

OSMOSI

Come orientarsi tra dubbi e soluzioni, consigli pratici per affrontarla

CONTENUTO

INTRODUZIONE	6
01 LA VETRORESINA	8
02 LA COMPARSА DELL'OSMOSI	16
03 I COMPOSITI: CARATTERISTICHE E INTERAZIONI	22
04 L'ORIGINE DEL PROCESSO OSMOTICO	38
05 DANNI DA OSMOSI E TRATTAMENTI	62
06 COMPRAVENDITA DELL'USATO E PERIZIE	82
07 FAQ	92
RIFLESSIONI CONCLUSIVE	98

INTRODUZIONE

Nulla si crea, nulla si distrugge, tutto si trasforma.

Antoine-Laurent Lavoisier, 1774

OSMOSI

Processo fisico spontaneo che tende a diluire la soluzione più concentrata, riducendo così la differenza e lo squilibrio di concentrazione tra due liquidi separati da una membrana semipermeabile.

Il significato della parola "osmosi" (dal greco *osmos*, spinta) e l'uso del termine sono chiari nell'indicare non solo un fenomeno fisico elementare di diffusione dell'acqua attraverso una membrana, ma anche un meccanismo di scambio, di imitazione e di simbiosi tra sistemi. L'area soggetta all'osmosi può essere interpretata anche come una realtà "arricchita", che vive in equilibrio tra forze diverse e contaminazioni, entro un consistente grado di complessità.

Il contesto nautico in cui opera e si sviluppa lo specifico processo di osmosi ne stabilisce poi le cause, gli effetti e le regole del gioco. L'osmosi rappresenta l'alterazione e lo squilibrio, spontaneo ed imprevedibile, del delicato "sistema barca".

Le molecole si spostano naturalmente da aree con alte concentrazioni verso concentrazioni più basse fino a raggiungere un equilibrio. Lo stretto legame tra osmosi ed entropia, ovvero l'apparente casualità di filtrazione e di idrolisi e l'imprevedibilità degenerativa interna al laminato, riflette quel diffuso pensiero "da banchina" sul destino incerto della barca in vetroresina, ma l'osmosi non arriva mai per caso o dal nulla, esiste sempre qualche condizione che determina la sua comparsa.

Su cosa sia e cosa rappresenti l'osmosi si sono pronunciati in tanti, forse tutti, pertanto l'obiettivo è mettere ordine e invitare a riflettere per restituire oggettività al fenomeno, mai uguale e mutevole ma quasi sempre presente, tra dubbi, certezze e battute d'arresto, nei programmi manutentivi.

Nell'ambito della nautica, soprattutto quella da diporto, il termine "osmosi" è stato privato nel tempo del suo significato etimologico e ha iniziato a indicare un fenomeno che nell'immaginario collettivo mantiene attorno a sé un'aura di mistero su cui, tra psicosi, disinformazione e dichiarazioni fuorvianti, si alimentano falsi miti e possibili inganni. Consigli avventati possono non solo compromettere la struttura stessa dello scafo, ma anche destabilizzare le nostre capacità obiettive di interpretazione e di decisione.

La maggior parte di chi va per mare lo fa per passione e solo una minoranza lo fa da professionista. Il mondo della nautica, diventato più accessibile, accoglie un'utenza nuova e allargata rispetto al passato, consapevole di doversi confrontare in prima persona con i problemi di bordo, le manutenzioni ordinarie e straordinarie, gli impianti, le strutture, il rigging, i motori e i vari difetti della vetroresina, tra i quali l'insidiosa osmosi.

