile unitario 3D, composito rinforzato (tessuto, intrecciato, lavorato a maglia). Nel primo caso, lo stratificato già prodotto di filati 2D rinforzati di nastro prepreg viene legato mediante cucitura oppure con spilli rigidi e corti, formando con successo un rinforzo dotato di spessore interno. Nel secondo caso, il rinforzo non in piano (denominato solitamente "filo Z", "filo che lega", "filo a maglia" o "filo intrecciato") viene inserito nel prodotto tessile con un altro rinforzo (in piano) e, di conseguenza, esso diventa parte integrante del preformato. Se questo rinforzo "non in piano" viene in qualche maniera rimosso dal preformato prima del processo di infusione della resina, il preformato cade a pezzi e una maglia di singoli fili non cuciti si perde.

Ovviamente, questo non avviene nel caso di preformati di prodotto tessile cucito, dove i filati singoli del prodotto stesso conservano la loro integrità.

Un metodo idoneo per distinguere dal punto di vista terminologico i due casi di "rinforzo 3D" è l'utilizzo della definizione dei materiali cuciti, imperniati a Z o altri compositi di questo tipo, compositi "translaminari rinforzati", come si suggerisce in<sup>(13,22)</sup>. In base a una definizione molto precisa e generale offerta in<sup>(22)</sup>: "Un

composito rinforzato translaminare (TLR) è un laminato bidimensionale con spessore profondo o rinforzo di fibre orientate a Z attraverso la lamina". Inoltre, si spiega in questa relazione che il TLR può essere un filo continuo come nei laminati cuciti oppure bacchette o spillo discontinui come nei materiali a fibra Z. Sfortunatamente, dagli stessi autori è stata fornita una definizione generale differente e ambigua in<sup>(13)</sup> cui si afferma: "Il composito translaminare rinforzato (TLR) può essere definito come laminato composito con un volume di rinforzo fibroso fino al 5%, orientato in una direzione translaminare o attraverso lo spessore". Con un po' di immaginazione, questi materiali, quali i compositi rinforzati con tessitura intrecciata 3D, l'ortogonale 3D e lavorata a maglia con ordito 3D rientrerebbero in questa definizione. La distinzione fra le due categorie essenzialmente diverse di "compositi rinforzati 3D" viene oscurata da questa definizione perdendo così il significato di composito TLR.

Un esempio dell'effetto fuorviante di questa definizione scorretta di TLR è fornito dalla relazione<sup>(23)</sup>, dove sono stati analizzati i preformati tessili ortogonali 3D a strato singolo e dove l'oggetto in esame è stato definito "composito translaminare rinforzato". Questi autori ritengono che seguendo fedelmente la definizione sopracitata di composito TLR, come da<sup>(22)</sup>, si aiuta ad evitare l'incoerenza terminologica e i faintendimenti in materia.

## COMPOSITI CUCITI NELLO SPESSEORE

La cucitura all'interno dello spessore dei preformati tessili multi ply e dei nastri laminati prepreg ha attirato molta attenzione negli anni '80 e negli anni '90 ha stimolato un notevole lavoro di sviluppo. Essa è una delle tecniche tuttora con-



siderata fra le più importanti per prevenire la delaminazione nei laminati 2D. In generale, come affermato in<sup>(24)</sup>, a causa della natura dirompente della tecnologia dei compositi cuciti, il percorso di applicazione è stato lungo e arduo". In particolare, dai lavori di ricerca si è dedotto che la cucitura dei preformati in tessuto secco è molto più semplice di quella dei nastri laminati prepreg non reticolati. Questa è una delle ragioni per cui recentemente i nuovi sviluppi tecnologici in questa area si sono concentrati prevalentemente sulla cucitura dei preformati tessili secchi. In questi ultimi anni, sono stati introdotti nuovi processi com-

plessi insieme a macchinari completamente automatizzati e assistiti da robot per la cucitura di ampi preformati di forma complessa, sia a livello locale che globale. Tuttavia, due aspetti di grande rilievo relativi ai laminati compositi sono rimasti invariati, da cui sono derivati tanti dubbi e domande. Il primo aspetto preoccupante è rappresentato dall'aumento dei costi di produzione; questa problematica è affrontata dai testi dedicati all'argomento, quindi non verrà presa in esame in questo articolo. Il secondo aspetto, ben correlato al soggetto trattato in questa relazione, è la perdita delle proprietà meccaniche. In realtà, poiché la

cucitura è una fase operativa aggiuntiva, con l'inserimento del filo nello spessore con l'ausilio di un ago appuntito e con diametro relativamente grande in uno stratificato di filati già fabbricato o in un nastro prepreg o ancora prodotto tessile secco, sembra inevitabile la possibilità di un danno o di una rottura delle fibre in piano oltre a qualche danneggiamento della struttura della fibra originale. La domanda che ci si pone allora sarà: in quale misura i compositi cuciti subirebbero la perdita della rigidità e resistenza alla trazione e compressione in piano, della resistenza a fatica e di altre proprietà meccaniche di interesse?

cepted. The remaining concerns are about the knockdown of the in-plane properties, and the in-plane tensile and compressive static and fatigue properties in the first place. Similar concerns are often raised about the in-plane properties of composites reinforced with unitary, single-ply woven braided and knitted preforms. Although there are obvious fundamental differences between the two cases, certain similarities also exist, and revealing them is very important for the purpose of this paper. Due to this reason, we will next briefly review some principal aspects of stitching and Z-pinning technologies.

Firstly, it has to be emphasized again that there is a fundamental difference between "3D reinforced" (meaning stitched or Z-pinned) prepreg tape of fabric laminates on one side, and unitary 3D textile (woven, braided, knitted) reinforced composites on the other. In the first case, the already manufactured stack of 2D reinforced plies of prepreg tape or fabric is bound together by a stitching thread or short rigid pins, which may effectively form a through thickness reinforcement. In the second case, the out-of-plane reinforcement (commonly named "Z yarn", "binder yarn", "knitting thread" or "braided yarn") is inserted into the fabric simultaneously with the other



Your Partner in Sandwich  
Composite Technology

When Azimut decided to move to closed molding they chose DIAB as their technology partner. DIAB Core Infusion™ brings together all the benefits of sandwich composites with the processing, performance and health and safety advantages of closed moulding. It enables Azimut to improve quality, achieve consistent and repeatable results and allows

additional weight savings. It also provides optimum core to skin bonding and reduces mould cycle times by up to 50%. Equally important is the fact that Azimut have virtually eliminated VOC emissions, thereby improving working conditions. Contact DIAB to take advantage of the latest developments in composite construction - [www.diabgroup.com](http://www.diabgroup.com)

cores | kits | processing | engineering | training

Tel: +39 010 6001248 • Fax: +39 010 6519298 • E-mail: [info@it.diabgroup.com](mailto:info@it.diabgroup.com) • [www.diabgroup.com/italia.html](http://www.diabgroup.com/italia.html)



(in-plane) reinforcement and, consequently, becomes an integral part of the preform. If such out-of-plane reinforcement is somehow removed from the preform before resin infusion, the preform would fall apart and a mesh of individual unbound yarns will be left. This, obviously, would not happen in the case of stitched fabric preforms, where individual fabric plies would still keep their integrity. One suitable way to terminologically distinguish between the two cases of "3D reinforcement" is to term stitched, Z-pinned and possible other composite materials of this kind "Translaminar-Reinforced" composites, as was suggested in<sup>(13,22)</sup>. According to a very precise and sufficiently general definition offered in<sup>(22)</sup>: "A translaminar-reinforced (TLR) composite is an otherwise two-dimensional laminate with through-thickness or Z-direction fibrous reinforcement across the lamina". Further on, it was explained in that paper: "The TLR can be continuous threads as in stitched laminates, or it can be discontinuous rods or pins as in Z-fiber materials". Unfortunately, a different, ambiguous and less general definition was given by the same authors in<sup>(13)</sup>: "A translaminar-reinforced (TLR) composite may be defined as a composite laminate with up to 5% volume of fibrous reinforcement oriented in a translaminar or through-thickness direction". With a little stretch of imagination, such materials as 3D interlock weave, 3D orthogonal weave or 3D warp knit reinforced composite could fall under this definition. The distinction between two fundamentally different categories of "3D reinforced composites" is blurred in this definition, and the meaning of TLR composite is lost. As an example of misleading effect of such incorrect TLR definition, we can refer to paper<sup>(23)</sup>, where composites made with a single ply 3D orthogonal woven preform were studied, but the subject of study was termed "translaminar-reinforced composite". These authors believe that strictly following the above cited definition of TLR composites from<sup>(22)</sup> would help the community to avoid any terminological inconsistencies and misunderstandings on this matter.

#### THROUGH-THICKNESS STITCHED COMPOSITES

Through-thickness stitching of multi-ply fabric preforms and uncured prepreg tape laminates attracted interest in 1980s and was under very intensive development in the 1990s. It is still considered to be one of the principal ways of preventing delamination in 2D laminates. Overall, as expressed in<sup>(24)</sup>, "Due to the disruptive nature of stitched-composite technology, the path to implementation has been long and arduous." Particularly, resulting from extensive research it was concluded that stitching dry fabric preforms is much easier than stitching uncured pre-preg tape laminates. This is one of the reasons why lately the new technological developments in this area have been mainly focused on stitching dry fabric preforms. In the last years new complex processes and fully automated, robot-assisted machinery for stitching large complex preforms, both globally and locally, have been introduced.

However, two principal aspects of stitching composite laminates remain unaltered and cause continuous questions and concerns. The first concern is an added manufacturing cost; this issue is well addressed in literature and we will omit its discussion here. The second, more relevant to the purpose of this paper, is mechanical property knockdown. Indeed, due to stitching is an additional manufacturing step of inserting through-thickness thread by a sharp, relatively large diameter needle into a stack of already fabricated plies of a prepreg tape or dry fabric, some

Diversi dati sperimentali sono stati sintetizzati e discussi in eccezionali pubblicazioni<sup>(3,8,13,14,16)</sup> (probabilmente ce ne sono a centinaia sui compositi laminati cuciti). In generale, si può dire che queste relazioni e molti altri lavori non lasciano dubbi circa il fatto che la cucitura non è efficace nei nastri laminati prepreg. Quando un ago, spingendo il filo della cucitura penetra più volte (spesso a una distanza ravvicinata) attraverso il laminato prepreg già formato, esso causa inevitabilmente un danno sostanziale a quelle fibre delicate, sottili e strutturate ad alta densità. Si determinano quindi numerose microfratture, all'origine di concentrazioni di microsollecitazioni che favoriscono l'insorgere del danneggiamento, la coalescenza e la trasformazione in un macrodifetto o macrofrattura. Oltre all'effetto dannoso subito dalle fibre in piano, l'operazione di cucitura dà luogo alla formazione di "canali" relativamente ampi e saturi di resina nello spessore profondo, attorno ad ogni punto. Questi canali diventano dei luoghi privilegiati per la concentrazione di sollecitazioni, dove la pura matrice polimérica deve resistere alla formazione di screpolature, alla propagazione e alla coalescenza. Un esempio importante di questo tipo è lo sviluppo e la formazione di screpolature da sollecitazione a fatica a bassi livelli di carico. L'effetto combinato di questo danneggiamento della fibra in piano e la formazione di canali saturi di resina nello spessore nei nastri laminati prepreg causa una perdita considerevole della rigidità in piano, una perdita significativa della tenacità in piano (specialmente da compressione) e il deterioramento di altre importanti caratteristiche tecniche come la resistenza a fatica e la durabilità. Naturalmente, i rispettivi fattori di deterioramento sono influenzati dalla dimensione

dell'ago e del filo inseriti nel nastro prepreg o nello stratificato tessile.

Molti di questi autori, specialmente dei primi lavori (vedi discussione e i rif.<sup>3,8</sup>) sono giunti alla conclusione che un alto numero di dati sperimentali dimostrano in maniera inequivocabile che, oltre al successo significativo del potenziamento della resistenza alla frattura interlaminare della Modalità I (e in misura minore anche della Modalità II) e nel superamento della macrodelaminazione nei laminati compositi, la cucitura deteriora quasi tutte le altre proprietà meccaniche in misura più o meno pronunciata. In altri studi sono state tratte conclusioni più ragionevoli. In particolare, in una valutazione critica esaustiva di dati sperimentali complessivi sui compositi cuciti, presentata in<sup>(25)</sup>, si affermava che "la cucitura solitamente riduce la rigidità, la tenacità e la resistenza a fatica di un laminato non più del 10-20%, sebbene in alcuni casi le proprietà rimangano invariate o migliorino leggermente." Gli autori di<sup>(25)</sup> hanno ritenuto valida la serie suddetta di modificazioni delle proprietà meccaniche, in relazione alla compressione da carico, tensione e forze di taglio. Altri dati sperimentali utili sulle proprietà statiche e di resistenza a fatica dei laminati cuciti nel filato angolare con varie stratificazioni di filati sono reperibili in<sup>(26)</sup>. Quegli stessi autori hanno concluso che "la cucitura nello spessore offre numerose migliorie alla resistenza alla delaminazione statica, ma con vari effetti sull'allungamento a rottura dei laminati in esame, con un aumento della tenacità pari a ( $\pm 30^\circ/90^\circ$ ), e una riduzione della stessa pari a ( $\pm 45^\circ/0^\circ/90^\circ$ ). La medesima tendenza è stata ritenuta applicabile alla durata a fatica, calcolata per questi laminati. Molte considerazioni meccanistiche utili, riguardo ai meccanismi di deformazione

e di deterioramento dei laminati compositi cuciti sono reperibili in<sup>(25)</sup>, ma gli autori hanno voluto precisare che "la maggior parte degli studi non fornisce informazioni rilevanti sulle proprietà fisiche del laminato cucito". In particolare, questi parametri fondamentali, come la dimensione dell'ago, la forma e la tensione del filo, sono trattati di rado e questa è probabilmente la ragione principale per cui le pubblicazioni che esaminano le proprietà meccaniche dei compositi cuciti sono ricolme di risultati e di conclusioni fra loro discordanti. Per sintetizzare, ci si può riferire agli autori di<sup>(16)</sup>, i quali giungono alla conclusione che "non vi è ancora una base teorica completa per spiegare l'effetto esercitato dalla cucitura sulle proprietà meccaniche dei compositi, tale per cui la certificazione e l'applicazione di questi materiali è ancora difficilmente obiettabile.

#### COMPOSITI IMPERNIATI A Z NELLO SPESORE

L'imperniatura a Z è un tipo di rinforzo relativamente recente e molto diverso rispetto alla cucitura. Sebbene esistano differenze fondamentali fra le due tecnologie, i prodotti compositi che ne risultano presentano molte similitudini in termini di proprietà meccaniche in piano e non in piano. Come è stato osservato ragionevolmente in<sup>(17)</sup> "nei termini di sviluppo di compositi rinforzati nello spessore, i compositi con imperniatura a Z seguono la scia dei compositi cuciti." Esistono due pubblicazioni sul tema dei compositi imperniati a Z<sup>(13,17)</sup>, un capitolo in<sup>(16)</sup> e altre ancora, in particolare<sup>(27-35)</sup>. In tutta la letteratura disponibile, le relazioni tecniche forniscono informazioni esaurienti sui processi produttivi, sulle attrezzature e sui materiali impiegati, ma anche sulle proprietà meccaniche



dei compositi imperniati a Z. Inoltre una descrizione dettagliata delle tecniche più recenti utilizzate per la produzione dei compositi imperniati a Z è reperibile in<sup>(33)</sup> per i laminati e in<sup>(32)</sup> per i sandwich. Dagli anni '90, Foster-Miller, Inc. sviluppa un nuovo prodotto nell'intento di rinforzare strutture composite nella direzione dello spessore in profondità con le cosiddette "Fibre Z". In effetti, la fibra Z di per sé può essere un composito unidirezionale prima pultruso e poi consolidato oppure, alternativamente, una corta bacchetta metallica. La relazione tecnica<sup>(27)</sup> fornisce informazioni dettagliate sul processo di inserzione della fibra Z ori-

ginale e sui materiali impiegati da Foster-Miller. Le bacchette composite pultruse avevano un diametro nel range di 0,2-0,6 mm ed utilizzavano materiali come il composito carbonio/epossidico T300, il composito carbonio/epossidico (per applicazioni che richiedevano una conducibilità termica maggiore nello spessore), il composito a base di carbonio BM/PMP (per compositi polimerici ad alte temperature), acciaio inossidabile/titanio (per strutture con alte forze di taglio interlaminari) e metalli refrattari (per compositi carbonio-carbonio ad alte temperature). È stato dimostrato da Foster-Miller su diversi sistemi prepeg che le

fibre Z possono essere inserite nel laminato prepeg non reticolato, prevalentemente durante il ciclo di reticolazione in autoclave, al punto in cui la viscosità della matrice è minima (quest'ultima caratteristica è stata valutata come il fattore che previene un danneggiamento significativo della fibra negli strati prepeg). La temperatura minima di inserimento era pari a 66°C, mentre la più alta, a 398°C. Oltre ai laminati piani, secondo le indicazioni di<sup>(27)</sup> e per dimostrare il successo tecnologico conseguito, sono stati prodotti anche un pannello irrigidito di grafite/epossidica, un pannello irrigidito a T carbonio-carbonio (entrambi rinforzati

damage or even breakage of the in-plane fibers and some distortion of the original fiber architecture seem inevitable. The question is: how much of a loss in the in-plane tensile and compressive stiffness and strength, fatigue life and other mechanical properties of interest the stitched composite may experience?

Numerous experimental data have been summarized and discussed in excellent review papers<sup>(3,8,13,14,16)</sup> (there are probably hundreds of other publications on stitched laminated composites). Overall, these papers and many other reviewed works leave no doubt that stitching does not work well for prepeg tape laminates. When the needle, pulling sewing thread, penetrates multiple times (and usually with a short spacing) through already formed prepeg laminate, it inevitably causes substantial damage of those delicate, fine and very densely packed in-plane fibers. Numerous micro-breaks are created, and they become the origins of a micro-stress concentration which facilitates new damage formation, coalescence, and transformation into a macro-defect or macro-crack. In addition to that most harmful effect of damaging in-plane fibers, the stitching procedure results in a formation of relatively large resin-rich through-thickness "channels"

DUALSCOPE® MP0R

Fischer®

## Misure precise - in tutte le posizioni

### Perfette misure di spessore del rivestimento

Il DUALSCOPE® MP0R non è solamente uno dei più piccoli apparecchi elettronici di misura dello spessore, ma è anche il primo con:

- due display\* LCD retroilluminati - un ampio display frontale e un display superiore - per una lettura delle misure dello spessore di rivestimento sicura e affidabile in tutte le posizioni,

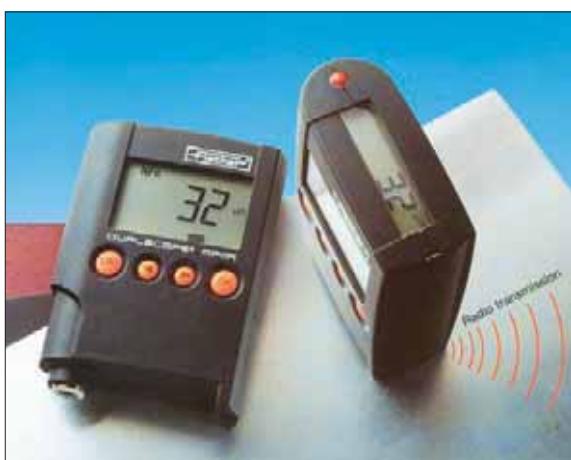
- radio trasmettitore integrato standard per il trasferimento delle misure online o offline direttamente a un computer, fino a una distanza di 10-20 metri.

Il DUALSCOPE® MP0R misura lo spessore di

- vernice, plastica, ossidazione anodica su tutti i materiali non magnetici come alluminio, rame, bronzo o acciai inox secondo il metodo delle correnti parassite secondo la norma DIN EN ISO 2360,

- zinco, cromo, rame, vernice, plastica, su substrati ferro magnetici utilizzando il metodo magnetico secondo la norma DIN EN ISO 2178.

Lo strumento riconosce automaticamente il materiale di base e seleziona il metodo di misura adeguato.



\*in attesa di brevetto

**Helmut Fischer S.r.l.**, Tecnica di misura - 20128 Milano, Italy  
Tel. (+39) 02 255 26 26 - Fax (+39) 02 257 00 39 - E-Mail: [italy@helmutfischer.com](mailto:italy@helmutfischer.com)



around each stitch. These channels become additional sites of stress concentration, where pure polymeric matrix has to resist the crack formation, propagation and coalescence. An important example of this kind is a fatigue crack formation and development under low load levels. The combined effect of the in-plane fiber damage and the formation of through-thickness resin-rich channels in stitched prepreg tape laminates typically results in a considerable loss of in-plane stiffness, in very significant loss of in-plane strength (especially in compression) and in deterioration of other important characteristics, such as fatigue resistance and durability. Of course, the respective knockdown factors are affected by the size of a needle and thread inserted into prepreg tape or fabric stack.

Many of the authors, especially of the earlier works (see discussions and references in<sup>3,8</sup>) had concluded that a large amount of accumulated experimental data show very convincingly that, apart from significant success in increasing Mode I (and at a lesser extent also Mode II) inter-laminar fracture toughness and suppressing macro-delamination in composite laminates, stitching deteriorates almost any other mechanical characteristic to a greater or lesser extent. More moderate conclusions have been made in some other works. Particularly, in a comprehensive critical appraisal of a bulk of experimental data on stitched composites presented in<sup>(25)</sup> it was revealed that "stitching usually reduces the stiffness, strength and fatigue resistance of a laminate by not more than 10-20%, although in a few cases the properties remain unchanged or increase slightly". The authors of<sup>(25)</sup> found the above range of changes in mechanical properties valid for loading in compression, tension, bending and shear. More of useful experimental data on the static and fatigue properties of stitched angle-ply laminates with different ply lay-ups can be found in<sup>(26)</sup>. Those authors concluded that "Through-thickness stitching offered a significant improvement in the static delamination resistance, but had varying effects on the ultimate tensile stress of the laminates under study with an increase in strength of [±30°/90°]s and a decrease in strength of [±45°/0°/90°]s." Same trend was found applicable to the fatigue life determined for these laminates.

A lot of useful mechanistic considerations regarding the deformation and failure mechanisms of stitched composite laminates can be found in<sup>(25)</sup>, yet the authors made a point that "most studies do not provide crucial information about the physical properties of the stitched laminate." Particularly, such a crucial parameters as the needle size, shape and thread tension are rarely disclosed. This is, probably, the main reason why the literature on mechanical properties of stitched composites is so populated with mutually contradicting results and conclusions. To summarize this, we can refer to the authors of<sup>(16)</sup> making their conclusion that "there is not a complete understanding of the effect of stitching on the mechanical properties of composites, which makes the certification and application of these materials very difficult." It is hard to argue with this point.

## THROUGH-THICKNESS Z-PINNED COMPOSITES

Z-pinning is a much younger and very different through-thickness reinforcement approach as compared to stitching. Although there are fundamental distinctions between the two technologies, the resultant composite products show many similarities in terms of in-plane and out-of-plane mechanical properties. As reasonably noted in<sup>17</sup>,

nell'area della flangia con fibre Z di carbonio-epossidica e un sandwich a base di grafite/epossidica con fibre Z di acciaio inossidabile come materiale d'anima).

I test meccanici iniziali e la caratterizzazione delle proprietà, riportate da Foster-Miller<sup>(27)</sup> hanno fornito risultati incoraggianti. I sei test eseguiti sono stati rispettivamente (i) la trazione e compressione in piano, (ii) la rottura nella modalità I, (iii) la delaminazione del margine, (iv) la compressione a seguito dell'urto (CAI), (v) l'urto ad alta velocità con sfere di grandine e (vi) l'urto balistico di pannelli rigidi per determinare la conservazione del rinforzo. Nei test condotti (i), la resistenza alla trazione era una proprietà fondamentale da valutare e il risultato ottenuto è stato pari ad una conservazione di questa proprietà del 93-98% (con lo 0,5% di imperniatura a Z per area). Il modulo trazione ha presentato variazioni trascurabili. La resistenza alla compressione è rimasta anch'essa pressoché inalterata. Nei test (ii) si è ottenuto un aumento della tenacità della frattura interlaminare di 18x, 12x e 2x nei tre materiali testati rispetto ai laminati campione privi di fibra Z. Nei test (iii) la soglia massima di carico che aveva causato la delaminazione dei margini era aumentata del 72% con lo 0,5% di fibra Z e del 94% con l'1,0% di fibra Z. Nei test (iv) si è raggiunto un miglioramento del ~50% della resistenza CAI con due diametri dei materiali in fibra Z (0,15 e 0,20 mm). Nei test (v) l'area interessata dalla delaminazione è stata ridotta con l'inserimento con due modelli di inserzione della fibra Z, rispettivamente pari al 44% e al 57% rispetto al pannello della linea di base senza rinforzo con la fibra Z. Infine, nei test (vi) si è dimostrato che il rinforzo coreticolato profilato, contenente la fibra Z nell'area della giuntura flangiata coreticolata, rimaneva integro con

il pannello composito, mentre il rinforzo profilato adiacente coreticolato si staccava immediatamente dal pannello. Questo successo ottenuto in tutti i sei test ha dimostrato che la tecnologia dell'imperniatura a Z ha un grande futuro davanti a sé.

I metodi moderni dell'inserzione della fibra Z (qui di seguito<sup>(17)</sup> definiti spilli Z) si basano sull'utilizzo di una testina a ultrasuoni. L'azione degli ultrasuoni ad alta frequenza eccita gli spilli ed essi sono estratti dal loro veicolo schiuma nel laminato prepreg non reticolato con una forza verso il basso molto moderata<sup>(17)</sup>.

Questo metodo consente di rinforzare i compositi laminati e i sandwich in direzione ortogonale o ad angolo rispetto al piano degli strati del composito. Lo spillo Z solitamente ha una punta affilata per ridurre il possibile danno dell'azione della fibra in piano nel materiale di base durante l'inserzione dello spillo Z. Come descritto in<sup>(17)</sup>, il processo di inserzione è facilitato dal riscaldamento localizzato di supporto, che riduce la viscosità della resina matrice rendendo possibile agli spilli Z di annidarsi fra le linee delle fibre, incrementando la possibilità che le fibre stesse subiscano il minimo danno. Altre descrizioni di inserzioni simili dello spillo Z sono reperibili in<sup>(13, 32, 33)</sup>.

La capacità degli spilli Z di provocare un incremento sostanziale della resistenza alla frattura da delaminazione e di incrementare la tolleranza al danno dei laminati compositi non è oggetto di dibattito. Tuttavia, come nel caso della cucitura nello spessore ci si pone la medesima domanda, vale a dire in quale misura vi sarebbe una perdita (semmari ci fosse) della rigidità e della resistenza alla trazione e compressione in piano, della durata a fatica e di altre proprietà meccaniche di interesse nelle strutture composite imperniate a Z. La letteratura dedi-

cata a questo tema non ha continuità e spesso presenta incoerenze. Esistono soltanto alcuni studi esaurienti di proprietà meccaniche specifiche<sup>(29, 35)</sup> oltre a una relazione tecnica molto utile<sup>(17)</sup> in cui si sottolinea, in particolare, che non "è mai stato eseguito un confronto valido e diretto della prestazione meccanica dei compositi cuciti rispetto a quelli impernati a Z".

Dal punto di vista qualitativo, gli effetti dell'imperniatura a Z sulle proprietà meccaniche in piano dei compositi devono presentare molte similarità, tuttavia, dal punto di vista quantitativo, i possibili effetti negativi devono essere meno dannosi. Quanto affermato è confermato all'unanimità dai dati sperimentali disponibili. Come nel caso dei compositi cuciti, la riduzione della rigidità in piano è attribuita all'effetto combinato della distorsione della fibra in piano e del possibile danno subito dalla fibra e alla presenza di tasche sature di resina dall'inserzione dello spillo Z<sup>(17)</sup>. L'effetto aggiuntivo è sopraddetto diluizione della frazione del volume della fibra. La resistenza alla compressione in piano presenta, naturalmente, un numero massimo di probabilità di riduzione a seguito dell'inserzione dello spillo Z. Questo deterioramento della proprietà dovrebbe dipendere dalla stretta vicinanza degli spilli Z in una serie ordinata e dall'angolo dell'inserzione dello spillo Z<sup>(17)</sup>. Gli autori di<sup>(29)</sup> hanno studiato i laminati unidirezionali con una linea al quadrato di spillo Z inseriti perpendicolarmente (a 90°) rispetto al piano del filato ed è stato osservato il deterioramento precoce sotto compressione in piano, associato al micro-ingobbamento delle fibre in prossimità degli spilli Z. Questo difetto è stato correlato all'incremento dell'ondu- lazione locale della fibra in prossimità degli spilli Z; è stata quindi valutata una ri- duzione drastica della resi-



stenza alla compressione del ~30%.

Ulteriori esperimenti con gli spilli Z inseriti ad un angolo di 67° e 45° sullo strato piano hanno mostrato una riduzione dell'ondulazione della fibra locale e, di conseguenza, del fattore di riduzione della tenacità.

Un altro effetto interessante, osservato in<sup>(29,30,31)</sup> è rappresentato dal fatto che alcuni spilli Z erano visibilmente inseriti nel filato, dividendone l'ampiezza in due parti senza rottura visibile della fibra (il che è molto improbabile nel caso della cucitura). Questo fenomeno ha delle conseguenze a lungo termine nel caso di trazione unidirezionale, dove la modalità di deterioramento prevalente è la separazione interlaminare fra le fibre di stoppa in piano. Per quella modalità di deterioramento gli spilli Z inseriti all'interno della stoppa e la separazione delle fibre creano dei punti iniziali di degradazione e possono ridurre in modo significativo la resistenza alla trazione in piano. In realtà, come mostrato<sup>(30, 31)</sup> per i laminati T300/914 contenenti una serie al quadrato del 2% di spilli Z per densità di area, la resistenza alla trazione si riduceva del 27% rispetto al materiale campione senza spilli Z. Altri studi, richiamati in<sup>(17)</sup>, si sono concentrati sulla resistenza alla trazione dei laminati con strati trasversali imperniati a Z e hanno rivelato una riduzione della resistenza variabile dall'11 al 14%. La conclusione tratta è che i compositi unidirezionali sono più suscettibili alla degradazione della resistenza in piano risultante dall'inserimento degli spilli Z.

Risultati sperimentali più recenti relativi ai compositi imperniati a Z si trovano nelle pubblicazioni<sup>(33,35)</sup>. Le proprietà di trazione statica e a fatica in piano sono state analizzate nei laminati unidirezionali e quasi isotrope<sup>(33)</sup>. L'analisi microstrutturale ha rivelato che l'imperniatura a Z causa il rag-

grinzamento della fibra non in piano, la distorsione della fibra in piano, una leggera diluizione della frazione di volume della fibra in piano dovuta al rigonfiamento del laminato e grappoli di fibre rotte. Nei compositi unidirezionali, attorno agli spilli Z si formano tasche sature di resina che si sviluppano per coalescenza in canali di resina continui con una densità alta delle serie ordinate di spilli Z. In<sup>(33)</sup> si suggerisce una riduzione del modulo Young di pochi punti percentuali, in parte dovuta alla diluizione della fibra in piano e in parte all'ondulazione della fibra. Nello stesso tempo, la resistenza alla trazione statica degrada in modo più significativo, con un grado di degradazione in funzione della particolare modalità utilizzata di inserimento dello spillo Z. I meccanismi di degradazione includono la rottura della fibra e, nei laminati unidirezionali, anche le fratture per separazione longitudinale derivanti dalle tasche sature di resine. I laminati imperniati danno prova anche di un effetto a fatica più marcato rispetto ai compositi campione privi di spilli Z. Praticamente tutti i risultati ottenuti in<sup>(33)</sup> confermano le osservazioni preliminari<sup>(29, 31)</sup> degli effetti esercitati dall'imperniatura Z sulla rigidità e resistenza a trazione dei compositi unidirezionali. La perdita di resistenza più moderata nei laminati quasi isotropi conferma anch'essa che i compositi unidirezionali imperniati a Z sono più predisposti a subire la degradazione della resistenza a trazione in piano. In<sup>(34)</sup> si analizzano gli effetti esercitati dall'imperniatura a Z sul modulo di compressione in piano, la resistenza statica e la durata a fatica dei laminati a base di carbonio/epossidica con una densità crescente della serie ordinata di spilli Z e del loro diametro. È stato quindi determinato che la diminuzione del modulo Young è quasi lineare con una den-

sità crescente della serie di spilli Z e del loro diametro. La resistenza a compressione e la durata a fatica diminuiscono anch'esse con la crescita di questi parametri. La loro riduzione è attribuita principalmente all'attorcigliamento causato dall'ondulazione della fibra attorno agli spilli. È stato inoltre determinato che il deterioramento delle proprietà di compressione dipende dalla stratificazione dei filati nel laminato. La grandezza della perdita delle proprietà sembra crescere proporzionalmente all'aumento del contenuto di filato a 0° nel laminato. Infine, in<sup>(35)</sup> si analizzano le proprietà di flessione a fatica e statiche dei laminati tessuti di raso, con 5 lavorazioni di imperniatura Z, costituiti da fibre di carbonio e matrice epoxidica. L'analisi microscopica dei laminati imperniati a Z prima di compiere il test della flessione ha indicato che gli spilli causavano distorsioni considerevoli della struttura originaria della fibra, fra cui il raggrinzamento non in piano, l'ondulazione in piano, la rottura delle fibre e la formazione di aree sature di resina attorno a ciascuno spillo. Mentre gli spilli non hanno esercitato alcun effetto sul modulo di flessione dei laminati, la densità crescente della serie di spilli oppure il loro diametro ha causato un declino costante della resistenza alla flessione e della durata a fatica. È stato infine valutato che il processo di degradazione era determinato dalla rottura della fibra sul lato della trazione del laminato. Questo, ancora una volta, conferma l'effetto altamente dannoso degli spili sulla resistenza alla trazione in piano dei compositi imperniati a Z.

I risultati discussi sopra e le considerazioni meccanicistiche riguardanti i compositi imperniati a Z cuciti nello spessore rivestono una grande importanza per comprendere il comportamento meccanico dei compositi tessuti 3D, tema

"in terms of development of through-the-thickness reinforced composites, Z-pinned composites follow in the footsteps of stitched composites." There are two review papers addressing Z-pinned composites<sup>(13,17)</sup>, a chapter in book 16, and a number of other informative publications, particularly<sup>(27-35)</sup>.

Among all available literature, review paper<sup>(17)</sup> provides most comprehensive information on the manufacturing processes, machines, materials used, as well as on mechanical properties of Z-pinned composites. In addition, a detailed description of the up-to-date techniques used for manufacturing Z-pinned composites can be found in<sup>(33)</sup> for laminates and in<sup>(32)</sup> for sandwiches.

Starting in the early 1990s, Foster-Miller, Inc. has been developing a new product form which purpose was to reinforce composite structures in the through-the-thickness direction with so-called "Z-Fiber". In fact, Z-Fiber itself may be first pultruded then consolidated unidirectional composite or, alternatively, a short metallic rod. Paper<sup>(27)</sup> provides detailed information on the original Z-Fiber insertion process and materials used by Foster-Miller. The pultruded composite rods had diameter in the range 0.2-0.6 mm and used such materials as T300 carbon/epoxy composite, pitch-based carbon/epoxy composite (for applications which require increased through-thickness thermal conductivity), carbon BMI/PMP composite (for elevated temperature polymeric composites), stainless steel/titanium (for structures with high interlaminar shear), and refractory metals (for high temperature carbon-carbon composites). It was demonstrated by Foster-Miller on several prepreg systems that Z-Fibers can be inserted into uncured prepreg laminate, essentially during its cure cycle in an autoclave, at the point of minimum viscosity of the matrix material (the latter feature was viewed as the factor that prevents significant fiber damage in the prepreg layers). The lowest insertion temperature was 66°C while the highest was 398°C. In addition to flat laminates, a graphite/epoxy hat-stiffened panel, a carbon-carbon T-stiffened panel (both reinforced in the flange region with carbon/epoxy Z-Fibers), and a graphite/epoxy sandwich (using stainless steel Z-Fibers as a core material) were produced according to<sup>(27)</sup> in order to demonstrate the technological success.

Initial mechanical testing and property characterization efforts, reported by Foster-Miller<sup>(27)</sup>, showed extremely encouraging results. The conducted six tests included (i) in-plane tension and compression, (ii) mode I fracture, (iii) edge delamination, (iv) compression after impact (CAI), (v) high velocity impact by simulated hail balls, and (vi) ballistic impact of stiffened panels to determine the stiffener retention. In tests (i) tensile strength was the critical property to evaluate, and a 93-98% of this property retention (with 0.5% of Z-pins by area) was obtained. Tensile modulus showed very little change. Compression strength remained essentially unchanged. In tests (ii) an 18x, 12x and 2x interlaminar fracture toughness increase was obtained for the three tested material systems vs. respective control laminates without Z-Fiber. In tests (iii) the threshold load causing edge delamination increased by 72% at 0.5% Z-Fiber and by 94% at 1.0% Z-Fiber contents. In tests (iv) an ~50% CAI strength improvement was achieved with two Z-Fiber stock diameters (0.15 and 0.20 mm). In tests (v) the obtained area of delamination was reduced for two Z-Fiber insertion patterns by 44% and 57% respectively vs. baseline panel without Z-Fiber reinforcement. Finally, in tests (vi) it was demonstrated that co-cured hat stiffener, enhanced with Z-Fiber in its co-cured flange joint area, stayed intact with the composite panel, while adjacent simply co-cured hat stiffener was immediately disbanded.

from the panel. This phenomenal success in all six tests indicated that Z-pinning technology has great future. Modern methods of Z-Fiber® (following<sup>17</sup> we will hereafter refer them as Z-pins) insertion use an ultrasound head. The high-frequency sonic action excites the pins, and they are driven out of their foam carrier into uncured prepreg laminate with very little downward force<sup>(17)</sup>. This method enables reinforcing laminated and sandwich composites orthogonally or at an angle to the plane of composite plies. A Z-pin usually has a sharpened tip in order to reduce possible damage of the in-plane fiber tows in the base material during Z-pin insertion. As described in<sup>(17)</sup>, the insertion process is facilitated by accompanying localized heating, which lowers the viscosity of matrix resin and makes it possible for the Z-pins to nestle in-between the fiber tows, thus increasing the chance that the in-plane fiber tows will experience minimal damage. Other descriptions of similar Z-pin insertion processes can be found in<sup>(13,32,33)</sup>.

The capacity of Z-pins to provide substantial increase in delamination fracture toughness and improve damage tolerance of composite laminates is not in dispute. However, the same question as in the case of through-thickness stitching is persistently asked: how much of a loss (if any) in the in-plane tensile and compressive stiffness and strength, fatigue life and other mechanical properties of interest the Z-pinned composite structures may experience? The literature devoted to this issue is very sparse and often inconsistent. There are only few comprehensive studies of specific mechanical properties<sup>(29-35)</sup> plus a very helpful review paper<sup>(17)</sup> in which it was pointed out, specifically, that "No valid direct comparison of the mechanical performance of stitched vs. Z-pinned composites has ever been carried out." Qualitatively, the effects of Z-pinning on the in-plane mechanical properties of composites shall have many similarities, however quantitatively the possible negative effects have to be less detrimental. This is generally confirmed by available experimental data.

Like in the case of stitched composites, the drop of in-plane stiffness is attributed to the combined effect of in-plane fiber distortion and possible fiber damage, and to the presence of resin-rich pockets resulting from Z-pin insertion<sup>(17)</sup>. The additional effect is so-called fiber volume fraction dilution. In-plane compression strength has, of course, the greatest potential to be reduced by Z-pin insertion. This property degradation should depend on the closeness of Z-pins in the array and on the angle of Z-pin insertion<sup>(17)</sup>. Authors of<sup>(29)</sup> studied unidirectional laminates with a square array of Z-pins inserted perpendicular (at 90° angle) to the ply plane. Premature failure under in-plane compression, associated with the microbuckling of fibers in the vicinity of the Z-pins, has been observed. This was related to the increased local tow fiber waviness in the vicinity of inserted Z-pins; a knockdown of ~30% compressive strength has been determined.

Further experiments with Z-pins inserted at angles of 67° and 45° to the ply plane showed slightly reduced local fiber waviness and, accordingly, reduced strength knockdown factor.

Another interesting effect observed in<sup>(29,30,31)</sup> was that some of Z-pins were visibly inserted within the ply tow, splitting its width into two parts without visible fiber breakage (that would be hardly possible in the case of stitching). This phenomena has a far-reaching consequence in the case of a uniaxial tension, where the dominating failure mode is intralaminar splitting between fibers in the in-plane tows. For that failure mode Z-pins inserted inside the tow and splitting fibers create initial sites of failure and may significantly reduce the in-plane ten-

trattato qui di seguito. Questi risultati aiutano a correlare le strutture della fibra nello spessore alle rispettive proprietà meccaniche e a comprendere meglio i risultati sperimentali ottenuti.

### PREFORMATI TESSILI UNITARI 3D PER COMPOSITI

L'unica tecnica alternativa nota alla cucitura o ai laminati prepreg impennerati a Z è la loro sostituzione con preformati tessili unitari 3D, che possono essere realizzati con un processo di produzione a una fase sui macchinari tessili tradizionali oppure su macchine specializzate che realizzano processi di lavorazione particolari. I preformati di tessuto esistenti possono essere classificati in tre categorie principali: tessuti, intrecciati e lavorati a maglia. Ciascuno di essi forma due gruppi principali: bidimensionali (2D) e tridimensionali (3D). Il termine "tridimensionale" non deve essere confuso con il termine "a tre direzioni", che viene comunemente abbreviato come 3D o 3-D. Per esempio, i prodotti tessili intrecciati a tre direzioni (triaxiali) sono essenzialmente bidimensionali, mentre i prodotti intrecciati tridimensionali possono avere quattro se non addirittura cinque direzioni. In parole semplici, la principale distinzione fra i prodotti 2D e 3D è rappresentata dal fatto che il

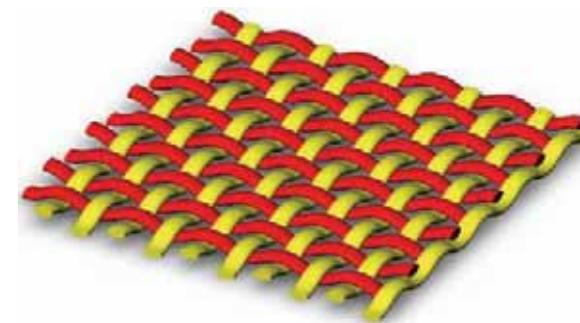


Fig. 1 - Schema di una tessitura piana 2D / Schematic of a 2D plain weave

gruppo precedente comprende soltanto quei prodotti che contengono una serie singola di filati (vale a dire un unico strato di fili) posto in ciascuna delle direzioni scelte all'interno del prodotto tessile. Quest'ultimo gruppo comprende quei prodotti tessili che contengono due o più di questi strati di filati. Per esempio, un tessuto bidimensionale contiene soltanto due serie di filati a catena (una in un'orditura e un'altra nella direzione della trama) (fig. 1).

Le tessiture 3D contengono due o più strati di filato a ordito o trama che si alternano nello spessore. In una tessitura 3D, presentata schematicamente in fig. 2, quegli strati di filato sono intrecciati nella parte dedicata di filati dell'ordito (comunemente chiamati "filati che si legano"). Ne consegue che la tessitura a intreccio 3D riorienta una parte dei filati dell'ordito per fungere da rinforzo fuori dal piano, il che naturalmente riduce la frazione di volume in piano creando un inevitabile

raggrinzimento e ondulazione nel rinforzo primario. Inoltre, una tessitura intrecciata 3D può essere considerata come generalizzazione diretta della tessitura 2D, ottenuta dalla moltiplicazione delle orditure a catena e degli strati della trama nella direzione dello spessore. Entrambi presentano un'increspatura caratteristica dei filati in piano. Nelle tessiture non aggrinzate ortogonali 3D gli strati di fibra in piano si intrecciano con serie aggiuntive di filati inseriti in modo indipendente (definiti "filati Z") (fig. 3). La presenza delle fibre Z riduce in modo naturale la frazione di volume in piano e le rispettive proprietà del composito in piano. Quest'ultima tipologia di tessuti 3D sono al centro dell'attenzione nella parte rimanente del presente articolo. Questa tipologia di prodotto tessile contiene due o più strati alternati di filati di ordito e trama diritti e non a catena (anche "riempimento") distesi in piani paralleli e legati da una serie di fili Z in

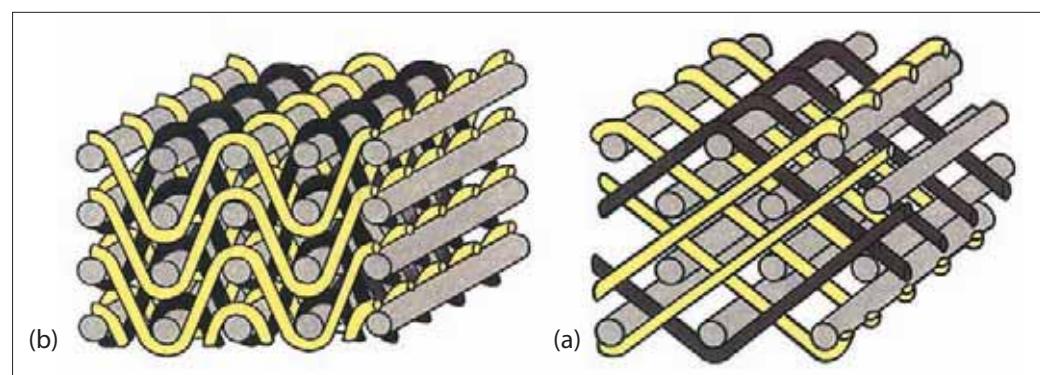


Fig. 2 - Schema di prodotto tessuto a catena 3D: intreccio strato-su-strato (a sinistra) e intreccio angolare (a destra)  
Schematic of a 3D interlock weave fabrics: layer-to-layer interlock (left) and angle interlock (right)

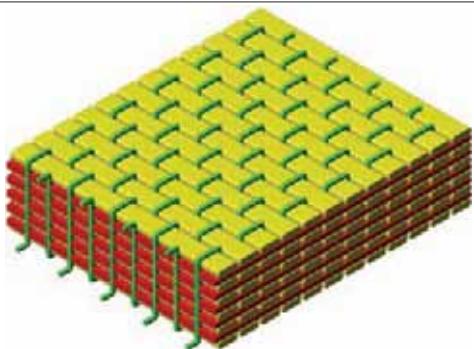


Fig. 3 - Schema di una tessitura ortogonale 3D non increspata; i filati dell'ordito in rosso, i filati d'inserzione in giallo e i filati a Z in verde / Schematic of a 3D orthogonal non-crimp weave; warp yarns in red, filling yarns in yellow and Z-yarns in green

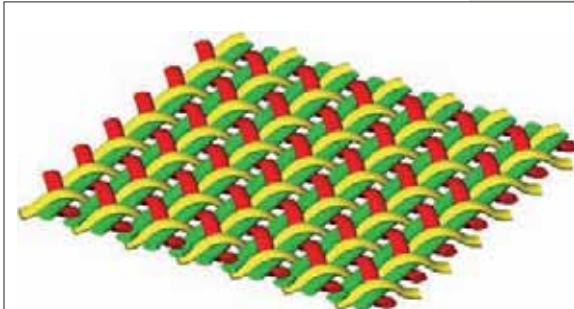


Fig. 4 - Schema di lavorazione intrecciata triassiale 2D; filati assiali in verde  
Schematic of a 2D triaxial braid; axial yarns in green

profondità dello spessore con i macchinari dedicati a processi di tessitura speciali. Un tessuto intrecciato 2D contiene uno strato di filo orientato a  $+0^\circ$  e uno strato orientato a  $-0^\circ$  (come in un intreccio biassiale); inoltre, in un prodotto intrecciato triassiale 2D, si aggiunge uno strato di filato a  $0^\circ$  rispetto alla direzione del prodotto tessuto (fig. 4). In questo caso, tutte e tre le serie di filati si intreciano. Inoltre, le lavorazioni a treccia 3D contengono due o più strati separati di fili orientati nelle direzioni scelte fuori asse (quattro di queste direzioni sono le più comuni). Gli strati di filo a  $0^\circ$  possono essere incorporati in una struttura intrecciata 3D, come da (fig. 5). La lavorazione intrecciata 3D è caratterizzata da una struttura della fibra altamente intrecciata che, ancora una volta, può dare origine a gravi ostacoli nel mantenimento delle alte proprietà primarie dei composti intrecciati 3D. Un altro esempio importante del prodotto tessile 3D è la lavorazione a ordito-maglia 3D che contiene più di uno strato di filati dritti distesi su piani paralleli e orientati ad angoli di  $+0^\circ$ ,  $-0^\circ$  (nel prodotto biassiale) oppure ad angoli di  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $+0^\circ$ ,  $-0^\circ$  (prodotti a quattro assi) rispetto alla direzione di formazione del prodotto.

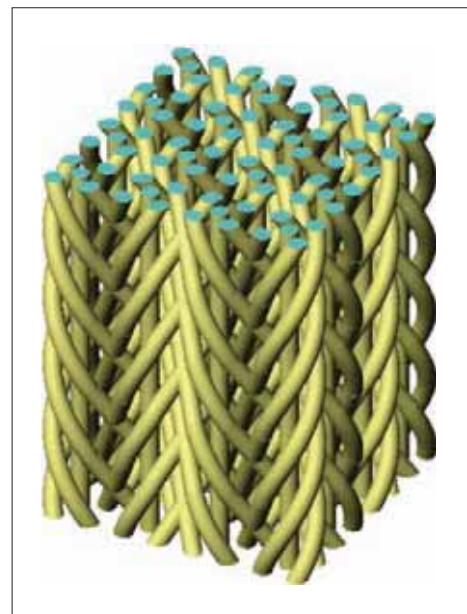


Fig. 5 - Schema di lavorazione intrecciata 3D; filati assiali in blu  
Schematic of a 3D braid; axial yarns in blue

Solitamente, l'angolo  $\theta^\circ$  prende un valore di  $45^\circ$ . Gli strati di filato nominalmente dritti in piano possono essere legati utilizzando diverse tipologie di macchinari industriali per la lavorazione a maglia e a ordito. I metodi di questo processo di riduzione presentano delle similitudini con la cucitura, ma è bene fare ulteriori distinzioni; altri dettagli sono presenti in<sup>(2,5,10,11,15,16)</sup>. I prodotti lavorati a maglia e ordito 3D hanno solitamente uno spessore piuttosto basso e contengono filamenti del legame polimerico relativamente deboli (come i poliesteri), i quali non contribuiscono in modo considerevole alle proprietà meccaniche fuori piano. Un prodotto 3D biassiale non on-

### TESSITURE A CATENA 3D CONVENZIONALI

L'obiettivo successivo che ci si è posti è correlare le proprietà risultanti dei composti, realizzati con diverse tipologie di preformati tessuti 3D alla radice della struttura della fibra. Naturalmente, quelle radici si ritrovano nei processi di lavorazione tessili e nei macchinari utilizzati per la realizzazione del preformato. Nessuno obietterebbe che è difficile comprendere, qualificare, quantificare e prevedere la prestazione

sile strength. Indeed, as was shown in<sup>(30,31)</sup> for unidirectional T300/914 laminates containing a square array of 2% areal density Z-pins, the tensile strength was reduced by 27% vs. control material without Z-pins. Other studies, brought to attention in<sup>(17)</sup>, were performed for tensile strength of Z-pinned cross-ply laminates and revealed between 11% and 14% strength knockdown. The conclusion has been made that unidirectional composites are most susceptible to the in-plane strength degradation resulting from Z-pin insertion.

More recent experimental results for Z-pinned composites can be found in publications<sup>(33-35)</sup>. In-plane static and fatigue tensile properties were investigated in<sup>(33)</sup> for

unidirectional and quasi-isotropic laminates. Micro-structural analysis revealed that Z-pinning causes out-of-plane fiber crimping, in-plane fiber distortion, mild dilution of the in-plane fiber volume fraction due to laminate swelling, and clusters of broken fibers. In unidirectional composites, resin pockets are formed around Z-pins and coalesce into continuous resin channels at higher density of Z-pin arrays. It was determined in<sup>(33)</sup> that Young's modulus drops only by a few percent, partly due to in-plane fiber dilution and partly due to fiber waviness. At the same time, tensile static strength degrades more significantly, with the rate of degradation being a strong function of the particular Z-pin insertion method used. Failure mechanisms include fiber breakage and, in unidirectional laminates, also longitudinal splitting cracks emanating from resin pockets. The pinned laminates also showed much stronger fatigue effect than the control composites without Z-pins. Practically all of the results obtained in<sup>(33)</sup> confirm earlier observation<sup>(29-31)</sup> of the effects of Z-pinning on tensile stiffness and strength of unidirectional composites. The more modest strength loss of quasi-isotropic laminates also confirms that unidirectional Z-pinned composites are most susceptible to the in plane tensile strength degradation.

The effect of Z-pinning on the in-plane compression modulus, static strength and fatigue life of carbon/epoxy laminates was studied in<sup>(34)</sup> with increasing Z-pin array density and their diameter. It was determined that decrease in Young's modulus is nearly linear with increasing Z-pin array density and their diameter. The compression strength and fatigue life also decreased with increasing same parameters. Their reduction is mainly attributed to the fiber kinking caused by imparted fiber waviness around the pins. It was also determined that the deterioration of compression properties is dependent on the ply lay-up in the laminate. The magnitude of the property loss appeared to be increasing with the increase of  $0^\circ$  ply content in the laminate.

Finally, static and fatigue flexural properties of Z-pinned five-harness satin weave laminates made of carbon fiber and epoxy matrix were studied in<sup>(35)</sup>. Microscopic examination of the Z-pinned laminates before flexural testing showed that the pins caused considerable distortions of the original fiber architecture, including out-of-plane crimping, in-plane waviness, breakage of fibers and formation of resin-rich zones around each pin. While the pins did not considerably affect the flexural modulus of the laminate, either increasing density of the pin array or their diameter caused a steady decline in the flexural strength and fatigue life. It was determined that the failure was governed by fiber breakage on the tensile side of the laminate. This, again, confirms high detrimental effect of pins on the in-

plane tensile strength of Z-pinned composites. The above discussed results and mechanistic considerations regarding through-the-thickness stitched and Z-pinned composites are of a great importance for understanding the mechanical behavior of 3D woven fabric composites, which is the next topic of our treatment. These reviewed results will help us to relate the in-plane and through-thickness fiber architectures to respective mechanical properties and better understand the obtained experimental results.

