



Composite materials mean safer competitions



Sergio Abrami - Yacht Designer

Watching old movies or looking old pictures of powerboats racing, especially offshore, really astonishes me. Maybe the same feeling was experienced thirty or forty years ago, when one looked at the photos from the 50s portraying the car drivers of Formula 1 car racing. In both cases, we see drivers

seating with their body exposed, on unsafe seats, without safety belts, wearing unsuitable clothing.

Powerboats racing has been affected by the fear of innovation which is typical of those who sail the sea, being notoriously traditionalists. Progress has certainly been faster in the field of marine

engines (outboard and inboard) than in the technology of boats construction.

This progress has resulted in increasingly higher speeds. And the speed is always the cause of greater risk, especially on the water. As for the materials of construction of hulls for racing boats - often one-off - the main

material has always been wood. Then a new material came out, that is, composite. Initially as a simple PRFV single skin. Boats and hulls have become only one piece, laminated through moulding and this has allowed to construct series sports boats. Contrary to what one may think, the lighter and stronger structures did not improve safety, especially in the case of racing. "Safety" consisted in being thrown out of the cockpit and it was entrusted with a protection on the back life jacket. But the speed had grown considerably and, as a matter of consequence, the pressures both on the hull and on the driver increased by the square of speed.

Through an almost parallel technology, although with some delay in the offshore sector, we began to consider the possibility of driving secured with 5-6 points seatbelts (rally type) fastened to a protective ergonomic seat inside a sturdier and protective



Competizioni in sicurezza grazie ai compositi

Sergio Abrami - Yacht Designer

Guardare vecchi filmati, osservare vecchie foto di gare motonautiche di circuito ma soprattutto di offshore, mi fa una notevole impressione. La stessa che trenta o quaranta anni fa forse facevano le foto degli anni '50 che ritraevano i piloti di formula 1 automobilistica. In entrambi i casi, vediamo piloti con guida a busto esposto, sedute precarie, senza cinture di sicurezza, abbigliamento inadatto.

La motonautica sportiva ha sofferto della paura dell'innovazione tipica di chi va per mare, notoriamente tradizionalista. Il progresso è stato certamente più veloce nel campo dei motori

marini (fuori bordo e entro bordo) che nella tecnologia di costruzione delle imbarcazioni.

Questo progresso si è tradotto in velocità sempre più elevate. E la velocità da sempre è portatrice di maggiori rischi, soprattutto sull'acqua. Per quel che riguarda i materiali costruttivi degli scafi da competizione - realizzati quindi spesso in esemplare unico - il materiale principe è sempre stato il legno.

Poi è arrivato il materiale nuovo: il composito. Inizialmente semplice PRFV single skin.

Le imbarcazioni, le carene, sono diventate un pezzo unico, laminato

in stampi e questo ha permesso di "costruire in serie" le imbarcazioni sportive.

Contrariamente a quanto si possa pensare, la struttura più leggera e robusta non ha migliorato la sicurezza, soprattutto in circuito. La "sicurezza" consisteva nell'essere sbalzati fuori dall'abitacolo e era affidata a salvagente con protezioni sulla schiena. Ma le velocità erano cresciute considerevolmente e conseguentemente le pressioni sia sullo scafo sia sul pilota, aumentate con il quadrato della velocità.

Con un percorso quasi in parallelo, anche se con un certo ritardo nel settore offshore, si iniziò a considerare la possibilità di guidare legati con cinture di sicurezza a 5-6 punti (tipo rally) affiancati a una seduta ergonomica di protezione,

all'interno di una parte di imbarcazione più robusta e protettiva.

Per anni comunque si continuò a utilizzare i canopy "difettosi" dei caccia F16 montati sulle coperte, quasi sempre aperti.

Offshore e circuito per molti anni procedettero indipendentemente. In circuito si cercò di standardizzare le caratteristiche dei pannelli che costituivano il cockpit (la protezione intorno al pilota). Il primo standard imposto fu quello dei 1000 N, poco ma sempre meglio di niente, per passare poi allo standard 2000 N - 3000 N ed infine 4000 N. Il valore dello standard rappresenta il carico che deve sopportare un pannello largo 100 mm semplicemente appoggiato su rulli posti a 500 mm di intervallo senza superare i 25 mm di inflessione prima di cedere.



part of the boat.

For years, however, the F16 fighters' "faulty" canopy mounted on decks were used, which were in most cases open.

Offshore and races went on independently for many years. For races, it was tried to standardize the characteristics of the cockpit panels. The first standard set was that of 1000 N: not a lot, but better than nothing, later it was improved with the standard 2000 N - 3000 N and finally 4000 N. The standard value stands for the load that a 100 mm. wide panel must endure simply supported on rolls placed at 500 mm. distance, without exceeding 25 mm. deflection before failing.