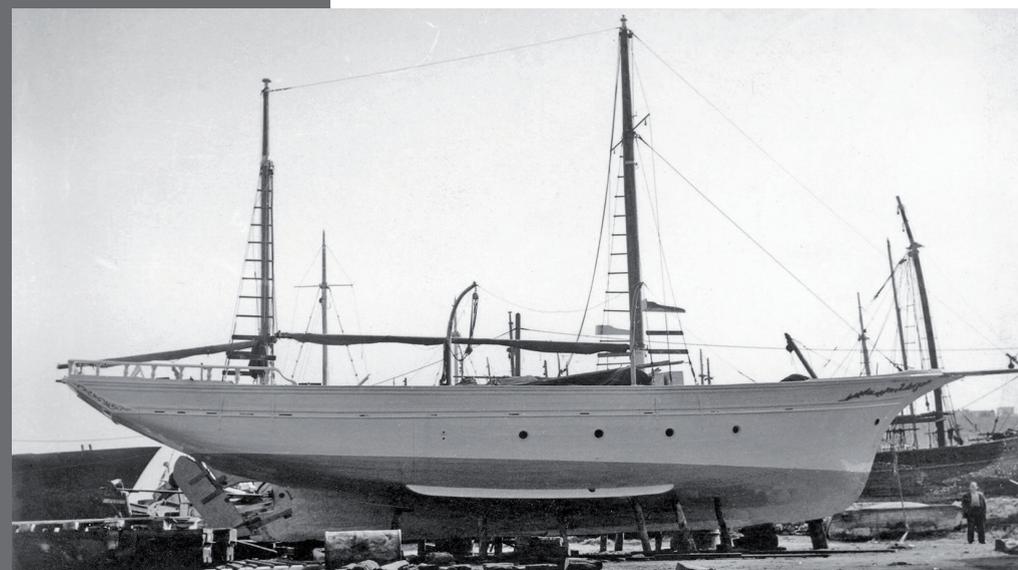
Verrà quindi analizzato il fenomeno in modo chiaro, comprensibile anche a chi non ha conoscenze consolidate sull'argomento, evitando barriere linguistiche e concettuali, per iniziare a vedere le cose per quello che realmente sono e trovare la soluzione migliore.

Questo manuale, infatti, intende essere uno strumento anzitutto tecnico ma anche di riflessione, per acquisire maggiore consapevolezza sul tema e consentire di potersi liberamente confrontare con gli esperti in qualunque fase del problema. Esso si rivolge ai navigatori professionisti, ai diportisti, ai neofiti della nautica, a progettisti, costruttori, sognatori e a tutti coloro che prima o poi si ritroveranno, confusi ma felici, tra le barche.

LA VETRORESINA 01

BREVI CENNI AL PASSATO PER GUARDARE AL FUTURO

Guardando alla storia, l'uomo ha sempre sfruttato le vie del mare avendo cura di preservare il mezzo con cui navigava dall'ambiente aggressivo che ne consumava lentamente l'opera viva. Da millenni dunque l'uomo deve affrontare il rapporto problematico tra l'ambiente marino e lo scafo.



Ketch in legno nei cantieri di Amalfi, 1960.

Anche Dante (*Inferno*, canto XXI) racconta come i veneziani in inverno usassero riparare i legni degli scafi in cattivo stato, divorati dalle *bisse* (teredini), sigillandoli con stoppa e pece: "Quale ne l'arzanà de' Viniziani / bolle l'inverno la tenace pece / a rimpalmare i legni lor non sani...".

Il navigante divenne così ben presto anche un abile costruttore. Questi lontanissimi artefici di scelte costruttive gettavano sapienti "fondamenta" in cui le conoscenze, i mestieri, la tecnica, le caratteristiche dei materiali e il contesto assumevano un ruolo importantissimo che nel tempo, purtroppo, si è perso.

Una prima riflessione è quella di considerare e riconoscere lo scafo come una "macchina complessa", capace di sfruttare l'acqua e il vento lasciandosi trasportare e attraversare da essi, di resistere alla pressione, alle aggressioni marine e alla degradazione naturale dei materiali utilizzati.

Esiste una saggezza popolare millenaria che ha tramandato soluzioni semplici ed esemplari.

Basta guardare al passato per comprendere l'eredità, l'originalità e l'impiego delle pratiche conservative sugli scafi e ammettere oggi i nostri limiti a dispetto di tecniche, materiali e conoscenze che vengono considerati spesso invulnerabili e infallibili.

In passato galleggiava un solo materiale, il legno, ed esisteva un solo vero nemico da combattere: le incrostazioni organiche che si formano sull'opera viva (fenomeno oggi noto come *biofouling*). La responsabilità del degrado di uno scafo, infatti, è dovuta principalmente ad alcuni elementi contenuti nell'acqua, come il cloro e l'ossigeno con elevata capacità ossidante (soprattutto sui metalli). A questa azione di natura chimica, esercitata sia in acqua che in atmosfera marina, sulle parti immerse si somma un secondo potente deterioramento causato da organismi vegetali e animali dotati di consistenti strutture calcaree incrostanti.



Biofilm primordiale su una pala del timone.



Fouling su una presa a mare metallica.