### 3D UNITARY TEXTILE PREFORMS FOR COMPOSITES

The only known alternative approach to stitching or Z-pinning prepreg laminates is replacing them by unitary 3D textile preforms, which can be made in one-step manufacturing on traditional textile machines or on the specialty machines realizing some particular textile process. The existing fabric preforms can be segregated into three main categories: woven, braided and knitted. Each of them consists of two major groups: two-dimensional (2D) and three dimensional (3D). The term "three-dimensional" must not be confused with the term "three-directional", which is also commonly abbreviated as 3D or 3-D. For example, three-directional (triaxial) braided fabrics are, essentially two-dimensional, while three-dimensional braided fabric can be four-directional and even five-directional. In simple words, the principal distinction between 2D and 3D fabrics is that the former group includes only those fabrics which contain a single set of yarns (i.e., a single yarn layer) placed in each of the designated directions within the fabric. The latter group includes all those fabrics which contain two or more such yarn layers. For example, a 2D weave contains only two sets of interlaced yarns (one in warp and one in weft directions), see schematic in Figure 1. 3D weaves contain two or more warp and weft yarn layers, alternating through the thickness. In a 3D interlock weave, which schematic is shown in Figure 2, those yarn layers are interlaced by the dedicated portion of warp yarns (commonly called "binder yarns"). Hence, 3D interlock weaving re-directs part of the warp yarns to serve as out-of-plane reinforcement, which naturally reduces the in-plane fiber volume fraction and creates inevitable crimp and waviness in the primary reinforcement. Also, a 3D interlock weave can be viewed as the direct generalization of respective 2D weave, obtained by a multiplication of interlaced warp and weft layers in the through-thickness direction. Both of them have characteristic crimp in the in-plane yarns. In a 3D orthogonal non-crimp weaves the in-plane fiber layers are interlaced by additional, independently inserted sets of yarns (called "Z yarns"), see schematic in Figure 3. The presence of Z-Fibers naturally reduces the in-plane fiber volume

strutturale dei prodotti compositi tessili senza capire esattamente le loro strutture di rinforzo. Sembra altresì ovvio che arrivare a ottenere queste delucidazioni è altrettanto difficile senza acquisire dimensione con i principi fondamentali dei metodi di produzione tessili e delle attrezzature. Quindi, sarebbe arduo rendersi conto del motivo per cui alcuni "compositi 3D tessuti" presentano una rigidità e tenacità sorprendentemente

alta o bassa in piano senza conoscere la struttura reale della fibra del preformato e visualizzare ad un certo livello il processo tessile grazie a cui è stato realizzato. Per una comprensione esaustiva del prodotto composito risultante è indispensabile metter in atto un processo di conoscenza continuo a partire da un primo anello della catena (vale a dire la selezione di un processo 3D specifico di tessitura e del macchinario) prefissare i parametri di impostazione della macchina e determinare successivamente il posizionamento della fibra nel preformato secco, studiare la struttura del rinforzo nel composito risultante ed infine correlare le proprietà del composito alla struttura del suo rinforzo. Si considereranno in seguito alcuni importanti aspetti di questa catena di eventi. Si parte dall'affermazione comune che la tessitura tradizionale 2D è in uso da migliaia di anni e che attualmente rappresenta un processo relativamente ad alta velocità ed economico. Le funzioni principali della tessitura sono la formazione del passo, l'introduzione dell'inserto e la battuta della trama. L'intreccio fra l'ordito (longitudinale o direzione a 0°) del filato e l'inserto (a croce o in direzione a 90°) formano il tessuto. Tuttavia, per via dell'intreccio, i prodotti tessuti presentano un'ondu- lazione intrinseca o raggrinzamento nei filati a catena (fig. 1) e questo è un effetto indesiderato per ottenere le proprietà massime del composito. In fig. 6 sono rappresentate le disposizioni dell'ordito, dell'inserto e del prodotto nelle attrezzature dedicate, note come "telaio" o "macchina tessile", a seconda dell'entità del controllo meccanico sui meccanismi in azione<sup>(36)</sup>. È importante notare che per muovere gli strati dell'ordito verso l'alto e verso il basso per la formazione del passo come indicato in fig. 6, ogni estremità dell'ordito deve essere tirata

dai cappi di liccio. Questa operazione gioca un ruolo determinante nell'influenzare la progettazione del prodotto tessile e il grado di abrasione del filato a cui è soggetto durante il processo di tessitura. In fig. 6b si osserva come l'ordito passa attraverso i denti del pettine, preposto all'azione della battuta della trama. Il movimento del pettine causa anch'esso abrasione nei filati dell'ordito. Fig. 6c presenta il difetto del materiale sul telaio. Nella maggior parte dei casi, l'ordito è fornito nella forma di fascio. Tuttavia, in casi speciali, ad esempio di stoppini vetrosi ritorti a zero è consigliato l'utilizzo della rastrelliera. I prodotti tessili pluristratificati, spesso noti con il nome di prodotti tessuti 3D sono utilizzati da molto tempo nelle applicazioni industriali e in particolare per la produzione di materiali tessili, cinghie e carta. Questi prodotti sono costituiti da diverse serie di filati a ordito e trama che formano strati differenti, sovrapposti<sup>(37)</sup>. Questi prodotti possono essere tessuti come strutture di alto spessore e dense oppure con uno spazio fra gli strati (tessuti d'anima). Questi ultimi possono essere legati con le estremità dell'ordito intrecciato nella struttura con l'inserto degli strati adiacenti, noto come tessitura 3D intrecciata ad angolo (fig. 2a). Quando le estremità dell'ordito si intrecciano con gli strati frontale e posteriore dell'inserto si parla di tessitura 3D con ordito a catena (fig. 2b). Risulta quindi chiaro che entrambe le strutture presentano un livello notevole di increspamento. L'inserimento dei filati dell'imbotitura o dell'ovatta, che rimangono in posizione diritta nel prodotto tessile contribuiscono pienamente alla rigidità e alla tenacità nella direzione longitudinale del prodotto tessile. I filati che si intrecciano fra gli strati superiore e inferiore come lega-

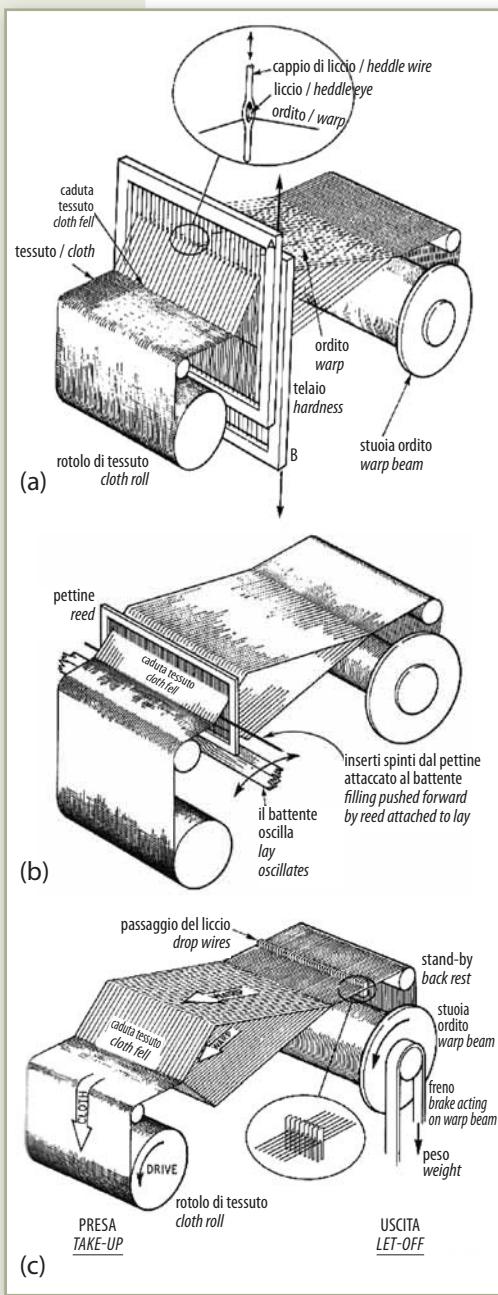


Fig. 6 - Disposizione di fibra e tessuto dell'ordito su telaio per tessitura 2D: formazione del passo (a), battuta (b), ordito e controllo del tessuto  
Warp fiber and fabric arrangement on the 2D weaving loom<sup>(36)</sup>: shedding (a), beat-up (b), warp and fabric control (c)



ture, contribuiscono invece solo parzialmente alla rigidità e alla tenacità in quella direzione. Se i filati (legature o Z) si intrecciano con gli strati frontale e posteriore in una configurazione verticale, la struttura è nota con il nome di tessitura ortogonale. In questo caso, i filati preposti a legare giocano un ruolo determinante nell'irrobustimento e nel consolidamento della tenacità nella direzione dello spessore. Uno dei problemi della tessitura di queste strutture sui macchinari tessili tradizionali 2D è la difficoltà di mantenere la stratificazione idonea dei filati d'inserto nei vari strati. Le macchine tessili tradizionali si adattano bene alla produzione di pannelli pluristratificati con uno spessore in un certo senso limitato, realizzando gli strati con un filo della trama alla volta, con la conseguente riduzione dei volumi produttivi di queste macchine, anche ad alte velocità di lavoro. Esse possono essere utilizzate con i meccanismi a camme, ratiera o di formazione del passo Jacquard. Uno degli inconvenienti della tessitura di fibre avanzate su questo tipo di macchinari è il grado di danneggiamento della fibra causato dalle parti della macchina in movimento. Ciò è dovuto al fatto che tutte le estremità dell'ordito devono essere tirate per il cappio del liccio sulle intelaiature delle lavorazioni del meccanismo di formazione del passo, come da fig. 7. Tutte le lavorazioni devono essere messe in movimento verso l'alto e verso il basso durante ogni ciclo di tessitura, anche se di per sé questa tecnica non richiede il movimento. Quest'azione sottopone tutte le estremità dell'ordito a un grado sostanziale di abrasione fra le estremità e i cappi di liccio, ma anche fra le estremità dei diversi strati dell'ordito. L'entità del danneggiamento della fibra può essere notevole, come riportato in<sup>(38-40)</sup> per i casi di tessitura delle fibre di

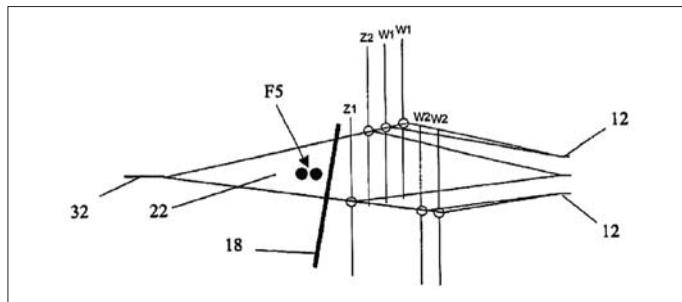


Fig. 7 - Schema generale di una disposizione dell'ordito per la tessitura di un prodotto a più strati su macchina 2D  
Generic scheme of warp arrangement for weaving multilayer fabric on a 2D weaving machine

carbonio e vetrose. Potrebbe trattarsi di fattori di notevole limitazione in termini di velocità del macchinario (il danno imparito ovviamente aumenta con l'aumentare della velocità d'esercizio), che a sua volta influisce negativamente sugli aspetti economici della tessitura 3D. Un altro svantaggio della tessitura di prodotti pluristratificati su macchine tessili 2D è la presenza di un alto grado di intreccio da cui deriva un alto grado di raggrinzamento della fibra o ondulazione. Questi fattori impoveriscono notevolmente le proprietà in piano dei compositi dal momento che le fibre ondulate contribuiscono solo parzialmente alla rigidità e alla tenacità del composito in piano. Come sottolineato sopra, le tessiture a catena 3D sono realizzate su macchinari e congegni prevalentemente 2D; sono state introdotte come preformati per compositi nel 1970<sup>(41,42)</sup>, prodotti in volumi relativamente ridotti e studiate in modo approfondito nel 1990 in<sup>(1,4,6,12,14,16,21,43,45)</sup>, fra le numerose pubblicazioni su

questo tema, ancora oggetto di dettagliate analisi. La maggior parte delle prime applicazioni richiedevano l'impiego di matrici ceramiche o di carbonio ad alte temperature, un requisito progettuale non primario per ottenere alte frazioni di volume di fibra, per tenere i filati in piano quanto più possibile diritti e allineati e per incrementare al massimo la rigidità e la tenacità in piano dei compositi risultanti. A causa di queste circostanze, si accettavano solitamente prodotti con strutture a catena 3D molto ondulate e irregolari (come si vede nelle numerose immagini di<sup>(16,43-45)</sup> e in altri lavori. Ad esempio, il modello geometrico del prodotto tessile presentato in fig. 8 è stato introdotto per la prima volta nel 1994<sup>(43)</sup> ed è tuttora utilizzato da molti autori come schema indicativo della "struttura del tessuto 3D".

Nonostante siano stati compiuti molti sforzi per modellare in modo adeguato quelle strutture di fibre irregolari e ondulate dei tessuti a catena

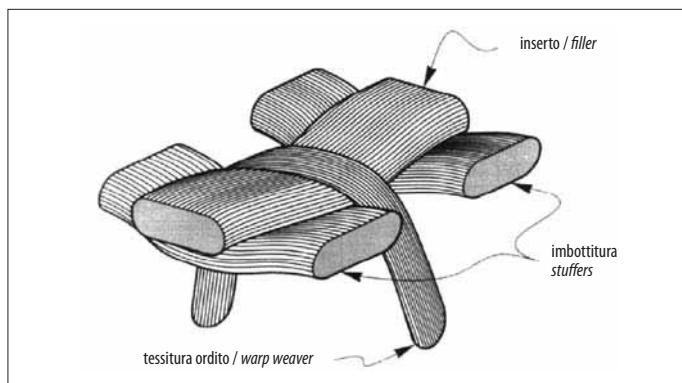


Fig. 8 - Schema generale della struttura della fibra in una tessitura a catena 3D<sup>(43)</sup>  
Popular schematic of the fiber architecture in a 3D interlock weave<sup>(43)</sup>

fraction and respective in-plane composite properties. The latter type of 3D woven fabric will be in the focus of our interest in the remaining part of this paper. This type of fabric contains two or more alternating layers of straight, non-interlaced, warp and weft (a.k.a. "filling") yarns laid in parallel planes and tied together by a set of through-thickness Z yarns on the specialty weaving machines.

A 2D braid contains one layer of yarn oriented at  $+0^\circ$  and one layer oriented at  $-0^\circ$  (as in a biaxial braid); additionally, in a triaxial 2D braid one layer of yarn oriented at  $0^\circ$  with respect to the fabric formation direction is added, see schematic in Figure 4. In this case all three sets of yarns are intertwined together. Further on, 3D braids contain two or more separate layers of yarns oriented in the designated off-axis directions (four such directions are most common). In addition, layers of  $0^\circ$  yarn can be incorporated into a 3D braided architecture as illustrated in Figure 5. 3D braiding is characterized by a highly interlaced fiber architecture which, again, may create serious obstacles to maintaining high primary properties in 3D braided composites.

Another important example of 3D textile is 3D warp-knitted fabric which contains more than one layer of straight yarns laid in parallel planes and oriented at  $+0^\circ$ ,  $-0^\circ$  angles (in biaxial fabric) or  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $+0^\circ$ ,  $-0^\circ$  angles (in quadriaxial fabric) with respect to the fabric formation direction. Usually, angle  $\theta$  takes value  $45^\circ$ . The nominally straight in-plane yarn layers can be tied together using several types of industrial warp-knitting machines.

The methods of this fabric formation have certain similarities with stitching, but there are also significant distinctions; further details can be found in<sup>(2,5,9,10,11,15,16)</sup>.

3D warp knitted fabrics are usually rather thin and contain relatively weak polymeric stitching threads (like polyester) which do not add considerably to the out-of-plane mechanical properties. A 3D biaxial non-crimp warp-knitted fabric has similarity in the fiber orientations with 3D orthogonal non-crimp weave, but there are also significant distinctions. In all cases of the discussed unitary 3D textile preforms, composites designer/engineer faces one and the same dilemma: how to determine acceptable trade-off between reducing the level of "primary" (in-plane) properties and, at the same time, elevating "secondary" (out-of-plane) properties like interlaminar strength and fracture toughness to the necessary level? Later in this paper we will elaborate on this issue, using 3D orthogonal non-crimp weaves as suitable example.

## CONVENTIONAL 3D INTERLOCK WEAVES

Our next principal objective is to relate resulting properties of the composites, made with different types of 3D woven preforms, to the roots of their fiber architecture. Of course, those roots are in specific textile processes and machines used for the preform manufacturing. No one would probably dispute the point that it is hardly possible to understand, qualify and quantify properties and predict structural performance of textile composite products without profound understanding of their reinforcement architectures. It also seems obvious that gaining such an understanding is hardly possible without getting familiar with the basics of respective textile processing methods and equipment. Indeed, it would be hard to realize why some "3D woven composite" has surprisingly low or surprisingly high in-plane stiffness and strength without knowing the actual preform fiber architecture and visualizing at some level the textile process by which it was made. For a complete understanding of the resulting com-

posite product it is necessary to build a continuous chain of knowledge from the first link (which is selection of specific 3D weaving process and machine) to establishing that machine's set up parameters, then to determining fiber placement in dry preform, then to investigating reinforcement architecture in resulting composite product, and finally to relating properties of the composite to its reinforcement architecture.

Further we will consider some important aspects of this chain of events.

Let us start with a trivial statement that traditional 2D weaving has been around for thousands of years and presently it is a relatively high-speed economical process. The main functions of weaving are shedding, filling insertion, and beat-up. The interlacing between the warp (longitudinal or 0° direction) yarns and filling (cross or 90° direction) yarns forms the fabric. However, because of this interlacing, woven fabrics have an inherent waviness or crimp in the interlaced yarns (as seen in Figure 1), and this is undesirable for getting highest possible composite properties.

Figure 6 shows the arrangement of the warp, filling, and fabric on the weaving apparatus, referred to as "loom" or "weaving machine", depending on the extent of engineering control on the operating mechanisms<sup>(36)</sup>. It is important to note that in order to move the warp sheets up and down to perform the shedding function as shown in Figure 6a; each warp end has to be drawn through a heddle eye. This is significant in affecting the design of the fabric and the extent of abrasion the yarn is subjected to during weaving. In Figure 6b, the warp passes through the dents of the reed, which actuates the beat-up action. The movement of the reed presents another source of abrasion against the warp yarns. Figure 6c shows the flow of material on the loom. In most cases, the warp supply is in the form a beam. However, in special cases, such as zero twist glass rovings, weaving is normally better from a creel.

Multilayer woven fabrics, which are often referred to as 3D woven fabrics, have been used for a long time in industrial applications, and particularly in belting, webbing, and paper-making fabrics. These fabrics are composed of several series of warp yarns and weft yarns that form distinct layers, one above the other<sup>(37)</sup>. The fabrics can be woven as thick dense structure or with a space between layers (core fabrics). The layers can be bound together by interlacing warp ends in the structure with the filling of adjacent layers, which is referred to as angle interlock 3D weaving, (see Figure 2a). When the warp ends interlace with the face and back filling layers, it is referred to as warp interlock 3D weaving (see Figure 2b). As can be seen, both architectures have substantial level of crimp. Inserting wadding or stuffing yarns, which remain straight in the fabric, contribute fully to stiffness and strength in the longitudinal fabric direction. Yarns that interlace between the face and bottom layers as binding yarns, contribute only partially to the stiffness and strength in that direction. If the (binding or Z) yarns interlace with the face and back layers in a vertical configuration, the structure is referred to as orthogonal weave. In this case, the binding yarns contribute mainly to the stiffness and strength in the through-thickness direction. One of the problems of weaving these structures on traditional 2D weaving machines is the difficulty in maintaining proper stacking of the filling yarns in the different layers.

Traditional weaving machines adapt well to making multilayer panels of somewhat limited thickness by building up the layers one pick at a time, which reduces the productivity of these machines, even at high weaving speeds.

3D e i loro compositi e per prevedere le loro proprietà meccaniche, ciò sembra ancora quasi impossibile senza adottare metodi probabilistici e stocastici, ad esempio quelli messi a punto ed adottati in<sup>(46-48)</sup>. L'elevata variabilità e la casualità delle strutture dei prodotti tessuti a catena 3D si rifletteva sulle proprietà del composito, come ben sintetizzato in<sup>(16)</sup>.

Le applicazioni specifiche dei compositi di questo tipo di rinforzo tessile unitario e le prospettive per il futuro sono state discusse dettagliatamente in<sup>(14,16)</sup>. Come affermato in<sup>(14)</sup>, nonostante i vantaggi e i potenziali benefici offerti dai compositi, questi materiali non hanno trovato molte aree di applicazione commerciali. Sono utilizzati o analizzati in poche strutture specializzate dalle industrie delle costruzioni, aeronautica e della marina dove i costi e/o la prestazione dei laminati tradizionali e dei metalli erano inaccettabili.

Si osservi che questa valutazione è stata eseguita per la categoria generale dei "compositi tessuti 3D", valida nel 1999.

Un altro sviluppo che è interessato dai problemi di raggrinzimento e di danneggiamen-to della fibra è il cosiddetto "primo processo di tessitura 3D" presentato in<sup>(49)</sup>: esso è caratterizzato da operazioni di formazione del passo in due direzioni, noti come "lineari-lineari" e "lineari-angolari". Questa operazione sposta alternativamente i filati Z dell'ordito disposti a griglia (secondo il profilo a sezione trasversale da produrre) per creare infine passi multipli nello spessore e nelle direzioni dell'ampiezza. Due serie perpendicolari di trame Y e di trame orizzontali X vengono inserite nei passi formati. Gli orditi Z, quindi, si intrecciano con le serie di trame verticali Y e orizzontali X, creando un prodotto tessuto 3D intrecciato, rappresentato in fig. 9. Per via dell'intrecciatura, la

limitate. Inoltre, la possibilità di raggiungere frazioni di volume della fibra sufficientemente alte grazie a questo metodo di tessitura è altamente opinabile.

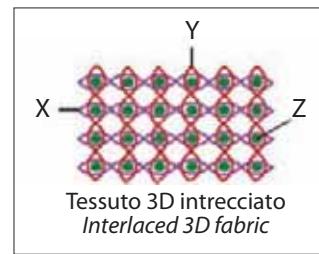


Fig. 9 - Schema di un prodotto tessuto 3D con la tecnica<sup>(49)</sup>  
 Schematic of 3D woven fabric produced by method<sup>(49)</sup>

struttura che ne deriva possiede fibre increspate in tutte le direzioni, producendo effetti negativi per le applicazioni potenziali di questo tipo di prodotto tessile come rinforzo del composito.

Alan Prichard ha osservato in<sup>(50)</sup> che le "fibre increspate sono a peso morto".

Inoltre, i principi teorici della tessitura che sono stati suggeriti in<sup>(49)</sup> impongono dei limiti significativi all'ampiezza e allo spessore del prodotto tessile. Se il processo è eseguito meccanicamente a qualsiasi velocità ragionevole, il che sembra improbabile allo

## TESSITURE ORTOGONALI 3D NON INCRESPATE

La tessitura di strutture tridimensionali di alto spessore e complesse ha richiesto lo sviluppo di dispositivi 3D di macchine molto specializzate<sup>(51)</sup>. Esse incorporano variazioni nell'alimentazione della fibra, nella trazione del filato, nella battuta e nei meccanismi di estrazione. Un processo di tessitura 3D completamente automatizzato e gestito da un computer e inserzioni simultanea di 10 filati inseriti è stato messo a punto nell'Università statale del North Carolina, College of Textiles<sup>(52)</sup>. In fig. 10 è rappresentata l'inserzione simultanea di 10 inserti



Fig. 10 - Inserzione simultanea di 5 filati sulla macchina tessile per tessitura ortogonale 3D di Tex. La rastrelliera superiore inserisce i filati di acciaio inossidabile e gli altri 4 stoppini E-glass  
 Simultaneous insertion of 5 filling yarns by repiers on 3 TEX's 3D Orthogonal weaving machine. The upper rapier inserts stainless steel yarn and the other four insert E-glass roving

stato attuale, esso determinerebbe un danno sostanziale della fibra con l'impiego di fibre avanzate come il vetro, il carbonio, la ceramica ed altre. Dal momento che il processo può gestire soltanto 60 stoppe fibrose in ciascuna delle direzioni orizzontale e verticale, le dimensioni del preformato sono necessariamente molto

di filati. Questo processo è implicitamente 3D, dall'inizio. Non coinvolge la creazione degli strati di fibra nella direzione dello spessore e, di conseguenza, non può fare uso di nessuna delle attrezzature tradizionali 2D. È vero piuttosto che durante ciascun ciclo di tessitura si forma un prodotto tessile di alto spessore

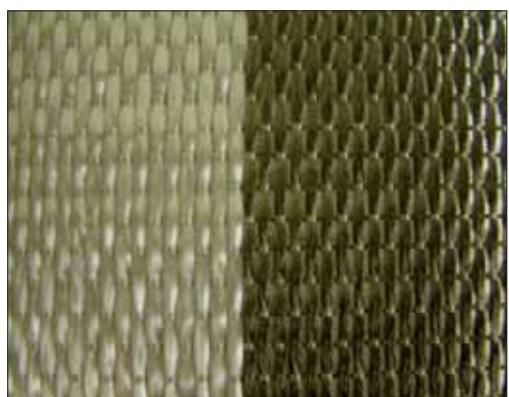


Fig. 11 - Due regioni adiacenti al tessuto ortogonale 3D ibrido di acciaio inossidabile ed E-glass; l'area più scura è coperta dai filati d'acciaio inossidabile (verticale) e la zona più chiara dai filati Z e E-glass  
*Two adjacent regions of hybrid E-glass and stainless steel 3D orthogonal woven fabric: darker area is covered by stainless steel filling yarns (vertical) and lighter area by E-glass Z yarns used*

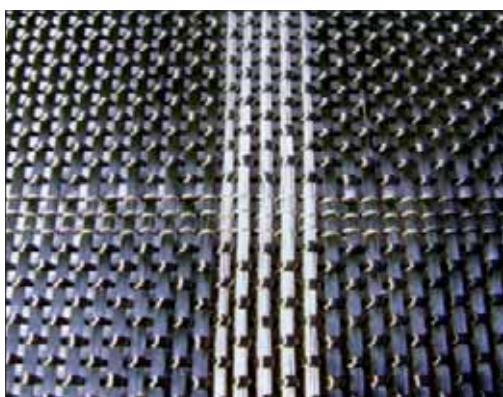


Fig. 12 - Tessitura ortogonale 3D ibrida con carbonio-titanio: cinque file di 3strati doppi Ti in direzione verticale e tre file di filati Ti singoli inseriti a Z; corone Z orizzontali orientate in direzione dell'ordito, visibili sulla superficie del prodotto tessile / Carbon-titanium hybrid 3D orthogonal weave: five rows of doubled 3-ply Ti wires in fill (vertical) direction and three rows of single Ti wire in Z; horizontal Z-crowns oriented in warp direction are seen on the fabric surface

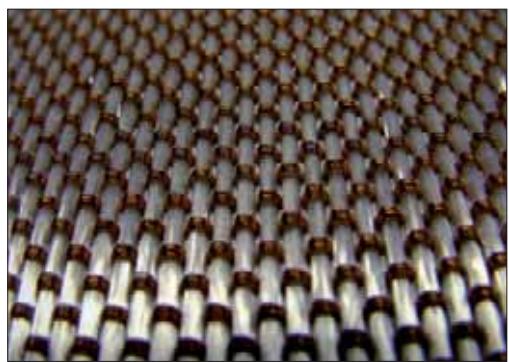


Fig. 13 - Tessitura ortogonale 3D ibrida con rame-vetro: inserimento di 2 fibre di vetro e cavi di rame piegati a corona Z visibili sulla superficie del prodotto tessile / Glass-copper hybrid 3D orthogonal weave: S-2 glass filling yarns and plied copper wire Z-crowns are seen on the fabric surface

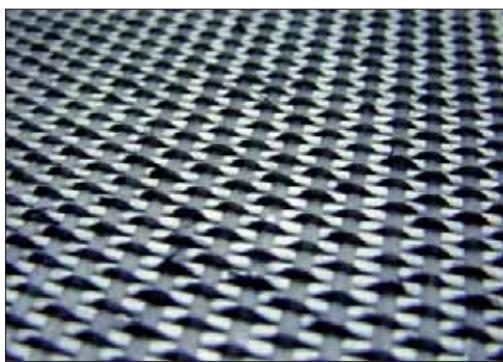


Fig. 14 - Tessitura ortogonale 3D ibrida con fibre di vetro: inserimento 2 fibre di vetro S e di carbonio a corona Z, visibili sul tessuto / Glass-pitch hybrid 3D orthogonal weave: S-2 glass filling yarns and pitch carbon Z-crowns are seen on the fabric surface

pluristratificato. I preformati tessuti 3D di questo tipo presentano un'ondulazione della fibra all'interno pari a 0 (fig. 3) nei filati dell'ordito e nella direzione dell'inserto perché non vi è intreccio fra gli strati di questi filati e si applica un controllo della trazione idoneo per mantenerli quanto più diritti possibile. Le estremità dell'ordito non devono essere tirate dai cappi di liccio del meccanismo di formazione del passo, consentendo così di ridurre il danneggiamento della fibra nel processo di tessitura. Soltanto i filati direzionali Z (nello spessore) devono essere messi in movimento verso l'alto e verso il basso, e quindi tirati nei cappi di liccio. Come dimostrato da uno studio recente presso 3TEX Inc., questo potrebbe causare un danno sostanziale

ai filati E-glass Z e, di conseguenza, una riduzione sostanziale della loro tenacità. La vera essenza dell'innovazione<sup>(52)</sup> si fonda sulle inserzioni del filato con inserimento multiplo e simultaneo da uno o da entrambi i lati del prodotto tessuto. 3TEX Inc. ha continuato a sviluppare e a commercializzare questa tecnologia brevettata dal 1998 con il marchio commerciale 3WEAVE® e ha prodotto diverse macchine tessili ortogonalni 3D brevettate. Questa tecnologia dedicata alla tessitura 3D consente di produrre preformati a forma di rete complessa, ad esempio, "I", "T", "Π", "H", "-", oltre ad anime di rinforzi integrali e stutture stratificate. Essa permette inoltre una grande variazione del contenuto di fibra direzionale Z per ottimizzare la struttura

del rinforzo 3D nei compositi per applicazioni specifiche. Esistono virtualmente possibilità illimitate per ibridare diversi materiali fibrosi e le loro dimensioni in un preformato tessuto ortogonale 3D. Ogni strato di filato dell'ordito, ogni filato inserito e ciascuno dei due strati di filati Z possono essere specificati nei termini del materiale utilizzato e della dimensione del filato. Le immagini di figg. 11-14 dimostrano che diverse tipologie di materiali fibrosi "esotici" come il filamento di acciaio inossidabile, i filamenti di titanio stratificati, di rame e di carbonio da catrame fragile sono state incorporate con successo nel processo di tessitura 3D (ciascuno di questi prodotti ha le proprie applicazioni). I preformati realizzati con il

These machines can be used with cam, dobby, or Jacquard shedding mechanisms. One of the drawbacks of weaving advanced fibers on this type of machines is the extent of the fiber damage caused by the moving machine parts. This is due to all the warp ends have to be drawn through the heddles on the harness frames of the shedding mechanism, as illustrated in Figure 7. All the harnesses have to be moved up and down during every weaving cycle, even if the design does not require them to move. This action subjects all the warp ends to substantial degree of abrasion between the ends and the heddles, as well as between the ends in the different warp layers. The extent of the fiber damage can be severe, as reported in works<sup>38-40</sup> for the cases of weaving carbon and glass fibers. This may be a serious limiting factor in terms of machine speed (the imparted damage obviously increases with machine operating at higher speeds), which in turn negatively affects the economics of such 3D weaving. Another drawback of weaving multilayer fabrics on 2D weaving machines is the presence of high level of interlacing which leads to a high degree of fiber crimp or waviness. These factors are detrimental to the in-plane properties of the composites since the crimped fibers only contribute partially to the in-plane composite stiffness and strength.

As pointed out above, 3D interlock weaves are manufactured on essentially 2D weaving devices and machines; they have been introduced as preforms for composite in 1970s<sup>(41,42)</sup>, produced in relatively small volumes and intensively studied in 1990s, see<sup>(1,4,6,12,14,16,21,43-45)</sup> among numerous publications on this subject; their studies continue now. Most of the earlier applications required using high temperature carbon and ceramic matrices, and it was not the primary design requirement to achieve high fiber volume fractions, keep in-plane yarns as straight and aligned as possible and maximize in-plane stiffness and strength of the resultant composites. Due to these circumstances, highly crimped, wavy and irregular 3D interlock weave fabric architectures (as illustrated by numerous images in<sup>16,43-45</sup> and many other works) were usually accepted. As an example, the fabric geometry model shown in Figure 8 has been first introduced in 1994<sup>(43)</sup> and is still used by many authors as a representative schematic of "3D woven fabric architecture". In spite of continuing significant efforts to adequately model those wavy, irregular fiber architectures of 3D interlock weaves and their composites and predict their mechanical properties, it looks hardly possible without involving probabilistic and stochastic methods, like the ones developed and used in<sup>46-48</sup>. High variability and randomness of 3D interlock woven fabric architectures had reflected on their composite properties, as was well summarized in<sup>16</sup>. Specific past composite applications of this type unitary textile reinforcement and their future perspectives have been discussed in detail in<sup>(14,16)</sup>. As summarized in<sup>(14)</sup>, "Despite the advantages and potential benefits of 3D woven composites, these materials have failed to find many commercial applications. They have been used or tested in only a few specialized structures by the building, aircraft and marine industries, where the cost and/or performance of traditional laminates and metals have been unacceptable." Note that this assessment was made for the general category of "3D woven composites", which was probably true in 1999. Another development that suffers from the crimp and fiber damage problems is the so-called "first ever 3D-weaving process" introduced in<sup>(49)</sup>; it features dual-directional shedding operations referred to as "linear-linear" and "linear-angular". The shedding operation alternately displaces the grid-like arranged warp yarns Z (disposed in

accordance with cross-sectional profile to be produced) to enable creation of multiple sheds in the thickness and width directions. Two mutually perpendicular sets of corresponding vertical wefts Y and horizontal wefts X are inserted into the created sheds. The warps Z, therefore, interlace with the sets of vertical Y and horizontal X wefts, thus creating a fully interlaced 3D woven fabric illustrated in Figure 9. Due to the interlacing, the resulting structure has crimped fibers in all three directions, which would be detrimental for potential applications of this type of fabric as a composite reinforcement. Alan Prichard noted in<sup>(50)</sup> that "crimped fibers are dead-weight". Furthermore, the weaving concept proposed in<sup>(49)</sup> imposes significant limitations on the fabric width and thickness. If the process is carried out mechanically at any reasonable speed, which appears uncertain to date, it would create substantial fiber damage with the use of advanced fibers, such as glass, carbon, ceramic, etc. Since the process can only handle 60 fiber tows in each of the horizontal and vertical directions, the preform dimensions are necessarily very small. Also, the possibility of achieving sufficiently high fiber volume fractions by this weaving method is very questionable.

#### NON-CRIMP 3D ORTHOGONAL WEAVES

Weaving very thick and complex three-dimensional textile structures have required the development of specialized 3D devices and weaving machines<sup>(51)</sup>. They incorporate variations in fiber feed, yarn tensioning, beat-up, and take-up mechanisms. A fully automated computer controlled 3D weaving process with simultaneous multiple filling insertions has been developed at North Carolina State University, College of Textiles<sup>(52)</sup>. Figure 10 shows the simultaneous insertion of 10 filling yarns. This process is inherently a 3D, from the onset. It does not involve the building up of the fabric layers in through thickness direction and, consequently, it cannot use and does not use any of the traditional 2D weaving equipment. Rather, a unit of thick multilayered fabric is formed during each weaving cycle. 3D woven preforms of this kind have zero internal fiber crimp (see schematic in Figure 3) in the warp- and fill-directional yarns, because there is no interlacing between the layers of these yarns, and proper tension control is applied to keep them as straight as possible. The warp ends are not required to be drawn through the heddles of the shedding mechanism, leading to the much reduced fiber damage from the weaving process. Only Z-directional (through thickness) yarns have to be moved up and down, thus they have to be drawn into the heddles. As recent study performed at 3TEX showed, this may impart substantial damage to the E-glass Z yarns and, consequently, significantly reduce their tenacity.

The essence of the innovation in<sup>(52)</sup> centers on a simultaneous multiple filling yarn insertions from one or both sides of the fabric. 3TEX, Inc. has been further developing and commercializing this patented technology since 1998 under the trade name 3WEAVE® and built several proprietary 3D orthogonal weaving machines. This 3D orthogonal weaving approach enables for producing certain complex net-shaped preforms, like "I", "T", "Π", "H", "-", as well as integral truss core and pile structures. It also allows for a broad variation of the Z-directional fiber volume content in order to optimize the 3D reinforcement architecture in composite for specific applications. There are virtually unlimited possibilities to hybridize different fibrous materials and their sizes in a unitary 3D orthogonal woven preform. Each warp yarn layer, each filling yarn

processo 3WEAVE® offrono molti importanti vantaggi nella fabbricazione del composito. Uno dei più ovvi si palesa nella fabbricazione dei composti di alto spessore, in particolare nella riduzione dei costi di produzione dovuti alla minore richiesta di manodopera in quanto gli strati multipli di prodotti tessili 2D sono sostituiti da uno o più strati di 3WEAVE® fornendo lo stesso spessore richiesto da una struttura composita. Questi preformati sono ormai materiali consolidati di 3TEX, prodotti in grandi volumi in stabilimenti certificati e destinati a vari mercati industriali e della difesa. Si utilizzano due tipologie di macchine tessili automatiche: a) Macchine tessili ortogonali 3D 3WEAVE® brevettate, in grado di fabbricare prodotti tessili con 1-14 strati di fibra ordito per single-ply, preformati di 0,5-25 mm che possono arrivare fino a 180 cm di ampiezza e b) telai Dornier 2D modificati con cui fabbricare tessuti ortogonali 3D con l'alto numero di 3 strati di fibra ordita e con uno spessore massimo di pochi mm e larghezza massima di 300 cm. I preformati 3WEAVE® sono modellabili anche con spessori relativamente alti e degli stratificati cuciti di tessili piani o altri prodotti 2D con spessore equivalente. Ciò rende i preformati 3WEAVE® adatti alla produzione di composti di spessore relativamente alto, a curva singola o doppia mediante le tecniche RTM e

VARTM. Come sottolineato sopra, entrambe le serie di filati in piano (ordito e trama) di questi preformati sono praticamente già diritti nel momento in cui vengono prodotti. Le uniche deviazioni minori dalla direzione lineare sono state osservate negli strati esterni dei filati direzionali della trama, in cui essi si presentano localmente ondulati nelle regioni di intersezione con i filati Z. Ciò è dovuto principalmente ai filati Z, disposti nella parte superiore dei filati della trama in direzione perpendicolare e che sono tenuti in uno stato di forte trazione rispetto ai filati della trama durante il processo di tessitura. Queste particolarità della struttura della fibra dei composti 3WEAVE® sono illustrate dalle immagini della sezione trasversale di un composito tipico, presentate in fig. 15.

È bene sottolineare ancora che l'inserimento dei filati Z con due lavorazioni durante la formazione del tessile, parte su parte e negli spazi ancora vuoti in piano (come nel processo 3WEAVE®) è tale da essere considerato completamente diverso dai processi di cucitura o di imperniatura Z. Effettivamente, in questi ultimi, un ago o spillo Z con una punta affilata viene inserito negli spazi in piano che potrebbero essere già occupati da una stoppa in piano. Come detto sopra, nel caso della cucitura, ciò potrebbe causare un grave danno o una rottura della fibra in piano, mentre nel caso dell'imperniatura Z quegli spilli inseriti trasversalmente potrebbero penetrare nella stoppa in piano separandola in due parti. Ovviamente, nessun danno o rottura viene causato alle stoppe in piano dall'inserimento del filato Z del processo 3WEAVE®. Come si osserva in fig. 16, nel composito consolidato, il filato Z (con sezione trasversale quasi al quadrato in questo caso) è trattenuto fra due filati in piano adiacenti senza una rottura visibile della fibra in nessuno di essi. Si vede soltanto una leggera distorsione della traiettoria della fibra diritta in piano, ovviamente, causata dalla presenza del filato Z. Tuttavia, questa distorsione influenza soltanto sul gruppo di fibre in prossimità del filato Z. L'ondulazione impartita alla fibra in piano è effettivamente locale in questo caso e scompare ad una distanza comparabile alla dimensione laterale del filato Z. Un'altra osservazione interessante di fig. 16 è la formazione di due regioni di matrice pura nei due lati opposti del filato Z. Ciò sembra simile al caso degli spilli Z discussi più sopra in questo articolo. In questo caso, le regioni della matrice presentano una sezione trasversale del tipo "deltoides" con una lunghezza della base uguale alla dimensione laterale del filato Z. Sebbene non si veda nelle immagini di fig. 16, dalla costruzione del tessuto si capisce che ciascuna di queste regioni della matrice si estende soltanto attraverso lo spessore di

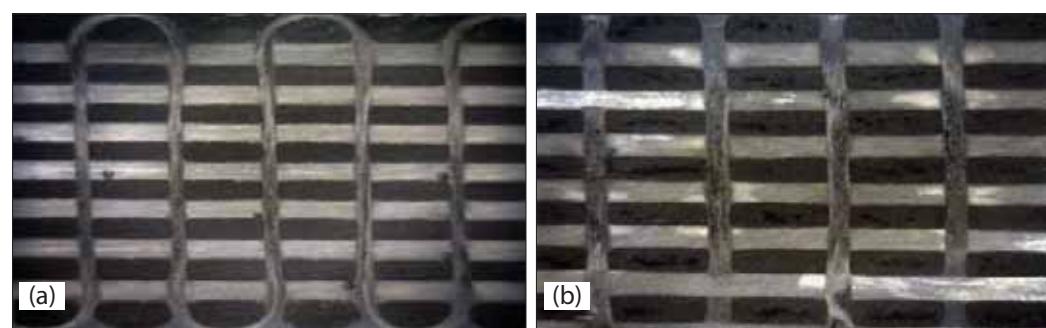


Fig. 15 - Sezione trasversale del composito in fibra di carbonio 3WEAVE® con ordito e filati 3K Z; piano ordito Z (a) e piano trama Z (b); le immagini presentano la traiettoria lineare dei filati dell'ordito (a) e dei filati della trama (b) oltre alla linea tipica dei filati Z / Cross sections of 3WEAVE® carbon fiber composites with 12K warp and weft and 3K Z yarns; warp-Z plane (a) and weft-Z plane (b); images show straightness of wrap yarns (a) and Weft yarns (b), and also a typical path of Z-yarns.

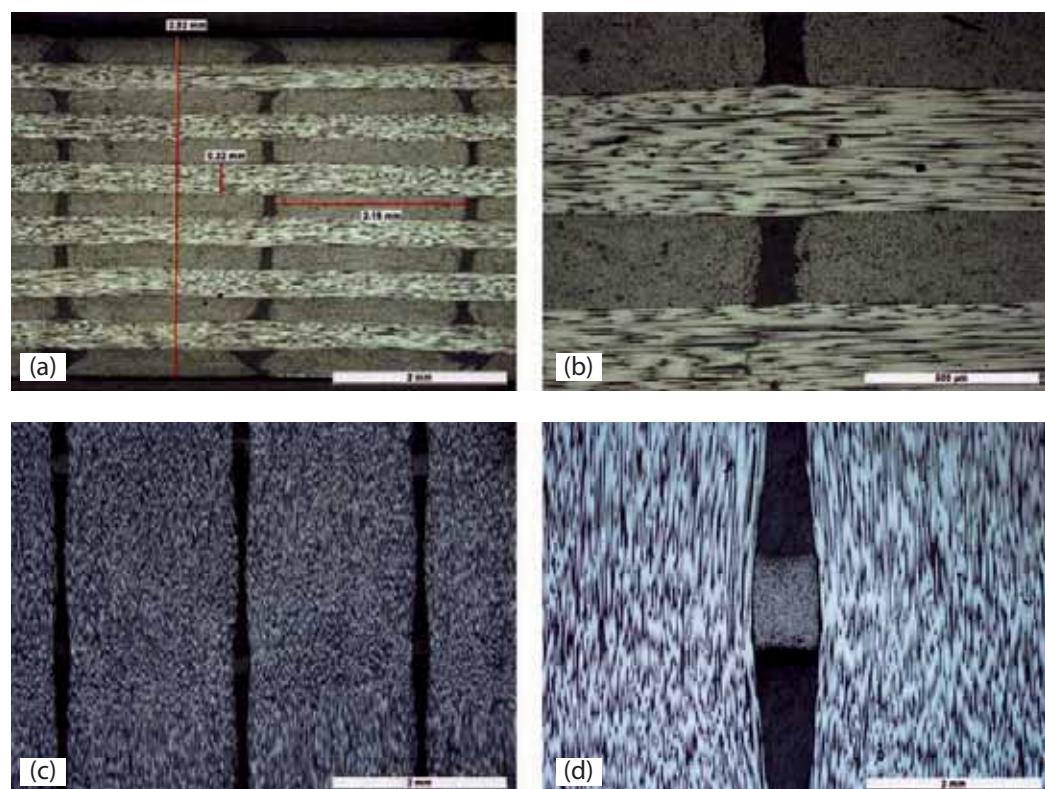


Fig. 16 - Macrofotografie della sezione trasversale del composito in fibra di carbonio 3WEAVE® con ordito e trama 12K e filati 1K Z; piano ordito Z (a) e piano trama Z (C), (d) rappresentati con vari ingrandimenti. Aree scure occupate dalla matrice. Foto fornita da (QinetiQ, U.K.)  
Microphotographs of cross sections of 3WEAVE® carbon fiber composite with 12K warp and weft and 1K Z yarns; warp-Z plane (a), (b) and warp-weft plane (C), (d) shown at different magnifications; dark areas occupied by matrix. Courtesy to Linda Starink (QinetiQ, U.K.)

un ordito o di uno strato della trama e che la forma trasversale della regione della matrice si alterna di conseguenza. In realtà si tratta di blocchi di materiale matrice di piccole dimensioni, formatisi a diversi livelli nello spessore in prossimità di ciascun filato Z. Ovviamente, le dimensioni in piano e l'area di questi blocchi di matrice dipendono in grande misura dalla dimensione del filato Z ed essi si riducono gradualmente con il ridursi delle dimensioni trasversali di un filato Z. In ultima analisi, con la sezione trasversale di un filato Z quasi 0, i volumi di tutti questi blocchi di matrice tendono allo 0; l'approccio è quindi una griglia ortogonale 3D strettamente strutturata, costituita da composti unidirezionali ordito, trama e orientati a Z.

A questo punto è noto che i blocchi di matrice pura di piccole dimensioni e multipli si disperdoni all'interno di questi

composti tessuti ortogonali 3D. Si sa inoltre (da esperienze precedenti con composti cuciti e impennerati a Z) che simili blocchi di matrice possono influire in modo significativo sull'insorgere del processo di deterioramento causando un vero crollo (fino al 20-30%) della trazione in piano e della resistenza alla compressione nel caso di cuciture o di impenature a Z. In base a queste conoscenze è possibile suggerire alcune analogie fra questi tre casi e, in particolare, si può sospettare che anche le distorsioni minori della struttura della fibra, rappresentate in fig. 16 e causate dalla presenza dei filati Z possono esercitare effetti negativi sulla resistenza statica e sulla durata a fatica. Questa anticipazione è convalidata dai recenti dati sperimentali<sup>(53, 54)</sup> e teorici<sup>(55)</sup> ottenuti in un composto tessuto ortogonale 3D, a base di fibra E-glass/matrice Derakane 8084.

È stato quindi definito in quei lavori (con dati teorici e sperimentali in totale accordo) che la degradazione è avviata all'interno dei composti a base di filato Z oppure ai confini fra i composti di filato Z e filati della trama, posti in prossimità dei blocchi di matrice interstiziale. Si evince quindi in modo chiaro che la riduzione della dimensione dei blocchi può contribuire agli incrementi della rigidità in piano, della resistenza e della durata a fatica.

#### EFFETTI DELLA VARIAZIONE DELLA DIMENSIONE DEL FILATO Z

Per produrre i tessili 3WEAVE® è possibile utilizzare i filati Z con dimensioni e materiali variabili. In particolare, i filati di carbonio Z comunemente utilizzati da 3TEX variano da 1K a 6K, ma per alcuni prodotti

layer, and each of the two Z yarn layers can be individualized in terms of the fiber material used, and the yarn size. Images in Figures 11-14 demonstrate that several types or "exotic" fibrous materials, like stainless steel yarn, plied titanium wire, plied copper wire and brittle pitch carbon yarn have been successfully incorporated in the 3D weaving process (each of these fabric products has its specialty application).

Preforms made by 3WEAVE® process provide several important advantages in composites fabrication. The most obvious of them appears in manufacturing thick composites, particularly in lowering composites fabrication costs due to a dramatically reduced labor time, when multiple layers of 2D fabric plies are replaced by one or few plies of 3WEAVE® providing same required thickness in a composite structure. These preforms are now matured materials produced by 3TEX in large volumes for different industrial and defense markets at the certified production facility. Two types of fully automated weaving machines are used: (a) 3WEAVE® proprietary 3D orthogonal weaving machines capable of making fabrics with 1 to 14 warp fiber layers, which enables to comfortably producing single-ply, from 0.5 to 25 mm thick preforms that can go up to 180 cm wide, and (b) modified 2D Dornier weaving looms, on which 3D orthogonal woven fabrics can be produced with up to 3 warp fiber layers providing maximum fabric thickness of few mm and maximum width 300 cm. 3WEAVE® preforms are very conformable even for a relatively large thickness. They show much higher conformability than stitched stacks of plain weave or other 2D fabrics at equivalent thickness. This makes 3WEAVE® preforms very suitable for processing relatively thick, single-curved or double-curved composites by RTM and VARTM methods. As pointed out before, both sets of in-plane yarns (warp and weft) in these preforms are practically straight as-manufactured. The only minor deviations from the straightness are observed in the outer layers of weft-directional yarns, where they are locally crimped in the regions of their crossovers with the Z yarns. This is mainly due to the Z yarns, which lie on top of weft yarns in the perpendicular direction, are typically held at a higher tension than the weft yarns during weaving. These peculiarities of the fiber architecture in 3WEAVE® composites are illustrated by a typical composite cross sections image shown in Figure 15.

It is worth pointing out again that inserting Zyarns by two harnesses during fabric formation slice-by-slice, and into still vacant in-plane spaces (as is done in 3WEAVE® process), makes it radically different from stitching or Z-pinning processes. Indeed, in the latter ones a needle or Z-pin with sharp tip is inserted into the in-plane spaces which may be already occupied by an in-plane fiber tow. As discussed earlier in this paper, in the case of stitching this may result in significant in-plane fiber damage or breakage whereas in the case of Z-pinning those transversely inserted pins may go through the in-plane tow separating it into two parts. Obviously, no damage or breakage is imparted to in-plane fiber tows by a Zyarn insertion in 3WEAVE® process. As is seen in Figure 16, in the consolidated composite, Z yarn (having nearly square cross section in this case) is constrained between two adjacent in-plane yarns with no visible fiber breakage in any of them. Only a slight distortion of the straight in-plane fiber trajectory is seen; it is obviously caused by the presence of Zyarn. However, such a distortion affects only the group of fibers close to the Zyarn. The imparted in-plane fiber waviness is truly local in this case, and it disappears at the distance comparable to the lateral size of Z yarn. Another interesting observation from Figure 16 is the for-

mation of two pure matrix regions at the other two opposite sides of the Z yarn. This looks similar to the case of Z-pins discussed earlier in the paper. In our case these matrix regions have kind of a "deltoid" cross section with a base length same as the lateral size of Z yarn. Although not seen in the images of Figure 16, it is understood from the fabric construction that each of these matrix regions extends only through the thickness of one warp or one weft layer, and the cross-sectional shape of the matrix region alternates accordingly. Actually, these are small matrix material blocks formed at several through-thickness levels in the vicinity of each Zyarn. Obviously, in-plane dimensions and area of such matrix blocks greatly depend on the size of Zyarn – they gradually reduce with reducing transverse dimensions of a Z yarn. Ultimately, with cross section of a Zyarn approaching zero, volumes of all these matrix blocks tend to zero, and we approach a tightly packed 3D orthogonal grid consisting of warp-, weft- and Z-oriented unidirectional composites.

Now we know that multiple small pure matrix blocks are dispersed inside these 3D orthogonal weave composites. We also know (from the previous experience with stitched and Z-pinned composites) that similar matrix blocks can make significant effect on the failure initiation and may cause serious knockdown (up to 20-30%) of the in-plane tension and compression strengths in the case of stitching and Z-pinning. Based on this knowledge, one can suggest certain analogies between these three cases and, particularly, may suspect that even minor distortions in the fiber architecture seen in Figure 16 and caused by the presence of Zyarns can make certain negative effects on the static strength and fatigue life. This anticipation is supported by the recent experimental<sup>[53,54]</sup> and theoretical<sup>[55]</sup> data obtained for one representative E-glass fiber/Derakane 8084 matrix 3D orthogonal weave composite. It was determined in those works (with a full agreement between theoretical and experimental data) that failure is initiated inside Zyarn composites or at the boundaries between Zyarn and weft-yarn composites near those interstitial matrix blocks. It becomes obvious that reducing size of the blocks may be very helpful for increasing in-plane stiffness, strength and fatigue properties.

#### EFFECTS OF CHANGING SIZE OF Z YARN

Zyarns of very different sizes and materials can be used in manufacturing 3WEAVE® fabrics. Specifically, Z carbon yarns commonly used by 3TEX range from 1K to 6K, but in some exotic products Z yarn as large as 96K was used. Depending on the Z yarn size, the spaces occupied by Zyarns and associated volumes of the interstitial matrix blocks may be larger or smaller. As discussed in the previous section, simply the presence of Zyarn takes certain volume from the in-plane reinforcement, causes some local waviness of in-plane fibers and creates local sites of a weaker, pure matrix material. These negative effects can be minimized, however, by using very small size Zyarn (1K carbon, for example).

Following<sup>[56]</sup>, the effects associated with the size of Zyarn are illustrated in Figures 17 and 18. The fabric designs (a)-(e) use identical 12K doubled carbon yarn for both the warp layers (red) and for the middle weft layer (blue); 6K doubled carbon yarn is used for two outer weft layers (blue), which are twice thinner than all others. All five designs provide a "balanced" preform, meaning that there is equal total volume of fibers in the warp and weft directions. At the same time, the size of Zyarn (green) is different; it gradually reduces from 12K in case (a) to 6K (b), 3K

esotici è possibile che il filato Z raggiunga i 96 K. In base alla dimensione del filato Z, gli spazi occupati da questi e dai volumi associati dei blocchi di matrice interstiziale possono essere più o meno grandi. Come già discusso nel capitolo precedente, la presenza del filato Z acquista un certo volume dal rinforzo in piano causando una certa increspatura locale delle fibre in piano e creando punti locali di matrice pura più debole. Tuttavia, questi effetti negativi possono essere ridotti al minimo, utilizzando un filato Z di dimensioni molto piccole (carbonio 1K, per esempio). Come da<sup>[56]</sup> gli effetti associati alla dimensione del filato Z sono illustrati in figg 17 e 18.

della trama. Nel contempo, la dimensione del filato Z (verde) è differente; esso gradualmente si riduce da 12K nel caso di (a) a 6K (b), 3K (c), 1K (d) e 0.1K (e). I modelli (a)-(d) sono effettivi, mentre il modello (e) è teorico (attualmente esistono solo 100 fibre contenenti filati di carbonio non in commercio). Nonostante ciò, la possibilità reale di utilizzare filati di così piccole dimensioni è stata dimostrata in<sup>[57]</sup>. Come rinforzi direzionali Z per tessiture 3D ortogonali sono stati impiegati filati monotubo di carbonio stratificato molto piccoli (con diametro di ~100 mm) e trecce 3D (con diametro di ~300 mm) da macchinari dedicati alla "micro-tessitura" au-

presenti, visibili a occhio nudo. Se si considera il diametro della fibra di carbonio di 8 µm e il fattore di composizione del filato del 70%, si può calcolare infine che lo 0.1 al quadrato ha un lato di 85 µm che corrisponde alla misura della distanza fra i filati adiacenti, rappresentati in fig. 17 c.

In fig. 18 si quantificano le caratteristiche principali dei materiali compositi corrispondenti ai modelli di preformati (a)-(e).

I parametri geometrici e la frazione di volume della fibra in ciascun caso sono stati determinati direttamente dai rispettivi modelli geometrici. I moduli elasticci sono stati stimati con il metodo del calcolo della rigidità media. Il fattore

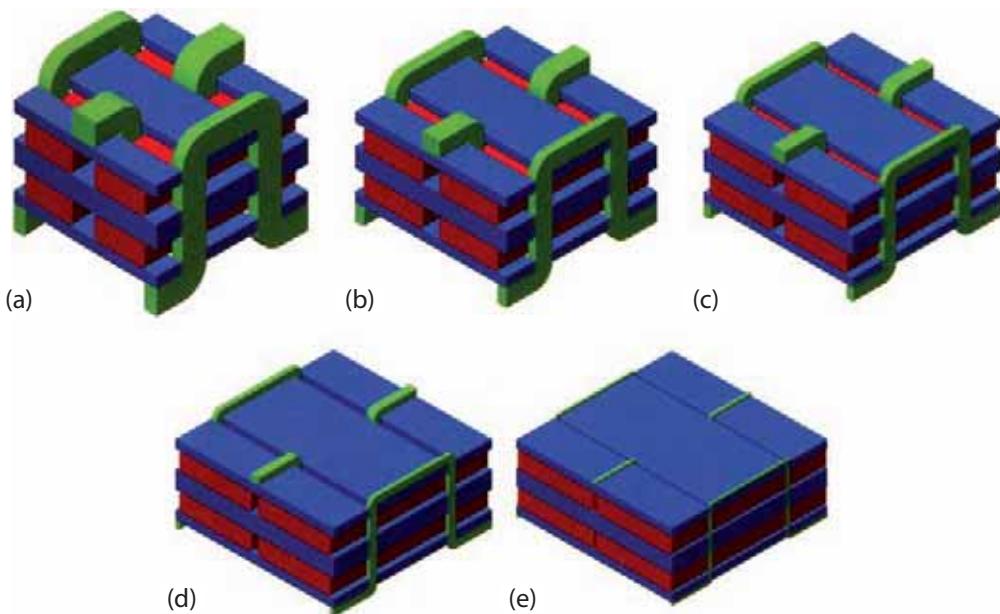


Fig. 17 - Modelli geometrici dei prodotti tessili 3WEAVE® con ordito 12K, trama 12K e filati di dimensioni differenti: 12K (a), 6K (b), 3K (c), 1K (d) e 0.1 (e)<sup>[56]</sup>  
 Geometric models of 3WEAVE® fabrics with 12K warp, 12K weft and different size Z yarn: 12K (a), 6K (b), 3K (c), 1K (d) and 0.1K (e)<sup>[56]</sup>

I modelli del tessuto (a)-(e) utilizzano lo stesso filamento di carbonio doppio 12K per entrambi gli strati orditi (rosso) e per lo strato mediano della trama (blu); il filato di carbonio doppio di 6K è utilizzato per due strati esterni della trama (blu), con spessore due volte più basso rispetto agli altri. Tutti e cinque i modelli danno un preformato "bilanciato", vale a dire che il volume totale delle fibre è uguale nelle direzioni dell'ordito e

tomatizzato 3TEX.

I progetti mostrati in fig. 17 descrivono come la distanza fra i filati in piano e, di conseguenza, la dimensione delle tasche interstiziali diminuiscono con il ridursi della dimensione del filato Z. È interessante osservare che nel caso (e) il composito tessuto 3D assomiglia molto a un laminato a strati trasversali convenzionale, realizzato con cinque strati unidirezionali; l'unica differenza è nei filati Z ancora

di composizione del filato è stato valutato pari allo 0.7. Nella stima dei moduli sono state considerate le proprietà della fibra di carbonio T300 e della resina epossidica tipica. In fig. 18a si osserva che l'aumento del contenuto di fibra Z è quasi lineare, mentre la fig. 18b mostra che il  $V_f$  totale presenta una variazione non lineare per i valori K bassi (naturalmente, deve raggiungere il 70% a K=0). Esso si riduce dal 67,5% con K = 0,1 al 58%



con  $K = 3$  e al 49% con  $K = 12$ . La fig. 18c indica poi che i moduli elastici nelle direzioni dell'ordito e della trama variano con  $K$  in modo simile alla variazione della frazione di volume della fibra. Nel caso di  $K=0.1$ , i moduli elastici in piano possono raggiungere teoricamente gli 80 GPa (valore tipico nei laminati prepreg epossidici a stratificazione incrociata T300 con  $V_f=0.7$ ). Questo livello non è stato raggiunto per i compositi di fibra di carbonio 3WEAVE® bilanciati. I valori tipici raggiunti sono pari a circa 60 GPa e sono stati ricavati per i compositi 3WEAVE® prodotti da 3TEX con filato Z 3K e frazione del volume totale della fibra pari al ~53%. In fig. 18c si dimostra inoltre che vi è una crescita lineare del modulo elastico nella direzione Z con  $K$  in aumento. Questo modulo varia da 10 GPa con  $K=0.1$  a 22 GPa con  $K=12$ . La verifica sperimentale di queste stime mediante i test della trazione è virtualmente impossibile per lo spessore basso (nel range di diversi mm) dei compositi. Probabilmente, il test della compressione dello spessore in profondità è l'unico metodo realistico per ottenere alcuni dati relativi al modulo Young trasversale.

Questi risultati indicano che la frazione del volume totale della fibra nel composito e i relativi moduli elastici in piano possono essere incrementati in modo significativo riducendo la dimensione del filato Z. Nello stesso tempo, il volume dei blocchi della matrice interstiziale diminuisce notevolmente, producendo effetti positivi sulle caratteristiche di tenacità in piano. Con il codice 3D MOSAIC e la possibilità di stimare le proprietà di tenacità<sup>(55)</sup> è possibile generare risultati analoghi a quelli di fig. 18c, relativamente alle proprietà di resistenza in piano. Nel capitolo successivo si passano in rassegna alcuni dati comparati dei test, disponibili per la tessitura ortogonale 3D

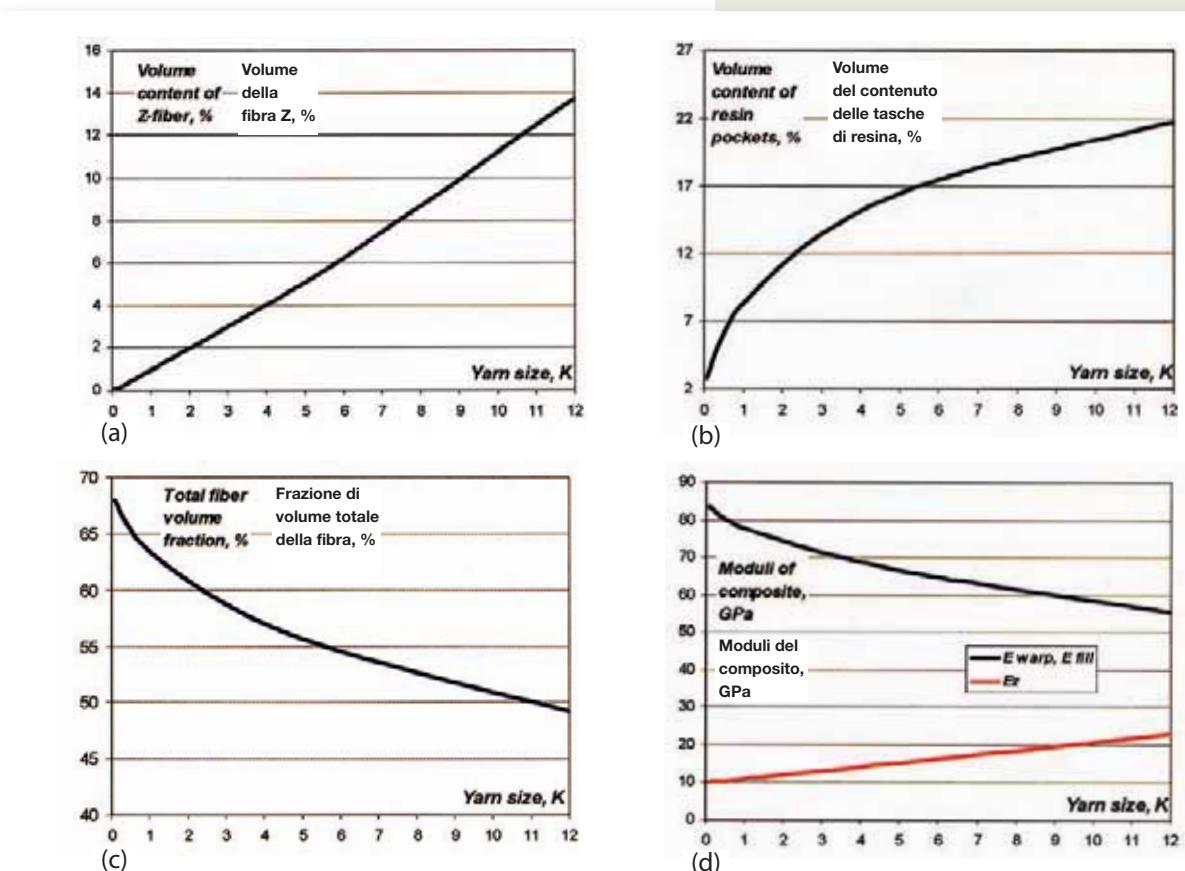


Fig. 18 - Stima teorica delle variazioni del contenuto in volume della fibra Z (a) del volume totale delle tasche di resina (b), della frazione del volume della fibra in un composito a base di fibre di carbonio (c) moduli elastici nelle direzioni Z (d) in funzione della dimensione del filato Z<sup>(56)</sup>  
Theoretically predicted variations of Z-fiber volume content (a), total volume content of resin pockets (b), total fiber volume fraction in a carbon fiber composite (c) and its elastic moduli in warp, weft and Z directions (d) as functions of Yarn size<sup>(56)</sup>

non ondulata, tessitura a catena 3D e per i laminati tessuti 2D, realizzati con compositi di fibra di carbonio ed E-glass.

