

tria dello stampo, sia l'infiltrazione della resina.

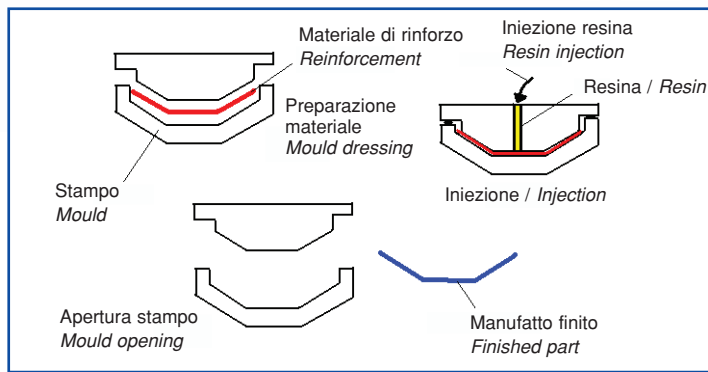
Diversi produttori di barche a questo proposito hanno già presentato alcuni modelli in cui lo scafo e il ponte vengono costruiti in un solo pezzo con la tecnica dell'infusione.

Manufatti di dimensioni più ridotte possono essere prodotti con tecnologia RTM Light (Resin Transfer Moulding); in questo caso, il controstampo è costituito da una struttura "leggera", generalmente vetroresina, e la chiusura avviene tramite vuoto coadiuvato da morsetti meccanici. Anche in questo caso la resina viene trasferita nello stampo per infiltrazione per mezzo del vuoto che, a differenza di quanto avviene per l'infusione, può avere un valore differente rispetto a quello utilizzato per la chiusura (in quanto fornito da un circuito di pompe differenti).

Nell'RTM classico viene utilizzata una pressione anche alta per spingere la resina all'interno della cavità, il che comporta la necessità di stampi metallici, di norma riscaldati e di conseguenza costosi investimenti ammortizzabili solo con un alto numero di pezzi; al contrario l'RTM Light offre il vantaggio di infiltrare la resina attraverso l'utilizzo di una depressione permettendo quindi una notevole riduzione dei costi.

**CSA: il Centro Sviluppo Applicazioni**

Il CSA svolge un ruolo importante come supporto ai clienti studiando al suo interno le caratteristiche dei vari prodotti ed eventualmente proponendo nuove tipologie di rinforzo, al fine di ottimizzare il processo e quindi il tempo ciclo. Infatti



si può approssimare il tempo ciclo come tre volte il tempo di gelo della resina, che a sua volta deve essere calibrato in funzione del tempo di riempimento dello stampo. Il parametro che svolge un ruolo fondamentale nella fase di riempimento, e di conseguenza sull'intero ciclo, è la permeabilità del materiale di rinforzo e del drenante, il cui valore, introdotto nella legge di Darcy, permette di modellizzare il processo e "studiarlo a tavolino", in modo da scegliere a priori il rinforzo adeguato per l'ottimizzazione del processo. La legge di Darcy è un'approssimazione lineare dell'equazione del moto dei fluidi (Navier-Stockes) che permette di legare in una semplice formula matematica le variabili che regolano il processo di infiltrazione: Pressione, Viscosità, Temperatura, Frazione

the hull and the deck are built in only one part through the infusion technique.

Handmade products of smaller size can be produced by RTM Light technology (Resin Transfer Moulding); in this case the top mould is made of a "light frame", generally plastic reinforced by fibreglass, and the closing happens through the vacuum assisted by mechanical clamps. Also in this case the resin is transferred into the mould by infiltration through the vacuum which, differently from what happens for the infusion, can have a different value compared to that one used for the closing (as it's supplied by a different circuit of pumps).

In the classic RTM also a high pressure is used to push the resin inside the cavity, which implies the use of metallic

moulds, generally heated and consequently expensive investments which are amortizable only with a high number of parts; on the contrary, the RTM Light offers the advantage of infiltrating the resin through the use of a depression allowing in this way a remarkable reduction of costs.

**CSA: Applications Development Centre**

The CSA plays an important role as a support for customers, studying the characteristics of the various products and eventually suggesting new kinds of reinforcement in order to optimize the process and the cycle time. We can define the cycle time as 3 times the gel time of the resin which must be calibrated as a function of the filling time of the mould. The parameter which is basic during the filling phase, and consequently on the entire cycle, is the permeability of the reinforcement material and of the draining, whose value, introduced in the Darcy's law, allows to model the process and examine it carefully in order to choose a priori the appropriate reinforcement for the optimization of the process. The Darcy's law is a linear approximation of the equation of the fluids motion (Navier-Stockes) which allows to link the variables which regulate the infiltration process in a simple mathematical formula: Pressure, Viscosity, Temperature, Glass Fraction (or reinforcement) and Permeability.

The study of the permeability of the vitreous reinforcements in particular of the Unifilo is done according to the scheme represented on the [Fig. 1]. The resin

Tempo di iniezione resina:

Tempo del Ciclo:

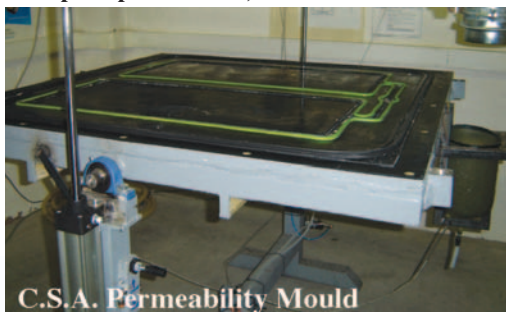
In pratica:  $t_c = t_f + (t_f \times 3)$

Se:  $t_f = 10$  m  $t_c = 40$  m

Se:  $t_f = 12$  m  $t_c = 48$  m

Una piccola variazione del tempo di iniezione, che potrebbe essere causata da una leggera modifica della permeabilità del rinforzo, provoca importanti variazioni sul tempo dell'intero ciclo di produzione.

**Stampo di permeabilità, studio e misurazione**



[Fig. 1]