Oggi nuovi materiali, complesse reazioni chimiche tra materiali plastici compositi, residui insolubili, processi di idrolisi, solventi, diluenti, acceleranti, plastificanti e degenerazioni osmotiche rendono la vita dei nostri scafi molto più complicata sia sotto che sopra la linea di galleggiamento.

Plutarco (46–127 a.C.) descriveva come "erbacce" e "melme" i nemici più temuti e i parassiti che colonizzavano e abitavano l'opera viva: "...aggregazioni coloniali sedentarie di foranavi (teredini) e remore a ventosa insieme a quel mondo animale di molluschi vermiformi e di popolamenti biologici..."



Balani e cirripedi (denti di cane) e corrosione parti metalliche (deriva e passascafi).



Biofouling a uno stadio iniziale in carena.

La pece, che i Romani usavano come cera per ungere gli scafi delle loro navi, è descritta anche da Plinio il Vecchio (23–79 d.C.) come rimedio per impermeabilizzare dalle teredini il fasciame degli scafi.

Veniva steso un composto, detto *spalmo*, formato da sego, olio di pesce, zolfo e *cerussa* (biacca) o bianco di piombo, oppure un composto di calce e arsenico, per prevenire l'attacco dei vermi che penetravano nel fasciame e si cibavano del loro legno.

I Fenici usavano invece spalmare le carene delle loro navi di bitume proveniente dal mar Morto, mentre i Greci, i Persiani e successivamente anche i Romani le rivestivano di fogli metallici di bronzo, piombo e rame.

Oltre alla pece e al bitume, in seguito furono usate so-

stanze dai nomi esotici più strani, come la vernice *dammar*, proveniente dalla Indie orientali, la colofonia o pece greca, il mastice dei pistacchi di Chio, la sandracca dell'Africa, l'ambra e la resina copale di Zanzibar.

Si sperimentarono nel tempo varie tecniche per migliorare l'efficienza di scorrimento e limitare il degrado dello scafo, arrivando a testare e utilizzare anche l'argento o a ricoprire la carena con chiodi di ferro con una larga testa triangolare (magliettatura). Quest'ultimo rimedio, però, si dimostrò presto inefficace per due inconvenienti: la ruggine che corrodeva i chiodi e la facilità con cui venivano espulsi a causa delle continue torsioni indotte dal movimento dello scafo.

Guaine e sottili lastre di rame inchiodate a foderare la carena di legno furono altri tentativi messi in pratica prima dell'avvento di due grandi famiglie di protettivi per scafi in legno, in vetroresina, in composito, acciaio o leghe, entrambi ottimi inibitori di contatto: i biocidi, a protezione di fenomeni organici e fattori ritardanti nella formazione batterica e vegetativa; e gli impermeabilizzanti, a difesa di infiltrazioni d'acqua, per evitare indebolimenti meccanici, scissioni e reazioni chimiche da idrolisi, soprattutto all'interno di quei laminati plastici compositi prodotti e commercializzati a partire dalla seconda metà del XX secolo.

Tuttavia il degrado è un fenomeno legato al passare del tempo che prima o poi interessa tutti i materiali. Il ferro arrugginisce, il legno marcisce, il calcestruzzo si crepa e, per le stesse cause naturali (tempo, agenti atmosferici e biologici) e umane (inquinamento e usura), anche l'invulnerabile vetroresina lentamente si degrada, consentendo, in determinate condizioni predisponenti, anche l'insorgenza di possibili fenomeni osmotici.

LA VETRORESINA RIVOLUZIONA IL MERCATO NAUTICO

Fino agli anni '50 costruire una barca in legno richiedeva un lungo lavoro da parte dei maestri d'ascia e di una manodopera specializzata, ma il prodotto finito era un vero capolavoro artigianale, costoso e soprattutto esclusivo, riservato a pochi.

La vetroresina come composito, non ancora come applicazione, fu realizzata per la prima volta in Italia molti anni prima, nel 1926, nel centro ricerche dell'Università di Bari dall'ingegnere Domenico Montaruli, in seguito agli studi sui materiali ultraleggeri richiesti dall'Aeronautica Macchi.

Nel 1960 Ruggiero Di Luggo, fondatore del cantiere italiano Fiat (Fabbriche Italiane per l'Applicazione di Resine Termoindurenti), realizzò invece la prima imbarcazione in vetroresina d'Europa a Baia, nel golfo di Pozzuoli. Era una piccola lancia di 3,60 metri battezzata col nome di *Conchita*.