#### ANALISI COMPARATA DELLE PROPRIETÀ MECCANICHE

I primi studi sperimentali comparati si sono incentrati sui compositi tessuti ortogonali 3D non ondulati<sup>(58,59)</sup> e<sup>(6)</sup>, in cui si riportano risultati molto interessanti. I compositi a base di fibra di carbonio/epossidiche sono stati fabbricati utilizzando tre diversi tipi di preformati tessuti nei Laboratori Centrali di Messerschmitt-Bolkow-Blohm (MBB), Monaco, Germania. I preformati erano uno stratificato di tessuti 2D, un tessuto a catena incrementato 3D, a strato singolo "del vecchio tipo" e un tessuto ortogonale 3D non increspato

del "nuovo tipo". Quest'ultimo prodotto tessile è stato fabbricato nell'Università statale del North Carolina, College of Textiles, grazie al processo brevettato<sup>(52)</sup> con i primi macchinari sperimentali tessili 3D automatiche, descritti in<sup>(51)</sup>.

Il campione composito laminato con tessitura 2D è stato fabbricato adottando la "tecnica prepreg". I compositi rinforzati con entrambe le tipologie di preformati unitari e tessitura 3D sono stati prodotti introducendo in fase iniziale il preformato posizionato nello stampo con film di resina epossidica liquida sottovuoto, poi consolidato in autoclave.

Tutti e tre i campioni composti avevano uno spessore equivalente pari a circa 6 mm. Inoltre, la frazione di volume della fibra nei tre compositi era simile, in un range del 50-55%. I test meccanici sono stati condotti nel laboratorio

(c), 1K (d), and 0.1K (e). The designs (a)-(d) are practical, while the design (e) is hypothetical (no commercial carbon yarn containing only 100 fibers currently exist). Nevertheless, the feasibility of using so small yarns has been demonstrated in<sup>57</sup>. Very fine plied carbon nanotube yarns (having ~100 micron diameter) and 3D braids made thereof (with ~300 micron diameter) have been successfully used as Z-directional reinforcements in 3D orthogonal weaving on the specialty 3TEX's automated "micro-weaving" machine.

The designs shown in Figure 17 illustrate how the spacing between in-plane yarns and, accordingly, the size of interstitial pockets diminishes with reducing size of Z yarn. Interestingly, in case (e) the 3D woven composite looks very similar to a conventional cross-ply laminate made of five unidirectional layers; the only difference is in barely visible, but still present Z yarns. If taking diameter of carbon fiber 8 µm and the yarn packing factor 70%, we calculated that 0.1K square has 85 µm side, which corresponds to the gap size between adjacent yarns in Figure 17e. Figure 18 quantifies principal characteristics of the composite materials corresponding to the preform designs (a)-(e). Geometric parameters and fiber volume fraction in each case were determined directly from respective geometrical models. Elastic moduli were predicted by Stiffness Averaging Method. The yarn packing factor was taken 0.7. T300 carbon fiber and typical epoxy resin properties were assumed in the moduli predictions.

It is seen in Figure 18a that the increase of Z-Fiber content is nearly linear, while Figure 18b shows that total Vf has sig-

nificantly nonlinear variation for small  $K$  values (naturally, it must reach 70% at  $K=0$ ). It drops from 67.5% at  $K=0.1$  to 58% at  $K=3$  and to 49% at  $K=12$ . Further on, Figure 18c shows that elastic moduli in warp and weft directions vary with  $K$  similarly to the total fiber volume fraction variation. In the case of  $K=0.1$  the in-plane elastic moduli can theoretically reach 80 GPa (which is a typical value for T300/epoxy cross-ply prepreg laminates with  $V_f=0.7$ ). This level of in-plane moduli has not been achieved yet for balanced 3WEAVE® carbon fiber composites. The typical values reached are around 60 GPa; they were obtained for 3TEX manufactured 3WEAVE® composites with 3K Z yarn and total fiber volume fraction ~53%. Figure 18c also shows that there is a linear growth of elastic modulus in  $Z$  direction with increasing  $K$ . This modulus varies from 10 GPa at  $K=0.1$  to 22 GPa at  $K=12$ . Experimental verification of these predictions by tensile tests is virtually impossible due to a small (in the range of several mm) thickness of composites. Probably, through thickness compression test is the only realistic way to obtain some data for transverse Young's modulus.

These results illustrate that total fiber volume fraction in the composite and its related in-plane elastic moduli can be significantly increased by reducing the size of  $Z$  yarn. Simultaneously, the volume of interstitial matrix blocks is significantly reduced, which shall make its positive effect on the in-plane strength characteristics. Having 3D MO-SAIC code with its capability to predict strength characteristics<sup>(55)</sup> makes it possible to generate results analogous to the ones in Figure 18c but for in-plane strength characteristics.

In the next section we review some comparative test data available for 3D non-crimp orthogonal weave, 3D interlock weave, and 2D weave laminates made of carbon fiber and E-glass fiber composites.

#### COMPARISONS OF MECHANICAL PROPERTIES

The first comparative experimental studies, were reported for carbon fiber non-crimp 3D orthogonal woven composites in<sup>(58,59)</sup> and then in<sup>(6)</sup>. They have shown quite surprising results to those paper authors. Carbon fiber/epoxy composites were fabricated, using three different fabric preform types, at Messerschmitt-Bölkow-Blohm (MBB) Central Laboratories, Munich, Germany. The preforms were: a stack of 2D woven fabrics, a single-ply "old type" 3D warp interlock weave, and a single-ply "new type" non-crimp 3D orthogonal weave. The latter fabric was produced at North Carolina State University, College of Textiles, following the patented process<sup>(52)</sup> on their first experimental automated 3D weaving machine described in<sup>(51)</sup>. The laminated 2D weave composite sample was fabricated using the "prepreg technique". The composites reinforced with both kinds of unitary 3D woven preform were manufactured by filling in the first step the preform placed in a mould by liquid epoxy resin film under vacuum, then consolidating it in an autoclave. All three composite samples had comparable thickness near 6 mm. Also importantly, the total fiber volume fraction in all three composites was close, in the range of 50-55%. Mechanical tests were conducted at MBB lab for tension, compression, interlaminar strength, and compression after impact. In addition to the experimental data borrowed from<sup>(6)</sup>, some other experimental results reported in<sup>(16)</sup> and<sup>(60)</sup> for the same types of carbon/epoxy composites with similar fiber volume fraction values will be used here.

Results for tensile modulus in warp and weft directions are shown in Figure 19. In warp direction, the results for both

MBB per valutare la resistenza alla trazione, alla compressione interlaminare e alla complessione a seguito dell'urto. Oltre ai dati sperimentali rilevati da<sup>(6)</sup>, si fa riferimento qui ad altri risultati sperimentali riportati in<sup>(16)</sup> e<sup>(60)</sup> per le stesse tipologie di compositi a base di carbonio/epossidiche con valori di frazione del volume della fibra simili.

I dati del modulo di trazione nelle direzioni dell'ordito e della trama sono presentati in fig. 19. Nella direzione dell'ordito, i risultati di entrambi i compositi 3WEAVE® sono leggermente inferiori a quelli corrispondenti al laminato tessuto piano, comunque significativamente superiori di quelli ottenuti nei tre compositi tessuti a catena 3D. Nella dire-

zione della trama, i risultati di entrambi i compositi 3WEAVE® sono leggermente superiori a quelli del laminato tessuto piano e molto più alti di quelli di entrambi i compositi tessuti a catena 3D.

La superiorità dei compositi 3WEAVE® analizzati rispetto alle controparti tessute a intreccio 3D e, con una certa sorpresa, anche rispetto ai laminati tessuti piani con spessore equivalente, ha veramente colpito gli autori degli studi in esame. Primo fra tutti è il dato secondo cui "il composito realizzato con tessitura 3D avanzata si è rivelato superiore al laminato della linea di costruzione 2D anche in relazione alle proprietà di trazione". Tuttavia, la prognosi più rilevante riportata in<sup>(59)</sup> riporta quanto

segue: "Si è dimostrato che i compositi basati sulla nuova tessitura 3D e minima increspatura della fibra possono competere con i laminati a nastro, per quanto concerne la rigidità e la tenacità." In<sup>(59)</sup> i tessuti a catena 3D convenzionali sono stati definiti "tessuti 3D di prima generazione", mentre i nuovi tessuti ortogonali 3D non increspati sono stati definiti "nuovi tessuti 3D". Si sottolinea ulteriormente in<sup>(6)</sup> che il processo di tessitura utilizzato influenzava in modo considerevole le proprietà del composito e che i compositi 3D possono distinguersi per le loro proprietà molto interessanti nei casi in cui il processo tessile sia ottimizzato per quanto riguarda il danno, la curvatura e l'orientamento

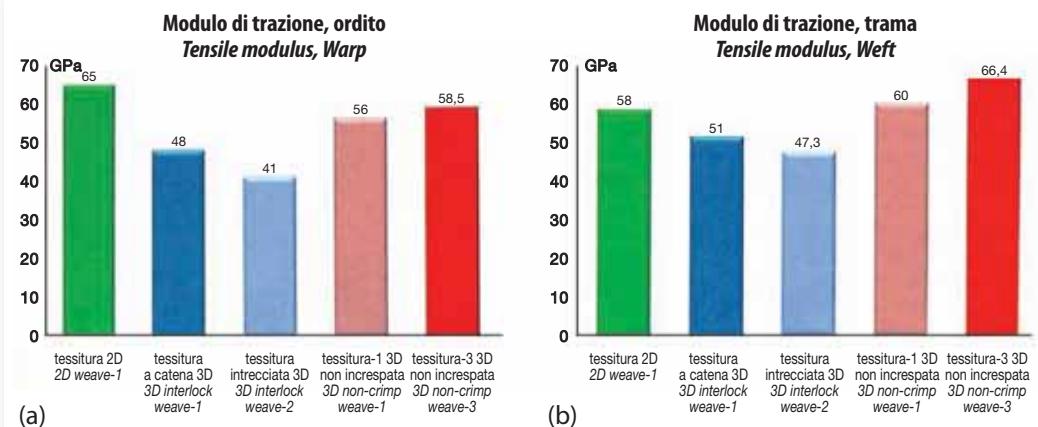


Fig. 19 - Confronto dei moduli di trazione in piano nelle direzioni dell'ordito (a) e trama (b) nei compositi a base di carbonio/epossidiche rinforzati con tessitura piana pluristratificata, tessitura a catena 3D 1<sup>(6)</sup>, tessitura a catena 2<sup>(16)</sup>, tessitura ortogonale 3D non increspata 1<sup>(6)</sup> e tessitura ortogonale 3D non increspata 2<sup>(60)</sup>  
A comparison of in-plane tensile modules in the warp (a) and weft (b) directions for the carbon/epoxy composites reinforced with multi-layer plain weave<sup>(6)</sup>, 3D interlock weave - 1<sup>(6)</sup>, 3D interlock weave - 2<sup>(16)</sup>, 3D orthogonal non-crimp weave - 1<sup>(6)</sup> and 3D orthogonal non-crimp weave - 2<sup>(60)</sup>

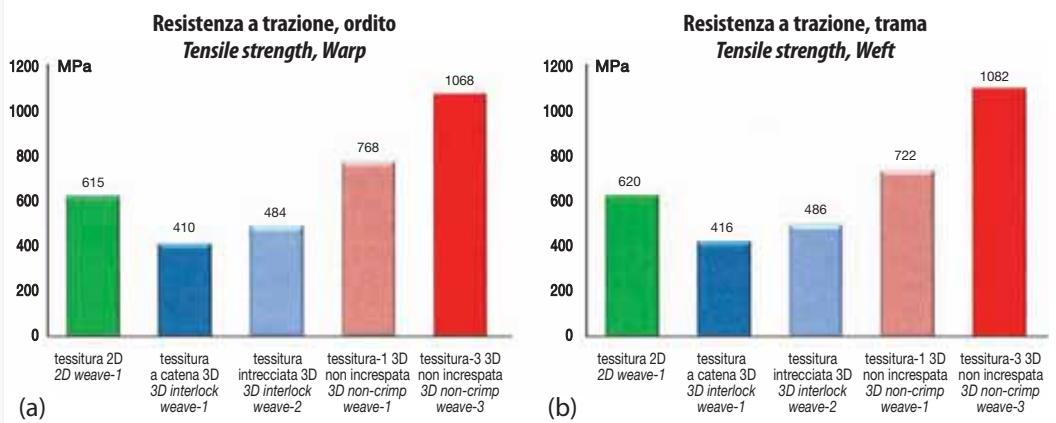


Fig. 20 - Confronto fra le resistenze alla trazione in piano nelle direzioni dell'ordito (a) e trama (b) nei compositi a base di carbonio/epossidiche rinforzati con tessitura piana pluristratificata<sup>(6)</sup>, tessitura a catena 3D 1<sup>(6)</sup>, tessitura a catena 2<sup>(16)</sup>, tessitura ortogonale 3D non increspata<sup>(6)</sup> e tessitura ortogonale 3D non increspata - 2<sup>(60)</sup>  
A comparison of in-plane tensile strengths in the warp (a) and weft (b) directions for the carbon/epoxy composites reinforced with multi-layer plain weave<sup>(6)</sup>, 3D interlock weave - 1<sup>(6)</sup>, 3D interlock weave - 2<sup>(16)</sup>, 3D orthogonal non-crimp weave - 1<sup>(6)</sup> and 3D orthogonal non-crimp weave - 2<sup>(60)</sup>

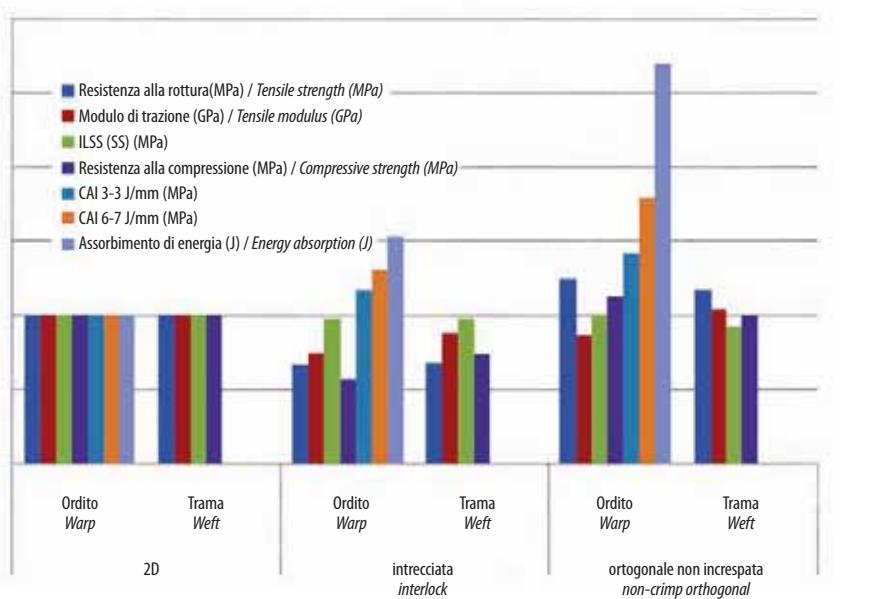


Fig. 21 - Confronto fra le resistenze alla trazione in piano, modulo di trazione in piano, resistenza alle forze di taglio interlaminari (ILSS), resistenza alla compressione, resistenza alla compressione a seguito di un urto (CAI) e assorbimento dell'energia da impatto a due livelli differenti di produzione di energia da impatto in tre compositi a base di carbonio/epossidica, rinforzati con tessuto pluristratificato 2D e ortogonale 3D non increspato. Tutti i dati sono stati normalizzati secondo le rispettive caratteristiche del composito tessuto 2D. Dati ottenuti da<sup>(6)</sup>  
A comparison of in-plane tensile strength, in-plane tensile modulus, interlaminar shear strength (ILSS), compressive strength, compression after impact (CAI) strength and impact energy absorption at two impact energy levels for three carbon/epoxy composite reinforced with multi-layer 2D Weave and 3D orthogonal non-crimp weave.  
All data normalized to respective characteristics of the 2D weave composite. Data collected from<sup>(6)</sup>

della fibra". Obiettare questo punto è difficile. Altre spiegazioni dei vantaggi della prestazione meccanica offerti da 3WEAVE® sono presenti in fig. 21. La fonte di questa raccolta di risultati sperimentali è il rif.<sup>(6)</sup>. In questa figura i dati sperimentali riferiti ai composti tessuti 3D (uno rinforzato con tessitura a catena 3D e l'altro con tessitura ortogonale 3D non increspata) sono normalizzati rispetto ai dati rispettivi relativi al laminato tessuto piano. Si osserva che il composito 3WEAVE® è superiore al laminato tessuto piano in tutto tranne che per due caratteristiche, vale a dire il modulo elastico nella direzione dell'ordito e le sollecitazioni da taglio interlaminare. Tuttavia, questi valori leggermente inferiori sono compensati dai vantaggi decisamente superiori offerti dal composito 3WEAVE® rispetto al laminato 2D in quanto a resistenza alla trazione, compressione dopo l'urto e in particolare per l'assorbimento delle energie da urto. Inoltre, il composito 3WEAVE® presenta caratteristiche molto più avanzate della controparte tessuta

a catena 3D per tutte le proprietà mostrate in quella figura. Il confronto dei tre materiali equivalenti dimostra ancora una volta che la struttura della fibra nel preformato tessile produce effetti molto marcati sulle proprietà meccaniche del composito risultante. A sua volta, la struttura della fibra è determinata dalla tecnica di tessitura e dalla sua realizzazione con macchinari specifici. Con questo si chiarisce il punto discusso nella prima parte di questo articolo. Il primo tema correlato è la progettazione finalizzata di tipologie specifiche di tessuti, il secondo è la fabbricazione di tessuti progettati con macchine tessili dedicate, seguite dalla produzione del composito adottando metodi e attrezzature adeguate per concludere con l'ottenimento delle proprietà meccaniche desiderate del composito risultante. In caso di successo, il primo e l'ultimo punto sono connessi. Come dimostrato dall'esperienza pratica, l'assenza di fibre fuori asse (in diagonale) nella tessitura ortogonale 3D non increspata è stata e rimane uno dei mag-

giori ostacoli della commercializzazione proficua e diversificata dei prodotti tessili 3WEAVE®, in particolare nel mercato aeronautico. Esistono varie tecniche possibili per risolvere questo problema. Uno di questi è l'aggiunta di strati di altri tessuti caratterizzati da un orientamento della fibra del +45°/-45° (come l'intreccio 2D o la lavorazione a maglia 3D). Questa tecnica potrebbe richiedere la cucitura o l'imperniatura Z del prodotto nel complesso con tutti i rispettivi inconvenienti discussi nella prima parte dell'articolo. L'altra tecnica consiste nell'integrare fili metallici con diametro di piccole dimensioni e di basso peso, filamenti o cavi nel prodotto tessile in una delle principali direzioni (ordito o trama). Ciò causerebbe un incremento sostanziale della rigidità e resistenza alle forze di taglio (per queste caratteristiche, maggiore è l'effetto nell'acciaio e nel titanio rispetto a qualsiasi altro composito a matrice polimérica). Tuttavia, questa tecnica determinerebbe un aumento inevitabile del peso della struttura composita.

3WEAVE® composites are slightly lower than those corresponding to the plain weave laminate, however they are significantly higher than those obtained for both 3D interlock weave composites. In the weft direction, the results for both 3WEAVE® composites are slightly higher than those for the plain weave laminate and significantly higher than those for both 3D interlock weave composites.

Even more obvious superiority of 3WEAVE® composites is seen in Figure 20, where in-plane tensile strength data are presented in the warp and weft directions. The strength values in both directions are much higher for both 3WEAVE® composites than for the plain weave laminate and for both 3D interlock weave composites.

The superiority of the tested 3WEAVE® composites over their 3D interlock weave counterparts and, quite unexpectedly, also over equivalent thickness plain weave laminates, has impressed the authors of described studies very much. The most surprising to them was that "advanced 3D weave composite showed superior to the 2D baseline laminate even in respect of tensile properties". However, their most important prognosis, expressed in<sup>(59)</sup>, reads as follows: "It has been shown that composites involving new 3D weavings with minimum fiber crimp can compete with tape-based laminates, as far as stiffness and strength are concerned". In<sup>(59)</sup> conventional 3D interlock weaves were called "first generation 3D weavings" while the novel non-crimp 3D orthogonal weaves were called "new 3D weavings". It was further pointed out in<sup>(6)</sup> that "the weaving process used had a tremendous influence on composite properties" and that "3D composites can feature very attractive properties if the textile process is optimized with regard to fiber damage, fiber curvature and fiber orientation". Hard to argue with this point.

Further illustration of the mechanical performance advantages provided by 3WEAVE® fabrics is presented in Figure 21. This collection of experimental results is borrowed from<sup>(6)</sup>. In this figure the experimental data for two 3D weave composites (one reinforced with 3D interlock weave and the other reinforced with 3D non-crimp orthogonal weave) are normalized over respective data for the plain weave laminate. It is seen that the 3WEAVE® composite is superior over the plain weave laminate in all but two characteristics, which are tensile modulus in warp direction and interlaminar shear stress in weft direction. However, these slightly lower values are compensated by much greater advantage of 3WEAVE® composite over 2D laminate in tensile strength, compression after impact and especially the impact energy absorption. Moreover, the 3WEAVE® composite shows much higher characteristics than its 3D interlock weave counterpart in all of the properties shown in that figure. This comparison of three otherwise equivalent materials shows again that the fiber architecture in textile preform makes very strong effect on the mechanical properties of resulting composite. In turn, the fiber architecture is determined by the weaving method and its realization of specific machines. This closes up the loop which was discussed in the beginning of this paper. The first link is purposeful design of specific fabric type, the next one is manufacturing of the designed fabric on appropriate textile equipment, this is followed by fabrication of composite using appropriate method and equipment, and the last link is obtaining desired mechanical properties of the resulting composite. In case of success, the first and last links get connected.

As our practical experience shows, the lack of off-axis (bias) fibers in the 3D non-crimp orthogonal weave architectures has been, and remain, one of most serious obstacles on the way to a more expedient and diverse commercialization of 3WEAVE® fabric products, particu-

larly in the aerospace market. There are couple of possible approaches to solve this problem. One of them is adding layers of some other fabric having +45°/-45° fiber orientations (like 2D braid or 3D warp knit). This would probably require to stitch or Z-pin the package together with respective drawbacks discussed earlier in the paper. The other way is to integrate small-diameter, desirably light-weight metallic yarns, filaments or wires into the fabric in one of the principal (warp or weft) directions. This would give substantial raise to in-plane shear stiffness and strength (due to those characteristics are much higher for steel or titanium than for any polymer matrix composite). However, this approach would inevitably increase weight of the composite structure.

#### 3D WEAVING "DIFFICULT" FIBERS

The final section of this paper briefly describes recent accomplishments in the area of 3D orthogonal weaving some fiber types which are either unusual for traditional textile processes or are very difficult to process on a textile equipment due to their high brittleness/low flexibility. The primary limitation to the weaving of high modulus, brittle fibers is their tendency to fracture when the fiber is bent beyond its characteristic limiting radius. Although a yarn is composed of hundreds or thousands of individual fibers, the determination of the limiting bend radius of a single pristine fiber can provide sufficiently good estimate for the limits of possible fiber architectures. It also allows a first order comparison of the potential difficulty of weaving various fiber yarns. In the non-crimped 3-D orthogonal weaving process, the warp yarns and weft yarns do not undergo significant bending. The ability of Z yarns (which wrap around the top or bottom weft yarns to form a relatively small radius) to withstand bending, restricts the weft yarns' spacing per unit length.

The most commercially interesting high modulus, brittle yarns are SiC, alumina, alumina/mullite, and pitch carbon yarns. The ceramic yarns are used as reinforcing constituents in Ceramic Matrix Composites (CMC's) in high temperature applications. Pitch carbon yarns are composed of high content of graphite within their structure. Since graphite exhibits a high level of anisotropy, as the fibers become more graphitic and the axial modulus and thermal conductivity increases, their transverse shear strength decreases accordingly. Consequently, in addition to brittle failure in bending, the yarns can fail in transverse shear mode as loads are applied radially to the fiber. Table 1 lists some mechanical properties of commercial ceramic and pitch carbon fibers, sorted in order of the calculated critical bending radius value. Manufacturer's data were used as the source for the fiber properties.

Weaving trials of Nextel 610 and Nextel 720 yarns and of pitch carbon yarns were conducted on a multi-rapier, 3D orthogonal weaving machines at 3TEX. Samples of produced 3D woven fabrics are shown in Figure 22. In one set of trials on ceramic yarns, a 6 warp layer fiber architecture with Nextel 720 in all yarn positions successfully produced a fabric at a maximum weft yarn spacing of 4.9/cm<sup>(63)</sup> and with Nextel 610 yarns in all positions at 4.7/cm.

The trials for the pitch carbon yarns were complicated by the fact that the yarns can fail in shear. In those trials, once the limiting weft yarn spacing with the pitch carbon in the Zyarn position was established, the pitch carbon yarn was placed in a weft yarn position in the fiber architecture and its ability to be woven in that position was tested.

A final weaving test in the warp yarn position was only conducted for those yarns which failed in the weft yarn

#### FIBRE "DIFFICILI" NELLA TESSITURA 3D

Nell'ultima parte di questo articolo si descrivono brevemente i risultati ottenuti nell'area della tessitura ortogonale 3D in relazione ad alcune tipologie di fibre che sono o inconsuete per i processi di tessitura tradizionali o molto difficili da trattare con le attrezzature tessili a causa della loro alta fragilità/bassa flessibilità.

La difficoltà principale incontrata nella tessitura di fibre ad alto modulo e fragili è la loro tendenza a rompersi quando sono piegate superando il loro caratteristico raggio di dimensioni limitate. Sebbene un filato sia costituito da centinaia o da migliaia di singole fibre, la determinazione del raggio di piegatura limitato di una singola fibra originaria può dare una stima sufficientemente attendibile dei limiti presentati dalla possibile struttura della fibra. Essa consente inoltre una prima analisi comparata della difficoltà potenziale dei processi di tessitura dei filati in fibra. Nel caso del processo di tessitura ortogonale 3D non increspato, i filati dell'ordito e della trama non subiscono una piegatura consistente. La capacità dei filati Z (che si avvolgono attorno ai filati della trama in alto o in basso per formare un raggio relativamente piccolo) di sopportare la piegatura restringe la distanza del filato della trama per unità di lunghezza.

I filati fragili ed ad alto modulo più interessanti dal punto di vista commerciale sono i filati SiC, allumina, allumina/mullite e di carbonio. I filati ceramici sono impiegati come componenti di rinforzo per i Compositi a Matrice Ceramica (CMC) in applicazioni ad alta temperatura. I filati di carbonio da catrame contengono nella loro struttura alte quantità di grafite. Dal momento che la grafite presenta un alto grado di anisotropia, in quanto le fibre diventano più grafiti-

che e il loro modulo assiale e conducibilità termica aumentano, di conseguenza la loro resistenza alle forze di taglio trasversali diminuisce. Per cui oltre al deterioramento da fragilità nella piegatura i filati possono deteriorarsi nella modalità di taglio trasversale applicando i carichi nella direzione del raggio della fibra. In tab. 1 sono elencate alcune proprietà meccaniche delle fibre ceramiche e di carbonio, selezionate per il calcolo del valore di curvatura critico del raggio. I dati del produttore sono stati utilizzati come dati di riferimento per le proprietà della fibra.

Le prove di tessitura dei filati Nextel 610 e di Nextel 720 e dei filati di carbonio sono state condotte sui macchinari tessili ortogonali 3D multi-rapier di 3TEX. I campioni dei prodotti tessili 3D sono presentati in fig. 22. In una serie di prove sui filati ceramici, una struttura a 6 strati di fibre in ordito con Nextel 720 e con

tutte le posizioni del filato ha dato luogo a un prodotto tessile con distanza massima del filato della trama pari a 4,9 cm<sup>(63)</sup> e con i filati Nextel 610 in tutte le posizioni, a 4,7 cm.

Le prove condotte con i filati di carbonio si sono rivelate più complicate in ragione del fatto che i filati potrebbero degradarsi quando sottoposti alle forze di taglio. In quei test, una volta stabilita la distanza limitata del filato della trama con il carbonio nella posizione del filato Z, il filato di carbonio è stato collocato nella posizione del filato della trama della struttura della fibra per analizzare la possibilità di eseguirne la tessitura in quella posizione.

Il test finale della tessitura nella posizione del filato dell'ordito è stato compiuto soltanto per quei filati che non avevano superato il test della tessitura del filato della trama. È stato possibile procedere con le operazioni di tessitura di ogni filato elencato in

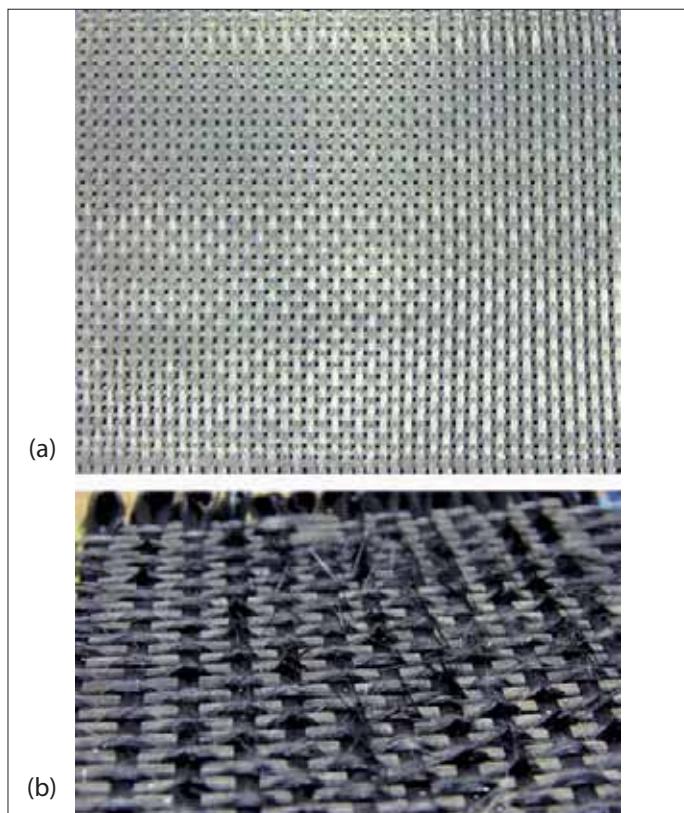


Fig. 22 - Campioni di tessuti ortogonali 3D realizzati con filati 610 Nextel (a), con filati YS 95 in ordito e trama e con il filato YS 80 in Z (b)  
 Samples of 3D orthogonal woven fabrics made with all-Nextel 610 yarns (a), and with YS 95 yarns in warp and weft and YS 80 yarns in Z (b)



<b>Tipo di fibra Fiber Type</b>	<b>Fibra / Fiber Materiale Material</b>	<b>Fibra / Fiber Diametro, µm Diameter, µm</b>	<b>Trazione Tensile Modulo, GPa Modulus, GPa</b>	<b>Allungamento a rottura, MPa Ultimate Tensile Strength, MPa</b>	<b>Raggio critico, mm Critical Radius, mm</b>	<b>Conducibilità termica assiale, W/mK Axial Thermal Conductivity, W/mK</b>
Nextel 550	A1O <sub>2</sub> -SiO <sub>2</sub>	11	193	2000	0.53	
Nicalon NL200	SiC	14	190	2000	0.66	
Hi-Nicalon	SiC	14	263	2600	0.70	
Nextel 610	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11	380	3100	0.67	
Nextel 720	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11	260	2100	0.67	
Hi-Nicalon S	SiC	12	410	2600	0.94	
<b>Filato/filo in carbonio Carbon Yarns</b>						
T300	PAN	7	230	3700	0.21	10
Granoc YSH60	Pitch	7	630	3830	0.56	180
Granoc YS80	Pitch	7	785	3630	0.75	320
Granoc YS95	Pitch	7	900	3530	0.89	600

Tab.1

tab. 1, in direzione Z. Soltanto i filati più grafitici, come Cytec K1100 (950 W/mK) e Mitsubishi K13D2U (800 W/mK) si sono rivelati non idonei alla tessitura, anche nella posizione dell'ordito dove la piegatura era minima.

Ulteriori dettagli di questi studi sperimentali sono reperibili nelle pubblicazioni<sup>(61,63)</sup>.

## CONCLUSIONI

Una rassegna dettagliata delle tre principali forme di compositi rinforzati, precisamente cuciti, impiernati a Z e rinforzati con preformati tessili 3D rivela che ciascuno di essi possiede delle caratteristiche vantaggiose, ma anche impliciti inconvenienti.

Il gruppo di compositi Rinforzati Translaminari, che comprende materiali cuciti e impiernati a Z richiede ulteriori fasi operative (inserimento di un filato cucito o impiernato a Z) dopo aver creato la struttura del materiale di base. Questa è la ragione per cui questo gruppo subisce un danno della fibra in piano, distorsioni dell'architettura della fibra stessa e la formazione di aree saturate di resina o addirittura di canali continui ed estesi della matrice in prossimità di ogni cucitura o impiernatura a Z. Nonostante tutte le precauzioni prese solitamente per ridurre al minimo questi

fattori negativi, essi possono ridurre ancora in modo consistente i moduli elastici in piano, e ridurre in modo ancora più significativo la tensione in piano, la resistenza alla compressione e alla fatica. Il gruppo di rinforzi tessili unitari 3D (single-ply), che possono essere utilizzati per i compositi strutturali di alta prestazione includono le tessiture 3D, intrecciate 3D e a maglia a ordito 3D. La principale caratteristica comune di tutti i preformati di questo gruppo e preformati tessili 3D possono essere utilizzati nel processo di fabbricazione dei compositi 3D in quanto tali, semplificando in modo considerevole l'intero ciclo di produzione, riducendo il lavoro e producendo inoltre notevoli risparmi economici. La principale sfida lanciata ai preformati tessili 3D consiste nell'eliminare o, almeno, ridurre l'ondulazione indesiderata della fibra, nell'aumentare la frazione di volume della fibra e nell'ottenerne le proprietà tipiche elastiche e di resistenza in piano dei nastri laminati prepreg. La tessitura 3D, a sua volta, deve essere classificata in due distinte tipologie - la tessitura a catena 3D e ortogonale 3D non increspata. Queste due tecnologie tessili sono state al centro dell'attenzione di questo articolo. Analisi comparate dettagliate dei loro processi di produzione e dei macchinari,

le strutture della fibra preformata e le proprietà risultanti dei compositi sono gli altri campi tematici trattati. Diversamente dalle tessiture a catena 3D tradizionali (che sono prodotte su telai tessili convenzionali), le lavorazioni 3D ortogonali non increspate, attualmente commercializzate con il marchio 3WEAVE®, sono realizzate con le macchine tessili 3D specializzate, progettate e costruite da 3TEX, Inc. La differenza principale fra queste due tipologie di preformati tessuti 3D è che mentre le tessiture 3D intrecciate possiedono un'increspatura e un'ondulazione naturale (e solitamente molto marcata) del rinforzo in piano, i prodotti tessili 3WEAVE® sono privi di increspature e con l'impiego di filati fini Z, i compositi rimandano ai nastri laminati prepreg a croce. Questo è il motivo per cui questa tipologia di rinforzo tessile, insieme ai tessili lavorati a ordito 3D può essere equiparata alla tecnica utilizzata per i laminati tradizionali, per quanto attiene alla rigidità in piano e alla tenacità. L'analisi comparata dei dati sperimentali ha dimostrato che i compositi basati sulla fibra di carbonio 3WEAVE® sono superiori in quanto a proprietà meccaniche non solo ai compositi equivalenti con tessitura a catena 3D, ma anche ai laminati tessuti in piano.

weaving test. Each of the yarns listed in Table 1 could be woven in the Z direction. Only the most highly graphitic yarns, like Cytec K1100 (950 W/mK) and Mitsubishi K13D2U (800 W/mK) showed that they cannot be woven, even in the warp position, where the bending is minimal. More details of these experimental studies can be found in publications<sup>(61-63)</sup>.

## CONCLUSIONS

A review and detailed discussion of the three major forms of 3D reinforced composites, namely stitched, Z-pinned and reinforced with unitary 3D textile preforms, reveals that each of them has its characteristic advantages and inherent shortcomings.

The group of Translaminar Reinforced composites, which includes stitched and Z-pinned materials, requires additional manufacturing step (insertion of a stitch thread or Z-pin) after the in-plane fiber architecture of the base material has been formed. This is why this group suffers from in-plane fiber damage, distortions of the fiber architecture and formation of local resin-rich zones or even extended continuous matrix channels in the vicinity of each stitch or Z-pin. Despite all precautions usually taken to minimize these negative factors, they may still considerably reduce in-plane elastic moduli, but most significantly reduce in-plane tension and compression strengths and fatigue resistance.

The group of unitary (single-ply) 3D textile reinforcements which can be used for high-performance structural composites includes 3D weaves, 3D braids and 3D warp knits. The principal common feature of all preforms from this group is, that each of them is produced in a single manufacturing step, using either traditional or specialty textile machines. Owed to this feature, unitary 3D textile preforms can be used in a composite fabrication process as-produced, which greatly simplifies the whole manufacturing cycle, reduces labor use and offers significant cost savings. The principal challenges for 3D textile preforms is to eliminate or, at least, reduce undesirable fiber waviness, increase fiber volume fraction and approach characteristic in-plane elastic and strength properties of prepreg tape laminates. 3D weaving, in turn, has to be segregated into two very distinct kinds – 3D interlock weaving and 3D orthogonal non-crimp weaving. These two textile technologies were kept in the focus of this paper. Detailed comparisons of their manufacturing processes and machines, preform fiber architectures and resulting composite properties have been presented. Contrary to a more traditional 3D interlock weaves (which are manufactured on conventional 2D textile looms), 3D orthogonal non-crimp weaves, currently commercialized under trademark 3WEAVE®, are manufactured on the specialty 3D weaving machines designed and built by 3TEX, Inc. The major difference between these two kinds of 3D woven preforms is, that while 3D interlock weaves have inherent (and usually very significant) crimp and waviness of the in-plane reinforcement, 3WEAVE® fabrics are crimp-free and, with the use of fine Z yarns their composites remind cross-ply prepreg tape laminates.

This is why this type of 3D textile reinforcement, along with 3D warp-knitted fabrics, has the highest chance to approach traditional laminates regarding their in-plane stiffness and strength characteristics. The presented comparison of experimental data showed that carbon fiber 3WEAVE® composites are superior in their in-plane mechanical properties not only over comparable 3D interlock weave composites, but also over comparable plain weave laminates.



## Acknowledgments

The authors are thankful to Dmitri Mungalov (3TEX) for preparing valuable illustrations for this paper and to Keith Sharp (3TEX) for his input on 3D weaving difficult fibers.

Special thanks to Linda Starink (QinetiQ, UK) for providing micrographic images of 3D woven carbon fiber composite.

Articolo pubblicato  
previa autorizzazione  
di SAMPE, da:  
Sampe Journal,  
Novembre/Dicembre 2009  
Vol. 45, n.6,  
pagg. 8-28.

Reproduced  
with permission  
from SAMPE  
from the November/December  
2009 Sampe  
Journal, Vol. 45, no. 6,  
pp. 8-28.

## C U R R I C U L U M      V I T A E

**Dr. Alexander Bogdanovich** è vicepresidente di R&D di 3TEX, Inc. (Cary, North Carolina). Ha rivestito la carica di Ricercatore Scientifico Senior presso AdTech Systems Research, Inc. (Dayton, OH, 1995-98) e di professore ricercatore ospite presso l'Università statale del North Carolina (Raleigh, NC, 1991-95). Nel 1972 consegue il Master of Science in Fisica presso l'Università statale lettone e nel 1975, il dottorato di ricerca in Meccanica dei Solidi presso l'Accademia Lettone di Scienze.

Nel 1987 ha il titolo di dottore in Meccanica dei solidi conseguito presso l'Università Statale di Kazan (Russia) e nel 1998, ottiene l'abilitazione in Ingegneria all'Accademia delle Scienze Lettone. È autore di due opere accademiche, titolare di due brevetti US, autore di più di 70 articoli pubblicati in riviste specializzate e di più di 100 relazioni presentate in occasione di congressi. Ha ottenuto diversi riconoscimenti professionali, fra cui l'importante Technical Paper Award in occasione dei congressi Sampe del 2003 e del 2006. Dr. Bogdanovich ha alle spalle 35 anni di carriera come ricercatore nell'area della caratterizzazione e analisi dei materiali e strutture composite, della meccanica computazionale, analisi dell'elemento finito, dinamica, impatto e balistica, composti tessili, teoria plates and shells, meccanica del deterioramento e del danneggiamento, meccanica probabilistica e analisi dell'attendibilità delle strutture composite.

**Dr. Alexander Bogdanovich.** Vice President of R&D, 3TEX, Inc. (Cary, North Carolina). Dr. Bogdanovich was previously a Senior Research Scientist at AdTech Systems Research, Inc. (Dayton, OH, 1995-98), and Visiting Research Professor at North Carolina State University (Raleigh, NC, 1991-95).

Dr. Bogdanovich received MS degree in Physics from Latvian State University in 1972, Ph.D. degree in Solid Mechanics from Latvian Academy of Sciences in 1975, Dr. of Science degree in Solid Mechanics from Kazan State University (Kazan, Russia) in 1987, and Dr. habil. sc. ing. degree, from Latvian Academy of Sciences in 1998. Dr. Bogdanovich is the author of two reference books, two US patents, over 70-refereed journal articles, and over 100 conference papers. He has several professional awards, including Outstanding Technical Paper Award at SAMPE 2003 and 2006 conferences.

Dr. Bogdanovich has 35 years of research experience in the areas of modeling and analysis of composite materials and structures, computational mechanics, finite element analysis, dynamics, impact and ballistics, textile composites, theory of plates and shells, failure and damage mechanics, probabilistic mechanics and reliability analysis of composite structures.

**Dr. Mansour Mohamed,** Principale ricercatore, fondatore e direttore scientifico di 3TEX, Inc. (Cary, North Carolina). È Professore Emerito - Burlington, di Ingegneria Tessile e fino al mese di marzo 1998 è stato ha capo del Dipartimento di Ingegneria Tessile, Chimica e Scienze presso l'Università Statale N.C., College of Textiles. Inoltre ha rivestito la carica di membro della Facoltà e Centro Ricerche Mars Mission. È stato riconosciuto in tutto il mondo come esperto delle tecnologie di tessitura, dei prodotti tessuti e non tessuti e di lavorazioni tessili tridimensionali.

È stato co-autore di cinque libri (tre in arabo e due in inglese) e di più di 100 pubblicazioni tecniche. La sua opera sulla tessitura, pubblicata nel 1973 e nel 1982 è diventata un testo di riferimento in tutto il mondo, titolare di 10 brevetti sui tessuti e tessitura tridimensionali, lavorazioni tessili multiassiali tridimensionali e loro applicazioni. Ha conseguito il B.Sc (a pieni voti) in Ingegneria Meccanica presso l'Università di Alessandria, Egitto.

Nel 1965 ha conseguito il dottorato di ricerca in Ingegneria meccanica presso l'Università di Manchester, Institute of Science and Technology, UK.

**Dr. Mansour Mohamed,** Principal Investigator; Founder and Chief Scientific Officer, 3TEX, Inc. (Cary, North Carolina). He is the Burlington Distinguished Professor Emeritus of Textile Engineering and until March 1998 was head of the Department of Textile Engineering, Chemistry, and Science at NC State University's College of Textiles. He was also a member of the Mars Mission Research Center faculty. Dr. Mohamed has been recognized worldwide as an expert on weaving technology, woven and non-woven fabrics, and three-dimensional weaving.

He has co-authored five books (three in Arabic and two in English) and over 100 technical publications. His weaving book, published in 1973 and 1982, has become a reference book worldwide. He is the holder of 10 patents on Three-dimensional Fabrics and weaving, multi-axial three-dimensional fabric and weaving as well as their applications. He holds a B.Sc. (Honors) in Mechanical Engineering from Alexandria University, Egypt.

In 1965, he received his Ph.D. in Textile Engineering from University of Manchester Institute of Science and Technology, U.K.

## BIBLIOGRAFIA / REFERENCES

- 1) T.-W. Chou and F.K. Ko, (Editors), Textile Structural Composites, Vol. 3 of Composite Materials Series, Elsevier, Amsterdam, 1989.
- 2) P.J Hogg, A. Ahmadnia, and F.J. Guild, "The Mechanical Properties of Non-Crimped Fabric-Based Composites," Composites, Vol. 24, No. 5, pp. 423-432, 1993.
- 3) K. Dransfield, C. Bailie, and Y.-W. Mai, "Improving the Delamination Resistance of CFRP by Stitching – A Review," Composites Science and Technology, Vol. 50, pp. 305-317, 1994.
- 4) A.E. Bogdanovich, and C.M. Pastore, Mechanics of Textile and Laminated Composites, Chapman & Hall, London, 1996.
- 5) H.B. Dexter, and G.H. Hasko, "Mechanical Properties and Damage Tolerance of Multiaxial Warp-Knit Composites," Composites Science and Technology, Vol. 56, pp. 367-380, 1996.
- 6) J. Brandt, K. Drechsler, and F.-J. Arendts, "Mechanical Performance of Composites Based on Various Three-Dimensional Woven-Fibre Preforms," Composites Science and Technology, Vol. 56, pp. 381-386, 1996.
- 7) T.G. Gutowski, (Editor), Advanced Composites Manufacturing, John Wiley & Sons, New York, 1997.
- 8) A.P. Mouritz, K.H. Leong, and I. Herszberg, "A Review of the Effect of Stitch-
- ing on the In-Plane Mechanical Properties of Fibre-Reinforced Polymer Composites," Composites, Part A, Vol. 28, pp. 979-991, 1997.
- 9) G.A. Bibo, P.J. Hogg, and M. Kemp, "Mechanical Characterisation of Glass- and Carbon-Fibre-Reinforced Composites Made with Non-Crimp Fabrics," Composites Science and Technology, Vol. 57, pp. 1221-1241, 1997.
- 10) I. Verpoest, B. Gommers, G. Huysmans, J. Ivens, Y. Luo, S. Pandita, and D. Philips, "The Potential of Knitted Fabrics as a Reinforcement for Composites," Proceedings of 11<sup>th</sup> International Conference on Composite Materials (ICCM-11), Gold Coast, Australia, Vol. I: Composites Applications and Design, pp. 125-150, July 14-18, 1997.
- 11) G.A. Bibo, P.J. Hogg, R. Backhouse, and A. Mills, "Carbon-Fibre Non-Crimp Fabric Laminates for Cost-Effective Damage-Tolerant Structures," Composites Science and Technology, Vol. 58, pp. 129-143, 1998.
- 12) A. Miravete, (Editor), 3-D Textile Reinforcements in Composite Materials, Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, 1999.
- 13) L.C. Dickinson, G.L. Farley, and M.K. Hinders, "Translaminar Reinforced Composites: A Review," Journal of Composites Technology & Research, Vol. 21, No. 1, pp. 3-15, 1999.
- 14) A.P. Mouritz, M.K. Bannister, P.J. Falzon, and K.H. Leong, "Review of Applications for Advanced Three-Dimensional Fibre Textile Composites," Composites, Part A, Vol. 30, pp. 1445-1461, 1999.
- 15) K.H. Leong, S. Ramakrishna, Z.M. Huang, and G.A. Bibo, "The Potential of Knitting for Engineering Composites – A Review," Composites, Part A, Vol. 31, pp. 197-220, 2000.
- 16) L. Tong, A.P. Mouritz, and M.K. Bannister, 3D Fibre Reinforced Polymer Composites, Elsevier Science Ltd., Oxford, 2002.
- 17) I.K. Partridge, D.D.R. Cartié, and T. Bonnington, "Manufacture and Performance of Z-Pinned Composites," in: Advanced Polymeric Materials: Structure - Property Relationships, CRC, pp. 98-137, 2003.
- 18) M.H. Mohamed, A.E. Bogdanovich, L.C. Dickinson, J.N. Singletary, and R.B. Lienhart, "A New Generation of 3D Woven Fabric Preforms and Composites," SAMPE Journal, Vol. 37, No. 3, pp. 8-17, 2001.
- 19) A.E. Bogdanovich, "Advancements in Manufacturing and Applications of 3-D Woven Preforms and Composites," CD-ROM Proceedings of The 16<sup>th</sup> International Conference on Composite Materials (ICCM-16), Kyoto, Japan, July 8-13, 2007.
- 20) M.H. Mohamed, and A.E. Bogdanovich, "Comparative Analysis of Different 3D Weaving Processes, Machines and Products," Proceedings of 17<sup>th</sup> International Conference on Composite Materials (ICCM-17), IOM Communications Ltd, 27-31 July, 2009.
- 21) C.M. Pastore, "Quantification of Processing Artifacts in Textile Composites," Composites Manufacturing, Vol. 4, No. 4, pp. 217-226, 1993.
- 22) L.C. Dickinson, G.L. Farley, and M.K. Hinders, "Failure Initiation in Translaminar Reinforced Composites," Journal of Composites Technology and Research, pp. 23-32, January 2000.
- 23) V. Tamuzs, S. Tarasovs, and U. Vilks, "Delamination Properties of Translaminar-Reinforced Composites," Composites Science and Technology, Vol. 63, pp. 1423-1431, 2003.
- 24) A. Velicki, and P. Thrash, "Advanced Structural Concept Development Using Stitched Composites," Proceedings of 49<sup>th</sup> AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics, and Materials Conference, Schaumburg, IL, 7-10 April, 2008.
- 25) A.P. Mouritz, and B.N. Cox, "A Mechanistic Approach to the Properties of Stitched Laminates," Composites: Part A, Vol. 31, No. 1, pp. 1-27, 2000.
- 26) F. Aumerich, P. Priolo, and C.T. Sun, "Static and Fatigue Behaviour of Stitched Graphite/Epoxy Composite Laminates," Composites Science and Technology, Vol. 63, pp. 907-917, 2003.
- 27) G. Freitas, C. Magee, P. Dardzinski, and T. Fusco, "Fiber Insertion Process for Improved Damage Tolerance in Aircraft Laminates," Journal of Advanced Materials, Vol. 24, pp. 36-43, July 1994.
- 28) D.J. Barrett, "The Mechanics of Z-Fiber Reinforcement," Composite Structures, Vol. 36, pp. 23-32, 1996.
- 29) C.A. Steeves, and N.A. Fleck, "In-plane Properties of CFRP Laminates Containing Through-Thickness Reinforcing Rods (Z-Pins)," In: Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Conference on Composite Materials (ICCM-12), Paris, July 5-9, 1999.
- 30) C.A. Steeves, Mechanics of Failure in Composite Structures, Ph.D. thesis, Engineering Department, Cambridge University, U.K., 2001.
- 31) C.A. Steeves, and N.A. Fleck, "In-plane Properties of Composite Laminates with Through-Thickness Pin Reinforcement," International Journal of Solids and Structures, Vol. 43, pp. 3197-3212, 2006.
- 32) A.I. Marasco, D.D.R. Cartié, I.K. Partridge, and A. Rezai, "Mechanical Prop-

- erties Balance in Novel Z-Pinned Sandwich Panels: Out-of-Plane Properties," Composites: Part A, Vol. 37, pp. 295-302, 2006.
- 33) P. Chang, A.P. Mouritz, and B.N. Cox, "Properties and Failure Mechanisms of Z-Pinned Laminates in Monotonic and Cyclic Tension," Composites: Part A, Vol. 37, pp. 1501-1513, 2006.
- 34) A.P. Mouritz, "Compression Properties of Z-Pinned Composite Laminates," Composites Science and Technology, Vol. 67, pp. 3110-3120, 2007.
- 35) P. Chang, A.P. Mouritz, and B.N. Cox, "Flexural Properties of Z-Pinned Laminates," Composites: Part A, Vol. 38, pp. 244-251, 2007.
- 36) P.R. Lord, and M.H. Mohamed, Weaving: Conversion of Yarn to Fabric, Merrow Publishing Co., Watford, England. First Edition, 1973; Second Edition, 1982.
- 37) W. Watson, Advanced Textile Design, Longmans, Green and Company. Third Edition, 1955.
- 38) B. Lee, K.H. Leong, I. Herszberg, "Effect of Weaving on the Tensile Properties of Carbon Fibre Tows and Woven Composites," Journal of Reinforced Plastics and Composites, Vol. 20, No. 8, pp. 652-670, 2001.
- 39) L. Lee, S. Rudov-Clark, A.P. Mouritz, M.L. Bannister, I. Herszberg, "Effect of Weaving Damage on the Tensile Properties of Three-Dimensional Woven Composites," Composite Structures, Vol. 57, pp. 405-413, 2002.
- 40) S. Rudov-Clark, A.P. Mouritz, L. Lee, M.K. Bannister, "Fibre Damage in the Manufacture of Advanced Three-dimensional Woven Composites," Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, Vol. 34, pp. 963-970, 2003.
- 41) C.K. Mullen and P.J. Roy, "Fabrication and Properties Description of Avco 3D Carbon-Carbon Cylindrical Composites," USA National SAMPE Symposium, pp. III-A-Two-1-8, 11-13 April, Los Angeles, CA, 1972.
- 42) T. Yamamoto, S. Nishiyama, M. Shinya, "Study on Weaving Method for Three-Dimensional Textile Structural Composites," Proceedings of the Fourth Japan International SAMPE Symposium, pp. 655-660, 25-28 September, Tokyo, Japan, 1975.
- 43) B.N. Cox, M.S. Dadkhah, W.L. Morris, and J.G. Flintoff, "Failure Mechanisms of 3D Woven Composites in Tension, Compression and Bending," Acta Metal. Mater., Vol. 42, No. 12, pp. 3967-3984, 1994.
- 44) P.J. Callus, A.P. Mouritz, M.K. Bannister, and K.H. Leong, "Tensile Properties and Failure Mechanisms of 3D Woven GRP Composites," Composites: Part A, Vol. 30, pp. 1277-1287, 1999.
- 45) P. Tan, L. Tong, G.P. Steven, and T. Ishikawa, "Behavior of 3D Orthogonal Woven CFRP Composites. Part I. Experimental Investigation," Composites: Part A, Vol. 31, pp. 259-271, 2000.
- 46) B. Cox, Failure Models for Textile Composites, NASA Contractor Report 4686, August 1995, NASA Langley, Hampton, VA, 1995.
- 47) S.P. Yushanov and A.E. Bogdanovich, "Stochastic Theory of Composite Materials with Random Waviness of the Reinforcements," International Journal of Solids & Structures, Vol. 35, No. 22, pp. 2901-2930, 1998.
- 48) S.P. Yushanov and A.E. Bogdanovich, "Fiber Waviness in Textile Composites and Its Stochastic Modeling," Mechanics of Composite Materials, Vol. 36, No. 4, pp. 501-532, 2000.
- 49) N. Khokar, "Second-Generation Woven Profiled 3D Fabrics from 3D-Weaving," The First World Conference on 3D Fabrics and Their Application, Manchester, U.K., April 10-12, 2008.
- 50) A. Prichard, "Techno-Economic Significance of 3D Fabrics for the Aerospace Industry," Keynote presentation, The First World Conference on 3D Fabrics and Their Application, Manchester, U.K., April 10-12, 2008.
- 51) M.H. Mohamed, "Three-Dimensional Textiles," American Scientist, Vol. 78, No. 6, pp. 530-541, November-December 1990.
- 52) M.H. Mohamed, Z. Zhang, "Method of Forming Variable Cross-sectional Shaped Three-Dimensional Fabrics," US Patent 5,085,252, issued Feb. 4, 1992, to North Carolina State University.
- 53) S.V. Lomov, A.E. Bogdanovich, D.S. Ivanov, D. Mungalov, M. Karahan, I. Verpoest, "A Comparative Study of Tensile Properties of Non-Crimp 3D Orthogonal Weave and Multi-Layer Plain Weave E-glass Composites. Part 1: Materials, Methods and Principal Results," Composites: Part A, Vol. 40, pp. 1134-1143, 2009.
- 54) D.S. Ivanov, S.V. Lomov, A.E. Bogdanovich, M. Karahan, I. Verpoest, "A Comparative Study of Tensile Properties of Non-Crimp 3D Orthogonal Weave and Multi-Layer Plain Weave E-glass Composites," AIAA Journal, Vol. 46, No. 11, pp. 2944-2954, 2008.



## Soluzioni CAD/CAM per l'industria nautica

Per ottimizzare i metodi tradizionali nella costruzione di imbarcazioni o per sviluppare un vero e proprio nuovo processo per accrescere la vostra accuratezza, precisione e produttività.

<http://www.marinecadcam.com>

**Delcam Italia srl**  
**Via priv. Maestri del Lavoro, 29**  
**20025 Legnano MI**  
**Numero Verde 800-750999**



**model it • make it • inspect it**

**Delcam**   
[www.delcam.it](http://www.delcam.it)





## Acknowledgments

The authors are thankful to Dmitri Mungalov (3TEX) for preparing valuable illustrations for this paper and to Keith Sharp (3TEX) for his input on 3D weaving difficult fibers.

Special thanks to Linda Starink (QinetiQ, UK) for providing micrographic images of 3D woven carbon fiber composite.

Articolo pubblicato  
previa autorizzazione  
di SAMPE, da:  
Sampe Journal,  
Novembre/Dicembre 2009  
Vol. 45, n.6,  
pagg. 8-28.

Reproduced  
with permission  
from SAMPE  
from the November/December  
2009 Sampe  
Journal, Vol. 45, no. 6,  
pp. 8-28.

## C U R R I C U L U M      V I T A E

**Dr. Alexander Bogdanovich** è vicepresidente di R&D di 3TEX, Inc. (Cary, North Carolina). Ha rivestito la carica di Ricercatore Scientifico Senior presso AdTech Systems Research, Inc. (Dayton, OH, 1995-98) e di professore ricercatore ospite presso l'Università statale del North Carolina (Raleigh, NC, 1991-95). Nel 1972 consegue il Master of Science in Fisica presso l'Università statale lettone e nel 1975, il dottorato di ricerca in Meccanica dei Solidi presso l'Accademia Lettone di Scienze.

Nel 1987 ha il titolo di dottore in Meccanica dei solidi conseguito presso l'Università Statale di Kazan (Russia) e nel 1998, ottiene l'abilitazione in Ingegneria all'Accademia delle Scienze Lettone. È autore di due opere accademiche, titolare di due brevetti US, autore di più di 70 articoli pubblicati in riviste specializzate e di più di 100 relazioni presentate in occasione di congressi. Ha ottenuto diversi riconoscimenti professionali, fra cui l'importante Technical Paper Award in occasione dei congressi Sampe del 2003 e del 2006. Dr. Bogdanovich ha alle spalle 35 anni di carriera come ricercatore nell'area della caratterizzazione e analisi dei materiali e strutture composite, della meccanica computazionale, analisi dell'elemento finito, dinamica, impatto e balistica, composti tessili, teoria plates and shells, meccanica del deterioramento e del danneggiamento, meccanica probabilistica e analisi dell'attendibilità delle strutture composite.

**Dr. Alexander Bogdanovich.** Vice President of R&D, 3TEX, Inc. (Cary, North Carolina). Dr. Bogdanovich was previously a Senior Research Scientist at AdTech Systems Research, Inc. (Dayton, OH, 1995-98), and Visiting Research Professor at North Carolina State University (Raleigh, NC, 1991-95).