In 2008 the crash box was adopted to protect the driver from cockpit intrusion.

In offshore racing, in a few years,

there was a transition from driving standing up to sitting fastened and protected by a semi hood (first) and then by a full hood (although open); soon the new trend was the side by side solution: under only one protective structure - side by side - the driver (i.e. rudder control) and the trottleman, (hand lever man, the most important one) being side by side and not in tandem or in two separate safety cells. This occurred not without accidents that proved the dangers of the large windows that had been created in this type of safety cell.

The change of materials in offshore, the transition from aluminum light alloys to composite sandwich structures (where the buoyancy is based on the structure core), has meant that the boats did not sink any more, even

when they were highly damaged. Over of the years and with higher and higher speeds, the types of accidents have also changed. No longer stuck in the wave, but, because of the new race courses with many tacks along the coast for reasons of safety and television broadcasting, capsizings at turning poits and flips (wheelies and reversed landings) increased. In these cases, the component which is most prone to dangerous

failure (not necessarily with a damage suffered by the crew) is the hatch, the access door to the canopy. It is a sensitive portion of the protective capsule mainly because consisting of a large sized panel which is simply laid (hinged at the bow and bound by one or two locking systems).

The least requirement, for ease of extraction of the crew in the event of an accident, is an opening of 550x825 mm. However, in the past, even more dangerous large portholes were made.

The door, in most cases, is (badly) constructed with a sandwich structure. I say "badly"



1992, Ferretti at Marbella on Giese 42 / 1992, Ferretti a Marbella su Giese 42

Nel 2008 venne adottato il crash box per proteggere il pilota da intrusione nel cockpit.

Nelle gare di offshore, dove in pochi anni si è passati dalla guida in piedi a quella seduta e legata con la protezione di un semi cupolino prima e poi di un cupolino integrale (ma aperto); rapidamente ci si è indirizzati verso la soluzione side by side: sotto una unica struttura protettiva - fianco a fianco - driver (ovvero controllo del timone) e trottleman, (uomo delle manette, il più importante) affiancati e non in tandem o isolati in due distinte safety cell. Questo non senza incidenti che dimostrarono la pericolosità delle grandi finestre che si creavano in questa tipologia di safety cell.

Il cambio di materiali in offshore, il passaggio dalle leghe leggere di

alluminio ai compositi con struttura a sandwich (dove la buoyancy è costituita dall'anima della struttura) ha fatto sì che le barche non affondassero più, anche quando gravemente danneggiate.

Con il passare degli anni e le velocità sempre più alte, sono cambiate anche le tipologie degli incidenti. Non più infilate nell'onda, ma, a causa dei percorsi di gara modificati con molte virate in circuiti sotto costa per esigenze di sicurezza e di spettacolarità televisiva, sono aumentati i ribaltamenti ai giri di boa e i flips (impennate e atterraggi in rovesciata)

In questi casi, la componente più soggetta a pericolosi cedimenti (non necessariamente con danni all'equipaggio) è l'hatch, il portello di accesso al canopy. Si tratta di una porzione sensibile

della capsula protettiva soprattutto perché costituita da un pannello semplicemente appoggiato (incernierato a prua e vincolato da una o due sistemi di chiusura) di rilevanti dimensioni.

Il minimo richiesto, per facilità di estrazione dell'equipaggio in caso di incidente, è una apertura di 550 x 825 mm. Ma in passato furono realizzati anche portelli pericolosamente più grandi.

Il portello, nella maggior parte dei casi, è (malamente) realizzato con struttura a sandwich. Ho scritto malamente perché spesso nelle ispezioni mi sono trovato di fronte a pezzi realizzati con una buona, se non ottima manualità di esecuzione, ma senza il minimo criterio di calcolo strutturale. Spesso c'è un uso abbondante e improprio di fibra di carbonio sulla pelle esterna

e poche pelli di vetro all'interno, con materiale d'anima di basso spessore e bassa densità. Un ottimo isolamento termico, ma una scarsa protezione...

In una "vera" struttura a sandwich, l'anima lavora a taglio. La resistenza al taglio dell'anima è direttamente proporzionale alla densità della schiuma (in genere PVC espanso cross-linked). Una "vera" struttura a sandwich deve essere per quanto possibile bilanciata e simmetrica.

Preferisco avere come strato esterno un layer di vetro E (possibilmente un twill) che protegge localmente la fibra di carbonio multiassiale sottostante, un'anima con densità 130 kg/mc (che è un buon compromesso tra spessore e densità), una pelle interna in multiassiali di carbonio HR con a finire un layer

because during inspections I have often found pieces made with a good, not to say excellent practice of execution, but without the minimum criterion for structural calculation. There is often a plentiful and improper use of carbon fibre on the outer skin and a few glass skins inside, with a low thickness and low density core material. An excellent thermal insulation, but a little protection.