Conchita, la prima barca in vetroresina prodotta in serie.
Per gentile concessione di Fiat Mare

Nel 1968 l'architetto visionario finlandese Matti Suuronen presentò il prototipo di una casa, sempre di poliestere, a forma di UFO, di 8 metri di diametro e 4 metri d'altezza, sorretta da zampe regolabili e trasportabile in elicottero. Si chiamava Futuro, adatta per otto persone e per i climi gelidi finlandesi, ovviamente provvista di camino!

"Il perfetto disegno della 'nave spaziale' riflette l'architettura del domani. L'era della plastica sta per iniziare."

Matti Suuronen, 1965



Nel 1968 l'architetto Matti Suuronen progetta una casa in poliestere rinforzata in fibra di vetro chiamata Futuro. Foto TTKK

Anche il giovane ingegnere Michel Dufour si appassionò al nuovo materiale, realizzando nel 1964 *Sylphe*, una delle prime barche a vela in resina poliestere ortoftalica, siglando così l'atto di nascita di una nuova e lunga storia della nautica.

Negli anni '60 trionfa dunque la vetroresina come materiale alternativo che rivoluziona letteralmente la nautica da diporto, conquistando cantieri e nuovi armatori. In questo modo le barche diventano un oggetto più accessibile e si apre un nuovo mercato verso un numero maggiore di utenti, che però sono impreparati.

Per la prima volta, grazie alle resine e agli stampi, le barche vengono prodotte industrialmente su larga scala, per cui oggi si può confermare che la vetroresina è senza ombra di dubbio uno dei materiali più diffusi nella cantieristica moderna.

Sfortunatamente il vertiginoso aumento del prezzo del petrolio nel 1971 pose fine al sogno delle "case di plastica", ma la produzione di barche in vetroresina non si arrestò, anzi aumentò, raggiungendo numeri senza precedenti nella storia della nautica.

Nuove tecniche di stratificazione, materiali sempre più appropriati e cantieri sempre più consapevoli sono in grado, in teoria, di escludere il rischio osmosi limitando da subito le condizioni predisponenti.

La resina, tuttavia, specialmente quella poliestere, è imperfetta e presenta non solo il rischio di osmosi per la sua capacità di assorbire acqua, ma anche altri potenziali problemi conseguenti alla sua permeabilità: delaminazione di scafo e coperta, distacco del controstampo, fessurazioni e infiltrazioni nella giunzione del bulbo. Inoltre passascafi, prese a mare, attrezzature e sartie, ormai reperibili a qualsiasi prezzo e di qualsiasi qualità, contribuiscono a una perdita di qualità generalizzata, secondo una filosofia al ribasso e al miglior offerente.

LA VETRORESINA: NON SOLO VANTAGGI

Nei primi anni '80 molti scafi in vetroresina, costruiti secondo tecniche e materiali al tempo considerati perfetti, privi di anomalie ed esenti da manutenzione, iniziano a presentare i primi sintomi di una "malattia" che poi sarebbe stata considerata il "cancro" della vetroresina: strane bolle che appaiono sull'opera viva dopo alcuni anni dal varo.

Definito con il termine "osmosi", ancora oggi, dopo quarant'anni, questo è considerato uno dei danni più antipatici nonostante minacce molto più serie possano mettere a rischio ben maggiore i nostri gusci.

La vetroresina possiede una serie di vantaggi indiscussi e alcuni svantaggi che possono essere monitorati ed evitati con un'attenta manutenzione da parte dell'armatore. In generale la vetroresina è tuttora economica, oggi inoltre è più semplice da produrre, è leggera, richiede poca manutenzione, è strutturalmente forte e resiliente (se correttamente impiegata) e può essere facilmente modellata in forme molto complesse.

LA COMPARSA DELL'OSMOSI

02

FATTORI DI RISCHIO E PRIMI SINTOMI DI OSMOSI

La barca non è un pesce che vive e respira sott'acqua, il suo elemento naturale non è solo il mare, ma anche la terra, se consideriamo che tutti gli elementi di una barca, sia essa antica o moderna, derivano dalla terra per essere usati in mare. L'ingegno umano l'ha creata e destinata all'acqua, con cui tenta di convivere.



Barca su invaso che invade con la prua la recinzione del cantiere. La parte non trattata con antivegetativa ha in compenso una... rigogliosa vegetazione!

Raggi solari, sbalzi di temperatura, vento, umidità, acidità e stress meccanici di ogni tipo (impatto, compressione, trazione e flessione) rendono la vita di tutte le barche, e conseguentemente dei relativi armatori, faticosa, in un altalenarsi di navigazioni e manutenzioni, gioie e dolori.