Dr. Bogdanovich received MS degree in Physics from Latvian State University in 1972, Ph.D. degree in Solid Mechanics from Latvian Academy of Sciences in 1975, Dr. of Science degree in Solid Mechanics from Kazan State University (Kazan, Russia) in 1987, and Dr. habil. sc. ing. degree, from Latvian Academy of Sciences in 1998. Dr. Bogdanovich is the author of two reference books, two US patents, over 70-refereed journal articles, and over 100 conference papers. He has several professional awards, including Outstanding Technical Paper Award at SAMPE 2003 and 2006 conferences.

Dr. Bogdanovich has 35 years of research experience in the areas of modeling and analysis of composite materials and structures, computational mechanics, finite element analysis, dynamics, impact and ballistics, textile composites, theory of plates and shells, failure and damage mechanics, probabilistic mechanics and reliability analysis of composite structures.

**Dr. Mansour Mohamed,** Principale ricercatore, fondatore e direttore scientifico di 3TEX, Inc. (Cary, North Carolina). È Professore Emerito - Burlington, di Ingegneria Tessile e fino al mese di marzo 1998 è stato ha capo del Dipartimento di Ingegneria Tessile, Chimica e Scienze presso l'Università Statale N.C., College of Textiles. Inoltre ha rivestito la carica di membro della Facoltà e Centro Ricerche Mars Mission. È stato riconosciuto in tutto il mondo come esperto delle tecnologie di tessitura, dei prodotti tessuti e non tessuti e di lavorazioni tessili tridimensionali.

È stato co-autore di cinque libri (tre in arabo e due in inglese) e di più di 100 pubblicazioni tecniche. La sua opera sulla tessitura, pubblicata nel 1973 e nel 1982 è diventata un testo di riferimento in tutto il mondo, titolare di 10 brevetti sui tessuti e tessitura tridimensionali, lavorazioni tessili multiassiali tridimensionali e loro applicazioni. Ha conseguito il B.Sc (a pieni voti) in Ingegneria Meccanica presso l'Università di Alessandria, Egitto.

Nel 1965 ha conseguito il dottorato di ricerca in Ingegneria meccanica presso l'Università di Manchester, Institute of Science and Technology, UK.

**Dr. Mansour Mohamed,** Principal Investigator; Founder and Chief Scientific Officer, 3TEX, Inc. (Cary, North Carolina). He is the Burlington Distinguished Professor Emeritus of Textile Engineering and until March 1998 was head of the Department of Textile Engineering, Chemistry, and Science at NC State University's College of Textiles. He was also a member of the Mars Mission Research Center faculty. Dr. Mohamed has been recognized worldwide as an expert on weaving technology, woven and non-woven fabrics, and three-dimensional weaving.

He has co-authored five books (three in Arabic and two in English) and over 100 technical publications. His weaving book, published in 1973 and 1982, has become a reference book worldwide. He is the holder of 10 patents on Three-dimensional Fabrics and weaving, multi-axial three-dimensional fabric and weaving as well as their applications. He holds a B.Sc. (Honors) in Mechanical Engineering from Alexandria University, Egypt.

In 1965, he received his Ph.D. in Textile Engineering from University of Manchester Institute of Science and Technology, U.K.

## BIBLIOGRAFIA / REFERENCES

- 1) T.-W. Chou and F.K. Ko, (Editors), Textile Structural Composites, Vol. 3 of Composite Materials Series, Elsevier, Amsterdam, 1989.
- 2) P.J Hogg, A. Ahmadnia, and F.J. Guild, "The Mechanical Properties of Non-Crimped Fabric-Based Composites," Composites, Vol. 24, No. 5, pp. 423-432, 1993.
- 3) K. Dransfield, C. Bailie, and Y.-W. Mai, "Improving the Delamination Resistance of CFRP by Stitching – A Review," Composites Science and Technology, Vol. 50, pp. 305-317, 1994.
- 4) A.E. Bogdanovich, and C.M. Pastore, Mechanics of Textile and Laminated Composites, Chapman & Hall, London, 1996.
- 5) H.B. Dexter, and G.H. Hasko, "Mechanical Properties and Damage Tolerance of Multiaxial Warp-Knit Composites," Composites Science and Technology, Vol. 56, pp. 367-380, 1996.
- 6) J. Brandt, K. Drechsler, and F.-J. Arendts, "Mechanical Performance of Composites Based on Various Three-Dimensional Woven-Fibre Preforms," Composites Science and Technology, Vol. 56, pp. 381-386, 1996.
- 7) T.G. Gutowski, (Editor), Advanced Composites Manufacturing, John Wiley & Sons, New York, 1997.
- 8) A.P. Mouritz, K.H. Leong, and I. Herszberg, "A Review of the Effect of Stitch-
- ing on the In-Plane Mechanical Properties of Fibre-Reinforced Polymer Composites," Composites, Part A, Vol. 28, pp. 979-991, 1997.
- 9) G.A. Bibo, P.J. Hogg, and M. Kemp, "Mechanical Characterisation of Glass- and Carbon-Fibre-Reinforced Composites Made with Non-Crimp Fabrics," Composites Science and Technology, Vol. 57, pp. 1221-1241, 1997.
- 10) I. Verpoest, B. Gommers, G. Huysmans, J. Ivens, Y. Luo, S. Pandita, and D. Philips, "The Potential of Knitted Fabrics as a Reinforcement for Composites," Proceedings of 11<sup>th</sup> International Conference on Composite Materials (ICCM-11), Gold Coast, Australia, Vol. I: Composites Applications and Design, pp. 125-150, July 14-18, 1997.
- 11) G.A. Bibo, P.J. Hogg, R. Backhouse, and A. Mills, "Carbon-Fibre Non-Crimp Fabric Laminates for Cost-Effective Damage-Tolerant Structures," Composites Science and Technology, Vol. 58, pp. 129-143, 1998.
- 12) A. Miravete, (Editor), 3-D Textile Reinforcements in Composite Materials, Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, 1999.
- 13) L.C. Dickinson, G.L. Farley, and M.K. Hinders, "Translaminar Reinforced Composites: A Review," Journal of Composites Technology & Research, Vol. 21, No. 1, pp. 3-15, 1999.
- 14) A.P. Mouritz, M.K. Bannister, P.J. Falzon, and K.H. Leong, "Review of Applications for Advanced Three-Dimensional Fibre Textile Composites," Composites, Part A, Vol. 30, pp. 1445-1461, 1999.
- 15) K.H. Leong, S. Ramakrishna, Z.M. Huang, and G.A. Bibo, "The Potential of Knitting for Engineering Composites – A Review," Composites, Part A, Vol. 31, pp. 197-220, 2000.
- 16) L. Tong, A.P. Mouritz, and M.K. Bannister, 3D Fibre Reinforced Polymer Composites, Elsevier Science Ltd., Oxford, 2002.
- 17) I.K. Partridge, D.D.R. Cartié, and T. Bonnington, "Manufacture and Performance of Z-Pinned Composites," in: Advanced Polymeric Materials: Structure - Property Relationships, CRC, pp. 98-137, 2003.
- 18) M.H. Mohamed, A.E. Bogdanovich, L.C. Dickinson, J.N. Singletary, and R.B. Lienhart, "A New Generation of 3D Woven Fabric Preforms and Composites," SAMPE Journal, Vol. 37, No. 3, pp. 8-17, 2001.
- 19) A.E. Bogdanovich, "Advancements in Manufacturing and Applications of 3-D Woven Preforms and Composites," CD-ROM Proceedings of The 16<sup>th</sup> International Conference on Composite Materials (ICCM-16), Kyoto, Japan, July 8-13, 2007.
- 20) M.H. Mohamed, and A.E. Bogdanovich, "Comparative Analysis of Different 3D Weaving Processes, Machines and Products," Proceedings of 17<sup>th</sup> International Conference on Composite Materials (ICCM-17), IOM Communications Ltd, 27-31 July, 2009.
- 21) C.M. Pastore, "Quantification of Processing Artifacts in Textile Composites," Composites Manufacturing, Vol. 4, No. 4, pp. 217-226, 1993.
- 22) L.C. Dickinson, G.L. Farley, and M.K. Hinders, "Failure Initiation in Translaminar Reinforced Composites," Journal of Composites Technology and Research, pp. 23-32, January 2000.
- 23) V. Tamuzs, S. Tarasovs, and U. Vilks, "Delamination Properties of Translaminar-Reinforced Composites," Composites Science and Technology, Vol. 63, pp. 1423-1431, 2003.
- 24) A. Velicki, and P. Thrash, "Advanced Structural Concept Development Using Stitched Composites," Proceedings of 49<sup>th</sup> AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics, and Materials Conference, Schaumburg, IL, 7-10 April, 2008.
- 25) A.P. Mouritz, and B.N. Cox, "A Mechanistic Approach to the Properties of Stitched Laminates," Composites: Part A, Vol. 31, No. 1, pp. 1-27, 2000.
- 26) F. Aumerich, P. Priolo, and C.T. Sun, "Static and Fatigue Behaviour of Stitched Graphite/Epoxy Composite Laminates," Composites Science and Technology, Vol. 63, pp. 907-917, 2003.
- 27) G. Freitas, C. Magee, P. Dardzinski, and T. Fusco, "Fiber Insertion Process for Improved Damage Tolerance in Aircraft Laminates," Journal of Advanced Materials, Vol. 24, pp. 36-43, July 1994.
- 28) D.J. Barrett, "The Mechanics of Z-Fiber Reinforcement," Composite Structures, Vol. 36, pp. 23-32, 1996.
- 29) C.A. Steeves, and N.A. Fleck, "In-plane Properties of CFRP Laminates Containing Through-Thickness Reinforcing Rods (Z-Pins)," In: Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Conference on Composite Materials (ICCM-12), Paris, July 5-9, 1999.
- 30) C.A. Steeves, Mechanics of Failure in Composite Structures, Ph.D. thesis, Engineering Department, Cambridge University, U.K., 2001.
- 31) C.A. Steeves, and N.A. Fleck, "In-plane Properties of Composite Laminates with Through-Thickness Pin Reinforcement," International Journal of Solids and Structures, Vol. 43, pp. 3197-3212, 2006.
- 32) A.I. Marasco, D.D.R. Cartié, I.K. Partridge, and A. Rezai, "Mechanical Prop-

## Silence on Board

**Highly Sophisticated Products to Minimize the Noise in Order to Maximize the Comfort**

Christian Achter - Vaber

*Few things are as annoying as engine-noise on a pleasure-boat, especially if the noise reaches a level that is forbidden in a professional manufacturing environment. At this level it is not only annoying but - over a longer time - it can make you sick.*

*The good news is: Usually there is only one main source for the noise: The engine.*

*a) We will start our examination of the different sources of noise in the engine-room and the way they travel before they reach our ears.*

*b) Then we will look at measures to reduce the noise directly at these sources.*

*c) The biggest impact on sound-reduction you still get with an optimal noise-insulation of the engine-room itself.*

*d) Presentation of different high-class products*

*e) Some peculiarities when calculating with decibel.*

### a) Sources of noise

#### Crank-Shaft:

*Inside the engine you find the pistons and the crank-shaft. The noise they produce has a rather low frequency (close to the rpm of the engine) and it travels mainly through the engine-suspension into the hull of the boat. This noise is rich of energy and therefore difficult to reduce. But due to the low frequency very often it is not so very loud. Nevertheless it can be very annoying.*

#### Valve-Levers:

*Next in line are the valve-levers which work in a higher frequency band (app. 1000Hz) which, to the human ear, is very disturbing. The noise travels in this case more through the air and therefore the means to reduce it are totally different.*

#### Other Units:

*Again a little higher in the frequency band operate additional units like the lighting dynamo, the injection-pump or hydraulic pumps but mainly with lower intensity.*

*One important unit is also the air-filter which needs attention. Here you hear the sucking of air but sometimes also the valves from the cylinder-head.*

#### Propeller:

*Last but certainly not least is the noise coming from the shaft and, outside the hull, from the propeller.*

#### b) Initial measures to reduce noise

*Now what is the best strategy to reduce as much of the just described noise on its way to the passenger's ears.*

*First of all we need to distinguish between air borne noise and structure borne noise. As a rough guideline you can say that the low-frequent, energy-rich noise is structur borne and on the other side you have high-frequent and very annoying noise that travels mainly through the air. The transition of these extremes is fluent.*

#### Crank-Shaft:

*The revs of the crank-shaft make vibrations of very low frequency. This can only be reduced by an excellent engine-suspension and by large mass underneath the engine. Once vibrations are in the structure they are very difficult to reduce again.*

#### Propeller:

*Another source of structure-borne noise is the propeller from the outside. These vibrations can be fought by using a large mass in the hull close to the propeller. This will mini-*

## Silenzio a bordo

**Prodotti altamente sofisticati per ridurre al minimo il rumore e ottenere i massimi livelli di comfort**

Christian Achter - Vaber

Poche cose disturbano tanto quanto il rumore prodotto dal motore delle imbarcazioni da diporto, in particolare se esso raggiunge un livello inaccettabile in un ambiente operativo professionale. A questo livello non solo esso è una fonte di disturbo, ma a lungo termine può causare stati patologici.

La bella notizia è che solitamente la fonte principale del rumore si riduce ad una, vale a dire al motore.

a) Questo studio inizia con l'analisi di diverse fonti di rumore nella sala macchine e del modo in cui le onde sonore si propagano prima di essere percepite dall'uomo.

b) Si analizzano poi le misure per ridurre il rumore direttamente alla fonte.

c) L'impatto maggiore sulla riduzione del rumore ottenibile con un sistema di isolamento acustico della cabina motore stessa.

d) Presentazione dei prodotti di prima qualità.

e) Peculiarità del calcolo dei decibel.

### a) Le fonti del rumore

#### Albero a gomiti:

All'interno del motore si trovano i pistoni e l'albero a gomito. Il rumore da essi prodotto ha una frequenza piuttosto bassa (quasi pari ai rpm del motore) e viaggia principalmente attraverso le sospensioni del motore fino alla carena dell'imbarcazione. Questo rumore genera molta energia e quindi è difficilmente riducibile. Eppure, per via della bassa frequenza, molto spesso non è così alto. Nonostante ciò può essere fonte di disturbo.

#### Leve delle valvole:

Sulla stessa linea si trovano le leve delle valvole che lavorano

ad una banda di frequenza superiore (circa 1000 Hz), fonte di grande disturbo per l'apparato uditivo dell'uomo.

Il rumore viaggia in questo caso prevalentemente nell'aria e, di conseguenza, le modalità tecniche per ridurlo sono completamente diverse.

#### Elica:

Ultimo ma non meno importante è il rumore causato dall'albero e, fuori dalla carena, dall'elica.

### b) Prime misure per ridurre il rumore

Ci si domanda ora quale sia la strategia migliore per ridurre quanto più possibile il rumore percepito dall'apparato uditivo dell'uomo.

In primo luogo è indispensabile distinguere fra i rumori che si originano nell'aria e quelli che hanno origine nelle strutture. In termini generali si può dire che il rumore a bassa frequenza e ad alta produzione di energia ha origine in una struttura e che il rumore ad alta frequenza, che è grave



fonte di disturbo, si propaga principalmente nell'aria. La transizione da un estremo all'altro è fluttuante.

#### *Albero a gomito:*

I giri dell'albero a gomito causano vibrazioni di frequenza molto bassa. Esse possono essere ridotte da una sospensione efficiente e da una massa consistente sottostante il motore. Una volta che le vibrazioni avvengono nella struttura esse non possono essere più ridotte facilmente.

#### *Eliche:*

Un'altra fonte di rumore che ha origine nella struttura è l'elica esterna. Queste vibrazioni possono essere eliminate grazie alla massa nella carena in prossimità dell'elica. Ciò riduce al minimo la trasmissione dell'energia attraverso la carena.

#### *Valvole e leve delle valvole:*

Ci si soffrona ora sul rumore di frequenza media (circa 1000 Hz) proveniente dalle valvole e dalle leve delle valvole. Come si è appreso dall'industria automobilistica si dovrebbe ottenere un buon isolamento acustico della testa del cilindro.

Nella maggior parte delle automobili, il motore è difficilmente visibile perché è coperto da una calotta di plastica che ha la funzione di attutire il rumore ad alte-medie frequenze, proveniente dalle valvole. Per ottenere un risultato simile sul proprio motore dell'imbarcazione è possibile coprire la testa del cilindro con un rivestimento anti-vibrazioni. Nonostante ciò, esso non elimina completamente il rumore ed è quindi indispensabile adottare altre misure per arrestarlo. Qui di seguito si affronta anche questo tema.

#### *Altri dispositivi:*

Il rumore proveniente dalle unità esterne come il generatore, le pompe idrauliche ed altre può essere attutito da un buon sistema isolante del comparto motore stesso. Non

esistono dei sistemi ottimali per ridurre il rumore in queste unità di per sé, a parte l'utilizzo di prodotti di alta qualità (a bassa rumorosità).

Lo stesso si può affermare per il filtro dell'aria: in questo caso, spendere del denaro in più può farne risparmiare molto a lungo termine.

#### **c) Isolamento del comparto motore**

Una volta prese queste misure, l'isolamento acustico del comparto motore non diventa obsoleto. Al contrario, l'isolamento delle paratie gioca un ruolo determinante e consente di ridurre in modo consistente il rumore. Qui di seguito si descrivono i prodotti di prima classe dedicati a quest'area. Questi prodotti sono presenti sui mercati ben noti dedicati all'isolamento acustico delle pareti del comparto motore:

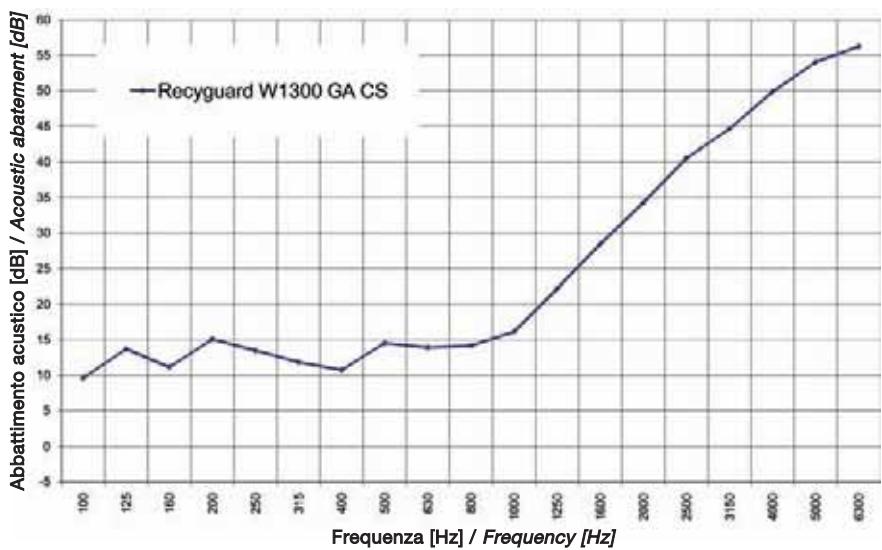
- lana di scoria
- lana di vetro
- schiuma PU
- pitture
- lana di tosa.

La lana di scoria nel tempo diventa fragile e, trascorso un certo periodo, la lana di vetro produce esalazioni, quindi, deve essere trattata con massima cura. La schiuma poliuretanica invecchia molto velocemente, in particolare in ambienti caldi/freddi e sotto l'influsso dei fumi della benzina. Rimangono le pitture che sono utili in certe aree specifiche per ridurre le vibrazioni e la lana di tosa, che associata ad altri strati, è un prodotto ideale nel campo dell'acustica. Recytex ha messo a punto una vasta gamma di prodotti compositi speciali, adatti ad ogni applicazione.

La combinazione sinergica di diversi materiali dotati di densità differenti è importante al fine di ridurre tutte le frequenze critiche che non era stato possibile includere nelle soluzioni precedenti.

La scelta del materiale isolante dipende anche dal motore stesso. È ovvio che un

#### **METODO DI MISURAZIONE APAMAT / APAMAT MEASURING METHOD**



motore di piccole dimensioni opera ad un'altra gamma di frequenze e, quindi, necessita di altro materiale isolante rispetto a un motore di dimensioni superiori.

#### **d) Prodotti per l'isolamento acustico**

##### *RECYguard*

Un'eccellente sinergia è offerta da prodotti quali RECYguard, di casa Recytex. Si tratta di uno strato morbido e traspirabile (alto volume di lana di tosa tessile) e di uno strato molto pesante e condensato.

La lana di tosa soffice assorbe il rumore ad alta frequenza e lo strato pesante isola il rumore a basse frequenze e le vibrazioni. L'eccellente isolamento è dimostrato dal diagramma che presenta la riduzione media del rumore, misurato in Apamat II. In una cabina motore rumorosa è possibile ottenere una riduzione pari a ben 24 dB, misurati in Apamat.

Apamat II è l'attrezzatura da test che misura il grado di insonorizzazione e non l'assorbimento dei rumori originati nell'aria o nella struttura.

I prodotti Recytex soddisfano la Normativa CE, il che significa che la superficie non as-

mize the transmission of the energy through the hull.

money here can save a lot of money later.

#### **c) Insulation of the engine-room**

Having done all this doesn't make the insulation of the engine-room obsolete. Quite on the contrary the insulation of the bulkheads is the most important part and brings the biggest reduction of noise. Below we describe some of the high-class products for this area. The following products are on the market widely known for insulating the engine-room walls:

- mineral wool
- glass-wool
- PU-foam
- Paints
- fleece.

Mineral wool is ageing and becomes brittle after a while, glass-wool is respirable and therefore must be processed with utmost care, PU-foam ages very fast especially in hot/cold environments and under the influence of petrol-fumes. This leaves us with paints which are useful in specific areas for reducing vibrations and with fleece which, in combination with other layers, is an ideal product for acoustics.

Therefore Recytex has developed a wide range of special composite products, suitable for different



purposes. The combination of different materials with different densities is important in order to reduce all critical frequencies that escaped the earlier described measures.

The choice of the insulation material also depends on the engine itself. It is obvious that a small engine works in another frequency range and therefore needs other insulation-material than a bigger engine.

#### d) Products for sound-insulation

##### RECYguard

An excellent combination shows products like RECYguard from the company Recytex. Here you find a very soft and airy layer (a high volume textile fleece) and a very condensed heavy layer. The soft fleece absorbs the high-frequent noise and the heavy layer then damps the low frequent noise and the vibrations.

The excellent dampening can be seen on the diagram which shows the average noise reduction as measured in the Apamat II. In a loud engine-room you can achieve a reduction of up to 24dB, measured in the Apamat.

The Apamat II is a test-equipment that measures the dampening and not the absorption of both air-borne and structure-borne noise.

The Recytex products fulfil the CE-Standard which means that the surface is non-fuel-absorbend and the product have to be non-combustible according to ISO 4589.

The surface therefore is a strong glass-fibre woven which is extremely durable so that even in a working environment the soft inside of the sandwich cannot be damaged.

This woven material is laminated with a shiny, easy-to-clean surface and therefore gives your engine-room a beautiful appearance for years.

The thickness of the prod-

uct can be adjusted to the available space.

##### RECYcombi

For even better results Recytex offers the RECYcombi which has an additional layer of pressed fleece on the top. This honeycomb-layer again has a different density compared to the soft fleece and the heavy layer. With this construction a further reduction of another 4dB can be achieved.

##### RECYflex

It cannot be stressed enough that a careful and thorough insulation of the complete engine-room is a tremendous contribution to an excellent result. Any holes in the bulkheads must be closed and sealed so that no noise can escape. This includes the gaskets around the doors and any hatches or windows. Very often these areas do not get enough attention.

For these purposes Recytex has the product RECYflex, a sea-water and UV-resistant sealant. Due to the closed-cell-structure it doesn't suck water or any other liquid. Other than sealing-pasts it can be removed quickly and easily even after years.

##### RECYduct

Another way the noise can escape is the air-inlet for the engine. Very often we have made the experience that on deck you hear the engine through the air-inlet if it is not properly insulated. A very simple and very flexible product to solve this is RECYduct. This product uses the excellent sound-absorption of a textile fleece to minimize the noise.

Putting 1 - 2 meters of RECYduct in the air-intake you will hardly hear the engine outside. With the textile walls the air can travel to the engine but the noise is trapped in the textile. RECYduct is also used to reduce the noise inside the living-area as a tube for the air-conditioning.

Here you have a similar problem: you want air to

sorbe combustibile e il prodotto dev'essere non-combustibile, in base a ISO 4589.

Quindi, la superficie è un tessuto robusto di fibre vetrose, estremamente durevoli nel tempo, tale da consentire che in un ambiente di lavoro la parte morbida all'interno del sandwich non sia danneggiata. Questo materiale tessuto è laminato con una superficie facilmente ripulibile, quindi offre al comparto motore soddisfacenti proprietà estetiche per anni.

Lo spessore del prodotto può essere adeguato allo spazio disponibile.

##### RECYcombi

Per ottenere risultati migliori Recytex offre RECYcombi, vale a dire uno strato aggiuntivo di lana di tosa sulla parte superiore. Lo strato a nido d'ape ha una densità diversa rispetto alla lana di tosa morbida e allo strato pesante. Con questa struttura è possibile ottenere un'ulteriore riduzione del rumore di altri ben 4dB.

##### RECYflex

È bene non stancarsi mai di sottolineare che un isolamento accurato ed esauriente della cabina motore è una operazione d'importanza fondamen-

tale per ottenere massimi risultati. Gli eventuali fori nelle paratie devono essere chiusi e sigillati in modo da non far fuoriuscire il rumore.

Non sono escluse le guarnizioni delle porte, portelli o finestre. Molto spesso queste aree non sono prese in considerazione come dovrebbero. A tal fine, Recytex ha lanciato il prodotto RECYflex, un sigillante resistente all'acqua di mare e agli UV. Per la struttura a celle ravvicinate, esso non assorbe l'acqua o qualsiasi altro liquido. Diversamente da altri prodotti sigillanti, esso può essere rimosso velocemente e facilmente anche dopo anni.

##### RECYduct

Un'altra via attraverso cui il rumore fuoriesce è la presa d'aria del motore. Molto spesso capita che sul ponte si percepisca il rumore del motore dalle prese d'aria, se non adeguatamente isolate.

Un prodotto molto semplice e flessibile per risolvere questo problema è RECYduct.

Il prodotto opera grazie alla proprietà eccellente di insonorizzazione di una lana di tosa che riduce al minimo il rumore stesso. Applicando 1-2 metri di RECYduct sulla presa

d'aria, il motore diventa quasi del tutto impercettibile all'esterno. Con le pareti in tessuto, l'aria si propaga fino al motore, ma il rumore rimane intrappolato nel prodotto tessile.

RECYduct è utilizzato anche per ridurre il rumore all'interno dell'area soggiorno come tubo per il condizionatore d'aria. In questo caso, si presenta un problema simile, vale a dire che l'aria deve circolare attraverso il tubo, ma non il rumore dal condizionatore d'aria stesso. Per questo motivo, il prodotto tessile è trattato con un processo che respinge l'acqua e l'olio.

Quindi, né l'acqua, né l'olio possono penetrare nel prodotto tessile.

##### SilentAlu

Come affermato precedentemente, le aree più critiche che richiedono un'attenzione particolare sono le parti fra la cabina motore e l'area passeggeri. In molti casi, è il soffitto della cabina motore.

Un materiale dotato di eccellenti proprietà isolanti per il soffitto è il prodotto di nuova generazione SilentAlu.

Grazie alla sua struttura, è molto rigido e può essere utilizzato anche come elemento da costruzione. Anche in que-





sto caso, ha diversi strati e separa acusticamente i due fogli di alluminio esterni. Ciò aiuta molto a trattenere il rumore all'interno della cabina motore.

#### *SilentPowerBox*

Il passo successivo è ovviamente la costruzione di una scatola completa con questo materiale, cioè SilentPowerBox.

La scatola garantisce l'isolamento del rumore quanto più all'origine possibile. SilentBox ha una struttura di alluminio, realizzata con profili standard e pareti a base di SilentAlu. All'interno si trova RECYtherm, che assorbe le alte frequenze.

Per un'ispezione semplificata dell'indicatore dell'olio, la scatola può essere dotata di un portello supplementare.

La combinazione di RECYduct per la presa d'aria e di SilentPowerBox rappresenta un eccellente sistema insonorizzante.

Certamente, esso non è adatto soltanto alle imbarcazioni e può servire in qualsiasi caso si abbia bisogno di un sistema di isolamento acustico.

#### *SilentAlu come filtro subsonico*

Un'altra area in cui SilentAlu fornisce eccellenti risultati è fra i pavimenti su una nave come filtro del rumore subsonico.



Gli strati isolanti del rumore subsonico hanno solitamente uno spessore pari a circa 10 cm, ma con SilentAlu è possibile risparmiare circa il 90% di questo spessore.

#### e) Cosa sono i decibel

Ultimo ma non meno importante è il commento seguente

sulla misura del rumore e la sua classificazione.

È a tutti nota l'unità decibel, utilizzata per misurare il livello di rumore e la pressione acustica.

Eppure, siccome i decibel sono misurati su una scala logaritmica, il calcolo non è così

**SilentAlu**  
As said before the most critical areas which need special attention are the walls between the engine-room and the passenger-area. In a lot of cases this is the ceiling of the engine-room. An excellent damping-material for the ceiling is the newly developed SilentAlu. Due to its construction it is very stiff and can even be used as a construction element. Again it has different layers and acoustically separates the 2 outside aluminium sheets. This helps a lot to keep the noise inside the engine-room.

#### *SilentPowerBox*

The logical next step is to construct a complete box with this material, the SilentPowerBox. This box assures that the noise is damped as closely to the source as possible. The SilentPowerBox has an aluminum frame, made of standard profiles and walls made of SilentAlu. Inside is RECYtherm as an absorber for the high frequencies. For easy inspection of the oil-dipstick the box can be equipped with an extra hatch.

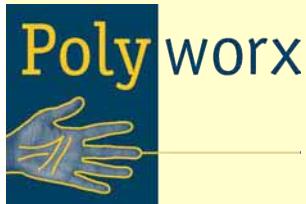
The combination of RECYduct for the air-intake and the SilentPowerBox is an excellent noise-dampening system. Certainly it can not only be used on boats but for any noise-source.

travel through the tube and not the noise from the air-conditioning unit itself. For this purpose the textile is treated with a hydrophobic- and oleophobic treatment. So no water or oil can penetrate into the textile.

## RTM-Worx Flow Analysis Software: Eliminate the guesswork from your Resin Infusion and RTM process!

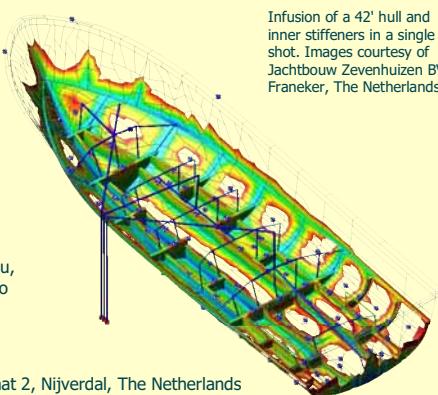
Simulation of the resin flow makes it possible to do complex infusions without the risks and with full control over the process. Knowledge of filling time, filling pattern, how much resin to mix and when and how the part will fill makes it possible to work faster with shorter lead time, no delays and high quality results.

Do your trials on screen, not in the mould!



Contact us if you are interested in the software. We can also do the design of the process for you, and provide on-site assistance to teach you how you infuse large complex parts the easy way!

Polyworx BV, Alexander Bellstraat 2, Nijverdal, The Netherlands  
www.polyworx.com +31 548 612217 info@polyworx.com



Infusion of a 42' hull and inner stiffeners in a single shot. Images courtesy of Jachtbouw Zevenhuizen BV, Franeker, The Netherlands.





SilentAlu as sub-sonic Filter  
Another area where SilentAlu brings excellent results is between different floors on a ship as a filter for subsonic noise. Insulation-layers for subsonic noise are usually app. 10cm thick but with SilentAlu you can save app. 90% of this thickness.

#### e) What is decibel

Last but not least we would like to make some comments about the measurement of noise and its classification. We all know the unit of decibel which is used to measure the noise-level, the loudness. But as the decibels are measured on a logarithmic scale calculating with them is not really simple. I want to make this obvious with one example:

One diesel-engine, running at 3000 rpm produces 85dB. If you now add exactly the same engine running at the same rpm as the first one you will measure 88dB. In general: if you add an identical noise-source to a first one the noise level is increased by 3dB.

Looking at this from the other side:

You have a boat with 2 identical engines. If you manage with your new engine-room insulation to reduce the noise by 3dB it is the same effect as if you switch off one of the 2 engines but keep the power.

This tells us that a shift of 3dB is a lot and not easy to achieve. Or, again looking at this statement from the other side:

In order to achieve a reduction of over 20dB (like our RECYguard) you need a really excellent insulation material.

semplice. Segue un esempio. Un motore diesel, a un regime di 3000 rpm produce 85 dB. Se si aggiunge esattamente lo stesso regime ai medesimi rpm del primo, la misura sarà 88 dB. In generale si può affermare che se si aggiunge una fonte del rumore identica alla prima, il livello del rumore aumenta di 3 dB. Da un altro punto di vista, si prenda come esempio il caso di una imbarcazione con due motori identici. Se si opera con un sistema isolante nella cabina motore per ridurre il rumore di 3 dB, si ottiene lo stesso effetto

prodotto dalla disattivazione di uno dei due motori, conservando l'energia propulsiva. Ciò dimostra che una variazione di 5dB non è poco e non è un obiettivo facilmente raggiungibile. Il pannello Recyguard Combi 1300 GA CS che permette una riduzione acustica sino a 24 dB è il risultato di uno studio molto complesso che ha portato all'utilizzo della combinazione di materiali diversi di elevate prestazioni.

I prodotti Recytex sono distribuiti in Italia dalla Società Vaber di Torino ([www.vaber.it](http://www.vaber.it)).

PFERD MAKES THE DIFFERENCE.

## L'utensile PFERD più importante è fatto di carta !



E' arrivato il nuovo Manuale degli Utensili Nr. 21:

- 7.500 utensili di qualità per il massimo della resa
- oltre 800 nuovi prodotti
- consigli e indicazioni per la scelta dell'utensile più adatto

Richiedete il Manuale degli Utensili Nr. 21 a: [www.pferd.com](http://www.pferd.com)





# Nanotubi di carbonio (CNTs): soluzioni innovative di alta prestazione per pitture antivegetative

Michael Claes, Daniel Bonduel e Frédéric Luizi - Nanocyl



M. Claes

## PRESENTAZIONE DEI NANOTUBI DI CARBONIO (CNTS)

Un "nanotubo di carbonio" (CNT) è un materiale a forma di tubo, costituito da carbonio, con un diametro su scala nanometrica. Un nanometro è un miliardesimo di metro o circa un millesimo dello spessore di un cappello umano. I nanotubi di carbonio hanno tipicamente un diametro variabile da meno di 1 nm fino a 50 nm e la loro lunghezza è pari a diversi micron, anche se i recenti sviluppi hanno prodotto un incremento della loro lunghezza nel range del centimetro (fig. 1a e 1b). Le proprietà eccezionali dei nanotubi di carbonio hanno iniziato ad essere oggetto di studi approfonditi agli inizi degli anni '90 perché essi offrono proprietà multiple quali la tenacità, la durabilità e la conducibilità, in misura superiore rispetto ad altri materiali

che, solitamente, non possiedono una di queste proprietà. Quindi, i nanotubi di carbonio aprono un nuovo universo di possibilità per la formulazione di rivestimenti superficiali di alta prestazione nella vasta area esistente delle applicazioni polimeriche.

## BIOCYL™ - NUOVA PITTURA ANTIVEGETATIVA A RILASCIO ATOSICO

Per ottenere prodotti che soddisfano i requisiti delle tecnologie pulite, Nanocyl ha messo a punto un rivestimento che utilizza i CNT nel migliore dei modi. Questo prodotto è denominato BioCyl™. BioCyl™ è una pittura siliconica contenente nanotubi di carbonio. L'integrazione di questi CNT nella pittura è un aspetto essenziale e deve essere progettata al fine di con-

ferire al rivestimento finale le proprietà richieste. Quindi, la proprietà di rilascio vegetativo è ottenibile soltanto grazie alla combinazione appropriata del tipo e della quantità di CNT e della tecnica di dispersione brevettata Nanocyl. Se si analizza attentamente il materiale, si osserva che le proprietà di rilascio vegetativo derivano dalla struttura della superficie in submicron come mostrato in figg. 2 e 3.

I CNT sono in posizione verticale e sono incorporate nella resina siliconica. Questa configurazione conferisce al rivestimento una struttura superficiale completamente nuova. Per esempio, la dimensione in submicron rende impossibile l'adesione sulla carena della nave degli organismi marini quali i cirripedi e le alghe, i quali possono quindi essere facilmente rimossi dalla corrente quando la nave è in movimento.

Per comprendere la qualità di

## Carbon Nanotubes (CNTs): Innovative and High Performance Solutions for Antifouling Coatings

Michael Claes, Daniel Bonduel and Frédéric Luizi - Nanocyl

### INTRODUCTION TO CARBON NANOTUBES (CNTs)

A "carbon nanotube" (CNT) is a tube-shaped material, made of carbon, that has a diameter measuring on the nanometer scale. A nanometer is one one-billionth of a meter, or about one ten-thousandth of the thickness of a human hair.

Carbon nanotubes typically have a diameter ranging from below 1 nm up to 50 nm and their length is typically several microns, but recent advancements have made them much longer in the centimeter range 5 (fig1a & 1b). The exceptional properties of carbon nanotubes started to be seriously investigated in the early '90s because they offer a unique combination of strength, durability and conductivity compared with other fiber materials which usually lack of one of these properties.

Thus, carbon nanotubes open a new world of possibilities for formulating high performance surface coatings for a wide range of new and existing polymer applications.

### A NEW NON-TOXIC FOULING RELEASE MARINE PAINT

In order to have products meeting the requirements of clean technologies, Nanocyl developed a coating using the properties of CNTs at their best. This product is called BioCyl™.

BioCyl™ is a silicone paint containing Carbon NanoTubes. The integration of these CNTs within the paint is critical and has to be designed to bring the requested level of properties in the final coating. Thus, the fouling release property can only be achieved with the proper combination of the type and loading of CNT and Nanocyl's proprietary dispersion method.

If we take a closer look at the material, one can observe that the fouling release properties are due to the submicron surface structure as shown in Figures 2 and 3. The CNTs are standing upright, and are embedded within the silicone resin.

This configuration brings a whole new surface structure to the coating. For instance, this submicron surface structure, makes it impossible for the marine organisms such as barnacles and algae to adhere strongly enough to a ship's hull, and are easily removed by the current once the ship moves.

In order to establish the position of BioCyl™ vs the competitive existing solutions, Nanocyl ran a benchmark on a panel of solutions. To achieve this, Nanocyl measured the fouling release properties in several ways:

- (1) Adhesion strength of barnacles to the surface
- Three existing products have been here

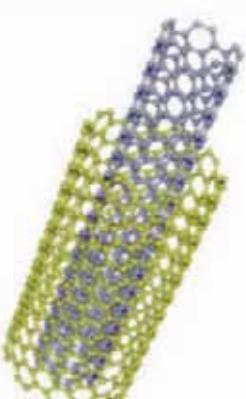


Fig. 1.a Nanotubo di carbonio a due strati  
A carbon nanotube with two layers



Fig. 1.b Nanotubo di carbonio lungo  
Long carbon nanotube

compared. One based on long known antifouling paints, second based on current generation of silicone paints and BioCyl™. The three of them have been exposed to marine conditions. After a representative period, they have been analyzed to quantify the barnacles settlement.

This bar graph illustrates that barnacles have the lowest adhesion strength to BioCyl and thus can be easily removed. This can be witnessed by the fact that there is no more trace of the basal plate on the BioCyl surface. The adhesion strength is even lower than for the commercial anti-fouling reference resin (Figure 4).

#### (2) Settlement of barnacle cirripedes onto the surface

Another way to measure the efficiency of a fouling release coating is to define how many barnacle cyprids settle onto the surface of the coating. In this test, glass is used as the reference material (100%). As shown in Figure 5, BioCyl clearly inhibits the settlement of barnacle cyprids. However, important to mention as well is that the settlement of barnacle cyprids is also influenced by the CNT content – more CNT doesn't necessarily mean better! This clearly illustrates the technical edge of BioCyl™ as well as the know-how developed by Nanocyl in terms of paint and coatings formulations.

#### (3) Quantity of algae removed

BioCyl™ enhanced behaviour is based on removal of settlement with the water flow. In order to simulate this effect, samples have been introduced in a bath where water flow is simulated by a normalized rotor.

Algae and ulva are also fouling sources that tend to settle onto the surface of marine coatings. Therefore, it is representative to measure the ease of removal of algae sporeling compared to a reference. In this test, the percentage of the algae sporeling removed by a normalized rotor and rotor speed is compared with the unfilled silicone resin (silicone resin without CNT is considered to be 100%). Figure 6 indicates that the

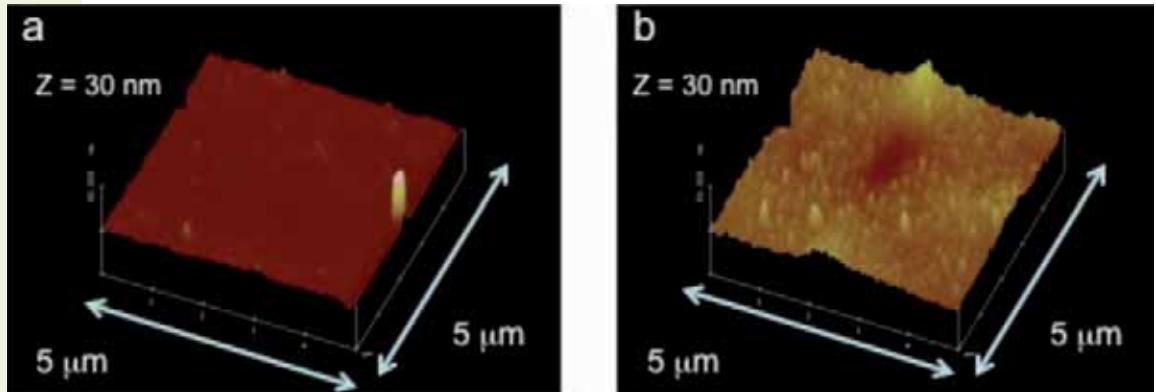


Fig. 2 Morfologia della superficie dopo l'immersione nell'acqua per 1 giorno: (a) PDMS non riempito contro MWNT contenente silicone (b)  
Surface morphology after 1 day of water immersion: (a) Unfilled PDMS vs. (b) Silicone containing MWNTs

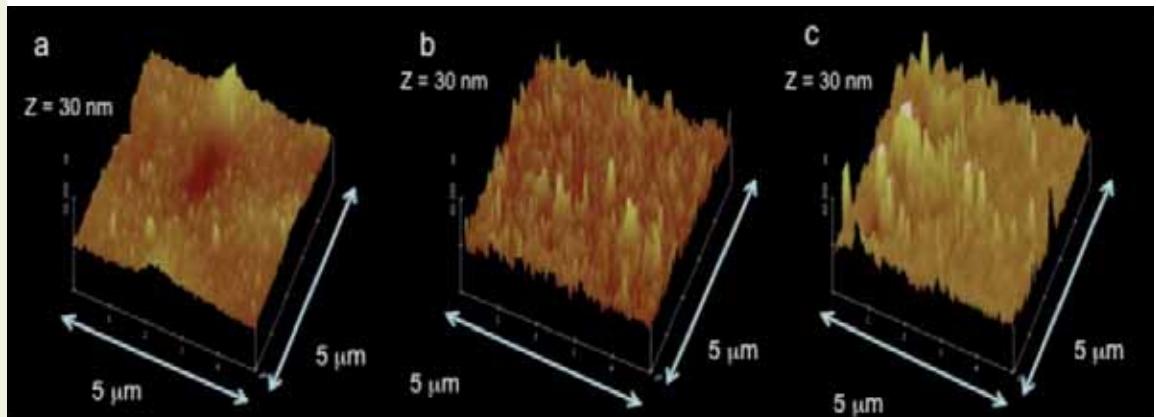


Fig. 3 Profili topografici AFM 3D di rivestimenti siliconici carichi di MWCNT dopo l'immersione per 1 e 6 giorni (a e b), osservati in ambiente naturale, e di rivestimenti riempiti con MWCNT dopo un'immersione per 6 giorni, osservati direttamente nell'acqua  
3D AFM topographic profiles of MWCNT-filled silicone coatings after 1 and 6 days of immersion (a and b) as observed in air, and (c) MWCNT-filled coatings after 6 days of immersion as observed directly in water

BioCyl™ rispetto alle soluzioni esistenti sul mercato, Nanocyl ha compiuto un'analisi comparata nel quadro generale delle soluzioni.

Per ottenere ciò, Nanocyl ha valutato le proprietà di rilascio vegetativo in diversi modi:

resina campione antivegetativa in commercio (fig. 4).

#### (2) Insediamento di cirripedi sulla superficie

Un'altra tecnica per misurare l'efficacia di un rivestimento a rilascio vegetativo consiste nel definire quanti cirripedi si insediano sulla superficie del rivestimento. In questo test, come materiale da test campione si utilizza il vetro (100%). Come dimostrato in fig. 5, BioCyl™ inibisce in modo evidente l'insediamento dei suddetti organismi, tuttavia, è importante ricordare che l'insediamento dei cirripedi è influenzato anche dal contenuto di CNT e che una quantità superiore di CNT non è sinonimo necessariamente di risultati migliori! Quando detto spiega chiaramente i limiti tecnici di BioCyl™ e il know-how di BioCyl™ per le formulazioni di pitture e rivestimenti.

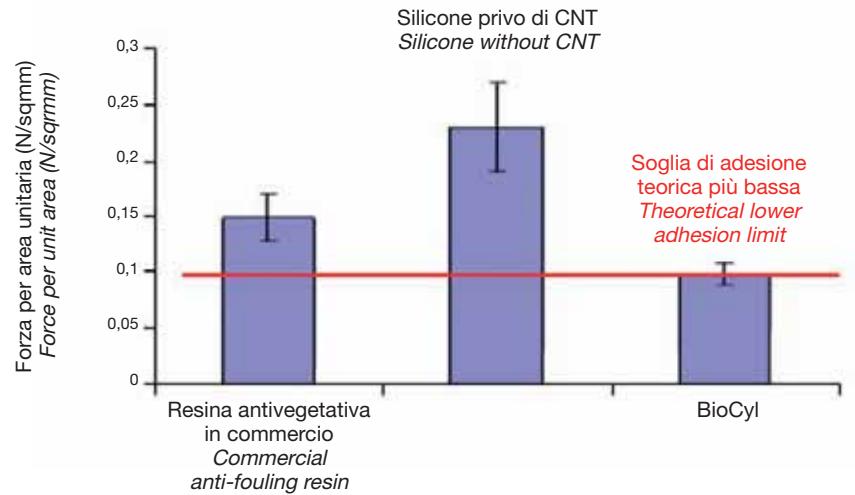


Fig. 4 Tenacità adesiva di cirripedi giovani  
Adhesion strength of young barnacles

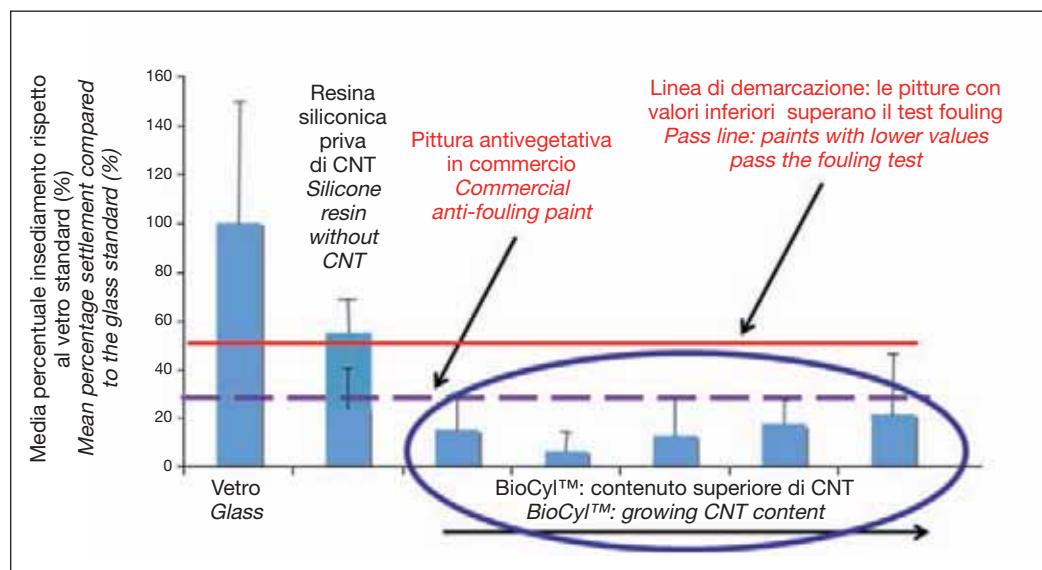


Fig. 5 Insediamento dei cirripedi  
Settlement of barnacles cyprids

(3) Quantità di alghe rimosse  
La superiore efficacia di BioCyl™ si basa sulla rimozione delle incrostazioni con il movimento dell'acqua. Per simulare questo effetto, i campioni sono stati posti in una vasca in cui la simulazione della corrente è data dall'azione di un rotore normalizzato.  
Le alghe sono anch'esse organismi che tendono ad insediarsi sulla superficie delle pitture applicate in ambiente marino. Quindi, è pratica standard misurare la facilità con cui le spore delle alghe possono essere rimosse rispetto a un campione.

In questo test, la percentuale di spore di alghe rimosse dal rotore e la velocità del rotore è stata analizzata comparativamente con una resina siliconica non riempita (resina

siliconica priva di CNT, considerata al 100%).  
Da fig. 6 si evince che l'efficacia di rimozione è decisamente maggiore grazie a BioCyl™, ma si osserva inoltre che la massima efficacia prestazionale è raggiunta grazie alla concentrazione ottimale di CNT. Ancora una volta, la tecnologia messa a punto da Nanocyl, in relazione alla formulazione della dispersione CNT nei siliconi, è essenziale ai fini di una maggiore rimozione degli organismi.

#### A LUNGO "ECOCOMPATIBILI E PULITI" CON BIOCYL™

Le soluzioni antivegetative convenzionali si basano spesso sull'uso dei biocidi.

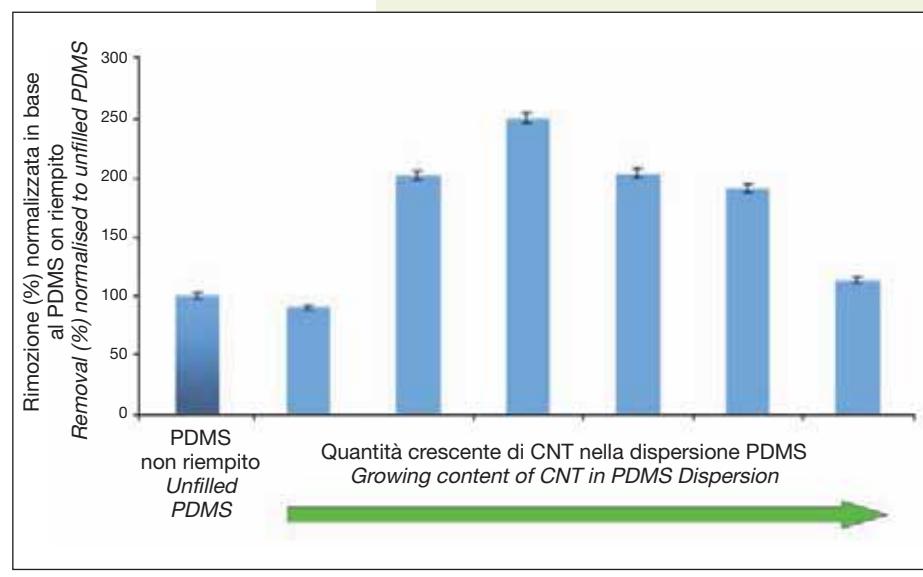


Fig. 6 Rimozione delle spore di alghe in funzione del contenuto di CNT  
Removal of algae sporeling as a function of CNT content

Questi prodotti, la cui sfera d'azione è limitata sulla carena, sono stati sviluppati per danneggiare l'ecosistema.  
L'idea prevalente nella reali-

removal efficiency is much higher for BioCyl, but it also shows that there is an optimum concentration in CNT where the highest efficiency is achieved. Once again, the know-how developed by Nanocyl in terms of formulation of CNT dispersion in silicones is critical and allows for higher removal efficiency.

#### STAYING GREEN & CLEAN FOR A LONG TIME WITH BIOCYL™

Conventional solutions for Antifouling are very often based on biocides. These products, though they have limited sphere of action on the hull, are all designed to harm the ecosystem.

The leading idea in the design of BioCyl™ has always been to protect and repel the settling organisms rather than to kill them. For this reason it might be possible to call BioCyl™ a green product. The other aspect of BioCyl™ that turns it into a green product is the reduced fuel consumption due to the "clean hull".

Moreover, the lifespan of conventional coatings is limited. All of them need to be renewed from time to time in order to keep their efficiency. BioCyl™ on the other hand does only need to go at sea at a certain speed on a regular basis to keep the hull clean.



This product definition allows to apply BioCyl™ to ships able to reach medium to high sailing speeds.

Compared to conventional solutions, BioCyl™ fills a hole to provide efficient painting systems with minimum impact on ecosystem.

Nanocyl is one of the major global manufacturers of specialty and industrial carbon nanotubes.

As one of the pioneers in Europe of carbon nanotube technologies, the company uses its specialized knowledge and experience to give its customers complete CNT solutions adapted to their specific needs.

Nanocyl is currently developing concentrates, dispersions and semi-formulated products made from thermoplastics, thermosets, elastomers, silicones, liquids and other composite materials for advanced applications in the automotive, electronics, marine, aeronautic, construction and sporting goods industries.

zazione di BioCyl™ è sempre stata quella di proteggere e di respingere i microrganismi in ambiente marino e non quella di sterminarli. Per questa ragione, il prodotto BioCyl™ può essere definito ecocompatibile.

L'altra caratteristica di BioCyl™ che lo rende un prodotto verde è il ridotto consumo di combustibile di un natante, che riesce a mantenere la "carena pulita".

Inoltre, la durata utile dei rivestimenti convenzionali è limitata. Infatti, per conservare la loro efficacia, essi devono essere rinnovati ad intervalli regolari. È altresì vero che BioCyl™ richiede solo una velocità costante e regolare per mantenere la carena pulita.

Rispetto a soluzioni convenzionali, BioCyl™ colma una lacuna fornendo un sistema di verniciatura che esercita

C U R R I C U L U M V I T A E

**Michael Claes** riveste la carica di direttore tecnico associato presso Nanocyl SA (Sambreville, Belgio). Studia la chimica dei polimeri presso l'università di Liege e nel 2004 svolge l'attività professionale presso Nanocyl, fra i primi produttori di nanotubi di carbonio. È stato senior manager nell'area R&D e dal 2005 è a capo della Divisione materiali avanzati. In questo periodo, si è occupato della creazione e sviluppo di nuove applicazioni di mercato per i nanotubi di carbonio nel campo dei materiali compositi (termoplastiche, p.v. ed elastomeri). Dal 2010 riveste il ruolo di responsabile dei Servizi tecnici e del Dipartimento Sviluppo.

**Michael Claes** is Technical Associate Director within Nanocyl SA (Sambreville, Belgium). He elaborated a polymer chemist background at University of Liege and joined Nanocyl in 2004, one of the world leaders in Carbon Nanotubes. He was senior Manager for R&D and leader of the Advanced Materials Division since 2005. During that period, he was in charge of the creation and development of new market applications for carbon nanotubes in the field of composite materials (thermoplastics, coating and elastomers). Since 2010, he took over the responsibilities of the Technical Services and Development Department.

il minimo impatto sull'ecosistema. Nanocyl è uno dei maggiori produttori globali di nanotubi di carbonio di specialità per uso industriale. Pioniera in Europa nell'area delle tecnologie dei nanotubi di carbonio, la società utilizza competenza ed esperienza per offrire ai propri clienti soluzioni CNT complete e adattabili ad esigenze specifiche.

L'attività di sviluppo di Nanocyl si basa ora sullo sviluppo di prodotti concentrati, dispersioni e semiformentati ricavati da termoplastiche, termoindurenti, siliconi, liquidi e altri materiali compositi per applicazioni avanzate dedicate ad industrie quali l'automotive, l'elettronica, nautica, aeronautica, delle costruzioni e di articoli sportivi.

## LA VERNICIATURA INCONTRA LA QUALITÀ'

**GAIOTTO**  
Automation

Strada Statale 415 Km.27  
26010 VAIANO CREMASCO (CR) - ITALIA  
Tel. 0373-279111 Fax 0373-279299  
[www.gaiotto.com](http://www.gaiotto.com)

compared. One based on long known antifouling paints, second based on current generation of silicone paints and BioCyl™. The three of them have been exposed to marine conditions. After a representative period, they have been analyzed to quantify the barnacles settlement.

This bar graph illustrates that barnacles have the lowest adhesion strength to BioCyl and thus can be easily removed. This can be witnessed by the fact that there is no more trace of the basal plate on the BioCyl surface. The adhesion strength is even lower than for the commercial anti-fouling reference resin (Figure 4).

#### (2) Settlement of barnacle cirripedes onto the surface

Another way to measure the efficiency of a fouling release coating is to define how many barnacle cyprids settle onto the surface of the coating. In this test, glass is used as the reference material (100%). As shown in Figure 5, BioCyl clearly inhibits the settlement of barnacle cyprids. However, important to mention as well is that the settlement of barnacle cyprids is also influenced by the CNT content – more CNT doesn't necessarily mean better! This clearly illustrates the technical edge of BioCyl™ as well as the know-how developed by Nanocyl in terms of paint and coatings formulations.

#### (3) Quantity of algae removed

BioCyl™ enhanced behaviour is based on removal of settlement with the water flow. In order to simulate this effect, samples have been introduced in a bath where water flow is simulated by a normalized rotor.