In a "really good" sandwich structure, the core performs based on the shear strength. The shear strength of the core is directly proportional to the density of the foam (usually PVC foamed crosslinked). A "really good" sandwich structure must be as much as possible balanced and symmetrical.

I'd rather have an E-glass layer (possibly a twill) as an outer layer,



di aramidica (Kevlar o Twaron), sempre con tessitura twill.

Questo ultimo strato in aramidica non ha tanto funzioni strutturali, quanto protettive in caso di malaugurata rottura. Spesso, i piloti e soprattutto gli operatori del team di soccorso, rimangono feriti da schegge di carbonio durante le operazioni di estrazione dell'equipaggio incidentato.



Class 1 GP

which protects locally the underlying multiaxial carbon fibre, a core with a density of 130 kg/mc (which is a good compromise between thickness and density), an inner skin based on multiaxial carbon HR and a finishing aramid layer (Kevlar or Twaron), always with twill weave.

This latter aramid layer does not play really a structural role, but a protection one in the unfortunate case of a breakage. Often, the drivers and especially the operators of the rescue team are injured by carbon chips during the crew rescue operations.

Emergency structural operations

Often, there is not time enough to make a hatch "as it should be". Two seasons ago, working directly in the field in the dry pit, on my suggestion, a very quick

and simple protection system was designed: a St. Andrew's cross reinforcement structure inside the hatch. This allows to preserve the space of 120 mm between the driver helmet and the porthole and to create smaller portions of planking which discharges the load on the X arms

through a blocked high modulus unidirectional carbon fibre platband, connected with a core of the thus created beam, based on high strength bidirectional 45° carbon. We are talking indicatively of a relief of about 25 mm, which is simple ad fast to implement and which is effective. Obviously, the working process is under vacuum, but it can be achieved also on the competition field, as shown by the photographs.

ABOUT THE AUTHOR

Sergio Abrami, independent professional Yacht Designer, Proboviro di As.Pro.Na.Di. (the Italian Association of Yacht Designers recognized by MIT (Ministero infrastrutture e trasporti) Associate Member of SNAME (The Society of Naval Architect and Marine Engineer), past President and Associate member of A.Te.Na. - Milan (Italian Association of Naval Technology), professor of Yacht Design at Master of Milan Polytechnic and professor at Master of Ship & Yacht Design at IUAV of Venice (Istituto Universitario Architettura Venezia), permanent technical commissioner WOC 1992. Now UIM Technical Officer. Member of Working Group UNI (Italian Unification Committee) and ISO (International Standards Organization).

Sergio Abrami, Yacht Designer. Proboviro di As.Pro.Na.Di. (Associazione italiana progettisti nautici, riconosciuta dal Ministero Infrastrutture e Trasporti), Membro Associato della SNAME (Società di Architetto Navale e Marine Engineer), già Presidente e membro associato di A.Te.Na. - Milano (Associazione Italiana di Tecnica Navale), professore di Yacht Design al Master del Politecnico di Milano e docente presso Master of Ship & Yacht Design presso lo IUAV di Venezia, Cominoff - UIM, commissario tecnico permanente WOC 1992. Ora UIM. Responsabile Tecnico, consulente e relatore a corsi specializzati sull'uso di materiali compositi in campo del trasporto ferroviario alla Ansaldo Breda di Pistoia, nel settore caravan e camper a Laika a Tavarnelle FI, nel settore RHIB a Arimar - Ravenna. Membro del Gruppo di Lavoro UNI (Comitato Italiano di Unificazione) e ISO (International Standards Organization).

Gli interventi strutturali di emergenza

Spesso non c'è tempo per realizzare un portello "come si deve". Due stagioni fa, lavorando direttamente sul campo nel dry pit, si è intervenuti (su mia indicazione)

realizzando un rimedio molto semplice e veloce: la creazione di una struttura di rinforzo a croce di S. Andrea sulla parte interna dell'hatch.

Questo permette di conservare lo spazio di 120 mm tra casco pilota e

portello e di realizzare porzioni più piccole di fasciame che scaricano sui bracci della X costituiti da una piattabanda in fibra di carbonio unidirezionale a elevato modulo bloccati, collegati con un'anima della trave così creata in bidirezionale a 45° di carbonio elevata resistenza.

Stiamo parlando indicativamente di un rilievo di circa 25 mm semplice, veloce da realizzare, efficace.

Ovviamente la lavorazione è sotto vuoto, ma realizzabile, come testimoniano le fotografie, anche sul campo di gara.



St. Andrew's cross reinforcement Structure di rinforzo a croce di S. Andrea