Resine, acciai, leghe, compositi e legni sono ospitati ma indeboliti di continuo dall'acqua, sopra e sotto la linea di galleggiamento. Tutti questi materiali si consumano e hanno "pelli" di natura terrestre, che richiedono aria per respirare e riposare.

Cosa fare allora? Affrontare altre voci di spesa nel budget annuale tra ormeggio, alaggio, varo e servizi complementari, oppure lasciare l'imbarcazione in acqua, sempre pronta all'uso ma esposta alle intemperie invernali, all'usura, all'umidità e al temibile rischio di osmosi?

Va subito detto che l'osmosi è un problema principalmente economico. Infatti il costo del trattamento in alcuni casi può superare il valore del bene stesso, motivo per cui la parola stessa e il solo sospetto di osmosi possono procurare apprensione. Tuttavia l'osmosi si può prevenire, o affrontare e risolvere, se si interviene per tempo. Non è di certo un evento che capita "a tradimento" o per caso, anzi, è un fenomeno progressivo che impiega anni a manifestarsi e a degenerare fino a compromettere, in casi molto rari, anche la resistenza strutturale del mezzo. Se il fenomeno è

visibile non possiamo ignorarlo, ma dev'essere comunque dimostrato e valutato affinché gli interventi siano mirati. Evitiamo dunque di affidarci a sentenze a prima vista e a consigli superficiali. Rivolgiamoci a figure competenti in materia per una valutazione attenta e reale o, in alternativa, fidiamoci di noi stessi, ma consapevoli e ben informati.



Puntelli e tacchi per il rimessaggio degli scafi a terra.

- ▶ Quali sintomi indicano la presenza di osmosi?
- ▶ Come possiamo essere certi che il fenomeno sia veramente in atto?
- ▶ Come possiamo sapere se la barca è predisposta ad "ammalarsi"?
- ▶ Cosa indica la percentuale di umidità nel laminato e a chi rivolgersi per la diagnosi?

Queste sono le domande che dobbiamo porci al sospetto che la nostra barca possa essere soggetta a osmosi. È fondamentale, dunque, possedere le conoscenze necessarie per comprendere le risposte e decidere con consapevolezza come agire.

UMIDITÀ NELLO SCAFO: UN FATTORE DA TENERE SOTTO CONTROLLO

Il fatto che una barca di venti o trent'anni possa apparire umida nello scafo a seguito di una verifica strumentale (sempre che sia eseguita con letture corrette e riporti valori attendibili sulla base dei punti di prelievo e dei tempi di misurazione a secco) non è sinonimo di osmosi e soprattutto non indica la fine della barca. Il fatto che sia umida è anzi piuttosto prevedibile per le note caratteristiche dei materiali, molto spesso imperfetti, con i quali in passato si realizzavano le stratificazioni in vetroresina per alcune barche di serie. L'eccesso di umidità nell'opera viva indica inevitabilmente lo stato di anzianità e di porosità dello scafo, ma non necessariamente una condizione degenerativa, né, soprattutto, di osmosi.



Due igrometri che presentano valori elevati di umidità a scafo. Skipper Plus del marchio Tramex e Skinder del marchio Cecchi.

I misuratori non sono in grado di distinguere l'acqua dai sottoprodotti dell'idrolisi nelle bolle osmotiche. L'igrometro non segnala la presenza di liquido osmotico, né tantomeno un processo di osmosi, ma soltanto l'assorbimento di umidità. Più verosimilmente, esso può rappresentare la premessa chimicofisica per innescare un fenomeno osmotico, sempre che il laminato presenti condizioni tali da favorirlo. In particolare: una laminazione non corretta, un'eccessiva permeabilità della resina di superficie (gelcoat), costituenti non legati e volatili, contaminazioni e polveri varie, resine a catalizzazione incompleta, l'appretto dei primi strati di Mat, il cloruro di polivinile che ricopre la fibra di vetro, ma soprattutto interstizi e vuoti d'aria intrappolati nello stratificato.

La vetroresina, se catalizzata completamente, è un buon materiale. Tuttavia i difetti di produzione, sommati al cattivo uso, sono i fattori che consentono al fenomeno di instaurarsi. In fase di produzione possono esserci residui, miscele sbagliate, fessurazioni, vuoti, polimerizzazioni incomplete, solventi e bolle d'aria.