Algae and ulva are also fouling sources that tend to settle onto the surface of marine coatings. Therefore, it is representative to measure the ease of removal of algae sporeling compared to a reference. In this test, the percentage of the algae sporeling removed by a normalized rotor and rotor speed is compared with the unfilled silicone resin (silicone resin without CNT is considered to be 100%). Figure 6 indicates that the

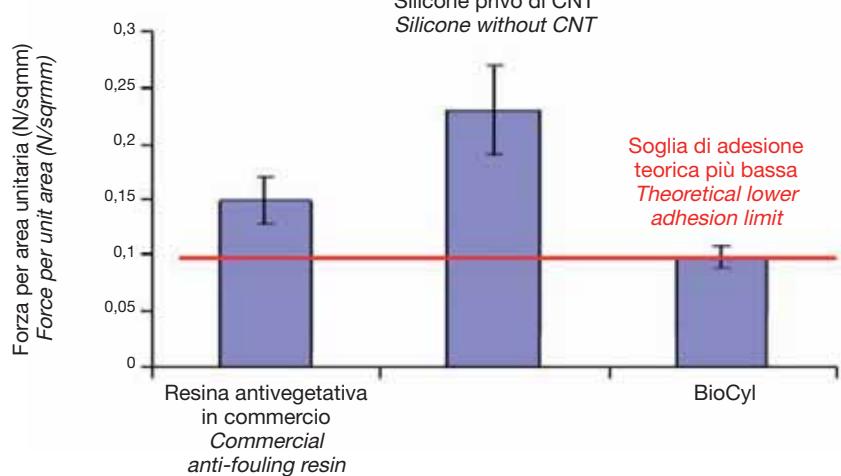


Fig. 4 Tenacità adesiva di cirripedi giovani  
Adhesion strength of young barnacles

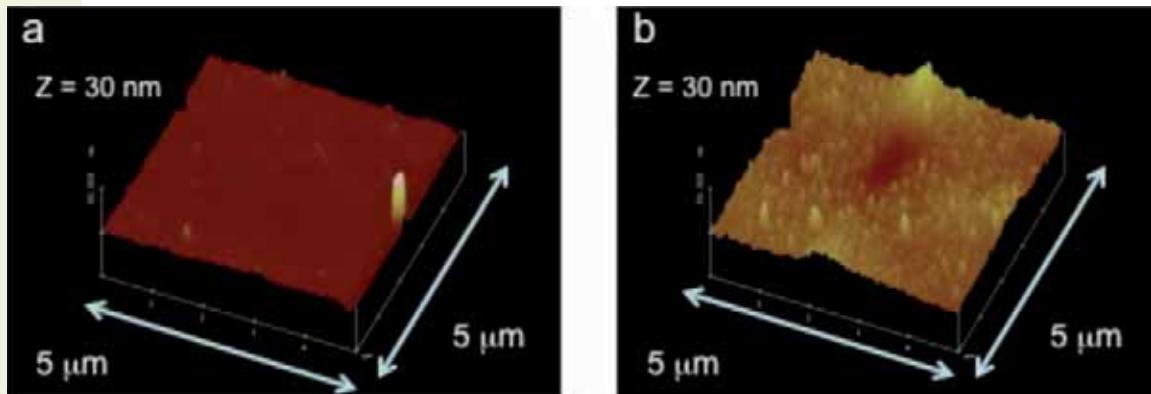


Fig. 2 Morfologia della superficie dopo l'immersione nell'acqua per 1 giorno: (a) PDMS non riempito contro MWNT contenente silicone (b)  
Surface morphology after 1 day of water immersion: (a) Unfilled PDMS vs. (b) Silicone containing MWNTs

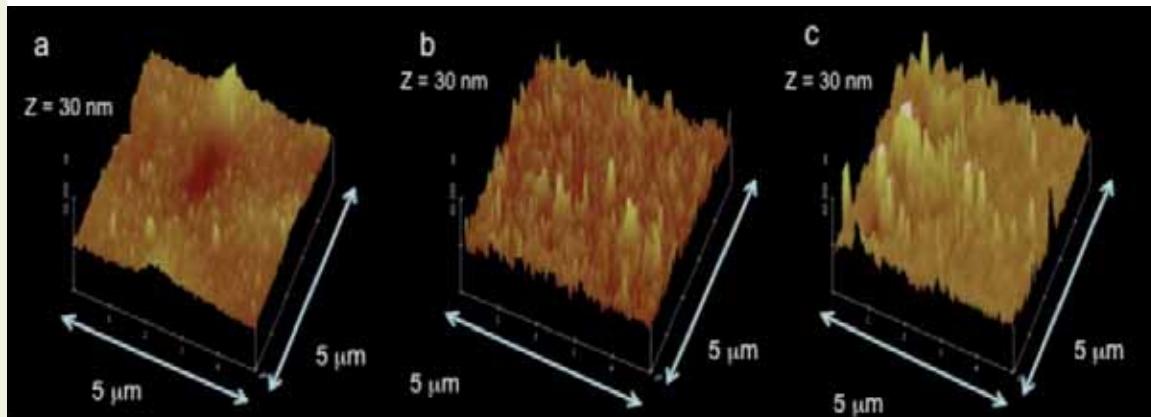


Fig. 3 Profili topografici AFM 3D di rivestimenti siliconici carichi di MWNT dopo l'immersione per 1 e 6 giorni (a e b), osservati in ambiente naturale, e di rivestimenti riempiti con MWNT dopo un'immersione per 6 giorni, osservati direttamente nell'acqua  
3D AFM topographic profiles of MWNT-filled silicone coatings after 1 and 6 days of immersion (a and b) as observed in air, and (c) MWNT-filled coatings after 6 days of immersion as observed directly in water

BioCyl™ rispetto alle soluzioni esistenti sul mercato, Nanocyl ha compiuto un'analisi comparata nel quadro generale delle soluzioni.

Per ottenere ciò, Nanocyl ha valutato le proprietà di rilascio vegetativo in diversi modi:

#### (1) Resistenza all'adesione dei cirripedi sulla superficie

Sono stati confrontati tre prodotti esistenti: il primo, a base di pitture antivegetative note da molto tempo, il secondo sull'attuale generazione di pitture siliconiche e BioCyl™, tutti esposti in ambiente marino e, trascorso un lasso di tempo standard, analizzati per quantificare l'insediamento dei cirripedi.

L'istogramma mostra che il grado di adesione dei cirripedi su BioCyl™ è minimo e che quindi essi possono essere facilmente rimossi, il che è dimostrato dal fatto che non vi è più traccia dello strato di base sulla superficie di BioCyl™.

La tenacità adesiva diminuisce ulteriormente rispetto alla

resina campione antivegetativa in commercio (fig. 4).

#### (2) Insediamento di cirripedi sulla superficie

Un'altra tecnica per misurare l'efficacia di un rivestimento a rilascio vegetativo consiste nel definire quanti cirripedi si insediano sulla superficie del rivestimento. In questo test, come materiale da test campione si utilizza il vetro (100%). Come dimostrato in fig. 5, BioCyl™ inibisce in modo evidente l'insediamento dei suddetti organismi, tuttavia, è importante ricordare che l'insediamento dei cirripedi è influenzato anche dal contenuto di CNT e che una quantità superiore di CNT non è sinonimo necessariamente di risultati migliori! Quando detto spiega chiaramente il vantaggio tecnico di BioCyl™ nonché il know-how sviluppato da Nanocyl per le formulazioni di pitture e rivestimenti.

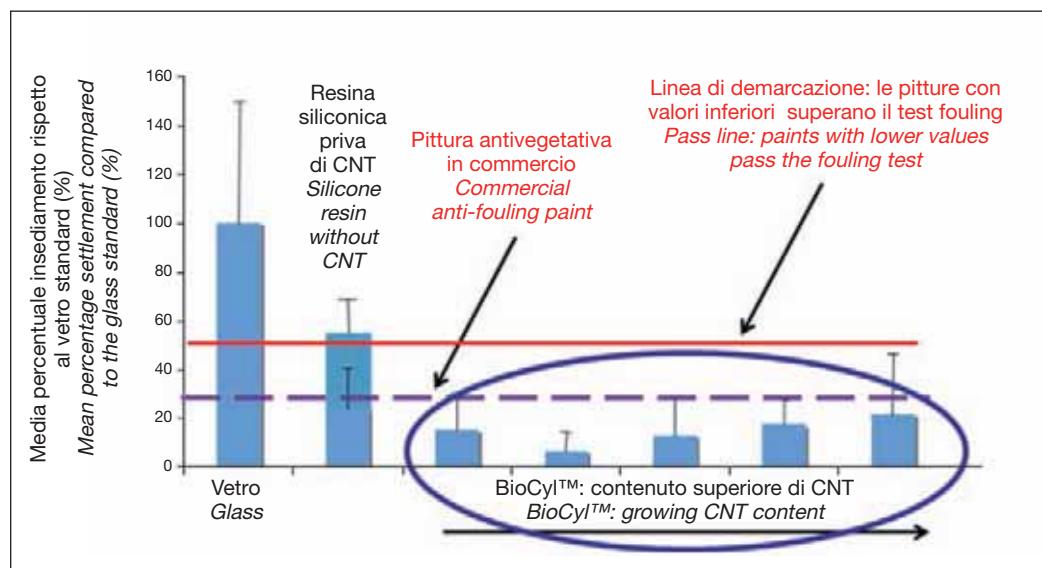


Fig. 5 Insediamento dei cirripedi  
Settlement of barnacles cyprids

(3) Quantità di alghe rimosse  
La superiore efficacia di BioCyl™ si basa sulla rimozione delle incrostazioni con il movimento dell'acqua. Per simulare questo effetto, i campioni sono stati posti in una vasca in cui la simulazione della corrente è data dall'azione di un rotore normalizzato.  
Le alghe sono anch'esse organismi che tendono ad insediarsi sulla superficie delle pitture applicate in ambiente marino. Quindi, è pratica standard misurare la facilità con cui le spore delle alghe possono essere rimosse rispetto a un campione.

In questo test, la percentuale di spore di alghe rimosse dal rotore e la velocità del rotore è stata analizzata comparativamente con una resina siliconica non riempita (resina

siliconica priva di CNT, considerata al 100%).  
Da fig. 6 si evince che l'efficacia di rimozione è decisamente maggiore grazie a BioCyl™, ma si osserva inoltre che la massima efficacia prestazionale è raggiunta grazie alla concentrazione ottimale di CNT. Ancora una volta, la tecnologia messa a punto da Nanocyl, in relazione alla formulazione della dispersione CNT nei siliconi, è essenziale ai fini di una maggiore rimozione degli organismi.

#### A LUNGO "ECOCOMPATIBILI E PULITI" CON BIOCYL™

Le soluzioni antivegetative convenzionali si basano spesso sull'uso dei biocidi.

removal efficiency is much higher for BioCyl, but it also shows that there is an optimum concentration in CNT where the highest efficiency is achieved. Once again, the know-how developed by Nanocyl in terms of formulation of CNT dispersion in silicones is critical and allows for higher removal efficiency.

#### STAYING GREEN & CLEAN FOR A LONG TIME WITH BIOCYL™

Conventional solutions for Antifouling are very often based on biocides. These products, though they have limited sphere of action on the hull, are all designed to harm the ecosystem.

The leading idea in the design of BioCyl™ has always been to protect and repel the settling organisms rather than to kill them. For this reason it might be possible to call BioCyl™ a green product. The other aspect of BioCyl™ that turns it into a green product is the reduced fuel consumption due to the "clean hull".

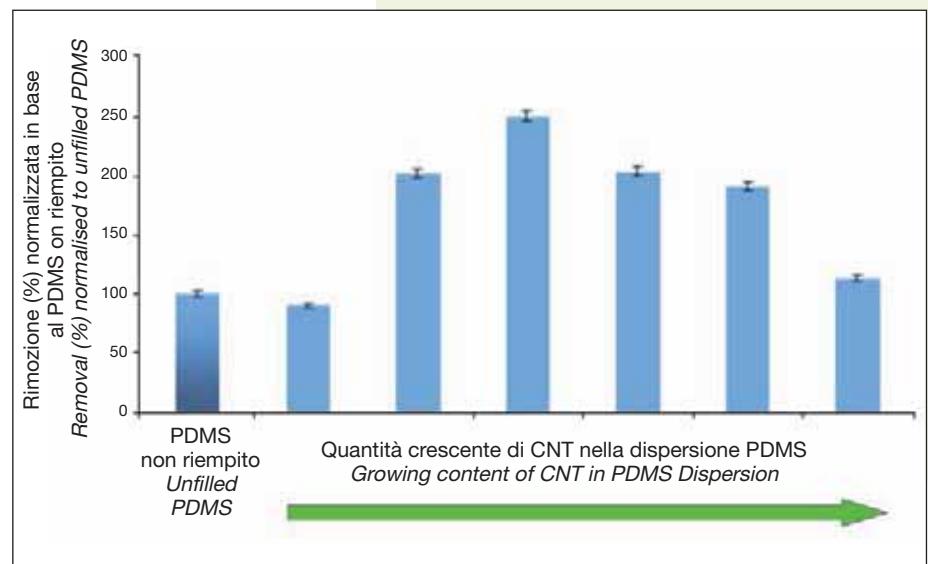


Fig. 6 Rimozione delle spore di alghe in funzione del contenuto di CNT  
Removal of algae sporeling as a function of CNT content

Questi prodotti, la cui sfera d'azione è limitata sulla crena, tendono a danneggiare l'ecosistema.  
L'idea prevalente nella reali-

Moreover, the lifespan of conventional coatings is limited. All of them need to be renewed from time to time in order to keep their efficiency. BioCyl™ on the other hand does only need to go at sea at a certain speed on a regular basis to keep the hull clean.



This product definition allows to apply BioCyl™ to ships able to reach medium to high sailing speeds.

Compared to conventional solutions, BioCyl™ fills a hole to provide efficient painting systems with minimum impact on ecosystem.

Nanocyl is one of the major global manufacturers of specialty and industrial carbon nanotubes.

As one of the pioneers in Europe of carbon nanotube technologies, the company uses its specialized knowledge and experience to give its customers complete CNT solutions adapted to their specific needs.

Nanocyl is currently developing concentrates, dispersions and semi-formulated products made from thermoplastics, thermosets, elastomers, silicones, liquids and other composite materials for advanced applications in the automotive, electronics, marine, aeronautic, construction and sporting goods industries.

zazione di BioCyl™ è sempre stata quella di proteggere e di respingere i microrganismi in ambiente marino e non quella di sterminarli. Per questa ragione, il prodotto BioCyl™ può essere definito ecocompatibile.

L'altra caratteristica di BioCyl™ che lo rende un prodotto verde è il ridotto consumo di combustibile di un natante, che riesce a mantenere la "carena pulita".

Inoltre, la durata utile dei rivestimenti convenzionali è limitata. Infatti, per conservare la loro efficacia, essi devono essere rinnovati ad intervalli regolari. È altresì vero che BioCyl™ richiede solo una velocità costante e regolare per mantenere la carena pulita.

Rispetto a soluzioni convenzionali, BioCyl™ colma una lacuna fornendo un sistema di verniciatura che esercita

C U R R I C U L U M V I T A E

**Michael Claes** riveste la carica di direttore tecnico associato presso Nanocyl SA (Sambreville, Belgio). Studia la chimica dei polimeri presso l'università di Liege e nel 2004 svolge l'attività professionale presso Nanocyl, fra i primi produttori di nanotubi di carbonio. È stato senior manager nell'area R&D e dal 2005 è a capo della Divisione materiali avanzati. In questo periodo, si è occupato della creazione e sviluppo di nuove applicazioni di mercato per i nanotubi di carbonio nel campo dei materiali compositi (termoplastiche, p.v. ed elastomeri). Dal 2010 riveste il ruolo di responsabile dei Servizi tecnici e del Dipartimento Sviluppo.

**Michael Claes** is Technical Associate Director within Nanocyl SA (Sambreville, Belgium). He elaborated a polymer chemist background at University of Liege and joined Nanocyl in 2004, one of the world leaders in Carbon Nanotubes. He was senior Manager for R&D and leader of the Advanced Materials Division since 2005. During that period, he was in charge of the creation and development of new market applications for carbon nanotubes in the field of composite materials (thermoplastics, coating and elastomers). Since 2010, he took over the responsibilities of the Technical Services and Development Department.

il minimo impatto sull'ecosistema. Nanocyl è uno dei maggiori produttori globali di nanotubi di carbonio di specialità e industriali. Pioniera in Europa nell'area delle tecnologie dei nanotubi di carbonio, la società utilizza competenza ed esperienza per offrire ai propri clienti soluzioni CNT complete e adattabili ad esigenze specifiche.

L'attività di sviluppo di Nanocyl si basa ora sullo sviluppo di prodotti concentrati, dispersioni e semiformentati ricavati da termoplastiche, termoindurenti, siliconi, liquidi e altri materiali compositi per applicazioni avanzate dedicate ad industrie quali l'automotive, l'elettronica, nautica, aeronautica, delle costruzioni e di articoli sportivi.

## LA VERNICIATURA INCONTRA LA QUALITÀ'

**GAIOTTO**  
Automation

Strada Statale 415 Km.27  
26010 VAIANO CREMASCO (CR) - ITALIA  
Tel. 0373-279111 Fax 0373-279299  
[www.gaiotto.com](http://www.gaiotto.com)



# Progettazione eclettica e diversificata: imbarcazioni da diporto, interior design e automotive

## LO STUDIO CHRISTIAN GRANDE – DESIGNWORKS:

attivo nello yacht design e nel product design dal 1992.

Il principale settore di attività, la progettazione di imbarcazioni da diporto, è affiancato a sempre maggiore impegno anche in differenti campi, quali interior design e automotive design, corporate identity e web design. La forza lavoro di cui ci si avvale è eclettica e diversificata, quindi in grado di gestire numerosi compiti contemporaneamente e di concepire

diverse famiglie di prodotti industriali. Sono stati sviluppati, sinora, ben 60 progetti di imbarcazione, oltre ad accessori, stand fieristici, motorhomes, complementi d'arredo e illuminotecnica.

Da Christian Grande DesignWorks, la multidisciplinarità è congenita, e fatta della collaborazione di ingegneri e tecnici nautici, graphic designers e architetti, provenienti da diverse sfere professionali.



Christian Grande

La genesi stilistica di Lancia di Lancia non poteva ovviamente prescindere dall'eredità formale e culturale lasciata dalla casa torinese, e si è sviluppata focalizzandosi sull'evoluzione delle forme e sulla graduale espansione del marchio verso il settore delle automobili sportive e performanti.

Come si vedrà, il patrimonio estetico del design automobilistico Lancia ha consentito a Christian Grande di coniugare in un solo oggetto forme e caratteri appartenenti a due settori, fondendoli in maniera bilanciata per preservarne le rispettive identità conferendo quella sportività di élite che da sempre contraddistingue la casa di Torino.

I primi bozzetti dimostrano la chiara volontà di esprimere carattere sportivo racchiuso in forme e colori eleganti seppur aggressivi.

Partendo dall'esame di alcuni dettagli delle Lancia storiche, tra cui la classica Aurelia degli anni '60, dalle linee sinuose e sensuali, per arrivare alla spettacolare Stratos Zero del 1970 disegnata da Bertone e fortemente anticipatrice con le sue

## *Eclectic and Diversified Design: Pleasure Boats, Interior Design and Automotive*

### **CHRISTIAN GRANDE DESIGN WORK'S PROFILE**

*They have been working in the yacht design and product design areas since 1992.*

*Their main working sector, that is the pleasure boat designing process is supported by more and more efforts made in other working fields, such as the interior design and automotive design, corporate identity and web design.*

*The workforce that they rely on is eclectic and diversified, therefore they are able to manage various tasks at the same time as well as to design different types of industrial products.*

*So far, as many as 60 boat projects have been developed together with accessories, exhibition stands, motorhomes, furniture fittings and lighting engineering. Christian Grande DesignWorks stands out for its multidisciplinary way of working with the cooperation of naval engineers and technicians, graphic designers and architects, coming from various professional areas.*



Lancia di Lancia



Lancia-Stratos-Zero(1970)  
design by Bertone

*The style background of Lancia di Lancia, obviously could not neglect the formal and cultural heritage of the company from Turin and it developed focusing on the shapes evolution and on the gradual strengthening of its brand towards the high performance sports car sector. As it will be explained in this*

*paper, the aesthetic heritage of Lancia car design has allowed Christian Grande to embody in only one object, shapes and types belonging to two sectors, melting them in a balanced manner to preserve their own identity, thus giving that sports character, being typical of an élite, which has always been the main feature of the Turin based company. The early sketches clearly show the desire to express the sports character which is shown by its smart although aggressive shapes and colours.*

*Starting from the analysis of a few details of the historical Lancia models, there are the traditional Aurelia of the '60, featuring sensual and sinuous lines, up to the outstanding sports Stratos Zero dating back 1970, designed by Bertone, a real vanguard model with its streamlined and aggressive shapes, and to the current Delta and Ypsilon, which well show the desire to call for the past and melting it*



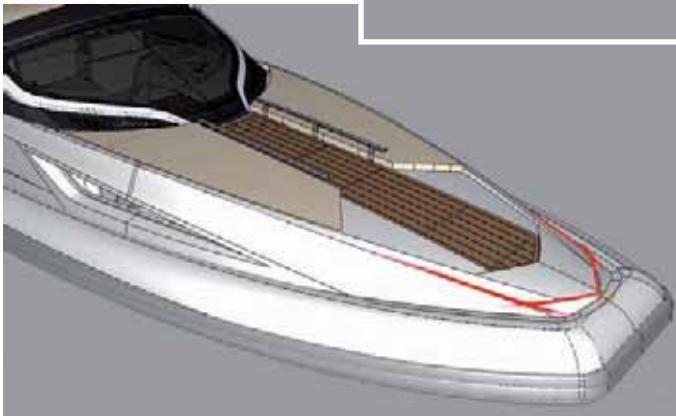
with present time in a homogeneous whole assembly of sharper curves and geometries. Christian Grande has succeeded in highlighting all these shapes, recreating them on sides and window

The manufacturer Sacs Marine has been able to fully harmonize with the designer's team, succeeding in launching the first model within just 6 months since the starting working steps.

forme tese e aggressive, fino alle attuali Delta e Ypsilon, che ben rappresentano la volontà di evocare il passato e fonderlo con il presente in un insieme omogeneo di curve e geometrie più spigolose.



La nuova Lancia Delta



frames, but also in the sliding hood and in the windscreen cut.

The ribbing of the front section and the sunbathe area shape, for example, are an evident reference to the calender of the contemporary Lancia cars, while sides and windows give evidence of the large surfaces launched by Bertone early in the '70s.

The new rib is an innovation indeed due to its comfort features of the cockpit and due to its performance and safety properties, which are not at all compromised by the high formal and aesthetic accuracy. The boat/car style combination is explicitly attractive and it implies the exclusive character of this boat, which is smart and a sports one at the same time, making it a real Gran Turismo sedan, being high-class, powerful and targeted to elite customers, as from its genesis which is totally Italian.

The main feature of this project is based obviously on the successful research carried out by Christian Grande design Works, together with the application of the state of the art technologies and materials.

The designing, modelling activities and the subsequent surface finishing have been developed on various working stations at the designer's office in Parma, being equipped with specialized softwares, also coming from the automotive environment and therefore, able to manufacture "0 tolerance" models. The working staff at Christian Grande has been highly concerned with the production of the designing documents within a relatively short lapse of time, since the first model

Christian Grande è riuscito a citare tutte queste forme, attualizzandole sulle fiancate e sulle finestre, nella capote scorrevole e nel taglio di parabrezza.

Le nervature della parte anteriore e la sagoma del prendisole, ad esempio, sono un chiaro riferimento alla calandra delle Lancia contemporanee, mentre fiancate e finestri omaggiano le ardite superfici proposte da Bertone nei primi '70.

Il nuovo rib sorprende per le sue doti di abitabilità del poz-

zetto e per le prestazioni e sicurezza che offre, caratteristiche per nulla indebolite dalla forte ricerca formale ed estetica.

Il connubio stilistico barca/autouno è volutamente ammiccante, e sottende all'esclusività di questo battello, elegante e sportivo allo stesso tempo, facendone una vera e propria berlina gran turismo, signorile, potente e destinata ad una clientela di élite, come viene dalla sua genesi: totalmente italiana.

L'essenza di questo progetto

risiede sicuramente nella riuscita attività di ricerca perseguita dallo studio Christian Grande DesignWorks, congiunta all'applicazione dello stato dell'arte in termini di tecnologia e di materiali. Il produttore, Sacs Marine, è stato in grado di sincronizzarsi perfettamente con il team di progetto dello studio, riuscendo a varare il primo esemplare in soli 6 mesi dalla concezione.

Le attività di concezione, modellazione e successivo affinamento delle superfici sono state sviluppate su diverse stazioni di lavoro nello studio parmigiano, attrezzate con software specialistici, anche derivati dall'ambiente automotive, e quindi in grado di produrre modelli a "toleranza zero". Lo staff di Christian Grande è stato intensamente mobilitato per portare a termine la produzione della documentazione progettuale in un arco di tempo relativamente breve, in quanto il primo esem-



plare è stato varato in poco più di 6 mesi.

Il risultato ottenuto è stato quanto di meglio si potesse sperare: un "gioco" di pieni e di vuoti, che guidano l'occhio sul muscoloso "esoscheletro" di carattere sportivo, ulteriormente accentuato dalla scelta del nero a cingere hard top e tubolari, e dall'inserimento delle bande Martini Racing, che ne sottolineano l'appartenenza ad una cerchia ristretta di prodotti.

La struttura formale dimostra chiaramente la volontà di congiungere fughe morbide e avviate a segni più duri e spigolosi, come i tagli che ospitano lo "sguardo" da predatore del battello, e che nascondono strisce led ad alta potenza che fungono anche da luci di cortesia, tratto espressivo della modernità e aggressività del nero rib.

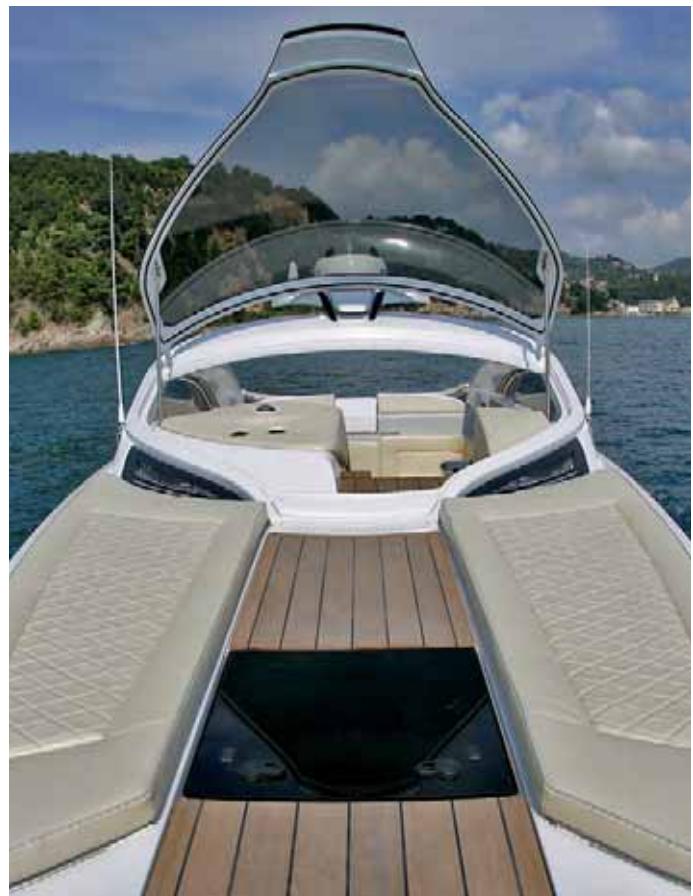
Una delle fasi più complesse è stata l'automazione del parabrezza a conchiglia, che si sollevava per permettere il passag-

gio al ponte di prua, scendere a terra o sdraiarsi sul prendisole senza dover passare sui lati. Dopo numerosi test sono stati individuati dei pistoni idraulici leggeri e resistenti all'ambiente marino.

Ulteriore cura ha richiesto la realizzazione della capote, la cui sagoma in posizione chiusa doveva presentare curvature in continuità con la sovrastruttura di coperta. Grazie alla progettazione tri-dimensionale e alla verifica simulata anche questo nodo è risultato brillantemente sciolti: il telo multistrato è infatti innervato con archi trasversali, trascinati in posizione tramite catena.

Questo sistema evita la formazione di gobbe o irregolarità nella capote, che risulta esteticamente integrata anche in posizione "tutto chiuso".

La scaletta che porta a prua è stato un altro degli elementi di maggiore sfida: la sua integrazione all'interno del pozetto è stata risolta facendo in



modo che la scala stessa diventasse scorrevole che si apre sulla cabina prodiera e, quando chiusa, risulta impercettibile, quasi fosse una sorta di "porta segreta", ovviamente dotata di luce fra i gradini, che crea luce diffusa e scenografica.

Il layout di coperta è dominato dal grande divano a U che

was launched within a little longer than 6 months. The outcome which has been achieved has been the best that they could expect: a "full/empty spaces" pattern, leading the eyes towards the muscular and sports exoskeleton, further emphasized by the selection of the black colour for hard top and tubular ele-



ments, and by the Martini Racing inserts, highlighting their exclusivity for niche products.

The formal structure clearly shows the desire to combine soft and dynamic lines with harder and sharper ones, such as the cuts showing the boat predator's look, also hiding the powerful led stripes, acting as courtesy lamps, a typical modern and aggressive feature of the black rib.

One of the more complex working steps has been the automation of the shell-shaped windscreens, lifting up to lead the way to the foredeck, to go ashore or lay down on the sunbathe area without walking along the boat sides. After running many tests, the hydraulic pistons have been found which are light and resistant to the marine environment.

More care has been taken in the construction of the hood, whose shape had to feature curves in line with the deckhouse superstructure.

Following the three-dimension designing step and the mock test, also this problem was solved successfully: the multilayer ply is ribbed with cross archs, dragged up to the required position by chains.



This system avoids the formation of lumps or irregularities of the hood, resulting aesthetically embodied even when it is in the "closed" position.

The ladder leading to the bow has been another challenging designing aspects: its integration in the cockpit has been carried out so as the ladder itself becomes a sliding one, opening on the forward cabin and, when it is closed, it is almost hidden as it were a sort of "secret door", obviously provided with lights on the steps, creating a diffused and scenographic lighting.

The deckhouse layout is dominated by a large U-shaped sofa, placed all along the stern bulwarks, with a sand colour imitation leather cover and silver stitches, as well as a classic and essential rhomboidal style and the wall and dashboard covers arranged so as to seem a smart combination of "technological elements", such as the air inlets and the teak coatings on the deck and on the steps of the fore ladder. Modern shapes and materials make the difference of the interior furniture, where the dinette with table and armchairs becomes a berth for two people, just pushing a button.



Ideal for a gallant venue or for docking at the casino of Venice, Lancia di Lancia also offers new and brilliant emotions with the adjustable hood and with its comfortable deckhouse. The black coloured version, with optimized details, is

corre lungo la murata di poppa e si presenta con rivestimento in sky color "sabbia" chiaro impunturato in filo argenteo con disegno romboidale, classicheggianti e austero, così come i rivestimenti parietali e della plancia di guida, che de-

terminano una composta fusione tra elementi "tecnicologici", come la strumentazione e il volante, e dettagli "vintage", come le prese d'aria e i rivestimenti in teak su deck e gradini della scaletta prodiaria.

Forme e materiali moderni dettano anche il carattere dell'arredamento interno dove la dinette con tavolo e divani diventa cuccetta per due al tocco di un pulsante.

Ideale per un'uscita galante od un attracco al casinò di Venezia, la Lancia di Lancia offre anche emozioni a cielo aperto grazie alla trasformabilità della capote e alla vivibilità della coperta. La versione in nero, con dettagli curati al parossismo, si presenta aristocratica come un grande coupé sportivo ispirato al fascino delle lussuose auto metropolitane. Sotto il cofano rombano 1120 cavalli Fiat Powertrain Technologies, i "best in class" del momento. Impetuosa sull'acqua, da 0 a 100 in un soffio di

vento. 2 motori FPT da 2 x 660 CV, e elegante sugli abissi, 13,1 mt di lunghezza. Ideale per un armatore dal carattere deciso, amante della velocità e per nulla disposto a cedere il timone e perdere il controllo di tanta potenza.

Metaforicamente, potrebbe parcheggiare a Milano in Via Montenapoleone risultando congrua al contesto.

Il che significa equilibrio formale e qualità dei materiali, abbinati a tecnologia e sapienza costruttiva, ad ottenere un'imbarcazione che mantiene le promesse, superando con facilità i 50 nodi di velocità, ma risultando comunque sicura e confortevole. Il primo modello del rib è stato approntato in poco più di 6 mesi grazie alla rinnovata organizzazione interna di Sacs Marine, improntata sulla verticalizzazione dei processi operativi e dei canali di fornitura.

In questo caso, la flessibilità dei fornitori e la loro sinergia operativa hanno consentito al





produttore di ridurre tempi di intervento e l'abilità progettuale dello studio di Parma ha evitato costose modifiche in corso d'opera.

La stretta connessione tra team progettuale di Christian Grande DesignWorks e unità produttiva si è esplicitata in un processo unitario di produzione dei modelli tridimensionali presso lo studio di design, fino alla fase di ingegnerizzazione (quindi comprensivi di raggiature e dettagli costruttivi), che in tempo reale vengono immessi nelle macchine a controllo numerico in forza al cantiere.

Il controllo delle attività è sviluppato quindi in modo sinergico, ed in tempo reale, dal team di progetto insieme al team tecnico e allo staff di produzione, e risulta in una sistematizzazione dei processi virtualmente a prova d'errore.

Le successive operazioni di fresatura e laminazione hanno evidenziato un margine di errore infinitesimale, confermando la validità delle scelte descritte.

very attractive and it seems like a sports coupé, imitating the luxury and smart town cars.

*Below the trunk deck the 1120 horse-power Fiat Powertrain Technologies roars, the "best in class" of modern times. It is powerful on the water, from 0 to 100 in a second, with two 2x660 HP FPT engines, sailing fast in the deep water, as a 13,1 mt long boat. It is ideal for a determined shipowner, who loves high speed rates, and who is not at all willing to give way to someone else and lose the control of such a power. Broadly speaking, it could be parked in Montenapoleone street, Milan, perfectly matching that atmosphere.*

*This stands for a formal balance*

and top quality of the material, combined with new technologies and construction expertise to obtain at last a boat keeping its promise and exceeding easily 50 knots speed rate, although safe and comfortable.

The first rib model has been constructed within a little longer than 6 months due to the restructured Sacs Marine company's organization, based on a vertical system of the working processes and of the supply chain. In this case, the suppliers' flexibility and their working synergy have allowed the manufacturer to cut the working time and the designing capabilities of the designer's office of Parma has avoided the expensive working

modifications throughout the construction process. The close cooperation between the Christian Grande DesignWorks' team of designers and the construction unit has resulted in a joint manufacturing process of the three-dimensional models at the designer's office, up to the engineering step (including ribbing and construction details), which are mounted in real time in the numerically controlled machines, being used at the shipyard. Therefore, the activity control is developed synergistically and in real time by the project team together with the team of technicians and the production staff, resulting in a process engineering system, without any error occurrences.

**PLEXUS**  
Structural Adhesives + **VABER**  
ADESVI SIGILLANTI PRODOTTI SPECIALI

**Portobello**

I Produttori leader nell'industria nautica scelgono gli Adesivi Strutturali Plexus

**ITW PLEXUS**  
Structural Adhesives

**PASSIONE & INNOVAZIONE**

**VABER**  
TORINO

**VABER INDUSTRIALE S.p.A.**  
produzione adesivi, sigillanti e prodotti speciali

Concessionaria esclusiva  
dei prodotti PLEXUS® per l'Italia  
Strada S. Mauro, 203 - 10156 Torino (Italia)  
Tel. +39 011-273.44.32 - Fax +39 011-273.17.76  
[www.vaber.it](http://www.vaber.it) e-mail: [info@vaber.it](mailto:info@vaber.it)

VIAMARE • BY SEA - 2/3 - 2010

**PLEXUS È LEADER MONDIALE  
NELLA TECNOLOGIA DEGLI ADESIVI  
STRUTTURALI A BASE DI METACRILATO  
CORE SHELL IMPACT MODIFIER**

## Azimut 62S and ZF POD Control and Efficiency

Throughout the cooperation between ZF Marine and the Azimut-Benetti group for the development of a new ZF POD 4000 propulsion system, an important comparative test has been carried out, in order to test the efficiency of this new product which allows to improve the performance, to moor using the new joystick as well as to increase the safety while sailing thanks to a better manoeuvrability.

To carry out the test, two Azimut 62S have been arranged, both of them equipped with a couple of 1015 HP Caterpillar C18 engines, also provided with two different propulsion systems so as to compare their performance. On a boat a traditional propulsion system was mounted, with ZF shafting, while on the other tested unit the innovative ZF POD 4000 propulsion system was installed. The ZF POD 4000 system is a device based on a reduction/reversing gear matching a steering pod, supplied with counter-rotating propellers. It is compact and low weight and it stands for the new developments of the already marketed pod, standing out against them also for the innovative boat mooring system, provided with a specific patent.

From the measures performed, one can realize how the ZF POD 4000 can reach higher speed rates, starting from 11 knots (+7%) up to a maximum increase (+10%) at the main cruising speed rate of 25 knots. An average increase by at least 2 knots has been observed, throughout the entire range from 25 to 36 knots, with an improvement of the max boat speed rate accounting for about 2 knots, with the same running power. Practically, the % increase in the yield rate at an intermediate sailing range, can

reach 10% and this value is really meaningful not only in terms of lower consumption and impact rates, but also in terms of higher endurance and of the possibility to use less powerful engines without compromising the speed.

Another important parameter is the boat caster on the water surface. The boat, which is equipped with ZF POD 4000 reaches the correct trim at a much lower speed rate than the shafting model, and the shafting Azimut 62S reaches an effective stroke angle, at a speed rate of 24 knots, while with the propulsion, ZF POD 4000 reaches the same caster early at 16.5 knots.

ZF POD 4000 mainly allows to decrease the consumption rates. If the reference average cruising speed rate is expected to be around 23 knots, one realizes how the propulsion system allows to decrease the fuel consumption rate even by more than 10% over a traditional shafting

# Azimut 62S con ZF POD: controllo ed efficienza

Nel corso della collaborazione instaurata tra ZF Marine ed il gruppo Azimut-Benetti per lo sviluppo del nuovo sistema di propulsione ZF POD 4000, è stato effettuato un importante test comparativo per provare l'efficienza di questo nuovo prodotto che permette di aumentare le prestazioni, di eseguire gli ormeggi con il joystick e di accrescere la sicurezza della navigazione attraverso una migliore manovrabilità. Per il test sono state approntate due imbarcazioni Azimut 62S, entrambe equipaggiate con una coppia di motori Caterpillar C18 da 1015 cavalli, ma dotate di due sistemi di propulsione diversi allo scopo di confrontarne le prestazioni. Su un'imbarcazione è stata installata una tradizionale propulsione in linea d'asse della ZF, mentre sull'altra unità in prova è stato montato l'innovativo sistema di propulsione ZF POD 4000.

commercio, dai quali si differenzia anche per l'innovativo sistema di ancoraggio all'imbarcazione, coperto da uno specifico brevetto.

Dalle misure effettuate emerge come lo ZF POD 4000 riesca a sviluppare velocità più elevate già a partire da 11 nodi (+7%) sino a un incremento massimo (+10%) all'andatura centrale di crociera di 25 nodi. Mediamente si riscontrano aumenti di almeno 2 nodi in tutto il range compreso tra 25 e 36 nodi, con un miglioramento della velocità massima dell'imbarcazione di circa 2 nodi, a parità di potenza installata.

In pratica, l'aumento di rendimento in termini percentuali alle andature intermedie arriva fino al 10% e questo dato assume significato non solo da un punto di vista delle prestazioni, bensì anche per quanto concerne la diminuzione dei consumi e dell'impatto am-

scofa sulla superficie dell'acqua. L'imbarcazione equipaggiata con lo ZF POD 4000 raggiunge l'assetto corretto a una velocità molto più bassa rispetto al modello con linea d'asse. Infatti, l'Azimut 62S con la linea d'asse ottiene un efficace angolo di corsa a una velocità di 24 nodi, mentre con la propulsione ZF POD 4000 si ottiene il medesimo angolo di incidenza già a 16,5 nodi.

Lo ZF POD 4000 permette soprattutto di ridurre i consumi. Se si pone come riferimento una velocità media di crociera dell'imbarcazione, idealmente intorno ai 23 nodi, si nota come il nuovo sistema di propulsione permetta di ridurre il consumo di carburante anche oltre il 10% rispetto a un impianto tradizionale con linea d'asse. Alle andature più basse il sistema della ZF Marine ha sempre un rendimento notevole che porta a una riduzio-



Azimut 62S con ZF POD 4000

system. At a lower cruising speed rate the ZF Marine system always shows a remarkable yield rate leading to a fuel reduction by more than 10%. In the range between 27 and 36

knobs, the ZF POD 4000 is a device consisting of a reduction/inverter coupled to a steering pod equipped with counter-rotating propellers. It is compact and light and represents the evolution of the already marketed pod, standing out for the innovative boat mooring system, provided with a specific patent.

Il sistema ZF POD 4000 è un dispositivo costituito da un riduttore/invertitore accoppiato a un pod sterzante dotato di eliche controrotanti. È compatto e leggero e rappresenta l'evoluzione dei pod già in

bientale, nonché l'incremento dell'autonomia e la possibilità di utilizzare motori di minore potenza per raggiungere le stesse velocità. Un altro interessante parametro è l'angolo di incidenza dello ne dei consumi di oltre il 10%. Nel campo compreso tra 27 e 36 nodi, cioè alle velocità più elevate, il risparmio di carburante è sempre significativo, con valori vicini al 5%. Una delle caratteristiche più



importanti e più evidenti emersa nella prova di navigazione è il fondamentale contributo alla sicurezza fornito dalla propulsione ZF POD 4000.

Ognuno dei due pod si muove in modo indipendente, garantendo una superba risposta e un'eccellente virata.

In navigazione, la manovrabilità è ottima grazie al sistema di gestione elettronica che aziona i pod in modo indipendente per offrire sia una guida confortevole che veramente sportiva. L'imbarcazione risponde con prontezza ai comandi impostati con la ruota di timone. Il cambio o la correzione di rotta, l'accostata o l'evoluzione completa sono più rapidi e precisi.

Per quanto riguarda la manovrabilità in fase di ormeggio, lo ZF POD 4000 è governato attraverso un comando joystick, collegato al sistema integrato di gestione elettronica, che controlla tutte le funzioni in modo semplice ed intuitivo, a vantaggio di una manovra facile e sicura.

L'innovativo sistema ZF POD 4000 permette quindi di incrementare tutte le prestazioni dell'imbarcazione.

Si può altresì affermare che è possibile ottenere le stesse prestazioni dei modelli con linea d'asse impiegando motori di minore potenza, quindi di minore cilindrata e pertanto più leggeri e inoltre capaci di consumare meno carburante. Un altro elemento da considerare ai fini della sicurezza è il ridotto pescaggio dello scafo con propulsione pod, inferiore di quasi 3" rispetto allo scafo con linea d'asse. È però possibile realizzare carene che con un diverso posizionamento del pod consentano di ridurre ulteriormente il pescaggio. Lo ZF POD 4000 integra di serie la funzionalità "GPS position keeping" che, grazie a un controllo automatico dei pod, permette all'imbarcazione di mantenere la posizione prescelta senza effettuare alcuna manovra manuale, anche in

presenza di vento e correnti forti. La compattezza dell'impianto rende disponibile maggiore spazio a bordo, mentre i supporti che collegano il sistema all'imbarcazione riducono vibrazioni e rumore. Lo ZF POD 4000 è destinato a yacht di grandi dimensioni (da 60 a 120 piedi) con motori fino a 1200 cavalli.

Sono disponibili eliche di diverso passo, diametro e numero di pale per adattarsi alle varie applicazioni. L'impianto di governo è di tipo elettrico con angoli di barra interno ed esterno rispettivamente di 17° e di 34° gradi, che vengono elettronicamente controllati in funzione della velocità per garantire il massimo confort



#### NOTE TECNICHE

Lo ZF POD 4000 si compone di un elemento invertitore/riduttore situato nella parte superiore dell'equipaggiamento e di un corpo immerso con eliche controrotanti. Le dimensioni sono molto compatte e l'impianto offre un considerevole risparmio in termini di ingombro in quanto consente di montare i motori più a poppa rispetto alle tradizionali installazioni con linea d'asse, anche di quelle con invertitore V-Drive. In questo modo si può dedicare più volume alle zone abitabili e allontanare i macchinari dalle cabine migliorando il comfort acustico. Un innovativo sistema di montaggio brevettato permette di concentrare le forze sui longheroni della carena, cioè nel punto più robusto dello scafo. Otto ammortizzatori, di tipo silent block, minimizzano le vibrazioni trasmesse alla struttura e offrono la necessaria elasticità a tutto l'impianto. La potenza massima applicabile è di 1200 cavalli a 2300 giri/minuto.

di utilizzo a tutte le andature. Il sistema ZF POD 4000 è comandato tramite Smart Command e Joystick Manoeuvring System collegati elettronicamente utilizzando il protocollo CAN-bus. Lo scafo e la sua struttura di rinforzo devono essere appositamente approntati per l'installazione del pod. Il sistema viene posto a poppa, su una superficie di carena piana e parallela all'acqua, molto facile da realizzare perché non richiede alcuna particolare forma o inclinazione. I supporti del pod vanno ad appoggiarsi sui longheroni dello scafo, opportunamente sistemati alla corretta distanza tra loro. L'imbarcazione equipaggiata con il nuovo ZF POD 4000 ha un pescaggio contenuto grazie alle ridotte dimensioni dell'elemento immerso e alla conformazione della carena. In caso di urto con ostacoli sommersi, la parte inferiore del pod si stacca in corrispondenza del punto di fissaggio alla sua porzione superiore, lasciando intatta la carena e senza aprire alcuna falla nello scafo, in quanto le forze ven-

knots, in other words at higher speed rates, the fuel saving is always meaningful with an approximate 5% rate.

One of the main and most visible features which have been observed during the sailing trial is the essential contribution to the safety, given by the ZF POD 4000 propulsion system. Each of the two pods operates independently, thus guaranteeing an excellent behaviour and turn. While sailing, the manoeuvrability is very good due to the electronic system activating the pod autonomously, thus providing a comfortable and sportsmanlike steering. The boat shows a good control response of the steering wheel settings. Changing or correcting course, hauling and complete maneuver are faster and more precise.

As for the manoeuvrability during the mooring operations, ZF POD 4000 is handled by a joystick, connected to the integrated electronic system, controlling all the operations easily and intuitively for a simple and safe steering.

Therefore, the innovative ZF POD 4000 allows to increase all the boat performances and, even more, it is possible to obtain the same performance as the shafting models using less powerful engines, so less displacement and therefore with lower weight and lower fuel consumption rates.

Another technical feature to be considered as for safety is the lower boat draft with pod propulsion, lower than about 3" compared with the shafting model. Nevertheless, it is possible to construct hulls that, due to a different pod positioning can further reduce the draft.

ZF POD 4000 features various "GPS position keeping" working options, which due to an automatic pod control allows the boat to keep the selected position, without any manual maneuver, even in case of

weather conditions such as strong wind and currents. The system compact structure allows more on board room, while the supports connecting the system to the boat decrease vibrations and noise.

ZF POD 4000 is for large sized yachts (from 60 to 120 ft) provided with up to 1200 HP engines.

#### TECHNICAL DATA

ZF POD is based on a reduction/reversing element which is placed in the upper part of the equipment and on an underwater counter-rotating propeller casing. Its compact structure and the plant provide a sensible volume saving as it is possibile to mount the engines more astern compared with the traditional shafting or V-Drive reversing installation. Thus more volume is allowed in the living areas and the equipments can be moved far from the cabins with more soundproofing comfort.

An innovative patented mounting system allows to concentrate the force on the hull longitudinal members, that is the sturdiest part of the boat. Eight silent block type shock absorbers minimize the vibrations in the structure, providing the whole system with the required elasticity.

The max power which can be applied accounts for 1200 horse power at 2300 rpm. Various propeller pitches, diameters and number of blades are available, for every application adjustment.

The main plant is electric with internal and external flap angles of 17° and 34°, electronically controlled as a function of the speed rate, thus guaranteeing the highest operational comfort at any speed.

The ZF POD 4000 is controlled by the Smart Command and Joystick Manoeuvring System which are electronically connected through the CAN-bus protocol. The hull and its reinforcing structure must be espe-



cially designed for the pod installation. The system is placed astern, on a plane and parallel hull to the waterline, being easy to construct as it does not require any particular shape or inclination. The pod supports lean on the hull longitudinal members, especially arranged at the adequate distance between them.

The boat equipped with the new ZF POD 4000 features a rather low draft due to the small size of the underwater component and to the hull shape.

In case of an impact with immersed objects, the pod lower part is released at the fixing site to the upper part, leaving the hull unchanged without making a gap in the hull as the forces are loaded on the bolts connecting the underwater element to the head inside the boat. ZF POD 4000 is not provided by any trim tab as it is not necessary for the system operation.

Devices such as the intruders can be supplied by ZF Marine upon request.

Azimuth 62S can plane without using the intruders which have been installed to improve the comfort in case of rough sea or to remove heeling with waves and beam wind.

gono scaricate sui bulloni che collegano l'elemento immerso con la testa all'interno dell'imbarcazione. Lo ZF POD 4000 non dispone

di alcun correttore di assetto poiché non necessario per il funzionamento dell'impianto. Dispositivi come gli intruder possono essere

forniti da ZF Marine qualora fossero necessari all'imbarcazione. L'Azimut 62S entra in planata senza impiegare gli intruder che sono

stati installati per migliorare il comfort in condizioni di mare mosso o per annullare lo sbandamento con onde e vento al traverso.

#### IMBARCAZIONI IN PROVA / BOATS ON TRIAL

Imbarcazione Azimut 62S con Linea d'Asse Shafting Azimut 62S boat	Imbarcazione Azimut 62S con ZF POD 4000 Azimut 62S with ZF POD 4000
Lunghezza / Length: ft 19,06 m	Lunghezza / Length: ft 19,06 m
Lunghezza scafo / Hull length: 18,41 m	Lunghezza scafo / Hull length: 18,41 m
Larghezza massima / Max width: 4,9 m	Larghezza massima / Max width: 4,9 m
Pescaggio / Draft: 1,53 m	Pescaggio / Draft: 1,46 m
Dislocamento di prova al 50% del carico / Trial displacement at 50% load: 29,5 t	Dislocamento di prova al 50% del carico / Trial displacement at 50% load: 30,8 t
Motori Diesel / Diesel engines: 2 x 1015 cv Caterpillar C18	Motori Diesel / Diesel engines: 2 x 1015 cv Caterpillar C18
Velocità massima: 34 nodi / Max speed rate: 34 knots	Velocità massima: 36,5 nodi / Max speed rate: 36,5 knots
Velocità di crociera: 29 nodi / Cruising speed: 29 knots	Velocità di crociera: 31,5 nodi / Cruising speed: 31,5 knots
Diametro di evoluzione a 34 nodi: 205 metri Maneuver diameter at 34 knots: 205m	Diametro di evoluzione a 36,5 nodi: 90 metri Maneuver diameter at 36,5 knots: 90m
Serbatoio carburante: 2.700 litri / Fuel tank: 2,700 litres	Serbatoio carburante: 2.700 litri / Fuel tank: 2,700 litres

Condizioni di prova: mare calmo, assenza di vento, carico 50% di quello massimo / Trial conditions: calm sea, no wind, 50% max load.

	Linea d'Asse / Shafting		ZF POD 4000	
	Velocità (nodi) Speed rate (knots)	Consumo (lt/h) Consumption rate (lt/h)	Velocità (nodi) Speed rate (knots)	Consumo (lt/h) Consumption rate (lt/h)
rpm	dati ZF / ZF data	dati ZF / ZF data	dati ZF / ZF data	dati ZF / ZF data
600	6,8	4,5	6,8	4,4
800	8,6	22	8,6	21
1000	10,4	36	11,1	33
1200	12,5	48	13	44
1400	16,4	67,5	16,8	73
1600	20,4	89	20,8	85
1800	23,1	112	25,4	112
2000	27,2	140,5	29,4	155
2200	31,1	175	33,1	180
WOT	34,5	195,5	36,5	200

Entrambe le barche con Cat 1015 cv - 1300 litri di carburante e 4 persone a bordo / Both boats with Cat 1015 hp – 1300 lt fuel and 4 people onboard

# SoleSole e LunaLuna gli Astri del Cantiere Firebird



LunaLuna F50

Il Cantiere Firebird di Viareggio ha presentato alla scorsa edizione del Salone Nautico Internazionale di Genova due nuove imbarcazioni della linea Astri: il SoleSole F38 Vip, imbarcazione ideale per il diporto giornaliero valida per la pesca sportiva e per la navigazione lungo le coste, ed il LunaLuna F50, modello da crociera pluriaccessoriato con tre cabine e tre bagni, ideale per una navigazione confortevole, anche di lunga percorrenza. L'F38 SoleSole Vip è dotata di singolare carena a V, e può essere equipaggiata con due motori entrofuoribordo, sia a benzina che diesel, con potenze da 2 per 150Hp a 2 per 500Hp. Alla stessa linea appartengono l'F36 SoleSole, l'F37 Fisherman, e

l'F40. È attualmente allo studio il modello F42, con l'obiettivo di raggiungere un giusto compromesso tra affidabilità, versatilità di utilizzo, comfort e velocità. Nel Cantiere Firebird di Viareggio, il titolare Moreno Maestrelli è aiutato dalla sua squadra di 50 elementi, con la quale ha sperimentato il nuovo sistema di costruzione utilizzato per tutta la linea Astri, in produzione dal 2007. Tale sistema prevede la scocca a sandwich ed il poliuretano iniettato a doppio fondo; tutti i serbatoi delle imbarcazioni poi, sia del carburante che dell'acqua, sono in resina strutturale, perciò estremamente più robusti di quelli realizzati con il sistema tradizio-

nale, in quanto fanno corpo unico con il resto dello scafo e riducono a zero le probabilità di rottura o di perdite. I risultati sono eccellenti e pienamente soddisfacenti. E non c'era da aspettarsi altro dal Maestrelli, garanzia di stile e affidabilità: quattro sono i suoi trofei mondiali offshore, e venticinque gli anni di sua conduzione del Cantiere Tecnomarine. Moreno Maestrelli ha una esperienza decennale nella costruzione di barche da crociera e militari, ma soprattutto da corsa. È da attribuire a lui, infatti, la paternità del glorioso C42, nel ricordo di tutti gli appassionati.



SoleSole F36

## SoleSole and LunaLuna of Firebird Shipyard



Firebird Shipyard from Viareggio has attended the last edition of Genoa International Boat Show with two boats of Astri range: SoleSole F38 Vip, ideal for daily pleasure also valid for fishing competitions or for along coasts excursions, and LunaLuna F50, cruise model with multiple accessories provided with three cabins and three little toilettes, suited for comfortable navigations and long distance routes. SoleSole F38 Vip is fitted up with a singular hull in the shape of V and equipped with two inboard engines, that can be powered both diesel and petrol, at minimum 150Hp up to 500Hp. F36 SoleSole, F37 Fisherman, and F40 are all models in the same range called "Astri". It is now under consideration the F42 model, with the aim of reaching the right balance among reliability, versatility, comfort and velocity. Moreno Maestrelli, founder and owner of the Firebird firm, is helped by a 50 people staff at the shipyard in Viareggio; with this crew he experimented a new revolutionary construction system, used for the range "Astri", on going production since 2007.

This system is based on making the body of the boats in a two layers sandwich filled in with polyurethane injected like a double bottom. All tanks and reservoirs are in structural resin, so extremely stronger than those made in a traditional way, because they fit as part of the hull, reducing to zero damages or loss probabilities. The results are excellent and fully satisfying. And we couldn't expect anything different from Mr. Maestrelli, a guarantee in terms of quality and style: he won four times the world championships in the PO1 race class, and run for 25 years the famous Tecnomarine Shipyard. Mr. Maestrelli is very much experienced in building cruise and military boats, but created the glorious C42, in the memory of all keen amateurs.

The advertisement for MC Coating features a large white yacht at the top, followed by several cans of the company's products labeled 'Noxudol'. Below this is a photograph of a high-speed train. The text on the right side discusses the product's unique qualities and its applications in various industries.

La MC Coating in esclusiva Italiana è una nuova realtà unica nel suo stile e nel suo genere in grado di poter unire prodotti a spruzzo Technologicamente Avanzati per la protezione dalla corrosione, per lo smorzamento acustico, per la sostituzione delle piastre antivibranti, per l'isolamento termico e per la protezione dal surriscaldamento infrarosso solare di superfici abitualmente trattate con materiali convenzionali.

Il nostro mercato è focalizzato al mondo delle Costruzioni Navali, Off Shore, Industriali, Aeronautiche, Ferroviarie, Automobilistiche e Civili.

I prodotti corredati da Certificati di Enti Internazionali Navali, non sono secondi a nessuno.



### Sede Legale ed Uffici / Office:

Corsa Vandel, 34/d  
10090 - BUTTIGLIERA ALTA (TO) ITALY

Tel. (+39) 011.936.77.78  
Fax (+39) 011.931.94.06

Web Site: [www.mcoating.it](http://www.mcoating.it)  
E-mail: [info@mcoating.it](mailto:info@mcoating.it)

### PARTNER

#### RUST PROTECTION & SOUND DAMPING



## Ariete Primo

*Ariete Primo is the 2010 new entry in the Floating Life charter fleet. It is a 44 metres stylish converted tug, which offers all the charm and originality of an elegant yacht for exclusive cruises. Ariete Primo has preserved all the elegance of Old England.*

*The yacht offers a mosaic, tiled spa offering chromo therapy and aromatherapy, a gym, a hammam and a whirlpool bath. Ariete Primo is like a little town in itself: it has its own water-maker providing 320 litres of fresh water per hour. Electricity is not a problem thanks to three powerful generators.*

*Fuel load capacity is high - the boat can sail all the way from Europe to America without stopovers. A tugboat of 44 metres and 20 centimetres of steel, 635 tons with a draught of more than 4 metres travelling at up to 15 knots with a 2,700 hp engine fuelled by a 90 thousand litre tank, four decks transformed with a lot of work into an elegant, sober luxury vessel.*

### THE REFITTING

*It's great to see people share the Ariete Primo dream. The work was done with the aim of achieving a very delicate balance in every part of the boat. The tugboat's tiny crew cabins made way for elegant suites with interior design by architect Sergio Allori.*

*The ballast compartments that allowed the Ariete Primo to cut its draught from two to four metres in the waters of the Panama Canal were recovered as living space; the heavy iron decks were replaced by light alloy structures large enough to accommodate a helicopter landing pad.*

*But during this substantial structural renewal, overseen by architect Massimo Gregori Grgic and his team from Yankee Delta Studio, everything possible was done to preserve the boat's history and character. And so the binnacle of the compass, the fire-fighting springald, the big*

*lookout lights, the Panama Eye (a characteristic oval window for the sailor who helped the captain sail through the Canal's hazards unharmed) and other parts of the boat, first of all its engines, are still the original ones. This skilful balance of old and new, of traditional atmospheres and advanced technologies, is what gives the Ariete Primo its charm.*

### THE ON BOARD SERVICES AND THE CREW

*The most complex "fine tuning" operation so far has involved not the technical aspects of the boat but essential human components.*

*Being in charge of a boat that frequently has different guests on board, from all over the world, requires not only professional but also personal qualities: a very experienced*



*captain and a crew of eight – a chief engineer and his assistant, a boatswain, a cook (Italian), two hostesses, a steward and a sailor.*

### THE PHILOSOPHY

*With Ariete the speed also has a new, relative value.*

*Anything is better than the cruising speed of 12-13 knots that the Ariete Primo can provide under any weather conditions, with its 2,700 hp 600-rpm engine, without ever having to run away from the waves around it.*

## Ariete Primo

**FLOATING LIFE, SOCIETÀ SPECIALIZZATA NELLA GESTIONE, CHARTER E VENDITA DI SUPER E MEGA YACHT, È CENTRAL AGENT PER IL CHARTER DI ARIETE PRIMO**

Un rimorchiatore convertito a yacht di lusso per lunghe crociere di charme. Lunghezza 44 metri, scafo e sovrastrutture in acciaio, 635 tonnellate che pescano oltre 4 metri e toccano i 15 nodi di velocità sotto la spinta di 2.700 cavalli alimentati da un serbatoio di 90.000 litri; quattro ponti trasformati con un lavoro imponente in una imbarcazione raffinata e sobria in perfetto stile "Old England". Ariete Primo è una barca che conquista, un colpo di fulmine per gli amanti del mare di tutto il mondo, oggi disponibile in charter nei luoghi più belli del Mediterraneo. Acquistata nel 2004 da un famoso imprenditore italiano di elettrodomestici presso il Cantiere Ortona di Fiumicino, ristrutturata e ripensata per il suo nuovo impiego nei due anni successivi, varata dopo il refitting nel 2006-2007, Ariete Primo è già in pieno servizio con un plus assoluto ovvero una vera e propria spa di bordo completa di hammam, idromassaggio, gym center, cromoterapia, aromaterapia.

tivo; i pesantissimi ponti in ferro sono stati sostituiti da solide e resistenti strutture in lega leggera, dimensionate per accogliere l'atterraggio e lo stazionamento di un elicottero. Ma accanto a questo sostanziale rinnovamento strutturale, interamente seguito dall'architetto Massimo Gregori Grgic e dal suo team Yankee Delta Studio, l'amore per la conservazione della storia e del carattere della barca è stato totale. Così la chiesuola della bussola, le spingarde antiincendio, il grande faro di vedetta, l'occhio di Panama (la caratteristica apertura ovale da cui si affacciava il marinaio che doveva aiutare il comandante a condurre nel modo migliore la navigazione tra le insidie del Canale) e molto altro ancora, primi tra tutti i motori, sono ancora quelli originali. In questo equilibrio tra vecchio e nuovo, tra antiche atmosfere e nuove tecnologie, si dipana il fascino di Ariete Primo.