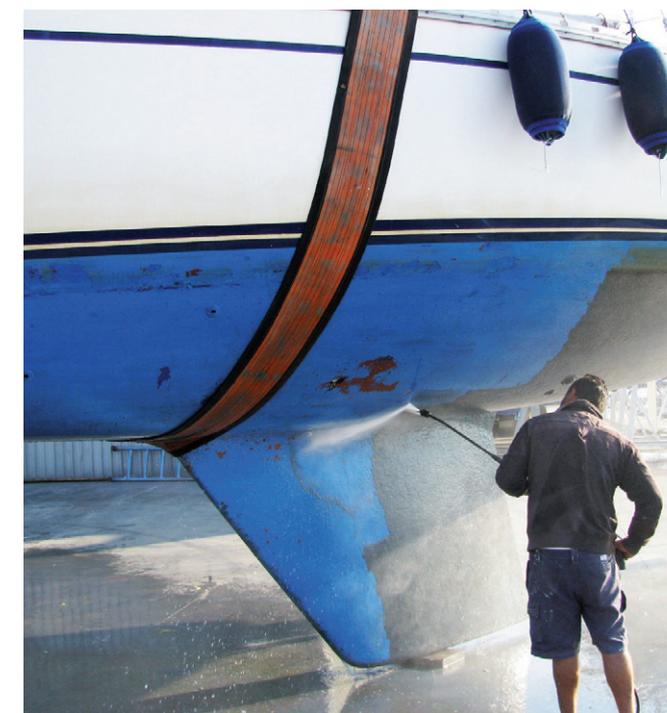
Uno scafo di trent'anni in poliestere rinforzata con fibre di vetro realizzato con laminazione manuale.

Durante il ciclo vitale dell'imbarcazione si possono altresì verificare condizioni che accelerano il processo, come cricche, delaminazioni o *debonding*, crepe, forature e stress meccanici o da impatto. Dopo molti decenni di uso e di interventi, non sempre appropriati, riscontrare valori di umidità in carena al di sopra dei limiti, senza evidenza di bolle, è già un discreto risultato. Che fare in questa circostanza? Lasciare semplicemente che la barca asciughi.

Come misura preventiva, oggi sempre più spesso adottata, si può valutare un trattamento superficiale, stendendo più mani di primer epossidico, sempre che lo scafo abbia bassi valori di umidità relativa. Altra opzione è una convivenza in "vigile attesa" fino al giorno in cui, forse, appariranno le prime bolle sotto forma di chicchi, teste di spillo o cupolette accennate.

Qual è la decisione giusta? A seconda dell'atteggiamento di fronte a questa malaugurata evenienza, ogni armatore potrebbe riconoscersi in una delle seguenti categorie.

Lo scrupoloso previdente, spesso un po' pedante, organizza e programma ogni cosa. È un vero pianificatore che nulla lascia al caso, non trascura mai i dettagli e la manutenzione. Organizza lavori ordinari e straordinari e ne programma persino di nuovi, controlla e sostituisce l'attrezzatura per mantenere la barca in perfetto stato. Con piacere e prudenza assolve a ogni incombenza e si impegna ad affrontare ogni problema. Per lui l'osmosi non è un imprevedibile nemico che colpisce a tradimento, ma un danno fisiologico preventivamente da tenere sotto controllo e da risolvere prontamente.



Alaggio e pulizia con idropulitrice in vista di una perizia di scafo e appendici.

Lo sprovveduto fatalista è spesso un po' incosciente, si dimentica la barca per interi mesi durante l'inverno, sia in acqua che a terra, e, pur consapevole che "nulla si crea e nulla si distrugge", spera anche che nulla si trasformi e che tutto rimanga inalterato. Senza troppi pensieri, per lui l'osmosi semplicemente non esiste e, nell'eventualità che si presenti, non è poi così grave, la considera più un'invenzione commerciale che un problema degenerativo.

Il sapiente tranquillo, dotato delle conoscenze necessarie per dedicare alla sua barca le sufficienti attenzioni, ma sempre più per dovere che per piacere. Lo contraddistinguono calma e consapevolezza, per lui la barca è un mezzo utile per godersi il mare, la pace e il relax. Niente lavoretti e bricolage domenicali, tanto meno trattamenti preventivi o curativi. Osmosi? No problem! Una stuccata e via!

Di qualsiasi categoria si faccia parte, è bene ricordare sempre che una barca difficilmente affonderà a causa dell'osmosi.