### LO STILE

Oggi si nota una tendenza netta, soprattutto nel mercato charter internazionale, verso le barche da lavoro, solide, concrete, di forte personalità. Gli ospiti che scelgono queste imbarcazioni hanno un concetto del mare molto tradizionale. Per loro il mare è piena libertà; e sono barche come questa che si sposano in pieno con la rudezza di bordo che è proprio una delle più genuine espressioni di libertà. Anche la velocità, allora, acquista un valore nuovo e relativo. Non c'è nulla di meglio dei 12-13 nodi di crociera che Ariete Primo garantisce sempre, in ogni condizione meteo, con i suoi 2.700 cavalli a 600 giri, senza mai fuggire dalle onde che lo circondano.

### IL SERVIZIO A BORDO

Essere responsabile di una barca che vede una frequente rotazione degli ospiti a bordo, con persone che giungono da tutte le parti del mondo, richiede doti personali, oltre che professionali, molto particolari soprattutto se si deve fornire un servizio di altissimo livello. Oltre ad un comandante di grande esperienza Ariete Primo ha un equipaggio composto da altre otto persone: un direttore di macchina e un assistente, un nostromo, un cuoco italiano, due hostess, uno steward e un marinaio.

# Eco Cat40: il catamarano ecocompatibile a propulsione ibrida

Eco Cat40 è un catamarano di 12 m progettato da AdvYacht Design con una nuova metodologia custom che segue requisiti di eco compatibilità.

Le linee di carena e lo studio sulla semilarghezza permettono una bassa generazione di onda di forma e lo rendono adatto per la navigazione co-

dalità elettrica. Il layout di coperta per le sue ampie dimensioni è pensato per dare tantissimo comfort a bordo; un grande prendisole a poppa,



## **Eco Cat40: the Eco-Friendly Catamaran by Hybrid Propulsion**

*Eco Cat 40 is a 12 mt catamaran, designed by ADVYACHT DESIGN through a new custom technology complying with the environmental friendly requirements. Infusion made reinforced and termanto/kevlar inserted plywoods make the structures very rigid and the bonding operations with the newly developed epoxy glues, guarantee reliability and high durability.*

*Almost all the components can be recycled, the furniture items and the numerous details are based on recycled materials. The boat itself can be recycled by 88%. The hull lines and the study of the half-length allows a low formation of a shaped wave, making it suitable for coastal sailing, in marine parks and wherever a low environmental impact is required.*

*The high yield rate hybrid propulsion and photovoltaic panels, which are placed on top of the deckhouse make it an autonomously power supplied unit. The engine sailing speed rate of max 24 knots and 6 knots in the electric mode allows to transport at ease 12 passengers by a range of 250 mgl, 2 h more in the electric mode. With its large size, the deckhouse layout has been designed to offer the highest comfort onboard. A large sun bathing area astern and a sofa with armchairs and kitchen unit are the dinette area, provided with top class finishes like those found in larger boats.*

*Large gangways and bow make it walkaround even while sailing, while the TTOP gives shelter to the passengers. In the boat two big cabins with a toilet have been arranged for 2+2 sleeping accommodation.*



Compensati di legno con rinforzi e inserimenti di termamento e kevlar applicati in infusione rendono le strutture estremamente rigide e gli incollaggi con collanti epossidici di ultima generazione lo rendono estremamente affidabile e durevole nel tempo.

Quasi tutti i componenti sono riciclabili e gli arredi e i numerosi particolari sono realizzati in materiale riutilizzato. Lo scafo è riciclabile per l'88%.

stiera, nei parchi marini e dove si necessiti un basso impatto ambientale.

La propulsione ibrida e i pannelli fotovoltaici ad alto rendimento posti sopra il top a copertura del ponte consentono una piena autonomia. velocità di navigazione max di 24 nodi a motore e di 6 nodi in modalità elettrica consente di trasportare in tutta tranquillità 12 passeggeri con un'autonomia di 250 mgl, più 2 h in mo-

mentre un divano con poltrone e un modulo cucina costituiscono la dinette. Sono previste finiture di pregio e di categoria equivalente a quelle utilizzate nelle grandi imbarcazioni. Grandi passavanti e una generosa prora lo rendono walkaround anche in navigazione, mentre il TTOP ripara gli occupanti.

Negli scafi sono ricavate due ampie cabine con w.c. per 2+2 sistemazioni letto.

- ECOBOAT** • è applicabile su superfici verticali
- ECOBOAT** • ha una evaporazione molto lenta
- ECOBOAT** • agisce in profondità, anche su strati si alto spessore
- ECOBOAT** • rimane umido a lungo, facilitando l'asportazione, anche dopo diverse ore
- ECOBOAT** • si lava con semplice acqua, evitando l'uso di solventi
- ECOBOAT** • non cola dalle pareti e non scorre via
- ECOBOAT** • non intacca in alcun modo supporti di fondo tipo gel.coat

**“ECOBOAT”**

**sverniciatore per antivegetativa senza solventi pericolosi**

**ECOBOAT** non emana cattivi odori, non è infiammabile, non volatilizza e non cola. **ECOBOAT** può essere applicato anche in ambienti chiusi perché non è infiammabile e non genera fastidiosi vapori. **ECOBOAT** è formulato con materie prime rigorosamente selezionate esenti COV, di sicuro utilizzo dove sono richieste le massime garanzie di igiene ambientale e di lavoro.

**REVOL ITALIANA**  
di Luca Ferrini

PRODOTTI TECNO CHIMICI  
PER L'INDUSTRIA

22012 Cernobbio (CO)  
V.le Matteotti, 39  
Tel./ Fax 031.51.11.16  
[www.revolt-italiana.it](http://www.revolt-italiana.it)  
[revolitaliana@fiscali.it](mailto:revolitaliana@fiscali.it)

## Maiora 31dp Domotics



The technology used on MY Maiora 31dp with domotics is much more advanced than the standard known for motoryachts of this dimension. This model Maiora 31dp is innovative for the advanced technologic solutions: the domotic system designed and made by Fipa Italiana Yachts is completely integrated with the EIBUS light control, clima system and eco-management, meteo system and Entertainment. From his personal touch-screen the owner can check the whole motoryacht with a simple touch: lights, temperature, audio-video system, access to CCTV cameras, meteo and navigation information. All of this both on board and from land, with the exclusive remote access. The Entertainment of MY Ramina is really painstaking with high definition standard HD for all the motoryacht, Video On Demand of the latest generation, professional audio standards, Audio on Demand system and Dolby Digital system in all the premium areas.

### FEATURES OF THE INTEGRATED SYSTEM

#### Professional Audio-Video Standards

The audio video quality used on this motoryacht has very high standards: HD for all the satellite video sources

and for all the monitors on board, Dolby Digital and stereo spectrum for the whole motoryacht. Each area has its Ipod system and total control and display of the contents on the local touch panel. Thanks to a Games Port in each area, furthermore, it is possible to connect any Playstation to the integrated system.

**Advanced Domotic Solutions - Virtual Steward**  
Thanks to the advanced integration system, this yacht



has some special domotic functions typical of the Virtual Steward system, the Virtual Steward that coordinates life onboard.

With just one touch it is possible to put the yacht in total Party Mode function or coordinate all the activities on board from breakfast to usage of tender. Thanks to the Virtual Steward the shipowner can wake up with his favourite music and have breakfast in the favourite area onboard, and it can create light settings suitable for a sweet awakening. In the list of domotic functions there is also the Cap-

# Maiora 31dp con domotica

La tecnologia utilizzata per il MY Maiora 31dp con domotica supera di gran lunga gli standard conosciuti per imbarcazioni di questa dimensione. Questo modello Maiora 31dp è innovativo per le soluzioni tecnologiche avanzate: il sistema domotico disegnato e realizzato da Fipa Italiana Yachts è pienamente integrato con il controllo luci EIBUS, il sistema di climatizzazione ed eco-management, il meteo system e l'Entertainment.

### CARATTERISTICHE DEL SISTEMA INTEGRATO

#### Standard audio video professionali

La qualità audio video utilizzata su questa imbarcazione ha standard altissimi: HD per tutte le fonti video satellitari e per tutti i monitor presenti a bordo, Dolby Digital e spettro stereo per l'intera imbarcazione. Ogni area ha il proprio Ipod system e totale controllo

dalla colazione all'uso del tender. Il Virtual Steward può far risvegliare l'armatore e i suoi ospiti con la musica preferita e la colazione nell'area di bordo prescelta, oltre che creare i settings di luce adatti per un dolce risveglio. Nella lista delle funzioni domotiche anche Captain's help: il comandante può infatti avere accesso al touch panel di ogni ospite a bordo senza lasciare la propria postazione, dando così supporto per l'uso del sistema o per ogni altra esigenza, senza turbare la privacy.

#### Instant Messenger esclusivo

Il MY Ramina, grazie al network IT and LAN esclusivo, ha il proprio sistema di Instant Messenger, grazie al quale ogni cabina ed ogni ospite a bordo può comunicare in tempo reale scambiandosi messaggi sui touch panel wireless di ogni area.

#### Controllo dal remoto

La barca può essere controllata dal remoto ovunque si trovi. Grazie a questo sistema, l'armatore può avere accesso da terra al suo touch panel personale di bordo dal suo personal PC, con controllo di tutte le funzioni come se fosse fisicamente a bordo.

#### Anti black out system

Il sistema integrato avanzato è protetto da un subsistema avanzato e altamente tecnologico. Tutte le elettroniche sensibili, infatti, sono in questo modo immuni da eventuali black out di bordo e da sbalzi di tensione.

#### Contenuto tecnologico

Un dato significativo del contenuto tecnologico del MY Maiora 31dp con domotica è dato dal numero di rack tecnici che contengono il cuore pulsante del sistema integrato: ben 6 rack alti 1 metro

Dal suo personal touch-screen l'armatore può quindi controllare l'intera imbarcazione con un semplice tocco: luci, temperatura, sistema audio video, accesso a telecamere CCTV, informazioni meteo e di navigazione. Questo sia a bordo che da terra, con l'esclusivo accesso remoto. L'Entertainment del MY Ramina è particolarmente curato con standard ad alta definizione HD per tutta l'imbarcazione, Video On Demand dell'ultimissima generazione, standard audio professionali, sistema di Audio on Demand e Dolby Digital in tutte le aree premium.

e visualizzazione dei contenuti sul touch panel locale. Grazie ad una Games Port in ogni area, inoltre, è possibile collegare qualsiasi playstation al sistema integrato.

#### Advanced Domotic Solutions - Virtual Steward

Grazie al sistema avanzato di integrazione, questa barca ha delle funzioni domotiche speciali tipiche del sistema Virtual Steward, il Maggiordomo Virtuale che coordina la vita a bordo. Con un solo tocco è possibile mettere la barca in totale funzione Party Mode o coordinare tutte le attività di bordo



ognuno, laddove imbarcazioni di queste dimensioni ne contengono solitamente 1 o 2 al massimo.

### Interfacce grafiche su misura

Le grafiche per l'interfaccia di controllo dei touch panel di bordo sono state totalmente personalizzate seguendo le esigenze ed il gusto personale del cliente.

La veste grafica di questo Maiora 31dp è quindi unica nel suo genere per design e funzioni di controllo. Queste grafiche possono essere regolarmente aggiornate e rinnovate a seconda delle nuove esigenze dell'armatore nel tempo.

*tain's help: as a matter of fact, the captain can have access to the touch panel of each guest on board without leaving his place, so that he can give support for the usage of the system or for any other need, without troubling privacy.*

**Exclusive Instant Messenger**  
MY Ramina, thanks to the exclusive IT and LAN network, has its Instant Messenger system. Thanks to it each cabin and each guest on board can communicate in real time by exchanging

messages on the wireless touch panels of each area.

### Control from remote places

The yacht can be controlled from remote everywhere it is. Thanks to this system, the owner can have access from land to his personal touch panel on board from his personal PC, with control of all functions as if he were physically on board.

### Anti black out system

The advanced integrated system is protected by an advanced subsystem that is highly tech-

nological. All the sensitive electronic apparatuses, as a matter of fact, are then immune from any black out on board and from sudden changes of tension.

### Technological content

An important datum of the technological content of MY Maiora 31dp with domotics is given by the number of the technical racks that contain the beating heart of the integrated system: even 6 racks of 1 meter height each, while yachts of these dimensions

usually contain 1 or 2 racks maximum at best.

### Customized graphic interfaces

The graphics for the control interface of the touch panels on board have been completely personalized following the needs and the personal taste of the owner. The graphic appearance of this Maiora 31dp is then unique in its kind for design and control functions. These graphics can be regularly updated and renewed according to the new needs of the owner during time.

**I MIGLIORI**  
nomi della nautica

La tecnologia Lectra:  
una risposta all'avanguardia per il  
controllo di costi, qualità e produzione

Creare

Sviluppare

Produrre

Ottimizzare

[lectra.com](http://lectra.com)

## Pleasure-Cruising in Apulia, Likely Tourism

Daniela de Palo

The Annual Report on Nautical Tourism, presented in Genoa during the last Genoa International Boat Show by UCINA – Nautical Section of Confindustria illustrates a growing sector. The national scenario is encouraging thanks to the loads of suggestions to potentiate infrastructures and foster tourism along Italian coasts raised up during the meeting, which was attended, among the others, by Luigi Grillo, President of Senatorial Commission VIII for Public Works, and Antonio D'Ali, President of Senatorial Commission XIII Environment and Territory.

There are 147,000 available berths in Italy, as they've been counted by the National Observatory for Water and Nautical Tourism, so it appears an essential politics meant to promote an environmental culture capable of protecting territories and their natural beauties, keeping them freely but respectfully enjoyable.

But it's not only about politics and culture. Let the numbers talk for us: the daily income per resident living in the place which hosts an average cruiser is like 102 Euros. The annual expenditure for services and maintenance into ports is around 14,000 Euros, and this amount jumps up to 100,000 Euros for mega yachts; a driven turnover which might catch the attention of those administrations affected by chronic laziness, or scepticism.

Just to give an idea of this sector: direct turnover has been like 6.18 billions of Euros in 2008, including constructors, assemblers, suppliers, components makers, and all port services enterprises.

The Genoa Boat Show gave place to 1,450 exhibitors and to 2,400 boats, of which 550 absolutely new, as to testify stability and growth

of an industrial section where the words boats and sea rhyme with Passion. That doesn't know Recession. In spite of the drop of 11% visitors and the bad weather, very little mild for the whole week, exhibitors declared satisfied. And that's why the crisis has been felt, most of all in the induced economy and among the factories of the supply chain, but the adaptation capability and the productivity reduction led inevitably towards the product innovation, in order to restore the sector by means of continuous research of new materials and concept design, as to anticipate new consumer profiles. We met President Giuseppe Danese of Apulian Nautical District, in order to ask few questions:

# Il diporto in Puglia turismo possibile

Daniela de Palo

Il Rapporto Annuale sul Turismo Nautico, presentato a Genova durante lo scorso Salone Nautico Internazionale in occasione del Convegno promosso da UCINA – Confindustria Nautica – descrive un settore in crescita. Il quadro nazionale è confortante, molte le proposte, per potenziare le infrastrutture e favorire il turismo da diporto, emerse durante il convegno di presentazione a cui hanno partecipato, per la parte istituzionale: Luigi Grillo, Presidente della Commissione VIII Lavori Pubblici al Senato, ed Antonio D'Ali, Presidente della Commissione XIII Territorio e Ambiente del Senato.

147.000 sono i posti barca sulle coste italiane, contati dall'Osservatorio Nazionale del Turismo dell'Acqua e del Turismo Nautico. Risulta indispensabile dunque una politica di sistema tesa a promuovere cultura e conoscenza del territorio, che coniugi tutela del territorio e fruibilità delle bellezze naturali. Ma non si tratta solo di cultura e conoscenza. Lasciamo che parlino i numeri: il reddito giornaliero pro capite a vantaggio del territorio che ospita il diportista medio è pari a 102 euro. Intorno ai 14.000 euro è la spesa annua per i servizi portuali di manutenzione ed assistenza alle imbarcazioni, valore che

sale fino a 100.000 euro per i mega yachts, un volume d'affari indotto che dovrebbe destare l'interesse anche di quelle amministrazioni più nicchie e pigre, o forse scettiche.

Per avere un'idea del settore nautico: il fatturato della nautica nel 2008 è stato pari a 6,18 miliardi di euro; si ricomprendono i costruttori, gli assemblatori, i sub fornitori e la componentistica, nonché tutti gli operatori dei servizi portuali.

Al Salone di Genova, visitato da 285.000 visitatori, tra curiosi ed operatori anche stranieri del settore nautico, erano presenti 1.450 espositori e 2.400 barche, di cui 550 assolutamente inedite, a testimonianza di stabilità e crescita di un comparto dove le parole barche e mare fanno rima con passione. Che non conosce recessione. Nonostante il calo dell'11% dei visitatori ed il cattivo tempo, poco clemente per quasi tutta la durata del Salone, gli espositori si sono dichiarati soddisfatti. Perché la crisi si è sentita, soprattutto nell'indotto e nelle società impegnate nella manodopera indiretta, ma la capacità di adattamento ed il ridimensionamento produttivo hanno inevitabilmente condotto il comparto verso l'innovazione di prodotto, per rilanciare il settore attraverso la ricerca di nuovi materiali, nuovo design e nuovi concept, a voler anticipare nuovi modelli di consumo.

Abbiamo incontrato il Presidente del Distretto Nautico regionale pugliese, Giuseppe Danese per rivolgergli alcune domande:

**A un consuntivo della 49<sup>a</sup> edizione del Salone Nautico Internazionale di Genova: il settore è in crescita e i numeri**





**parlano chiaro, perfino la politica sembra aver riposto più attenzione a tutto il comparto. A che punto siamo in Puglia?**

Sì, è vero. Il settore della nautica è in forte crescita e, finalmente, anche la Puglia sta beneficiando di questo processo di sviluppo. La costituzione del neo distretto per la nautica in Puglia rappresenta la voglia e la determinazione di tutti noi imprenditori del settore di voler progredire in modo che tutti possano usufruire dei vantaggi. La strada da percorrere è ancora lunga, ma con il supporto delle istituzioni e delle autorità di competenza sarà sicuramente meno tortuosa. Tutto ciò è dimostrato anche dalla ingente presenza qualitativamente elevata delle imprese pugliesi al Salone Nautico di Genova.

### Come sarà la edizione 2010 dello SNIM, a Brindisi, che cosa si aspetta, Presidente?

L'edizione 2010 del Salone della Nautica di Brindisi s'è svolta. Si avrà a disposizione uno spazio molto più ampio e quindi la possibilità di ospitare un maggior numero di imbarcazioni e di stands. Le amministrazioni competenti hanno promesso di dare un fattivo aiuto allo svolgimento di questo importante evento. E lo stanno dimostrando.



Giuseppe Danese,  
Presidente del Distretto Nautico  
regionale pugliese  
Giuseppe Danese, President  
of Apulian Nautical District

### Per quanto riguarda più da vicino il distretto, quali saranno i tempi di realizzazione?

Non lo sappiamo. Abbiamo presentato il Programma di Sviluppo alla Regione che raccolge le idee progettuali delle aziende nautiche pugliesi.

Come e quando si potranno attuare è ancora presto per dirlo.

### È d'accordo con la proposta del senatore Grillo di inserire le opere portuali, fino ad oggi realizzate da privati, tra le "grandi opere" pubbliche? E, se d'accordo: perché?

Onestamente, direi che se le Amministrazioni Pubbliche de-

*The 49<sup>th</sup> edition of Genoa Boat Show: there's a growth and numbers make it clear, even politicians seem paying more attention to the nautical industry.*

#### *How is it going in Apulia?*

*Yes, it's true. The nautical sector is growing strongly, and, finally, our region is getting benefits from this development process too. And this is proved by the high number of Apulian operators at the exhibition. The neo establishment of this Nautical District in Apulia represents the will to improve, so that everyone can take advantages.*

*It's a long path still, but with the help and support of Local Bodies and Authorities it should be less tortuous.*

#### *Would You give us some tips on next year Boat Exhibition SNIM, Mr. President, what will we expect?*

*Next year edition of nautical Exhibition of Brindisi will be a turning point.*

*We'll have larger spaces at our disposal, meaning a higher number of exhibitors, stands and boats. Local Bodies and Authorities promised*

*to give us a real aid for the organization of this important event. And they're showing us.*

#### *For what concerns the District, how about the timing of objectives?*

*We don't know really. It's too soon to say When and How our development planning will be fulfilled. We've just submitted the project to the regional government's approval.*

#### *Do You agree with Senator Grillo's proposal to enlist portual works, done by private companies up to today, among public "big works"? And, if so, why?*

*Frankly, I think that if all Public Bodies decide to finance every single "big work", considering the historical moment we're living, they wouldn't do anything better for Entrepreneurs. The effects of this kind of political decision on the Apulian nautical sector as far as I am concerned, are positive; we may attract new investors, also foreign investors, in our region, that could address their business to the nautical sector, creating factories and opportunities we can all take up with.*

## APPROFONDIMENTI

**1. L.R. n.23 del 3 agosto 2007** (modificata dalla L.R. n.36 del 14 dicembre 2007) recante norme in materia di "Promozione e riconoscimento dei Distretti Produttivi". Primo riconoscimento di distretto produttivo.

**2. Deliberazione della Giunta Regionale del 10 dicembre 2008** recante l'Accoglimento della domanda di costituzione del distretto produttivo della Nautica da Diporto.

[...] dalla Delibera: Uno dei settori produttivi di maggiore interesse prospettico. Esso si caratterizza per la sua estensione territoriale vasta, pur se maggiormente concentrata in Brindisi, Taranto e Bari.

Il radicamento e lo sviluppo del settore costituiscono un fattore strategico nelle politiche di promozione turistica della Regione, con particolare riguardo allo sviluppo del diportismo e della portualità turistica.

**3. Deliberazione Giunta regionale del 13 giugno 2008**

Accordi di Programma Quadro "Realizzazione degli interventi a sostegno dello Sviluppo Locale". Riprogrammazione.

[...] A valere sulla Delibera CIPE 138/2000 per complessivi 21.634.710,00

di cui euro 6.106.000,00 rivenienti dall'attuazione delle iniziative sub a) e sub b) sistema regionale della portualità turistica, registrati nella gestione dei regimi d'aiuto.

**4. 30 Settembre 2009: data di scadenza di presentazione della Programmazione di Distretto**

**5. 2010** È in dirittura d'arrivo la legge sulla riforma delle Autorità Portuali, che diverranno più snelle ed efficienti, oltre ad avere la possibilità di reinvestire in infrastrutture parte dei proventi IVA.

### I PLAYER DELL'OSSESSORATORIO

Provincia di Genova, DIEM (Dipartimento di Economia e metodi Quantitativi), CERIST (Centro per l'Innovazione e lo sviluppo del turismo), dell'Università degli Studi di Genova, e dell'Accademia della Marina Mercantile Italiana, che ha messo a disposizione gli spazi per la sede della prima unità operativa a Genova, frequentata già da due ricercatori impiegati nel monitoraggio costante della nautica e della marineria. L'OsseSSoratorio è aperto a tutti, soprattutto a Enti pubblici, e rappresenta un riconoscimento al settore di notevole importanza.



**bamar®**

Per gli appassionati ed i professionisti della vela di tutto il mondo, Bamar equivale ad affidabilità e qualità nelle prestazioni e nella produzione di attrezzatura velica.  
Nata dalla passione e dall'innovazione, la nostra gamma esclusiva di prodotti regala ad ogni uomo di mare e ad ogni equipaggio la vela che ha sempre sognato.

Centraline elettrico-idrauliche - Captive Winch - Equipaggiamento da coperta - Cilindri idraulici - Cilindri BPC Trim - Prodotti custom - Pompe manuali a pannello - Avvolgitori per vele di prua - Avvolgitori per randa

ARTE.srl via Talete, 2A int.3 47122 Forlì ITALY  
tel +39 0543 798670 fax +39 0543 792266  
[www.bamar.it](http://www.bamar.it)  
e-mail: arte@bamar.it - [www.rollgen.com](http://www.rollgen.com)



**parlano chiaro, perfino la politica sembra aver riposto più attenzione a tutto il comparto. A che punto siamo in Puglia?**

Sì, è vero. Il settore della nautica è in forte crescita e, finalmente, anche la Puglia sta beneficiando di questo processo di sviluppo. La costituzione del neo distretto per la nautica in Puglia rappresenta la voglia e la determinazione di tutti noi imprenditori del settore di voler progredire in modo che tutti possano usufruire dei vantaggi. La strada da percorrere è ancora lunga, ma con il supporto delle istituzioni e delle autorità di competenza sarà sicuramente meno tortuosa. Tutto ciò è dimostrato anche dalla ingente presenza qualitativamente elevata delle imprese pugliesi al Salone Nautico di Genova.

### Come sarà la edizione 2010 dello SNIM, a Brindisi, che cosa si aspetta, Presidente?

L'edizione 2010 del Salone della Nautica di Brindisi s'è svolta. Si avrà a disposizione uno spazio molto più ampio e quindi la possibilità di ospitare un maggior numero di imbarcazioni e di stands. Le amministrazioni competenti hanno promesso di dare un fattivo aiuto allo svolgimento di questo importante evento. E lo stanno dimostrando.



Giuseppe Danese,  
Presidente del Distretto Nautico  
regionale pugliese  
Giuseppe Danese, President  
of Apulian Nautical District

### Per quanto riguarda più da vicino il distretto, quali saranno i tempi di realizzazione?

Non lo sappiamo. Abbiamo presentato il Programma di Sviluppo alla Regione che raccolge le idee progettuali delle aziende nautiche pugliesi.

Come e quando si potranno attuare è ancora presto per dirlo.

### È d'accordo con la proposta del senatore Grillo di inserire le opere portuali, fino ad oggi realizzate da privati, tra le "grandi opere" pubbliche? E, se d'accordo: perché?

Onestamente, direi che se le Amministrazioni Pubbliche de-

*The 49<sup>th</sup> edition of Genoa Boat Show: there's a growth and numbers make it clear, even politicians seem paying more attention to the nautical industry.*

#### *How is it going in Apulia?*

*Yes, it's true. The nautical sector is growing strongly, and, finally, our region is getting benefits from this development process too. And this is proved by the high number of Apulian operators at the exhibition. The neo establishment of this Nautical District in Apulia represents the will to improve, so that everyone can take advantages.*

*It's a long path still, but with the help and support of Local Bodies and Authorities it should be less tortuous.*

#### *Would You give us some tips on next year Boat Exhibition SNIM, Mr. President, what will we expect?*

*Next year edition of nautical Exhibition of Brindisi will be a turning point.*

*We'll have larger spaces at our disposal, meaning a higher number of exhibitors, stands and boats. Local Bodies and Authorities promised*

*to give us a real aid for the organization of this important event. And they're showing us.*

#### *For what concerns the District, how about the timing of objectives?*

*We don't know really. It's too soon to say When and How our development planning will be fulfilled. We've just submitted the project to the regional government's approval.*

#### *Do You agree with Senator Grillo's proposal to enlist portual works, done by private companies up to today, among public "big works"? And, if so, why?*

*Frankly, I think that if all Public Bodies decide to finance every single "big work", considering the historical moment we're living, they wouldn't do anything better for Entrepreneurs. The effects of this kind of political decision on the Apulian nautical sector as far as I am concerned, are positive; we may attract new investors, also foreign investors, in our region, that could address their business to the nautical sector, creating factories and opportunities we can all take up with.*

## APPROFONDIMENTI

**1. L.R. n.23 del 3 agosto 2007** (modificata dalla L.R. n.36 del 14 dicembre 2007) recante norme in materia di "Promozione e riconoscimento dei Distretti Produttivi". Primo riconoscimento di distretto produttivo.

**2. Deliberazione della Giunta Regionale del 10 dicembre 2008** recante l'Accoglimento della domanda di costituzione del distretto produttivo della Nautica da Diporto.

[...] dalla Delibera: Uno dei settori produttivi di maggiore interesse prospettico. Esso si caratterizza per la sua estensione territoriale vasta, pur se maggiormente concentrata in Brindisi, Taranto e Bari.

Il radicamento e lo sviluppo del settore costituiscono un fattore strategico nelle politiche di promozione turistica della Regione, con particolare riguardo allo sviluppo del diportismo e della portualità turistica.

**3. Deliberazione Giunta regionale del 13 giugno 2008**

Accordi di Programma Quadro "Realizzazione degli interventi a sostegno dello Sviluppo Locale". Riprogrammazione.

[...] A valere sulla Delibera CIPE 138/2000 per complessivi 21.634.710,00

di cui euro 6.106.000,00 rivenienti dall'attuazione delle iniziative sub a) e sub b) sistema regionale della portualità turistica, registrati nella gestione dei regimi d'aiuto.

**4. 30 Settembre 2009: data di scadenza di presentazione della Programmazione di Distretto**

**5. 2010** È in dirittura d'arrivo la legge sulla riforma delle Autorità Portuali, che diverranno più snelle ed efficienti, oltre ad avere la possibilità di reinvestire in infrastrutture parte dei proventi IVA.

### I PLAYER DELL'OSSESSORATORIO

Provincia di Genova, DIEM (Dipartimento di Economia e metodi Quantitativi), CERIST (Centro per l'Innovazione e lo sviluppo del turismo), dell'Università degli Studi di Genova, e dell'Accademia della Marina Mercantile Italiana, che ha messo a disposizione gli spazi per la sede della prima unità operativa a Genova, frequentata già da due ricercatori impiegati nel monitoraggio costante della nautica e della marineria. L'OsseSSoratorio è aperto a tutti, soprattutto a Enti pubblici, e rappresenta un riconoscimento al settore di notevole importanza.



**bamar®**

Per gli appassionati ed i professionisti della vela di tutto il mondo, Bamar equivale ad affidabilità e qualità nelle prestazioni e nella produzione di attrezzatura velica.

Centraline elettrico-idrauliche - Captive Winch - Equipaggiamento da coperta - Cilindri idraulici - Cilindri BPC Trim - Prodotti custom - Pompe manuali a pannello - Avvolgitori per vele di prua - Avvolgitori per randa

ARTE.srl via Talete, 2A int.3 47122 Forlì ITALY  
tel +39 0543 798670 fax +39 0543 792266  
[www.bamar.it](http://www.bamar.it)  
e-mail: arte@bamar.it - [www.rollgen.com](http://www.rollgen.com)



## The New President of AS.PRO.NA.DI.

The AS.PRO.NA.DI. Association has elected as the new President of the Association, Giovanni Ceccarelli. He succeeds to Berardo Cittadini, who, nevertheless, keeps his working position in the board of directors staff. The debate at the meeting held in Rome, attended by many members was introduced by Andrea Vallicelli, who, as a Major of the town, together with Francesco Baratta and Aldo Gatti, has contributed highly to the association consolidation. Vallicelli has underlined the important role of the association activity in Italy, as well as the need to offer solutions according to the new market trends focusing on the services which are offered to its members, for example legal advice and cooperation with training institutions. Those who stood for the election as President were Giovanni and Massimo Paperini. Giovanni Ceccarelli, as the new President, has confirmed to be going to pursue the objectives set by the Programme and he asked for the cooperation of all in view of an actual involvement in the commissions to be established. Among the objectives pursued, the following are mentioned: achieving the same goals among the members, respecting each other, going on being the ideal place for all designers or advisers operating in the pleasure boat sector, trying to achieve the objective of 250 new member recruitment within two years' time. AS.PRO.NA.DI. should be also devoted to all the student members or to those who search for job opportunities, so as to support them as much as possible. The new President wishes the membership of one of their representatives who takes part actively in the organization and management tasks of the association. Other topics in the agenda are the division of Italy into four geographical macro-areas with the area managers working directly and locally, an updated mailing list to look for competences, promotion of the cooperation with the main federations working in this sector (Motonautica FIM, Vela, FIV, ancient boat associations) as designers' benchmarks. A joint cooperation with UCINA is searched for too, as well as the renewed participation as exhibitors in the International Genoa Boat Show and other main Italia boat events, but also relaunching the dialogue with ministries and authorities to acknowledge the association as the only one consultancy benchmark of the pleasure boat sector. Another objective is the organization of an important meeting in cooperation with similar foreign associations, for example SNAME or RINA as well as going on supporting the arrangement of SEAMED 2010. The statute shall be actualized too in view of new communication media (mail) and the new laws in force. The introduction of the honorary Chairman position and a federation project related to geographical areas are included too, but also adding the definition of a relationship with the Universities organizing post-university master courses and appointing an export coming from the academic world to be supported in creating the association "register" for the compulsory or suggested enrollment of the students who have obtained the Master or degree, and who are going to start their professional careers. Furthermore Commissions will be created linked to: the ministry, members and trade associations; safety and working positions; legal advisers, statute revisers; member students; legal enquiry; harbours; price lists and newsletters. Services for student members, for legal advice and training will be highlighted as well as the communication with media aiming at the creation of the association's newsletter.



L'ing. Giovanni Ceccarelli  
AS.PRO.NA.DI.  
LE NUOVE CARICHE:

PRESIDENTE:  
GIOVANNI CECCARELLI

VICE PRESIDENTE:  
GIOVANNI MARIA GRASSO

TESORIERE:  
PIER PAOLO DE CESARI

SEGRETARIO GENERALE:  
FRANCO GNESI

CONSIGLIERI:  
ATTILIO ALBEGGIANI  
FRANCO GNESI,  
PIER PAOLO DE CESARI,

GIOVANNI MARIA  
GRASSO, FABRIZIO DE  
SANTIS, Maela Lenci,

DAVIDE TAGLIAPETRA,  
BENEDETTO INZERILLO

PROBIVIRI:  
ROBERTO NICOLUCCI,  
ANDREA VALICELLI,  
MASSIMO PAPERINI

SINDACI:  
BERARDO CITTAIDINI,  
ALDO GATTI,  
FRANCESCO BARATTA

L'associazione AS.PRO.NA.DI. ha eletto nuovo Presidente Giovanni Ceccarelli: succede a Berardo Cittadini, che rimane nello staff direttivo dell'associazione.

Il dibattito assembleare, tenutosi a Roma alla presenza di numerosi associati, è stato introdotto da Andrea Vallicelli che, in qualità di sindaco, assieme a Francesco Baratta e ad Aldo Gatti ha svolto un importante lavoro per l'unità dell'associazione. Vallicelli ha ribadito l'importanza dell'attività associativa in Italia, unitamente alla necessità di fornire risposte adeguate alle mutate esigenze del mercato, focalizzandosi sui servizi ai soci, ad esempio l'assistenza legale e il rapporto con l'istruzione.

Candidati alla carica di Presidente erano Giovanni Ceccarelli e Massimo Paperini. Il neo eletto ing. Ceccarelli ha ribadito la volontà di perseguire quanto definito nel programma, chiedendo la collaborazione di tutti per un coinvolgimento fattivo nelle commissioni da istituirsi.

Fra gli obiettivi: riportare unità d'intenti tra gli associati, nel rispetto reciproco; continuare ad essere la casa di tutti i progettisti o consulenti che operano nel campo della nautica da diporto, cercando di raggiungere entro due anni i 250 iscritti. AS.PRO.NA.DI. deve essere inoltre la casa di tutti i soci studenti o di chi si affaccia al mondo del lavoro, per fornire loro il massimo sup-

porto: il neo Presidente auspica l'inserimento di un loro rappresentante, nel vivo delle fasi organizzative e gestionali dell'associazione. Altri punti del programma: la suddivisione dell'Italia in 4 macro aree geografiche, con responsabili di zona per operare direttamente sul territorio; una banca dati aggiornata per ricerca di competenze; promozione di rapporti con le principali federazioni legate al settore (Motonautica FIM, Vela, FIV, associazione barche d'epoca), per essere i riferimenti in materia di progettazione. È inoltre auspicabile la promozione di un rapporto paritetico con UCINA e il ritorno come espositori al Salone di Genova e alle principali fiere italiane del settore, oltre alla riapertura del dialogo a livello ministeriale/governativo per il riconoscimento dell'associazione quale unico polo di riferimento per consultazioni legate alla nautica da diporto.

### Chi è AS.PRO.NA.DI.

l'associazione è stata promossa l'8 dicembre 1972 e si è costituita a Genova il 23 ottobre 1973.

Il 30 marzo 1983 ha ottenuto il riconoscimento del Ministero della Marina Mercantile, di concerto con il Ministero dei Trasporti.

Dal dicembre 1984, nella persona dell'allora Presidente, l'AS.PRO.NA.DI. fa parte del Comitato Tecnico Gruppo esperti per la nautica da diporto in seno al Registro Italiano Navale (R.I.N.A.), dal 1989 si sono aggiunti in questo Comitato altri due Soci Ordinari.

Dall'ottobre 1986 è presente nella Commissione Ministeriale per la revisione della Normativa sulla Nautica da diporto.

Inizialmente (1973/1979) la sede è stata Milano, si è poi trasferita a Firenze (1979/1983) per ritornare infine a Milano.

nicazione (es. email) e nuove normative in vigore; introdurre la carica di Presidente Onorario e un concetto federativo legato alle aree geografiche. Definizione di un chiaro rapporto con Università e corsi post Universitari-Master: incaricare un consigliere esperto del mondo Universitario che dia un fattivo supporto per fare dell'associazione "l'albo" cui s'iscrivono "obbligatoriamente" o "consigliati", gli ex studenti di master o neo laureati che si affacciano al mondo del lavoro.

Verranno inoltre istituite commissioni legate a: rapporti con il Ministero; soci e categorie; sicurezza e lavoro; periti consulenti e tribunale; revisione statuto; soci studenti; questi-



L'assemblea di Roma,  
presso l'hotel Mediterraneo

Organizzazione di un convegno importante, in cooperazione con associazioni simili estere, ad es. SNAME o RINA, oltre a continuare il supporto organizzativo al SEAMED 2010. Si rende inoltre necessario attualizzare lo statuto alla luce di: nuove tecnologie di comu-

oni legali e pareri; portualità; tariffario; bollettino. Saranno potenziati i servizi a beneficio dei soci studenti, per tirocini e assistenza legale. Inoltre sarà potenziato il rapporto con i media, con l'obiettivo di giungere alla realizzazione del proprio bollettino.

# Araldite® impiegato nelle imbarcazioni a motore di lusso

I progettisti di un'imbarcazione high-tech di lusso, soggetta a particolari impatti e vibrazioni a causa della ridotta lunghezza (8,50 m), volevano assicurarsi che le sostanze adesive da loro scelte garantissero un incollaggio in grado di sopportare le sollecitazioni a cui sarebbe stata sottoposta. Avevano bisogno di una soluzione tecnica ad elevata resistenza.

In seguito alla realizzazione di prototipi con RenShape® BM5460, sono state condotte sperimentazioni utilizzando varie combinazioni di adesivi Huntsman.

I progettisti hanno potuto constatare come Araldite® 2015 fosse notevolmente superiore rispetto alle altre formulazioni, a causa della maggiore reattività, efficienza e qualità. Il processo decisionale è stato notevolmente influenzato dalla necessità di avere tempi di durata media per l'applicazione dell'incollaggio (compresi tra 30 minuti e 2 ore), nonché un costo ridotto (inferiore a 700 € per ogni



imbarcazione) e odori meno penetranti durante l'applicazione e la polimerizzazione. Questa imbarcazione definirà gli standard da adottare per l'incollaggio strutturale nell'industria nautica.

Si prevede che gli stessi prodotti

Huntsman verranno utilizzati anche su altri yacht. Nel 2010, oltre 25 imbarcazioni verranno ultimate grazie alla stretta collaborazione tra Huntsman e Gaches Chimie, per un risultato unico in termini di efficienza e qualità.

## Luxury Motor Cruiser Bonds with Araldite®

The designers for a luxury high tech boat, subject to impact and vibrations because of its short length (8m 50), had to be sure that the bonding characteristics of the adhesive combination they chose would withstand the stress. They needed a technical and strong solution for this high tech boat. After prototypes were made with RenShape® BM5460, trials moved on to adhesives from Huntsman where a number of combinations were trialled. The designers found that Araldite® 2015 was far superior to other formulations on the basis of better reactivity, efficiency, quality. Particularly important in their decision making process was the need for a medium time for bonding application (more than 30mn/less than 2 hours), low price (less than 700euros/boat) and less odour during application and polymerisation. This boat will set the standard for structural bonding in the marine industry. There are plans for other yachts to be bonded with the same Huntsman products. This year more than 25 boats will be delivered as a result of Huntsman and Gaches Chimie working closely together to deliver efficiency and quality.

Hi-Tech COMPO products are used as flow media and spacers for resins and foams in moulded components produced with RTM (Resin Transfer Moulding), VARTM (Vacuum Assisted Resin Transfer Moulding) and Infusion Technologies. The high alveolar vacuum index of these products, maintains the reinforcement (f.i. fibreglass mat) close to the mould surface and generates an open passage throughout which resins and foams flow easily and fast, in order to totally wet-out the composite component.

## MARINE INDUSTRY AND BUILDING SOLUTIONS



**Hi-Tech COMPO**  
**ITALDRENI**

**Hi-Tech Compo Division**  
Via F. Turati, 40  
20121 MILANO - ITALY  
Tel. +39 02 29003034  
Fax +39 02 29002452  
[www.italdreni.it](http://www.italdreni.it)  
[infocompo@italdreni.it](mailto:infocompo@italdreni.it)

**Head office and factory**  
Via Papa Giovanni XXIII, 14  
42020 S. Polo d'Enza (RE) - ITALY

## Campion Marine Selects Ashland's Envirez® Bio-Based Resin

Canada's largest fiberglass boat builder, Campion Marine Inc., is bringing improved environmental performance to its customers by being the first boat builder in the world to manufacture all of its boats with Envirez® bio-derived resin from Ashland Performance Materials, a commercial unit of Ashland Inc.

Envirez resin is the first resin that uses a substantial amount of soybean oil and corn derived ethanol in its formulation.

"Ashland's bio-based resin delivers the performance characteristics we want for our boats and it reduces our reliance on petroleum-based counterparts," said Brock Elliott, general manager, Campion Marine. "We are putting Envirez resin in all our boats. It is the right next step, and it is right for our world. Envirez resin's performance delivers higher ratings for strength and elongation. Our vision is to build the best from the best and that makes Envirez resin a natural choice."

Ashland selected Campion Marine to test Envirez resin in 2008 resulting in the world's first bio-based resin boats being built. Data from those tests support Envirez resin's use in high performance and recreational watercraft. Based on confirmed research, the move to Envirez resin by Campion will eliminate more than 100,000 pounds of CO<sub>2</sub> from entering the atmosphere. "We are pleased to be working with a great company like Campion to bring this technology to the boating public," said Mike Wallenhorst, director of product management, Ashland Performance Materials. "Envirez is a fantastic product that offers outstanding toughness and is a big step towards a totally renewable resin. It's exciting to realize that hundreds of boats made from Envirez resin will soon be navigating the world's waterways thanks to Campion."

Campion Marine has been building high-performance sport boats and cruisers for 36 years. The company, at its facilities in Kelowna, Canada, builds the Allante line of sport boats and cruisers, the Explorer sport utility watercraft, Chase high-performance boats and the Svfara wake/surf tow boats.

They manufacture more than 37 models and 48 variations of boats ranging from 16 to 30 feet in length and market and sell their boats in more than 30 countries.

Ashland Performance Materials is the global leader in unsaturated polyester resins and vinyl ester resins.

In addition, it provides customers with leading technologies in gelcoats, pressure-sensitive and structural adhesives, and metal casting consumables and design services.



# Campion Marine sceglie la resina Envirez® Ashland a base biologica

Il maggiore costruttore canadese di barche in vetroresina Campion Marine Inc. si propone ai propri clienti come primo costruttore a livello mondiale di imbarcazioni dotate di avanzate prestazioni ecocompatibili. La loro realizzazione si basa, infatti, sull'utilizzo della resina biologica Envirez®, prodotta da Ashland Performance Materials, unità commerciale di Ashland Inc. Si tratta della prima resina basata su una formulazione che utilizza in gran parte l'etanolo derivato dall'olio di soia e di mais.

La resina a base biologica soddisfa tutti i requisiti prestazionali delle imbarcazioni in produzione riducendo la necessità di utilizzare i prodotti a base di petrolio grezzo, come affermato da Brock Elliott, General Manager di Campion

Marine. L'impiego della resina Envirez è stato ormai esteso a tutte le imbarcazioni, scelta giusta e adeguata ai tempi. Essa offre infatti prestazioni avanzate in quanto a resistenza e allungamento e le strategie produttive del futuro si ispirano al principio di realizzare il massimo utilizzando il meglio, come nel caso della resina Envirez, definita "scelta naturale".

Nel 2008 Ashland ha selezionato Campion Marine per il collaudo della resina Envirez da utilizzare per l'attuale costruzione delle prime imbarcazioni a livello internazionale con la resina biologica. I dati ricavati dai test incoraggiano l'impiego di questa resina per imbarcazioni da diporto e di alta prestazione sportiva.

Ulteriori lavori di ricerca hanno

in seguito riconfermato che, grazie alla scelta della resina Envirez, Campion riuscirà ad eliminare più di 100.000 libbre di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera.

"Siamo lieti di lavorare con una grande azienda come Campion e di poter offrire questa tecnologia ai naviganti" ha affermato Mike Wallenhorst, a capo del reparto produzione di Ashland Performance Materials.

"Envirez è un prodotto unico per la sua eccezionale robustezza e segna un grande passo avanti per la realizzazione nel futuro di resine completamente rinnovabili.

È sorprendente rendersi conto che grazie a Campion, centinaia di barche costruite con la resina Envirez saranno presto in navigazione nelle acque di tutto il mondo."

Campion Marine realizza imbarcazioni sportive di alte prestazioni e da crociera ormai da 36 anni e nei cantieri di Kelowna in Canada costruisce la linea Allante di barche da regata e da crociera oltre ai natanti d'uso sportivo Explorer, le barche di alta prestazione Chase e le chiatte wake/surf Svfara.

La linea in produzione comprende più di 37 modelli e 48 varianti degli stessi da 16 a 30 piedi di lunghezza, commercializzati nei mercati di più di 30 paesi del mondo.

Ashland Performance Materials è produttore di fama internazionale di resine poliestere insature e di resine vinilestere, ma è anche fornitore di tecnologie produttive di gelcoats, adesivi pressosensibili e strutturali, di prodotti per la lavorazione nella fusione dei metalli e di servizi di progettazione.

# Le soluzioni Mydrin a marchio Simson per l'adesione strutturale

Mydrin, filiale italiana del gruppo Bostik, propone una gamma completa di prodotti per l'adesione strutturale di parti, sia in caso di giunto elastico (ad esempio incollaggio parabrezza, incollaggio elementi in policarbonato su metallo ecc.) che di giunto rigido (incollaggi metallo-metallo).

Per quanto riguarda l'adesione elastica, l'azienda propone adesivi ad alta tenuta della gamma Simson®, a base di MS polimeri, prodotti atossici, privi di isocianati e solventi.

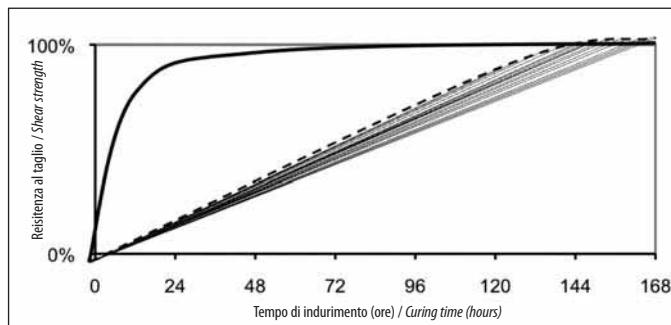
Oltre ad avere caratteristiche di alta durata nel tempo, ottima resistenza agli agenti atmosferici, ai raggi UV ed alle condizioni di temperatura estreme, queste soluzioni consentono di realizzare un efficace incollaggio elastico anche senza l'impiego di promotore di adesione (primer).

Gli MS polimero Simson® non si ritirano, non formano bolle, non attaccano chimicamente il policarbonato, infine non sono elettricamente conduttori (Fig.1).

Inoltre, per permettere un'elevata velocità di applicazione del giunto, Simson® ha sviluppato il sistema Dual Smp, ossia un catalizzatore dedicato che, aggiunto in minima parte al prodotto (2-4%), permette di incrementare notevolmente la velocità di indurimento, portandola da alcuni giorni ad alcune ore, rendendola nel contempo indipendente dalle condizioni di umidità (quindi svincolandosi sia dalla situazione stagionale che dal flusso di umidità ricevuto entro il giunto).

Un esempio del cambio di velocità è chiaramente percepibile nel grafico.

Per agevolare l'uso del siste-



ma Dual Smp, Simson ha sviluppato una pistola specifica, per permettere agli operatori l'uso agevole del sistema in tutte le condizioni di lavoro, con la possibilità di usare le comode confezioni da 400 ml di prodotto.

Per l'adesione strutturale rigida Mydrin propone una gamma di adesivi poliuretanici, con rapporto di miscelazione 1:1 e velocità di lavorazione variabile da pochi minuti ad un ora (misura del tempo aperto).

Tali prodotti della gamma Topfix sono esenti da solventi, ed hanno caratteristiche di ottima resistenza alle vibrazioni ed all'immersione negli idrocarburi. Possono essere usati senza

promotore di adesione sui metalli e sono estremamente versatili su superfici quali il legno, la vetroresina, le plastiche tecniche.

Le applicazioni vanno dall'incollaggio di basette passacavi e passa-tubi alla vetroresina, legno e metallo, all'incollag-



gio di paratie ed elementi strutturali della barca.

In figura 2 un esempio di basetta incollata con Topfix anziché avvitata su vetroresina.



## Mydrin Solutions from Simson® for Structural Bonding

Mydrin, the Italian subsidiary of Bostik group, offers a complete range of structural bonding adhesives, for elastic (e.g. windshields, polycarbonate to metal) or rigid joints (metal to metal).

For elastic joints, the company offers high sealant adhesives from the SIMSON® range based on MS polymers, which are non-toxic and free of isocyanates and solvents.

Besides being highly durable and resistant to atmospheric agents, UV radiation and extreme temperatures, these solutions provide effective elastic bonding without the use of an adhesion promoter (primer).

For rigid structural joints Mydrin offers a range of polyurethane adhesives, with a 1:1 mix and working speeds from a few minutes to an hour (open time).

These products from the Topfix range contain no solvents and offer excellent resistance to vibration or immersion in hydrocarbons. They can be used without a primer on metals and are extremely versatile on surfaces such as wood, fibreglass or plastics.

Applications range from hollow cleats and piping conduits on fibreglass, wood and metal, boat



bulkheads and other structural elements.

In figure 2 an example showing a cleat fixed to fibreglass using Topfix instead of screws.

## New 2B Sure Anti-Fouling System

F&B Yachting, a well known distributor in Italy of innovative and top quality boat accessories has introduced its latest outstanding product, exclusively devoted to our country. It is called 2BSure Anti-fouling and it is a modern electronic antifouling system, developed and manufactured by the Dutch company Bright Spark.

It works in a totally different way over the conventional and well known antifouling electronic systems; it is based on a control unit, two electrodes (anode and cathode) and related cables for marine use creating an electric field with an electrolytic cell around the bottom of the boat. Such a field gives rise to a small copper ion "cloud", inhibiting the formation and growth of all those sea micro-organisms which normally settle and reproduce in the bottom of the boats. The system is very simple and not at all invasive; it's enough to hang two immersed electrodes (astern and at the bow) forming a parabolic field, which can be about 20 mt long and about 8 mt wide (according to the water conductivity rate). Obviously, the system works very well in the sea water (with the highest electric conductivity) with lower performances in the fresh water, where its capabilities drop by 50%. Therefore, the first time, it will be enough to haul the boat and to clean well the hull with all its immersed parts using a water jet. 2B Sure Anti-Fouling, if daily used, protects the immersed hull, thus sensibly reducing the sea fouling reproduction and, in case they settle, they are weak and it is easy to remove them. 2B Sure Anti-Fouling uses either the direct current at 12 volt or the alternating current at 150-240 volt, therefore it can be supplied both by the boat itself and by the harbour power supply system. Its consumption rate is rather low: according to the selected power supply (low in winter, higher in summer), the consumption rate ranges from 600 mA per hour up to 1 Amp per hour. However, a solar panel or other on board power supply systems are enough not to risk flat battery occurrences.

On the contrary, at the harbours where the boats are regularly moored, the system can be applied directly and permanently at the boat docking and 220 V supplied. This would minimize the application of 2BSure when coming back to the harbour. The typical features and benefits of 2B Sure Antifouling are the following ones:

It is rather cheap: the system sales price is amortized just after one docking operation, one docking,  $\frac{1}{2}$  which is not carried out. Easy-to-use: it is driven by a very easy to use control unit. It is not invasive: it does not require any mounting operation on the boat. The hull maintenance time is just a few minutes: no boat hauling ashore; the first time it must be just hauled using a crane and to clean carefully the hull with a water jet system. Sometimes, the operation can be repeated, if necessary. It can be installed directly at the harbour: with an immersed electrode from the pier and the other one which is connected to the bottom, the system receives the boat and it starts working just when the control unit is on. It keeps the bottom and the underwater ropes cleaner. The same system works as well at 12 V cc or 150-240 V a.c. – therefore it can be supplied onboard or from the pier. Ecologic: it does not release polluting substances into the marine environment. The copper ions which are produced by the system, undergo quickly the oxidation process and are released without leaving any trace. Low consumption rates (motorboats): It keeps the hull clean even without antifouling paints or other products. The water friction are minimized

# Nuovo sistema anti-vegetativo 2B Sure

La F&B Yachting, azienda ormai nota per la distribuzione in Italia di accessori nautici innovativi e di grande qualità, annuncia un nuovo rivoluzionario prodotto in esclusiva per il nostro Paese. Si chiama 2B Sure Anti-Fouling ed è un nuovo sistema anti-vegetativo elettronico sviluppato e prodotto dalla olandese Bright Spark. Funziona in maniera totalmente differente rispetto ai più tradizionali e conosciuti sistemi elettronici anti-vegetativi: composto da una centralina, due elettrodi (anodo e catodo), ed i relativi cavi elettrici marini, forma un campo elettrico che crea una cella di elettrolisi intorno all'opera via della barca.



cende la centralina, ed ecco che si forma un campo parabolico che si estende (a seconda del grado di condutività dell'acqua) fino a circa 20 metri di lunghezza e circa 8 metri di larghezza. Ovviamente il sistema funziona al massimo in acqua di mare (dove si ha la massima condutività elettrica), e in maniera meno efficiente in acque dolci dove

queste saranno deboli e facilmente asportabili. Il sistema funziona indifferentemente con corrente continua a 12 volt o alternata 150-240 volt: può essere quindi alimentato sia dalla barca, sia dalla fornitura del porto. Il suo consumo è limitato: a seconda del livello di potenza scelta

(basso d'inverno, più alto d'estate), il consumo va da 600 mA all'ora fino a 1 Amp all'ora. È comunque sufficiente un pannello solare o altri sistemi di produzione di energia elettrica di bordo, per non rischiare di scaricare le batterie.

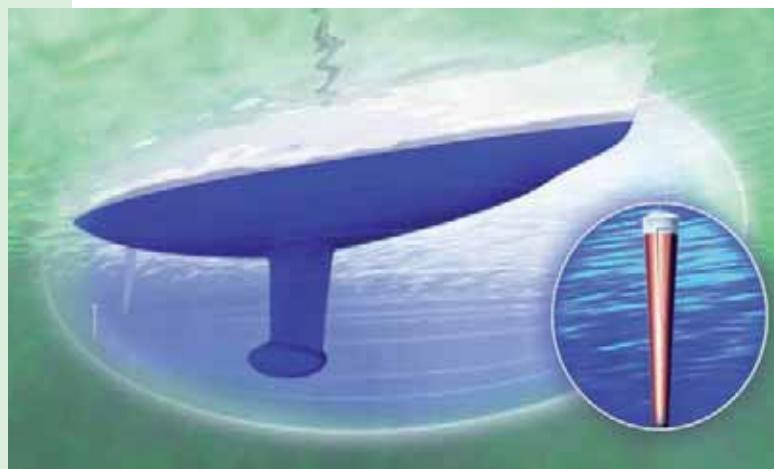
Nei porti invece dove le barche stazionano regolarmente, il sistema può essere applicato direttamente e in maniera fissa nel posto barca ed alimentarlo a 220 volt: ciò ridurrebbe al minimo la messa in opera 2B Sure quando si rientra in porto.

Queste le caratteristiche ed i vantaggi di 2B Sure Anti-Fouling: È economico: il prezzo d'acquisto del sistema si ripaga con circa un rimessaggio, un rimessaggio  $\frac{1}{2}$  non eseguito. Facile da usare: si comanda con una centralina semplicissima.

Non è invasivo: non richiede nessuna installazione sulla barca.

Riduce a pochi minuti i tempi di manutenzione della carena: non occorre tirare in secca la barca.

La prima volta basta alarla con la gru e ripulire bene la carena con una idropulitrice. Occasionalmente si potrà ripetere l'operazione se sarà necessario. Può essere installato direttamente nel posto barca: un elettrodo immerso dal pontile, l'altro attaccato direttamente al corpo morto,



Tale campo dà origine a una piccola "nuvola" di ioni di rame che inibisce la formazione e la crescita di tutti quegli organismi marini che normalmente si attaccano e proliferano nella parte sommersa della carena delle barche.

Il sistema è semplicissimo e assolutamente non invasivo: basta appendere sommersi in acqua (a prua e a poppa dell'imbarcazione) i due elettrodi, si ac-

la sua capacità si riduce fino al 50%. Sarà quindi sufficiente, la prima volta, semplicemente alare la barca e pulire bene la carena e tutte le parti sommersse con un idrogetto.

2B Sure Anti-Fouling, usato quotidianamente, proteggerà la carena sommersa riducendo sensibilmente la proliferazione delle formazioni organiche marine; qualora attaccchissero piccole incrostazioni,

il sistema riceve la barca ed entra in funzione semplicemente azionando la centralina.

Mantiene più puliti trappa e corpi morti.

Lo stesso sistema funziona indifferentemente a 12 volt continua o 150-240 volt alternata. Può essere quindi alimentato da bordo o dalla banchina.

Ecologico: non emette veleni nell'ambiente marino. Gli ioni di rame prodotti dal sistema, si ossidano e decadono velocemente senza lasciare traccia.



Elica e timone dopo 12 settimane senza protezione  
Propeller and rudder after 12 weeks without antifouling protection

rina) e si diminuisce in quella fredda (per diminuire il consumo di energie e degli elettrodi).

Richiede una bassissima manutenzione: gli elettrodi vanno sostituiti saltuariamente a seconda dell'uso (ogni anno e mezzo / 2 anni).

2B Sure Anti-Fouling protegge indifferentemente tutta la carena di barche a motore e barche a vela, compreso eliche, timoni, bow-thruster, ed eventuali altre appendici sommerse. Basta posizionare i due elettrodi in profondità e distanza sufficiente dallo



Elica e timone dopo 10 settimane con 2B Sure Anti-Fouling  
Propeller and rudder after 10 weeks' use of 2B Sure Anti-Fouling

Riduce i consumi (barche a motore): mantiene la carena pulita anche senza antivegetative ed altre vernici.

Si riducono quindi al minimo gli attriti dell'acqua in navigazione.

Aumenta le prestazioni: mantiene la carena pulita anche senza antivegetative ed altre vernici. Si riducono quindi al minimo gli attriti dell'acqua in navigazione.

Funziona sempre al meglio in ogni stagione: la potenza di lavoro è regolabile e si aumenta nella stagione calda (massima proliferazione ma-

scafo in maniera che tutte le parti interessate siano avvolte e protette dalla nuvola di ioni di rame.

Il miglior rendimento di 2B Sure Anti-Fouling si ottiene in acqua salata o salmastra, ovvero dove la condutività elettrica è più alta.

Correnti superiori a 5 nodi disperdonano la nuvola di ioni rendendo inefficiente il sistema.

2B Sure Anti-Fouling è un sistema isolato per cui non ha nessuna influenza su sistemi di protezione dalle corrosioni galvaniche (zinchi o anodi).

while sailing. Improved performances: it keeps the hull clean even without antifouling paints and other varnishes. The water friction are minimized while sailing. It works at best in any season: the working power can be adjusted; it is increased in the warm season (max fouling reproduction) and decreased in the cold season (in order to cut the energy and electrode consumption rates).

The maintenance requirements are very low as the electrodes must be replaced sometimes, depending on the use (every 1 year and a half/2 years).

2B Sure AntiFouling protects entirely the hulls of motorboats and sail boats, in-

cluding the propellers, the rudders, the bow-thruster and other immersed parts.

It is enough to position both electrodes in deep waters and at the proper distance from the boat so as to wrap and protect all the concerned parts through the copper ion cloud. The best yield rate of 2B Anti-Fouling is obtained in the sea or salty water, in other words where the electric conductivity is higher. Currents going over 5 knots disperse the ion cloud, making the system useless. 2B Sure Anti-fouling is an insulated system, so it does not affect at all the galvanic corrosion protection devices (zinc or anodes).



## Setting course to innovation.

MULTIAXIALS  
CLOSED MOULD REINFORCEMENTS  
SELF ADHESIVE FABRICS  
KITTED-FABRICS  
PREFORMS  
COMPOSITE PARTS

WIND ENERGY  
BOAT AND SHIPBUILDING □  
RAILWAY  
AUTOMOTIVE  
AEROSPACE  
PIPE RELINING  
CIVIL ENGINEERING  
RECREATION



[www.saertex.com](http://www.saertex.com) SAERTEX worldwide



SAERTEX Germany  
E-Mail: info@saertex.com

SAERTEX Stade, Germany  
E-Mail: info.stade@saertex.com

SAERTEX France  
E-Mail: info.france@saertex.com

SAERTEX Portugal  
E-Mail: info.portugal@saertex.com

SAERTEX USA  
E-Mail: info.usa@saertex.com

SAERTEX South Africa  
E-Mail: info.rsa@saertex.com

SAERTEX India  
E-Mail: info.india@saertex.com

SAERTEX China  
E-Mail: info.china@saertex.com

## Mastervolt Italy is Nearer to Its Customers

It's born the 'Energy Shop' network in all peninsula: AGM, gel, slim-line and ion-lit batteries and wide Mastervolt range quickly available, with warranty of high quality, safety and money saving

Starting from 2010 marine season, it's born the new 'Energy Shop' network of Mastervolt Italy: it's a sort of 'chain' of storehouses, strategically distributed in the national territory, available for installers and users, with materials always and real time ready for delivery. There are also many advantages. The idea of this network borns from the needs of marine operators to finding useful material to quickly carry out repairs and replacements, guaranteeing a high quality work. Besides, it borns from final users needs to buying accessories useful for their boats, without complications and delays.

During past season, an experimental project in Friuli Venezia Giulia, realized in collaboration with MG Servizi per la Nautica Monfalcone (North East Italy) had great success. Through the acquisition of the market feed back and always maintaining the 360° service as central part of quality concept, Mastervolt Italy decided to extend the project, doing collaboration agreements with its most qualified dealers in all Italy.

Thanks to 'Energy Shop' network of Mastervolt Italy, for the installers opens the possibility to supply a no problem service. For the dealers of the network, there is no need to store big quantities of materials, a service that Mastervolt Italy offers without more costs. For the final users the quality warranty becomes true; besides, they have a real money saving and possibility to treat with qualified professionals. For instance, batteries are heavy: with a stock always available, cost of trasport is zero and the delivery delays are ended.



Nasce la rete Energy Shop in tutta la penisola: batterie AGM, gel, slim-line e ioni di litio e l'ampia gamma delle apparecchiature Mastervolt disponibili in tempo reale, con garanzia di qualità, sicurezza e risparmio

A partire dalla stagione 2010, nasce la nuova rete Energy Shop di Mastervolt Italia: si tratta di una catena di depositi, distribuiti strategicamente sul territorio nazionale, a disposizione di installatori e utenti finali, con materiale sempre disponibile in tempo reale e molteplici vantaggi. L'idea della rete nasce dall'esigenza degli ope-

ratori del settore di reperire velocemente materiali utili ad eseguire riparazioni e sostituzioni rapide garantendo la qualità del proprio lavoro, oltre che dalla necessità dell'utilizzatore finale di comprare accessori utili alla propria imbarcazione, senza complicazioni e ritardi.

Nel corso della passata stagione, un progetto pilota nel Friuli Venezia Giulia, realizzato in collaborazione con MG Servizi per la

Nautica di Monfalcone, ha avuto grande successo.

Facendo quindi proprio il feed back proveniente dal mercato e restando fedele all'imperativo del servizio a 360° come parte integrante del concetto di qualità, Mastervolt Italia ha deciso di estendere il progetto, concludendo accordi di collaborazione con i propri dealer più qualificati in tutta Italia. Grazie alla rete Energy Shop di Mastervolt Italia, per gli installatori si apre la possibilità di fornire un servizio no problem, senza gravose necessità di stoccaggio presso il proprio magazzino di grandi quantità di materiale.

Un servizio che Mastervolt Italia offre senza costi aggiuntivi. Per gli utenti finali, diventano concreti garanzia di qualità, risparmio e possibilità di rivolgersi con fiducia ad interlocutori qualificati.

Ad es., le batterie sono pesanti: con uno stock sempre disponibile costo del trasporto e lungaggini nella consegna sono completamente azzerati.



# CR

Carlo Riccò & F.lli SpA  
Since 1955

Not Only common resins but specialities:  
Low styrene content resins (25-32%)  
"No roll" resins for PRFV  
Full range for sanitary reinforcement (ABS and PMMA)  
DCPD Lloyd's certified resins for marine use

Correggio (RE) Italy - [www.ricco.it](http://www.ricco.it)

# Sistemi robotizzati per la verniciatura di yacht

La domanda di yacht con scafi e coperte verniciati è in continua crescita, il grado di finitura estetica richiesto è di elevata qualità ed i cantieri si stanno attrezzando per far fronte a questa necessità. Garanzia di ripetitività, costanza di rendimento e controllo dei parametri di erogazione sono requisiti essenziali per poter raggiungere la qualità richiesta ed i robot antropomorfi abbinati a controllori fluidodinamici ed a software evoluti rispondono perfettamente a questi requisiti. La soluzione tecnica proposta dalla società Gaiotto

prevede l'installazione di robot a bordo di sistemi a "portale" denominati "gantry", che consentono la copertura di grandi superfici e garantiscono nel tempo una corretta deposizione dei prodotti vernicianti. L'intero sistema portale più robot è poi inserito all'interno di una cabina di verniciatura. I sistemi a portale, infatti, grazie alla loro particolare costruzione, non occupano spazio al suolo e possono essere installati in cabine esistenti senza operare importanti modifiche strutturali.

È bene comunque che la zona operativa sia dotata di ventilazione, filtrazione e termoregolazione dell'aria al fine di creare le corrette condizioni di spruzzatura e contemporaneamente evitare dannose concentrazioni di eventuali solventi. L'utilizzo di robot antropomorfi nelle operazioni di spruzzatura sia di gel-coat che di vernici non richiede specifiche figure a meno che non si vogliano utilizzare particolari tecniche avanzate di programmazione che ora descriviamo.

## PROGRAMMAZIONE OFF-LINE DEI ROBOT

Con la diffusione dei cad 3D negli uffici di progettazione e con l'evoluzione dei software di simulazione, si è resa disponibile questa nuova tecnologia di programmazione che permette di programmare il robot e di simularne le lavorazioni a computer e poi trasferirle alla cella robotizzata per la produzione del manufatto. Con questa tecnica si superano i limiti dei metodi di programmazione tradizionali, quali:

- la difficoltà di raggiungere in modo preciso i vari punti dell'oggetto soprattutto se di grande dimensione;



- la non disponibilità dell'impianto per la produzione, durante la fase di programmazione;
- la necessità di avere disponibile il manufatto prima di realizzare il programma;
- la difficoltà di ottimizzazione del processo.

## RILEVAMENTO POSIZIONE

La posizione dell'imbarcazione in cabina è fondamentale. Il sistema è corredata dalle necessarie apparecchiature per la verifica dell'esatta posizione

del manufatto ed anche delle sue reali dimensioni che potrebbero differire da quelle indicate dal disegno di progetto iniziale utilizzato per la realizzazione del programma. Il rilievo dell'esatto posizionamento spaziale è realizzato grazie all'utilizzo di sistemi di visione o di tastiera meccanica installati sul polso del robot, mentre la verifica delle reali dimensioni dell'imbarcazione può essere realizzata mediante un processo di "reverse modelling". Successive procedure di rototraslazione e correlazione permetteranno di adattare il programma creato sul simulatore alla reale posizione e forma del manufatto.



## Robotized Systems for Yacht Painting

The increasing demand for yacht painting is growing more and more, the aesthetic degree of finishing required is of a very high quality and the nautical yards are more and more equipped in order to meet this increasing need. Repeatability, Reliability and Control of spraying parameters are essential requirements in order to attain the quality required. Moreover the anthropomorphic Robot combined with fluid mechanical controllers and updated software are really tailored to this kind of request. The technical solution proposed by Gaiotto involves the robot installation on gantry systems which allow covering of big surfaces and a correct application of painting products. In fact, gantry systems thanks to their particular manufacturing are not placed on ground so they can be installed in existing booths without particular structural modifications. In any case it is suitable to have a working area with fan system, filtering one as well as thermoregulation of air in order to create the good conditions of spraying and simultaneously avoiding dangerous concentrations of eventual solvents. The use of anthropomorphic robot in the spraying operations both of gel-coat and paints doesn't require the presence of personnel, only in the case of particular advanced technologies concerning programming that we are describing following .

## ROBOT PROGRAMMING: OFF-LINE SYSTEM

With the improvement of 3D in the project offices as well as thanks to the evolution of simulation software, this new technology of programming has been necessary. It allows to program the robot and simulate trajectories on pc transferring them to a robotized cell for the item production. With this kind of programming it is possible to overcome the limits of traditional methods such as:



- Difficulties in attaining exactly the different points of the object above all if the item is of big dimensions;
- the not availability of the plant for production during the phase of programming;
- the necessity of having the item availability before the realization of the program;
- difficulties in optimizing the process.

## POSITION RECOGNIZING

The position of the boat inside the booth is very important. The system is equipped with the necessary tools for testing the exact position of the item as well as its real dimensions that could be different from the ones indicated in the beginning project just used for the realization of program.

The exact recognizing of positioning in the space is realized thanks to the use of vision system or mechanical device installed on Robot wrist, while the test of the real dimensions of the boat can be realized by a process of "reverse modelling".

Following the procedures of rotational translation and the correlation will allow to adapt the created program on simulator to the real position and shape of the item.



## New HRO "Seafari Versatile" Desalination System Range

The new range of desalination products manufactured by Horizon Reverse Osmosis (HRO) is called Seafari. This company was founded in 1975 and at present, it is one of the leading manufacturers of reverse osmosis desalination systems for applications at shipyards.

The new Seafari Versatile, which has been marketed since January 2010, both in the compact and modular versions, features a particular shape making the installation and the maintenance operations easier.



5 Seafari Versatile models, available on the market, can produce up to 70-110-140-220-285 lt per hour. Due to its versatile design it is possible to recover more 13 cm room, making the installation easier, but also to reach the membranes from both sides for an easier maintenance.

Its simple working mechanism allows the users to control carefully both functions and adjustments. Simple and reliable, the new Seafari Versatile is the ideal desalinator for any boat. It is distributed by Indemar SpA.

# Nuova gamma di dissalatori HRO "Seafari Versatile"

Si chiama Seafari Versatile la nuova gamma di dissalatori prodotta da Horizon Reverse Osmosis (HRO), società americana fondata nel 1975 ed oggi una delle maggiori case produttrici di sistemi di dissalazione ad osmosi inversa per l'applicazione nel campo della cantieristica navale.

Il nuovo Seafari Versatile, sul mercato da gennaio 2010 sia nella versione compatta, sia in quella modulare, si caratterizza per la sua forma, che ne facilita l'installazione e la manutenzione.

È in grado di produrre, nei 5 mo-

delli disponibili, 70-110-140-220-285 litri/ora.

Grazie al suo design versatile è possibile recuperare ulteriori 13 cm di spazio che ne agevola l'installazione, nonché accedere alle membrane da ambo i lati per una più facile manutenzione.

Il suo semplice sistema operativo permette agli utilizzatori un totale controllo delle funzioni e delle regolazioni.

Semplice ed affidabile, il nuovo Seafari Versatile è il dissalatore adatto ad ogni imbarcazione. È distribuito da Indemar SpA.

### Metalleido Components Srl | ABET Group

Metalleido [Gruppo Abet] lavora dal 1997 nell'ambito della fornitura di pannelli leggeri certificati IMO MED per la produzione di arredo di navi da crociera, yacht e traghetti veloci. Partita con la produzione del pannello brevettato MONOCORE®, dal 2000, parte con la linea automatica per la produzione di pannelli a base di nido d'ape d'aluminio con l'ESACORE. Lavora attivamente in oltre 18 paesi nel mondo (paesi CE, Brasile, Cile, Regno Unito, Medio Oriente), con un fatturato complessivo di oltre 50.000 m<sup>2</sup> (ESACORE), oltre 6.000 m<sup>2</sup> (MONOCORE) e oltre 20.000 m<sup>2</sup> di pannelli a base di schiume (non certificati), con fatturato totale sui € 3 milioni.

Metalleido [Abet Group] has been working since 1997 in the field of cruise ships, yachts and fast ferries interiors with its own product range of IMO MED certified light weight panels. Started with the patented panel MONOCORE® production, from the year 2000 developed an automatic production plant of aluminum honeycomb based panels ESACORE. Nowadays works in more than 18 countries in the world (CE countries, Brasil, Chile, United Kingdom, Middle East), with a total turnover of more than 50,000 m<sup>2</sup> (ESACORE), more than 6,000 m<sup>2</sup> (MONOCORE) and more than 20,000 m<sup>2</sup> of foam based panels (non certified), with a global turnover around € 3 millions.

Via IV Novembre 113  
16010 Borgo Fornari (GE) ITALY  
Tel.+39.010.9761539 Fax.+39.010.9780084  
Email: sales@metalleido.it Sito: www.metalleido.it

# Snake: calore seducente

Un oggetto che sinuosamente arreda, una tecnologia che diffonde calore: uno scaldasalviette dal segno grafico deciso

Ascoltare il consumatore, interpretare i cambiamenti, saper mettersi sempre in gioco sono alcuni dei segni distintivi di Scirocco, un'azienda innovativa che fa del calore un'arte, creando corpi scaldanti che vanno oltre la loro funzionalità per divenire oggetti d'arredamento.

Snake è uno scaldasalviette moderno dalla silhouette minimale che risponde alle esigenze dell'abitare attuale. Progettata dagli architetti Franca Lucarelli e Bruna Rapisarda la collezione Snake è realizzata



con un tubo cromato a sezione rettangolare di forte dimensione che si avvolge creando diverse forme: a serpentina,

quadrata o rettangolare e si presenta in tre altezze 450, 600, 710 mm ed in altrettante larghezze 850, 660, 500 mm consentendo di personalizzare la sagoma dei modelli. L'estrema attenzione di Scirocco al particolare si evidenzia nella struttura delle valvole che sono state disegnate seguendo la stessa sezione rettangolare dello scaldasalviette. Snake è disponibile nella finitura Cromo, in quella Inox spazzolato, nella finitura Oro e nei colori Scirocco. Ideale per ambienti giovani e minimali grazie all'eleganza del corpo scaldante che unisce funzionalità, rigore formale alla struttura semplice e pulita conferendo personalità anche agli ambienti più classici.

## Snake: Seductive Heating

*Sinuous furnishing and heat diffusion technology: striking towel heater design*

*The ability to listen to the consumer, adapt to change and remain constantly competitive are some of the distinctive strengths of Scirocco, an innovative company which has made an art out of heating, creating radiators which transcend functionality to become articles of furniture.*

*Snake is a modern, minimalist towel heater which responds to modern living requirements.*

*Designed by the architects Franca Rapisarda and Bruno Lucarelli, items in the Snake collection are made from a broad, rectangular chrome pipe, which is wound to create different shapes: the serpentine line, the square*

*or the rectangle and is available in three different heights (450, 600, 710 cm) and as many widths (500, 600, 850 cm), letting you personalise the shape of your model.*

*Scirocco's careful attention to detail is evident in the valve structure, designed to follow the same angular lines as the towel heater itself.*

*The elegance of this radiator, which combines functionality and precision of form with a simple, plain structure makes it ideal for a youthful, minimalist environment and gives personality to even the most classical surroundings.*



Gruppi di pressurizzazione per impianti idrici di bordo



**TELLARINI**  **POMPE**



Elettropompe a canale laterale per sentina in ottone o in acciaio inox AISI 316



Tellarini Pompe snc di G. Tellarini & C.

via E. Majorana, 4 - 48022 Lugo (RA) - Italia - Tel. 0545.22508 - Fax 0545.32362 - [www.tellarini.com](http://www.tellarini.com)

# La nautica riparte con Filippetti Yacht

La famiglia Filippetti torna con l'azienda Filippetti Yacht. A Fausto Filippetti, da più di trent'anni nel mercato nautico, si affiancano oggi i figli Martina e Giovanni. La nuova filosofia è un ritorno al passato della nautica: il cantiere costruisce un numero selezionato di barche, esemplari unici realizzati con artigianalità e dedicati unicamente ai veri appassionati del mare. Gli yacht Filippetti si articolano in tre linee: gli open Daemon, i flying bridge Evo e i green yacht Navetta. Dopo il varo, il legame tra Filippetti Yacht e l'armatore si rafforza grazie all'accordo con i cantieri navali San Rocco, a Trieste, e Isola Bianca, a Olbia, che assicurano tutti i servizi di refitting, manutenzione e assistenza. Il primo yacht Filippetti è una navetta di 26 metri, attualmente in

costruzione nel quartier generale di Mondolfo (PU). Questo yacht, firmato dal designer Pietro Mingarelli, inaugura una nuova serie di barche eco-chic progettate con criteri di sostenibilità ambientale: carena dislocante, linee morbide e rotonde, emissioni e consumi limitati, grande autonomia di acqua e carburante. Comfort di navigazione e rispetto dell'ambiente sono i principi fondanti di Navetta 26, dedicata a un armatore che ha uno stile di vita ecologico ed è attento al benessere ambientale. Navetta 26 sarà certificata "Green Yacht Star" dal RINA (Registro Navale Italiano), un prestigioso riconoscimento che attesta la tutela dell'ambiente e il risparmio energetico. Il varo della numero 1 è previsto a dicembre 2010.



## The Marine Sector is Relaunched by Filippetti Yacht



The Filippetti family comes back with the Filippetti Yacht company. With Fausto Filippetti, working for longer than thirty years in the marine market, from now on his son Giovanni and daughter Martina will start working. The new philosophy is like a "trip back" to the past of the boat sector: the shipyard has been constructing a selected number of boats, unique models which are created with high craftsmanship and which are devoted exclusively to the sea lovers. The yachts by Filippetti are grouped into three main lines: the open Daemon, the flying bridge Evo and the green yachts Navetta. After being launched, the partnership between Filippetti Yacht and the shipowner has been strengthened by the agreement with the shipyards San Rocco, in Trieste and Isola Bianca in Olbia, which can guarantee all the refitting, maintenance and assistance services. The first yacht by Filippetti is a 26 mt shuttle, being currently constructed at the headquarters of Mondolfo (PU). This yacht, signed by the designer Pietro Mingarelli, gives rise to a new range of eco-chic boats, which have been designed according to the environmental sustainability criteria: displacing hull, soft and round lines, low emissions and consumption rates, great water and fuel endurance. Sailing comfort and environment protection are the main features of Navetta 26 which was constructed for a shipowner showing an ecologic life style and who is concerned with the environment safeguard. Navetta 26 will obtain the "Green Yacht Star" certification by RINA (the Italian naval Register), a really prestigious award proving environment concern and energy saving. The launch of the number 1 has been scheduled for the month of December 2010.



Consorzio Export Nautico



FURLERS, HYDRAULICS & DECK EQUIPMENT FOR S/Y  
[www.bamar.it](http://www.bamar.it)



ELECTRICAL SYSTEMS,  
SWITCH BOARDS & AUTOMATION  
[www.biessesistemi.it](http://www.biessesistemi.it)



MOTORYACHTS  
[www.carnevaliyachts.com](http://www.carnevaliyachts.com)



ALUMINIUM AND THERMOPLASTIC  
HONEYCOMB CORES, FOAMS AND SANDWICH  
[www.cel.eu](http://www.cel.eu)



ACRYLIC SHEETS AND PLYCARBONATE COMPLEMENTS  
[www.dittafaraoni.it](http://www.dittafaraoni.it)



ALL KIND OF PLASTIC AND METALLIC QUICK FASTENERS  
(PANELS FIXING CLIPS, SCREWS, NUTS, CABLE RETAINERS, ETC.)  
[www.fastenerspelosato.com](http://www.fastenerspelosato.com)



RAFT AND INFLATABLE BOATS  
[www.focchi.com](http://www.focchi.com)



PEDAL AND OAR LIFE SAVING BOATS  
[www.martiniacqua.com](http://www.martiniacqua.com)



SAIL BOATS COMPOSITES SYSTEM  
[www.soleri.it](http://www.soleri.it)



SUARDI LORENZO

BRASS FITTINGS  
AND NAUTICAL ITEMS  
[www.suardilorenzo.it](http://www.suardilorenzo.it)



PLEASURE MARINE ACCESSORIES  
[www.trem.net](http://www.trem.net)



viale I.C. Farini, 14 - C.P. 401  
48121 Ravenna - Italy  
ph. - fax +39 0544 36289  
[info@nauticaexport.it](mailto:info@nauticaexport.it)  
[www.nauticaexport.it](http://www.nauticaexport.it)





# Alivio 2000, il comfort della quiete

Ridurre le vibrazioni e il rumore con la combinazione di aria e gomma

L'Alivio 2000 è un montaggio Megi-machine su cuscinetti ad aria, progettato da Phoenix Vibration Controls.

In questo assemblaggio sono presenti tutte le caratteristiche tecniche dell'aria e della gomma.

Progetti realizzati con successo si possono trovare nel settore nautico e industriale.

Ad esempio, gruppi elettrogeni e sistemi di propulsione, installazioni di pompaggio e macchine da taglio.

Grazie ad Alivio 2000, in queste applicazioni è possibile apportare grandi migliorie all'isolamento acustico e delle vibrazioni.

Gli attuali ammortizzatori di vibrazione e rumore offrono vantaggi e svantaggi. Gli ammortizzatori su cuscinetti ad aria sono costituiti da un sistema a bassa frequenza e sono indipendenti dal carico, ma presentano un basso smorzamento interno. Al contrario,

i sistemi ammortizzanti di gomma sono caratterizzati da un elevato smorzamento interno e l'effetto dipende dal carico. Poiché il liquido non è compressibile, gli smorzatori idraulici producono un alto effetto all'interno, causa per cui non sono in grado di assorbire le vibrazioni.

Grazie al know-how messo a punto e alla sperimentazione per "prove ed errori", Phoenix Vibration Controls ha sviluppato uno smorzatore quasi perfetto. L'Alivio 2000 si definisce per un sistema a bassa frequenza naturale abbinato ad un alto smorzamento interno.

È indipendente dal carico fino a un massimo di 5500 N di carico statico con spostamento limitato in tutte le direzioni. Il rapporto tra rigidità laterale-verticale è quasi pari a 1. Un altro grande vantaggio di Alivio 2000 è il suo rapporto costante di flessibilità a un regime operativo variabile da 200 a 550 kg, a pressione variabile da circa 2 a 6 bar.

Regolando la pressione dell'aria, è possibile ottenere il livello operativo ottimale. Poiché la rigidità verticale rimane

pressoché costante a questo range di pressione, l'ammortizzatore può essere utilizzato in vari campi di applicazione. Un'altra opzione possibile consiste nel regolare la pressione di ogni singolo ammortizzatore utilizzando un Manifold che può essere controllato a distanza in qualsiasi momento. Dopo aver installato Alivio 2000 su diversi generatori, compressori, motori e macchine con moto rotatorio, ci si è resi conto del successo dei risultati ottenuti.

Nel 2004 l'Alivio è stato montato sotto un generatore posto nella sala macchine dello yacht più grande del mondo, l'"Athena", costruito presso il cantiere Royal Huisman, Olanda. Durante la navigazione, non ci si accorge nemmeno che il generatore è in funzione.



## The Alivio 2000, your Silent Comfort

A unique damping of vibration and sound due to the combination of air and rubber

*The Alivio 2000 is an air cushioned Megi-machine mount designed by Phoenix Vibration Controls. All positive characteristics of air and rubber are united in this machine mount. Successfully realized projects can be found in the maritime and industrial sectors. Such as generator sets, propulsion, pumping installations and sawing machines. The results of vibration and sound isolation in these applications are strongly improved using the Alivio 2000. The existing vibration and sound dampers have their positive and negative characteristics. Air-cushioned machine mounts have a low system frequency and are load independent but have a low internal damping. On the contrary, rubber dampers have a high internal damping and are load dependent. Because liquid cannot be pressed together, the hydraulic dampers have an extremely high damping as a result of which they are not able to adjust vibrations. Basically based on this know-how and the necessary experienced "trial and error", Phoenix Vibration Controls has developed an almost ideal damper. The Alivio 2000 can be qualified through its low natural frequency with a high internal damping. The damper is load independent until a maximum static load of 5500 N and its limited displacement in all directions. The ratio between lateral - vertical stiffness is nearly 1. Another major advantage of the Alivio 2000 is its nearly constant low spring rate in the operative range between 200 and 550 kg under a variable pressure of 2 until 6 bar. By regulation of the air pressure, the optimal operating point can be achieved. Because the vertical stiffness remains constant over this pressure range, the damper can be used in a variable field of applications. Another possibility is to adjust the pressure of each individual damper by using a Manifold which can be adjusted from a distance at any time. After having installed the Alivio 2000 under several generator, compressor, engine and rotating equipment, we have come to the conclusion that the results are impressive. In 2004 the Alivio was mounted under a generator set in the machinery room of the world's biggest sailing yacht "Athena", built at Royal Huisman Shipyard, the Netherlands. Whilst sailing, one could not feel the generator set working.*

## Repertorio Nautico di Via Mare-by sea

la vetrina annuale del settore

per informazioni e adesioni all'edizione 2010 visita:

**www.viamarebysea.it**

organo ufficiale  
**octima**

- Dati Tecnici
- Pubblicità
- Abbonamento
- E-mail
- Repertorio Nautico
- Home

**VIA MARE**  
BY SEA  
DESIGN - CONSTRUCTION & FINISHING

ITALIANO  
ENGLISH  
official journal  
**octima**

VIA MARE BY SEA è una rivista bimestrale dedicata al settore della nautica ed è l'unica rivista tecnica bilingue, italiana e inglese. I lettori della rivista sono: progettisti, interior e exterior designers, cantieri di costruzione di imbarcazioni di qualsiasi stazza e dimensione. L'obiettivo di VIA MARE BY SEA è fornire articoli tecnico-formattivi, commenti sui processi di costruzione, informazioni su tutta la fase di armamento dello yacht e quant'altro possa servire ai cantieri di costruzione.

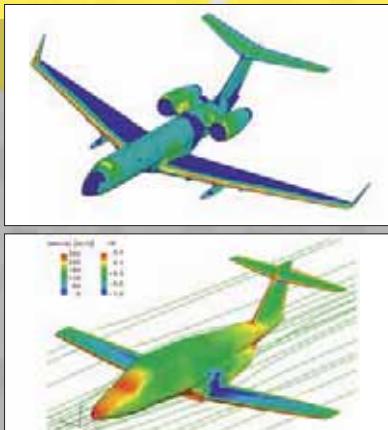
**REPERTORIO NAUTICO  
MARINE DIRECTORY**



Modena Fiere e l'associazione Octima vi invitano ad esporre a "Compositi Expo-Congress", Modena, 13/14 ottobre 2010  
 Modena Fiere and Associazione Octima invite you to exhibit at "Compositi Expo-Congress" in Modena, 14<sup>th</sup>/14<sup>th</sup> October 2010

L'associazione Octima e ModenaFiere, all'interno della manifestazione "MOTORSPORT EXPOTECH" Mostra Convegno Internazionale prodotti, tecnologie e servizi per il motorismo da competizione, dopo il successo delle precedenti edizioni presentano per il terzo anno consecutivo "COMPOSITI EXPO-CONGRESS" evento dedicato ai materiali e ai processi costruttivi nel mondo dei veicoli aeronautici, nautici e automotive.

ModenaFiere, within the International "MOTORSPORT EXPOTECH" exhibition and congress for products, technologies and services devoted to the racing motor sport, after the success of the previous editions, have introduced for three consecutive times the "COMPOSITI EXPO-CONGRESS" event, devoted to the construction materials and processes in the aeronautic, marine and automotive sector.



Questa edizione del Congresso sarà un evento unico nel suo genere, perché gli argomenti trattati nel corso dei due giorni sono dedicati a tematiche molto attuali:

- 1- **Uso dei materiali tecnologicamente avanzati** (compositi a varie matrici, materiali nanostrutturati e ibridi), resine e fibre di rinforzo di origine naturale nella costruzione di mezzi per l'aeronautica, l'automotive e la nautica.
- 2- **Impiego dei nanomateriali e ibridi** nella formulazione dei coatings per l'applicazione nei processi di finitura dei veicoli per l'aeronautica, l'automotive e la nautica.
- 3- **I trattamenti di superficie e i processi di finitura** sia polimerici che galvanici per le diverse tipologie di materiali.

Come sempre, le presentazioni saranno di alto livello tecnico-scientifico e, in considerazione del carattere internazionale dell'evento, sarà disponibile il servizio di traduzione simultanea.

**Circa 30 presentazioni, un programma originale e interessante**, 600 auditori molto qualificati attesi nei 3 convegni, la possibilità di incontrare e scambiare informazioni con speakers prestigiosi e stabilire nuovi contatti, questi alcuni dei motivi che fanno di **COMPOSITI EXPO-CONGRESS** un evento imperdibile.

A breve verrà inviato il programma dettagliato delle 3 giornate.

**Scrivete subito nella vostra agenda queste date: 13 e 14 ottobre 2010, arrivederci a Modena!**

ModenaFiere ha confermato le stesse offerte economiche delle passate edizioni per l'evento **COMPOSITI EXPO-CONGRESS**, mettendo a disposizione un'area espositiva al puro costo, offrendo così la possibilità alle aziende ed ai consulenti tecnici di essere protagonisti attraverso la loro competenza affinché Modena sia sempre più il punto di riferimento del mondo tecnologico.

*This edition of the Congress will be a unique event since the subjects which will be dealt with during this two-day lasting event will focus on current topics:*

**1- Use of technologically advanced materials** (composites and various matrices, nanostructured materials and hybrids), natural resins and reinforcement fibres for the construction process in the aeronautics, automotive and marine sectors.

**2- Use of nanomaterials and hybrids** for the formulation of coatings for application in the finishing processes of aeronautical, automotive and marine vehicles.

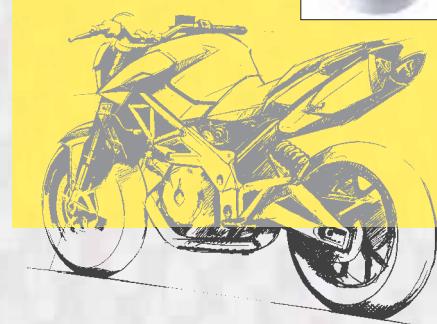
**3- The surface treatments and finishing processes**, both polymeric and galvanic for various types of materials.

*As usual, the presentations will feature a high technical-scientific content and, in view of the International format of the event, the simultaneous translation service will be available too.*

**About 30 presentations, an original and interesting programme**, 600 highly qualified auditors, who are expected at the three symposia, as well as the possibility to meet and exchange information with prestigious speakers through new contacts, are some of the key features making the **COMPOSITI EXPO-CONGRESS** an event not to be missed. In a short time a detailed programme of these three-day event will be sent.

**Write now these scheduled dates: 13<sup>th</sup> and 14<sup>th</sup> October 2010 and see you in Modena!**

ModenaFiere has confirmed the same offers as the previous editions of **COMPOSITI EXPO-CONGRESS**, with an exhibition area at the basic costs, thus giving the opportunity to companies and technical consultants to be real players due to their competence, making Modena more and more the benchmark of the technological world.



**Informazioni e prenotazioni:**

**Segreteria Organizzativa:**

Associazione Octima no profit  
via Ponte Nuovo, 26  
20128 Milano (Italy)  
tel. 02 2563143 - 2564253  
fax 02 26305621  
[info@octima.it](mailto:info@octima.it)





## Internautica 2010

The leading annual Adriatic International Boat Show, Internautica 2010, will take place in Marina Portorož, Slovenia from 11<sup>th</sup> to 16<sup>th</sup> May 2010. This year they will celebrate the 15<sup>th</sup> edition. Since its first edition Internautica has grown into most recognised consumer event in the area as well as the show where exhibitors report high product sales and business to business activity.

The success, high standards and impeccable organisation continue to draw a large number of local, as well as international visitors. As such, it is common for local marine manufacturers to launch new products at Internautica.

International Boat Show Internautica is also a member of the prestigious International Federation of Boat Show Organisers (IFBSO).

This six day event annually showcases over 300 new vessels, and hosts over 400 exhibitors from all over the world with as much as 1000 major maritime brands. Each year, Internautica attracts a vast number of audience; well over 30,000 visitors attend the boat show; from boating enthusiasts to maritime experts, of which a large number arrives with a purchase intention. Several major brands are invited to take on the role of Exclusive Partners of the project, giving them the opportunity to collaborate on the event and build a continuous business relationship.

The show stretches over 28,000 square metres of indoor and outdoor space. The indoors provide space for displaying smaller and inflatable boats, sailing equipment, engines, marine electronics and accessories, special services as well as products for boating lifestyle. The outdoor exhibition space expands every year as the demands of the exhibitors. For this purpose the floating piers were suitably extended, extra large mooring spaces for bigger yachts were added and major improvements in planning the exhibition areas were made.

Internautica's event programme will be focusing on the eco-friendly research & development, new technologies design and use with this in mind and raising awareness. The show will once again offer an array of events and plenty of diverse activities: for experts as well as for those who simply want to learn more about the boating lifestyle.

### EVENTS & COMPETITIONS

Traditional events accompanying the Boat Show will be the Annual Internautica Regatta, as well as the ever amusing traditional Old-timer parade of old time vessels and vintage cars. To enrich everyday program of the show, several educative events are organised such as conferences, seminars and expert meetings as well as maritime exhibitions with artwork by renowned Slovenian artists.

During the Gala Evening the awards for Boat of the Year 2010 and other prestigious titles will be presented. Every year all the registered exhibitors of the show compete for the title in the following categories: Sport Motor Boats,

Sailing Boats, Motor Yachts and Nautical Project of the Year.

The winners are selected by visitors and a special jury, composed of nautical experts.



# Internautica 2010

La 15<sup>a</sup> edizione di "Internautica", l'importante boat show internazionale annuale dell'Adriatico, si svolgerà a Marina Portorož in Slovenia dall'11 al 16 maggio 2010. Dalla sua prima edizione "Internautica" è ormai l'evento più apprezzato del mercato consumer di questa area, con notevoli volumi di vendita e di attività business to business. Il successo, gli elevati standard e l'impeccabile organizzazione continuano ad attirare un alto numero di visitatori locali ed esteri.

Il boat show internazionale Internautica opera in partnership con la prestigiosa International Boat Show Federation of Boat Show Organisers (IFBSO). Questo evento della durata di sei giorni mette in mostra tutti gli anni oltre 300 nuove imbarcazioni e ospita più di 400 espositori da tutte le parti del mondo, con 1000 dei maggiori brand marittimi. Ogni anno "Internautica" attira un vasto pubblico; più di 30.000

visitatori partecipano al boat show, dagli appassionati della nautica a esperti del mare, di cui un gran numero arriva con l'intenzione di acquistare. Diversi maggiori brand sono invitati ad assumere il ruolo di partner esclusivi del progetto, dando loro l'opportunità di collaborare all'evento e di costruire un rapporto d'affari continuativo.

La manifestazione si articola su oltre 28.000 metri quadrati di superficie, interna ed esterna. Gli interni ospitano le imbarcazioni più piccole e gonfiabili, attrezature per la vela, motori, elettronica e accessori di bordo, servizi speciali e prodotti per la vita a bordo.

Lo spazio espositivo esterno si amplia ogni anno, in risposta alle crescenti richieste degli espositori. Per questo motivo i moli galleggianti sono stati ampliati in modo adeguato per l'attracco di yacht più grandi e sono stati fatti importanti miglioramenti nella pianificazione delle aree espositive.

Il programma di eventi di Internautica si incentrerà sulla ricerca e sviluppo ecocompatibile, la progettazione e l'uso di nuove tecnologie a tal fine e suscitando consapevolezza. Ancora una volta "Internautica" offrirà una quantità di eventi e moltissime attività: per gli addetti ai lavori e per coloro

che semplicemente vogliono imparare di più sulla vita a bordo. Visitare "Internautica" è un'attività ricreativa divertente ma è anche un posto eccellente per raccogliere informazioni gratuite prima di decidere di acquistare un prodotto o servizio.

### EVENTI E COMPETIZIONI

I tradizionali eventi che accompagnano "Internautica 2010" saranno la Regata Annuale e, come consuetudine, la sempre divertente parata di antichi vaselli e auto d'epoca. Per arricchire il programma quotidiano dello show saranno organizzati diversi eventi didattici come conferenze, seminari e incontri con esperti ed esposizioni marittime con creazioni di artisti sloveni di fama. Durante la serata di gala saranno presentati i premi per l'Imbarcazione del 2010 e altri prestigiosi titoli. Ogni anno tutti gli espositori registrati dello show concorrono per il titolo nelle seguenti categorie: imbarcazioni a motore sportive, barche a vela, yacht a motore e progetto nautico dell'anno. I vincitori sono selezionati dai visitatori e una speciale giuria composta da esperti del settore nautico.



# IBEX 2010 si trasferisce

Dopo sette anni a Miami Beach, l'IBEX (International Boatbuilders' Exhibition and Conference) si trasferisce al Kentucky Exposition Center di Louisville, ampliato di recente. I rappresentanti dei comproprietari e produttori IBEX, la rivista Professional Boat-Builder (PBB) e la National Marine Manufacturers Association (NMMA) hanno affermato che entrambi i gruppi, insieme a un comitato consultivo proveniente dall'industria, hanno preso la decisione di trasferirsi dopo mesi di valutazioni e analisi di sedi alternative. Le date di IBEX 2010 sono dal 28 al 30 settembre 2010.

Carl Cramer, direttore associato di IBEX ed editore della rivista Professional Boatbuilder spiega: "Negli anni i nostri visitatori ed espositori hanno espresso crescente preoccupazione per i costi elevati nella Florida meridionale. Il nostro impegno principale come produttori dello show è di far felici i nostri membri e creare una fiera di elevata qualità. Siamo convinti che la nostra location a Louisville darà inizio a un nuovo successo".

"Siamo andati bene a Miami Beach, ma per i crescenti costi e i significativi cambiamenti avvenuti nell'indu-

stria della costruzione di imbarcazioni nell'anno passato, abbiamo pensato che fosse giunto il momento di trasferire IBEX in una location più centrale per ridurre i costi per partecipanti ed espositori", afferma Thom Dammrich, Presidente, NMMA.

"Abbiamo considerato diverse altre città per convention, ma Louisville offriva il meglio di tutto".

I risparmi di costi dovuti al trasferimento saranno molto apprezzati.

Gli espositori godranno di una riduzione del 6% dei costi espositivi e di circa l'8-10% del costo della manodopera nella nuova struttura. I prezzi degli hotel di Louisville sono inferiori in media del 20-30% rispetto a quelli di Miami Beach. Anche cibo e bevande costeranno circa il 23% in meno.

Il Kentucky Exposition Center è la sesta più grande struttura congressuale del Paese, che ospita attualmente sette delle 30 maggiori fiere nazionali.

La struttura d'importanza mondiale offre molto spazio per accogliere gli espositori, partecipanti e attività sia di IBEX che MAATS – e permetterà all'IBEX di espandersi non appena l'industria riprenderà a crescere nei prossimi anni.



## IBEX2010 Relocates

After seven years in Miami Beach, IBEX (the International Boatbuilders' Exhibition and Conference) is relocating to the newly expanded Kentucky Exposition Center in Louisville, Kentucky. Representatives from IBEX co-owners and producers, Professional BoatBuilder magazine (PBB) and the National Marine Manufacturers Association (NMMA), reported that the two groups, along with an industry-based advisory committee, made the decision to relocate culminating months of alternative site reviews and analysis. Show dates for IBEX 2010 are September 28-30, 2010.

Carl Cramer, IBEX show co-director and publisher of Professional BoatBuilder magazine, explains: "Over the years, our attendees and exhibitors have expressed increasing concerns about the high costs in south Florida. Our primary duty as show producers is to keep our constituents happy, and to produce a high-quality trade show. We are confident our location in Louisville will prove to be a successful new beginning." "We've had a great run in

Miami Beach, but due to rising costs, and the significant changes taking place in the boat-building industry during the past year, we felt it was time to move IBEX to a more central location that would lower costs for attendees and exhibitors," says Thom Dammrich, president, NMMA. "We considered several other convention cities, but Louisville offered the best of everything."

Cost savings due to the move will be well received. Exhibitors will enjoy a 6% reduction in exhibit costs at the new facility, as well as approximately 8-10% lower labor rates. Louisville hotel prices are average 20-30% cheaper than Miami Beach. Food and beverage will be approximately 23% less expensive.

The Kentucky Exposition Center is the sixth largest convention facility in the country, currently hosting seven of the top 30 tradeshows in the country. The world-caliber facility offers plenty of room to accommodate both IBEX and MAATS exhibitors, attendees, and activities – and will allow IBEX to grow as the industry rebounds over the next few years.

**Richmond Aerovac**  
umeco.composites

### IL PARTNER DEI PROFESSIONISTI NELLA PRODUZIONE DEI MATERIALI COMPOSITI

Materiali ausiliari per lavorazioni sotto vuoto a temperatura ambiente,  
in forno e in autoclave  
Film per sacco a vuoto  
Nastri sigillanti  
Non tessuti assorbenti e di ventilazione  
Film distaccanti  
Tessuti peel ply  
Nastri adesivi speciali  
Tessuti teflonati adesivizzati e non adesivizzati  
Accessori per linea del vuoto  
Sacchi riutilizzabili in gomma siliconica  
Intensificatori di pressione  
Misuratori di tenuta del vuoto  
Identificatori di perdite ad ultrasuoni  
Materiali ausiliari per infusione  
Reti per infusione  
Prodotti specifici per il trasferimento della resina  
Canalizzazioni speciali a spirale  
Profili in gomma siliconica  
Connettori di infusione riutilizzabili  
Materiali accessori specifici per infusione

I materiali sono disponibili a magazzino in Italia per un efficiente servizio alla clientela. Il nostro staff è a disposizione per assistere la clientela nello sviluppo di produzioni in infusione specifiche, dalla dimostrazione dei concetti di base fino all'ingegnerizzazione di produzioni industriali, anche di pezzi complessi e di grosse dimensioni.

Aerovac Systems Italy srl  
Centro direzionale Colleoni, Palazzo Andromeda Int. 3  
via Paracelso, 20 - 20041 Agrate Brianza (MI)  
tel. 039-6892987 fax 039-6894351  
info@aerovac.it www.aerovac.it



## Big Blu Roma Sea Expo

On 2<sup>nd</sup> March, after nine busy days, the fourth edition of the Big Blu Roma Sea Expo was concluded. The Boat and Sea Show has proved again to be one of the most important benchmarks for the boat sector and the figures confirm this statement: more than 140,000 people visited Big Blu, highly appreciating the new event format, based on an exhibition area of 90,000 sqm and 800 boats, which were displayed at the Boat Show Roma and Gommoshow, together with many scheduled institutional and cultural events focusing on the sea and marine topics.

Thanks to the important exhibition areas, which allow the manufacturers to display the entire range of boats, the number of attending shipyards operators which presented their products was greater, thus giving the visitors the possibility to experience directly all the models.

The novelties were numerous with the clear purpose to display in Rome the most important boats, and, with regard to this, the appreciation of the new event format should not be underestimated, which allowed the free visitors' entrance during the week, with a continuous visitors flow, also witnessing the sensible increase in the number of attending people. The hall devoted to the Sailing boats drew a great attention, not only as for the area devoted to the nautical sports' wear, but also due to the very high number of children who could experience this sport in the tank, feeling the emotion of steering small sail boats assisted by the FIV trainers.

Furthermore, Big Blu has attracted thousands sports fishing fans, who, every year, on the occasion of the World Fishing, can know more and more about the latest professional equipments in a steadily updated sector.

This data confirms also this year the success of Big Blu, an achievement which was reached also thanks to the cooperation of important partners such as MIPAF for the Forum Sistema Mare, Assomarin, Assonautica, FIV, Lega Navale Italiana and to the sponsorship of the Regione Lazio, Provincia di Roma and Comune di Roma, Union Camere Lazio, Chamber of Commerce of Latina and Rome.



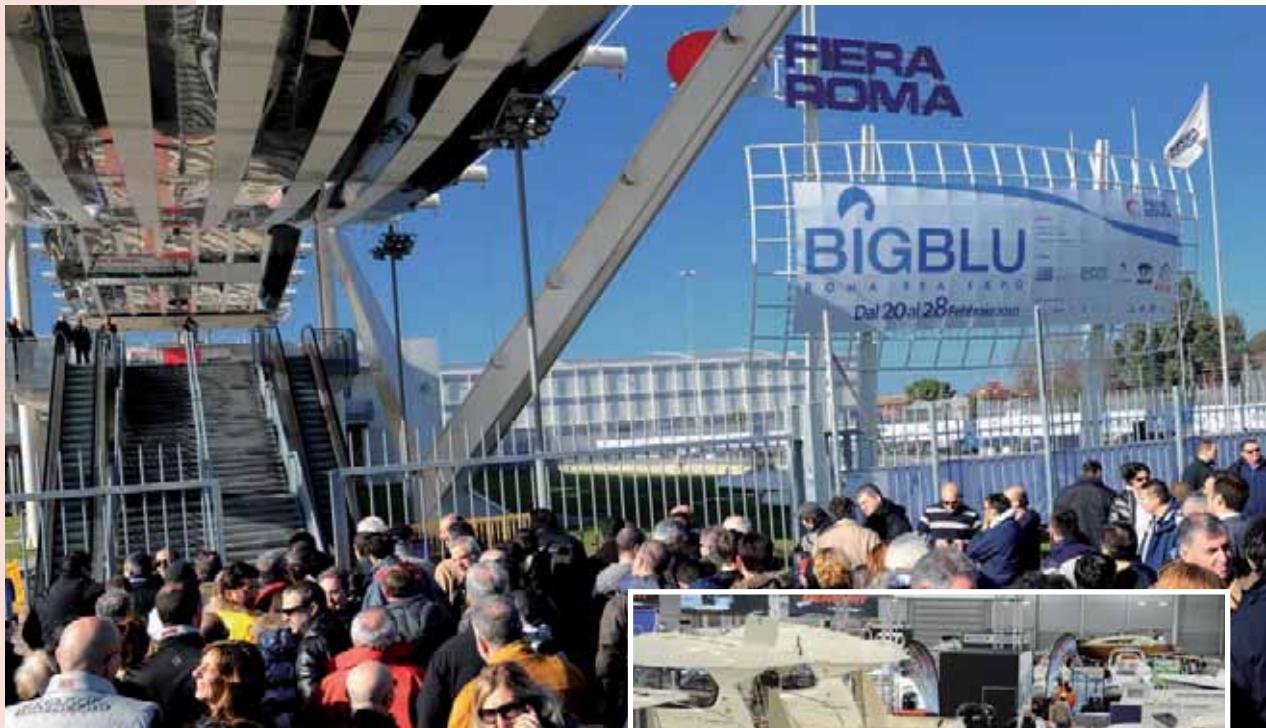
# Big Blu Roma Sea Expo

Si è chiusa il 2 marzo, dopo nove intensi giorni, la quarta edizione di Big Blu Roma Sea Expo. Il Salone della Nautica e del Mare di Roma ha confermato di essere uno dei punti di riferimento più importanti per il settore nautico e le cifre lo confermano: oltre 140.000 persone hanno visitato Big Blu dimostrando di apprezzare la

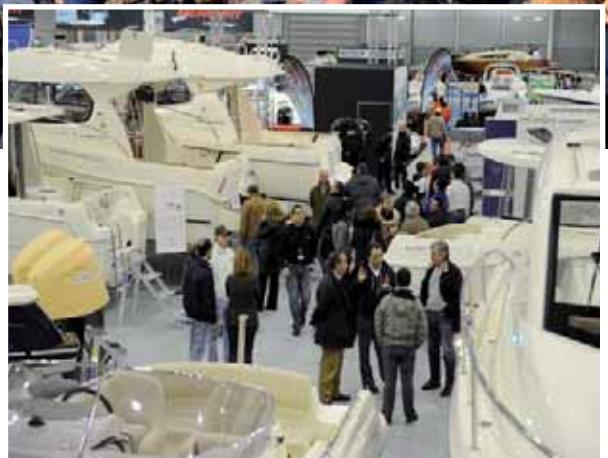
valutare, in questa ottica, l'apprezzamento per la formula che ha consentito il ritorno gratuito del pubblico nella settimana, cosa che ha permesso al Salone di avere un afflusso continuo di visitatori, riflesso avvertito anche nell'aumento sensibile delle presenze. Grande interesse ha riscosso il padiglione dedicato alla Vela:

Big Blu ha richiamato migliaia di appassionati di pesca sportiva che ogni anno al World Fishing hanno l'occasione di osservare le più moderne attrezature professionali in un settore in continuo aggiornamento.

Dati che confermano anche per l'edizione di quest'anno il successo di Big Blu, un risul-



nuova formula che accosta una rassegna espositiva di 90.000 mq e 800 barche in esposizione, divise fra Boat Show Roma e GommShow, ad un fitto calendario di eventi istituzionali e culturali sulle tematiche del mare e della nautica. Grazie alle importanti aree espositive che permettono ai produttori di esporre tutta la gamma, si è verificata una maggiore presenza dei cantieri che hanno esposto direttamente, dando così la possibilità al pubblico di toccare con mano tutti i modelli. Molte, poi, le novità esposte, con una tendenza a presentare a Roma le imbarcazioni più importanti; da non sotto-



non solo per l'area dedicata all'abbigliamento del settore nautico, ma anche per l'incredibile numero di bambini che nella vasca ha potuto avvicinarsi a questo sport, provando l'emozione di timonare piccole derive sotto la guida degli istruttori della Federazione Italiana Vela. E ancora,

tato raggiunto anche grazie alla collaborazione di partner importanti quali MIPAF per il Forum Sistema Mare, Assomarin, Assonautica, FIV, Lega Navale Italiana e al patrocinio di Regione Lazio, Provincia di Roma, Comune di Roma, Unioncamere Lazio, Camera di Commercio di Latina e Roma.



# Dati incoraggianti da boot Düsseldorf 2010

Dopo un anno economico molto difficile nel 2009, l'industria della nautica e degli sport acquatici guarda al futuro con speranza.

Circa 240.200 appassionati di sport acquatici da più di 60 diversi paesi hanno mostrato ragioni di ottimismo al "boot" Düsseldorf 2010 tenutosi lo scorso gennaio, anche per la crescita degli affari in molti segmenti del settore presenti alla fiera, un leggero incremento rispetto all'anno scorso, che ha visto 238.000 visitatori varcare le porte del centro espositivo di Düsseldorf.

Per tutti i nove giorni della fiera un totale di 1.568 espositori di 55 paesi hanno presentato in anteprima le loro imbarcazioni, nuovi tipi di attrezzature per sport acquatici e accessori in 17 sale dell'esposizione.

"Abbiamo centrato totalmente i nostri obiettivi! Siamo riusciti non solo a dare una spinta importante all'industria, siamo stati anche capaci di interessare un maggior numero di giovani e famiglie agli sport acquatici e alla fiera leader del settore, il boot di Düsseldorf" ha affermato Werner Matthias Dornscheidt, Presidente e CEO della Fiera di Düsseldorf.

Le prime stime rappresentative sui visitatori rafforzano tali affermazioni. In particolare, i visitatori più giovani, interessati agli sport più in voga attualmente hanno espresso soddisfazione per il tipo di offerta e il 64% ha dato una buona valutazione.

Circa 50.000 visitatori al boot di quest'anno provenivano dall'estero e un terzo degli ospiti dalla Germania meridionale, orientale e settentrionale.

La "prediletta" dai visitatori del boot è stata la barca a vela e quasi la metà degli ospiti ha



mostrato grande interesse per questo comparto. Circa il 35% dei visitatori ha rivelato un particolare interesse per le barche a motore e circa il 37% per le attrezzature e accessori per la nautica. Circa un quarto delle presenze, infine, ha visitato la fiera della subacquea, e il settore dedicato alle vacanze al mare "Big Blue Holiday World" ha attirato il 28% dei visitatori.

Il mercato delle barche e dei cabinati a vela ha avuto notevole slancio secondo l'Amministratore Delegato della BVWW (German Marine Federation), Jürgen Tracht. Le vendite sono al rialzo rispetto all'anno scorso e il business beneficia principalmente di prezzi più competitivi. Il segmento più popolare è rappresentato dalle imbarcazioni fino a 12 metri di lunghezza.

Le piccole imbarcazioni a motore sono molto richieste e la domanda delle imbarcazioni a motore nel segmento di medie dimensioni è circa allo stesso livello dell'anno scorso. Le attività commerciali vanno piuttosto a rilento per quanto riguarda i grandi yacht, ma l'industria è stata capace di creare alcuni eccellenti contatti a boot 2010, mantenere rapporti con i clienti esistenti e

fare alcune offerte specifiche, creando ottimismo per la vivace attività post-fiera. L'industria operante nel settore degli sport subacquei è molto soddisfatta e percepisce un forte andamento al rialzo. Un maggior numero di visitatori e buone vendite hanno caratterizzato l'intera durata della fiera in questo segmento.

Anche gli espositori di attrezzature nautiche e accessori di elevata qualità hanno molto apprezzato boot 2010. La valorizzazione e lo sviluppo delle imbarcazioni continuano ad essere di grande attualità. Anche i 14 parchi a tema di boot, in particolare il Sailing Center, il Big Blue HolidayWorld, il Diving Center e il Beach World hanno riscosso grande successo. Non solo l'Action Center nel salone 1 ha battuto i record per gli appassionati di sport acquatici più giovani, ma è stato anche di grande soddisfazione per gli espositori dell'industria, che auspicano di parteciparvi nuovamente l'anno prossimo. La prossima edizione di boot Düsseldorf si terrà il 22 e 23 gennaio 2011.

## boot Düsseldorf 2010 Is Encouraging

*After a very difficult economic year in 2009, the yachting and water sports industry is looking ahead to the future with confidence. Some 240,200 water sports enthusiasts from over 60 different countries showed cause for optimism at boot Düsseldorf 2010, which ended last January, as well as generating good business in many segments of the range on offer at the fair, a slight increase on last year, which saw 238,000 visitors pass through the doors of the exhibition centre in Düsseldorf. Over the nine days of the fair a total of 1,568 exhibitors from 55 countries presented boat debuts, new items of water sports equipment and accessories in 17 exhibition halls.*

*"We achieved our targets to the full! Not only did we succeed in giving the industry an important boost, we were also able to interest more young people and families in water sports and the leading fair in the industry, boot in Düsseldorf," said Werner Matthias Dornscheidt, Chairman and CEO of Messe Düsseldorf.*

*The first representative surveys of the visitors support these statements. In particular younger visitors, interested in trend sports, were very satisfied with the range on offer in this segment, with 64% giving it good marks.*

*About 50,000 visitors to this year's boot came from abroad and a third of the visitors came from the south, east or north of Germany.*

*The visitors' darling at boot was the sailing boat, with almost half of the visitors showing an interest in sailing boats. Some 35% of the visitors were especially interested in motor boats, and about 37% were most interested in boating equipment and accessories. Almost a quarter of the visitors came to see the diving fair, and the "Big Blue HolidayWorld" maritime travel market was the main attraction for 28%. The market for sailing boats and sailing yachts has picked up considerable momentum according to the Managing Director of the BVWW, Jürgen Tracht. Sales are more buoyant than they were last year, with business primarily profiting from more competitive prices. The most popular segment was boats up to 12 metres in length. Small motor boats are in great demand, and the demand for motor boats in the medium-sized segment is at about the same level as last year.*

*Business is rather sluggish for large yachts, but the industry was able to make some excellent contacts at boot 2010, maintain relationships with existing customers and make some specific offers, giving cause for optimism for brisk post-fair business. The diving industry is very satisfied and perceives a strong upwards trend. More visitors and good sales figures characterised the entire duration of the fair in this segment. The exhibitors of high quality boat equipment and accessories were also satisfied with boot 2010. The topics of value retention and upgrading boats remain hot topics. The 14 theme parks at boot, in particular the Sailing Center, the Big Blue Holiday World, the Diving Center and Beach World, also proved a big hit with the visitors. Not only did the Action Center in Hall 1 hit the mark for the younger water sports enthusiasts, it was also a big hit with the industry's exhibitors, who definitely aim to be a part of it again next year. boot Düsseldorf 2011 is scheduled to take place from 22 to 23 January 2011.*





## The world moves on, Seatec keeps in step with the times

Brunella Carugati - Seatec press office

Seatec – the International Exhibition of technology, subcontracting and design for boats, mega yachts and ships – organised by CarraraFiere from 10 to 12 February, is the most important trade fair in the industry in Europe. Seatec was held from 10 to 12 February in an area of 32,000 square metres at the CarraraFiere exhibition centre in Marina di Carrara, the main offices of which were designed by the Architect Angelo Mangiarotti. 10 February, to open the trade fair, the Conference: "Boats, machines or floating houses? How to make the best design combining both requirements" for the fifth year running, Decio G. R. Carugati introduced the theme of the opening conference at SEATEC. As moderator, he then went on to introduce the other speakers: Ivana Porfiri, designer of international fame in the marine industry, Chris Bangle, former Chief of Design of the BMW Group, now head of Chris Bangle Associates, Aldo Cingolani General Manager of Giugiaro Architettura. Other speakers included Sergio Buttiglieri, head of interior design at Sanlorenzo shipyards and Marco Bonetto, Bonetto Design, as well as owner of the Targa Rodolfo Bonetto, an award that has been managed by Seatec for three years now, Silvia Piardi, Director of the Masters in Yacht Design at Milan Polytechnic, Cesar Mendoza Director of the IED in Turin. Following on from the opening were the prize-giving ceremonies for the MYDA – Millennium Yacht Design Award – 7<sup>th</sup> year, Targa Bonetto 16<sup>th</sup> year. In the afternoon the prize-giving ceremony for the Qualitec Award for the two sections – Technology 7<sup>th</sup> year and Design 2<sup>nd</sup> year.

11 February, early afternoon, the prize-giving ceremony for the "live" competition "Abitare la Barca" now in its 4<sup>th</sup> year. Seatec is a trade fair divided up into different themed areas, each one of which hosts specific companies and holds events, debates, studies, competitions. It is now considered the best showcase in the Mediterranean area for accessories companies. It offers opportunities for reflection, study and the exchange of ideas for the industry in general including qualified artisans, academics and researchers. It is a reference point for the industry on an international scale representing numerous goods categories: technology, accessories and services, indoor and outdoor furnishings, materials & applications, composites, electronics & domotics, engines & propulsion, project & engineering and equipment for sailing and ports. All categories share a common denominator: design, research and technology.

'Abitare il mare' is a special area at Seatec, a container for events, competitions and conferences on the subject of design. An entire hall, hall D, is set aside for companies to exhibit furniture, accessories, wellness and anything concerned with improving the quality of life on board. 'Abitare il mare' began in 2006. With the competitions MYDA – Millennium Yacht Design Award –, Targa Bonetto, Abitare la Barca and Qualitec Award, that since 2009 has been divided into 2 sections 'Technology' and 'Design'; it has increasingly become a significant area for communication not only between established designers and the industry but also young graduates and final year university students too who bring new stimuli and creativity.

The 9<sup>th</sup> Seatec is scheduled in 2011 - 16/18 February.

# Il mondo cammina, Seatec tiene il passo

Brunella Carugati - uff. stampa Seatec

Seatec – Rassegna Internazionale di tecnologie, subfornitura & design per imbarcazioni, yacht e navi – tenutasi da 10 al 12 febbraio scorso e promossa da CarraraFiere, si qualifica la più importante manifestazione del settore in Europa. Seatec occupa un'area espositiva di 32.000 mq., nel complesso di CarraraFiere a Marina di Carrara, il cui Centro Direzionale porta la firma di Angelo Mangiarotti.



Il 10 febbraio, ad aprire la Manifestazione, il Convegno:

"La barca, macchina o casa navigabile? Come realizzare al meglio la sintesi configurale di entrambe le esigenze". Per il quinto anno consecutivo, Decio G. R. Carugati ha tracciato il tema del convegno di inaugurazione di Seatec. Aprendo i lavori ha introdotto l'argomento e, in veste di moderatore, ha poi guidato gli interventi di Ivana Porfiri, designer di fama internazionale in campo nautico, Chris Bangle, già Chief of Design di BMW Group, oggi a capo di Chris Bangle Associates, Aldo Cingolani Direttore Generale di Giugiaro Architettura. Fra i relatori anche Sergio Buttiglieri, responsabile interior design Cantieri Sanlorenzo e Marco Bonetto, Bonetto Design, nonché titolare della prestigiosa Targa Rodolfo Bonetto, in gestione a Seatec da tre anni, Silvia Piardi Direttrice Master in Yacht Design del Politecnico di Milano, Cesar Mendoza Direttore IED Torino. A seguire la premiazione dei concorsi MYDA – Millennium Yacht Design Award - 7<sup>a</sup> edizione,

Targa Bonetto 16<sup>o</sup> edizione. Nel pomeriggio la premiazione del Qualitec Award nelle due declinazioni – Technology 7<sup>a</sup> edizione e Design 2<sup>a</sup> edizione.

Il giorno 11 febbraio, nel primo pomeriggio, la premiazione del concorso 'live' Abitare la Barca giunto alla 4<sup>a</sup> edizione.

Seatec, manifestazione fieristica suddivisa per aree tematiche ognuna delle quali, oltre

ad ospitare gli stand delle aziende, genera eventi, concorsi, giornate di studio e di dibattito, risulta la migliore vetrina sul Mediterraneo per le aziende della componentistica di settore.

È anche un momento di riflessione, studio e interscambio fra le culture dell'industria, dell'artigianato più qualificato, del mondo accademico e della ricerca.

Evento di riferimento per il comparto della nautica internazionale, rappresenta i numerosi settori merceologici attinenti: tecnologie, accessori e servizi, arredo in e outdoor, materiali & applicazioni,

compositi, elettronica & domotica, motori & propulsione, media, project & engineering, attrezzature per la vela, attrezzature portuali. Tutte categorie contrassegnate da un denominatore comune: design, ricerca, tecnologia.

'Abitare il mare' è, all'interno di Seatec, contenitore di eventi, concorsi e convegni legati ai temi del design. Un intero padiglione, il D, riservato alle Aziende dell'arredo, accessoriistica, benessere e quanto concorre al miglioramento della qualità della vita a bordo. 'Abitare il mare' debutta nel 2006 e, con i Premi MYDA – Millennium Yacht Design Award –, Targa Bonetto, Abitare la Barca, Qualitec Award, dal 2009, nelle due declinazioni 'Technology' e 'Design', diviene, sempre più, un forte strumento di colloquio non solo fra Designer affermati e industria ma, con il coinvolgimento dei giovani laureandi o neolaureati apporta al settore nuovi stimoli, creatività e idee.

La nona edizione di Seatec si svolgerà dal 16 al 18 febbraio 2011.



# Nautica e compositi: un binomio vincente

Per il settimo anno consecutivo si è tenuto nell'ambito di Seatec 2010, ottava rassegna internazionale di tecnologie, subfornitura e design per il settore nautico, che ha avuto luogo a Marina di Carrara dal 10 al 12 febbraio scorso, il seminario "Nautica e compositi: un binomio vincente".

Questo evento è stato sempre caratterizzato dall'impostazione molto tecnica e dalle tematiche scelte dedicate ai sistemi costruttivi e alle novità tecnologiche per la costruzione nautica. Sette anni fa in questo contesto è stata presentata, per la prima volta in Italia, la prova pratica dell'infusione sotto vuoto di uno scafo. Da allora, il successo del Seminario è cresciuto contestualmente a quello di Seatec. Per questa edizione sono stati scelti tre temi conduttori: i compositi "ecologici" cioè lo sviluppo dei biocompositi in luogo dei materiali tradizionali, i controlli strumentali a garanzia della qualità delle lavorazioni, e i materiali e le tecnologie per barche ad alte prestazioni confrontando le resine maggiormente utilizzate nel campo della cantieristica nautica: poliestere, vinilestere ed epossidica con particolare attenzione all'evoluzione della tecnica di costruzione delle barche che hanno fatto la storia della Coppa America.

Sono state analizzate le problematiche legate alla costruzione nautica con materiali compositi sia con presentazioni teoriche che dimostrazioni pratiche, per esempio Sika Spa ha presentato alcune dimostrazioni tecnico/pratiche dedicate all'infusione.

I lavori sono stati aperti da Giovanni Ceccarelli, neo presidente di As.pro.na.di. (Associazione progettisti nautica da diporto) e progettista dei

team di Coppa America Mascalzone Latino (edizione del 2003 di Auckland) e+39 Challenge (nel 2007 a Valencia). Ha parlato di come: "La professione dello yacht designer sia mutata negli anni, oggi è più semplice farsi una cultura di partenza... Questo mutamento che reputo positivo è stato fatto grazie soprattutto alle università italiane, che seguendo alcuni modelli già presenti in Inghilterra sono state attente allo sviluppo e richiesta del settore creando corsi ad hoc."

Ceccarelli è convinto che sia fondamentale per un progettista lavorare in stretto contatto con le università e le scuole di design.

Questo è uno degli obiettivi che As.pro.na.di. si pone per il futuro e al quale verrà dedicata la massima attenzione. Per quanto riguarda la tecnologia prevede che più dei materiali saranno i processi produttivi a fare la differenza. L'ingegnerizzazione intesa come industrializzazione a partire dal design dell'oggetto sarà sempre più importante anche nella nautica come avviene



Un momento del workshop Sika  
Sika's workshop

Simonetta Pegorari

già nel mondo dell'automotive: "In ambedue i casi dobbiamo trasformare un'esigenza di movimento in un oggetto, confrontarci con esigenze aerodinamiche, di stile, strutturali utilizzando materiali simili come il carbonio pre-preg sia per telai e carrozzerie, sia per scafi e coperte.



photo courtesy: Ceccarelli Yacht Design

Le problematiche sono le medesime, anzi nelle barche sono più complesse viste le grandi dimensioni dei pezzi da eseguire".

E per il futuro post crisi Ceccarelli vede uno stretto legame tra sostenibilità ambientale e design: "Uno dei temi fondamentali della ripresa non sarà la sola innovazione, ma il rispetto del clima, dell'ambiente... Sarà una sfida di design inteso come progetto nella sua complessità, la partita non si giocherà più solo sull'estetica come purtroppo nel settore del motore è stato per diversi anni ma a 360°, investendo in ricerca idrodinamica, scienza dei materiali e dei processi produttivi.

Si creeranno diversi spazi per nuove figure professionali... Ma l'uscita dalla crisi non sarà solo oggetto per realizzare barche funzionali e durature.

## Marine sector and composites: the winning formula

Simonetta Pegorari

After seven years running, the meeting called "Marine Sector and Composites: a winning formula" was held on the occasion the Seatec 2010, the eighth international event for technologies, subsupply and design in the marine sector, which took place from last 10<sup>th</sup> to 12<sup>th</sup> February, in Marina di Carrara. This meeting has always featured a high technological content, discussing topics about the construction systems and the latest technological novelties for boat construction. Seven years ago, at this event, for the first time in Italy, the practical boat vacuum infusion test was presented. Since then the success of this meeting has grown together with Seatec.

At this edition three main subjects were selected: the "green" composites, i.e. the development of the biocomposites instead of the traditional materials, technological controls guaranteeing the working quality standard and the materials and technologies for high performance boats comparing the most widely used resins at shipyards: polyesters, vinylesters and epoxy resins, especially focusing on the latest developments of the boat construction techniques, which the history of the America's Cup is based on.

Topics such as the complex process of boat construction using composite materials were dealt with both through theoretical and practical presentations, for example Sika Spa introduced some technical/practical demonstrations of the infusion process.

The meeting sessions were introduced by Giovanni Ceccarelli, the new president of As.pro.na.di. (Association of pleasure boat designers) and designer of the America's Cup Mascalzone Latino teams (2003 edition in Auckland) as well as + 39 Challenge (2007, Valencia). He used words such as "the yacht designer's position has changed throughout the years and today it's easier to develop one's own knowledge from the beginning... This positive change has been due above all to the Italian universities, which followed some existing models in England and focused on the development and on the needs of this sector arranging special training courses."

Ceccarelli is sure that to a designer it is essential to work closely cooperating with the Universities and the Design schools. This is one of the objectives which As.pro.na.di. is going to pursue in the future devoting a great attention to it. As far as the technologies are concerned, they envisage that the manufacturing processes rather than the materials will make the difference indeed.

The engineering as the industrialization process starting from the item design will become more and more important even in the marine sector, as it has already happened in the automotive sector, and: "In both cases we should turn a motion requirement into an object, taking into account aerodynamic, style and structural requirements, using similar materials such as the prepreg carbon both for frames and bodies, hulls and decks. The topic are the same, better to say that they are more complex for boats, given the large dimensions of the components to be constructed."

As for the post-crisis period, Ceccarelli expects a close relationship between the environment sustainability and design: "One of the main subjects related to the recovery is not only innovation, but also the climate and environment concern. It will be a real challenge, as a project as a whole and this game will not play only aiming at the aesthetics, as unfortunately happened for several years in the motor sector, but much broadly, investing in hydrodynamic research, material science and manufacturing



processes. Several opportunities will be created to new professionals, but the economic recovery will not simply spur the construction of durable and performing boats, but also the construction of boats which will be able to fly on the water, with rigid sails and cruising faster than the wind itself. I think that we are approaching more and more a historical change thanks to a richer knowledge devoted to design and to the construction materials available, which can allow us to create structures, never seen before as far as low weight and strength are concerned."

In the afternoon, the "Technological controls for a high working quality standard" workshop, by Alberto Cimadoro was attended by qualified technicians, especially devoted to them. It was a theoretical and experimental lecture for the operators working in the operational control and final inspection areas, to the quality guarantee operators and to sales managers. The objective was introducing the currently available methods, allowing to perform the working procedures and the offer and supply specifications with technical data, tests and measuring techniques. After the presentation by Mr. Cimadoro from the Studio Ingegneria Vetroresina & Compositi, "Technological controls for a high working and product supply quality standard", practical demonstrations followed by the most qualified companies working in this sector. Mr. Giogoli from Agiotech srl discussed the subject of the "Size control of models, moulds, boats, components and plant assemblies".

Luca Limena from Vetorix Engineering srl put forward a thorough paper about the "Thermographic and ultrasound inspections of laminates and fiberglass and composite structures". At the end of this hi-tech afternoon the Byk Gardner GmbH held its demonstration: "Practical measuring tests of boat finish surfaces".

The second meeting day was almost entirely devoted to the boat construction/environment concern ratio. Even in the composites sector the environmental concern has lead to the search for innovative and biodegradable materials.

Mr. Luca Olivari, well known racing boat designer, introduced "Bamboo Power" a study of the use of the natural reinforcements for boat construction. An example of the use of these materials is the boat constructed by Soleri Shipyards, using the bamboo and linseed fibre, which was displayed in the meeting area. He thinks that the application of this type of materials in the marine sector is particularly interesting as the use of natural products, due to their inner characteristics, could be the solution of many problems, also improving the performances. Replacing synthetic fibres such as glass or carbon would allow to obtain lower weight structures and the consequent fuel saving.

The meeting in the afternoon, by Alessandro Cozzolino, of San Lorenzo Shipyards investigated this subject discussing the use, the sustainability and the developments of the bio-composites in the marine sector starting from the background of the natural materials for boat construction based on natural fibres, resins and expanded products for the marine sector. The thorough analysis of the sustainability and of the possible developments of the biocomposites for the future in the shipyards' activities in Italy concluded the presentation; although, for the moment we are still far from an actual industrialized use of natural composites, also the manufacturers of traditional materials are concerned with a lower environmental impact, such as Recytex GmbH, a German company

Potrà essere anche la palestra per barche che potranno volare sull'acqua, avere vele rigide ed andare in crociera sempre più veloci del vento. Penso che siamo vicini a un ulteriore cambiamento epocale grazie alle conoscenze che oggi sono al servizio del design e ai materiali costruttivi a disposizione che ci possono permettere di realizzare strutture un tempo impensabili per leggerezza e resistenza".

Nel pomeriggio, il seminario: "I controlli strumentali a garanzia della qualità delle lavorazioni" a cura di Alberto Cimadoro ha attratto un pubblico di tecnici qualificati ai quali era del resto dedicato.

Si è trattato di un evento pratico e sperimentale rivolto agli addetti al controllo delle lavorazioni ed al collaudo, ai responsabili dell'assicurazione qualità e ai responsabili degli acquisti. Lo scopo era presentare le metodologie oggi disponibili che consentono di completare le procedure di lavorazione ed i capitoli di offerta e fornitura con adeguate specifiche tecniche, prove e metodi di misura. Dopo l'introduzione dell'ingegner Cimadoro dello Studio Ingegneria Vetroresina & Compositi: "I controlli strumentali a garanzia della qualità delle lavorazioni e della fornitura del prodotto", si sono susseguite le demo pratiche a cura delle più qualificate aziende di settore. Il Dott. Giogoli di Agiotech srl ha parlato dei "Controlli dimensionali su modelli, stampi, imbarcazioni, componentistica e impiantistica", Luca Limena di Vetorix Engineering srl ha presentato una approfondita relazione dedi-



photo courtesy: Simonetta Pegorari



L'ing. Luca Olivari (a destra) e Fabio Soleri dei Cantieri Soleri  
Mr. Luca Olivari (dx) and Fabio Soleri of Soleri's Shipyards

cata a "Ispezioni termografiche e ultrasoniche su laminati, e strutture in vetroresina e composito". A conclusione di un pomeriggio di grande valore tecnico, la demo a cura di Byk Gardner GmbH: "Prove pratiche di misurazione dell'aspetto superficiale delle finiture per imbarcazioni".

La seconda giornata è stata quasi interamente dedicata al rapporto fra costruzione nautica e compatibilità ambientale. Anche nel settore compositi l'interesse per l'ambiente ha portato a impegnarsi per cercare materiali innovativi biodegradabili.

L'ing. Luca Olivari, noto progettista di barche da competizione, ha presentato "Bamboo Power", una ricerca dedicata all'utilizzo dei rinforzi naturali nella costruzione nautica. Esempio dell'uso di questi materiali la barca realizzata dal Cantiere Nautico Soleri realizzata in fibra di bambù e lino che era esposta nell'area del semi-

nario. Olivari è convinto che l'applicazione di questo tipo di materiali nel settore nautico sia di particolare interesse in quanto l'uso di prodotti di origine naturale, per le loro caratteristiche intrinseche, condurrebbe alla soluzione di molti problemi e al miglioramento delle prestazioni. Sostituire le fibre sintetiche come il vetro o il carbonio porta a strutture più leggere e alla conseguente riduzione del consumo di carburante.

Il seminario del pomeriggio, a cura di Alessandro Cozzolino, ingegnere dei Cantieri San Lorenzo, approfondiva il tema parlando dell'impiego, della sostenibilità e degli sviluppi dei biocompositi nel mondo dell'industria nautica partendo dalla storia dell'uso di materiali naturali nella costruzione nautica con fibre naturali, resine ed espansi per il settore nautico. L'analisi approfondita della sostenibilità e dei possibili sviluppi futuri

photo courtesy: Simonetta Pegorari





dei biocompositi nella cantieristica italiana concludevano la presentazione. Per il momento siamo ancora lontani da un reale utilizzo industrializzato dei compositi naturali, anche i produttori di materiali tradizionali sono molto attenti a ridurre l'impatto sull'ambiente, ecco dunque Recytex GmbH, azienda tedesca da sempre attiva nel mondo dell'automotive e ora al suo ingresso nella nautica che ha presentato dei sistemi insonorizzanti, antivibranti, termoisolanti e fonoassorbenti molto innovativi e Elantas Camattini Spa che ha introdotto le resine epossidiche utilizzate per applicazioni innovative nel settore nautico.

A conclusione della giornata il workshop dimostrativo di Sika Spa.

Venerdì il seminario si è chiuso sul tema più "glamour" possibile per il nostro settore: il carbonio utilizzato per oggetti veramente particolari e di culto: barche super performanti e i loro accessori. Si comincia con la presentazione di Opac srl, azienda leader nel settore della produzione di hard top e soft top per yacht, dedicata alla progettazione e realizzazione di sistemi automatici in carbonio.

Paolo Dassi di SP Gurit, azienda focalizzata sulle imbarcazioni da regata, super e mega yachts a vela e motore ha approfondito il tema dei materiali compositi e delle resine con la presentazione "Materiali e tecnologie per barche ad alte prestazioni: tecnici e progettisti parlano di materiali e tecnologie di particolare interesse."

Principale argomento della presentazione è stato il confronto tra le resine maggiormente utilizzate nel campo della cantieristica nautica: poliestere, vinilestere ed epossidica. Sono stati discussi i ruoli di matrice e fibra nella composizione del materiale e la loro influenza nelle proprietà finali del composito.

Ma vera protagonista della

giornata è stata Coppa America, con il seminario di Sebastiano Rech Morassutti di Trimarine srl.

Sebastiano, appena tornato da Valencia, dove si stava concludendo la sfida tra Oracle Bmw Racing e Alinghi, i due multiscafi giganti, ha raccontato le ultime notizie dal campo di regata e ha parlato in modo molto approfondito dell'evoluzione della tecnica di costruzione delle barche che hanno fatto la storia della Coppa.

Alinghi 5 di Ernesto Bertarelli detentore della Coppa e Bmw Oracle di Larry Ellison lo sfidante, si sono finalmente incontrati in mare dopo tanti litigi in tribunale, con le loro imbarcazioni al limite della tecnologia esistente.

Sono "oggetti", difficile definirle barche nel senso che hanno prestazioni impensabili fino a pochi anni fa, riescono a raggiungere una velocità di navigazione tre volte superiore a quella del vento.

randa in tessuto.

Sebastiano Morassutti pensa che questa novità potrebbe avere riscontro anche sulle barche da diporto. Si vedrà, intanto ha sicuramente aiutato questo multiscafo dall'aspetto un po' inquietante a vincere la Coppa e riportarla in America.

La tecnologia a bordo dei due contendenti rappresenta quanto di più avanzato ci sia nel settore, a esempio l'apparecchio a bordo di Bmw Oracle che riesce a "leggere" direzione e intensità del vento fino a 1.000 metri di distanza. Uno strumento nato per le centrali eoliche riadattato alla nautica, riducendone le dimensioni. Anche l'uso che ha fatto Alinghi di fibre ottiche per controllare i carichi su tutte le sue strutture di carbonio è una novità significativa che potrebbe essere importata nel diporto considerato anche i bassi costi della fibra ottica. Un sistema che può essere veramente utile per tenere sem-

which has always worked in the automotive area and now in the marine sector, which introduced the highly innovative sound proofing, anti-vibration and thermal-insulating systems, and Elantas Camattini Spa, which presented the epoxy resins used for modern applications in the marine sector. The demonstration by Sika Spa concluded this working session.

On Friday, the workshop focused on the most "glamour" subject of all for our industry: the carbon used for special and cult object: top performance boats and fittings. The first presentation was by Opac srl, a leading manufacturer of hard and soft tops for yachts, devoted to the designing and manufacturing steps of automatic systems based on carbon fibre. Paolo Dassi from SP Gurit, working in the racing boats, super and mega sail and motor yachts sector, discussed the subject of the composite materials and resins putting forward the paper, "Materials and technologies for high performance boats: technicians and designers discuss particularly interesting materials and technologies". The main subject was the comparison between the most widely used resins in the shipyard areas, i.e. polyester, vinylester and epoxy. The role played by the matrix and fibre in the material formulation and their effect on the final properties of the composite was discussed.

However, the special guest of this day was the America's Cup dealt with by Sebastiano Rech Morassutti from Trimarine srl. Sebastiano, who had just come back from Valencia, where the challenging competition between Oracle Bmw Racing and Alinghi, the multihull giants was coming to an end, told the latest news from the racing field and widely spoke about the evolution of the construction techniques of these boats featuring the history of the Cup.

Ernesto Bertarelli's Alinghi 5, the winner of the Cup and Larry Ellison's Bmw Oracle, the challenger, after many legal arguments succeeded in meeting at last at sea

on their technological cutting edge boats. They are "objects", which can hardly be considered as boats, since their performances could not have been imagined till a few years ago and which can reach a sailing speed three times higher than the wind. The low weight hulls allowing these speed rates has been obtained from the use of the carbon fibre as a construction material. Not only the hull is composite based, but also the huge rigid fin of BMW Oracle, which has replaced the traditional ply spanker of the USA trimaran. Sebastiano Morassutti thinks that this novelty could play its role even on pleasure boats. We'll see, in the meantime it has contributed to the triumph of this multihull with a rather disquieting look, winner of the Cup, bringing it back to the USA. However, the onboard technology of the regatta participants stand for the highest technological achievements of modern time in this sector, for example the Bmw Oracle onboard equipment, which can "read" the wind direction and intensity up

to 1000 mt distance. It is a tool designed for wind power stations and which has been adjusted to the use in marine, cutting its size. Another outstanding novelty is the Alinghi's use of the optical fibre for load control on all its carbon structures, which could be extended to the pleasure boats, also considering the low cost of the optical fibre. This system could be very useful to keep always under control the boat structure, also for "ordinary" boats. It is another evidence of how the technological advanced materials play a major role in the industry.



photo courtesy: Sebastiano Rech Morassutti - Trimarine

La leggerezza degli scafi, che permette queste velocità è ottenuta proprio grazie all'utilizzo del carbonio per la costruzione. Ma di composito non è solo lo scafo ma anche l'enorme ala rigida di BMW Oracle, che ha sostituito sul trimarano USA la tradizionale

pre sotto controllo le strutture delle barche e potrebbe essere utilizzato per le imbarcazioni "normali".

Una ulteriore dimostrazione di come i materiali tecnologicamente avanzati abbiano poi ricadute positive nell'industria.

# Fiere e Congressi 2010

## MARZO • MARCH

### TRADE FAIR

#### 55<sup>th</sup> HISWA AMSTERDAM BOAT SHOW

2 - 7 March 2010 • Amsterdam (Hiswa), Netherlands  
[www.hisva.nl](http://www.hisva.nl)  
Organiser: Amsterdam RAI, PO Box 77777, NL-1070 MS Amsterdam, Netherlands  
Contact: Joke Ekelschot  
Tel: +31 20 549 1212 - Fax: +31 20 549 1843  
Email: [j.ekelschot@rai.nl](mailto:j.ekelschot@rai.nl)

### TRADE FAIR

#### 49<sup>th</sup> JAPAN INTERNATIONAL BOAT SHOW 2010

4 - 7 March 2010 • Tokyo (Yokohama), Japan  
[www.marine-jbia.or.jp](http://www.marine-jbia.or.jp)  
Organiser: Japan Boating Industry Association (JBIA), 5-1, 2-chome Ginza Chuo-ku, 104-0061 Tokyo, Japan  
Contact: Kenji Mawatari  
Tel: +81 33 567 6707 - Fax +81 33 567 0635  
Email: [mawatari-jbia@nifty.com](mailto:mawatari-jbia@nifty.com)

### TRADE FAIR

#### AUSTRIAN BOAT SHOW – BOOT TULLN 2010

4 - 7 March 2010 • Tulln, Austria  
[www.boot-tulln.at](http://www.boot-tulln.at)  
Organiser: Tullner Messe, 3430 Tulln, Austria  
Contact: Thomas Diglas  
Tel: +43 (0) 2272 624030 - Fax: +43 (0) 2272 65252  
Email: [messe@tulln.at](mailto:messe@tulln.at)

### TRADE FAIR

#### 75<sup>th</sup> STOCKHOLM INTERNATIONAL BOAT SHOW – ALLT FOR SJON

5 - 14 March 2010 • Stockholm, Sweden  
[www.alltforsjon.com](http://www.alltforsjon.com)  
Organiser: Stockholm International Fairs, Massvagen 1, S-125 80, Stockholm, Sweden  
Contact: Thomas Sandberg  
tel: +46 8 749 4100 - Fax: +46 8 749 6190  
Email: [thomas.sandberg@stofair.se](mailto:thomas.sandberg@stofair.se)

### TRADE FAIR

#### 18<sup>th</sup> DUBAI INTERNATIONAL BOAT SHOW

9 - 13 March 2010 • Dubai, United Arab Emirates  
[www.boatshowdubai.com](http://www.boatshowdubai.com)  
Organiser: Dubai World Trade Centre (LLC), Dubai World Trade Centre, PO Box 9292, Dubai, UAE  
Contact: Lois Jane Hall  
Tel: +971 4 308 6475 - Fax: +971 4 332 2866/318 8607  
Email: [lois.hall@dwtc.com](mailto:lois.hall@dwtc.com)

### TRADE FAIR

#### 12<sup>th</sup> AUCKLAND INTERNATIONAL BOAT SHOW

10 - 14 March 2010 • Auckland City, New Zealand  
[www.aucklandinternationalboatshow.com](http://www.aucklandinternationalboatshow.com)  
Organiser: Marine Industry Association of New Zealand, PO Box 90448 AMSC Auckland, New Zealand  
Contact: Peter Busfield  
Tel: +64 (0)9 360 0056 - Fax: +64 (0)9 360 0019  
Email: [peter@bia.org.nz](mailto:peter@bia.org.nz)

### TRADE FAIR

#### 22<sup>nd</sup> WIND AND WATER BOAT SHOW

11 - 14 March 2010 • Warsaw, Poland  
[www.windwater.pl](http://www.windwater.pl)  
Organiser: Yacht Expo Sp z.o.o/Murator Expo Sp.z.o.o, ul. Senatorska 13/15 00-075 Warszawa, Poland  
Contact: Tomasz Salkowski  
Tel: +48 22 829 6669 - Fax: +48 22 829 6681  
Email: [tsalkowski@muratorexpo.pl](mailto:tsalkowski@muratorexpo.pl)

## TRADE FAIR

#### 48<sup>th</sup> NORWEGIAN INTERNATIONAL BOAT SHOW – SJØEN FOR ALLE

12 - 21 March 2010 • Oslo, Norway  
[www.norboat.no](http://www.norboat.no)  
Organiser: Norboat AS, Drammensveien 126A, N-0277 Oslo, Norway  
Contact: Merete Rustad  
Tel: +47 23 08 62 80 - Fax: +47 23 08 62 81  
Email: [mr@norboat.no](mailto:mr@norboat.no)

## TRADE FAIR

#### 12<sup>th</sup> MADRID BOAT SHOW

17 - 21 March 2010 • Madrid, Spain  
[www.salonnauticodemadrid.es](http://www.salonnauticodemadrid.es)  
Organiser: IFEMA, Feria de Madrid, 28042 Madrid, Spain  
Contact: Marta Ariste  
Tel: +34 91 722 5131 - Fax: +34 91 722 5791  
Email: [salonnauticodemadrid@ifema.es](mailto:salonnauticodemadrid@ifema.es)

## TRADE FAIR

#### 4<sup>th</sup> ANTALYA BOAT SHOW

31 March/4 April 2010 • Antalya, Turkey  
[www.boatshowantalya.com](http://www.boatshowantalya.com)  
Organiser: Anfaf (Antalya Fair Management & Ynvestement Inc)  
Contact: Ebru Celik  
Tel: +90 242 462 2000 / 213 3625  
Email: [ebru.celik@anfas.com.tr](mailto:ebru.celik@anfas.com.tr)

## APRILE • APRIL

### TRADE FAIR

#### 4<sup>th</sup> ANTIBES YACHT SHOW

8 - 11 April 2010 • Antibes, France  
[www.antibesyachtshow.com](http://www.antibesyachtshow.com)  
Organiser: Antibes Yacht Show  
Contact: Petra Malloier  
Tel: +33 492 905 915 - Fax: +33 492 905 890  
Email: [info@antibesyachtshow.com](mailto:info@antibesyachtshow.com)

### TRADE FAIR / CONGRESS

#### 15<sup>th</sup> CHINA INTERNATIONAL BOAT SHOW

8 - 11 April 2010 • Shanghai, China  
[www.boatshowchina.com](http://www.boatshowchina.com)  
Organiser: Shanghai UBM Sinoexpo International Exhibition Co Ltd, 10/F Xian Dai Mansion, 218 Xiang Yang Roads (S) Shanghai 200031, China  
Contact: Helena Gao  
Email: [helena.gao@ubmsinoexpo.com](mailto:helena.gao@ubmsinoexpo.com)

## TRADE FAIR

#### 49<sup>th</sup> VANCOUVER INTERNATIONAL BOAT SHOW

8 - 11 April 2010 • Vancouver, Canada  
[www.vancouverboatshow.ca](http://www.vancouverboatshow.ca)  
Organiser: NMMA Canada  
Contact: Jennifer Kastelein  
Tel: +1 604 678 8820  
Email: [jkastelein@nmma.org](mailto:jkastelein@nmma.org)

## TRADE FAIR

#### 12<sup>th</sup> CROATIA BOAT SHOW

10 - 18 April 2010 • Split, Croatia  
[www.croatiaboatshow.com](http://www.croatiaboatshow.com)  
Organiser: Profectus d.o.o., Vukorarska 148, 21000 Split, Croatia  
Contact: Vicenco Blagaic  
Tel: +385 21 560 000 - Fax: +385 21 560 070  
Email: [profectus@profectus.hr](mailto:profectus@profectus.hr)

## TRADE FAIR / SEMINAR

#### 17<sup>th</sup> MOSCOW INTERNATIONAL BOAT SHOW

15 - 18 April 2010 • Moscow, Russia  
[www.mibs-expo.ru](http://www.mibs-expo.ru)  
Organiser: ITE Group plc, 105 Salusbury Road, Queens Park, London, NW6 6RG, UK  
Contact: Olga Galkina  
Tel: +44 (0)207 596 5085 - Fax: +44 (0)207 596 5108  
Email: [olga.galkina@ite-exhibitions.com](mailto:olga.galkina@ite-exhibitions.com)

## TRADE FAIR

#### 18<sup>th</sup> BOAT ASIA

15 - 18 April 2010 • Singapore  
[www.boat-asia.com](http://www.boat-asia.com)  
Organiser: TMX Show Productions Pte Ltd, 49A Bussorah Street, Singapore 199465  
Contact: Serene Tan  
Tel: +65 6291 2220  
Email: [serenatan@tmx.com.sg](mailto:serenatan@tmx.com.sg)

## TRADE FAIR / SEMINAR

#### BAHRAIN BOAT SHOW INTERNATIONAL

20 - 24 April 2010 • Amway Marina, Bahrain  
[www.bahrainboatshow.com](http://www.bahrainboatshow.com)  
Organiser: Knotika Boat Shows, PO Box 54070, Dubai UAE  
Contact: Wael Juju  
Tel: +971 50 636 6501  
Email: [wael@knotika.com](mailto:wael@knotika.com)

## TRADE FAIR / CONGRESS

#### BOAT SHOW SRI LANKA 2010

24 - 26 April 2010 • Colombo, Sri Lanka  
[www.btilanka.org](http://www.btilanka.org)  
Organiser: Boat Building Technology Improvement Institute Lanka (GTE) Ltd., 410/106, Bauddhaloka Mawatha, Colombo 7, Sri Lanka  
Tel: +94 11 2685792  
Email: [info@btilanka.org](mailto:info@btilanka.org)

## TRADE FAIR / CONGRESS

#### 27<sup>th</sup> PALMA INTERNATIONAL BOAT SHOW

24 April/2 May 2010 • Palma de Maiorca, Spain  
[www.salonauticpalma.com](http://www.salonauticpalma.com)  
Organiser: Fires de Balears, Terminal A Palma Airport (Son Sant Joan). 07611 Palma de Maiorca, Spain  
Contact: Chema Sans  
Tel: +34 971 771 302 - Fax: +34 971 770 160  
Email: [sans@firesicongressos.com](mailto:sans@firesicongressos.com)

## MAGGIO • MAY

### TRADE FAIR / CONGRESS

#### 15<sup>th</sup> INTERNAUTICA INTERNATIONAL

BOAT SHOW  
11 - 16 May 2010 • Portoroz, Slovenia  
[www.internautica.net](http://www.internautica.net)  
Organiser: INTERNAUTICA – Studio37 d.o.o. and Marina Portoroz d.d. Dunajska 119, 1000 Ljubljana Slovenia  
Contact: Jurij Korenc  
Tel: +386 1 565 5126 - Fax: +386 1 565 5076  
Email: [office@internautica.net](mailto:office@internautica.net)



# Trade Fairs and Congresses 2010

## TRADE FAIR / CONGRESS

**6<sup>th</sup> BEIRUT BOAT 2010**  
19 - 23 May 2010 • Beirut, Lebanon  
[www.ifpexpo.com](http://www.ifpexpo.com)  
Organiser: IFP International Fairs & Promotions  
Contact: Joelle Ghannam  
Tel: +961 595 9111  
Email: [joelle.ghannam@ifpexpo.com](mailto:joelle.ghannam@ifpexpo.com)

## TRADE FAIR / CONGRESS

**22<sup>nd</sup> SANCTUARY COVE INTERNATIONAL BOAT SHOW**  
20 - 23 May 2010 • Sanctuary Cove, Australia  
[www.sanctuarycoveboatshow.com.au](http://www.sanctuarycoveboatshow.com.au)  
Organiser: Mulpha Sanctuary Cove, PO Box 204, Sanctuary Cove, QLD 4212 Australia  
Contact: Barry Jenkins  
Tel: +61 7 5577 6505 - Fax: +61 7 5577 9185  
Email: [barryj@sanctuarycove.com](mailto:barryj@sanctuarycove.com)

## GIUGNO • JUNE

### TRADE FAIR / CONGRESS / WORKSHOP

**3<sup>rd</sup> KOREA INTERNATIONAL BOAT SHOW AND MARINE FESTIVAL**  
9 - 13 June 2010 • Seoul, Hwaseong City, Rep. of Korea  
[www.koreaboatshow.org](http://www.koreaboatshow.org)  
Organiser: Gyeonggi Provincial Government, 63, Docheongapgil, Paldu-gu, Suwon City, Gyeonggi-do 442-781, Republic of Korea  
Contact: Tim Coventry  
Tel: +44 (0) 1326 250535  
Email: [twcov@aol.com](mailto:twcov@aol.com)

## LUGLIO • JULY

### TRADE FAIR / CONGRESS / SEMINAR

**50<sup>th</sup> MELBOURNE BOAT SHOW**  
1 - 5 July 2010 (provisional) • Melbourne, Australia  
[www.melbourneboatshow.com.au](http://www.melbourneboatshow.com.au)  
Organiser: Boating Industry Association of Victoria, Marine House, 24 York Street, South Melbourne, 3205, Australia  
Contact: Robert Coco  
Tel: +61 3 8696 5600 - Fax: +61 3 9686 5334  
Email: [robert@biavic.com.au](mailto:robert@biavic.com.au)

## TRADE FAIR / CONGRESS

**43<sup>rd</sup> SYDNEY INTERNATIONAL BOAT SHOW**  
29 July/2 August 2010 • Sydney, Australia  
[www.sydneyboatshow.com.au](http://www.sydneyboatshow.com.au)  
Organiser: Boating Industry Association of NSW Ltd, 53 Hume St, Crows Nest, NSW 2065 Australia  
Contact: Roy Privett  
Tel: +61 2 9438 2077 - Fax: +61 2 9439 3983  
Email: [privett@bia.org.au](mailto:privett@bia.org.au)

## AGOSTO • AUGUST

### TRADE FAIR / CONGRESS

**WIND AND WATER POLISH BOAT SHOW 2010**  
5 - 8 August 2010 • Marina Gdynia, Poland  
[www.windwater.pl](http://www.windwater.pl)  
Organiser: Yacht Expo Sp. Z o.o. Murator Expo Sp z o.o.  
Contact: Marta Bryk  
Tel: +48 22 829 66 69 - Fax: +48 22 829 66 81  
Email: [boatshow@windwater.pl](mailto:boatshow@windwater.pl)

## TRADE FAIR / WORKSHOPS

**8<sup>th</sup> NATIONAL BOAT SHOW**  
13 - 15 August 2010 • Johannesburg, South Africa  
[www.nationalboatshow.co.za](http://www.nationalboatshow.co.za)  
Organiser: Biz Events Pty Ltd  
Contact: Melanie Warricker  
Tel: +0861 115 318  
Email: [melanie@bizevents.co.za](mailto:melanie@bizevents.co.za)

## TRADE FAIR

**27<sup>th</sup> HISWA AMSTERDAM SEAPORT BOAT SHOW 2009**  
31 August - 5 September 2010 • Amsterdam, Netherland  
[www.hiswa.nl](http://www.hiswa.nl)  
Organiser: HISWA Multimedia BV, Hoofdstraat 82, NL 3972 LB Driebergen, Netherlands  
Contact: Michelle Jonker  
Tel: +31 34 352 4747 - Fax: +31 34 352 4748  
Email: [m.jonker@hiswa.nl](mailto:m.jonker@hiswa.nl)

## SETTEMBRE • SEPTEMBER

### TRADE FAIR

**8<sup>th</sup> STOCKHOLM FLOATING BOAT SHOW**  
2 - 5 September 2010 • Stockholm City, Sweden  
[www.flytandebattmassan.se](http://www.flytandebattmassan.se)  
Organiser: Stockholms Flytande Batmassa AB, Box 144, 13322 Saltsjobaden, Sweden  
Contact: Malin Troberg-Linden  
Tel: +46 8 736 00 04 - Fax: +46 8 736 00 06  
Email: [malin@flytandebattmassan.se](mailto:malin@flytandebattmassan.se)

### TRADE FAIR

**26<sup>th</sup> ATLANTIC CITY IN-WATER POWER BOAT & BROKERAGE YACHT SHOW**  
9 - 12 September 2010 • Atlantic City, NJ, USA  
[www.acinwaterboatshow.com](http://www.acinwaterboatshow.com)  
Organiser: In-Water Power Boat Show Inc, 1650 Market St, 36th Floor, Philadelphia, PA 19103, USA  
Contact: Jerry Flaxman  
Tel: +1 215 732 8001 - Fax: +1 215 732 8266  
Email: [jerryflax@aol.com](mailto:jerryflax@aol.com)

### TRADE FAIR

**26<sup>th</sup> ATLANTIC CITY IN-WATER POWER BOAT & BROKERAGE YACHT SHOW**  
9 - 12 September 2010 • Atlantic City, NJ, USA  
[www.acinwaterboatshow.com](http://www.acinwaterboatshow.com)  
Organiser: In-Water Power Boat Show Inc, 1650 Market St, 36th Floor, Philadelphia, PA 19103, USA  
Contact: Jerry Flaxman  
Tel: +1 215 732 8001 - Fax: +1 215 732 8266  
Email: [jerryflax@aol.com](mailto:jerryflax@aol.com)

### TRADE FAIR

**33<sup>rd</sup> FESTIVAL INTERNATIONAL DE LA PLAISANCE DE CANNES - CANNES INTERNATIONAL BOAT & YACHT SHOW**  
8 - 13 September 2010 • Cannes, France  
[www.salonnautiquecannes.com](http://www.salonnautiquecannes.com)  
Organiser: Reed Expositions France, 52-54 Quai de Dion Bouton, CS 80001, 92806 Puteaux Cedex, France  
Contact: Stéphanie Richarté  
Tel: +33 1 47 56 64 85 - Fax: +33 1 47 56 64 88  
Email: [stephanie.richarte@reedexpo.fr](mailto:stephanie.richarte@reedexpo.fr)

## TRADE FAIR

**42<sup>nd</sup> PSP SOUTHAMPTON INTERNATIONAL BOAT SHOW**  
10 - 19 September 2010 • Southampton, United Kingdom  
[www.southamptonboatshow.com](http://www.southamptonboatshow.com)  
Organiser: National Boat Shows Ltd, Marine House, Thorpe Lea Road, Egham, Surrey, TW20 8BF, UK  
Contact: Carol Taylor  
Tel: +44 1784 223618 - Fax: +44 1784 439678  
Email: [ctaylor@britishmarine.co.uk](mailto:ctaylor@britishmarine.co.uk)

## TRADE FAIR

**38<sup>th</sup> GRAND PAVOIS DE LA ROCHELLE**  
15 - 20 September 2010 • La Rochelle, France  
[www.grand-pavois.com](http://www.grand-pavois.com)  
Organiser: Grand Pavois Ass., Ave du Lazaret, 17042 La Rochelle, France  
Contact: Nathalie Mignonneau  
Tel: +33 5 4644 4639 - Fax: +33 5 4645 3224  
Email: [nmignonneau@grand-pavois.com](mailto:nmignonneau@grand-pavois.com)

## TRADE FAIR / SEMINAR

**40<sup>th</sup> NEWPORT INTERNATIONAL BOAT SHOW**  
16 - 19 September 2010 • Newport, Rhode Island, USA  
[www.newportboatshow.com](http://www.newportboatshow.com)  
Organiser: Newport Exhibition Group, 250 Thames Street, Newport, RI 02840, USA  
Contact: Nancy Piffard  
Tel: +1 401 846 1115  
Email: [npiffard@newportexhibition.com](mailto:npiffard@newportexhibition.com)

## TRADE FAIR / CONGRESS

**ADRIATIC BOAT SHOW**  
16 - 19 September 2010 • Sibenik, Croatia  
[www.adriaticboatshow.com](http://www.adriaticboatshow.com)  
Organiser: Nautical Center Prgin Group, Obala J. Šižgorica 1, 22 000, Šibenik, Croatia  
Contact: Nikola Krasic  
Tel: +385 22 312 972  
Email: [nikola.krasic@ncp.hr](mailto:nikola.krasic@ncp.hr)

## TRADE FAIR

**49<sup>th</sup> INTERBOOT – INTERNATIONAL WATERSPORTS EXHIBITION**  
18 - 26 September 2010 • Friedrichshafen, Germany  
[www.interboot.de](http://www.interboot.de)  
Organiser: Messe Friedrichshafen GmbH, Neue Messe, D-88046 Friedrichshafen, Germany  
Contact: Dirk Kreidenweiss  
Tel: +49 75 41 70 84 01 - Fax: +49 75 41 70 82 401  
Email: [dirk.kreidenweiss@messe-fn.de](mailto:dirk.kreidenweiss@messe-fn.de)

## TRADE FAIR

**20<sup>th</sup> MONACO YACHT SHOW**  
22 - 25 September 2010 • Port Hercules, Monaco  
[www.monacoyachtshow.com](http://www.monacoyachtshow.com)  
Organiser: Monaco Yacht Show, Le Panorama A/B, 5th Floor, 57 Rue Grimaldi, 98000 Monaco  
Contact: Monaco Yacht Show Organisation  
Tel: +377 93 10 41 70 - Fax: +377 93 10 41 71  
Email: [info@monacoyachtshow.mc](mailto:info@monacoyachtshow.mc)

## TRADE FAIR / CONGRESS

**20<sup>th</sup> INTERNATIONAL BOATBUILDERS' EXHIBITION & CONFERENCE (IBEX)**  
28 - 30 September 2010 • Louisville, Kentucky, USA  
[www.ibexshow.com](http://www.ibexshow.com)  
Organiser: Professional Boat Builder Magazine/NMMA, PO Box 78, 86, Great Cove Road, Brooklin, ME 04616, USA  
Contact: Tina Sanderson  
Tel: +1 802 879 8324 - Fax: +1 866 469 2471  
Email: [tinaibex@adelphia.net](mailto:tinaibex@adelphia.net)

## OTTOBRE • OCTOBER

### TRADE FAIR

#### 50<sup>th</sup> GENOA INTERNATIONAL BOAT SHOW

2 - 10 October 2010 • Genoa, Italy

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

*Organiser:* Fiera di Genova/UCINA, Piazzale J.F. Kennedy, 16129 Genoa, Italy

*Contact:* Michela Torelli

Tel: +39 010 576 9817 - Fax: +39 010 553 1104

Email: [boatshow@ucina.net](mailto:boatshow@ucina.net)

### TRADE FAIR/ SEMINAR

#### UNITED STATES SAILBOAT SHOW

7 - 11 October 2010 • Annapolis, MD, USA

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

*Organiser:* United States Yacht Shows, 980 Awald Drive Ste 302 Annapolis MD 21403, USA

*Contact:* Bonnie Seidelmann

Tel: +1 410 268 8828

Email: [bonnie@usboat.com](mailto:bonnie@usboat.com)

### TRADE FAIR

#### CAPE TOWN INTERNATIONAL BOAT SHOW

8 - 10 October 2010 • Cape Town, South Africa

[www.capecboatshow.co.za](http://www.capecboatshow.co.za)

*Organiser:* Impact Plus Trading, PO Box 38592, Pinelands 7430, South Africa

*Contact:* Johnny Malherbe

Tel: +27 (0) 21 685 0845

Email: [jm@impactexpo.co.za](mailto:jm@impactexpo.co.za)

### TRADE FAIR / SEMINAR

#### UNITED STATES POWER BOAT SHOW

14 - 17 October 2010 • Annapolis, MD, USA

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

*Organiser:* United States Yacht shows, 980 Awald Drive, Ste 302 Annapolis MD 21403, USA

*Contact:* Bonnie Seidelmann

Tel: +1 410 268 8828

Email: [bonnie@usboat.com](mailto:bonnie@usboat.com)

### TRADE FAIR

#### 32<sup>nd</sup> ATHENS INTERNATIONAL BOAT SHOW

16 - 24 October 2010 • Athens, Greece

[www.athensboatshow.gr](http://www.athensboatshow.gr)

*Organiser:* Expo One Ltd, 4, Anthousas Ave, 15351 Pallini, Athens Greece

*Contact:* Stamatis Vrettos

Tel: +30 2 111 801801 - Fax: +30 2 111 801810

Email: [svrettos@rota.gr](mailto:svrettos@rota.gr)

### TRADE FAIR

#### 29<sup>th</sup> TURKISH INTERNATIONAL BOAT SHOW

20 - 25 October 2010 • Istanbul, Turkey

[www.boatshow.com.tr](http://www.boatshow.com.tr)

*Organiser:* NTSR International Exhibition & Congress Organizers, Ekinciler, Cad. Erturk Sok., Kavacik No: 5, Kat: 3, Istanbul, 34810 Turkey

*Contact:* Esin Aslihan

Tel: +90 216 425 6300 - Fax: +90 216 425 6302

Email: [esin.aslihan@ntsr.com.tr](mailto:esin.aslihan@ntsr.com.tr)

### TRADE FAIR

#### 51<sup>st</sup> FORT LAUDERDALE INTERNATIONAL BOAT SHOW

28 October - 1 November 2010

Fort Lauderdale, FL, USA

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

*Organiser:* Show Management Inc, 1115 NE 9th Ave, Fort Lauderdale, FL 33304, USA

*Contact:* Dane Graziano

Tel: +1 954 764 7642 / 800 940 7642 - Fax: +1 954 462 4140

Email: [dgraziano@showmanagement.com](mailto:dgraziano@showmanagement.com)

### TRADE FAIR

#### 51<sup>st</sup> HANSEBOOT – INTERNATIONAL BOAT SHOW

## HAMBURG

30 October - 7 November 2010 • Hamburg, Germany

[www.hanseboot.de](http://www.hanseboot.de)

*Organiser:* Hamburg Messe und Congress GmbH, Messeplatz 1, D-20357 Hamburg, Germany

*Contact:* Martin Muth

Tel: +49 40 35 69 24 90, Fax: +49 40 35 69 24 98

Email: [martin.muth@hamburg-messe.de](mailto:martin.muth@hamburg-messe.de)

## NOVEMBRE • NOVEMBER

### TRADE FAIR

#### 49<sup>th</sup> BARCELONA INTERNATIONAL BOAT SHOW

6 - 14 November 2010 • Barcelona, Spain

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

*Organiser:* Fira de Barcelona, Avda Reina Maria Cristina S/No, 08004 Barcelona, Spain

*Contact:* Elisenda Durban

Tel: +34 93 233 2000 - Fax: +34 93 233 3435

Email: [edurban@firabcn.es](mailto:edurban@firabcn.es)

### TRADE FAIR

#### SCANDINAVIAN BOAT SHOW

10 - 14 November 2010 • Stockholm, Sweden

[www.scandinavianboatshow.se](http://www.scandinavianboatshow.se)

*Organiser:* Stockholm International Fairs, Massvagen 1, S-125 80, Stockholm, Sweden

*Contact:* Thomas Sandberg

Tel: +46 8 749 44 94

Email: [thomas.sandberg@stofair.se](mailto:thomas.sandberg@stofair.se)

### TRADE FAIR

#### 23<sup>rd</sup> MARINE EQUIPMENT TRADE SHOW (METS) INCORPORATING SUPER YACHT PAVILION

16 - 18 November 2010 • Amsterdam, Netherlands

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

*Organiser:* Amsterdam RAI, PO Box 77777, NL – 1070 MS Amsterdam, Netherlands

*Contact:* Irene Dros

Tel: +31 20 549 3070 - Fax: +31 20 549 1889

Email: [i.dros@rai.nl](mailto:i.dros@rai.nl)

### TRADE FAIR

#### 3<sup>rd</sup> EMIRATES BOAT SHOW INTERNATIONAL

23 - 27 November 2010 - Abu Dhabi, United Arab Emirates

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

*Organiser:* Knotika Boat Shows, PO Box 54070, Dubai, UAE

*Contact:* Wael Juju

Tel: +971 50 636 6501

Email: [wael@knotika.com](mailto:wael@knotika.com)

## DICEMBRE/DECEMBER

### TRADE FAIR

#### 50<sup>th</sup> PARIS NAUTIC

4 - 12 December 2010 • Paris, France

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

*Organiser:* Reed Expositions France, 52-54 Quai de Dion Bouton, CS 80001, 92806 Puteaux Cedex, France

*Contact:* Alain Pichavant

Tel: +33 1 47 56 64 52 - Fax: +33 1 47 56 64 64

Email: [alain.pichavant@reedexpo.fr](mailto:alain.pichavant@reedexpo.fr)

**GLI INSERZIONISTI DI QUESTO NUMERO DI VIA MARE - BY SEA**  
**ADVERTISERS IN THIS ISSUE OF VIA MARE - BY SEA**



**Aerovac Systems Italy Srl • pag. 73**  
tel. +39 039 6892987 - fax +39 039 6894351  
www.aerovac.it - info@aerovac.it



**Diab • pag. 13**  
tel. +39 010 6001248 - fax +39 010 6519298  
www.diabgroup.com/italia.html  
info@it.diabgroup.com



**MCoating • pag. 51**  
tel. +39 011 936 7778 - fax +39 011 931 9406  
www.mcoating.it - info@mcoating.it



**Tellarini Pompe snc • pag. 67**  
tel. +39 0545 22508 - fax +39 0545 32362  
www.tellarini.com - tellarini@tellarini.com



**A.R.TE. Bamar • pag. 57**  
tel. +39 0543 798670 - fax +39 0543 792266  
www.bamar.it - arte@bamar.it



**Fabbri Fiore • pag. 3**  
tel. +39 0583 996448 - fax +39 0583 1929888  
www.fabbriiore.com - info@fabbriiore.it



**Metalleido Components Srl / ABET Group  
pag. 66**  
tel. +39 010 9761539 - fax +39 010 9760084  
www.metalleido.it - sales@metalleido.it



**Vaber Industriale / ITW Plexus  
pag. 47**  
tel. +39 011 273 4432 - fax +39 011 273 1776  
www.vaber.it - info@vaber.it



**Ashland Inc. • 1<sup>a</sup> cop.**  
tel. +31 10 4975317 - fax +31 10 4975392  
www.ashland.com



**Gaiotto Automation • pag. 42**  
tel. +39 0373 279111 - fax +39 0373 279299  
www.gaiotto.com



**Palazzoli • pag. 8**  
tel. +39 030 2015269 - fax +39 030 2015217  
www.palazzoli.com - marketing@palazzoli.it



**Carlo Riccò & F.lli SpA • pag. 64**  
tel. +39 0522 694035 - fax +39 0522 642842  
www.ricco.it



**Helmut Fischer • pag. 15**  
tel. +39 02 2552626 - fax +39 02 2570039  
italy@helmutfischer.com



**PFERD Italia • pag. 38**  
tel. +39 02 553 02486 - fax +39 02 553 02518  
www.pferd.com - info@pferd.it



**Compositi Expo-Congress  
4<sup>a</sup> cop.**  
tel. +39 02 2563143/2564253  
fax +39 02 26305621  
www.compositiexpo.it



**Italdreni - Hi-Tech Compo Division  
pag. 59**  
tel. +39 02 29003034 - fax +39 02 29002452  
www.italdreni.it - infocompo@italdreni.it



**Polyworx • pag. 37**  
tel. +31 548 612217  
www.polyworx.com - info@polyworx.com



**Consorzio Export Nautico • pag. 68**  
tel. +39 0544 36289 - fax +39 0544 36289  
www.nauticaexport.it  
info@nauticaexport.it



**JEC Composites Show • 2<sup>a</sup> cop.**  
www.jeccomposites.com



**Revol Italiana • pag. 53**  
tel. +39 031 511116 - fax +39 031 511116  
www.revol-italiana.it - revolitaliana@tiscali.it



**Saertex • pag. 63**  
tel. +49 2574 9020 - fax +49 2574 902209  
www.saertex.com - info@saertex.com



**Delcam • pag. 33**  
tel. +39 0331 742840 - fax +39 0331 742844  
www.delcam.it  
www.marinecadcam.com



**Lugano Nautica • pag. 4**  
www.luganonautica.ch  
info@luganonautica.ch



**Sirca Technogel • pag. 50**  
tel. +39 049 9322311 - fax +39 049 9322322  
www.sirca.com - sirca@sirca.it

**Hanno collaborato  
a questo  
numero:**

articolo a pag. 9  
**A.E. Bogdanovich e M.H. Mohamed**  
**3TEX, Inc., Cary, NC**  
bogdanovicha@3tex.com  
mansourm@3tex.com  
www.3tex.com

articolo a pag. 34  
**Christian Achter**  
**VABER**  
www.vaber.it

articolo a pag. 39  
**Michael Claes, Daniel Bonduel**  
**e Frédéric Luizi**  
**NANOCYL**  
www.nanocyl.com  
mclaes@nanocyl.com

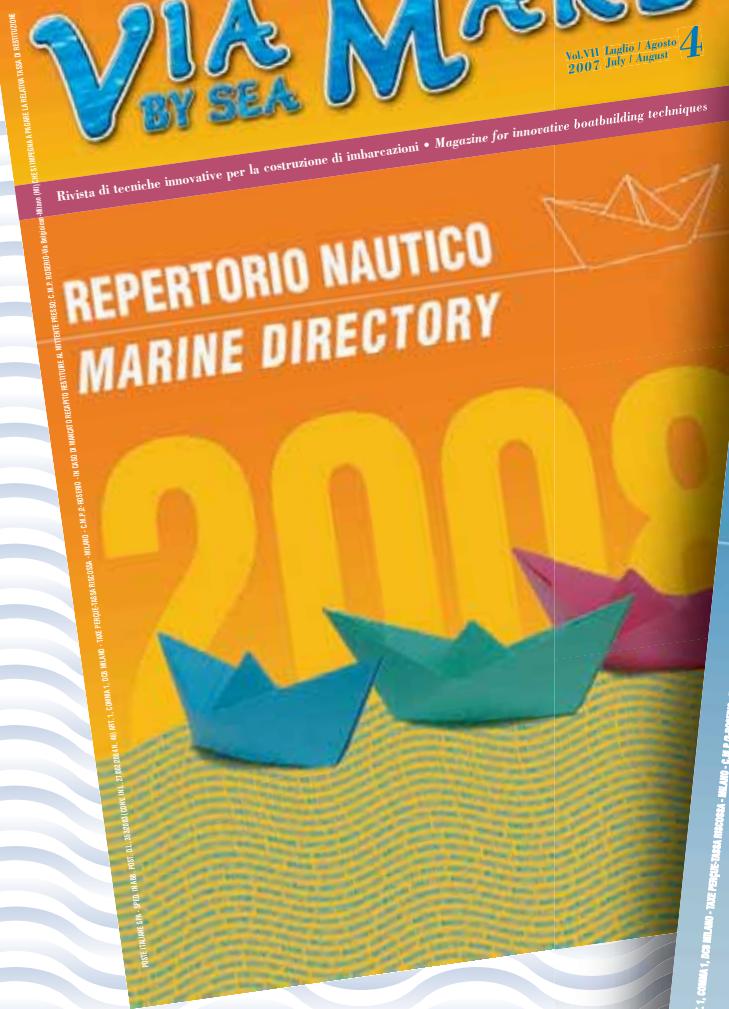
articolo a pag. 43  
**STUDIO CHRISTIAN GRANDE**  
**DESIGNWORKS**  
www.nanocyl.com  
mclaes@nanocyl.com

articolo a pag. 48  
**ZF MARINE**  
www.zf.com

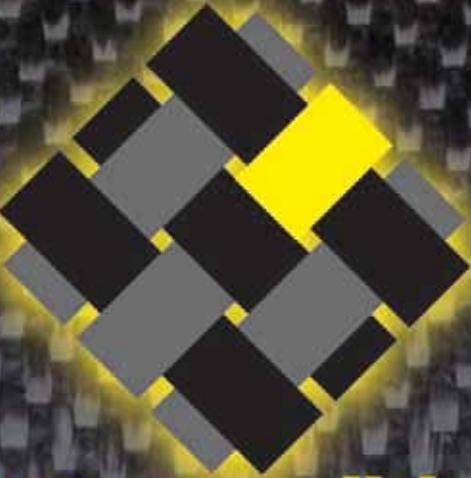
articolo a pag. 56  
**DANIELA DE PALO**  
depalod@hotmail.it

# Repertorio Nautico di Via Mare-by sea

la ricca panoramica annuale interamente dedicata  
alle aziende italiane e internazionali che operano nella nautica  
oltre al più completo elenco merceologico del settore,  
utile e affidabile, per incrementare  
i propri contatti e le possibilità di business



CREI  
via Ponte Nuovo, 26 - 20128 Milano (Italy)  
tel. +39 02.26305505 - fax +39 02.26305621  
[www.viamarebysea.it](http://www.viamarebysea.it)  
[redazione@viamarebysea.it](mailto:redazione@viamarebysea.it)



## compositi EXPO-congress

3<sup>a</sup> Mostra Congresso dedicato alle tecnologie dei materiali compositi a matrice polimerica, ceramica e metallica per i settori: automobilismo, motociclismo, nautico e aeronautico.

*3<sup>rd</sup> Exhibition and Congress dedicated to composite material technology with a polymeric, ceramic and metal mould implied in the fields of motoring, motorcycling, nautics and aeronautics.*

**ModenaFiere 13-14 ottobre 2010**  
[www.compositiexpo.it](http://www.compositiexpo.it)



evento nell'ambito di



Segreteria Organizzativa Evento



BolognaFiere GROUP

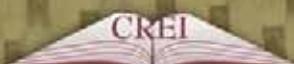
ModenaFiere S.r.l.  
viale Virgilio, 58/B - 41100 Modena  
tel. 059 848380 - fax 059 848790  
[www.modenafiere.it](http://www.modenafiere.it) - [eventi@modenafiere.it](mailto:eventi@modenafiere.it)

Segreteria Organizzativa  
Area Conferenze



Associazione Octima no profit  
via Ponte Nuovo, 26  
20128 Milano  
tel. 02 2563143/2564253  
fax 02 26305621

Segreteria Organizzativa  
Area Espositiva



CREI S.r.l.  
via Ponte Nuovo, 26  
20128 Milano  
tel. 02 2563143/2564253  
cell. 348/8265123 - fax 02 26305621